

**“CALCULO DEL RECOBRADO GLOBAL DE LA PLANTA DE PERFILES EN  
UNA EMPRESA DEL SECTOR METALURGICO”**

**ANDRES OCTAVIO MUÑOZ ENRIQUEZ**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCION  
PROGRAMA DE INGENIERIA DE PRODUCCION  
SANTIAGO DE CALI**

**2006**

**“CALCULO DEL RECOBRADO GLOBAL DE LA PLANTA DE PERFILES EN  
UNA EMPRESA DEL SECTOR METALURGICO”**

**ANDRES OCTAVIO MUÑOZ ENRIQUEZ**

**Pasantia para optar al título de  
Ingeniero de producción**

**Director  
LUIS ALFONSO GARZÓN  
Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE  
FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE PRODUCCION  
PROGRAMA DE INGENIERIA DE PRODUCCION  
SANTIAGO DE CALI**

**2006**

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Trabajo de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad Autónoma de Occidente para optar al título de Ingeniero de Producción.

Ing. JUAN CARLOS OTERO

---

Jurado

Santiago de Cali, 15 de Junio de 2006

Gracias a Dios, a mi madre por su apoyo, esfuerzo, comprensión y confianza, y a aquellas personas que me acompañaron durante este proceso.

Andrés Muñoz

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO	18
2. DATOS DE LA EMPRESA	20
2.1 RESEÑA HISTORICA	20
2.1.1 Antecedentes	20
2.2 SITUACION INTERNA ACTUAL	23
2.2.1 Misión	23
2.3 ASPECTO ORGANIZACIONAL	23
2.3.1 Tamaño de la empresa	23
2.3.2 Organigrama	24
2.4 ASPECTO TECNICO	24
2.4.1 Materia prima básica	24
2.4.2 Equipos y tecnología	25
2.4.3 Facilidades	28
2.5 ASPECTO DE MERCADEO	29
2.5.1 Proveedores	29
2.5.2 Clientes	29
2.5.3 Canales de distribución	30
2.5.4 Competencia	30
2.5.5 Portafolio de servicios y productos	31
2.6 PERSPECTIVAS	31
2.6.1 Visión	31
2.7 SELECCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	31
3. DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO	33

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	33
3.2 CAPACIDAD PRODUCTIVA	33
3.3 PROCESO PRODUCTIVO	34
3.3.1 Diagrama de flujo proceso productivo	35
3.3.2 Proceso productivo por áreas	35
3.3.2.1 <i>Fundición</i>	35
3.3.2.1.1 <i>Colado</i>	36
3.3.2.1.2 <i>Homogenizado</i>	37
3.3.2.2 Extrusión	39
3.3.2.2.1 <i>Envejecimiento</i>	41
3.3.2.3 <i>Pintura</i>	42
3.3.2.3.1 <i>Proceso de pretratamiento</i>	43
<b>3.3.2.3.2</b> <i>Proceso de pretratamiento: pre-anodizado</i>	43
3.3.2.3.3 <i>Proceso de pretratamiento: cromatizado</i>	44
3.3.2.3.4 <i>Desengrase ácido</i>	44
3.3.2.3.5 <i>Conversión superficial</i>	45
3.3.2.3.6 <i>Pintura de los perfiles</i>	45
3.3.2.3.7 <i>Secado de perfiles</i>	46
3.3.2.3.8 <i>Aplicación electrostática de pintura en polvo</i>	46
3.3.2.3.9 <i>Curado de la pintura en polvo</i>	46
3.3.2.3.10 <i>Control de las características de calidad a productos finales</i>	46
3.3.2.4 <i>Anodizado</i>	47
3.3.2.4.1 <i>Enganche</i>	47
<b>3.3.2.4.2</b> <i>Pretratamiento</i>	48
3.3.2.4.3 <i>Anodización</i>	50
3.3.2.4.4 <i>Coloración</i>	51
3.3.2.4.5 <i>Sellado</i>	52
3.3.2.4.6 <i>Desenganche</i>	53
4. MARCO TEORICO	54

4.1 RECOBRADO COMO CONCEPTO DE PRODUCCION	57
4.2 INDICES MUNDIALES DE RECOBRADO	58
4.3 RECOBRADO COMO CONCEPTO DE PRODUCCION EN INDUSTRIAS LEHNER	59
4.3.1 Recobrado prensa extrusora Cheng Hua	59
4.3.2 Recobrado global planta perfiles	60
4.4 DEPERDICIOS INDUSTRIAS LEHNER S.A.	60
4.4.1 Parámetros de calidad en Industrias Lehner S.A.	61
4.4.2 Control de desperdicios en industrias Lehner	63
4.4.3 Generación de desperdicios por áreas	64
4.4.3.1 <i>Desperdicio en el área de extrusión</i>	64
4.4.3.2 <i>Desperdicio en el área de preempaque</i>	65
4.4.3.3 <i>Desperdicio en planta de acabados</i>	65
4.4.3.4 <i>Desperdicio en área de empaque</i>	65
4.4.3.5 <i>Desperdicio en el cliente interno ventanas</i>	66
4.4.3.6 <i>Desperdicio en clientes externos</i>	66
4.4.4 Entradas del almacén de extrusión	66
5. METODO DE CALCULO DE RECOBRADO GLOBAL DE LA PLANTA PERFILES DE INDUSTRIAS LEHNER S.A.	68
5.1 DATOS RELACIONADOS CON EL CALCULO DE RECOBRADO	68
5.1.1 Origen de datos relacionados con el cálculo	68
5.2 BASE DE DATOS UTILIZADA PARA EL CÁLCULO	70
5.2.1 Calculo de recobrado global utilizado por la gerencia de operaciones	71
5.3 DESARROLLO DE INFORME DE RECOBRADO GLOBAL CON NUEVA BASE DE DATOS	71
5.3.1 Origen de datos relacionados con el desarrollo de nueva base de datos	73
5.3.1.1 <i>Base de datos</i>	73
5.3.1.2 <i>Calculo de desperdicio prensa extrusora</i>	76
5.3.2 CALCULOS EN LA BASE DE DATOS DESARROLLADA	76

5.3.3 CALCULO DE RECOBRADO GLOBAL PLANTA PERFILES CON NUEVA BASE DE DATOS	79
5.4 EXPLOSION DE DATOS	80
5.4.1 Análisis de datos relacionados en nuevos cálculos	80
5.4.1.1 <i>Base de datos implementada en abril y mayo</i>	80
5.4.2 Informes de gerencia	82
5.4.2.1 <i>Informe de gerencia mes de abril</i>	82
5.4.2.2 <i>Informe de gerencia mes de mayo</i>	83
5.4.3 Cuadros comparativos de producción	84
6. PROYECCIONES DE DESPERDICIO PARA CALCULO DE RECOBRADO GLOBAL UTILIZANDO NUEVA BASE DE DATOS	85
6.1 ESTRATEGIA DE GERENCIA DE OPERACIONES DE INDUSTRIAS LEHNER	85
6.2 PARAMETROS DE PROYECCIONES	86
6.3 PROYECCIONES DE DESPERDICIOS	86
6.3.1 Proyección de kilos aplicados	87
6.3.2 Proyección de desperdicio planta perfiles Lehner	88
6.3.3 Análisis proyecciones de desperdicio	97
6.4 POLITICA DE MANEJO DE DESPERDICIOS	99
6.4.1 Implementación de política de desperdicios	101
7. CONCLUSIONES	104
8. RECOMENDACIONES	106
BIBLIOGRAFÍA	107



## LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Identificación de defectos de los perfiles producidos en industrias lehner s.a	44
Tabla 2.	Datos históricos del recobrado global de la planta de perfiles en industrias lehner s.a.	52
Tabla 3.	Formato de control diario de desperdicios	56
Tabla 4.	Proyecciones de desperdicios	67
Tabla 5.	Proyecciones de kilos aplicados	68
Tabla 6.	Datos históricos para tendencia lineal	69
Tabla 7.	Proyección lineal	70
Tabla 8.	Datos históricos para tendencia exponencial	71
Tabla 9.	Proyección exponencial proyección según estrategia de la gerencia	74 75
Tabla 10.	Proyección recobrado de la prensa Proyección recobrado global	92

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Capacidad productiva	18
Figura 2. Diagrama flujo de proceso productivo	20
Figura 3. Prensa de extrusión	24
Figura 4. Tendencia lineal de la regresión	71
Figura 5. Proyección desperdicio lineal	73
Figura 6. Tendencia lineal de la regresión	73
Figura 7. Proyección desperdicios tendencia exponencial	74
Figura 8. Proyección desperdicios estrategia de gerencia	76
Figura 9. Progreso del desperdicio de la prensa y global	76

## RESUMEN

La temática de este trabajo de investigación, pretende calcular de manera global el recobrado que se presenta en la planta de perfiles en una empresa del sector metalúrgico.

El enfoque ingenieril que incide en el progreso de esta propuesta son los contenidos las áreas de procesos industriales, planeación, control de calidad, entre otras. La interacción de estos los conceptos que comprende esta área con el apoyo e complementos temáticos del contenido cognitivo profesional, integran elementos de identificación de oportunidades, planteamiento de posibles soluciones para el servicio de las necesidades de la empresa y por supuesto desarrolla las herramientas propias del diseño y proyección de proyectos en la disciplina profesional de ingeniería de producción.

Dada la orientación de la investigación el proyecto se desarrollo en etapas consecutivas. La primera se basa en el conocimiento de la empresa y el reconocimiento de la misma dentro del sector industrial y específicamente se basa en la presentación de la problemática de los desperdicios de materia prima y en proceso que se presentan a lo largo de la producción de perfiles.

El segundo nivel de desarrollo del trabajo investigativo indica la descripción del proceso de fabricación de los perfiles y los factores que intervienen en el proceso durante su elaboración en industrias Lehner s.a.

Con la finalidad de soportar teóricamente los propósitos de esta investigación se describen y analizan las potencialidades del control de desperdicios en una

industria con las magnitudes de la empresa piloto; abordando mecanismos de aprovechamiento de los factores que intervienen en la producción basados en el concepto de ahorro y ganancias.

En un espacio más detallado en el cuerpo del trabajo, se examina la información referente a la situación actual de la empresa respecto a la problemática de desperdicios de materia prima y en proceso en la planta producción Cali de Industrias Lehenr s.a., ampliando de esta manera la capacidad de exploración e identificación de las posibles oportunidades para el proyecto de recobrado global de la planta de producción de perfiles.

El trayecto descriptivo y analítico del proyecto investigativo, toma un carácter de proyección en su etapa final donde cuenta con el desarrollo de conocimientos teóricos, el soporte y asesoría profesional y por supuesto la experiencia y el criterio del autor para evaluar la solución con su viabilidad económica y técnica.

## INTRODUCCIÓN

La producción es el eje central del desempeño de las empresas que conforman el sector manufacturero, por ende apuntar hacia el mejoramiento de los niveles de fabricación es la perspectiva que acompaña el funcionamiento y desarrollo de éstas.

En el caso específico de una empresa que se desarrolla en la industria metalúrgica, con objeto de suministrar soluciones integrales en vidrio y perfilería en aluminio para la construcción industrial y arquitectónica como es Industrias Lehner s.a. el mejoramiento de las propiedades de calidad y cantidad que acompañan el registro de producción, presentan problemáticas identificadas desde las áreas que abordan la complejidad de la estructura de las matrices presentando resultados de alteraciones en las dimensiones del perfil e indicando un amplio rango de alteraciones estructurales y mecánicas; como también indica una evaluación insatisfactoria en el cumplimiento a los requerimientos generados desde el cliente en términos de calidad.

Una vez rastreada la problemática se plantea actuar en el foco central de ella desarrollando proyectos de mejoramiento tratando las áreas pertinentes e incluyendo en los aspectos a considerar la fabricación de matrices con altos niveles de calidad al igual que la implementación de sistemas de refrigeración para disminuir la posibilidad de deformación del perfil

Gracias a la facilidad de intercambio informativo y la adquisición tecnológica actual proporcionada por la globalización, se podrán obtener y estudiar adecuadamente los datos que reflejen una táctica óptima de producción constituida por la implementación de nuevas tecnologías desarrolladas básicamente para este proceso.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La situación económica y competitiva actual de las empresas del sector metalúrgico, orientan a las compañías de éste hacia el perfeccionamiento industrial. Los adelantos tecnológicos producidos en los últimos años, han motivado la relevancia concedida al estudio del proceso completo de fabricación de los productos metalúrgicos, determinando la necesidad de asimilar la adaptabilidad de dichos progresos a las diferentes actividades operativas y administrativas para garantizar el aseguramiento de la cantidad y calidad de la producción optima, donde se deben utilizar de manera coordinada y con alto rendimiento los hombres, equipos, materiales, energía e información. El resultado enfoca la optimización y aprovechamiento máximo de cada proceso arrojando como resultado perfiles para uso industrial y arquitectónicos capaces de competir al más alto nivel en el mercado con calidad y precios.

La empresa Industrias Lehner s.a, esta ubicada en la ciudadela industrial de occidente de la ciudad de Cali y basa su actividad comercial en suministrar soluciones integrales en aluminio y vidrio para la industria de la construcción y perfiles de aluminio para usos industriales y arquitectónicos.

Todas las aleaciones de aluminio de deformación plástica son susceptibles de aceptar el proceso de extrusión y su empleo permite cubrir numerosos sectores y resolver problemas tan diferentes como los que se presentan en decoración, construcción mecánica, resistencia a la corrosión y a los agentes químicos.

En Industrias Lehner existe una necesidad clara de conceptos económicos e instrumentos que puedan contribuir al manejo optimo de las materias primas y material de proceso, manejando como posible medida la implementación de proyectos tales como el recobrado global para planta perfiles, que integra en su

desarrollo actividades que apoyan la asignación y utilización adecuada de los recursos mediante el reconocimiento de los costos de oportunidad. Dando cabida así al concepto de amortización y presentando a la empresa márgenes de beneficio en cuanto a la rentabilidad y productividad.

La elevación de los costos relacionados con la producción es inherente al comportamiento limitado del recobrado. Si el material que utiliza integralmente el proceso de producción de perfiles obtiene un empleo satisfactorio cercano al máximo porcentual, la inversión que se refleja en cada perfil proporciona una brecha mayor entre el costo y el precio de venta del mismo, permitiendo reestructurar la propuesta de asignación monetaria expuesta al mercado y generando paralelamente competitividad con las diferentes empresas del sector además de dilatar la utilidad operativa viéndose este evento manifestado en la rentabilidad de la empresa.

Entre las posibles causas que ocasionan o generan dicho efecto se puede mencionar:

La elección del nivel correcto de aleación, esto referido a la conducta particular del elemento metálico (Al) con los diferentes aleantes donde registra un comportamiento bilateral; por una parte si las aleaciones son muy blandas e indican un alto nivel de extrusionalidad permiten la deformación de los perfiles en el evento de manipularlos e impiden la permanencia de las formas del diseño. En la situación contraria ósea cuando las aleaciones son duras, su baja extrusionalidad hace que no fluya impidiendo la realización de perfiles con secciones complejas, asimismo presenta desventajas en el caso de secciones sencillas por representar un costo de producción mas elevado en comparación con el otro tipo de aleación.

Por lo demás, las fallas de calidad listan incidentes de imperfecciones relevantes en el recobrado como son las deformaciones y los cambios dimensionales, la importancia de estas anomalías en la recuperación del material las refiere también el incremento en los costos de la producción ya que la relación que se establece, esta dada por la cantidad de producto despachado de manera conforme frente a las cantidad de material aplicado a la prensa.

Una vez identificadas estas causas principales y descubiertas otras causales a través del análisis al que se someterá dicha problemática con el desarrollo de éste proyecto; se puede proceder a discernir posibles alternativas determinantes.

Para desarrollar el estudio de factibilidad de las posibles soluciones asignadas al proyecto, se debe reciclar la información necesaria referente al proceso productivo y comercial, los niveles de producción, indicadores, cifras, etc., con el fin de desarrollarlo, utilizando herramientas, tales como; los datos finales requeridos para el diseño, la calidad de los mismos, la tecnología, el diseño en planta, tamaño de las unidades de proceso, el diseño general de ingeniería y el costo del proyecto.

Es así como en este trabajo se pretende abarcar un fragmento de la problemática de los niveles bajos de material recuperado contribuyendo a la optimización productiva comprendiendo la generación de propuestas alternativas.



## **1.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.1.1 Objetivo General**

- Calcular el recobrado, es decir la producción real, en la planta de perfiles de Industrias Lehner, teniendo en cuenta los desperdicios generados en las diferentes etapas del proceso garantizando el cumplimiento de las especificaciones de calidad del mercado.

### **1.1.2 Objetivos específicos:**

- Aumentar la producción de perfiles en la prensa extrusora, definiendo planes de mejoramiento y logrando la meta presupuestada para el 2006 y así aportar para que el recobrado global aumente.
- Disminuir los desperdicios en el proceso productivo de perfiles después preempaque, y teniendo en cuenta que además de la prensa extrusora, la reducción se presente en los procesos de anodizado, pintura y el despacho a clientes.
- Optimizar el proceso de producción al punto de que el recobrado global de la planta productora de perfiles aumente, disminuyendo los costos de producción y garantizando que se cumplan los parámetros de calidad exigidos por el mercado.

- Contribuir a la reducción de costos de fabricación y mantenimiento de la empresa convirtiéndola en una empresa más competitiva a nivel regional y nacional.
- Adquirir un nivel elevado de conocimientos teórico-prácticos y capacidad de producir perfiles de aluminio para aplicaciones industriales contribuyendo al mejoramiento de la productividad de la industria local y nacional mediante el desarrollo de nuevos procesos de alto desempeño.

## 2. DATOS DE LA EMPRESA

### 2.1 RESEÑA HISTORICA

**2.1.1 Antecedentes.** Desde el año 1954 fue constituida esta organización industrial que hoy cuenta con reconocimiento nacional e internacional.

Inicia con la fabricación de estructuras de acero con bastante éxito en el mercado. En ese mismo año comienza la producción de ventanas en lámina prensada.

Día a día la empresa adquiere aprendizaje y experiencia en el oficio, en años de intensa preparación, de formación y de estar alerta a las innovaciones tecnológicas.

La empresa creada ya hace 52 años se dedica a la producción y comercialización de productos en aluminio y vidrio. Pertenece al Sector industrial y se ubica dentro del subsector Metalúrgico.

En 1954 se inicia el proceso productivo con la fabricación de estructuras de acero, ampliándose en los años siguientes a la producción de puertas y ventanas de hierro.

La permanente búsqueda de innovaciones tecnológicas dirige la empresa hacia el salto de trabajar con aluminio en 1960 realizando complementariamente el montaje de la primera planta de Anodizado de Aluminio en América Latina, consolidándose como una empresa pionera en el desarrollo e investigación de trabajos arquitectónicos en este metal.

La capacidad de investigación y diseño permitió consolidarse en pocos años como la empresa líder en el sector, gracias a la introducción y desarrollo de tecnologías como anodización a color, fabricación industrializada mediante líneas de producción y fabricación exclusiva en Colombia del vidrio doble termo acústico.

En búsqueda del camino hacia la industrialización en el año 1970 la fabricación de puertas y ventanas de aluminio mediante líneas de producción especializadas. Durante esta época se consolida dentro del sector y se comienzan a desarrollar proyectos de gran envergadura.

Se noto la conveniencia de integrar los productos propios de la empresa con el vidrio y así incorporarlo como un material logrando unificar bajo una sola responsabilidad el suministro del aluminio y el vidrio.

Paralelamente se trabaja en las líneas de cristales flotados y de vidrios templados y reflectivos. Asesorados por técnicos extranjeros se introduce la ultima tecnología en el diseño de fachadas flotantes o muros cortinas y carpintería de aluminio. Fueron años de grandes obras como el Banco Cafetero, El edificio Nova Tempo en Medellín, El Banco de la Republica y La Torre de Cali, El banco Ganadero, El centro comercial Granahorrar en Bogota, para citar solo algunas de ellas.

En la década de los ochenta se fortalece la red de distribuidores a nivel nacional con el propósito de dar un mejor servicio al cliente y se trae al país el Alucobond, un novedoso recubrimiento de aluminio. En 1985, atendiendo exigentes normas Americanas, se presenta el vidrio termopanel del cual Lehner es el único fabricante en Colombia.

En 1987 se utiliza por primera vez en Colombia el aluminio estructural, además el vidrio esférico y los perfiles de aluminio curvo. Testimonios de esta innovación en el campo del diseño son El centro comercial Boulevard Niza, el Edificio Carvajal, la Biblioteca Luís Ángel Arango, el Club el Nogal en Bogotá, El centro comercial Pasarela en Cali, así como el Hotel Jardín de las Casas en Cayo Coco (Cuba). Con esta última obra se inicia la presencia de Lehner en los mercados externos.

Para el año 1989 el mercado externo (Grupo Andino, Caribe y Centro América) empieza a interesarse y a solicitar los productos con notable aceptación. Ante la creciente demanda alcanzada se hace necesario el montaje de una red especializada de distribuidores a nivel nacional, que permite una atención personalizada para los clientes propios de la empresa.

En la época de 1992 se presenta la integración vertical de estructura de la organización con el montaje y la puesta en marcha de la Planta de Extrusión para la producción de perfiles de aluminio y de la Planta de Pintura en Polvo, llegando a posicionarse como una de las más importantes a nivel nacional e internacional. Sus productos empiezan a colocarse en los mercados del Caribe, Antillas Francesas y Suramérica.

1996 es el año en el que se construye la nueva sede ubicada en la Ciudadela Industrial de Occidente carretera Cali-Palmira, en la cual quedan operando la Planta de Aluminio Arquitectónico con sus 12 líneas de producción y la Planta de Perfiles con los procesos de fundición, extrusión, anodizado y pintura en polvo. Esta planta gracias a su capacidad instalada provee la materia prima para la operación de la planta de Aluminio Arquitectónico y además genera excedentes que se venden en el mercado doméstico y externo.

Es importante resaltar eventos que consolidan el posicionamiento de la empresa dentro del mercado tales como las diferentes certificaciones entre ellas para el año 2001 Industrias Lehner S.A. recibe de la asociación Suiza QUALICOAT la licencia que certifica la calidad de los productos fabricados en la Planta de Pintura, convirtiéndose en la primera Planta certificada en toda América. De igual manera se obtiene la certificación del Sistema de Aseguramiento de Calidad bajo los requisitos de la Norma ISO-9002 en su versión de 1994 para la Planta de Perfiles. Adicionalmente en el 2003 INDUSTRIAS LEHNER S.A. actualiza la Certificación del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001 en su versión 2000 para los procesos de Fundición, Extrusión, Anodizado y Pintura. Además obtiene la Certificación BASC la cual garantiza que tenemos un comercio internacional seguro libre de contaminación con sustancias ilícitas.

## **2.2 SITUACION INTERNA ACTUAL**

**2.2.1 Misión.** Industrias, Lehner como una organización productiva tiene fijada su misión en suministrar soluciones integrales en aluminio y vidrio para la industria de la construcción y perfiles de aluminio para usos industriales y arquitectónicos.

## **2.3 ASPECTO ORGANIZACIONAL**

**2.3.1 Tamaño de la empresa.** Industrias Lehner s.a esta clasificada como una empresa grande, ya que posee 501 empleados y maneja niveles excedentes altos.

Cuenta con 1 planta de producción y 3 distritos de distribución nacional (Sur occidente, Noroccidente y Centro Oriente).

La planta Cali cuenta con 430 empleados distribuidos en la planta administrativa, la planta de producción perfiles y la planta de aluminio arquitectónico.

**2.3.2 Organigrama.** La estructura organizacional de Industria Lehner s.a esta presentada bajo una estructura plana que en su mayor rango jerárquico refleja una presidencia y bajo ella cinco (5) gerencias básicas de manejo como son: la gerencia de operaciones, gerencia financiera y administrativa, gerencia de ingeniería, gerencia de ventas y gerencia de recursos humanos. Posterior a esta formación gerencial encontramos la línea de mando o jefaturas e inferior a ella se despliegan los equipos de apoyo conformados por auxiliares, operarios, planeadores entre otros.

Con el fin de tener una visión amplia de esta información se presentan los diferentes organigramas de la empresa. (ver anexo 1)

## **2.4 ASPECTO TECNICO**

La empresa productora de perfiles considera dos aspectos importantes en la producción de perfiles de aluminio, el primero la materia prima que esta representada en aluminio primario que se importa o aluminio producido utilizando chatarra y segundo las maquinaria utilizada que comprende hornos, prensa extrusora, y sierras para adecuacion de medidas.

**2.4.1 Materia prima básica.** Para realizar el producto básico de la cadena de producción en este tipo de industrias (perfiles de aluminio), se necesita indispensablemente y en casi toda su totalidad como materia prima aluminio primario, chatarra y aleantes, los cuales son adquiridos por la empresa por los diferentes proveedores identificados a través del tiempo y la experiencia

**2.4.2 Equipos y tecnología.** La empresa posee en cuanto a tecnología de producción la siguiente maquinaria utilizada desde la conversión de la materia prima hasta la obtención de productos finales. Según la limitación del proceso que determina este proyecto solo se determina el informe de las maquinas que se desempeñan en la planta de perfiles.

*Prensa Extrusora:* (Chen – Hau): Maquinaria que posee un sistema de conversión de energía marcado entre dos fuentes generadoras que son energía eléctrica y energía hidráulica la descripción del comportamiento se refiere a una entrada de energía eléctrica que es utilizada para mover cuatro motores con capacidades relacionadas así: dos de ellos 250 HP, uno de 15 HP y uno de 5 HP; estos son acoplados con unas bombas. El mecanismo completo produce una elevación de la presión del aceite hasta un grado máximo de 3000 psi, es en este nivel cuando se da la transformación energética reflejando la aparición de la energía oleohidráulica.

La prensa extrusora es la maquinaria central del proceso productivo que se esta estudiando, el control de ella se da mediante un sistema de PLC para garantizar la automatización y optimización del proceso.

*Horno de calentamiento:* (Granco Clark) la función descrita por la existencia de este equipo en Industrias Lehner es calentar los tochos (Trozos de lingote) de manera controlada y entregarlos a la prensa a una temperatura máxima de 430 °C. El funcionamiento de dicho equipo se indica en tres fases: Una inicial de precalentamiento donde por medio de un motor de aire de combustión captura aire atmosférico y lo calienta a través de un calentador de ACPM hasta mas o menos 150 °C. En la etapa intermedia el aire pasa por una zona donde se eleva la temperatura del lingote desde la temperatura referida por la etapa inmediatamente anterior hasta 310°C, para finalmente, lograr ubicarse en la



ultima zona que será la encargada de entregar el lingote a la prensa una vez logre elevar la temperatura de este de 310 °C a 430 °C.

*Horno de envejecimiento eléctrico:* (Chen – Hua) El material que finalmente es extruido en la prensa es bastante maleable por lo tanto se hace necesaria la implementación de un procedimiento de temple que es apoyado por el horno de envejecimiento. En este caso en particular la fuente generadora de energía la refieren las resistencias eléctricas y el aire caliente generado por estas, es recirculado en la cámara del horno por medio de cuatro ventiladores. Esta maquina identifica un nivel de calentamiento de 175 °C exigiendo así, un tiempo de exposición del material de seis horas. La capacidad de trabajo de la misma registra siete toneladas.

*Horno de envejecimiento gas:* (TKF) La función de este horno es idéntica a la del anterior pero su manera de operar difiere porque el calentamiento que produce esta maquina es generado por un calentador a gas (GLP) y por otra parte la capacidad de este equipo supera en el doble la capacidad del anterior (capacidad: 14 Ton)

*Sierra cortadora de lingotes:* (Cheng hua) segmenta el lingote que sale del poso de la colada a longitudes programadas. Por medio de un disco de corte con una fuerza óleo hidráulica haciendo avanzar el disco para producir el corte a una presión de 60 Bares.

*Sierra de perfiles:* (Cheng hua) segmenta el perfil extruido de la prensa a longitudes programadas. Por medio de un disco de corte con una fuerza óleo hidráulica haciendo avanzar el disco para producir el corte a una presión de 60 Bares

*Ventiladores aéreos:* (Cheng Hua) Aceleran el enfriamiento del perfil en la salida de la prensa, funcionan con fuente eléctrica, moviendo las hélices que generan circulación fuerte del aire que recae sobre el perfil

*Ventiladores de piso:* (Siemens) continúan el proceso de enfriamiento, están ubicados en la mesa de enfriamiento.

*Horno matrices:* (Chen Hua) Calientan las matrices que se van a usar en el proceso a una temperatura de 430 °c el tiempo de calentamiento abarca de 2.5 horas hasta 5 horas aproximadamente según los requerimientos de extrusión, trabaja por resistencias eléctricas contiene un ventilador que redistribuye el calor dentro de la cámara del horno.

*Mesa de manejo:* (Chen Hua) mesa donde se depositan los perfiles después de extruidos para trasladar el material del conveyer a la estiradota, funciona por medio de energía eléctrica y neumática, estos generan los movimientos de los moto reductores convirtiendo energía eléctrica en mecánica

*Conveyer :*(Chen Hua) Transporta el perfil que sale de la prensa, fuente de energía eléctrica y convierte en óleo hidráulica y esa energía a su vez la reconvierte en energía mecánica rotacional.

*Puller:* (Cometal) es un alador de perfiles, la fuente de energía es eléctrica y se convierte en ole hidráulica, el alado lo hace por medio de un drive que trasmite el movimiento del puller por medio de una guaya acerada, la velocidad de este equipo máx. en extrusión es 100 m/ min fuerza máx. de alado 250 kg / fuerza velocidad de regreso max 400m / min

*Polispastos:* (Demag) Transportar cargas pesadas, fuentes eléctricas que acciona un moto reductor por medio de una botonera, es manejado por medio de 6 grados de libertad.

*Horno de fundición* (Cheng Hua) fuentes de energía combustoleo y energía eléctrica, tiene 2 quemadores de 6000000 de BTU cada uno y un ventilador de combustión, en conjunto el ventilador y el combustible funde chatarra, aluminio 99.99 % de pureza y aleantes conformando la colada.

*Horno de homogenizado:* Energía eléctrica y ACPM, tiene 3 quemadores cada uno con una capacidad de 2000000 BTU/ hr y tres ventiladores enfrentados para retornar el aire a la carga controlados térmicamente, se distribuye de manera homogénea la formación cristalina del lingote.

*Cámara de enfriamiento:* (TKF) Congela la red cristalina para asegurar que no se deforme de nuevo la molécula, lo conforman dos ventiladores de enfriamiento y su ciclo de proceso es 3 horas a 80 °c.

**2.4.3 Facilidades.** *Ubicación:* Industrias Lehner s.a, con Nit: 890301682 – 4 sede Cali, se encuentra ubicada en la ciudadela industrial de occidente kilómetro 7 recta Cali – Palmira.

*Distribución de la planta:* Su plano puede observarse en el Anexo N° 2

*Energía eléctrica:* La energía eléctrica es proporcionada por EPSA como un servicio público. La energía se toma de las líneas primarias que generan 34.500 voltios de potencia y mediante cuatro subestaciones eléctricas se convierte a tres de ellas se comporta convirtiendo la energía a 440 voltios y la restante realiza una conversión a 220 voltios, voltios para pasarla inmediatamente al

tablero central correspondiente a la subestación (a cada subestación le corresponde un tablero central) y luego ser distribuida a las diferentes dependencias por medio de cableado en tuberías, canales o canaletas. Su servicio es apreciado por Industrias Lehner como un suministro de buena calidad y abastece toda el área administrativa y todos los equipos en la parte de producción que la requieran.

*Fuente hídrica (agua):* El suministro de agua para Industria Lehner es conseguido mediante un contrato con el Banco Popular, donde se acuerda la obtención del abastecimiento a través del hipódromo. Este recurso hídrico es almacenado en tres tanques donde se realizan procesos de cloración y suavizado para lograr suplir las necesidades tanto de las actividades productivas, como las sanitarias y de consumo.

*Fuente de Gas:* La fuente de gas es GLP (Gas propano), proveído por Unigas. Se almacena en un tanque y posteriormente es distribuido por tubería metálica a una presión de 15 psi

## **2.5 ASPECTO DE MERCADEO**

**2.5.1 Proveedores.** Cada uno de los Proveedores es un aliado en el cumplimiento de la actividad de producción y comercialización de la empresa.

Los principales proveedores que le suministran a la planta la materia prima y los insumos para la fabricación de perfiles de aluminio (ver anexo3).

**2.5.2 Clientes.** Existen dos tipos de clientes:

□ *Clientes Internos*: Asociados y funcionarios, a los que se les brindan directamente los servicios ofrecidos por la empresa.

□ *Clientes Externos*. Consumidores a nivel regional, nacional e internacional; donde se maneja una distribución directa e indirecta.

De acuerdo a su actividad económica los clientes potenciales se clasifican en: clientes arquitectónicos y clientes estructurales.

**2.5.3 Canales de distribución.** Se maneja el canal de distribución directa donde se comercializan sin intermediarios los productos de la empresa a los clientes identificados a nivel regional, nacional e internacional.

**2.5.4 Competencia.** Desde algunos años atrás en Industrias Lehner se ha iniciado un proceso de diversificación de los perfiles de aluminio hacia sectores industriales diferentes al de la construcción. Actualmente esta estrategia a reportado un mercado de mas de 1000 toneladas anuales a nivel nacional en perfiles, para participaciones modulares, carrocerías, rines de moto y bicicletas, parasoles tropicales, graderías para eventos, rejillas de aire acondicionado y formaletas entre otros.

Para Industrias Lehner s.a. los competidores se constituyen en un estímulo para cada día ser mejores.

En lo últimos años ha crecido el mercado de competidores de producción de perfilería y productos de aluminio arquitectónico, no solo por los productos a nivel nacional sino también por la penetración del mercado exterior entre ellos de manera destacada el mercado Chino.

En el suministro de soluciones en aluminio y vidrio para la industria de la construcción y perfiles de aluminio para usos industriales y arquitectónicos la competencia más fuerte se presenta con empresas como: Alumina, Emma, Reynolds entre otras.

**2.5.5 Portafolio de servicios y productos.** Los catálogos generales de productos comprenden portafolio de referencias para perfiles, ventanas y puertas por modelos separados.

El alcance del proyecto refleja la necesidad de indicar las referencias de perfiles, dado que, la concentración y desarrollo del trabajo se limita a la planta de producción perfiles; para ello se amplía dicha información citando las referencias existentes en la empresa piloto (ver anexo 4).

En cuanto al servicio se amplía información de la empresa aclarando que en esta se suministra un servicio integral en la medida en que se le permita realizar la gestión de instalación en obra.

## **2.6 PERSPECTIVAS**

**2.6.1 Visión.** Mantener crecimientos rentables con índices de clase mundial, logrando mayor competitividad en costos y precios, aumentando la participación de los mercados donde tenemos fortalezas y desarrollando una cultura organizacional que promueva una mayor productividad en un clima laboral.

## **2.7 SELECCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO**

Para desarrollar el cálculo y la proyección del proyecto de recobrado global de la planta de perfiles se debe tomar la información necesaria referente al

proceso de producción de perfiles de aluminio e información de los desperdicios de materia en proceso generados en todas las operaciones de la planta.

Para ello se tomara como empresa INDUSTRIAS LEHENR S.A. que es una empresa que incursiona en el sector metalúrgico de la industria nacional y aún no cuenta con un mecanismo o propuestas alternas para la elevación del recobrado mediante la disminución de desperdicios de materias primas e intermedias del proceso.

Específicamente el estudio comprende la planta de perfiles de INDUSTIAS LEHNER y dentro de esta planta los procesos de extrusión, preempaque, acabados y empaque, teniendo en cuenta que la mala calidad la pueden detectar los clientes se incluyen los clientes externos y el cliente aluminio arquitectónico ventanas de la misma compañía.

### **3. DESCRIPCION DEL PROCESO PRODUCTIVO**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO**

Los perfiles sólidos son piezas extruídas, largas en relación con sus dimensiones de sección transversal, que no encierran áreas vacías al interior de esta sección.

Se identifican como perfiles tubulares aquellas piezas extruídas, largas en relación con sus dimensiones de sección transversal, que encierran áreas vacías dentro de paredes de aluminio.

Algunos perfiles pueden tipificarse como semi-tubulares debido que al observar su sección transversal se aprecia que están compuestos por una parte que encierra total o casi totalmente un espacio vacío y una parte sólida; su extrusión tiene un nivel de complejidad como el de los perfiles tubulares y lo mencionado en este documento para perfiles tubulares también aplica a este tipo de perfiles.

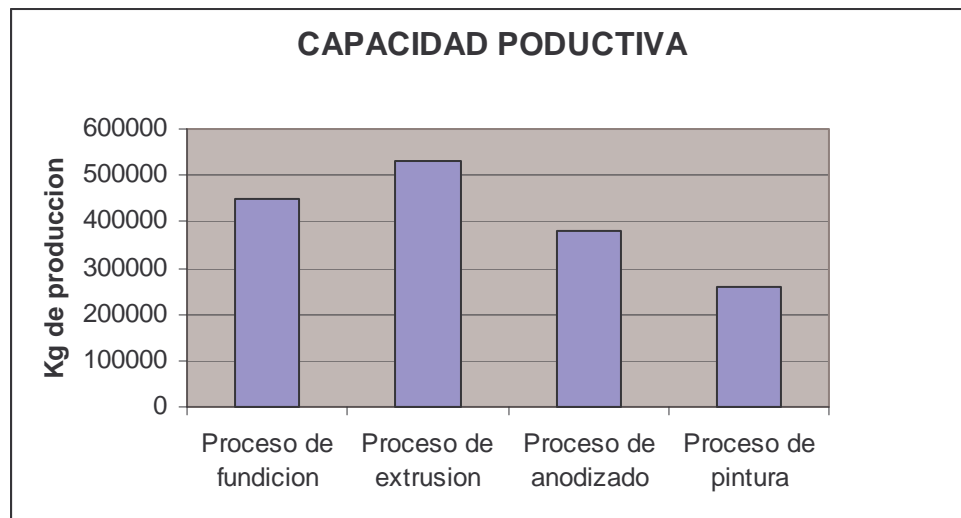
#### **3.2 CAPACIDAD PRODUCTIVA**

La capacidad productiva de la Planta Perfiles está definida por la Prensa Extrusora, con su porcentaje de disponibilidad en 100% y porcentaje de uso en 100%, la prensa extrusora Cheng Hua puede alcanzar a producir 520000 kilos, teniendo en cuenta la aplicación de 620000 kilogramos de aluminio y un recobrado del 85%, teniendo en cuenta que su fuente de materia prima es el horno que cuenta con una capacidad máxima de 450000 kilos y la importación de aluminio listo para extruir.



La planta de acabados cuenta con 380000 kilos procesados y la de pintura 270000 kilos pintados, se define entonces que el proyecto se define en toda la planta de perfiles de Industrias Lehner.

Grafico 1. Capacidad productiva.



### 3.3 PROCESO PRODUCTIVO

El proceso de fundición se inicia cargando el horno con aluminio primario y aluminio reciclado. El aluminio es fundido y aleado dando lugar a dos tipos de aleaciones típicas de LEHNER:

Cuando el aluminio fundido se encuentra a una temperatura de fusión, es vaciado en varios moldes de forma cilíndrica, tomando su forma mediante el enfriamiento provocado por una cortina de agua. Este cilindro se denomina lingote.

En el proceso de homogenizado, los lingotes son tratados térmicamente para lograr una composición homogénea del metal y liberar las tensiones internas que pueden haberse generado en el proceso de colado. Posteriormente, los lingotes son cortados a una medida estándar y llevados al horno de precalentamiento.

En la etapa inicial, el lingote corto es precalentado en un horno, posteriormente es llevado a la prensa, donde un émbolo aplica presión al lingote haciendo que éste fluya a través de las bocas de la matriz, tomando su forma y obteniendo así el perfil de aluminio. Al perfil extruido se le realizan dos procesos: Estiramiento, para corregir deflexiones longitudinales y Corte, para ajustarlo a las medidas especificadas por el cliente.

Mediante un tratamiento térmico, se logra que las propiedades mecánicas del perfil, generen un nivel de resistencia que se ve reflejado en la dureza y rigidez requeridas para su uso final. En esta etapa, el perfil que será utilizado para la industria, es enviado directamente al área de empaque.

En planta perfiles se asignan a los productos dos tipos de terminados que son:

- Pintura
- Anodizado

En pintura se prepara la superficie del perfil, mediante un proceso de preanodizado o se somete a un proceso de conversión, para mejorar la resistencia en ambientes muy agresivos. El perfil se seca en un horno y se traslada a la cámara de pintura, donde por un proceso electrostático, se deposita la pintura en polvo sobre el perfil.

El Proceso de Anodizado se inicia con el pretratamiento de la superficie del perfil. Posteriormente, mediante un proceso electroquímico se forma una capa de óxido denominada capa anódica, con el espesor requerido por el cliente. Sobre la capa anódica, se realiza una electro deposición de sales minerales, generando diferentes tonalidades.

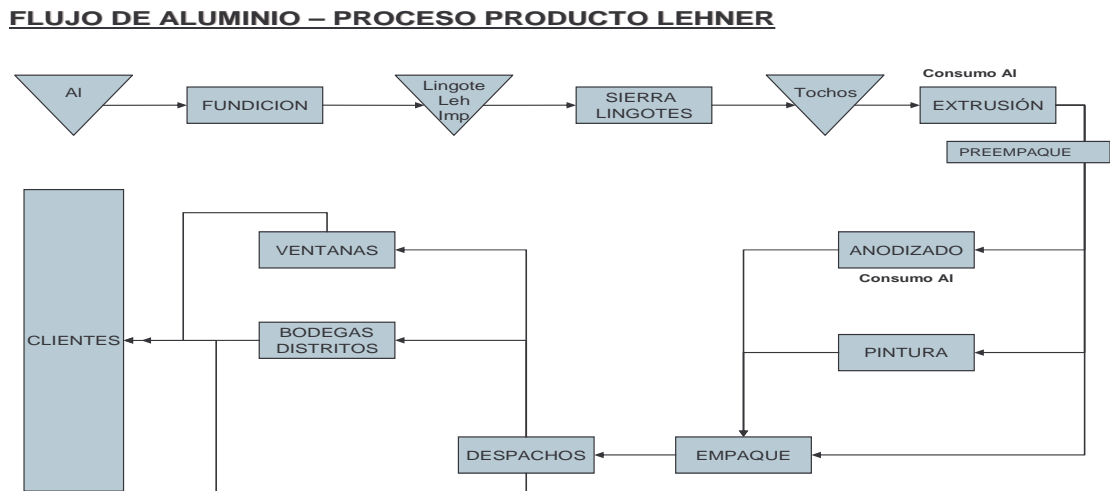
Una vez terminado el proceso, los perfiles que serán entregados al mercado, son agrupados, empacados e identificados, para ser trasladados al área de Despachos.

Los perfiles que serán utilizados para la fabricación de productos arquitectónicos, son trasladados a la planta de aluminio arquitectónico y se consolidan como parte de un sistema.

Utilizando los medios adecuados de transporte, se llevan los perfiles a las bodegas LEHNER ubicadas en las principales ciudades del país, de los distribuidores autorizados o directamente a los clientes, los perfiles llegan al comprador final, para satisfacer sus requerimientos.

### 3.3.1 Diagrama de flujo proceso productivo

Grafico 2. Diagrama de flujo productivo



### 3.3.2 Proceso productivo por áreas

**3.3.2.1 Fundición.** El proceso de Fundición puede dividirse en cuatro etapas fundamentales que son:

- Preparación y fusión.
- Colado
- Homogeneizado
- Corte

Previo al desarrollo de estas operaciones se realiza la programación de la carga de fundición la cual determina la obtención de la aleación deseada.

El proceso se inicia con la recepción de materias primas: aluminio primario (PIG), lingotillo y chatarra (pacas, perfiles y alambrón), estas son analizadas para verificar su composición química y con base en éstos datos se procede al cargue del horno teniendo en cuenta las proporciones de los diferentes metales que debe tener la aleación final.

**3.3.2.1.1 Colado.** Cuando el aluminio se encuentra en estado líquido, se procede al escoriado, retirando del horno los residuos que no se fundieron; además en esta etapa del proceso se debe realizar la desgasificación para evitar la presencia de burbujas en el lingote y la adición de otros componentes de la aleación: Manganeso, Titanio, Magnesio, Silicio y Cobre; también se realiza un batido para homogenizar la temperatura y composición del metal. La carga se funde y se le adicionan los aleantes a una temperatura entre 680 - 730 °C; se toma una muestra de la aleación, la que se somete posteriormente a análisis espectrográfico de composición, con el objeto de asegurar que los lingotes fabricados en esa colada están acordes a los límites establecidos, el colado del aluminio se realiza en moldes cilíndricos por el sistema de colada semi-continua, formando lingotes de largo de 4.0 a 4.6 m. Se obtienen 12 lingotes por gota (vaciada) es decir, 24 lingotes de cada colada.

**3.3.2.1.2 Homogenizado.** Los lingotes se evacuan del pozo de colado con el puente-grúa y posteriormente se arma una plataforma con 30 lingotes para ser sometidos en el Horno de Homogeneizado a una temperatura:

- Para aleación 6063 585 a 592 °C por 8 a 12 horas.
- Para aleación 6261 565 a 572 °C por 8 a 12 horas.

Para completar este tratamiento térmico los lingotes se someten inmediatamente en una cabina con aire forzado a un enfriamiento rápido; esto permite unificar las propiedades químicas y mecánicas de los lingotes.

Los lingotes son cortados a longitudes preestablecidas en el Programa de Producción por medio de una Sierra de disco, éstos se identifican con número de colada y aleación y se zunchan en paquetes de igual longitud, convirtiéndose en materia prima de la Prensa Extrusora.

El Jefe de Producción de la Planta de Perfiles es el responsable directo de la difusión, implementación, mantenimiento, mejoramiento y actualización de este Procedimiento. Los Auxiliares y Operarios que laboran en la Sección de Fundición deben realizar sus tareas de acuerdo a los parámetros establecidos en este documento.

**3.3.2.2 Extrusión.** Los lingotes cortos, producto final de la Sección de Fundición, se reciben en paquetes zunchados, éstos se colocan con un puente grúa en la mesa alimentadora (según el tamaño y aleación establecida en la programación), se retira el zuncho, y los lingotes se desplazan automáticamente hacia el Horno de precalentamiento; entran individualmente al horno de precalentamiento, este consta de dos zonas de aplicación de temperatura, las cuales se gradúan de menor a mayor. A los lingotes precalentados se le aplica una llama carburante en el extremo sobre el cual se va a posicionar el émbolo extrusor, para depositar una capa de hollín que evite la adherencia, este proceso se realiza cuando el controlador censa que se ha llegado a la temperatura requerida, lo cual puede hacerse de manera automática ó manual.

Primero se instala la matriz correspondiente a la referencia a fabricar en el porta-matriz, después el lingote precalentado se introduce dentro del sistema Container - Liner al interior de la prensa; al iniciar la extrusión, el embolo aplica presión al lingote, haciendo que éste fluya a través de la(s) boca(s) de la matriz, tomando la forma de la guía.

El perfil extruído sale de forma continua, pues los lingotes pegan uno con otro; los operarios guían su salida con trozos de grafito para ayudar a que el material caliente conserve su forma y para evitar que se golpeen entre si, cuando se están extruyendo varias bocas; el perfil se va desplazando por un transportador de cadena (conbeyer) al tiempo que es enfriado por ventiladores y/o agua, según el temple, cuando alcanza una longitud de 47 m se corta mediante una sierra automática a una distancia de 6,8 m de la pega ó con oxicorte a otras longitudes y se traslada a la mesa de movimiento lateral.

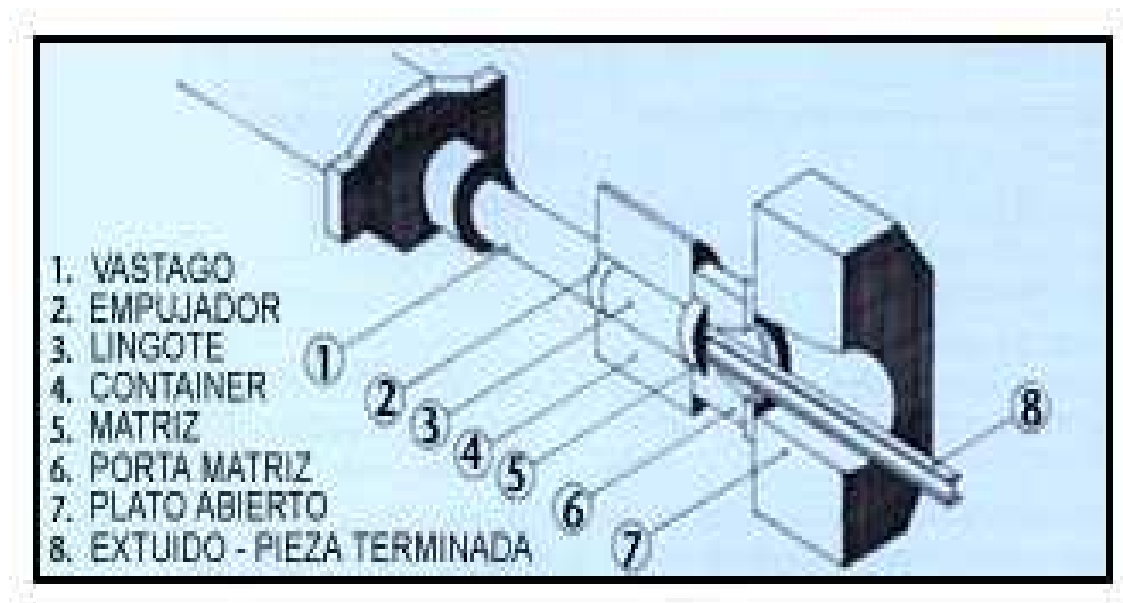
Simultáneamente se va realizando la extrusión de los primeros perfiles, el Ayudante de la prensa realiza la prueba de inspección del peso lineal (kg./m) y verifica las características superficiales y de forma apreciables en los perfiles.

Con base en éstas observaciones se determina si se aprueba continuar con la extrusión de la referencia ó si la matriz debe ir a corrección; una vez corregida se repite la prueba hasta cumplir con los requisitos de calidad establecidos.

Una vez en la mesa de movimiento lateral los perfiles se sujetan a las mordazas ubicadas en cada extremo de la mesa y se les aplica una tensión con el objeto de estirarlos para corregir deflexiones longitudinales, producto de las diferencias en el enfriamiento del perfil. Los perfiles largos que han sido estirados, se cortan a la medida especificada en la orden de producción, según los requerimientos del cliente, ésta operación requiere de especial cuidado para

minimizar el desperdicio de material y evitar la presencia de defectos como “la pega”; simultáneamente se realiza inspección de las características superficiales de los perfiles y se realiza en la sierra de perfiles.

Grafico 3. Prensa de extrusión



<sup>1</sup>Referencias de equipos productivos: prensa Cheng Hua.(en línea),Madrid: Catalogo de productos 1996. (Consultado 01 de may, 2006). Disponible por Internet: <http://www.alu-stock.es/planovictoria.html>.

**3.3.2.2.1 Envejecimiento.** Para la aplicación de temperatura los perfiles se montan en los carros de envejecimiento, utilizando separadores que permiten el flujo de aire a través de todos los perfiles, en ésta etapa lo que se busca es acelerar el proceso normal de envejecimiento del aluminio, provocando unas condiciones especiales que permiten llevar el material al nivel de dureza y



rigidez que se requiere para la aplicación en la cual se va a usar. Algunos productos no reciben envejecimiento artificial.

Para dar al producto las características de flexibilidad y dureza que se adaptan a las necesidades del cliente, el aluminio es tratado de diversas maneras combinando el enfriamiento con agua, el enfriamiento por aire forzado y el calentamiento en el Horno de envejecimiento para obtener temple de los tipos F, T4, T5, T5E ó T6.

El proceso de Extrusión finaliza comprobando que el metal ha alcanzado el temple deseado se emplea como método de control la medición de dureza aplicando un plan de muestreo, a continuación se entrega el material en canastillas separado según el destino: crudos para el Almacén Perfiles, crudos para Despachos, para Anodizado o para Pintura; durante ésta operación la perfilería debe tratarse con cuidado para evitar golpes y fricciones. A medida que se ubica el material, los Operarios de Preempaque realizan la inspección final del producto.

Para aquellos productos en los que las características de forma del perfil son exigentes (debido al uso al cual están destinados, el cliente solicita el cumplimiento de tolerancias estrechas), ó en casos en que después de realizar la inspección visual se tengan dudas sobre la aceptación de las características dimensionales de forma: planeidad, rectitud, angularidad y viramiento; se realiza una Inspección final de éstas características acogiendo un plan de muestreo definido.

**3.3.2.3 Pintura.** El proceso de aplicación de pintura en polvo se subdivide en dos procesos:

- Pretratamiento de los perfiles de aluminio: que entrega al siguiente subproceso perfiles cromatizados ó preanodizados.
- Pintura de los perfiles de aluminio.

**3.3.2.3.1** *Proceso de pretratamiento.* El proceso de pretratamiento de perfiles tiene por objeto preparar la superficie del aluminio para recibir la capa de pintura y asegurar las mejores características de calidad.

De acuerdo a las condiciones ambientales (humedad, salinidad, temperatura) a las cuales va a ser expuesto el producto se aplica un proceso de pre-anodizado ó de cromatizado, según lo requerido por el cliente.

**3.3.2.3.3** *Proceso de pretratamiento: pre-anodizado.* Se realiza en forma similar al proceso de Anodizado convencional, pero no se incluyen las etapas finales de coloración y sellado.

La formación de la capa se realiza bajo los siguientes parámetros:

- Área mínima 20 m<sup>2</sup> para 6000 A, Área máxima 50 m<sup>2</sup> para 10000 A
- Densidad de corriente 200 - 300 A/m<sup>2</sup>
- Temperatura del baño 24 - 28 °C
- Concentración H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> libre: 180 - 190 g/l
- Concentración Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> disuelto: 5 - 15 g/l

El espesor de la capa anódica para material preanodizado es de 4 - 8 μm para permitir una buena adherencia.

**3.3.2.3.3** *Proceso de pretratamiento: cromatizado.* Para éste pretratamiento el material se organiza en canastillas, de forma que las caras críticas tengan contacto con las soluciones en las cuales van a sumergirse. El proceso se lleva a cabo por inmersión secuencial en un conjunto de tanques como se describe a continuación.

**3.3.2.3.4** *Desengrase ácido.* Su objetivo es eliminar de la superficie del aluminio aceites, grasas medianas, orgánicas, y a la vez remover óxidos superficiales generados en las diversas etapas del proceso de extrusión, para esto se emplea un limpiador líquido de naturaleza ácida que contiene sales de fluor, la cual se controla diariamente.

La temperatura del baño debe permanecer entre 50 - 70 °C, la cual se logra mediante una resistencia, para un tiempo de tratamiento de 5 - 10 minutos.

Visualmente el operario verifica que la carga al salir del tanque presente una película continua de agua sobre la superficie. Solo se añade al baño de desengrase cuando se requiere poder de limpieza adicional, es decir, cuando la carga de aceite y demás sea mayor que la normal, por ejemplo piezas troqueladas.

Seguidamente el material se enjuaga con agua industrial, para eliminar residuos de la reacción y del agente activo del desengrase, la temperatura es ambiente y el tiempo de inmersión no es crítico. Adicionalmente, se debe medir en los tanques la conductividad del agua, teniendo en cuenta que debe estar por debajo de 1000  $\mu$ s.

**3.3.2.3.5** *Conversión superficial.* Consiste en producir sobre la superficie del aluminio una capa cromática altamente resistente a la corrosión, la cual proporciona gran adherencia a la pintura electrostática en polvo.

El baño de tratamiento se prepara con una mezcla de soluciones iniciales para pretratamiento de aluminio fosfocromatizado, las cuales contienen ácido crómico, fosfórico y fluorhídrico. Para asegurar que el baño se encuentre dentro de los parámetros requeridos, se controla la concentración, por lo menos una vez cada 24 horas.

La conversión superficial ocurre a temperatura ambiente, durante un tiempo de 4 a 10 minutos, el Operario de Pretratamiento verifica visualmente la formación de la capa de cromato azulosa y uniforme; el exceso de tiempo es perjudicial puesto que se deposita sobre la superficie una “cáscara” o “polvillo” no ligado al metal que interfiere con el proceso siguiente de aplicación de pintura.

En los tanques No.5, No.6 y No.7 se enjuaga el material para eliminar residuos de la etapa anterior que puedan generar polvillo indeseable en el proceso. Se utiliza agua desmineralizada a temperatura ambiente. El tiempo de inmersión debe ser entre 8 -10 minutos en cada enjuague. En el tanque No.7 se controla la conductividad del agua del escurrido la cual debe ser  $\leq 30\mu\text{S}$ , lo que permite evaluar indirectamente la concentración de residuos en el enjuague.

**3.3.2.3.6** *Pintura de los perfiles.* La pintura de los perfiles debe hacerse antes de que transcurran 16 horas después del pretratamiento.

El proceso es continuo y se lleva a cabo en un circuito cerrado que empieza con la carga de perfiles húmedos y termina con la descarga de perfiles

pintados. Las piezas se enganchan al iniciar el proceso en un transportador de cadena, de forma que sus caras críticas queden alineadas hacia las pistolas.

**3.3.2.3.7** *Secado de perfiles.* Se cargan los perfiles húmedos en los soportes que se ubican en el transportador y se trasladan hasta el horno de secado, en donde a una temperatura máxima de 90°C y por un tiempo de 3 - 4 minutos aproximadamente, se les evapora la humedad.

**3.3.2.3.8** *Aplicación electrostática de pintura en polvo.* Una vez salen del horno de secado, los perfiles continúan su recorrido hacia la cabina de aplicación de pintura en la cual se deposita electrostáticamente la pintura en polvo sobre la superficie.

**3.3.2.3.9** *Curado de la pintura en polvo.* En esta etapa del proceso se expone al calor la pieza recubierta con pintura en polvo, para obtener el acabado deseado.

Los perfiles o piezas con pintura se transportan hasta el horno de curado, en el cual la pintura se polimeriza, funde y fluye formando una película continua perfectamente adherida a los perfiles. Este proceso ocurre a temperaturas entre 180 y 220°C (dependiendo del tipo de pintura) y durante 15 minutos, que es el tiempo que tarda una carga en hacer el recorrido a través del horno a una velocidad de 1,3 m/min (éstas condiciones son variables). Los perfiles una vez salen del horno están listos para ser descargados y entregados para empaque, previa evaluación de sus características de calidad.

**3.3.2.3.10** *Control de las características de calidad a productos finales.* Con el objeto de garantizar el cumplimiento de las especificaciones con respecto a la

calidad de los productos pintados, en la planta de pintura se realizan las siguientes pruebas:

- Espesor de película
- Adherencia de la película en húmedo
- Adherencia de la película en seco
- Inspección de apariencia, color y brillo en perfiles pintados
- Test de curado
- Resistencia al impacto
- Resistencia a la flexión
- Test Machu
- Test de brillo de la película de pintura
- Test de resistencia a la embutición
- Estas se describen en forma detallada en los respectivos Instructivos Operacionales.

**3.3.2.4 Anodizado.** El proceso de Anodizado comprende las etapas previas de Programación y Enganche, posteriormente por inmersión secuencial de la carga en una batería de 17 tanques se lleva a cabo el Pretratamiento, el Anodizado, la Coloración y el Sellado, finalmente las piezas se desenganchan, se someten a pruebas finales y se disponen para su traslado a la Sección de Empaque (pedidos de Clientes Externos) ó a Stock Perfiles y Líneas de producción (material requerido por la Planta de Aluminio Arquitectónico).

**3.3.2.4.1 Enganche.** Esta actividad consiste en amarrar los perfiles a los electrodos conformando la “carga”, se ejecuta como se define en el Instructivo Operacional Enganche de perfiles para anodizado. De un buen enganche depende que la corriente se distribuya uniformemente a todas las piezas

durante el tratamiento en los tanques de anodizado y color, condición necesaria para obtener una capa anódica de color y espesor uniforme.

- El desengrase se realiza en el tanque No.1 que contiene desengrasante en solución de 20 - 30 g/l, su concentración se controla por lo menos una vez en la semana según Instructivo para determinar concentración del desengrase alcalino (I-PO-36), de acuerdo con el resultado obtenido se ajusta la concentración si es necesario.
- La temperatura del baño debe permanecer entre 40 - 60 °C para obtener un desengrase adecuado en un tiempo de tratamiento de 5 - 8 minutos, a la concentración establecida; el tanque está dotado con un sistema de calentamiento que opera con un quemador, el cual se enciende o apaga automáticamente al llegar a los límites fijados; para mantener un mayor control el Operario verifica y registra la temperatura de cada carga.
- A continuación la carga se enjuaga en el tanque No.2 el cual contiene agua de pozo a temperatura ambiente para remover grasa disuelta y detergente que pueda quedar adherido, el tiempo de inmersión no es una variable crítica en éste tanque y corresponde al menos al necesario para sumergir la carga en el tanque un par de veces sucesivas.
- Esta etapa provee algún nivel de activación de la superficie del aluminio, se lleva a cabo en el tanque No.3. La solución para el decapado contiene soda cáustica (NaOH), como agente activo, en una concentración de 80 - 100 g/l y un aditivo líquido en un porcentaje de 0,4 - 1,8 %, que prolonga la duración del baño; en la reacción se genera aluminato de sodio ( $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_3$ ), el cual debe mantenerse por debajo de 80 g/l para que no interfiera la

reacción química, cuando el aluminato disuelto alcanza éste nivel se purga. Para controlar la concentración de soda libre y aluminato se realiza por lo menos una vez cada 24 horas el análisis de la solución para determinar concentración de soda cáustica y para determinar concentración de aluminato de sodio.

- La temperatura de trabajo del baño es de 50 - 60 °C, la cual se obtiene por un sistema de calentamiento que se controla automáticamente de la misma manera que en el desengrase, también en este caso el Operario verifica y registra la temperatura de cada carga.
- El tiempo de tratamiento adecuado para la temperatura y concentración definidas es de 7 - 12 minutos, los cuales los controla el Operario de pretratamiento, quien verifica visualmente que la superficie del aluminio no quede brillante, a menos que así se solicite y evitando excesos que ocasionen el revelado de grano.
- Posteriormente la carga se enjuaga a temperatura ambiente en los tanques No. 4 y 5, los cuales contienen agua industrial y cuya función es retirar los residuos cáusticos; el tiempo de permanencia no es crítico.
- La neutralización de la carga, también llamada desoxidación, se lleva a cabo en el tanque No.6; el baño debe mantenerse en una concentración de mínimo 145 g/l de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) y de 100 - 130 g/l ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), éstos ácidos cumplen el papel de desoxidantes; para mantener estos parámetros se realiza el análisis de concentración de los ácidos por lo menos una vez cada 24 horas, para determinar concentración de ácido sulfúrico y para determinar concentración de ácido nítrico.



- Esta etapa del proceso se realiza a temperatura ambiente.
- En el tanque No.7, que contiene agua suavizada, se enjuaga la carga para retirar los residuos ácidos y además se emplea para realizar la transferencia a la zona de anodizado.
- El tiempo de tratamiento en el enjuague no es crítico, al igual que la temperatura que es ambiente.

#### **3.3.2.4.3 Anodización**

- Para este proceso se dispone de dos tanques (No. 8 y 9), que permiten balancear la capacidad de producción, es decir, la carga entra a uno de los dos. El proceso de oxidación se lleva a cabo en una solución de ácido sulfúrico, a la que se le controla la concentración, por lo menos una vez en el día para determinar concentración de ácido sulfúrico (I-PO-38); ésta variable debe mantenerse entre 180 - 190 g/l de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y el sulfato de aluminio Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> disuelto en la solución se mantiene dentro del rango de 5 - 15 g/l por medio de purgas al tanque de acuerdo al Instructivo para determinar concentración de sulfato de aluminio.
- La temperatura se conserva por medio de un sistema de control automático en el rango de 17 - 23 °C.
- El tiempo de inmersión es proporcional al espesor de capa requerida y al área de la carga, se define en la programación y se controla por medio de un programador de tiempo.

- El Operario controla además el voltaje entre 17 - 20 v.
- Para cada carga el Operario de anodizado registra en la orden de anodización el valor de la corriente, el voltaje, la temperatura y el tiempo aplicados.
- Después del anodizado la carga se enjuaga en los tanques No. 10 y 11 removiendo los residuos de acidez, estos tanques operan con agua suavizada y el tiempo de inmersión no es crítico.

#### **3.3.2.4.4** *Coloración*

- Las cargas, a excepción de las solicitadas en natural mate, se someten al proceso de coloración por medio de inmersión en el tanque No.12 llamado Electrocolor. Se utiliza como colorante sal de sulfato de estaño disuelta en solución con ácido sulfúrico y estabilizante, que permite que el estaño no se precipite; la concentración para el sulfato de estaño ( $\text{SnSO}_4$ ) es 9 - 10 g/l, para el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) entre 18 - 20 g/l y para el aditivo es recomendable entre 10 - 20 g/l. El control de la concentración de estas tres sustancias se realiza para determinar concentración de ácido sulfúrico, de aditivo estabilizador del baño de electrocolor y de sulfato de estaño con una frecuencia diaria.
- El tiempo de tratamiento es proporcional al color requerido y está definido de acuerdo a la siguiente tabla para los acabados estándar:
- El control del tiempo de inmersión se realiza a través de programadores de tiempo, los cuales tienen almacenados en memoria los tiempos para cada

color, adicionalmente, el Operario controla el resultado de la operación visualmente por comparación con muestras patrón. Para colores nuevos se realizan pruebas previas a la producción para determinar el tiempo necesario.

- Antes de introducir cada carga, el Operario mide la temperatura y verifica que se encuentre entre 21 - 25 °C, si está por fuera de éste rango regula manualmente a través del sistema de enfriamiento.
- El Operario fija además el voltaje entre 9 - 11 v.
- A continuación el material coloreado es enjuagado con agua suavizada en el tanque No.13 y posteriormente se enjuaga con agua desmineralizada en los tanques No. 14 y 15 con el fin de mantener muy limpia la superficie del aluminio antes de ser sellada. El segundo y tercer enjuague (tanques No. 14 y 15) se encuentran conectados en cascadas, la alimentación se da por el tanque No. 15 con un flujo constante de agua desmineralizada de 21 l/min, el cual se controla con un rotámetro.

#### **3.3.2.4.5 Sellado**

- La operación de sellado se lleva a cabo en el tanque No.16 y se emplea agua desmineralizada, en este tanque se dosifica el aditivo, en un porcentaje máximo del 0,4 %, el cual actúa como catalizador del proceso de hidratación, después del lavado del tanque se adicionan 15 l del aditivo para baños de sellado de temperatura media.

- Para que la hidratación de la capa anódica se lleve a cabo se hace necesario mantener la temperatura del baño cerca de su punto de ebullición (80 - 85 °C), para esto el tanque tiene instalado un sistema de calentamiento que opera con un quemador, que funciona con un controlador automático de temperatura, para garantizar un mayor control el Operario revisa y registra la temperatura cada carga.
- El pH de la solución lo mide el Auxiliar de Laboratorio o el Operario de aguas cada turno productivo utilizando pHmetro calibrado o reactivo para determinación de pH, si el pH se encuentra por debajo de 6,5 se ajusta a 7,0 por la adición de amoniaco, si es superior a 7,0 (caso eventual) se ajusta con ácido acético.
- El tiempo de sellado es mínimo de 1 minuto por cada micrómetro de espesor.
- Finalmente la carga se enjuaga en el tanque No.17 para dejar los productos limpios y libres de polvillo, lo cual es verificado visualmente por el Operario; en éste tanque se utiliza agua desmineralizada.

**3.3.2.4.6** *Desenganche.* Cuando el material termina su tratamiento en los tanques, se desengancha inspeccionando su color, apariencia, espesor y sellado de la capa anódica y se almacena en canastillas.

#### 4. MARCO TEORICO

El aluminio es lo de los metales más abundantes de la tierra. Constituye aproximadamente el 8% de su corteza. Es el tercer elemento más abundante del planeta. Sólo el silicio y el oxígeno son más abundantes. Los grandes yacimientos de bauxita rica en aluminio se encuentran en Venezuela y Canadá.<sup>1</sup>

Las fábricas de alúmina (óxido de aluminio) más importantes están en los países de Europa y Estados Unidos y se extiende a países en vía de desarrollo en los cuales su disponibilidad energética garantiza una producción competitiva. La alúmina la obtienen a partir del método químico desarrollado por el químico austriaco Karl Joseph Bayer que consiste en la obtención el óxido de aluminio por medio de una serie de reacciones químicas desencadenadas cíclicamente, una extracción selectiva de hidróxido de aluminio obtenido de la mezcla de la bauxita triturada con soda cáustica líquida y calentada a baja presión.<sup>2</sup> La separación del residuo insoluble (lodo rojo), precipitación, enfriamiento y posterior calcinación del hidróxido, obteniéndose así la alúmina con apariencia de un polvo blanco como la sal de cocina.

Para la extracción del aluminio se requiere de alúmina, criolita, carbono y energía. La alúmina es descompuesta en oxígeno y aluminio con corriente continua mediante el proceso de electrólisis.

---

<sup>1</sup> **HERENGEL**, Jean. **ELUSTONDO**, Javier Maria. El Aluminio y sus aleaciones. Santiago de Cali, 2000. p. 250. Trabajo de grado (ingeniero de producción). Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingenierías.

<sup>2</sup> **ALUMINIUM COMPANY OF CANADA**. . Manual de Aluminio.: Propiedades del aluminio. Santiago de Cali, 1998. p. 126. Trabajo de grado (ingeniero de producción). Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingenierías.

De este proceso sale, el aluminio con una pureza entre 93.3 y 99.8 % de pureza.<sup>3</sup> Para producir una tonelada de aluminio se requieren de cinco toneladas de bauxita para dos toneladas de alúmina con un consumo de 13000 Kw/H.

El aluminio obtenido se denomina primario y no es utilizado en esta forma sino aleado con otros metales que le aumentan sus cualidades y propiedades como resistencia a la corrosión y características mecánicas y de elasticidad. Las aleaciones del aluminio se presentan en forma de tochos para extrusión, placas para laminación y lingotes para fundiciones y son materia prima para las industrias transformadoras.

La producción del aluminio todavía requiere de una serie de complejas operaciones que requieren un elevado consumo energético que puede ser reducido gradualmente mediante los avances tecnológicos para el desarrollo de procedimientos que requieran menor consumo de energía. Por motivos ecológicos se prefiere la energía de origen hidroeléctrico.

Las reservas mundiales se estiman en 40.000 millones de toneladas que se calculan bastan para cuatro siglos más. Pero si tenemos en cuenta las casi 7 millones de toneladas de aluminio recicladas, a un menor costo que el aluminio electrolítico, la disponibilidad de este metal está asegurada.<sup>4</sup>

La extrusión en prensa es un procedimiento de conformación por deformación plástica, que consiste en moldear un metal, en caliente o frío, por compresión en un recipiente obturado en un extremo con una matriz o hilera que presenta

---

<sup>3</sup> REYNOLDS METALS COMPANY. "The A-B-C's of Aluminium". Canada, 2002. p. 200. Trabajo de grado (ingeniero de producción). Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingenierías.

<sup>4</sup> Procesos del aluminio.: proceso de extrusión por compresión. Yunnan,(en línea). Sayko, 1998. (Consultado 04 de may, 2006.) Disponible por Internet: <http://www.aluminio.com.es>

un orificio con las dimensiones aproximadas del producto que se desea obtener y por el otro extremo un disco macizo, llamado disco de presión.

Este proceso de compresión indirecta es esencialmente de trabajo en caliente, donde un lingote fundido de forma cilíndrica, se coloca dentro de un fuerte contenedor de metal y comprimido por medio de un émbolo, de manera que sea expulsado a través del orificio de un dado.

La extrusión es un método relativamente nuevo en la fabricación de piezas metálicas, originalmente fue desarrollado para la fabricación de tubo de plomo por los sistemas victorianos de agua y gas, los problemas del material adecuado para el dado, que soporte las temperaturas altas y presiones requeridas para destruir los metales más duros y fuertes, no fueron resueltos hasta el siglo XX.<sup>5</sup>

En nuestros días, es posible extruir con éxito debido a la importación de prensas de gran capacidad, en Industrias Lehner se adquirió la prensa Cheng Hua de capacidad de extrusión de 4500 toneladas <sup>5</sup>, generalmente se han realizado diferentes investigaciones en esta área, pero la aplicación de aumento de recobrado global es mas reciente, ya que podemos contar con medios de intercambio de información que nos permiten tener las ultimas técnicas utilizadas en la extrusión de aluminio.

El mejoramiento de los niveles de producción y de las propiedades de los perfiles, se debe a la complejidad en la estructura de las matrices (alteraciones que se presentan en las dimensiones cada vez que son usadas), que producen

---

<sup>5</sup>Referencias de equipos productivos: prensa Cheng Hua.(en línea),Madrid: Catalogo de productos 1996. (Consultado 01 de may, 2006). Disponible por Internet: <http://www.alu-stock.es/planovictoria.html>.

un amplio rango de cambios estructurales y mecánicos, y al los requerimientos de calidad exigidos por los clientes.

En este aspecto han tratado varias áreas que incluyen desde fabricación de matrices con altos niveles de calidad hasta implementación de sistemas de refrigeración para disminuir las posibilidades de deformación del perfil, aumentando en un rango pequeño los niveles de producción pero sin éxito en los estándares de calidad, ya que la en la búsqueda de estos parámetros apenas se ha iniciado la investigación.

Debido al intercambio de información con otras empresas de producción mundial, se han obtenido datos interesantes de producción y calidad con la implementación de nueva tecnología, desarrollada básicamente para este proceso.

#### **4.1 RECOBRADO COMO CONCEPTO DE PRODUCCION**

Todas las aleaciones de aluminio de deformación plástica son susceptibles de aceptar el proceso de extrusión y su empleo permite cubrir numerosos sectores y resolver problemas tan diferentes como los que se presentan en decoración, construcción mecánica, resistencia a la corrosión y a los agentes químicos.<sup>6</sup>

Por este motivo la producción de perfiles de aluminio mediante el proceso de extrusión cumple un papel importante dentro de la producción de piezas metálicas en el mundo, involucrándolo en uno de los sectores mas privilegiados dentro de los metales con mejores propiedades físicas y mecánicas, lo que

---

<sup>6</sup> **HERENGEL**, Jean. **ELUSTONDO**, Javier Maria El Aluminio y sus aleaciones. Santiago de Cali, 2000. p. 250. Trabajo de grado (ingeniero de producción). Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de Ingenierías.



lleva a buscar métodos de producción continuos y mejores con respecto a los procedimientos actuales de las plantas extrusoras.

En la producción de aluminio existe una serie de variables a controlar que hacen que el proceso sea complejo, y que además que por su variabilidad generan cambios inesperados que llevan la producción a reducirse de una manera muy representativa, por este motivo la industria de la extrusión de aluminio toma como base de productividad los perfiles que realmente cuentan con las especificaciones técnicas y de calidad que requiere el cliente, por lo cual se genera el concepto de recobrado que indica que cantidad de la materia prima aplicada a la prensa para ser extruida, realmente cumple con dichas especificaciones al final del proceso, lo que nos indica el grado real de productividad que tiene nuestro proceso, por lo que se puede determinar que el recobrado global representa la producción de perfiles que salen despachados por la compañía a los clientes cumpliendo con las especificaciones técnicas y de calidad requeridas.

#### **4.2 INDICES MUNDIALES DE RECOBRADO**

Los índices que manejan las potencias mundiales en la producción de aluminio nos llevan a buscar nuevas formas de producción, a la investigación de métodos, además de la investigación de componentes del aluminio que procesamos , y teniendo en cuenta que Industrias Lehner S.A. fabrica su propia materia prima para extrusión, el compromiso a buscar métodos de mejora es una constante en la política de la gerencia de operaciones, esta gerencia toma como fundamento para este proceso los índices mundiales de recobrado de existen, estos índices son encabezados por potencias mundiales en la producción de perfiles, tales como Alemania, Canadá, Estados Unidos, Brasil y en la última década China.

El recobrado promedio de estas cinco potencias mundiales esta cerca de 86% para la prensa y 85% para la medida global que incluye los proceso típicos de anodizado y pintura con los que cuentan la mayoría de las plantas.

### **4.3 RECOBRADO COMO CONCEPTO DE PRODUCCION EN INDUSTRIAS LEHNER**

**4.3.1 Recobrado prensa extrusora Cheng Hua.** En la etapa inicial de producción de la prensa extrusora Cheng Hua, el lingote corto es precalentado en un horno, posteriormente es llevado a la prensa, donde un émbolo aplica presión al lingote haciendo que éste fluya a través de las bocas de la matriz, tomando su forma y obteniendo así el perfil de aluminio. Al perfil extruido se le realizan dos procesos: Estiramiento, para corregir deflexiones longitudinales y Corte, para ajustarlo a las medidas especificadas por el cliente.

Ésta etapa del proceso tiene el mayor impacto en la productividad de la Planta, la cual se evalúa a través del recobrado de aluminio, en esta influyen directamente variables como el tamaño de la arepa, la longitud de las bocas extruídas, el ultimo peso lineal, el tamaño de lingote y la razón de extrusión, entre otras, las cuales están sujetas a los requerimientos del cliente y se buscan optimizar desde la programación y corrección de las matrices, además se controlan por el personal de planta durante la producción, teniendo estos parámetros en cuenta el recobrado en la prensa extrusora Cheng Hua esta determinado por la relación que existe entre los kilogramos de perfiles netos que llegan al área de preempaque el área de preempaque y los kilogramos de aluminio aplicados a la prensa extrusora Cheng Hua.

**4.3.2 Recobrado global planta perfiles.** Para poder determinar la producción real de la planta de perfiles de Industrias Lehner es necesario además de la

prensa extrusora tener en cuenta los otros procesos que incluyen pintura y anodizado, y teniendo en cuenta la descripción mencionada anteriormente que hace referencia al material aplicado a la prensa como materia prima, en este caso aluminio, podemos determinar realmente cuanto material cumple con las especificaciones de los clientes supera los filtros puestos para selección en cada área de la planta de producción de perfiles, lo que genera como recobrado global la relación que existe entre los kilogramos de perfiles netos que llegan al los clientes y los kilogramos de aluminio aplicados a la prensa extrusora Cheng Hua.

#### **4.4 DESPERDICIOS INDUSTRIAS LEHNER S.A.**

Cuando se realiza la medición de la productividad real en la planta de perfiles se determina un valor para la cantidad de material que por su falta de parámetros se denomina desperdicio del proceso, lo que genera que el recobrado que se esta midiendo tenga relación con la calidad del producto y a la vez relación con el proceso, es decir si se tiene mejor calidad de producto y de proceso las perdidas se disminuyen lo que genera que el recobrado aumente.

En Industrias lehner, los desperdicios se clasifican en dos, los residuos de perfiles de aluminio que salen de despuntar los perfiles para llevarlo a su dimensión se denomina chatarra al igual que los desechos de aluminio que se generan en anodizado y ventanas, las áreas de preempaque, anodizado, pintura empaque y ventanas a al igual que los clientes generan desperdicios conocidos como producto no conforme (NC), que relaciona los perfiles que

después de salir del proceso de extrusión, presentan defectos por manejo o por causas identificables solo al momento del ataque químico.<sup>7</sup>

**4.4.1 Parámetros de calidad en Industrias Lehner S.A.** El departamento de gestión de calidad tiene definido los tipos de defectos que entregan un criterio claro para definir que producto es no conforme y que producto esta cumpliendo con las especificaciones del cliente, este criterio se aplica claramente en las áreas de extrusión, anodizado y pintura, este mismo criterio es aplicado en las áreas de preempaque, empaque y el cliente interno ventanas.<sup>8</sup>


La descripción de los defectos esta presentada en manuales de apoyo que se encuentran en cada una de las áreas mencionadas anteriormente, y es la que se describe en la tabla No 1 relacionada a continuación:

---

<sup>7</sup> ENTREVISTA con Lizeth Guañarita, Jefe de Calidad. Industrias Lehner s.a. Area de Calidad. “Manual de calidad”. Formato FO 444 – AR. Cali , 25 de Abril de 2006.

<sup>88</sup> ENTREVISTA con Lizeth Guañarita, Jefe de Calidad.Industrias Lehner s.a. Area de Calidad. “Manual de calidad”. Formato FO 447 – AR Cali, 05 de Mayo de 2006.

Tabla 1: Identificación de defectos.

 <b>LISTADO PARA IDENTIFICACIÓN DE DEFECTOS</b>	
VIGENTE DESDE : 26/10/20005      REVISIÓN : N/A HOJA : 1/1	
<b>Proceso: Extrusión</b>	<b>Proceso: Fundición</b>
Bandas	Corrosión
Vena Matriz	Línea de Oxido
Golpes por manejo inadecuado	Fractura
Rasgadura en perfiles	
Perfil Cerrado	<b>Proceso: Pintura</b>
Perfil Abierto	Contaminación por Grumos
Pérdida de Angularidad	Contaminación con otras pinturas
Pérdida de Rectitud	Golpes por manejo inadecuado
Viramiento	Golpe por caída en el horno
Pérdida de Planeidad	Contaminación con grasa
Excentricidad	Falto de pintura
Raya de Matriz	Ausencia de Pintura en cavidades
Raya de mesa	Piel de Naranja
Raya manejo	Cráteres (PIN HOLE)
Talladura	Diferencia de color
Burbuja	Mancha de Agua
Corrosion	Quemado
Deformación (Baja Dureza)	
Hot Spot	<b>Proceso: Anodizado</b>
Perfil Incompleto u Obstrucción	Diferencia de color
Ondulación	Mancha de Agua
Vibración	Raya manejo
Piel de Naranja	Mancha de Sellado
Pick UP (Cometa)	Mancha de Acrílico
Pega	Mancha de Soda
Mancha de aceite	Mancha de Enjuage
Mancha de Agua	Bandas
Linea de Oxido	Pitting (Corrosión Atmosférica)
	Burbujas de Aire
	Polvillo

Fuente: industrias Lehner s.a. Área de Aseguramiento de la calidad, planta Cali. “Manual de calidad”.  
 Formato FO 444 – AR

**4.4.2 Control de desperdicios en industrias Lehner.** La planta de perfiles actualmente controla el desperdicio por medio del almacén de extrusión, este es encargado de registrar las entradas de desperdicio de toda la compañía en un sistema de datos, este desperdicio después de ser ingresado al sistema es consumido de nuevo por el horno de fundición.<sup>6</sup>

Para el desperdicio en industrias Lehner existen tres tipos de control que deben registrarse al momento de detectar el problema de defecto y enviarlo al patio de chatarras, estos controles son:

- El material que va acompañado por una orden de producción debe llevar una tarjeta de no conformidad, generada al momento de detectar el material defectuoso. (ver anexo 5)
- En la red de información pública de la compañía existe un formato llamado informe de producto no conforme, donde se registra al momento de detectar el no conforme la información acerca del producto, defecto, cantidad, referencia, fecha, estos datos permiten tener una recopilación aproximada de los desperdicios generados solamente por producto no conforme. ( ver Anexo 6)
- Informe de producto no conforme que se encuentra en cada área y donde también se describe el defecto, cantidad, referencia, fecha, estos datos permiten tener una recopilación aproximada de los desperdicios generados solamente por producto no conforme brindando un valor muy cercano al verdadero representado en kg. (ver Anexo 7)

**4.4.3 Generación de desperdicios por áreas.** En el proceso de extrusión, de la planta de perfiles, el área que más genera de desperdicio es la prensa extrusora, ya que cerca de 85% de los desperdicios que actualmente genera la planta están representados en esta área, y el otro 15% lo generan los procesos siguientes a la extrusión.<sup>9</sup>

Los desperdicios generados por cada área en la empresa son agrupados en canastillas que al llenarse se transportan hacia el patio de chatarra, donde el material es pesado generando un comprobante de bascula que permite llevar el control de los desperdicios, el comprobante de bascula es llevado al almacén que por medio de inventarios controla los desperdicios generados por la empresa y a la vez lleva el control del material reutilizado para el proceso de fundición.

**4.4.3.1 Desperdicio en el área de extrusión.** El área de extrusión ha clasificado sus desperdicios en arepas en la prensa que representan cantidad de aluminio arrojadas por la guillotina de la prensa debido y este nombre se utiliza para denominar el aluminio de la coraza del lingote (capa externa), que se descarta durante la extrusión para evitar que los óxidos superficiales se incluyan en los perfiles, éste se expulsa en forma de disco y en despunte de perfiles que representa todos los ajustes dimensionales que se le realizan al perfil en la sierra de perfiles.

**4.4.3.2 Desperdicio en el área de preempaque.** En el área de preempaque se detectan perfiles no conformes debido a problemas de calidad tales como rayones, talladuras y golpes enviando el material al patio de chatarras donde se pesa y se genera un comprobante de báscula que finalmente es ingresado a la

---

<sup>9</sup> ENTREVISTA con Hugo Palomino, Gerente de operaciones. Industrias Lehner s.a. Area de producción perfiles. Planta Cali. Cali, 20 de Marzo de 2006.

almacén de extrusión como chatarra interna para poder ser reutilizado en el proceso de fundición.

**4.4.3.3 Desperdicio en planta de acabados.** En el proceso de anodizado no se generan desperdicio por el proceso como tal, en esta área se detectan problemas de composición de coladas, ya que el ataque químico refleja en mayor proporción la cantidad de hierro que presenta el aluminio, y a la vez ataca el hierro ocasionando corrosión, este tipo de desperdicio es reportado en los informes por esta área pero se remite la responsabilidad al área de extrusión, también esta área sirve como filtro para detectar piezas golpeadas, rayadas o con ondulaciones u otro defecto causado por la manipulación de la material.

Para el proceso de pintura se generan productos no conforme por fallas en el proceso o producto no conforme detectado con piezas golpeadas, rayadas, con ondulaciones u otro defecto causado por la manipulación de la material enviando el material al patio de chatarras donde se pesa y se genera un comprobante de báscula que finalmente es ingresado ala almacén de extrusión como chatarra interna para poder ser reutilizado en el proceso de fundición.

Esta área cuenta con un proceso de selección al final de cada orden de producción lo que genera un filtro mas especializado.

**4.4.3.4 Desperdicio en área de empaque.** En el área de empaque se detectan perfiles no conformes debido a problemas de calidad tales como rayones, talladuras y golpes, provenientes de las áreas de extrusión y acabados, enviando el material al patio de chatarras donde se pesa y se genera un comprobante de báscula que finalmente es ingresado ala almacén de



extrusión como chatarra interna para poder ser reutilizado en el proceso de fundición.

**4.4.3.5 Desperdicio en el cliente interno ventanas.** En el cliente interno ventanas se detectan perfiles no conformes debido a problemas de calidad tales como banda y corrosión, rayones, talladuras golpes y burbuja de pintura, provenientes de las áreas de extrusión y acabados, enviando el material al patio de chatarras donde se pesa y se genera un comprobante de báscula que finalmente es ingresado ala almacén de extrusión como chatarra interna para poder ser reutilizado en el proceso de fundición.

**4.4.3.6 Desperdicio en clientes externos.** Los clientes externos al detectar inconformidades realizan una devolución que es gestionada por el departamento de calidad, que verifica si realmente el producto puede ser aceptado por devolución, si el producto es aceptado se envía el material al patio de chatarras donde se pesa y se genera un comprobante de báscula que finalmente es ingresado ala almacén de extrusión como chatarra interna para poder ser reutilizado en el proceso de fundición.

**4.4.4 Entradas del almacén de extrusión.** El almacén de extrusión controla los desperdicios de toda la compañía para reutilizarlos en el proceso de fundición y así disminuir costos de producción, estos realizan un balance mensual con el departamento de contabilidad donde relacionan toda la materia prima utilizada, los desperdicios de toda la planta y el producto final con un control de inventarios, este balance también nos indica en costos cuanto es el valor perdido por desperdicios, lo que nos permite cuantificar las áreas que mas perdida representan para la planta de perfiles.

En el control diario de desperdicios almacenados están relacionados así:

- Prensa extrusora: chatarra arepas y chatarra corte de perfiles.
- Preempaque: chatarra generada en proceso
- Anodizado: chatarra generada en proceso
- Pintura: chatarra generada en proceso
- Empaque: material defectuoso
- Ventanas: material defectuoso

Esta relación de desperdicios es la base que ha tenido la gerencia de operaciones para calcular sus desperdicios por áreas y sus recobrados de prensa y global.

## 5. METODO DE CALCULO DE RECOBRADO GLOBAL DE LA PLANTA PERFILES DE INDUSTRIAS LEHNER S.A.

Los desperdicios generados por cada una de las áreas de la compañía que son manejados por el almacén de extrusión, esta controlada por inventario de chatarra interna sistematizado (Ver anexo 9), por medio de este inventario la gerencia de operaciones calcula su recobrado global relacionando la liquidación de las ordenes de producción diarias que nos generan un peso de kilogramos aplicados a la prensa, con el inventario de chatarra que reporta el almacén de extrusión, generando un porcentaje que representa la producción real de la planta de perfiles:

La formula para el cálculo es la siguiente:

$$RGLh = \frac{KA - DLh}{KA}$$

Donde  $RGLh$  representa el recobrado global de la planta de perfiles de Industrias Lehner

$KA$  representa los kilos aplicados a la prensa extrusora

$DLh$  representa el desperdicio de la planta de perfiles de Ind. Lehner

### 5.1 DATOS RELACIONADOS CON EL CALCULO DE RECOBRADO

**5.1.1 Origen de datos relacionados con el cálculo.** Para el cálculo de la operación que nos representa el recobrado se tienen en cuenta los siguientes parámetros:

- Los kilos aplicados (*KA*) en la prensa extrusora son liquidados de las ordenes de producción que se recogen al terminar el turno, es decir al final de los tres turnos se suma los aplicados del día, este valor se liquida con un peso lineal tomado en la cabina de extrusión a la salida de los perfiles, teniendo en cuenta que son varias matrices las que se trabajan, multiplicado por el nuecero de piezas que se destruyeron y multiplicando de nuevo por el largo del perfil lo que nos genera al final del turno el peso de todas las matrices utilizadas y mediante una suma de esos pesos se genera el total
- El desperdicio de la planta de perfiles de industrias Lehner S.A. (*DLh*) esta dividido por áreas como se menciona en el capítulo de *generación de desperdicios por áreas*, este desperdicio esta clasificado por el almacén de extrusión de la misma manera y de esta base de datos, se toman todos los datos de desperdicio así:
  - Área de extrusión: arepas y despuntes
  - Área de preempaque: producto no conforme
  - Área de acabados: producto no conforme de pintura y anodizado
  - Área de empaque: producto no conforme
  - Área de cliente interno ventanas: producto no conforme

El calculo de recobrado global es realizado por la gerencia de operaciones al final des mes cuando se realizan los balances, los inventarios y los indicadores de producción.

## 5.2 BASE DE DATOS UTILIZADA PARA EL CÁLCULO

La gerencia de operaciones realiza un balance muy general de desperdicios de acuerdo con la descripción de *origen de datos para el cálculo*, teniendo en cuenta solamente el total de desperdicio, la relación de cálculo manejada para recobrado se lleva hasta el 2005 por año y ene. 2006 se implementa su cálculo por meses así:

Tabla 2. Datos históricos del recobrado global en industrias lehner s.a.

<b>Evolución de Recobrado Global Planta de Perfiles Industrias Lehner S.A.</b>						
	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Enero</b>	<b>Febrero</b>
<b>Inventarios Ton</b>						
<b>Perfiles</b>	201	209	63	198	153	138
<b>Ventanas</b>	105	98	200	142	144	154
<b>Total</b>	306	307	263	340	297	292
<b>Extrusión Ton</b>		<b>5065</b>	<b>4808</b>	<b>5290</b>	<b>443</b>	<b>365</b>
<b>Facturación</b>						
<b>Perfiles</b>		3693	3889	3966	354	264
<b>Facturación</b>						
<b>Ventanas</b>		1105	666	888	98	80
<b>Total Despachos</b>		<b>4798</b>	<b>4555</b>	<b>4884</b>	<b>435</b>	<b>350</b>
<b>Perdidas de proceso Ton</b>		<b>-266</b>	<b>-297</b>	<b>-329</b>	<b>-17</b>	<b>-20</b>
<b>Ton alimentadas a prensa</b>		<b>6710</b>	<b>6226</b>	<b>6872</b>	<b>588</b>	<b>490</b>
<b>%Recobrado de prensa</b>		<b>75,5%</b>	<b>77,2%</b>	<b>77,0%</b>	<b>75,3%</b>	<b>74,5%</b>
<b>%Desperdicio después de prensa</b>		<b>5,3%</b>	<b>6,2%</b>	<b>6,2%</b>	<b>3,8%</b>	<b>5,4%</b>
<b>%Recobrado total</b>		<b>71,5%</b>	<b>73,1%</b>	<b>71,0%</b>	<b>72,9 %</b>	<b>71,4%</b>

Fuente: Industrias Lehner s.a . Área de Producción planta Perfiles, planta Cali.2006.

### 5.2.1 Calculo de recobrado global utilizado por la gerencia de operaciones

En el cálculo se relacionan los Kilogramos despachados a los clientes internos y externos con las toneladas alimentadas a la prensa, los kilogramos despachados representan los kilogramos aplicados menos los desperdicios así:

$$RGLh = \frac{KA - DLh}{KA}$$

Entones se tiene para el año 2005:

$$RGLh = \frac{6872 - (6872-4884)}{6872}$$

$$RGLh = 0.710$$

Es decir el recobrado global de la planta de perfiles es 71.0%, del 100 % de la materia prima aplicada al la prensa extrusora el 71% finalmente puede ser entregado a los clientes, lo que nos representa un porcentaje de perdidas del 29%.

### 5.3 DESARROLLO DE INFORME DE RECOBRADO GLOBAL CON NUEVA BASE DE DATOS

Para el desarrollo de un cálculo más certero y no tan generalizado, que permita identificar los focos de desperdicio y las fuentes que lo están generando, se determina por la gerencia de operaciones que por medio de este proyecto dirigido se cree un nueva base de datos que recopile además de información de generación de desperdicios, los cálculos de recobrados en la prensa extrusora

Cheng Hua, y el recobrado global de la planta de perfiles de industrias Lehner s.a

Esa base de datos se crea por medio del desarrollo de un trabajo de campo que permite identificar las áreas de desperdicios y plantear otro tipo de datos que no se tenían en cuenta o que estaban generando distorsión en la mediad tomada anteriormente.

La base de datos inicialmente esta relacionada con los desperdicios diarios de toda la planta de perfiles.

**5.3.1 Origen de datos relacionados con el desarrollo de informes de recobrado con nueva base de datos.** Se toman en cuenta nuevos criterios para la asignación de desperdicios por área, es decir se replantea los desperdicios y se identifican de acuerdo a la causa que se logra determinar en la gerencia de operaciones así:

- Área de prensa extrusora: el paso inicial de extrusión genera un primer desperdicio conocido como arepas de prensa, el aluminio luego de ser extrudido es transportado por la mesa de transferencia donde se despunta, emparejándose debido a la disparidad que presentan algunas matrices, se determina llamar a este desperdicio colas de prensa, el perfil después de ser emparejado se estira, las mordazas de la estiradota aplastan las puntas, pasa a la sierra donde se lleva a los parámetros exigidos por el cliente y en donde se realiza una labor de inspección de calidad, en esta sierra se determina que existen tres tipos de desperdicio, la pega que es una situación inherente al proceso, es la unión entre dos lingotes. La pega es una soldadura transversal que se

da por presión entre un lingote y otro, lo cual afecta las propiedades mecánicas del perfil, el otro tipo de desperdicio se determina como despunte y también es inherente a proceso y esta determinado por variables que el departamento de planeación y programación debe controlar, y finalmente el desperdicio de perfiles que no cumplen con los estándares de calidad, es decir presentan rayones, talladuras, golpes y otros defectos.

- Área de acabados: el área de acabados en anodizado estaba reportando solo producto no conforme, con la gerencia de operaciones y mediante el trabajo de campo se determina que existe material llevado a patio de chatarras que es aluminio que hace parte de los insumos del proceso, es decir alambres para amarrar los perfiles en los electrodos, este material se unía a los productos no conforme y realmente no hace parte del desperdicio del proceso, para el área de pintura se determina que el material es bien clasificado y que el valor corresponde realmente a lo que se está reportando como producto no conforme.
- En el área de preempaque al igual que en acabados se determina que el material es bien clasificado y que el valor corresponde realmente a lo que se está reportando como producto no conforme.
- En el área de empaque se relacionaba el material devuelto por clientes externos y el material que detectaban en esa área como no conforme lo altera el análisis de datos, la gerencia de operaciones determina clasificar estos desperdicios de acuerdo al área que los genera.



- El área de ventanas al igual que en pintura se determina que el materia esa bien clasificado y que el valor corresponde realmente a lo que se esta reportando como producto no conforme

### 5.3.1.1 Base de datos

De acuerdo ala anterior clasificación de desperdicios se crea un formato de base de datos para el control diario de desperdicio

Tabla 3. Formato de control diario de desperdicios.

<b>Cálculo del Desperdicio/ Recobrado de Aluminio</b>					
<b>Proceso</b>	<b>Operación</b>	<b>Tipo</b>	<b>Día</b>	<b>Total de mes</b>	<b>% desperdicio</b>
Extrusión	Extrusora	kg aluminio total aplicados			
Extrusión	Extrusora	kg Arepas + Vómitos			
Extrusión	Puller/ Mesa de manejo/ Estiradora	kg Colas en la mesa			
Extrusión	Sierra Perfiles	kg problemas de Calidad			
Extrusión	Sierra Perfiles	kg Pegas			
Extrusión	Sierra Perfiles	Kg Despunte Sierra			
Extrusión	Preempaque	Kg Perfil NC en preempaque			
Extrusión	Preempaque	Total KG desperdicio hasta preempaque			
Extrusión	Preempaque	Kg Perfiles Netos Preempaque			
Extrusion	Extrusion	%RECOBRADO PRENSA			
Anodinado	Enganche	Kg Perfiles enganchados			
Anodinado	Desenganche	Kg Perfiles NC anodizado			

Proceso	Operación	Día		Total de mes	% desperdicio
		Tipo			
Anodinado	Desenganche	Kg perfiles NC de fundicion			
Anodinado	Desenganche	Kg Perfiles anodizados			
Pintura	Enganche	Kg Perfiles Enganchados			
Pintura	Desenganche	Kg Perfiles NC pintura			
Pintura	Desenganche	Kg perfiles NC de extrusion			
Pintura	Desenganche	Kg Perfiles Pintados			
Empaque y Despachos	Empaque de cajas	Kg perfiles NC de extrusion			
Empaque y Despachos	Empaque de cajas	Perfiles NC anodizado en empaque			
Empaque y Despachos	Empaque de cajas	Kg Perfiles NC Pintado en empaque			
<b>Ventas</b>	<b>Reclamos Clientes</b>	<b>Total Kg Perfil Reclamados</b>			
Ventanas	Reclamos Clientes	Kg reclamados extrusion			
Ventanas	Reclamos Clientes	Kg reclamados anodizado			
Ventanas	Reclamos Clientes	Kg reclamados pintura			
Ventanas	Reclamos Clientes	Total Kg Perfil Reclamados			
Perfiles	Desperdicio despues de prensa	Kg desperdicio			
Perfiles	Total Desperdicio Perfiles	Kg desperdicio			
<b>RECOBRADO GLOBAL</b>					

5.3.1.2 *Calculo de desperdicio prensa extrusora.* El desperdicio en la prensa esta clasificado en cuatro tipos de desperdicio, que se reportan como chatarra para calcular de recobrado de la prensa asi:

$$R_{prensa} = \frac{KA - (D_{arepas} + D_{colas} + D_{desunte} + Calidad)}{KA}$$

Donde  $R_{prensa}$  representa el recobrado de la prensa extrusora Chenhua  
 $KA$  representa los kilos aplicados a la prensa extrusora

$D_{prensa}$  representa el desperdicio en la prensa que es igual a suma de Desperdicio por  $D_{arepas}$ ,  $D_{colas}$ ,  $D_{despunte}$  y  $D_{calidad}$

Este valor es importante tenerlo en cuenta debido a que en esta etapa del proceso lo que busca la gerencia de operaciones es controlar las variables que hacen que la prensa extrusora genera desperdicio, estas variables deben ser controladas por el área de planeación y programación.

**5.3.2 Cálculos en la base de datos desarrollada.** Además del calculo de recobrado en la prensa la base de datos desarrollada permite llevar en control del los reportes realizados diariamente en los informes de producto no conforme de las otras áreas, esta base de datos relaciona los kilos aplicados con todos los desperdicios de la empresa, además permite realizar un seguimiento diario a la generación de desperdicios, indicándonos que área lo genera y a que área se debe la responsabilidad del producto no conforme.

Para el área de acabados en anodizado se relaciona los kilos enganchados en el día con los desperdicios que esta área genera de producto no conforme, ya

clasificados por responsabilidad del defectos, es decir si el problema se debe a extrusión o si el problema hace parte de la composición química remitiéndose la responsabilidad del defecto a fundición, igual sucede en pintura.

Para el área de empaque se separan los desperdicios por el área reportada, es decir si el perfil esta en crudo el problema se le asigna a extrusión, si esta anodizado a esta área e igual a pintura.

El funcionamiento para el área de ventanas y cliente externo es igual al de empaque, si el perfil esta en crudo el problema se le asigna a extrusión, si esta anodizado a esta área e igual a pintura.

En síntesis las formulas utilizadas en los cálculos de la base de datos con el orden que están es la siguiente:

*Total KG desperdicio hasta preempaque =  
KGDarepas+KgDcolas+KgDdesunte+KgCalidad+KgDempaque*

*Kg Perfiles Netos Preempaque =  
Kg aluminio total aplicados - Total Kg desperdicio hasta preempaque*

*%RECOBRADO PRENSA = calculo explicado en el tema anterior  
Kg Perfiles enganchados = Kg de aluminio reportados por el area de anodizado  
como ingresados a su proceso.*

*Kg Perfiles anodizados = Kg Perfiles enganchados - Kg Perfiles NC anodizado -  
Kg perfiles NC de extrusion - Kg perfiles NC de fundicion*

*Kg Perfiles Enganchados = Kg de aluminio reportados por el area de pintura como ingresados a su proceso*

*Kg Perfiles Pintados = Kg Perfiles Enganchados - Kg Perfiles NC pintura - Kg perfiles NC de extrusion*

*Kg perfiles NC de extrusion = Kg de aluminio reportados por el area de empaque como ingreso en crudo a empacar*

*Kg perfiles NC anodizado en empaque = Kg de aluminio reportados por el area de empaque como ingreso en acabado de anodizado a empacar*

*Kg Perfiles NC Pintado en empaque = Kg de aluminio reportados por el area de empaque como ingreso en acabado de pintura para empacar*

*Total Kg Perfil Reclamados = Kg Perfiles NC Pintado en empaque + Kg perfiles NC anodizado en empaque + Kg perfiles NC de extrusion*

*Kg reclamados extrusion = Kg de aluminio reportados por el area de empaque como ingreso en crudo a empacar*

*Kg reclamados anodizado = Kg de aluminio reportados por el area de empaque como ingreso en crudo a empacar*

*Kg reclamados pintura = Kg de aluminio reportados por el area de empaque como ingreso en crudo a empacar*

*Total Kg Perfil Reclamados = Kg Perfiles NC Pintado en empaque + Kg perfiles NC anodizado en empaque + Kg perfiles NC de extrusion*

*Kg desperdicio 1= Kg Perfil NC en preempaque + Kg Perfiles NC anodizado + Kg perfiles NC de extrusión + Kg perfiles NC de fundición + Kg Perfiles NC pintura + Kg perfiles NC de extrusión + Kg perfiles NC de extrusión en empaque + Kg perfiles NC anodizado en empaque + Kg Perfiles NC Pintado en empaque + Kg reclamados extrusión + Kg reclamados anodizado + Kg reclamados pintura.*

*Kg desperdicio 2 = KGDarepas + KgDcolas + KgDdesunte + KgCalidad + KgDempaques + Kg Perfil NC en preempaque + Kg Perfiles NC anodizado + Kg perfiles NC de extrusion + Kg perfiles NC de fundición + Kg Perfiles NC pintura + Kg perfiles NC de extrusion + Kg perfiles NC de extrusión en empaque + Kg perfiles NC anodizado en empaque + Kg Perfiles NC Pintado en empaque + Kg reclamados extrusión + Kg reclamados anodizado + Kg reclamados pintura.*

### **5.3.3 Calculo de recobrado global planta perfiles con nueva base de datos**

En el cálculo de recobrado con la nueva base de datos podemos encontrar especificado por áreas la totalidad de desperdicios así:

$$RGLh = \frac{KA - Dprensa - Dpreempaque - Dacabados - Dventanas - Dclientes \text{ ext.} - Dempaque}{KA}$$

KA

Donde *RGLh* representa el recobrado global de la planta de perfiles de Industrias Lehner S.A.

*KA* representa los kilos aplicados a la prensa extras  
*Dareas* representa el desperdicio de la planta de perfiles de Ind. Lehner por áreas

## **5.4 EXPLOSION DE DATOS**

Es importante tener en cuenta que el informe de recobrado global con la nueva base de datos permite llevar un control diario de desperdicios en Industrias Lehner, por lo cuál este proyecto tiene prioridad en la estrategia de la gerencia de operaciones, es necesario poder calcular, determinar y analizar en que condiciones y bajo que parámetros las áreas de la planta de perfiles generan desperdicios, llevando un control de datos claros, permanentes y que contribuyan a la reducción del desperdicio y por tal al aumento del recobrado global, esta información de trabajo de campo se recolecto en los mes de marzo y abril y con este trabajo se pudo llegar alas conclusiones necesarios para construir un informe confiable.

### **5.4.1 Análisis de datos relacionados en nuevos cálculos**

**5.4.1.1 Base de datos implementada en abril y mayo.** Cálculos de desperdicio de nueva base de datos según información recolectada para el mes de abril:

(Ver anexo 10 Informe de gerencia de operaciones de mes Abril)

Cálculos de desperdicio de nueva base de datos según información recolectada para el mes de abril:

Relación de principales parámetros de la base de datos

KG desperdicio antes de preempaque = 19.701+ 4.815  
40.003+ 17.055 + 42.326

KG desperdicio antes de preempaque = 123936

$$\% \text{Recobrado Extrusión} = 600.462 - 123936 / 600.462$$

$$\% \text{Recobrado Extrusión} = 79.4 \%$$

$$\text{RECOBRADO GLOBAL} = 600.462 - 160335 / 600.462$$

$$\text{RECOBRADO GLOBAL} = 73.0 \%$$

Explicación del anexo de mayo

Cálculos de desperdicio de nueva base de datos según información recolectada para el mes de abril:

$$\text{KG desperdicio antes de preempaque} = 25.427 + 8.063 + 25.260 + 16.031 + 55.953$$

$$\text{KG desperdicio antes de preempaque} = 130.734$$

$$\% \text{Recobrado Extrusión} = 594.045 - 130734 / 594045$$

$$\% \text{Recobrado Extrusión} = 77.8 \%$$

$$\text{RECOBRADO GLOBAL} = 594045 - 160676 / 594045$$

$$\text{RECOBRADO GLOBAL} = 73.0\%$$

Como podemos observar el comportamiento de los desperdicios en estos dos meses tienen una tendencia y están enmarcados por unos parámetros claros de control, para tal estudio de parámetros la gerencia de operaciones determina



como paso a seguir la formación de grupos de mejoramiento por áreas que cuenten con esta base de datos en carpetas de información publica en la red de sistemas de la compañía, es claro que las causa y motivos tienen con esta base de datos una explicación mas clara que permite evaluar alternativas de mejora.

**5.4.2 Informes de gerencia.** Para efectos de control, la gerencia de operaciones pide un reporte menos detallado pero específico del comportamiento de los desperdicios, este reporte esta basado en la base de datos y al igual que esta lleva al cálculo del recobrado global en la planta de perfiles de industrias Lehner.

*5.4.2.1 Informe de gerencia mes de abril*

(Ver anexo 10)

El cálculo del recobrado para el mes de abril es así:

$$RGLh = \frac{KA - Dprensa - Dpreempaquetado - Dacabados - Dventanas - Dclientes\ ext. - Dempaque}{KA}$$

$$RGLh = \frac{600462 - 119949 - 8479 - 1209 - 7123 - 2538 - 1744}{600462}$$

$RGLh = 0.73$  es decir en este mes el 73% de lo aplicado como materia prima finalmente es recibido por el cliente con excelentes especificaciones de calidad.

Los parámetros contenidos en este informe son los mismos cálculos realizados en la base de datos de abril.

#### 5.4.2 Informe de gerencia mes de mayo. (Ver anexo 11)

El cálculo del recobrado para el mes de mayo es así:

$$RGLh = \frac{KA - Dprensa - Dpreempaque - Dacabados - Dventanas - Dclientes\ ext. - Dempaque}{KA}$$

$$594045 - 130734 - 9351 - 12206 - 2808 - 1477 - 4100$$

$$RGLh = \frac{594045}{594045}$$

$RGLh = 0.73$  es decir en este mes el 73% de lo aplicado como materia prima finalmente es recibido por el cliente con excelentes especificaciones de calidad.

Los parámetros contenidos en este informe son los mismos cálculos realizados en la base de datos de mayo.

**5.4.3 Cuadros comparativos de producción.** Para afectos del área de producción de la empresa informe de recobrado global también presenta una

comparación de producción y desperdicios del mes anterior, en este caso se cuenta con la comparación entre abril y mayo.

Kg Perfil NC detectado en otros procesos con cargo a extrusión = Kg reportados por las otras de áreas

Kg Perfil NC detectado en otros procesos con cargo a extrusión = 15.331

TOTAL PROBLEMAS EXTRUSION = Kg Perfil NC detectado en otros procesos con cargo a extrusión + Kg Perfil NC en preempaque + KG desperdicio antes de preempaque

TOTAL PROBLEMAS EXTRUSION = 143.759

## **6. PROYECCIONES DE DESPERDICIO PARA CALCULO DE RECOBRADO GLOBAL UTILIZANDO NUEVA BASE DE DATOS**

### **6.1 ESTRATEGIA DE GERENCIA DE OPERACIONES DE INDUSTRIAS LEHNER**

La gerencia de operaciones determino la siguiente estrategia para el aumento del recobrado global de la planta de perfiles:

- Meta de la gerencia de operaciones : recobrado global de 82%, además de una producción superior a los 500000 kilos mensuales a diciembre en kilos netos
- Aumentar la producción con la misma materia prima aplicada mediante aumento de recobrado, ya que este permite tener acceso a cerca de 60 tn mas de perfiles producidos lo que representa 520 millones de pesos
- Disminuir el desperdicio identificando y atacando causas raizales de perdidas en proceso
- Después de recolección de datos e identificación de causas, se atacara gradualmente estas causas, dándole prioridad a las que me formen el paretto de perdidas y luego las de menor prioridad tratando de llegar a los estándares de producción mundial de empresas extrusoras de aluminio que oscila cerca del 86% para recobrado de prensa y 82% para recobrado global.

## 6.2 PARAMETROS DE PROYECCIONES

Aumentar en una pequeña proporción la aplicación de kilos en la prensa ya que la prensa Cheng Hua presenta limitación para la producción de perfiles a ciertas velocidades, lo que hace muy difícil la aplicación de mas kilos, por lo cual se determina que aplicación de kilos aumente pero en poca cantidad, es decir que máximo se determine que tendrá una aplicación de 620 toneladas, siendo este un valor muy cercano a la capacidad de la prensa extrusora Cheng Hua, a partir de esa aplicación considerar disminuir el desperdicio gradualmente, teniendo en cuenta que se aspira encontrar causas raizales que permitan atacar la problemática en mayor proporción en los meses de Julio y Agosto, en los siguientes meses la reducción de desperdicio puede ser en menor proporción, y realizar la proyección gradualmente hasta en el mes de Diciembre contar con recobrado de prensa cercano al 85% y recobrado global cercano a 82%

## 6.3 PROYECCIONES DE DESPERDICIOS

Tabla 4. Proyecciones de desperdicios

MES	KILOS APLICADOS	DESPERDICIO LEHNER PLANTA DE PERFILES	DESPERDICIO PRENSA	DESPERDICIO DESPUES DE PRENSA	RECOBRADO PRENSA	RECOBRADO GLOBAL	KILOS NETOS
OCTUBRE	631575	166951	146524	20427	76,8%	73,6%	485051
NOVIEMBRE	604733	161327	141049	20278	76,7%	73,3%	463684
DICIEMBRE	486564	174131	157545	16586	67,6%	64,2%	329019
ENERO	572438	159610	143186	16424	75,0%	72,1%	429252
FEBRERO	489530	142749	127563	15186	73,9%	70,8%	361967
MARZO	617373	140806	116294	24512	81,2%	77,2%	501079
ABRIL	600462	159075	120387	38688	80,0%	73,5%	480075
MAYO	593659	156519	127855	28664	78,5%	73,6%	465804
<b>PROYECCION</b>							
JUNIO	598261	149519	127091	22428	78,8%	75,0%	471169,9

JULIO	601662	143519	121991	21528	79,7%	76,1%	479670,9
AGOSTO	605463	135519	115191	20328	81,0%	77,6%	490271,9
SEPTIEMBRE	609264	127519	108391	19128	82,2%	79,1%	500872,9
OCTUBRE	613065	121519	103291	18228	83,2%	80,2%	509773,9
NOVIEMBRE	616866	115519	98191	17328	84,1%	81,3%	518674,9
DICIEMBRE	620667	109519	93091	16428	85,0%	82,4%	527575,9

**6.3.1 Proyección de kilos aplicados.** La proyección se realiza en base a los kilogramos aplicados a la prensa teniendo en cuenta la labor de mantenimiento encargada mediante su grupo de mejoramiento, esta labor busca llevar la prensa a su máxima capacidad, disminuyendo las paradas de mantenimiento y emergencias que disminuyen su porcentaje de disponibilidad.

El ascenso gradual para los meses esta basado en un aumento de 3801 kilogramos relacionados por el área de mantenimiento de Industrias Lehner, ya que las perdidas en este momento por emergencias de daños son cerca de 15000 kilogramos representados en cuatro problemas de funcionamiento que se planean arreglar gradualmente y las perdida por paradas de mantenimiento relacionan los otros 7000 kilogramos ya que en este momento la parada programada mensual es de 16 horas, el departamento considera que esta parada se puede reducir a la mitad mediante la adquisición de equipos.

Por lo anterior la proyección se refleja así:

Tabla 5. Proyección de kilos aplicados.

TIEMPO	KILOS APLICADOS
JUNIO	598261
JULIO	601662
AGOSTO	605463
SEPTIEMBRE	609264
OCTUBRE	613065
NOVIEMBRE	616866
DICIEMBRE	620667

**6.3.2 Proyección de desperdicio planta perfiles Lehner.** La proyección se realiza en base a los kilogramos de desperdicio y los meses de proyección que están representados por un lapso de tiempo de Junio a Diciembre y se basa relacionando que el desperdicio general base gradualmente dependiendo del desarrollo de proyectos de mejora, así podemos decir que para alcanzar un recobrado global cercano al 82%, la planta debe disminuir sus desperdicios en la prensa cerca de 60000 kilogramos que pueden ver relacionados según la aplicación de políticas de desperdicio, fundamentadas en varios aspectos tales como:

- El uso de la maquina Puller que hala los perfiles determina para mayo cerca de 8000 kilos que representan el 1.4 % del desperdicio total de la compañía, lo cual mediante un proceso de adaptación general a la prensa se puede llegar a que el desperdicio sea cero. (Información basada en informe de recobrado global desarrollado para este proyecto).
- Los desperdicios de calidad pueden ser controlados el inicio de la extrusión, lo que indica que se puede dejar de extruir cerca de 14000 kilos detectables por el operario de la prensa, para lo cual se aplicara como política de desperdicio, la capacitación en control de calidad y metrología. (Información basada en informe de recobrado global desarrollado para este proyecto).
- La programación de la prensa extrusora debe implementar menos material para el despunte de sierra de perfiles y para la pega, donde se lleva el perfil a las medidas requeridas, esta rebaja en el material destinado como descarte en el despunte y de pega representa cerca de

12000 kilogramos, teniendo en cuenta que para poder desarrollar este proceso es necesario una implementación una excelente cultura de retroalimentación que permita tener las variables del proceso mucho más controladas. (Información basada en informe de recobrado global desarrollado para este proyecto).

- Para proyectar una disminución en las otras áreas del proceso, se implementará el mismo trabajo para disminuir los problemas de extrusión detectados en anodizado llegando a un valor de desperdicio cercano a 6000 kilogramos, donde se consolida la potencialidad general del ahorro, permitiéndole a la compañía aumentar su recobrado global hasta 82%

Los datos que se tiene de los comportamientos anteriores nos permiten definir una serie de tendencias que pueden ser útiles matemáticamente para proyectar los desperdicios, se presentan para este proyecto las gráficas y cálculos de tendencia lineal y exponencial.

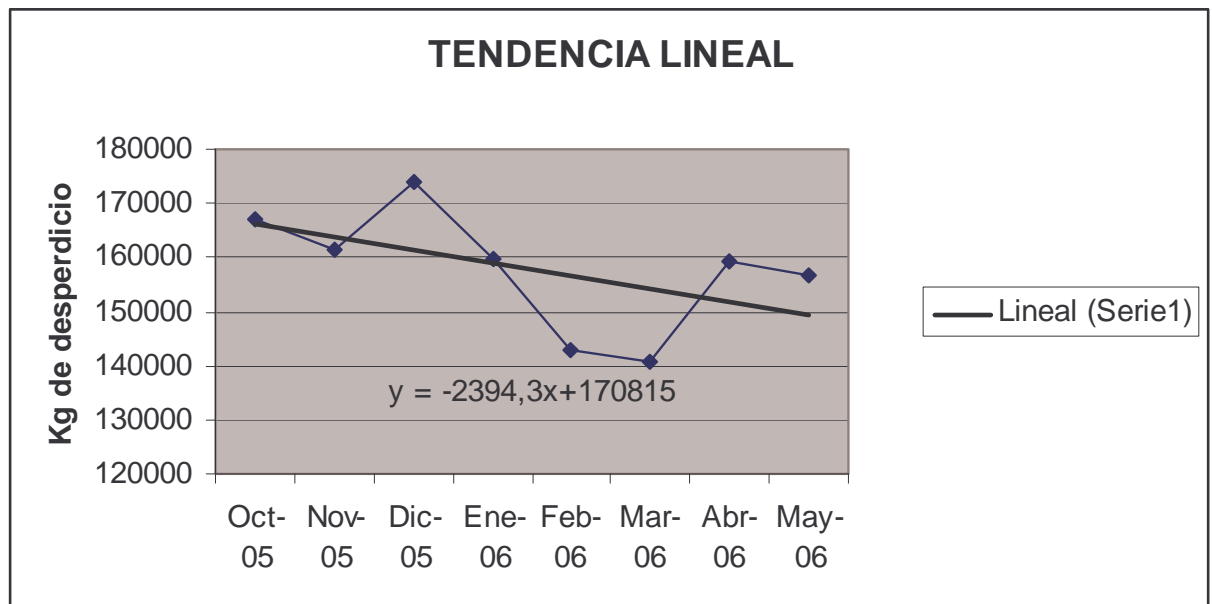
Una línea de tendencia lineal normalmente muestra que algo aumenta o disminuye a un ritmo constante, por lo cual la proyección que podemos obtener de esta tendencia no genera como resultado un total de desperdicios para la planta de perfiles de 1325060 o que indica que el recobrado llegaría a 78% aproximadamente.



Tabla 6. Datos históricos para tendencia

Datos históricos para tendencia	MES	DESPERDICIO LEHNER PLANTA DE PERFILES
	Octubre	168.421
	Noviembre	166.026
	Diciembre	163.632
	Enero	161.238
	Febrero	158.844
	Marzo	156.449
	Abril	154.055
	Mayo	151.661

Figura 4: Tendencia lineal de la regresión.



Donde obtenemos la ecuación de la grafica presentada en la grafica de tendencia lineal, esta ecuación nos permite realizar reemplazando x por los meses siguientes, las proyecciones de desperdicio así:

Tabla 7. Proyección lineal de desperdicios.

	MES	DESPERDICIO LEHNER PLANTA DE PERFILES
	<b>Proyección</b>	Junio
Julio		146.872
Agosto		144.478
Septiembre		142.083
Octubre		139.689
Noviembre		137.295
Diciembre		134.901
Enero		132.506

Una línea de tendencia exponencial es una línea curva que es muy útil cuando los valores de los datos aumentan o disminuyen a intervalos cada vez mayores por lo cual la proyección que podemos obtener de esta tendencia no genera como resultado un total de desperdicios para la planta de perfiles de 134261 lo que indica que el recobrado llegaría a 77% aproximadamente.

Tabla 8. Datos históricos para tendencia exponencial.

Datos históricos para tendencia	MES	DESPERDICIO LEHNER PLANTA DE PERFILES
	Octubre	168.421
	Noviembre	166.026
	Diciembre	163.632
	Enero	161.238
	Febrero	158.844
	Marzo	156.449
	Abril	154.055
	Mayo	151.661

Figura 5. Proyección de desperdicios; tendencia lineal.

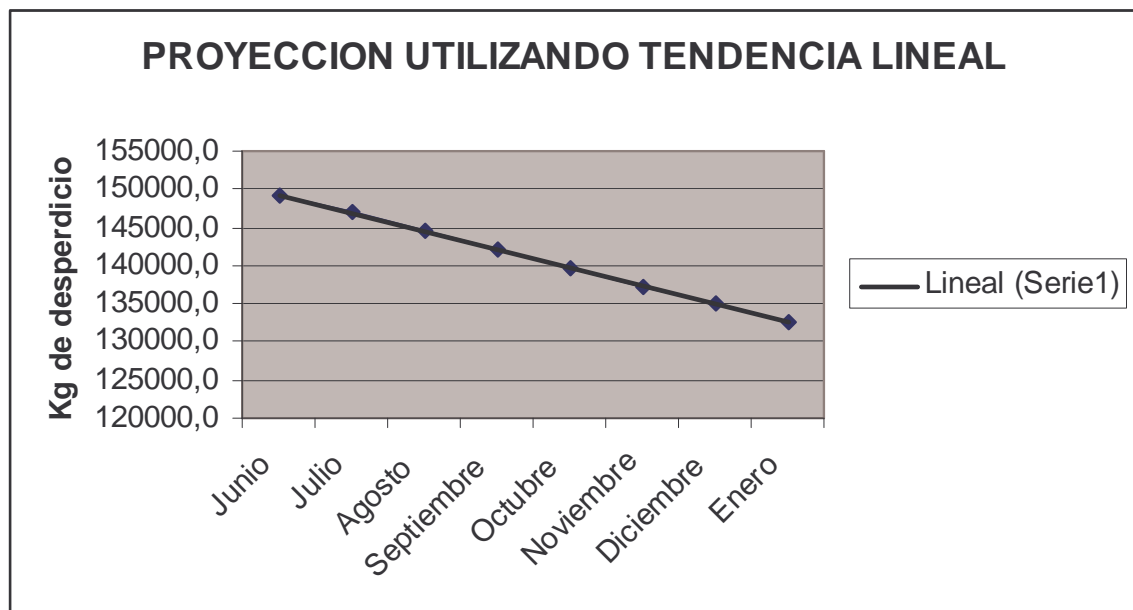
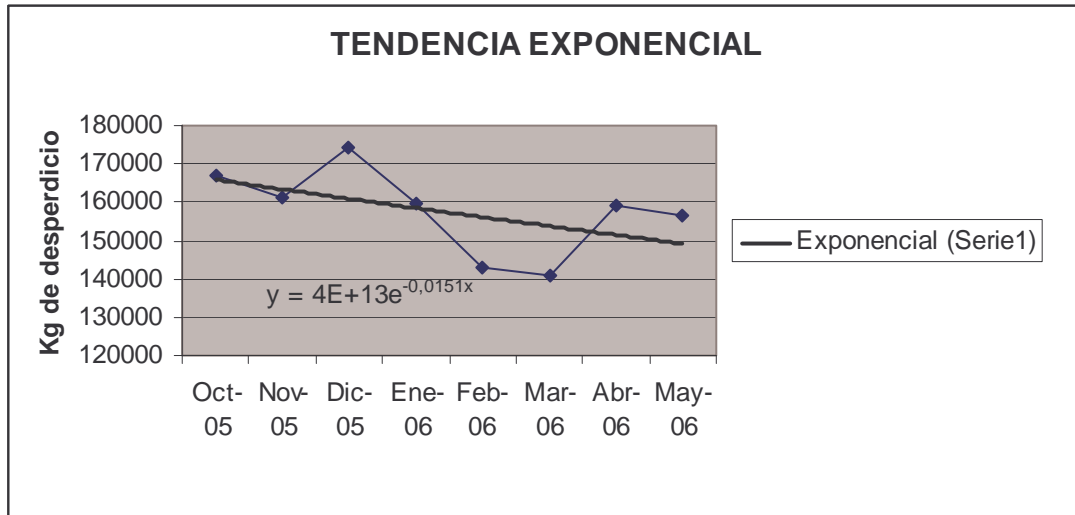


Grafico para la tendencia:

Figura 6. Tendencia exponencial de la regresión.

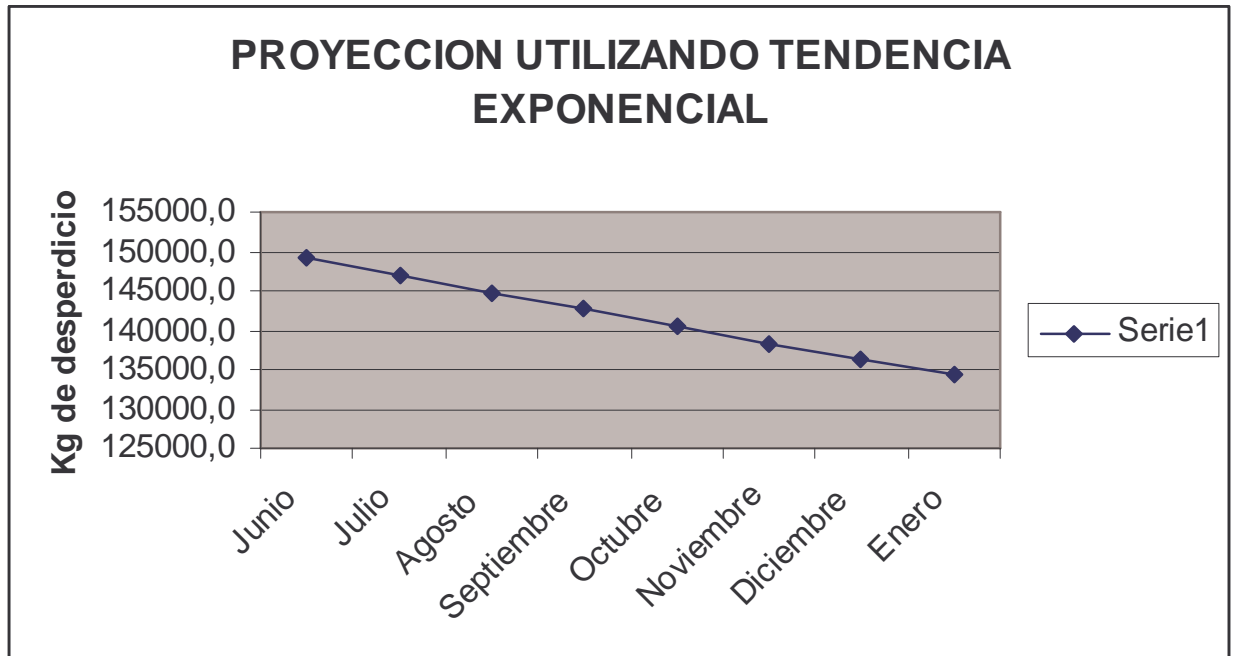


Donde obtenemos la ecuación de la grafica presentada en la grafica de tendencia lineal, esta ecuación nos permite realizar reemplazando x por los meses siguientes, las proyecciones de desperdicio así

Tabla 9. Proyección exponencial.

		DESPERDICIO LEHNER PLANTA DE PERFILES
		MES
<b>Proyección</b>	Junio	149223,9
	Julio	146988,4
	Agosto	144786,4
	Septiembre	142617,4
	Octubre	140480,8
	Noviembre	138376,3
	Diciembre	136303,3
	Enero	134261,4

Figura 7. Tendencia exponencial de la regresión.



Pero la estrategia de la gerencia enmarca otras alternativas descritas al comienzo del capítulo lo que genera estas proyecciones:

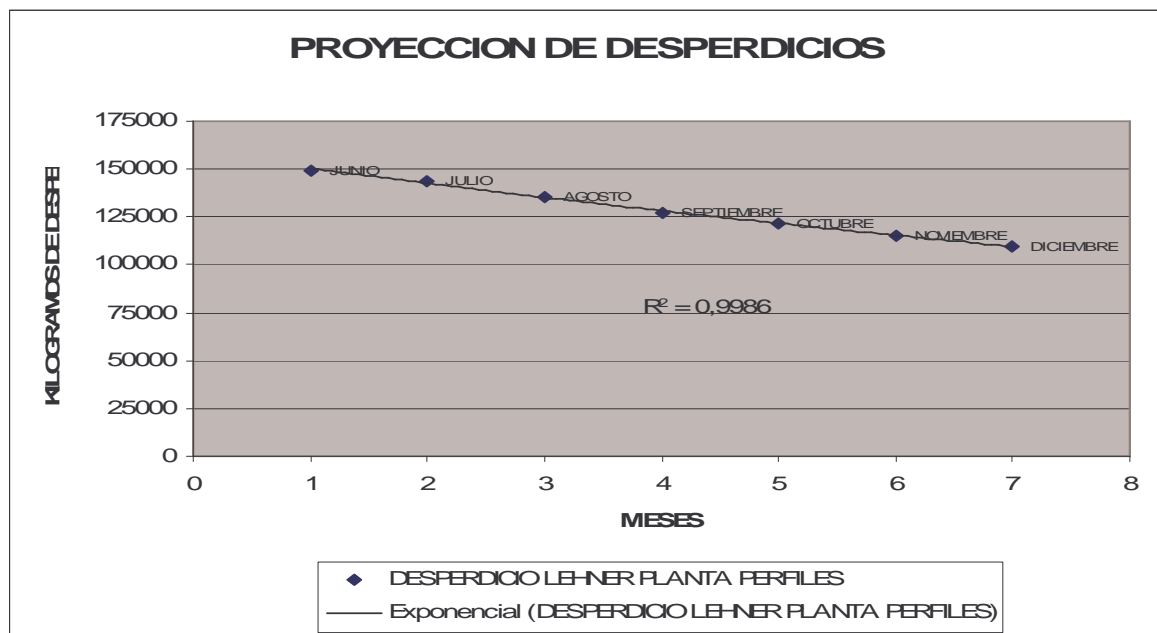
Tabla 10. Proyección de desperdicios según estrategia de gerencia.

TIEMPO	DESPERDICIO LEHNER PLANTA DE PERFILES
JUNIO	149519
JULIO	143519
AGOSTO	135519
SEPTIEMBRE	127519
OCTUBRE	121519
NOVIEMBRE	115519
DICIEMBRE	109519

Teniendo en cuenta que los proyecto de control de calidad en la prensa y retroalimentación de programación por parte del área operativa se considera que para el mes de Junio y Julio la reducción es cerca de 6000 kilogramos mensuales, logrando encontrar un alineamiento del proceso en los meses de agosto y septiembre obteniendo una disminución de 8000 kilogramos mensuales con la implementación del área de mantenimiento al proceso de reducción de desperdicios, para los siguientes meses la reducción esta relacionada con la continuación de proyectos que nos permitan alcanzar las metas pero con disminución en menor proporción.

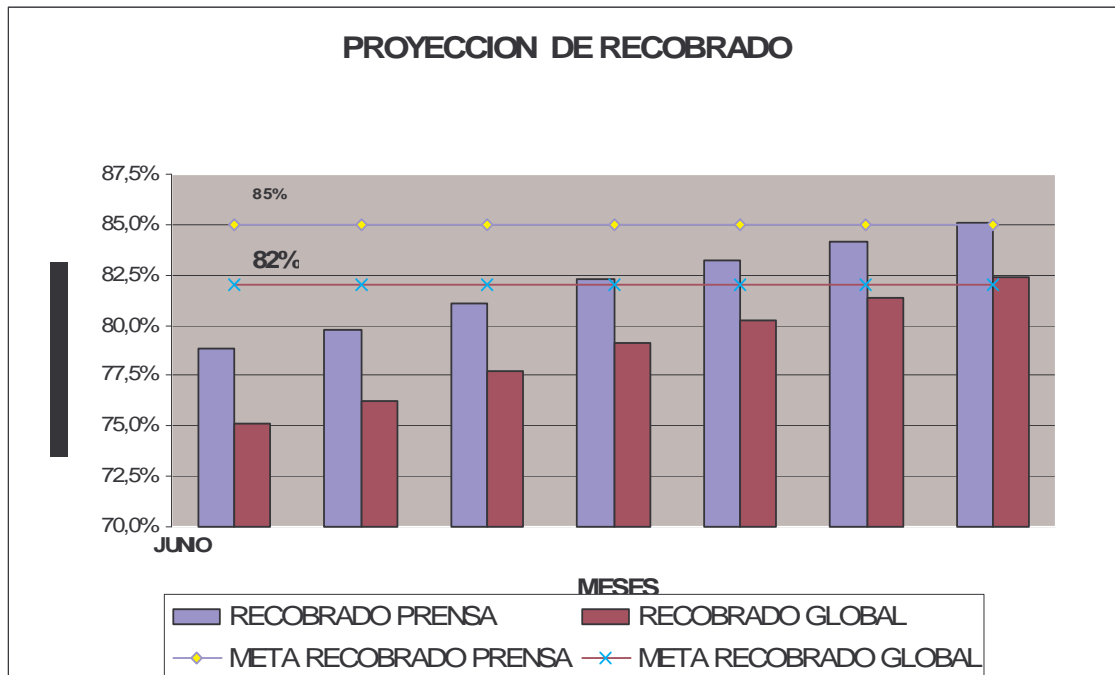
Si se aplica este procedimiento la compañía puede reflejar sus proyecciones de desperdicio así:

Figura 8. Proyección desperdicios estrategia de gerencia.



Y al mismo tiempo el aumento de recobrado prensa y recobrado global así:

Figura 9. Progreso recobrado global y prensa.



La ecuación para el coeficiente de correlación del momento del producto Pearson,  $r$ , relacionada en la proyección de desperdicios es calculada según los datos que se tenemos en  $x$  meses de la proyección y kilogramos de desperdicios para toda la proyección así:

$$r = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}$$

La proyección cuenta con  $x$  como numero de meses y  $y$  como los kilogramos de desperdicio, este coeficiente nos permite determinar que nivel de precisión tiene nuestra proyección, en este caso la proyección se determina como muy acertada ya que el valor de  $r^2$  es 0.99.

**6.3.3 Análisis proyecciones de desperdicio.** Para establecer un recobrado global del 82% se debe pensar en minimizar la cantidad de desperdicio producido, como se puede observar en la grafica de proyección de desperdicios entre los meses de junio a diciembre la generación de desperdicio tiende a disminuir, lo que implica que para llegar a dicho objetivo se debe realizar una reducción total del 30% de desperdicio generado a partir del mes de mayo, lo cual conlleva a establecer una meta mínima mensual de reducción del 5% en desperdicio.

Se puede observar que la tendencia del recobrado es del 82.5 % en el mes de Diciembre, lo cual es inversamente proporcional a la generación de desperdicio, ya que a medida que aumente recobrado bajara el desperdicio.

Realizando un control en la fuente (prensa) se reduce la mayor cantidad de residuos, Ya que la prensa maneja la mayor cantidad de residuo generados, de esta forma es de carácter prioritario el control de los residuos en la prensa, esto se debe realizar con un seguimiento detallado del proceso que se origina en la prensa, para de esta forma implementar medidas en la causa, que genera este residuo.

Como se muestra a continuación el aumento de recobrado permite que al contar con esas disminuciones de desperdicio gradual, en los meses de la proyección, llegue al 82.4 % el de la prensa a 85.1 %



Tabla 11. Proyección de recobrado prensa.

TIEMPO	RECOBRADO PRENSA
JUNIO	78,8%
JULIO	79,8%
AGOSTO	81,0%
SEPTIEMBRE	82,3%
OCTUBRE	83,2%
NOVIEMBRE	84,1%
DICIEMBRE	85,1%

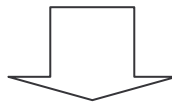


Tabla 12. Proyección recobrado global.

TIEMPO	RECOBRADO GLOBAL
JUNIO	75,0%
JULIO	76,1%
AGOSTO	77,6%
SEPTIEMBRE	79,1%
OCTUBRE	80,2%
NOVIEMBRE	81,3%
DICIEMBRE	82,4%

#### **6.4. POLITICA DE MANEJO DE DESPERDICIOS**

Se plantea como política de manejo de desperdicios por medio de este proyecto:

- La implementación de métodos de medición mas confiables que permitan que los datos tengan mas confiabilidad.
- Además tener en cuenta una nueva clasificación de desperdicios que debe ser tomada en cuenta por el almacén de extrusión ya que se analiza la actual clasificación del almacén de extrusión, encontrando deficiencias en el actual sistema de manejo de chatarra y teniendo en cuenta que este es el encargado de realizar las compras de la misma chatarra para ser reutilizada en el horno de fundición, y a la vez es el medio por el cual se basaba la gerencia de operaciones para manejar sus balances e inventarios, llegando a la conclusión de que la clasificación del almacén no era la adecuada ya que se ingresaban cantidades que aparecían correspondientes a producto no conforme y que realmente eran parte del consumo generado por el proceso.
- En planta de acabado se utiliza un alambren para amarrar los perfiles a las guías, este alambren estaba clasificado en chatarra del proceso y representaba cerca de 1.5 toneladas mes.
- Las devoluciones por no conformidad de los clientes externos se registraban en el almacén como parte de no conforme generado por el área de empaque y la cantidad podía variare entre 300 kilos y 8 toneladas, lo que generaba una distorsión sobre la procedencia de las

inconformidades, estas devoluciones deben tener un centro de costo creado exclusivamente para este fin.

- Es necesario tener presente que la formación de grupos de mejoramiento es de vital importancia y que se deben asignar responsabilidades concretas acerca de la reducción de desperdicios teniendo en cuenta que ya cuentan con un sistema de información y calculo que les permite realizar proyecciones y determinar en que áreas se encuentra el apretó del problema.
- Seleccionar un grupo de asesoria externa para manejo de grupos de mejoramiento y capacitaciones de temas como 5s, análisis CAPDo, 5W y espina de pescado.
- Implementación de separadores de desperdicio y formatos que permitan recolectar información día a día de los desperdicios generados en la empresa.
- Análisis de información, causas raizales, de generación de desperdicios por parte de la gerencia de operaciones de tal modo que se tomen medidas inmediatas que permitan aumentar la producción de perfiles.

**6.4.1 Implementación de política de desperdicios.** En junio del 2006 el proceso de implementación de políticas empezó con la implementación medidas planteadas en las políticas definidas por la gerencia de operaciones:

- Se implementaron separadores de desperdicio en el área de extrusión de la planta de perfiles, con lo que se puede tener un dato mas real de la generación de cada uno de los desperdicios clasificados anteriormente, esta separación de material se esta realizando por parte de los operadores que además de separar el material escriben en un formato que tipo de material es como se ve en la clasificación de la base de datos desarrollada para el control de desperdicios.
- Para lograr la utilización óptima de esta capacidad disponible se están llevando a cabo proyectos como:
- Mantenimiento preventivo para reducir tiempos de paradas
- Confiabilidad de matrices para reducir desperdicio en Calidad en Coladas para asegurar la Conformidad de la calidad de los perfiles extruídos
- La gerencia de operaciones contrata la asesoria del grupo Sertesa de Carvajal S.A. especializado en adaptación de grupos de mejoramiento, esta implementación esta basada en la política de mejoramiento continuo, donde se centran todas las actividades en torno de solucionar las problemáticas de una empresa, esta asesoria es representada en Industrias Lehner por el señor Gonzalo Aguirre, la implementación de los

grupos de mejoramiento tiene como enfoque el TPM (administración productiva total).

- Los grupos de mejoramiento al momento de terminar este informe están consolidados y de acuerdo a los informes de recobrado global están definiendo cada uno en su área que proyectos se trabajaran en los próximos 6 meses y que cuentan con el apoyo total de la gerencia buscando como objetivo principal la reducción de desperdicios en toda la planta generando un aumento en el recobrado global de la planta de perfiles de industrias Lehner.
- la implementación de lijadoras para recuperar material defectuoso por rayas y talladuras, siempre y cuando al material se le aplique un acabado, nunca en crudo.
- Para el mes de junio podemos notar un claro aumento en la producción con la implementación de algunas de las políticas planteadas y teniendo en cuenta las proyecciones esperadas por la gerencia de operaciones así:

MES DE ABRIL PRODUCCIÓN REAL: 443652 Kg.

MES DE ABRIL DESPERDICIO TOTAL: 156348 kg. Recobrado 73%

MES DE MAYO PRODUCCIÓN REAL: 433369 Kg. Recobrado 73 %

MES DE MAYO DESPERDICIO TOTAL: 160676 kg.

Implementación de políticas y análisis de causas.

MES DE JUNIO PRODUCCIÓN REAL: 445406 Kg.

MES DE JUNIO DESPERDICIO TOTAL: 142103 kg.

RECOBRADO GLOBAL: 75.8 %

El comportamiento de los desperdicios después de preempaque es el siguiente:

ABRIL: 36399 Kg.

MAYO: 29942 Kg.

JUNIO: 17694 Kg.

## 7. CONCLUSIONES

Conocer cómo, en qué cantidad, con que calidad, dónde y cuándo se produce un desperdicio, y cuáles son los efectos del mismo, nos permite desarrollar estrategias para elevar el indicador del recobrado global de la planta de producción de perfiles y hacer aplicables las alternativas de mejoramiento, sustentables económica y técnicamente.

Las caracterizaciones de cada uno de los desperdicios de la planta de perfiles y los datos recolectados en el desarrollo del trabajo de grado poseen de carácter tanto histórico como puntual, por lo tanto servirán como el soporte de las decisiones tomadas en el proyecto acompañados de la proyección que se puede notificar a partir de ellos.

Los desperdicios del área de extrusión de manera independiente son los más representativos en el estudio por su participación elevada en la cuantificación de los sobrantes respecto a los demás generados en el proceso de producción abarcado en Industrias Lehner s.a.

Los beneficios y ahorros que se obtienen con la propuesta están direccionados con el mantenimiento de los crecimientos rentables de la empresa y paralelamente la consecución del incremento en la competitividad con costos y precios, la cual integra conceptos de participación en los mercados e incremento de la productividad empresarial.

Con la implementación de las mejoras planteadas en el proyecto se planea conseguir una elevación del recobrado global que alcance un indicador superior al 82%, esto refleja un comportamiento futuro que estime disminución de desperdicios en un valor aproximado de 50 Ton.

Con la implementación de las mejoras proyectadas, se refleja un aumento representativo en las utilidades de 500`000.000 mensuales aproximadamente, dando a entender que el proyecto trae consigo beneficios económicos, técnicos y sociales.

La implementación y mantenimiento las mejoras propuestas deben contener la etapa de exposición, capacitación y participación para el personal, dado que esta actividad permite el compromiso y la pertenencia de cada uno de los miembros de la empresa con el proyecto, vislumbrando beneficios empresariales y propios una vez se efectúe el sistema.

La empresa manifiesta gran interés por el proyecto al desear optimizar su programa de producción y aumentar las utilidades, este proyecto cumple con las expectativas de la organización al expresar ahorros, disminución de los desperdicios consiguiente preservar la rentabilidad de la empresa y garantizando en un nivel mas la subsistencia de ella.

Esta propuesta brinda soporte a la dirección estratégica de la empresa ya que posibilita una competitividad en costos que aprobará el crecimiento de los ingresos y las utilidades mejorando los índices de rentabilidad.

El desempeño del autor en este proyecto, permite un avance en el conocimiento de la disciplina profesional y aportar una solución creativa a la problemática identificada dentro de la empresa piloto.



## 8. RECOMENDACIONES

Según las necesidades que presenta el personal como principal recurso de la empresa se aconseja desplegar la reglamentación para el manejo de desperdicios. Como se presenta actualmente en la empresa piloto, la generación de estos se determina en parte el manejo que se le da a los perfiles por lo tanto a este se le deben realizar análisis periódicos de calidad para corroborar el cumplimiento de los parámetros de calidad de estos.

Se recomienda la separación de material no conforme y material usado en el proceso directamente generando una gran cantidad de desechos que no se controlan.

Se sugiere otorgar una participación a los operarios en la actividad de identificación de riesgos ocupacionales.

Un buen elemento de recomendación es el de diseñar la planta de recuperación de escoria y viruta.

Para mayor efectividad en las diferentes áreas de trabajo de la empresa se sugiere implementar un departamento de apoyo para las actividades logísticas de la empresa al igual que el montaje de un departamento independiente de mercadeo.

Es indispensable desarrollar un sistema de red informática integrada en la empresa para mejorar la comunicación a nivel de las diferentes áreas de la empresa y de esta manera disminuir los riesgos de error por modificación de la información.

## BIBLIOGRAFÍA

**ALUMINIUM COMPANY OF CANADA.** “Manual de Aluminio”. Toronto: Aluminium Limited Sales, 2000. 350 p.

**CALLISTER, W.** “Fundamentals of Materials Science and Engineering”. Montreal: Willey , 2001. 235 p.

**ESPINOZA DE LOS MONTEROS, Julián.** “Manual Practico De Carpintería Metálica”. Madrid: Urno S.A. de Ediciones.Madrid, 2002. 300 p.

**HERENGEL, Jean; ELUSTONDO, Javier Maria** “El Aluminio y sus aleaciones”. Urno S.A. de Ediciones.Madrid,1976. 345 p.

**OHRING, M.** “The Materials Science of Thin Films”. Academic Press. Toronto: Technical Editorial Service, 1992. 342 p.

**PINEDA, P., ARIAS, D. F.** “Crecimiento y Caracterización de Recubrimientos con Bicapa Zr/ZrN”. En: Revista Colombiana De Física, Vol. 34, No. (2002); 1.56 p.

**REYNOLDS METALS COMPANY.** “The A-B-C’s of Aluminium”. Clark: Technical Editorial Service, 1962. 98 p.

**RINCÓN, C.** “Propiedades Mecánicas y Tribológicas de Recubrimientos Duros”. Proyecto competitivo VII.7 “Producción y Caracterización de Recubrimientos Duros”. Cuarto taller de recubrimientos duros. Costa Rica: Cyted, 2000.180 p.

**TALLEDO A., PONCE, B., FIGUEROA R.** Tribological Properties of TiN and (Ti,V)N Coatings. Proyecto competitivo VII.7 “Producción y Caracterización de Recubrimientos Duros”. Cuarto taller de recubrimientos duros. Costa Rica: Cytel, 2000.152 p.

**ZAMBRANO, G., PRIETO, P.** et al. “Propiedades Mecánicas y Tribológicas de Bicapas de W/WC Depositadas sobre Aceros para el Mejoramiento de la Adherencia de películas DLC”. Proyecto competitivo VII.7 “Producción y Caracterización de Recubrimientos Duros”. Cuarto taller de recubrimientos duros, Costa Rica: Cytel, 2000. 175 p.