

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL



**EVALUACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LOS
HORNOS N° 1 Y 2 DE PRECALENTAMIENTO Y
HOMOGENEIZADO DE PLANCHONES DE LA PLANTA DE
LAMINACIÓN DE LA EMPRESA CVG ALCASA**

Tutor Académico: MSc. Ing. Iván Turnero

Autor: Br. Leydis del C. Rodríguez G.

Ciudad Guayana, Diciembre 2011

Rodríguez Guilarte, Leydis del Carmen

**Evaluación del Proceso Productivo de los Hornos N° 1 y 2 de
Precalentamiento y Homogeneizado de Planchones de la Planta
de Laminación de la Empresa CVG ALCASA**

Informe de Práctica Profesional

Tutor Académico: MSc .Ing. Iván Turmero

Tutor Industrial: Ing. Roger González

Puerto Ordaz, Diciembre de 2011

CAPÍTULOS:

- I. El Problema.
- II. Generalidades de la Empresa
- III. Marco Teórico.
- IV. Marco Metodológico
- V. Situación Actual
- VI. Resultado



UNIVERSIDAD EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del jurado evaluador designados por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, vice-rectorado Puerto Ordaz, para examinar el informe de Práctica Profesional presentado por la ciudadana Leydis del Carmen Rodríguez Guilarte, con cédula de identidad N° 20.563.393 titulado **EVALUACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LOS HORNOS N° 1 Y 2 DE PRECALENTAMIENTO Y HOMOGENEIZADO DE PLANCHONES DE LA PLANTA DE LAMINACIÓN DE LA EMPRESA CVG ALCASA**, consideramos que dicho informe cumple con los requisitos exigidos. A tal efecto, lo declaramos **APROBADO**.

En Ciudad Guayana, Puerto Ordaz a los quince días del mes de diciembre de dos mil once.

MSc. Ing. Iván Turmero
Tutor Académico

Ing. Roger González
Tutor Industrial

AGRADECIMIENTO

La vida está llena de problemas que a veces nos resulta difíciles de resolver, sin embargo estos problemas son los que le dan sentido a nuestras vidas, ofreciéndonos oportunidades que nos ayudan a salir adelante. Es por ello, que hoy me llena de emoción y gratitud, saber que he logrado un gran avance en el transcurrir de mi vida junto con mis seres más queridos que me han llenado de dicha con su amor, cariño y apoyo; por esta razón quiero agradecerle principalmente **a DIOS** por siempre estar ahí cuidándome y guiándome por el buen camino, dejándote sentir en mi corazón diciéndome que estas a mi lado y nunca me dejaras sola.

A mi madre Belkis Guilarte, por ser una mujer luchadora que con su dedicación y su confianza en mí ha logrado lo que soy hoy.

A mis hermanas y sobrinos, por estar a mi lado siempre y por su apoyo en este avance de mi vida.

A mi cuñado Roberto Griman, por ser una persona clave para el logro de mi pasantía.

Al Ing. Roger González, tutor Industrial, por brindarme la oportunidad de realizar mi práctica profesional, por su asesoramiento, apoyo, confianza, amistad y la gran ayuda proporcionada.

Al Ing. Iván Turmero, tutor académico, por apoyarme y aconsejarme en esta etapa de mi vida. Muchas gracias por su colaboración y amistad.

A todas aquellas personas que de una u otra forma participaron en mi formación con su comprensión, paciencia y amor.



**UNIVERSIDAD EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PRÁCTICA PROFESIONAL**

**EVALUACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LOS HORNOS Nº 1 Y 2
DE PRECALENTAMIENTO Y HOMOGENEIZADO DE PLANCHONES DE
LA PLANTA DE LAMINACIÓN DE LA EMPRESA CVG ALCASA**

Autor: Rodríguez, Leydis

Tutor Académico: MSc. Ing. Turmero, Iván

Tutor industrial: Ing. González, Roger

Fecha: DICIEMBRE 2011

RESUMEN

El presente informe tiene como finalidad realizar una evaluación del proceso productivo de los hornos de precalentamiento y homogeneizado de la planta de laminación de CVG ALCASA, basándonos en fallas de origen mecánico, eléctrico y térmico y así dar a conocer su influencia en la producción actual. Para ello se realizó una recolección de data de fallas, tiempos de calentamiento y homogeneizado y temperaturas en las diversas zonas que posee el horno. Para tal fin se utilizó como metodología la investigación de tipo documental, ya que se llevó a cabo la búsqueda y la interpretación de fuentes secundarias que reforzaron los conocimientos y además una investigación descriptiva y de campo, descriptiva ya que busca conocer, registrar y describir las fallas presentadas y de campo porque gran parte de la información se recopiló por medio de la observación directa de las diferentes operaciones tal como se da en su contexto natural. Finalmente se obtuvieron gráficos que reflejaron el comportamiento del equipo y la disminución en la producción debido a la problemática presentada.

Palabras claves: hornos de precalentamiento y homogeneizado, disminución de la producción, evaluación de proceso, fallas y paradas en equipo.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|---|------------|
| AGRADECIMIENTO..... | iv |
| RESUMEN..... | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xi |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | xiv |
| ÍNDICE DE GRAFICAS..... | xv |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPITULO I. EL PROBLEMA | |
| Planteamiento del Problema..... | 3 |
| Objetivo General..... | 5 |
| Objetivos Específicos..... | 6 |
| Justificación o Importancia..... | 6 |
| Delimitación o Alcance | 7 |
| Limitación..... | 7 |
| CAPITULO II. MARCO DE REFERENCIA | |
| Descripción de la Empresa CVG ALCASA..... | 8 |
| Ubicación Geográfica..... | 8 |
| Reseña Histórica..... | 9 |
| Misión..... | 14 |
| Visión..... | 14 |

| | |
|---|----|
| Política de la Calidad..... | 14 |
| Objetivos de la empresa..... | 15 |
| Objetivo General..... | 15 |
| Objetivo Especifico..... | 15 |
| Funciones de la empresa..... | 16 |
| Áreas que conforman CVG ALCASA..... | 19 |
| Planta Carbón..... | 19 |
| Planta de Reducción..... | 20 |
| Planta de Fundición..... | 21 |
| Descripción del Proceso Productivo de CVG ALCASA..... | 22 |
| Productos Elaborados por CVG ALCASA..... | 23 |
| Estructura Organizativa | 25 |

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO

| | |
|--|----|
| El aluminio..... | 26 |
| Laminación..... | 28 |
| Laminación en caliente..... | 30 |
| Tratamiento de homogeneizado..... | 30 |
| Horno de Precalentamiento y Homogeneizado..... | 32 |
| Características del Homogeneizado..... | 33 |
| Diagrama Causa Efecto..... | 33 |
| Diagrama de Proceso..... | 35 |

CAPITULO IV. MARCO METODOLÓGICO

| | |
|--|----|
| Diseño de la investigación..... | 36 |
| Tipo de investigación..... | 37 |
| Población y Muestra..... | 37 |
| Recursos..... | 38 |
| Recurso Humano..... | 38 |
| Recurso Físico..... | 38 |
| Técnica e instrumento de recolección de datos..... | 39 |
| Procedimiento de la Investigación..... | 40 |
| Cronograma de actividades..... | 41 |

CAPITULO V. SITUACIÓN ACTUAL

| | |
|--|----|
| Departamento de laminación en caliente (área de pasantía)..... | 44 |
| Descripción del proceso de laminación | 45 |
| Horno de Precalentamiento y Homogeneizado..... | 46 |
| Organigrama de Cargos de Laminación..... | 52 |

CAPITULO VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

| | |
|---|----|
| Análisis de fallas mecánicas..... | 53 |
| Análisis de fallas eléctricas..... | 74 |
| Relación Anual de la Producción con las Fallas..... | 90 |
| Comportamiento Térmico de los Hornos..... | 91 |

| | |
|------------------------|------------|
| CONCLUSIÓN..... | 100 |
|------------------------|------------|

| | |
|--|------------|
| RECOMENDACIÓN..... | 101 |
| GLOSARIO DE TÉRMINOS..... | 102 |
| REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA Y ELECTRÓNICA..... | 104 |
| ANEXOS..... | 105 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes -- de enero..... | 54 |
| Tabla 2. Fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes -- de febrero..... | 55 |
| Tabla 3. Fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes -- de marzo..... | 57 |
| Tabla 4. Fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes -- de abril..... | 59 |
| Tabla 5. Fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes -- de mayo..... | 61 |
| Tabla 6. Fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes -- de junio..... | 62 |
| Tabla 7. Fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes -- de julio..... | 64 |
| Tabla 8. Fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes -- de agosto..... | 65 |
| Tabla 9. Fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes -- de septiembre..... | 66 |
| Tabla 10. Fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes -- de octubre..... | 68 |
| Tabla 11. Fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes -- de noviembre..... | 69 |

| | |
|--|----|
| Tabla 12. Fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes -- de diciembre..... | 70 |
| Tabla 13. Fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes -- de enero..... | 74 |
| Tabla 14. Fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes -- de febrero..... | 75 |
| Tabla 15. Fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes -- de marzo..... | 77 |
| Tabla 16. Fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes -- de abril..... | 78 |
| Tabla 17. Fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes -- de mayo..... | 79 |
| Tabla 18. Fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes -- de junio..... | 80 |
| Tabla 19. Fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes -- de julio..... | 82 |
| Tabla 20. Fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes -- de agosto..... | 83 |
| Tabla 21. Fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes -- de septiembre..... | 84 |
| Tabla 22. Fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes -- de noviembre..... | 85 |
| Tabla 23. Fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes -- de diciembre..... | 86 |

| | |
|---|----|
| Tabla 24. Características técnicas garantizadas de los hornos de -- precalentamiento y homogeneizado..... | 91 |
|---|----|

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ubicación geográfica de CVG ALCASA..... | 9 |
| Figura 2. Vista general CVG ALCASA..... | 19 |
| Figura 3. Planta carbón..... | 20 |
| Figura 4. Línea de reducción..... | 21 |
| Figura 5. Lingotes producidos en la planta de fundición..... | 22 |
| Figura 6. Productos elaborados en CVG ALCASA..... | 24 |
| Figura 7. Proceso de laminación..... | 29 |
| Figura 8. Diagrama CAUSA-EFECTO..... | 34 |
| Figura 9. Diagrama CAUSA-EFECTO de los hornos de precalentamiento -- y homogeneizado..... | 99 |

ÍNDICE DE GRAFICAS

| | |
|--|----|
| Grafica 1. Numero de bobinas sin producir en el año 2010 debido a las -- fallas mecánicas presentadas en el horno 1..... | 72 |
| Grafica 2. Numero de bobinas sin producir en el año 2010 debido a las -- fallas mecánicas presentadas en el horno 2..... | 73 |
| Grafica 3. Numero de bobinas sin producir en el año 2010 debido a las -- fallas eléctricas presentadas en el horno 1..... | 88 |
| Grafica 4. Numero de bobinas sin producir en el año 2010 debido a las -- fallas eléctricas presentadas en el horno 2..... | 89 |
| Grafica 5. Relación producción-fallas producidas del horno 1..... | 90 |
| Grafica 6. Referencia del comportamiento del horno en el proceso -- de precalentamiento y homogeneizado..... | 92 |
| Grafica 7. Comportamiento térmico del planchón en la zona 5..... | 94 |
| Grafica 8. Comportamiento térmico del planchón en la zona 4..... | 95 |
| Grafica 9. Comportamiento térmico del planchón en la zona 3..... | 96 |
| Grafica 10. Comportamiento térmico del planchón en la zona 2..... | 97 |
| Grafica 11. Comportamiento térmico del planchón en la zona 1..... | 98 |

INTRODUCCIÓN

La industria manufacturera es un ámbito de transformación de valores. En el centro de todo esto está el proceso de producción, donde se combina tecnología y otros factores de producción con insumos productivos para obtener una cantidad determinada de producto final

CVG Aluminio del Caroní, S.A. (CVG ALCASA) es una industria básica del estado venezolano, tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana, cuyo compromiso es, elaborar y comercializar, productos de aluminio que satisfagan los requisitos de sus clientes, mediante el mejoramiento continuo de la eficacia del sistema de gestión de la calidad. En la actualidad, esta organización cuenta con una capacidad de producción de 210.000 toneladas de aluminio primario y 60.000 toneladas de aluminio para la elaboración de láminas. CVG ALCASA destina 60porciento de su producción a los mercados internacionales como Costa Rica, Estados Unidos, Colombia, México, Puerto Rico, Perú, Argentina, Inglaterra y Bélgica, siendo el 40 por ciento restante destinado para el consumo de la industria nacional transformadora.

Una de las áreas operativas importantes de ALCASA, es la planta de laminación, en esta planta se da la fabricación de distintos productos de aluminio y sus aleantes, planchones, bobinas, láminas, cintas. Es en esta donde se reducen planchones de aluminio provenientes de Fundición en bobinas de diferentes espesores para esto contando con dos sistemas de laminación, en Caliente y en Frio.

En la planta de laminación encontramos a dos hornos de precalentamiento y homogeneizado donde estos son los encargados del precalentamiento de los planchones hasta alcanzar la temperatura para ser laminados y convertidos en bobinas. En el presente trabajo de pasantía se desea realizar una evaluación del proceso productivo de ambos hornos, debido a que los mismos presentan paradas continuas que afectan la capacidad de producción de CVG ALCASA, esto con el fin de saber cómo esas paradas afectan la producción actual y cómo se comporta el horno en relación a su comportamiento térmico en sus diversas zonas para dar una mejor visión de la problemática presentada para que se adopten medidas para la solución. El enfoque principal de la presente investigación se va a basar en fallas de tipo mecánica, eléctrica y térmica ya que las que con más frecuencia se presentan.

Para lograr el cumplimiento de los objetivos la metodología que se va a implementar será una investigación de tipo descriptiva y de campo no experimental, usando como técnicas de recolección de información la observación directa, las entrevistas no estructuradas y la revisión bibliográfica.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento Del Problema

CVG Aluminio del Caroní, S.A., (ALCASA) es una empresa del Estado Venezolano, tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana, productora y comercializadora de aluminio primario y sus derivados para abastecer tanto al mercado nacional como al internacional. CVG ALCASA está compuesta por cuatro áreas principales: planta de carbón, reducción, fundición y laminación, las cuales se combinan para la fabricación de diferentes productos de aluminio puro y aleado. Al mismo tiempo cuenta con instalaciones de servicios para la fabricación, cocción y envarillado de ánodos, producción de pasta catódica, muelle y otras facilidades.

En la actualidad, el aluminio y sus aleaciones se han convertido en pilares fundamentales para el comercio de nuestro país, su gran aceptación se debe a los amplios usos a que puede someterse, tales como: fabricación de utensilios, tuberías, rines para automóviles, recipientes para altas presiones, tanques de gasolina y aceite, entre otros. Es por ello, que las industrias productoras de este elemento se esfuerzan en optimizar todos los procedimientos que conlleven a su elaboración.

Actualmente, CVG ALCASA posee una capacidad instalada de producción de aluminio primario de 210 mil toneladas métricas anuales y de 60 mil TM/Año para la elaboración de láminas duras y blandas.

Dentro de la estructura organizacional de la empresa CVG ALCASA, se encuentra una planta de laminación cuyo objetivo es la obtención de láminas, mediante el proceso de laminación en caliente y laminación en frío, utilizando como materia prima planchones provenientes de fundición. El proceso de laminación se inicia con la laminación en caliente, el cual a su vez se inicia con la carga de planchones en los hornos de homogenización para luego ser reducidos de espesor y transformarlos en bobinas. Posteriormente estas bobinas son procesadas en laminación en frío, donde se realizan diferentes porcentajes de reducción del espesor hasta llevarlas al exigido por el cliente, para luego ser acondicionadas y llevadas al área de acabado.

En la planta de laminación, en la NAVE L2, específicamente en el área de laminación en caliente es donde se está ejecutando el informe de pasantía, siendo el objeto de estudio los hornos de precalentamiento y homogeneizado, estos hornos son los encargados del precalentamiento de planchones hasta alcanzar la temperatura de laminación, las principales aleaciones que son procesadas en estos hornos son las 3003 y 3100. El tema a tratar es que los hornos de precalentamiento y homogeneizado presenta paradas y demoras de manera continua en su ciclo de operación, paradas que afecta su rendimiento y por lo tanto afecta la producción, teniendo diversas consecuencias.

Los hornos de precalentamiento y homogeneizado continuamente presenta paradas debido a fallas de diversos orígenes. Las fallas más comunes y que afectan directamente al rendimiento del horno de precalentamiento y homogeneizado son las mecánicas, eléctricas y térmicas, sin decir con esto que las mismas son las únicas que generan paradas en el equipo. Estas paradas se presentan en el día a día de la operación del horno.

Así mismo la situación de las paradas en los hornos de precalentamiento y homogeneizado trae consecuencias como ocasionar retrasos en las respuestas a las solicitudes de bienes, afecta de manera directa la continuidad del flujo del proceso involucrado, aumentando costos y disminuyendo ingresos por tiempos improductivos.

Por esto surge la necesidad de efectuar este trabajo de pasantía, ya que este equipo es un elemento clave en la planta de laminación, en donde su función es de gran importancia para la elaboración de bobinas.

Objetivos De La Investigación

Objetivos General

Evaluar el proceso productivo de los hornos N° 1 y 2 de homogeneizado de planchones de la planta de laminación para cuantificar la capacidad de producción actual.

Objetivos específicos

- ✓ Diagnosticar la situación actual del horno de precalentamiento y homogeneizado ubicado en la planta de laminación de CVG Aluminios del Caroní S.A (ALCASA), para así conocer las fallas existentes
- ✓ Realizar una recopilación de datos fallas de tipo mecánica, eléctrica y terminar para conocer de mejor forma las paradas presentadas en los hornos de precalentamiento y homogeneizado
- ✓ Diagnosticar y evaluar la incidencia y frecuencias de las fallas mecánicas y eléctricas en el rendimiento del horno, a fin de establecer relaciones entre las fallas presentadas y la producción actual
- ✓ Evaluar la incidencia de las condiciones térmicas del horno en el rendimiento del mismo, para determinar su comportamiento en las diferentes zonas del equipo

Justificación O Importancia

En la actualidad las grandes empresas se hacen más competitivas dentro de su ramo y adoptan más estrategias a fin de garantizar el éxito. Hacer una evaluación del proceso que efectúa el horno de precalentamiento y homogeneizado enfocando específicamente en las incidencias mecánicas, eléctricas y térmicas es de gran importancia ya que nos permite conocer los motivos exactos por el cual el horno está dejando de operar, y a la vez saber

con qué frecuencia ocurre estos eventos, esto con el fin de tomar decisiones y adoptar medidas para la solución del problema planteado y mejoras en la productividad de la empresa **CVG ALCASA**.

Delimitación O Alcance

El desarrollo del informe de pasantía se llevó a cabo en la planta de laminación de CVG ALCASA ubicado en Puerto Ordaz – Estado Bolívar, en el área de laminación de caliente, específicamente en el horno de precalentamiento y homogeneizado. El presente informe se realizó durante el periodo de septiembre hasta diciembre del 2011.

Limitación

Entre los factores que de una u otra forma pueden ser parte de una limitante para el desarrollo del siguiente trabajo se pueden mencionar las siguientes: el tiempo de permanencia en las instalaciones de la empresa se podría considerar relativamente corto y la no disponibilidad de equipo cien por ciento para realizar el estudio, ya que el equipo no estuvo del todo operativo.

CAPITULO II

MARCO DE REFERENCIA

Descripción de la empresa CVG ALCASA

CVG Aluminio del Caroní S.A. (ALCASA), es una empresa del estado, tutelada por la Corporación Venezolana de Guayana (CVG), la cual se encuentra en el sector aluminio nacional e internacional como uno de los mayores productores del metal. Fue constituida en 1960 y oficialmente inaugurada en 1967, con una producción de 10.000 toneladas métricas anuales de aluminio primario.

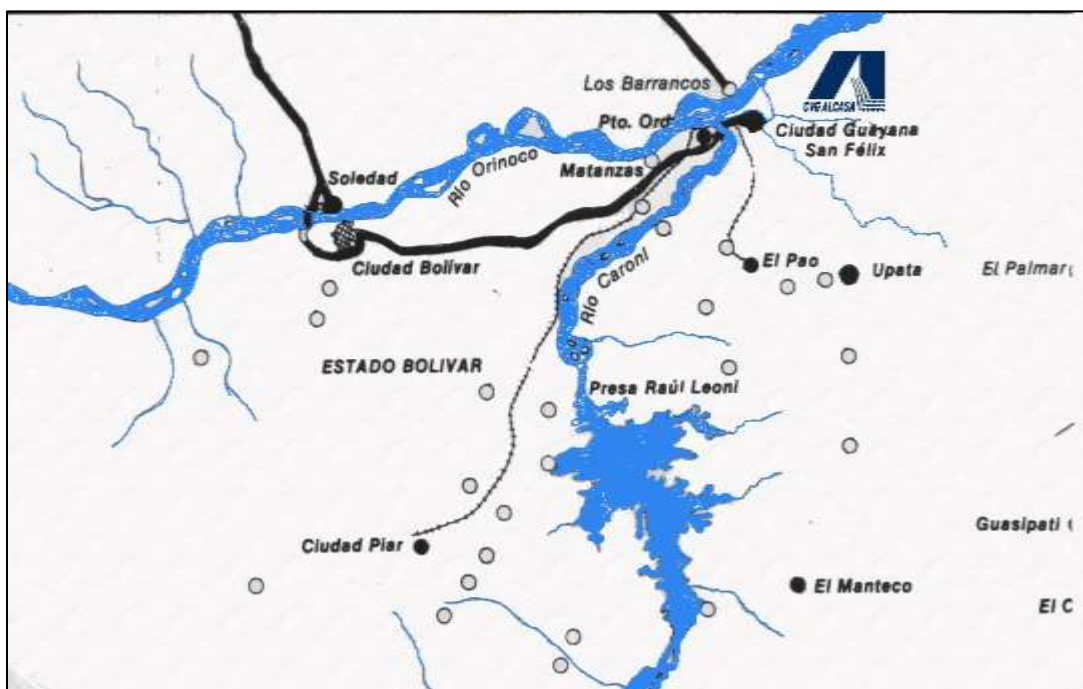
Actualmente ALCASA tiene una capacidad instalada de aluminio primario de 210.000 toneladas métricas anuales (produciendo actualmente 160.000 toneladas métricas), con la capacidad de suplir una variedad de productos como los son: Lingotes, cilindros de extrusión, planchones, bobinas, láminas y cintas.

Ubicación geográfica de CVG ALCASA

CVG ALUMINIOS DEL CARONÍ S.A (ALCASA), se encuentra ubicada en Ciudad Guayana (Puerto Ordaz), Estado Bolívar, Zona Industrial

Matanzas, avenida Fuerzas Armada del Municipio Autónomo Caroní. (Ver figura 1)

Figura 1.- Ubicación geográfica CVG ALCASA



Fuente: Intranet CVG ALCASA

Reseña Histórica

El aluminio se produce por primera vez en la historia como metal puro en el año de 1.827. Industrialmente a partir del cloruro de aluminio, en el año de 1.854, y actualmente mediante el método de separación electrolítica obtenido a partir de la alúmina. Dicho proceso fue inventado en el año de 1.886 y patentado simultáneamente por Charles Martín Hall en Estados Unidos y Paúl Taussant Heroult en Francia.

El desarrollo de este método en la Región Guayana se inició hace tres décadas con los programas destinados al aprovechamiento del potencial hidroeléctrico de sus principales ríos, mediante la construcción de las represas y Macagua.

La disponibilidad y bajo costo de la energía, la reserva de bauxita como materia prima inicial, la capacidad del país para invertir, la estratégica ubicación geográfica, junto con las facilidades de acceso al mar a través del Río Orinoco, fueron las principales ventajas que facilitaron la producción de aluminio en Venezuela en condiciones competitivas al nivel de América Latina y mundial.

ALUMINIO DEL CARONÍ, S.A. (ALCASA) fue constituida en diciembre de 1960, con el objetivo de producir aluminio primario y sus derivados. El 14 de octubre de 1967, inicia operaciones CVG ALCASA, convirtiéndose en la primera planta reductora de aluminio en el país, con una capacidad inicial en su primera etapa de 10.000 toneladas métricas anuales de aluminio primario.

Al año siguiente y continuando con su proceso de expansión avanzó hacia la segunda etapa de su fase II, elevando su capacidad a 22.500 tm/año, dando inicio igualmente a su complejo de Laminación en las plantas de Matanza y Guacara (estado Carabobo). Para satisfacer la demanda del mercado nacional, enmarcado en la política de sustitución de importaciones para ese momento, CVG ALCASA acomete la construcción de su fase III de ampliación, que le permite elevar su capacidad instalada de producción a 50.000 tm/año.

Posteriormente da inicio a la fase IV de su ampliación, con la construcción de una tercera Línea de Reducción, logrando ubicar su capacidad nominal de producción en 120.000 tm/año de aluminio primario, y la expansión de sus plantas de Laminación.

Un nuevo proyecto de ampliación de sus capacidades pone en marcha CVG ALCASA a mediados de los años 80, lo que sería su fase VI, proyecto que incluía la expansión de su planta de Laminación Guayana, así como la construcción de una IV y V Línea de Reducción, para elevar su capacidad instalada a 400.000 tm/año.

CVG ALCASA logra construir solamente su IV Línea de reducción instalando además las áreas de servicios requeridas para soportar las capacidades de cinco líneas, pero con una producción de 210.000 TM/año, lo que por supuesto produjo un desequilibrio en sus capacidades operativas y financieras.

Actualmente, luego de haber recibido las aprobaciones correspondientes por parte del Ejecutivo Nacional, CVG ALCASA ha puesto en marcha su proyecto de expansión operativa para la construcción de su V Línea de Reducción, sobre la cual ya ha dado sus primeros pasos, lo que le permitirá a mediano plazo alcanzar su punto de equilibrio operativo, así como una capacidad instalada de producción en el orden de las 400.000 tm/año de aluminio.

A raíz de la decisión de llevar a cabo esta ampliación, el Fondo de Inversiones de Venezuela se incorporó como accionista principal de la empresa en 1.974, concediendo un crédito 300 millones de Bs. para dicho financiamiento. Además del préstamo antes indicado, el proyecto se financiaría con recursos propios de la empresa y aportes de capital de los accionistas del orden de los 165 millones Bs.

En 1.981 CVG ALCASA decide realizar un estudio de mercado de FOIL de aluminio, cuyos productos más significativos son el papel para cigarrillos, papel doméstico, láminas para techos, semirrígidos, convertidores y aletas para aires acondicionados. La capacidad de producción de FOIL en la planta de Guacara para esta fecha es de 6.000 TM/Año, dando como resultado en el estudio de mercado que para 1.985 la demanda nacional de FOIL se aproxima a los 8.200 TM/Año.

De esta manera, en 1.985 se concluye este proyecto, alcanzándose una capacidad de producción de FOIL de 3.000 TM/Año adicionales. Esta inversión fue financiada a través de préstamos de la Banca Nacional e Internacional y mediante recursos propios.

Las ampliaciones ejecutadas permitieron para 1.990 una producción de 210.000 TM/Año de aluminio primario, incrementando la laminación gruesa a 70.000 TM/Año y la de laminación delgada a 12.000 TM/Año.

Los programas de inversión por consolidarse permitirán producir para 1.992, 400.000 TM/Año de aluminio primario, susceptible de ser

transformada para 1994 hasta 140.000 TM/Año de láminas gruesas y 20.000 TM/Año de láminas delgadas. El crecimiento de la capacidad instalada de CVG ALCASA se ha desarrollado hasta el presente en seis fases: Fase I con una capacidad instalada de 10.000 TM/Año en 1.967, Fase II una capacidad instalada de 22.500 TM/Año de aluminio primario, 10.000 TM/Año en láminas de aluminio, además se logra elevar la capacidad de producción de 1.000 a 3.000 TM/Año de FOIL en 1.969, Fase III con una capacidad de producción de 54.000 TM/Año en 1973, Fase IV con una capacidad instalada de 6.000 TM/Año de FOIL en 1.977, 120.000 TM/Año de aluminio primario y 30.000 TM/Año de láminas de aluminio en 1.978, Fase V con una capacidad instalada a 9.000 TM/Año de FOIL en 1.985, Fase VI cuenta con una capacidad de laminación a 60.000 TM/Año de aleaciones duras de aluminio, esta Fase tenía contemplada la instalación de 216 celdas tipo Hamburgo con mejoras operativas que las hacían más eficientes que las instaladas en la Fase IV. De concretarse este proyecto pasaría a ser la V línea de celdas de reducción.

Actualmente, CVG ALCASA posee una capacidad instalada de producción de aluminio primario de 210 mil toneladas métricas anuales y de 60 mil TM/Año para la elaboración de láminas duras y blandas. ALCASA cuenta con un equipo humano perseverante, incondicional y valiosísimo, aunado a una alta tecnología, resumen la historia de esta dinámica empresa venezolana, pionera de la industria del aluminio.

Misión

Producir, transformar y comercializar en forma eficiente los productos de aluminio garantizando el suministro de materia prima al sector transformador nacional, fomentando la diversificación productiva con mayor valor agregado, defendiendo la soberanía productiva y tecnológica. De igual manera, servir de plataforma para el impulso de las EPS y diversas formas asociativas de producción.

Visión

Posicionar a CVG ALCASA como promotor del desarrollo endógeno, impulsando la industria del aluminio, permitiendo diversificar y transformar la materia prima en productos terminados, que aporten al sostenimiento socio-económico del país, a través de empresas de producción social, bajo las premisas del nuevo modelo productivo que apunta al Socialismo del Siglo XXI.

Política de la Calidad

En CVG ALCASA, nuestro compromiso es, elaborar y comercializar, productos de aluminio que satisfagan los requisitos de nuestros clientes, mediante el mejoramiento continuo de la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

Objetivos De La Empresa

Objetivo General

Producir y comercializar productos de aluminio en forma competitiva, con calidad integral de gestión, participando en la definición de la política de desarrollo de la cadena productiva del sector Aluminio, asumiendo el papel que a la empresa le corresponde.

Objetivos Específicos

- ✓ Optimizar los beneficios con la venta de los diferentes productos requeridos por el mercado y garantizar un excelente servicio a sus clientes, buscando la adecuada utilización de la materia prima, para garantizar el uso de los recursos.
- ✓ Responder a las exigencias del mercado nacional e internacional sin descuidar factores como; la capacidad de producción, recursos humanos, financieros y tecnológicos, buscando siempre la calidad de los productos elaborados.
- ✓ Garantizar mediante el avance tecnológico la sistematización de procesos para el satisfactorio desarrollo y actualización de las actividades que se realizan en CVG ALCASA.
- ✓ Administrar los recursos y movimientos financieros, debido a que a estos son los que indican la posición económica de la empresa y permiten el logro de los objetivos.

- ✓ Participar y ser ente principal nacional de consulta en los planes y políticas que se presentan a nivel de industria del aluminio.
- ✓ Proyectar lo mejor de sus recursos para consolidarse cada día más con el mercado.
- ✓ Mantener informada a la junta directiva y accionistas sobre las actividades ejecutadas por la Organización, para garantizar el apoyo a la toma de decisiones.
- ✓ Desarrollar estudios de mercado y demandas requeridas que sirvan de base para la planificación de los proyectos de inversión.

Funciones De La Empresa

- ✓ Apoyar a la Alta Dirección en el establecimiento de la misión de la Organización, sus objetivos y las estrategias definidas para alcanzarlos.
- ✓ Garantizar la metodología y mecanismos que permitan evaluar la situación de la Empresa y su entorno y la anticipación de amenazas y oportunidades para definir cursos de acción.
- ✓ Asegurar la definición de metas y la formulación de planes que permitan orientar a la administración hacia el logro de mejores niveles de competitividad.
- ✓ Evaluar y definir metodologías para la adecuación de los procesos administrativos y operativos como apoyo al proceso de asociaciones estratégicas.
- ✓ Asegurar la formulación del Plan Corporativo y el presupuesto requerido para el desarrollo de la actividad económica de la Empresa.

- ✓ Garantizar la emisión de toda la información requerida por los organismos autorizados en la materia y la necesaria para el control y evaluación del plan corporativo de la organización, en donde se refleja la situación operativa, económica y financiera de la Empresa.
- ✓ Garantizar la existencia y efectividad del sistema de formulación presupuestaria, que aseguren información oportuna y confiable para la toma de decisiones en materia de presupuesto de gastos de inversiones.
- ✓ Garantizar la implantación de acciones y mecanismos de seguimiento y control a las actividades y procesos claves definidos para la adecuación y mejoramiento continuo del sistema de la Gerencia, a los fines de detectar las no conformidades, analizar sus causas y aplicar las acciones correctivas, de acuerdo a los resultados obtenidos de su evaluación.
- ✓ Evaluar el comportamiento de los indicadores de gestión, analizar las desviaciones detectadas en las auditorías de gestión e implantar las acciones necesarias, de acuerdo a los objetivos y metas establecidas en los planes corporativos.
- ✓ Velar y asegurar, el cumplimiento de los programas de capacitación y/o adiestramiento, necesario para el manejo y el análisis estadísticos de los indicadores de gestión generados en el control de la Gestión, a fin de asegurar el dominio y la divulgación de la metodología por parte de todos los trabajadores.
- ✓ Garantizar el establecimiento de instrumentos de evaluación y medición, que permitan identificar los requerimientos,

expectativas y necesidades de los Clientes Internos de la Gerencia.

- ✓ Garantizar el diseño de políticas y lineamientos en consonancia con la filosofía de gestión de la Empresa, a fin de orientar la gestión de sus diferentes áreas, de acuerdo a las condiciones cambiantes del entorno.
- ✓ Garantizar que las fuentes de información de las variables que impactan la gestión, sean confiables y calificadas, a fin de asegurar la existencia de una relación permeable entre la organización y su entorno.
- ✓ Velar por el cumplimiento de las normas de Higiene y Seguridad Industrial, en todas las áreas de la Gerencia.
- ✓ Elaborar informes que reflejen el resultado de la gestión realizada, para su presentación ante la Presidencia.
- ✓ Garantizar el establecimiento de instrumentos de evaluación y medición, que permitan identificar los requerimientos, expectativas y necesidades de los Clientes Internos de la Gerencia.
- ✓ Garantizar el diseño de políticas y lineamientos en consonancia con la filosofía de gestión de la Empresa, a fin de orientar la gestión de sus diferentes áreas, de acuerdo a las condiciones cambiantes del entorno
- ✓ Velar por el cumplimiento de las normas de Higiene y Seguridad Industrial, en todas las áreas de la Gerencia.
- ✓ Elaborar informes que reflejen el resultado de la gestión realizada, para su presentación ante la Presidencia.

Áreas que conforman CVG ALCASA

CVG ALCASA está compuesta por cuatro áreas principales: planta de carbón, reducción, fundición y laminación, las cuales se combinan para la fabricación de diferentes productos de aluminio puro y aleado. Al mismo tiempo cuenta con instalaciones de servicios para la fabricación, cocción y envarillado de ánodos, producción de pasta catódica, muelle y otras facilidades.

Figura 2.- Vista general de CVG ALCASA



Fuente: Intranet de CVG ALCASA

Planta De Carbón

En la planta de carbón comienza el proceso de producción con la preparación de los carbones o ánodos. Estos son los electrodos positivos en el proceso eléctrico. Están compuestos de coque de petróleo calcinado y brea de carbón o alquitrán que se combinan y se compactan en una máquina vibratoria a 145° C luego se someten a un proceso de horneado continuo y

finalmente son llevados a la sección de envarillado y de allí a las celdas electrolíticas.

Figura 3.- Planta Carbon



Fuente: Intranet CVG ALCASA

Planta De Reducción

La planta de reducción celdas electrolíticas es el corazón del proceso de producción del aluminio. Allí se disuelve la alúmina en un medio electrolítico de criolita fundida, descomponiéndola en sus dos elementos básicos: oxígeno y aluminio. El oxígeno es absorbido por los ánodos en la parte superior de la celda, es quemado y convertido en dióxido de carbono en el ánodo. El aluminio es atraído hacia el fondo del recipiente por los cátodos y se extrae fundido (líquido) por succión hacia el crisol para ser enviado a la planta de fundición; el proceso de reducción.

Figura 4.- Línea de Reducción



Fuente: Intranet CVG ALCASA

Planta De Fundición

El metal proveniente de las Celdas de Reducción I, que es 99.8% puro, se lleva por medio de crisoles a la Planta de Fundición I donde se vacía en los Hornos de Retención. La Planta de Fundición I está equipada con 7 hornos de retención contruidos de acero y recubiertos con ladrillos refractarios. Los hornos de retención tienen instalados quemadores que suministran la energía térmica necesaria para fundir el metal. Al metal, una vez en el horno, se le añade cloro-gas para eliminar las impurezas presentes (escoria) y se le incorporan otros metales tales como el titanio, magnesio, cobre o hierro, para preparar las distintas aleaciones. . El metal líquido dentro de los

hornos, a una temperatura alrededor de 736°C, es sometido a diversas pruebas y controles de calidad, para luego ser vaciado a la mesa de colada.

Figura 5.- Lingotes producidos en la planta de fundición



Fuente: Intranet CVG ALCASA

Descripción del Proceso Productivo de CVG ALCASA

En la producción del aluminio primario, la energía eléctrica es recibida por dos grandes subestaciones donde es convertida en corriente alterna a corriente continua, para su utilización directa en las celdas electrolíticas. La alúmina es extraída de la bauxita mediante el proceso Bayer, que consiste en someter con una solución de soda cáustica, a elevada presión y temperatura logrando separar el óxido de aluminio de otros elementos presentes en la bauxita (este proceso es realizado por la empresa CVG BAUXILUM).

La alúmina es depositada en tolvas que alimentan a las Líneas de Reducción y estas a su vez alimentan a cada una de las celdas electrolíticas. Para producir el aluminio como producto semielaborado es necesario que la

alúmina sufra un proceso de reducción, que consiste en descomponerla en aluminio y oxígeno, este proceso es llevado a cabo en dichas celdas electrolíticas. Cabe mencionar que cada celda está conformada por tres partes principales: el ánodo, el cátodo y el baño electrolítico.

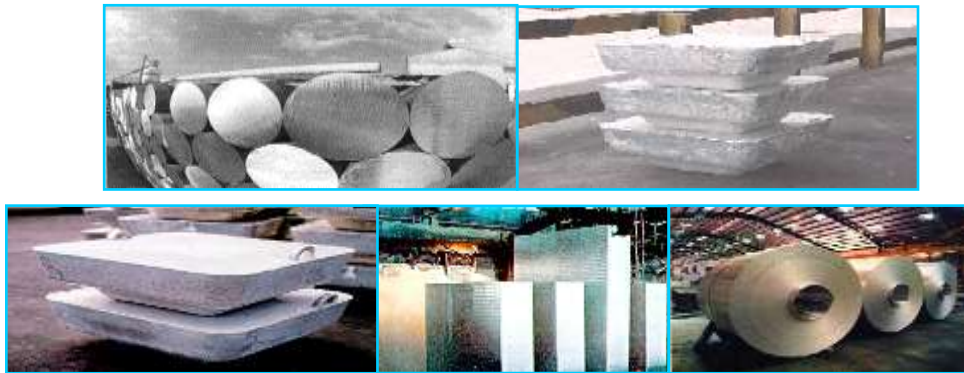
El procedimiento en si para obtener aluminio es el siguiente: se cuenta con una fuente generadora de potencia que envía a la sala de celdas la corriente eléctrica a través de las barras distribuidoras, esta corriente pasa por los flexibles rumbo al puente para distribuirse a través de los ánodos para continuar por el baño que contiene a la alúmina disuelta en la criolita fundida, la cual se descompone en iones de aluminio y oxígeno. Por efecto del paso de corriente del ánodo al cátodo, los iones de aluminio son reducidos a aluminio metálico, mientras que los iones de oxígeno se combinan con el carbón de los ánodos formando dióxido de carbono y monóxido de carbono. La electricidad después de pasar por el baño sigue su camino a través del metal para finalmente salir por las barras, pasando luego a través de los flexibles rumbos a la barra distribuidora que lleva la electricidad a la celda siguiente.

Productos Elaborados por CVG ALCASA

Los productos de aluminio en CVG ALCASA se hacen en forma de:

- ✓ Lingotes tipo Estaca de 22,5 Kg.
- ✓ Lingotes tipo Paila de 454 Kg y 680 kg.
- ✓ Lingotes Cilíndricos para extrusión.
- ✓ Planchones para Laminación.
- ✓ Bobinas Lisas y Embozadas (Stucco).

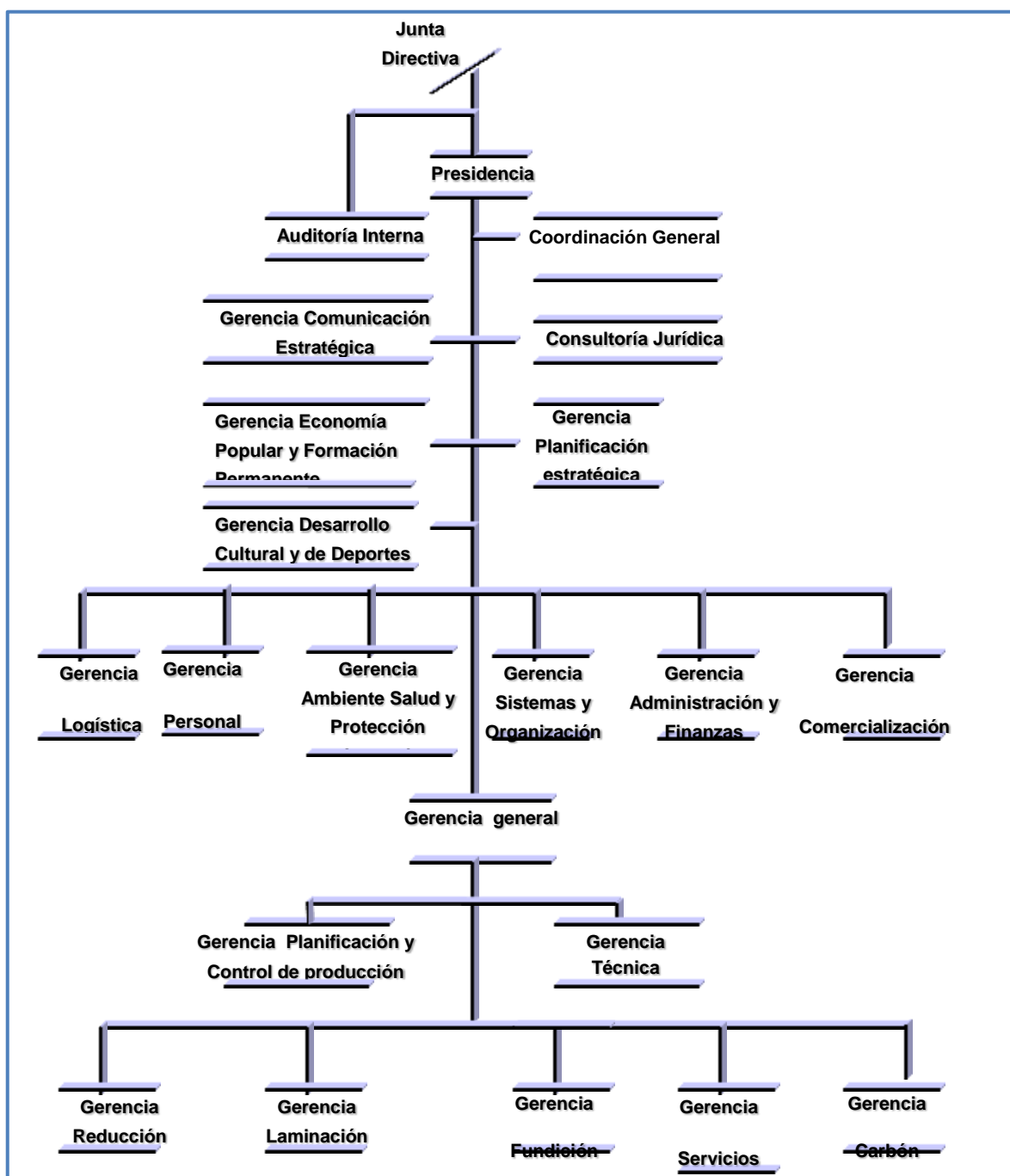
Figura 6.- Productos elaborados en CVG ALCASA



Fuente: CVG ALCASA

Estructura Organizativa De CVG ALCASA

CVG ALCASA cuenta con la siguiente estructura organizativa:



CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

El Aluminio

El aluminio es el metal más versátil del mundo y el más empleado después del hierro, es el elemento más abundante en la corteza terrestre; no se encuentra nunca en estado puro, pero abunda como constituyente en numerosos minerales y rocas, como la bauxita, criolita, arcilla, feldespato, etc.

La característica más conocida del aluminio es su peso ligero. Su densidad es como una cuarta parte de la del acero o de las aleaciones de cobre. El aluminio es tenaz, es resistente a la rotura (dureza), especialmente cuando se utiliza mezclado con otros metales en forma de aleaciones. Tiene una buena maleabilidad y formabilidad (puede laminarse hasta espesores muy bajos); alta resistencia a la corrosión debido que en su superficie se forma una película pasiva y resistente de óxido de aluminio; cuanto mayor pureza tenga el aluminio mayor es el incremento de su electroconductividad, por lo tanto tiene buena conductividad térmica y eléctrica; no es toxico y no altera ni el sabor ni el olor ni la pureza de la sustancia.

El aluminio posee una densidad de $2,72 \text{ g/cm}^3$. La conductividad es de $34 \times 10^{-1} (\Omega m)^{-1}$. Las impurezas fundamentales en el aluminio son el hierro y el silicio, las cuales disminuyen la plasticidad y la resistencia a la corrosión.

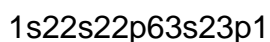
Entre otras de sus propiedades físicas más importantes del aluminio están:

- ✓ Radio atómico: 1,4280 Å
- ✓ Radio iónico: 0,8598 Å
- ✓ Distancia interatómica: 2,8630 Å
- ✓ Densidad:

Aluminio comercialmente puro: 2,725 g/cm³

Aluminio sólido: 2,550 g/cm³

El aluminio tiene número atómico 13. Los 13 protones que forman el núcleo están rodeados de 13 electrones dispuestos en la forma:



La valencia es 3 y las energías de ionización de los tres primeros electrones son, respectivamente: 577,5 kJ/mol, 1816,7 kJ/mol y 2744,8 kJ/mol. Existen en la naturaleza dos isótopos de este elemento, el ²⁷Al y el ²⁶Al. El primero de ellos es estable mientras que el segundo es radiactivo y su vida media es de 7,2×10⁵ años. Además de esto existen otros siete isótopos cuyo peso está comprendido entre 23 y 30 unidades de masa atómica.

Laminación

La laminación o laminado es un proceso de conformación plástica en el que el metal fluye de modo continuo y en una dirección preferente, mediante fuerzas de compresión.

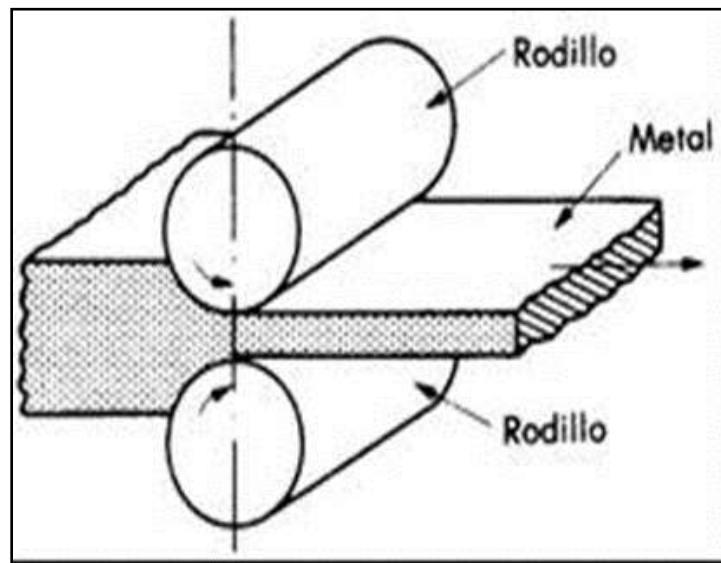
El laminado es un proceso de deformación volumétrica en el que se reduce el espesor inicial del material trabajado mediante las fuerzas de compresión que ejercen dos rodillos sobre la pieza/material de trabajo. Los rodillos giran en sentidos opuestos para que fluya el material entre ellos, ejerciendo fuerzas de compresión al pasar entre ellos y de cizallamiento originadas por el rozamiento que se produce entre los rodillos y el metal. Los procesos de laminado requieren gran inversión de capital, debido a ello los molinos de laminado se usan para la producción de grandes cantidades de productos estándar (láminas, placas, etc.).

Los procesos de laminado se realizan, en su gran mayoría, en caliente por la gran deformación ejercida sobre el material trabajado. Además, los materiales laminados en caliente tienen propiedades isotrópicas y carecen de tensiones residuales. Los principales inconvenientes que presenta el laminado en caliente son que el producto no puede mantenerse dentro de tolerancias adecuadas, y que la superficie de la pieza queda cubierta por una capa de óxido característica.

La mayoría de los laminados primarios se hacen ya sea en un laminador reversible de dos rodillos o en un laminador de rolado continuo de tres rodillos. En el laminador reversible de dos rodillos, la pieza pasa a través de los rodillos, los cuales son detenidos y regresados en reversa una y otra vez.

A intervalos frecuentes el metal se hace girar 90° sobre su costado para conservar la sección uniforme y refinar el metal completamente. Se requieren alrededor de 30 pasadas para reducir un lingote grande a una lupia. Los rodillos superior e inferior están provistos de ranuras para alojar las diferentes reducciones de la sección transversal de la superficie. El laminador de dos rodillos es bastante versátil, dado que posee un amplio rango de ajustes según el tamaño de piezas y relación de reducción. Está limitado por la longitud que puede laminarse y por las fuerzas de inercia, las cuales deben ser superadas cada vez que se hace una inversión. Esto se elimina en el laminador de tres rodillos, pero se requiere un mecanismo elevador. Aunque existe alguna dificultad debido a la carencia de velocidad correcta para todas las pasadas, el laminador de tres rodillos es menos costoso para hacerse y tiene un mayor rendimiento que el laminador reversible (ver figura 7).

Figura 7.- Proceso de laminación



Fuente: [Www.Wikipedia.org](http://www.Wikipedia.org)

Laminación en Caliente

El proceso de laminación en caliente consiste en la reducción o deformación a un planchón con una temperatura tal, que la recrystalización, se produce de manera continua durante el proceso de laminación, de tal forma que, teóricamente al fin de la operación el material queda completamente recocido.

En el caso del aluminio y sus aleaciones, la laminación en caliente se efectúa hasta un espesor en que la temperatura del metal es inferior a la temperatura de recrystalización del mismo.

El interés de la laminación en caliente es el de realizar la reducción de espesor en el menor número de pasadas ya que esto representa una gran ventaja económica, la fuerte reducción por pasada tiene también la importancia técnica de disminuir la boca de cocodrilo (fenómeno que se produce en las extremidades de los desbastes), y la rotura de los cantos, en el caso de aleación duras, así como reducir el tiempo de laminación que permite obtener un desbaste más caliente en las ultimas pasadas, por lo que resulta más fácil aplanar los productos.

Tratamiento de homogeneizado

Es un proceso controlado por difusión, que tiene por objeto, poner en solución la mayor cantidad de aleantes, compatible con el diagrama de equilibrio, minimizando los gradientes de composición producidos durante la

solidificación. Se debe partir de la base que, la solidificación de aleación, en la práctica industrial, es un proceso que ocurre fuera del equilibrio termodinámico.

La justificación del homogeneizado es que durante la fabricación de productos semi-elaborados es que durante la fabricación de productos semi-elaborados de aluminio (planchón y lingote) se da un tipo de solidificación en la cual los elementos aleantes tienden a acumularse en unas zonas y a estar a escasos de otras, con el inconveniente de que no existe una estructura uniforme, lo cual genera disparidad en las propiedades mecánicas. Las normas establecen una temperatura y tiempo de absorción que varía con la aleación y con las especificaciones o requerimiento del producto.

- ✓ Temperatura y tiempo de homogeneizado: estas son variables muy importantes en el proceso, debido a que se establecen en función del proceso difusivo y de las heterogeneidades o microsegregaciones que se desean reabsorber.
- ✓ Temperatura de homogeneizado: por lo general corresponde a la temperatura del estado de equilibrio de la solución sólida localizada en los diagramas térmicos. Esta asignación sobre la temperatura de homogeneizado está en función de la composición química de las aleaciones y por tanto debe existir un control específico, dado a que si se eleva, puede haber fusión de eutéctico complejo que rodean los granos o las dendritas, originando la destrucción de la cohesión metálica.
- ✓ Tiempo de homogeneizado: la duración del proceso puede variar de 5 a 48 horas, según la aleación, las dimensiones y forma de la pieza, la

carga de los hornos, los mecanismos de transferencia de calor y la potencia generada por el horno con respecto al tiempo. En la homogeneización existe, como se mencionó anteriormente, un periodo de calentamiento para elevar la carga a la temperatura o rango de temperatura de homogeneización que comienza verdaderamente cuando se ha alcanzado en toda la masa metálica. A esta temperatura se le denomina temperatura de absorción.

Hornos de precalentamiento y homogeneizado

Los hornos para el procesamiento de aluminio y aleaciones, a temperaturas de 500 a 600 °C, puede clasificarse en:

- De foso
- De empuje
- De solera giratoria
- De cadenas transportadoras
- De solera de rodillos
- De inducción

Pueden ser calentados por llamas directas, por resistencias (calentamiento indirecto) o por inducción.

Estos son los más comunes usados para el calentamiento continuo de planchones antes de la laminación. La configuración del horno viene determinada por la producción y el espesor de la carga. Para pequeños espesores los hornos son normalmente de calentamiento superior e inferior. En el caso de las aleaciones de aluminio se precisan unos ventiladores de recirculación de humos o de aire ya que el calentamiento a 500-600 °C se

realiza fundamentalmente por convección y lo exige la uniformidad de temperatura requerida.

Características del Homogeneizado

- ✓ Las aleaciones responden más fácilmente a los tratamientos térmicos posteriores (recocido, temple, envejecimiento artificial).
- ✓ Precipitación de algunos elementos o constituyentes en estado sólido de sobresaturación en la solución sólida.
- ✓ Las características mecánicas son generalmente mejoradas.
- ✓ La resistencia a la fatiga aumenta.
- ✓ La resistencia a la fluencia aumenta.

Diagrama Causa – Efecto

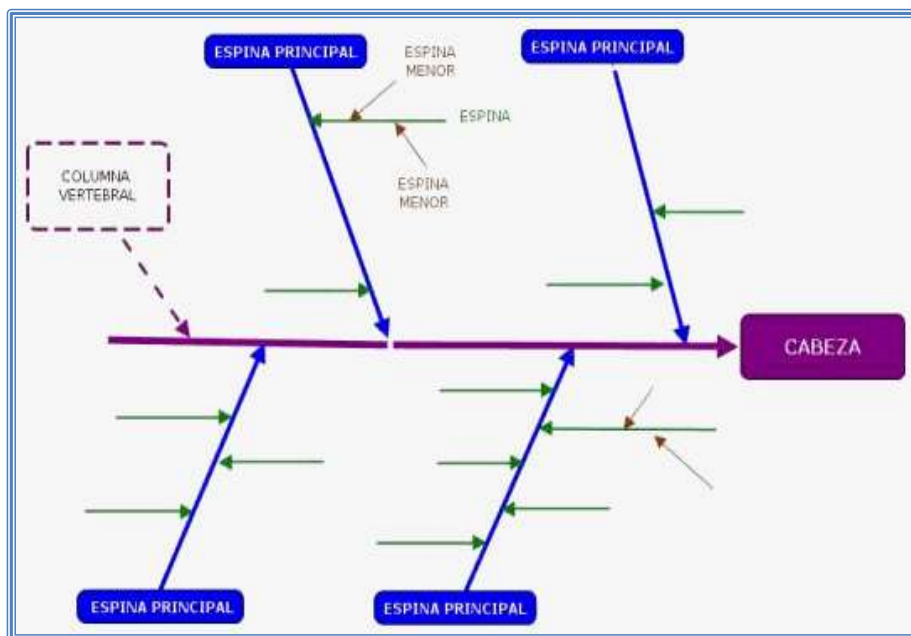
El Diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de causa-efecto, Se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez, que consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha.

Los Diagramas Causa-Efecto ayudan a los estudiantes a pensar sobre todas las causas reales y potenciales de un suceso o problema, y no

solamente en las más obvias o simples. Además, son idóneos para motivar el análisis y la discusión grupal, de manera que cada equipo de trabajo pueda ampliar su comprensión del problema, visualizar las razones, motivos o factores principales y secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y, organizar planes de acción.

Está compuesto por un recuadro (cabeza), una línea principal (columna vertebral), y 4 o más líneas que apuntan a la línea principal formando un ángulo aproximado de 70° (espinas principales). Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas inclinadas (espinas), y así sucesivamente (espinas menores), según sea necesario. El Diagrama Causa-Efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. (Ver figura 8)

Figura 8.- Diagrama Causa - Efecto



Fuente: [Www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

Diagrama de Procesos

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones.

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de proceso.

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se muestran los aspectos más resaltantes en relación al diseño metodológico empleado para llevar a cabo la investigación, describiendo el tipo de estudio, población y muestra, recursos, técnicas de recolección de datos y procedimientos empleados.

Diseño de la investigación

Esta investigación tiene como propósito realizar una evaluación de procesos de los hornos de precalentamiento y homogeneizados ubicados en el área de laminación, en donde abarcaremos fallas de tipo mecánica, eléctrica y térmica. Por ello la investigación es tratada como un diseño no experimental, porque estudia los hechos tal y como se presentan en su contexto natural, sin alterar o influenciar ninguna de las variables.

A la vez se considera como investigación documental debido a que se consultó a fuentes bibliográficas, fuentes electrónicas, manuales y trabajos de investigación que permitieron obtener mayor conocimiento referido al tema a investigar.

Tipo de Investigación

La investigación presenta varios enfoques de acuerdo a sus características, lográndose definir según los siguientes tipos:

Según nivel de profundidad:

- ✓ Investigación Descriptiva, ya que su principal fin es conocer, registrar y describir las fallas presentadas en los hornos de precalentamiento y homogeneizado.

Según la estrategia:

- ✓ Investigación de Campo, porque se quiere comprender las incidencias y a la vez la frecuencia con que se presentan las paradas en los hornos antes mencionados, trabajando en el ambiente natural y teniendo contacto directo con el personal de la unidad en estudio y los datos son primarios, accediendo a ellos de forma directa.

Población y Muestra

La población se refiere al objeto de la investigación siendo el centro de la misma, y de ella se extrae la información requerida para el estudio respectivo, es decir el conjunto de individuos, objetos, entre otros; que siendo sometidos al estudio, poseen características comunes para proporcionar los

datos. En el presente estudio, la población está integrada por el conjunto de planchones que son procesados por los hornos de homogeneizado.

Recursos

Recurso Humano:

El recurso humano estuvo conformado por:

- ✓ Tutor Industrial
- ✓ Tutor Académico
- ✓ Operadores de laminación en caliente
- ✓ Ingenieros de mantenimiento

Recurso Físico:

El recurso físico estuvo formado por:

- ✓ Informes de mantenimiento del sistema caliente (año 2010)
- ✓ Equipos de computación y programas de Excel y Word
- ✓ Hojas y lápiz para las anotaciones de información sobre las actividades a desempeñar
- ✓ Tablas de Excel sobre las fallas presentadas en los hornos de estudio
- ✓ Reporte de los supervisores de CLESIM – COSIM
- ✓ INTRANET de CVG ALCASA
- ✓ Reportes de los operadores de los hornos de precalentamiento y homogeneizado

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La recopilación de datos es la parte de la investigación que sucede una vez que se realiza el planteamiento del problema, es decir, una vez que se establecen los elementos que determinan lo que se va a investigar, se realiza la recopilación de datos. En la obtención de la información requerida para el desarrollo de este trabajo de pasantía fueron los siguientes:

✓ Observación de Campo:

Esta técnica es uno de los instrumentos de mayor importancia en la elaboración de esta investigación ya que el conocimiento general del procedimiento interno de producción y el comportamiento general de equipos es de vital importancia para el satisfactorio desenvolvimiento de esta investigación.

✓ Entrevistas no estructuradas:

Son herramientas que permiten obtener información acerca de una determinada situación a través de interrogantes que surgen de manera inmediata y espontánea. En la presente investigación las entrevistas fueron realizadas durante los primeros meses en la recolección de data, se realizó de manera constante a los operadores e ingenieros que trabajan tanto de forma directa como indirecta con los hornos en estudio, con la finalidad de

obtener toda la información clara, precisa y específica para llevar a cabo la investigación.

✓ **Revisión Bibliográfica**

Se utilizó esta técnica ya que se consultaron diferentes materiales bibliográficos que facilitaron, reforzaron y argumentaron las bases teóricas del trabajo de investigación, por medio de la consulta de libros, manual, guías, tesis, para su análisis y descripción en forma exhaustiva y mediante esta técnica se hizo posible que el estudio se realizara dentro de las condiciones que aseguran la autenticidad de la información.

Procedimiento de la Investigación

Para realizar la investigación y cumplir con los objetivos, se realizaron los siguientes pasos:

1. Charlas de inducción, donde se diagnosticó el proceso productivo, los riesgos laborales existentes, las normas de seguridad y la política de calidad que tiene la empresa
2. Caracterizar cada detalle del funcionamiento de los hornos de precalentamiento y homogeneizado
3. Recopilación de data de fallas mecánicas y eléctricas de los hornos
4. Recopilación de datas de tiempos de procesos (tiempo de calentamiento) de los hornos de precalentamiento y homogeneizado

5. Elaborar tablas dinámicas y gráficos acerca de cómo las fallas mecánicas y eléctricas afectan la producción de rollos de aluminio en la planta de laminación

CAPITULO V

SITUACIÓN ACTUAL

En este capítulo se presenta una descripción general de la Unidad donde se realizó el estudio, definiendo las actividades que se realizan, la descripción del proceso.

La planta de laminación tiene como objetivo principal asegurar la transformación de los planchones procedentes del área de fundición, en productos laminados en caliente y la posterior reducción de espesor de las bobinas procedentes de laminador en caliente en el laminador Davy McKee, conforme a los planes de producción y venta de la empresa, en las mejores condiciones de costos, cantidad, calidad y oportunidad.

El aluminio llega a la planta de Laminación en forma de planchones, donde es sometido a un proceso de fresado, para darle una superficie lisa por ambas caras. De allí pasa a los hornos de precalentamiento donde luego de nivelar su temperatura, es transformado en bobinas, para luego ser acondicionada y llevar al área de acabado. La capacidad de producción actual de la planta de Laminación de CVG ALCASA se ubica en 37.176 toneladas métricas por año.

La planta de laminación está conformada por tres naves:

- ✓ NAVE L0: consta con un área aproximada de $19,877 m^2$, donde se ubican los laminadores en frío United y Bliss, las rectificadoras de cilindros Farrel y Tos Hostibar, hornos de recocido Cenefco, niveladora a tensión, línea de limpieza, cortadoras de largo I y II, cortadora de formatos, embosadora, cortadoras de cintas y línea de empaque; áreas de oficinas, donde labora personal de la gerencia de laminación, gerencia técnica y la gerencia de P.C.P. Áreas de almacenamiento de productos en proceso y terminados. Esta nave cuenta también con 4 grúas puente para mantenimiento.

En esta área se procesan bobinas desde 6 a 0,23 mm de espesor y peso desde 2,5 hasta 6,5 t, además de los procesos de acabado y empaque. El manejo del material se efectúa con la utilización de montacargas.

- ✓ NAVE L1: tiene un área aproximada de $2,950 m^2$. Aquí se encuentra instalada la unidad de colada continua, donde se producen bobinas de 6 mm de espesor y peso entre 3 y 6,5 t. También cuenta con 2 grúas puente para mantenimiento y manejo de material.
- ✓ NAVE L2: con un área aproximada de $35,319 m^2$. Cuenta con una fresadora de planchones, una compactadora de chatarra, dos hornos de precalentamiento, un laminador en caliente, una rectificadora de cilindros, un laminador en frío y dos hornos de recocido. Además con cinco grúas para el manejo de material y tres para mantenimiento, así como también con tres carros transferidores de material. En esta área se procesan planchones provenientes de fundición, con las

dimensiones máxima de: 457 mm de espesor, 1574 mm de ancho, 4394 mm de largo y 8,6 t de peso. Se obtienen bobinas en caliente con espesores entre 6,5 y 4 mm, luego se procesan en frío hasta espesor de 0,3 mm. También se realizan procesos de recocido.

Departamento de laminación en caliente (área de pasantía)

La Superintendencia de Laminación Sistema Caliente, adscrita a la Gerencia de Laminación, cumple con las siguientes funciones:

- ✓ Programar, dirigir y controlar las actividades y recursos.
- ✓ Recibir, almacenar y procesar en las mejores condiciones, la materia prima requerida para el proceso productivo.
- ✓ Coordinar con el área de Planificación y Control de Producción, el cumplimiento de los programas para la producción de bobinas en caliente.
- ✓ Velar por la operación de los equipos de producción, conforme a los parámetros establecidos.
- ✓ Prever y corregir desviaciones de los procesos operativos inherentes al área de Laminación Sistema Caliente.
- ✓ Participar en el establecimiento de objetivos, metas y estrategias para el logro de su objetivo funcional.
- ✓ Participar en el establecimiento de objetivos, metas y estrategias para el logro de su objetivo funcional.
- ✓ Participar en la elaboración y actualización de normas, estándares y prácticas operativas referidas a Laminación Sistema Caliente.
- ✓ Coordinar con el área de Fundición el suministro y disposición de chatarra previamente clasificada.

- ✓ Cumplir y hacer cumplir las normas de Higiene y Seguridad Industrial.
- ✓ Velar por la conservación de los equipos, herramientas y útiles de trabajo, participando en las labores de mantenimiento.
- ✓ Presentar informes de los resultados de la gestión realizada, ante la gerencia de Laminación.

Descripción del Proceso de Laminación

Los planchones a laminar procedentes de fundición II, son transportados hasta el patio de almacenaje de la sección de laminación, donde son pesados. Desde aquí se pasan por la fresadora KNOEVENAGEL donde ocurre el desbaste de las caras superior e inferior (las que hacen contacto con los cilindros de trabajo) del planchón con el fin de darles una superficie lisa libre de defectos superficiales. Una vez que los planchones son fresados son llevados al horno de precalentamiento y homogeneizado GUINEA, donde son calentados a una temperatura que varía según la aleación del material durante 8 horas (teóricamente) con el fin de homogeneizarlos. Luego de estas condiciones los planchones pasan al laminador CLESIM COSIM donde son laminados o reducidos a espesores que oscilan entre 6 mm y 4 mm.

Una vez que los planchones son llevados al espesor final, son embobinados en forma de rollos, pesados y transportados mediante grúas hacia una carro transferidor de bobinas al proceso de laminación en frío DAVY MACKEE, UNITED Y BLISS, dependiendo de la disponibilidad de los equipos, programación de producción y de inventario de metal. Posteriormente las bobinas son recocidas en los hornos de recocido GUINEA en condiciones de temperatura y tiempo que están relacionados con la aleación y el tiempo de producto.

Finalmente, siempre dependiendo de la ruta de fabricación, las bobinas son enviadas nuevamente a los laminadores en frío, a empaque o al área de acabado.

Horno De Precalentamiento Y Homogeneizado (Equipo De Pasantía)

Este equipo es el encargado del precalentamiento de planchones hasta alcanzar la temperatura de laminación.

Los hornos de precalentamiento son hornos de empuje en los que los planchones dispuestos cada uno de ellos sobre zapatas que deslizan sobre carriles metálicos avanzan accionadas por una empujadora. Poseen cinco (5) zonas, con dos (2) ventiladores cada una. Estos presentan las siguientes características:

- ✓ Tienen 48 quemadores de la siguiente manera: 12 en la zona 1; 10 en la zona 2; 10 en la zona 3; y 8 tanto en la zona 4 como en la 5. Estos están colocados de forma simétrica a ambos lados del horno.
- ✓ Procesan 25 planchones/horno; de forma semi-continua con 4 planchones en espera.
- ✓ Temperatura de homogeneizado planchón: 590 ± 10 °C.

Cuando culmina el proceso de homogeneizado de los 25 planchones van saliendo uno a uno a laminar y mientras sale un planchón entra uno para ser

procesado nuevamente, el tiempo de proceso generalmente va a depender del tipo de aleación.

Los hornos de homogeneizado cuenta con la siguiente descripción general:

- ✓ **Cámara interior:** Está construida con perfiles y chapas de acero inoxidable AISI 430 con espesores de 3mm y su objeto es establecer la correcta circulación de aire en el interior del horno. Esta cámara se suspende del techo y se fija mediante tirantes de inoxidable. Se compone de deflectores laterales, superior, inferior y tabiques separadores de zonas. El deflector inferior permite el paso de aire orientándolo hacia la carga con distribución uniforme.
- ✓ **Revestimiento:** se dispone en el espacio que separa los envolventes exterior e intermedia.

Está compuesta por mantas de fibra cerámica calidad 1000°C y por paneles sumergidos de lana mineral, calidad 700°C; 130kg/m³ densidad.

Los espesores parciales son suficientes para que la temperatura general de la calderería se mantenga ligeramente por encima de la del ambiente, siendo el espesor total de 265mm. Se estima que la temperatura representativa de calderería exterior no sobrepasara los 25°C sobre temperatura ambiente lo que representa una pérdida media de energía por transmisión de 300kcal/m²h.

- ✓ **Puertas del horno:** el horno está dotado con una puerta en cada extremo, con marco refrigerado por agua.

Se suspenden de sendos pórticos y su desplazamiento es vertical. Cada puerta es de forma rectangular y está compuesta por un bastidor cubierto con chapas de acero dulce en su parte exterior y en la interior de acero inoxidable AISI 430. El espacio intermedio se rellena con material aislante como el empleado en las paredes del horno.

Las puertas están conducidas en sus movimientos por medio de guías y perfiles sujetos a los frontis. Este apriete se consigue mediante muelles antagonistas para garantizar una presión constante, de modo que se logra un cierre perfecto. Para el desapriete se utilizan cilindros neumáticos.

El accionamiento de cada puerta se realiza mediante un mecanismo electromecánico con sus reductores, ejes, poleas, etc.

- ✓ **Cámara intermedia:** entre el envolvente exterior del horno y la cámara interior, se sitúa una cámara intermedia, construida con chapas de acero inoxidable AISI 430 de 2 mm de espesor, que soporta por un lado el revestimiento del horno y por el otro lado sirve como pared deflectora del aire de circulación.
- ✓ **Envolvente:** es la cámara exterior del horno, constituida por una caja construida con perfiles y chapas de acero dulce. Predominan los perfiles en “U” y en doble “T” de 300 y 200 mm y las chapas de 5 mm de espesor. En ambos extremos dispone de frontis de chapas atornillados a los pies derechos. Los frontis son refrigerados por agua dispuestos con juntas de fibra cerámica, sobre las que se aprietan las puertas cuando están cerradas.

- ✓ **Circulación forzada:** con objeto de lograr una rápida transmisión de calor y buena uniformidad de temperatura, se establece una fuente recirculación del aire caliente.

En el techo del horno se colocan ventiladores centrífugos de tipo turbina, que aspiran el aire por su parte central y lo impulsan hacia los laterales y a continuación a través de la cámara de carga.

La correcta distribución del aire está asegurada mediante la utilización de difusores en la impulsión de ventiladores y por los propios deflectores que delimitan la cámara interior. El accionamiento de los ventiladores se hace por medio de motores eléctricos trifásicos de dos velocidades. La transmisión del movimiento se efectúa a través de poleas y correas.

- ✓ **Equipo de combustión:** el horno está equipado con 48 tubos radiantes verticales en forma de “U”, dispuestos simétricamente en ambos laterales y fácilmente desmontables, contruidos en acero refractario, calentados por otros tantos quemadores de la firma NORTH AMERICAN MANUFACTURING COMPANY tipo 4725-5, capaces de suministrar una potencia calorífica total de 11.850.000 Kcal./h., empleando como combustible gas natural con aire a la temperatura ambiente. El sistema se divide en 5 zonas de regulación independientes, efectuándose el control de combustión mediante los siguientes elementos, siendo los principales:

- Línea de gas a los quemadores principales
- Línea de aire a los quemadores
- Quemadores pilotos y supervisión de llama

- ✓ **Regulación de temperatura:** el control de la temperatura del horno se realiza automáticamente y para ello se dispone de un equipo por cada uno de las 5 zonas o circuitos independientes que forman el sistema de calentamiento.

Cada equipo consta de:

- Un regulador indicador digital de temperatura por microprocesador.
- Regulación continua a modulación de impulsos P.A.T., acciones PID, precisión $\pm 0,25\%$ del rango.
- Un termopar de níquel-cromo con su caña de protección de acero refractario y cabeza de conexión.
- Una unidad de control estación automático-manual para accionar el servomotor que maniobra la válvula de regulación del caudal de aire.
- Un servomotor eléctrico proporcional, adecuado para el accionamiento de la válvula de regulación del caudal aire.
- Un conjunto de interruptores de mando, lámparas de señal control, fusibles de cuadro, condensadores y otros accesorios. Todo ello debidamente conectado y montado en el panel de regulación.

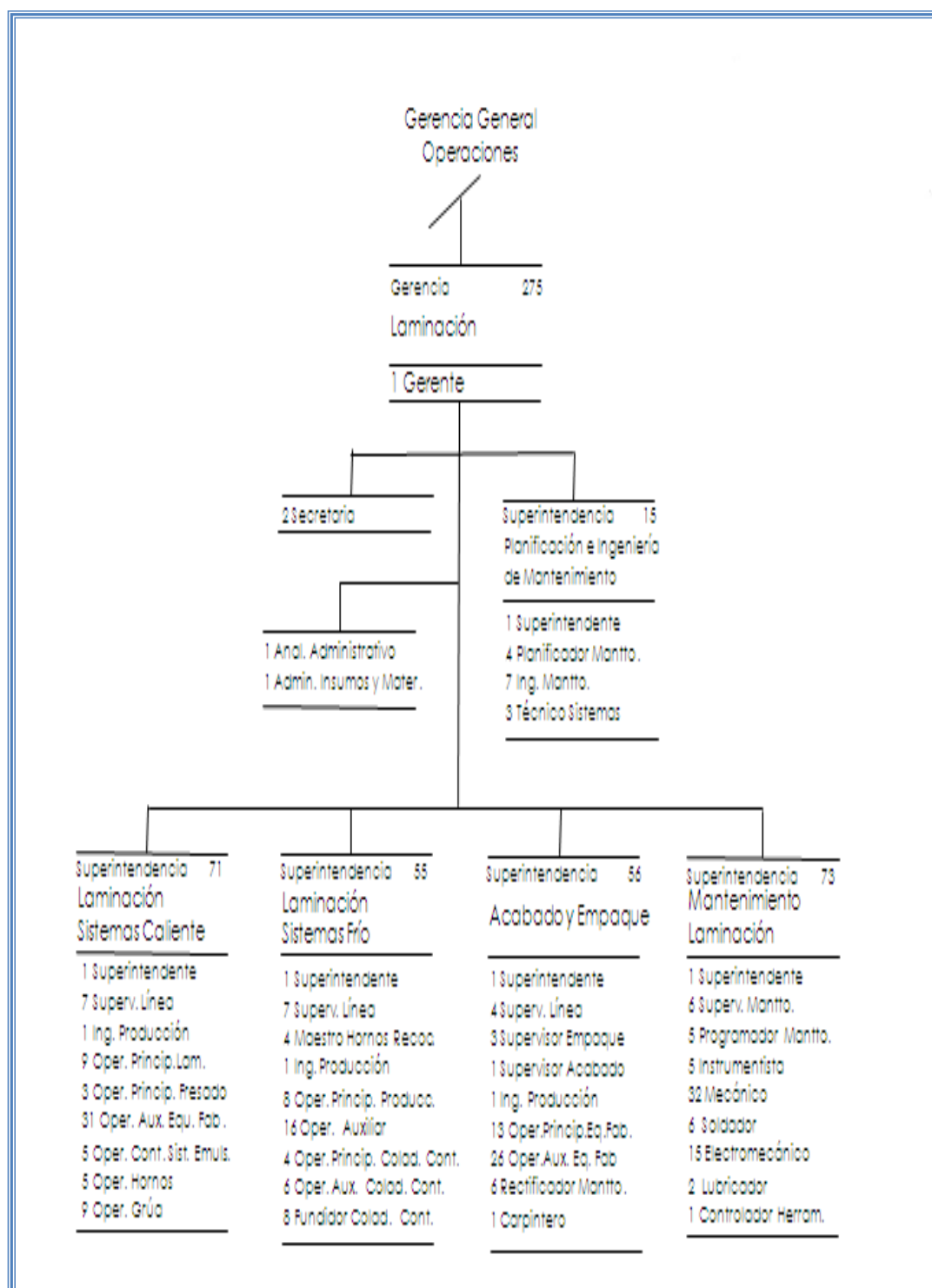
Entre otros de los elementos que conforman al horno se tiene:

- ✓ Carriles para apoyo de carga
- ✓ Zapatas porta-placas
- ✓ Línea de gas a los quemadores principales
- ✓ Línea de aire a los quemadores
- ✓ Quemadores piloto y supervisión de llama
- ✓ Registro de temperatura

- ✓ Armario de regulación
- ✓ Centro de control de motores
- ✓ Controlador lógico programable
- ✓ Mecanismos
- ✓ Mesa de carga
- ✓ Centrador de placas
- ✓ Volteador de carga
- ✓ Empujadora
- ✓ Extractor de descarga
- ✓ Volteador de descarga
- ✓ Mesa de descarga
- ✓ Retorno de zapatas y elementos diversos.

Como ya se mencionó el horno en estudio posee 48 quemadores, en donde en condiciones de trabajos estos no están en su total funcionamiento, ya que por diversos motivos nos encontramos que en su mayoría se tiene un aproximado de 10 a 16 quemadores apagados, siendo una de las causas que el motor de combustión absorbe el aceite hidráulico depositado en la fosa del horno provocando el apagado de los quemadores. Es importante mencionar que el aislante térmico de las paredes internas no está en las mejores condiciones y debido a esto en la parte externa la zona del cableado sufrió daños, producto del flujo de calentamiento.

Organigrama de Cargos de Laminación



CAPITULO VI

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Análisis de las Fallas Mecánicas Presentadas en los Hornos de Precalentamiento y Homogeneizado en el Año 2010

Los hornos de precalentamiento y homogeneizado son los encargados de realizar el proceso de precalentamiento de los planchones que van directo al laminador en caliente CLESIM COSIM, en donde se obtiene como resultado la bobina, estos 2 equipos son dependientes el uno al otro, ya que el laminador depende de los planchones provenientes del horno y si este presenta alguna parada y no hay planchones en espera para pasar al laminador, inmediatamente el laminador tendría que dejar de producir bobinas. Trabajando el horno en estudio en condiciones normales (sin presentar ningún tipo de paradas), debería de tener un tiempo efectivo de laminación de 0,25 horas (15 min) en aleaciones 3003, 1100 y 1350. Es importante destacar que solo la aleación 3003 necesita el proceso de homogeneizado.

Por medio de la revisión de diferentes informes de mantenimiento, reportes de supervisores, reportes de operadores y observación directa se identificaron situaciones y fallas que afectan la producción, donde las más frecuentes son las de tipo mecánico, eléctrico y térmico.

A continuación presentamos una recopilación de las fallas, clasificándolas según su origen:

✓ **Enero 2010**

El horno II no laboró durante todo el mes de Enero debido al bajo flujo de planchones provenientes de fundición, por lo que se decidió laminar con un solo horno.

Tabla 1: fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes de enero.

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|--|-----------------|----------------------------|---|----------------|
| 1 | 10 | 60 min | Falla en extractores | H1 |
| 2 | 10 | 120 min | Falla en extractores | H1 |
| 3 | 11 | 19,8 min | Falla en carriles auxiliares | H1 |
| 4 | 11 | 30 min | Falla en extractores | H1 |
| 5 | 11 | 60 min | Falla en pulpo de entrada | H1 |
| 6 | 11 | 75 min | Falla en pulpo de entrada | H1 |
| 7 | 15 | 60 min | Falla en mesa retorno de zapata | H1 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 424,8 min = 7, 08 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 0 min | |

Fuente: elaboración propia

Las fallas mecánicas del **horno 1** en el mes de enero dieron un total de 7,08 horas, entonces:

1 bobina se realiza en 0,25 horas, si el horno 1 estuvo parado 7,08 horas se dejó de producir lo siguiente:

Bobinas sin producir en enero 2010 en el horno 1

$$= \frac{7,08 \text{ horas} \times 1 \text{ bobinas}}{0,25 \text{ Horas}} = 28 \text{ bobinas}$$

✓ **Febrero 2010**

Tabla 2: fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes de febrero

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|-------------|-----------------|----------------------------|------------------------------------|----------------|
| 1 | 06 | 145,2 min | Falla en la tarjeta PLC de entrada | H1 |
| 2 | 08 | 60 min | Falla en puerta de entrada | H2 |
| 3 | 08 | 75 min | Falla en la puerta de entrada | H2 |
| 4 | 08 | 30 min | Falla en la mesa de salida | H1 |

| | | | | |
|---|----|---------|--|----|
| 5 | 08 | 30 min | Falla en los talonadores del volteador | H2 |
| 6 | 14 | 30 min | Falla volteador de salida | H2 |
| 7 | 14 | 225 min | Falla en posicionador de zapata | H1 |
| 8 | 14 | 60 min | Falla en el posicionador de zapata | H1 |
| 9 | 15 | 30 min | Falla detectores de zapata | H2 |
| 10 | 17 | 60 min | Falla carriles auxiliares de entrada | H2 |
| 11 | 18 | 15 min | Falla en los extractores | H2 |
| 12 | 18 | 30 min | Falla carriles auxiliares de entrada | H2 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 460,2 min = 7,67 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 330 min = 5,50 horas | |

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de febrero del 2010 en ambos hornos fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en febrero 2010 en el horno 1

$$= \frac{7,67 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 30 \text{ bobinas}$$

Bobinas sin producir en febrero 2010 en el horno 2

$$= \frac{5,50 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 22 \text{ bobinas}$$

✓ **Marzo 2010**

Tabla 3: fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes de Marzo

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|-------------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|----------------|
| 1 | 06 | 60 min | Falla en mesa de entrada | H1 |
| 2 | 09 | 99,6 min | Falla en carriles auxiliares | H1 |
| 3 | 12 | 30 min | Falla en el pulpo de entrada | H1 |
| 4 | 14 | 15 min | Falla en el volteador de entrada | H1 |
| 5 | 15 | 90 min | Falla en el centrador de placas | H1 |
| 6 | 15 | 255 min | Falla en el centrador de placas | H1 |
| 7 | 20 | 30 min | Falla en la mesa de salida | H2 |
| 8 | 20 | 85,2 min | Falla en la mesa de salida | H2 |

| | | | | |
|--|----|----------|--|----|
| 9 | 20 | 150 min | Falla en la mesa de salida | H2 |
| 10 | 20 | 30 min | Falla en la mesa de salida | H2 |
| 11 | 20 | 20,4 min | Falla en el volteador de salida | H2 |
| 12 | 25 | 30 min | Falla en los carriles auxiliares de entrada | H2 |
| 13 | 25 | 30 min | Falla en el volteador de salida | H2 |
| 14 | 26 | 30 min | Falla en el automatizador de la puerta de salida | H2 |
| 15 | 28 | 45 min | Falla en los talonadores de salida | H2 |
| 16 | 31 | 30 min | Falla en el volteador de salida | H2 |
| 17 | 31 | 60 min | Falla en talonadores de salida | H2 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 555 min = 9, 25 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 540,6 = 9,01 | |

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de Marzo del 2010 en ambos hornos fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en marzo 2010 en el horno 1

$$= \frac{9,25 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 37 \text{ bobinas}$$

Bobinas sin producir en marzo 2010 en el horno 2

$$= \frac{9,01 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 36 \text{ bobinas}$$

✓ **Abril 2010**

Tabla 4: fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes de Abril

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|-------------|-----------------|----------------------------|---|----------------|
| 1 | 14 | 15 min | Falla en talonadores de salida | H2 |
| 5 | 14 | 105 min | Falla en la puerta de salida | H2 |
| 12 | 15 | 60 min | Falla en los temposones de apriete | H2 |
| 6 | 17 | 15 min | Falla en el volteador de salida | H2 |
| 7 | 17 | 15 min | Falla en el gato del talonador de entrada | H2 |
| 2 | 18 | 90 min | Falla de bloqueo de carga | H1 |
| 3 | 18 | 255 min | Falla de bloqueo de carga | H1 |
| 8 | 18 | 240 min | Falla en la central hidráulica | H2 |

| | | | | |
|--|----|----------|---|----|
| 9 | 18 | 195 min | Falla en la central hidráulica | H2 |
| 13 | 18 | 50,4 min | Falla en el volteador de salida | H1 |
| 10 | 19 | 60 min | Falla en los carriles auxiliares de entrada | H1 |
| 14 | 24 | 15 min | Falla en los talonadores | H2 |
| 15 | 24 | 15 min | Falla en los talonadores | H2 |
| 11 | 28 | 19,8 min | Falla en el volteador de entrada | H1 |
| 4 | 30 | 45 min | Falla en la electroválvula de la mesa de elevación | H1 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 520,2 min = 8,7 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 675 min = 11,25 horas | |

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de abril del 2010 en ambos hornos fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en abril 2010 en el horno 1

$$= \frac{8,7 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 34 \text{ bobinas}$$

Bobinas sin producir en abril 2010 en el horno 2

$$= \frac{11,25 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 45 \text{ bobinas}$$

✓ **Mayo 2010**

Tabla 5: fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes de Mayo

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|---|------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------|
| 1 | 01 | 1980 min | Desprendimiento de la cortina lateral | Horno 1 |
| 2 | 02 | 4350 min | Desprendimiento de cortinas laterales internas | Horno 2 |
| 4 | 06 | 240 min | Falla en la puerta de entrada | Horno 1 |
| 5 | 11 | 45 min | Falla en retorno de zapatas | Horno 1 |
| 6 | 19 | 120 min | Rotura de cadena de moto-reductor | Horno 1 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 2365 min = 39,75 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 4350 min =72,5 horas | |

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de mayo del 2010 en ambos hornos fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en Mayo 2010 en el horno 1

$$= \frac{39,75 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 159 \text{ bobinas}$$

Bobinas sin producir en Mayo 2010 en el horno 2

$$= \frac{72,5 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 290 \text{ bobinas}$$

✓ **Junio 2010**

Tabla 6: fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes de Junio

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|-------------|-----------------|----------------------------|---|----------------|
| 1 | 03 | 15 min | Falla en talonadores de salida | Horno 2 |
| 2 | 03 | 15 min | Falla en talonadores de salida | Horno 2 |
| 3 | 04 | 30 min | Falla extractores | Horno 2 |
| 4 | 07 | 4215 min | Daño de cinco rodillos en la mesa de retorno de zapatas | Horno 1 |
| 5 | 11 | 180 min | Falla en los extractores | Horno 1 |
| 6 | 11 | 180 min | Falla en los extractores | Horno 2 |
| 7 | 12 | 30 min | Falla en los talonadores de entrada | Horno 2 |
| 8 | 13 | 30 min | Falla en mesa de salida | Horno 1 |
| 9 | 14 | 75 min | Falla en los talonadores | Horno 2 |

| | | | | |
|--|----|--------|---|---------|
| | | | de entrada | |
| 10 | 15 | 15 min | Falla en secuencia | Horno 2 |
| 11 | 16 | 30 min | Falla en los carriles auxiliares de salida | Horno 1 |
| 12 | 16 | 75 min | Falla en los carriles auxiliares de salida | Horno 1 |
| 13 | 19 | 60 min | Falla en el medidor de placa | Horno 2 |
| 14 | 20 | 30 min | Falla en el pulpo de entrada | Horno 1 |
| 15 | 23 | 30 min | Falla en los carriles auxiliares | Horno 2 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 4560 min = 76 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 450 min = 7,5 horas | |

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de junio del 2010 en ambos hornos fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en Junio 2010 en el horno 1

$$= \frac{76 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 304 \text{ bobinas}$$

Bobinas sin producir en Junio 2010 en el horno 2

$$= \frac{7,5 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 30 \text{ bobinas}$$

✓ Julio 2010

Tabla 7: fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes de julio

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|---|-----------------|----------------------------|--|----------------|
| 1 | 03 | 15 min | Falla en los extractores | Horno 2 |
| 2 | 03 | 20 min | Falla en los extractores de salida | Horno 2 |
| 3 | 05 | 315 min | falla de la lectura del temposonic del talonador | Horno 2 |
| 4 | 10 | 20 min | Falla en el pulpo de salida | Horno 2 |
| 5 | 10 | 15 min | Falla en el volteador de salida | Horno 2 |
| 6 | 10 | 30 min | Falla en los carriles auxiliares | Horno 2 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 0 min | | | Total tiempo de falla horno 2= 415 min = 6,9 horas | |

Fuente: elaboración propia

El horno 1 no presento fallas mecánicas durante el mes de julio del 2010.

El total de bobinas sin producir en el mes de julio del 2010 en el horno 2 fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en Julio 2010 en el horno 2

$$= \frac{6,9 \text{ horas} \times 1 \text{ bobinas}}{0,25 \text{ horas}} = 27 \text{ bobinas}$$

✓ **Agosto 2010**

Tabla 8: fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes de agosto

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|--|-----------------|----------------------------|---|----------------|
| 1 | 04 | 45 min | Falla en el basculamiento | H1 |
| 2 | 09 | 30 min | Falla en el pulpo de salida | H2 |
| 3 | 13 | 15 min | Falla en el volteador | H2 |
| 4 | 15 | 45 min | Falla en el volteador | H2 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 45 min = 0,75 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 90 min = 1,50 horas | |

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de agosto del 2010 en ambos hornos fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en agosto 2010 en el horno 1

$$= \frac{0,75 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 3 \text{ bobinas}$$

Bobinas sin producir en agosto 2010 en el horno 2

$$= \frac{1,50 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 6 \text{ bobinas}$$

✓ **Septiembre 2010**

Tabla 9: fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes de septiembre

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|-------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|----------------|
| 1 | 02 | 15 min | Falla en los talonadores | H2 |
| 2 | 05 | 15 min | Falla en talonador de entrada | H2 |
| 3 | 05 | 15 min | Falla en el talonador | H2 |

| | | | | |
|--|----|----------|--|----|
| | | | de salida | |
| 4 | 05 | 30 min | Falla en secuencia | H2 |
| 5 | 09 | 20 min | Falla en los extractores de salida | H2 |
| 6 | 09 | 40 min | Falla mesa de salida | H1 |
| 7 | 15 | 150 min | Falla en el posicionador de zapata | H1 |
| 8 | 16 | 465 min | Falla en el posicionador de zapata | H1 |
| 9 | 16 | 435 min | Falla en el posicionador de zapata | H1 |
| 10 | 21 | 30 min | Falla en el pulpo de entrada | H1 |
| 11 | 23 | 40,2 min | Falla en los extractores | H1 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 1160,2 = 19,3 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 95 min = 1,6 horas | |

Fuente: elaboración propia

El total de Bobinas sin producir en el mes de septiembre del 2010 en ambos hornos fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en septiembre 2010 en el horno 1

$$= \frac{19,3 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 77 \text{ bobinas}$$

Bobinas sin producir en septiembre 2010 en el horno 2

$$= \frac{1,6 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 6 \text{ bobinas}$$

✓ **Octubre 2010**

El horno I no laboro durante el mes de octubre, ya que se encontraba apagado por falta de metal.

Tabla 10: fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes de octubre

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|--|-----------------|----------------------------|--|----------------|
| 1 | 14 | 75 min | Falla en los extractores | H2 |
| 2 | 16 | 30 min | Falla en los extractores | H2 |
| 3 | 26 | 90 min | Falla en la válvula de carga | H2 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 0 min | | | Total tiempo de falla horno 2= 195 min = 3,25 horas | |

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de octubre del 2010 en el horno 2 fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en octubre 2010 en el horno 2

$$= \frac{3,25 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 13 \text{ bobinas}$$

✓ **Noviembre 2010**

El horno II se mantuvo apagado durante el mes de noviembre.

Tabla 11: fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes de noviembre

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|-------------|-----------------|----------------------------|------------------------------------|----------------|
| 1 | 07 | 30 min | Falla en puerta de salida | H1 |
| 2 | 10 | 15 min | Falla en los extractores de salida | H1 |
| 3 | 12 | 90 min | Falla en los talonadores de salida | H1 |

| | | | | |
|--|----|--------|---|----|
| 4 | 27 | 15 min | Falla en el volteador de entrada | H1 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 150 min = 2,5 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 0 min | |

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de noviembre del 2010 en el horno 1 fueron los siguientes:

$$\begin{aligned}
 &\text{Bobinas sin producir en noviembre 2010 en el horno 1} \\
 &= \frac{2,5 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 10 \text{ bobinas}
 \end{aligned}$$

✓ Diciembre 2010

El horno II continuó sin laborar durante el mes de diciembre.

Tabla 12: fallas mecánicas de los hornos de precalentamiento del mes de diciembre

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|-------------|-----------------|----------------------------|-----------------------|----------------|
| 1 | 8 | 60 min | Falla en el empujador | H1 |
| 2 | 10 | 15 min | Falla en los carriles | H1 |

| | | | | |
|---|----|--------|---|----|
| | | | auxiliares | |
| 3 | 15 | 60 min | Falla mesa de entrada | H1 |
| 4 | 23 | 60 min | Falla en el empujador | H1 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 195 min = 3,25 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 0 min | |

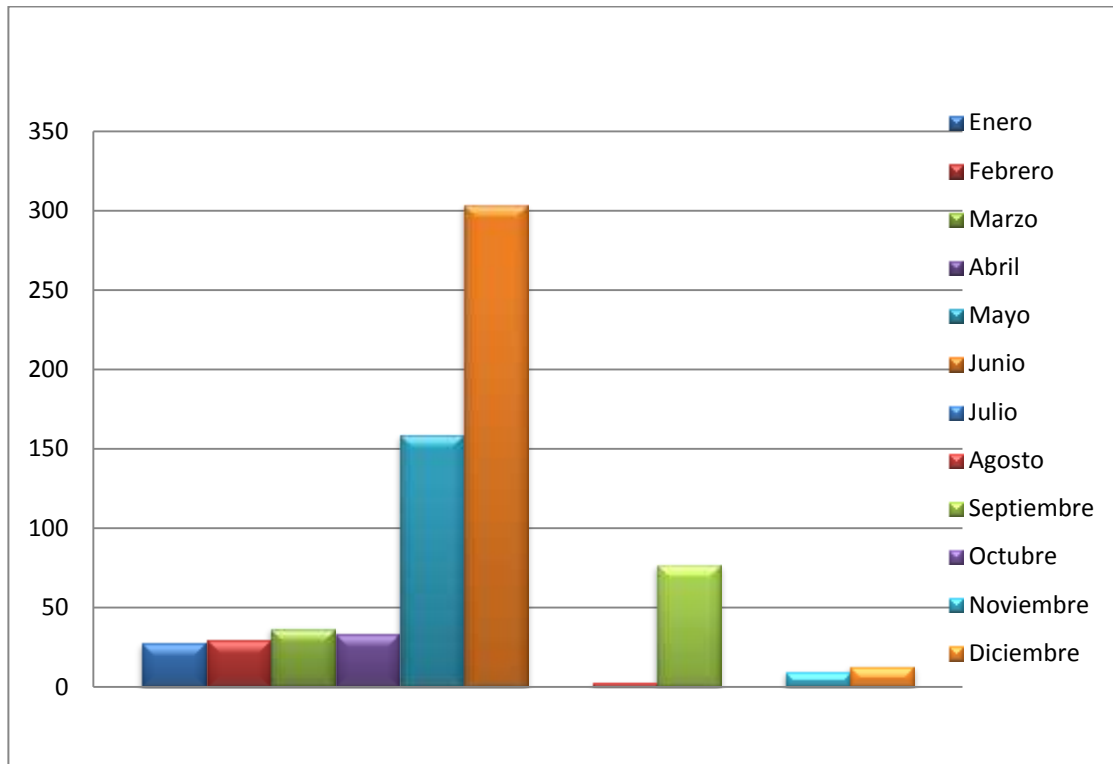
Fuente: elaboración propia

El total de Bobinas sin producir en el mes de diciembre del 2010 en el horno 1 fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en diciembre 2010 en el horno 1

$$= \frac{3,25 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 13 \text{ bobinas}$$

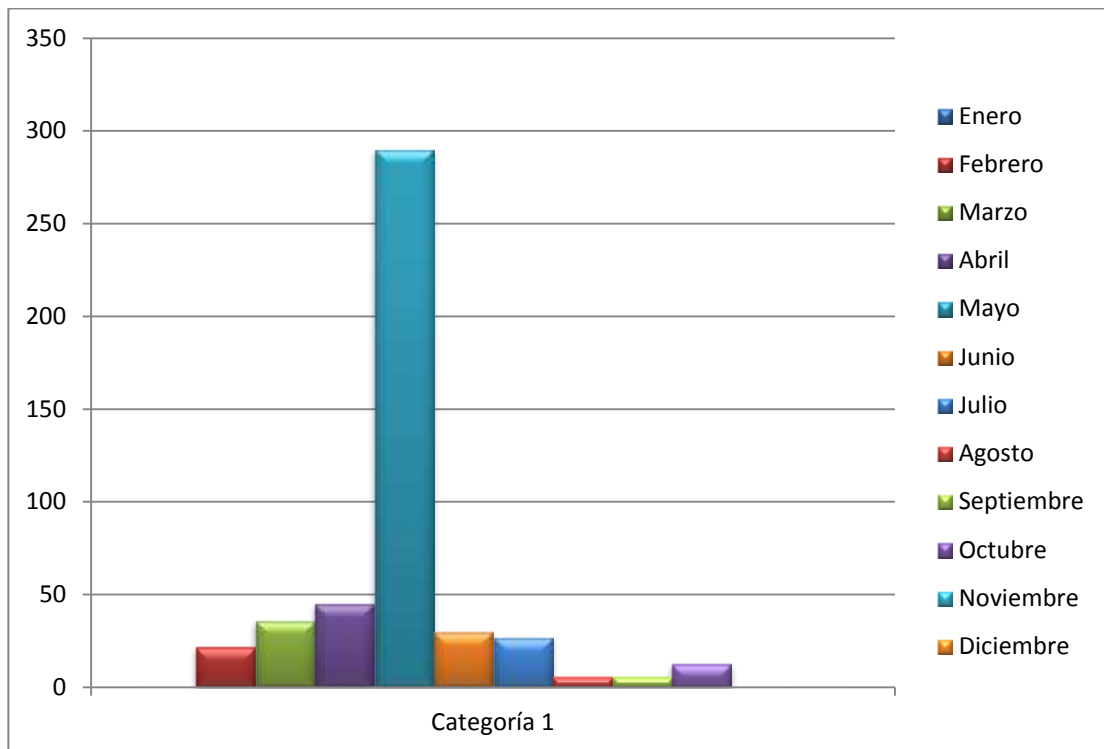
Grafica 1: números de bobinas sin producir en el año 2010 debido a las fallas mecánicas presentadas en el horno 1



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 1 se puede notar que en el mes de junio la cantidad de bobinas sin producir por fallas mecánicas presentadas en el horno 1 es significativa, llegando a 304 bobinas, representando el 44% del total de bobinas sin producir por fallas presentadas en el equipo en el año 2010. En el mes de julio el horno 1 no presentó fallas mecánicas y en octubre el horno estuvo apagado.

Grafica 2: números de bobinas sin producir en el año 2010 debido a las fallas mecánicas presentadas en el horno 2



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 2 se puede notar que en el mes de Mayo la cantidad de bobinas sin producir por fallas mecánicas presentadas en el horno 2 es significativa, llegando a 290 bobinas, representado el 61% del total de fallas presentadas en el equipo en el año 2010. Lo que corresponde al mes de enero, noviembre y diciembre el horno se mantuvo apagado.

Análisis de las Fallas Eléctricas Presentadas en los Hornos de Precalentamiento y Homogeneizado en el Año 2010

✓ Enero 2010

El horno II no laboró durante todo el mes de Enero debido al bajo flujo de planchones provenientes de fundición, por lo que se decidió laminar con un solo horno.

Tabla 13: fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes de enero

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|---|-----------------|----------------------------|---|----------------|
| 1 | 09 | 1253,2 min | Falla eléctrica (Cortocircuito) | H1 |
| 2 | 10 | 1253,2 min | Falla eléctrica (Cortocircuito) | H1 |
| 3 | 18 | 1253,2 min | Falla eléctrica (Cortocircuito) | H1 |
| 4 | 23 | 214,8 min | Falla en la secuencia de carga de placa | H1 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 3974,4 min = 66,24 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 0 min | |

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de enero del 2010 en el horno 1 fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en enero 2010 en el horno 1

$$= \frac{66,24 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 264 \text{ bobinas}$$

✓ **Febrero 2010**

Tabla 14: fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes de febrero

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|-------------|-----------------|----------------------------|---|----------------|
| 1 | 18 | 420,10 min | Falla en la secuencia automática del pulpo de entrada | H1 |
| 2 | - | 144,6 min | Falla en la alimentación eléctrica | H1 |
| 3 | - | 870 min | Falla por encendido de varios quemadores | H2 |
| 4 | - | 435 min | Falla eléctrica por apagón del horno | H2 |
| 5 | - | 330 min | Falla eléctrica en sistema de carga | H2 |

| | |
|--|---|
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 564,7 min = 9,4 horas | Total tiempo de falla horno 2= 1635 min = 27,3 horas |
|--|---|

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de febrero del 2010 en ambos hornos fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en febrero 2010 en el horno 1

$$= \frac{9,4 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 37 \text{ bobinas}$$

Bobinas sin producir en febrero 2010 en el horno 2

$$= \frac{27,3 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 109 \text{ bobinas}$$

✓ **Marzo 2010**

Tabla 15: fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes de marzo

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|---|------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|
| 1 | 11 | 795 min | Falla eléctrica en el volcador de entrada | H1 |
| 2 | 14 | 114 min | Falla eléctrica en el sistema de descarga | H1 |
| 3 | 15 | 60 min | Falla en la mesa de centrado de planchón | H1 |
| 4 | - | 1500 min | Falla en talonadores de entrada | H2 |
| 5 | - | 60 min | Falla en la secuencia del empujador | H2 |
| 6 | 20 | 355,2 min | Falla por disparo del guarda motor | H2 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 969 min = 16,2 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 1915,2 min = 31,9 horas | |

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de marzo del 2010 en ambos hornos fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en Marzo 2010 en el horno 1

$$= \frac{16,2 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 64 \text{ bobinas}$$

Bobinas sin producir en Marzo 2010 en el horno 2

$$= \frac{31,9 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 127 \text{ bobinas}$$

✓ **Abril 2010**

El horno 1 no presento fallas eléctricas en el mes de abril.

Tabla 16: fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes de abril

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|-------------|-----------------|----------------------------|---|----------------|
| 1 | - | 5625 min | Perdida del aislamiento del motor del ventilador de refrigeración | Horno 2 |
| 2 | 15 | 30 min | Falla en celdas de alta tensión | Horno 2 |

| | | | | |
|--|----|--------|--|---------|
| 3 | 25 | 30 min | Corto circuito | Horno 2 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 0 min | | | Total tiempo de falla horno 2= 5685 min = 94,75 horas | |

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de abril del 2010 en el horno 2 fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en abril 2010 en el horno 2

$$= \frac{94,75 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 379 \text{ bobinas}$$

✓ Mayo 2010

El horno 1 no presento fallas eléctricas en el mes de mayo.

Tabla 17: fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes de mayo

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|-------------|-----------------|----------------------------|--|----------------|
| 1 | 450 min | - | Falla en la fuente de 24 Vdc que alimenta al PLC | Horno 2 |

| | |
|--|---|
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 0 min | Total tiempo de falla horno 2= 450 min = 7,5 horas |
|--|---|

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de mayo del 2010 en el horno 2 fueron los siguientes

$$\text{Bobinas sin producir en Mayo 2010 en el horno 2} \\ = \frac{7,5 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 30 \text{ bobinas}$$

✓ Junio 2010

Tabla 18: fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes de junio

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|-------------|-----------------|----------------------------|---|----------------|
| 1 | 03 | 105 min | fallas en el sistema de los talonadores de entrada | Horno 2 |
| 2 | - | 1920 min | Falla de los 24 Vdc de alimentación de las tarjetas de entrada y de | Horno 1 |

| | | | | |
|--|---|----------|--|---------|
| | | | salida del PLC | |
| 3 | - | 3600 min | falla en la fuente de 24 Vdc que alimenta a las válvulas | Horno 1 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 5520 min = 92 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 105 min = 1,75 horas | |

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de junio del 2010 en ambos hornos fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en junio 2010 en el horno 1

$$= \frac{92 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 368 \text{ bobinas}$$

Bobinas sin producir en junio 2010 en el horno 2

$$= \frac{1,75 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 7 \text{ bobinas}$$

✓ Julio 2010

Tabla 19: fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes de julio

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|---|-----------------|----------------------------|---|----------------|
| 1 | - | 135 min | fallo de alimentación de 24 Vdc | Horno 1 |
| 2 | 03 | 64,8 min | fallas en el sistema automático de los extractores de placas | Horno 2 |
| 3 | 05 | 315 min | falla de la lectura del temposonic del talonador | Horno 2 |
| 4 | 07 | 30 min | Falta de señalización de horno | Horno 1 |
| 5 | 24 | 15 min | Falla en alimentación eléctrica | Horno 2 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 165 min = 2,75 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 394,8 min = 6,6 horas | |

Fuente: elaboración propia

El total de bobinas sin producir en el mes de julio del 2010 en ambos hornos fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en julio 2010 en el horno 1

$$= \frac{2,75 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 11 \text{ bobinas}$$

Bobinas sin producir en julio 2010 en el horno 2

$$= \frac{6,6 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 26 \text{ bobinas}$$

✓ **Agosto 2010**

Tabla 20: fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes de agosto

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|--|-----------------|----------------------------|--|----------------|
| 1 | - | 120 min | Cortocircuito | Horno 2 |
| 2 | 25 | 435 min | Falla de alta tensión | Horno 2 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 0 min | | | Total tiempo de falla horno 2= 555 min = 9,25 horas | |

Fuente: elaboración propia

El horno 1 no presento fallas eléctricas durante el mes de agosto.

El total de bobinas sin producir en el mes de agosto del 2010 en el horno 2 fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en Agosto 2010 en el horno 2

$$= \frac{9,25 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 37 \text{ bobinas}$$

✓ **Septiembre 2010**

Tabla 21: fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes de septiembre

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|--|-----------------|----------------------------|---|----------------|
| 1 | 23 | 30 min | Falla en la señal del horno | Horno 1 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 30 min = 0,50 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 0 min | |

Fuente: elaboración propia

El horno 2 no presento fallas eléctricas durante el mes de septiembre.

El total de bobinas sin producir en el mes de septiembre del 2010 en el horno 1 fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en septiembre 2010 en el horno 1

$$= \frac{0,50 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 2 \text{ bobinas}$$

✓ **Octubre 2010**

En el mes de octubre ambos hornos de precalentamiento no reportaron fallas eléctricas.

✓ **Noviembre 2010**

Tabla 22: fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes de noviembre

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|-------------|-----------------|----------------------------|--------------------------------|----------------|
| 1 | 19 | 270 min | Apagón en el horno | Horno 1 |
| 2 | 21 | 90 min | Falla en celda de alta tensión | Horno 1 |
| 3 | 22 | 180 min | Falla en celda de alta tensión | Horno 1 |
| 4 | 23 | 90 min | Falla en temposony | Horno 1 |

| | |
|---|---|
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 630 min = 10,5 horas | Total tiempo de falla horno 2= 0 min |
|---|---|

Fuente: elaboración propia

El horno II se mantuvo apagado m durante el mes de noviembre.

El total de bobinas sin producir en el mes de noviembre del 2010 en el horno 1 fueron los siguientes:

$$\text{Bobinas sin producir en noviembre 2010 en el horno 1} \\ = \frac{10,5 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 42 \text{ bobinas}$$

✓ **Diciembre 2010**

Tabla 23: fallas eléctricas de los hornos de precalentamiento del mes de diciembre

| Nº DE FALLA | DÍA DE LA FALLA | DURACIÓN DE LA FALLA (min) | CARACTERÍSTICAS | HORNO AFECTADO |
|---|------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|
| 1 | 21 | 15 min | Falla en celda de alta tensión | Horno 1 |
| Total de tiempo de fallas horno 1 = 15 min =0,25 horas | | | Total tiempo de falla horno 2= 0 min | |

Fuente: elaboración propia

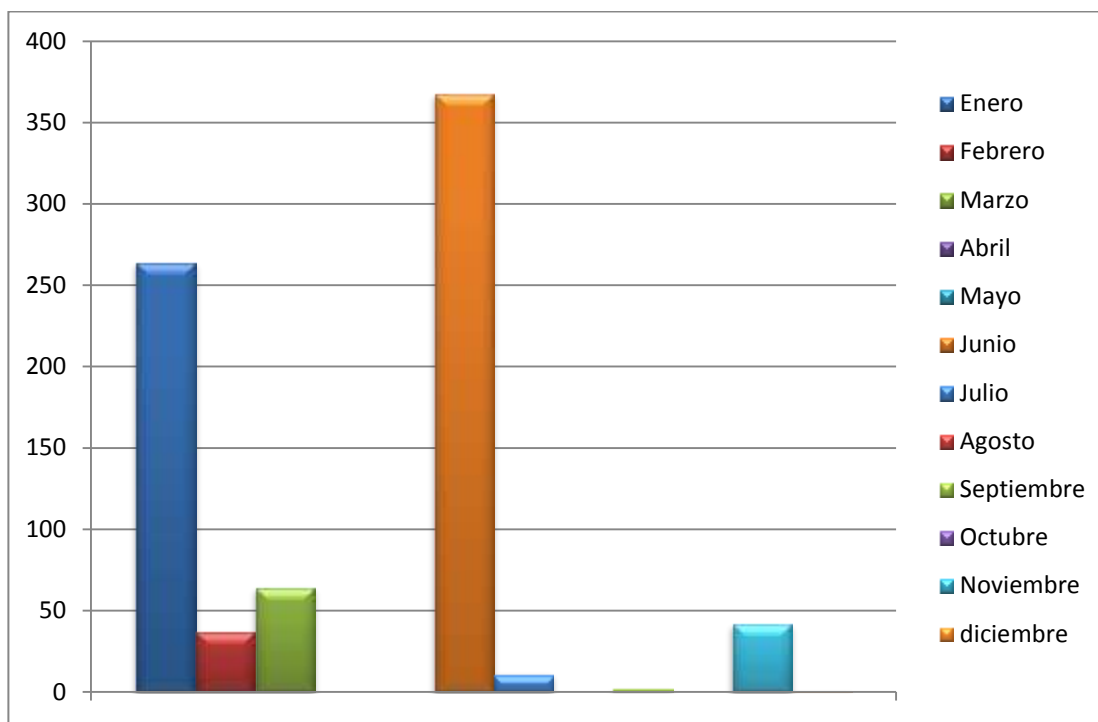
El horno II continuó sin laborar durante el mes de diciembre.

El total de bobinas sin producir en el mes de noviembre del 2010 en el horno 1 fueron los siguientes:

Bobinas sin producir en diciembre 2010 en el horno 1

$$= \frac{0,25 \text{ horas} \times 1 \text{ bobina}}{0,25 \text{ horas}} = 1 \text{ bobina}$$

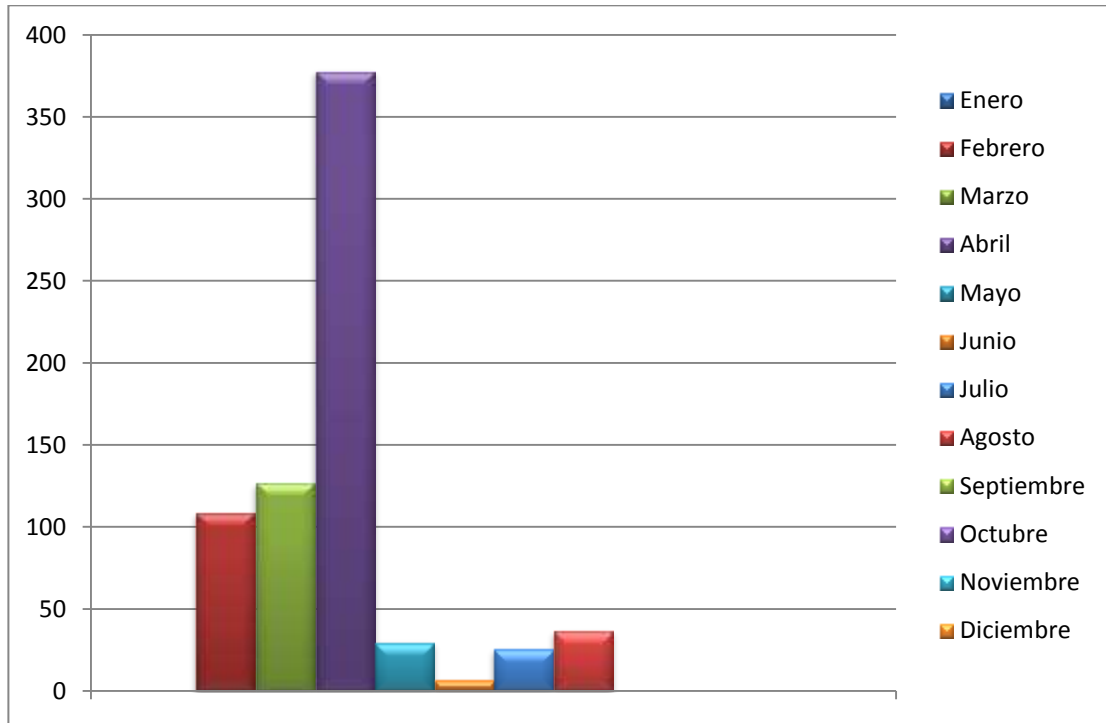
Grafica 3: números de bobinas sin producir en el año 2010 debido a las fallas eléctricas presentadas en el horno 1



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 3 se puede notar que tanto el mes de enero como el mes junio la cantidad de bobinas sin producir por fallas eléctricas en el horno 1 es significativo, en enero se dejó de producir 264 bobinas, representando el 33% del total de planchones sin producir fallas presentadas en el equipo en el año 2010 y en junio fueron 368 bobinas sin producir representando el 46,5%. En los meses de abril, mayo, agosto y octubre el horno 1 no reporto fallas eléctricas.

Grafica 4: números de bobinas sin producir en el año 2010 debido a las fallas eléctricas presentadas en el horno 2



Fuente: elaboración propia

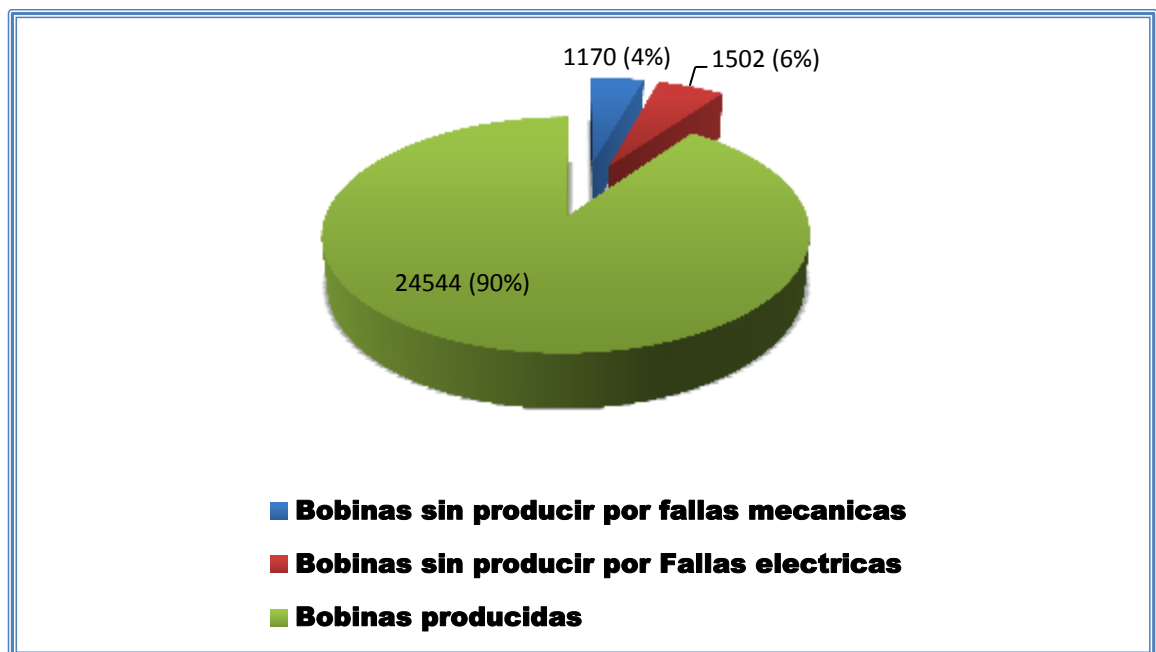
En la gráfica 4 se puede notar que en el mes de abril la cantidad de planchones sin producir por fallas eléctricas en el horno 2 es significativo, en abril se dejó de producir 379 bobinas, representando el 53% del total de bobinas sin producir por fallas presentadas en el equipo en el año 2010. En Enero, Noviembre y diciembre el horno estuvo apagado, mientras que en septiembre y octubre no se reportó falla eléctrica en los mismos.

Relación anual de la producción con las fallas presentadas

De acuerdo a la observación de campo realizada se comprobó que una bobina es procesada en un tiempo de 0,25 horas, por lo tanto en un turno (7 horas, ya que se le descuenta una hora por motivo de comida) se debería elaborar 28 bobinas, teniendo un total de 84 bobinas por día (que incluye los 3 turnos de trabajo). Por lo tanto, al mes (considerando un mes de 30 días, en donde se restan los días de mantenimiento preventivo que equivalen a 3 días por mes, dando como resultado 27 días al mes) se debería realizar 2.268 bobinas, con un total de 27.216 bobinas al año.

A continuación se muestra la relación de la producción y bobinas sin realizar por motivos de fallas al año en ambos hornos, tanto mecánicas como eléctricas:

Grafica 5: Relación producción – fallas producidas



Comportamiento térmico de los hornos de precalentamiento y homogeneizado

Los hornos de precalentamiento y homogeneizado consta de especificaciones técnicas, en donde se hace referencia de las condiciones en que deben operar los mismos, pero en circunstancias normales de trabajo estas especificaciones son ciertamente violadas, ya que por diversos motivos son incumplidas. Esto afecta el rendimiento y por lo tanto la producción.

Tabla 24: características técnicas garantizadas de los hornos de precalentamiento y homogeneizado

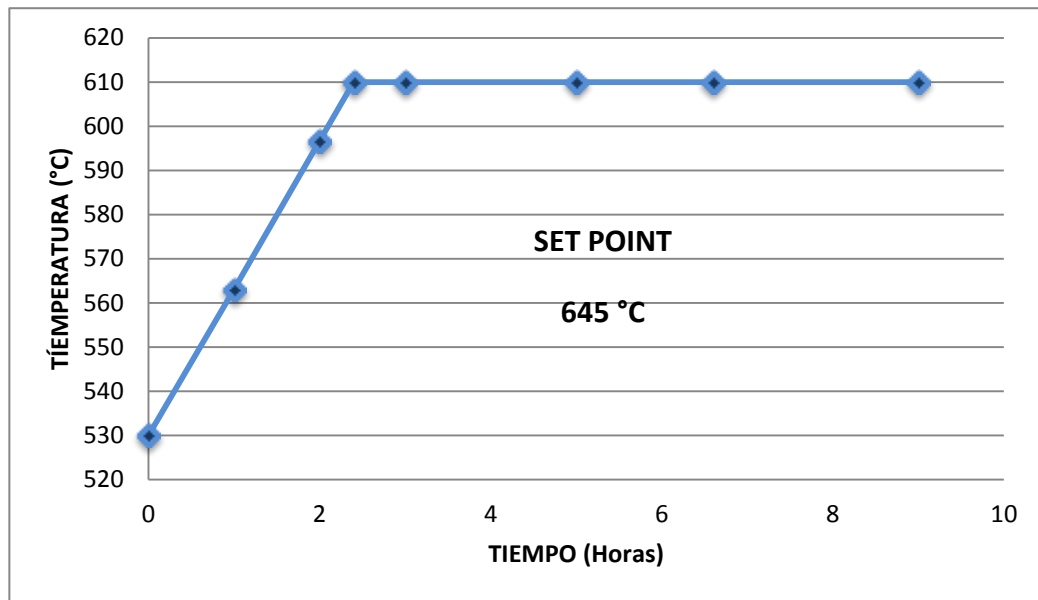
| CARACTERÍSTICA | UNIDAD | REQUERIDO | GARANTIZADO |
|---|--------|-----------|-------------|
| Periodo de calentamiento de homogeneizado (desde 530° C a 610° C) con el horno a 645° C | Horas | 2.4 | 2.4 |
| Periodo de precalentamiento de planchones | Horas | 6.6 | 6.6 |
| Temperatura de precalentamiento | °C | 530 | 530 |

Fuente: Manuel técnico GUINEA HERMANOS INGENIEROS, S.A.

Lo presentado en la tabla 1 son características teóricas del horno para trabajar con aleaciones 3003, 1100 y 1350, siendo estas las únicas que son procesadas actualmente en CVG ALCASA. Cabe destacar que los tiempos y temperaturas de proceso mostradas se refieren a placas de 445 x 1350 x 4900 mm y peso de 7947 Kg.

En circunstancias normales de trabajo se procesan planchones con medidas de 457 x 1295 x 4394 mm y peso de 7021 Kg.

Grafica 6: Referencia del comportamiento del horno en el proceso de precalentamiento y homogeneizado



Fuente: elaboración propia

Con el fin de conocer como el horno se viene comportando años anteriores se tomó como fuente un **SURVEY** realizado años anteriores en un trabajo de investigación (específicamente en el año 2002) por la ingeniera

CELIANA LORENZO, en donde se hace registros de las temperaturas en los diversas zonas del horno (ver anexo A1)

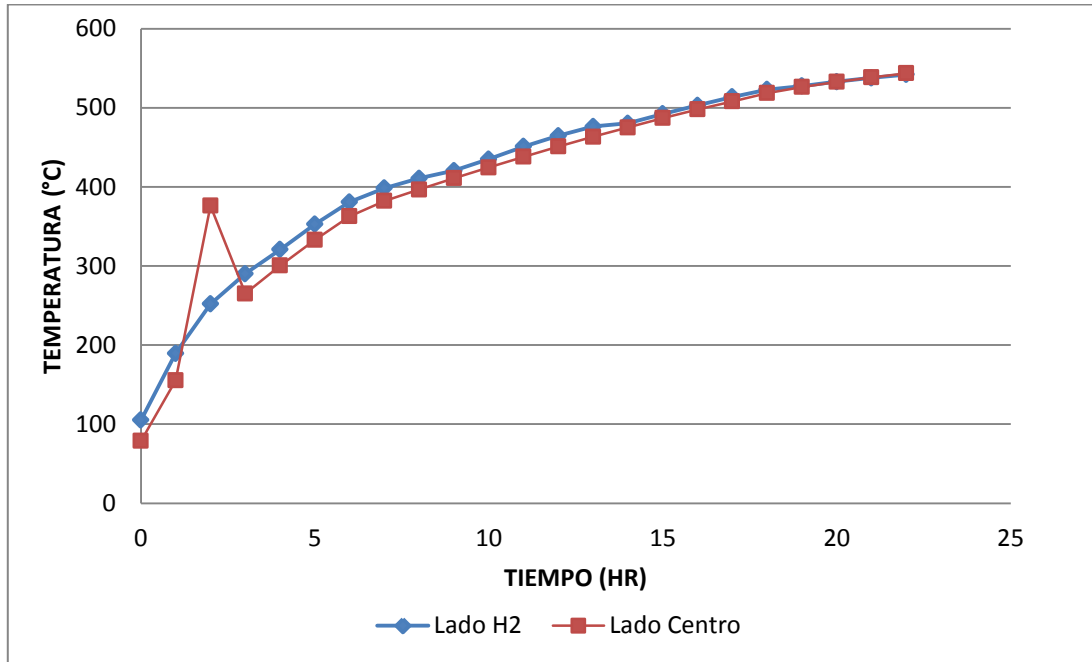
Mediante la información obtenida en el trabajo nombrado anteriormente se realizaron graficas de temperatura vs. Tiempo del comportamiento térmico.

El tiempo de toma de datos comprendió desde el momento en que entra el primer planchón experimental hasta que finaliza el proceso de homogeneizado

Cabe destacar que las primeras 8 horas de registro corresponden al tiempo de carga del horno para de esta manera entrar en calentamiento y posteriormente en proceso (homogeneizado), es decir, que el calentamiento entra a las 14 horas. El homogeneizado será en un tiempo constante de 8 horas. El horno opera con el SET POINT a 605 °C.

A continuación mostramos una gráfica por cada zona del horno en relación a su comportamiento térmico:

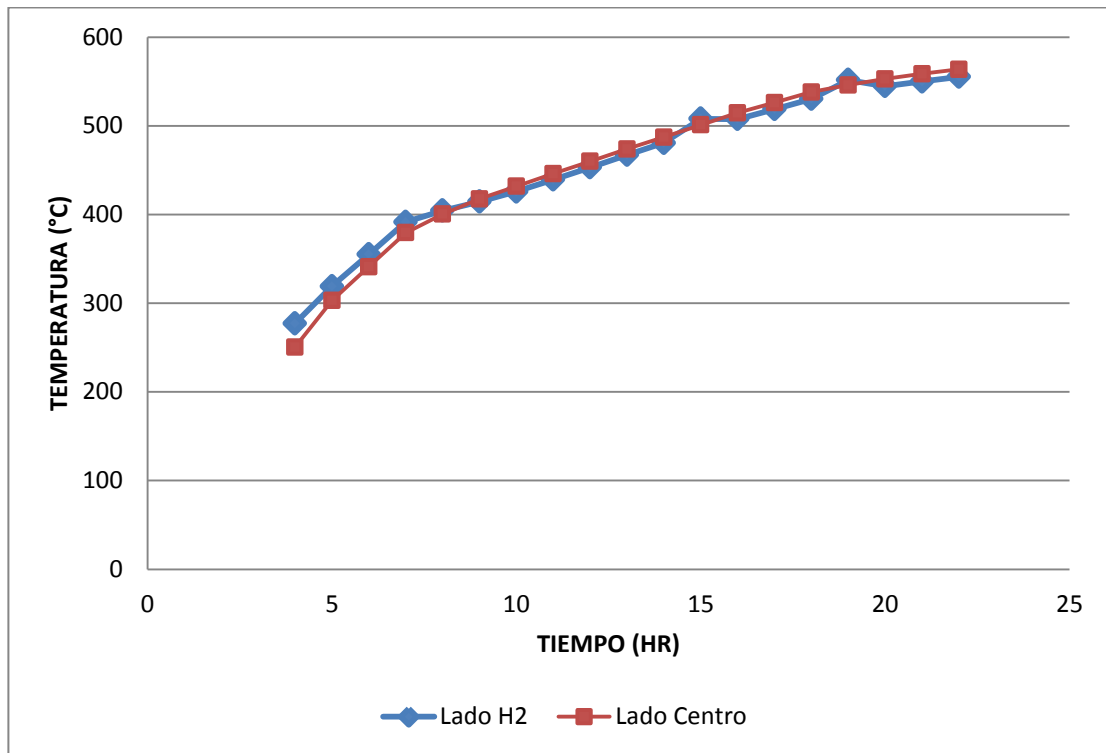
Grafica 7: Comportamiento térmico del planchón en la zona 5



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 8 se muestra el comportamiento térmico en relación a los registros correspondientes al primer planchón experimental que entro al horno, que se ubica en la zona 5. Se puede observar en la gráfica que en las 22 horas que fue cuando el planchón salió del horno, este nunca alcanzo la temperatura de homogeneizado (de 580 a 600 °C), llegando solamente a 542,3 °C en el lado H2 y 543,8 °C en el lado centro, es decir, siempre estuvo en etapa de calentamiento. Al momento de realizar los registros la termocupla del lado CLESIM no hizo registro.

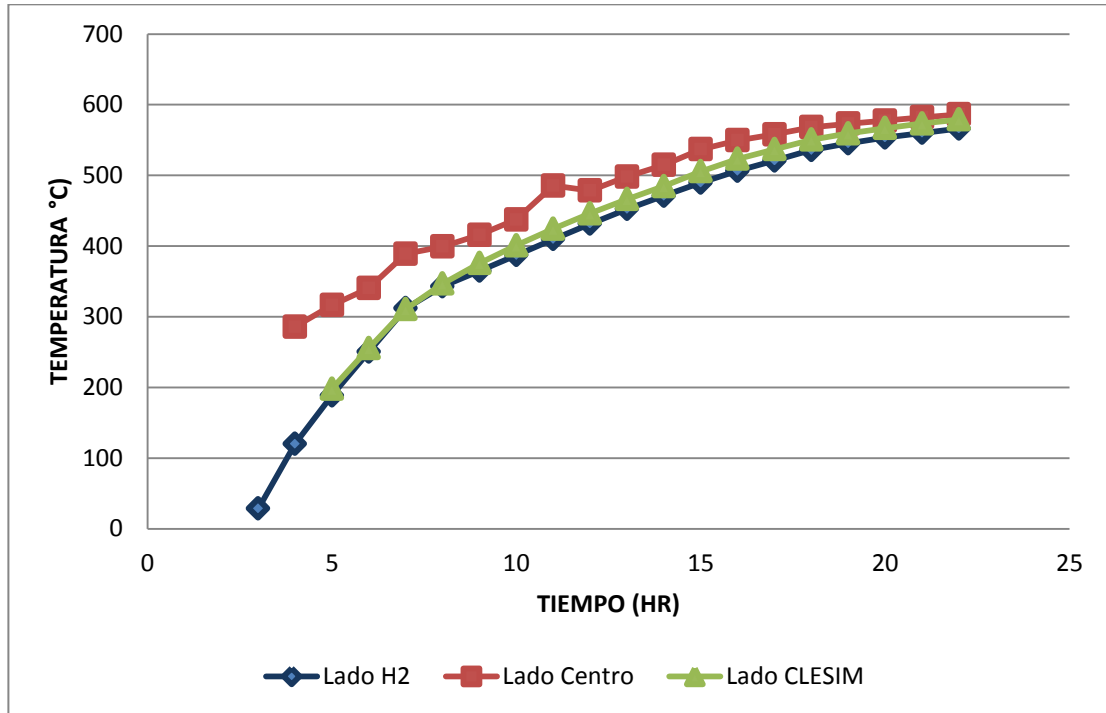
Grafica 8: Comportamiento térmico del planchón en la zona 4



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 9 se muestra el comportamiento térmico en relación al registro correspondiente al segundo planchón experimental que entro al horno, ubicado en la zona 4 del mismo. Como se puede observar el comportamiento se comienza a registrar después de 4 horas, ya que en la hora 0 el planchón que se introdujo al horno fue el experimental de la zona 5. Al finalizar el proceso el objeto de estudio no alcanzo la temperatura de homogeneizado ya que estuvo alrededor de los 560 °C. Vale destacar que el lado CLESIM no efectuó registro.

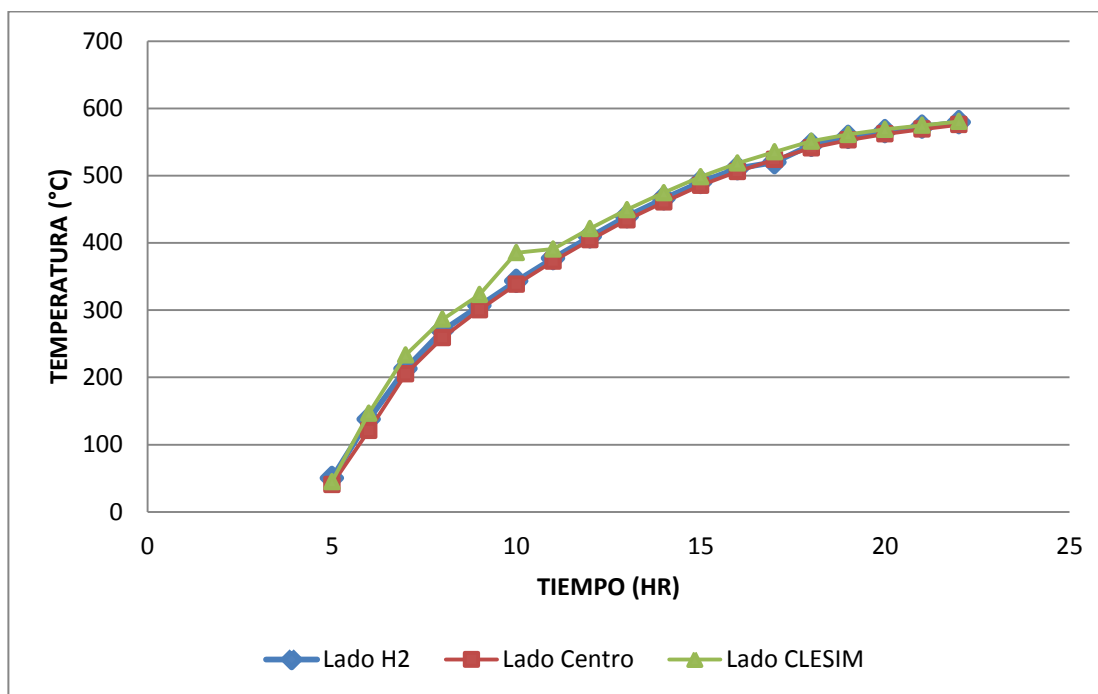
Grafica 9: Comportamiento térmico del planchón en la zona 3



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 10 se muestra el comportamiento térmico en relación al registro correspondiente al tercer planchón experimental ubicado en la zona 3. Como se puede notar en esta zona si se obtuvo registro del lado CLESIM. Se observa que finalizar la carga del horno el planchón ubicado en la zona 3 tenía temperatura alrededor de los 400 °C. Este planchón solo alcanzo la temperatura de homogeneizado en el Lado CLESIM con 580 °C a las 22 horas.

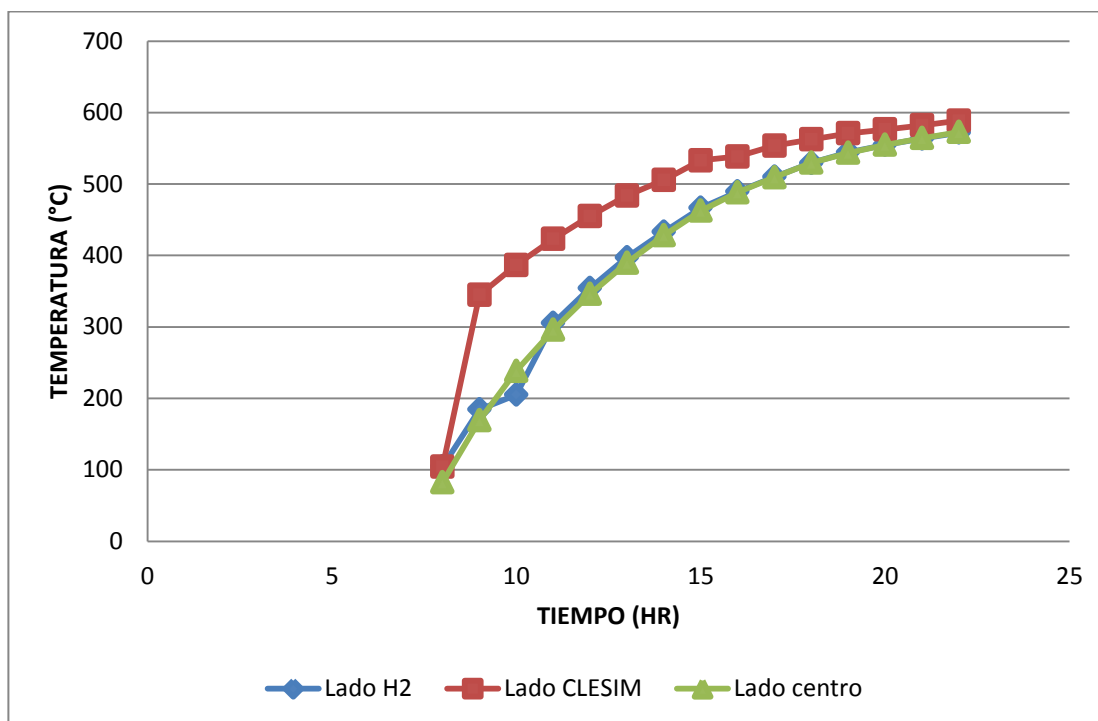
Grafica 10: Comportamiento térmico del planchón en la zona 2



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 11 se muestra el comportamiento térmico en relación al registro correspondiente al cuarto planchón experimental en la zona 2. Se observa que al finalizar la carga del horno (a las 13 horas) la temperatura estaba alrededor de los 400 °C y al finales el proceso la temperatura estaba alrededor de los 580 °C, es decir si logro llegar a la temperatura de homogeneizado.

Grafica 11: Comportamiento térmico del planchón en la zona 1



Fuente: elaboración propia

En la gráfica 12 se muestra el comportamiento térmico en relación al registro correspondiente al quinto planchón experimental en la zona. Se puede notar que al finalizar la carga del horno la temperatura de los extremos del planchón tienen diferencias marcadas, ya que en el lado H2 estaba en 479 °C y el lado CLESIM en 524,1 °C. al finalizar el proceso el único lado que alcanzó la temperatura de homogeneizado fue el lado CLESIM con 588,5 °C.

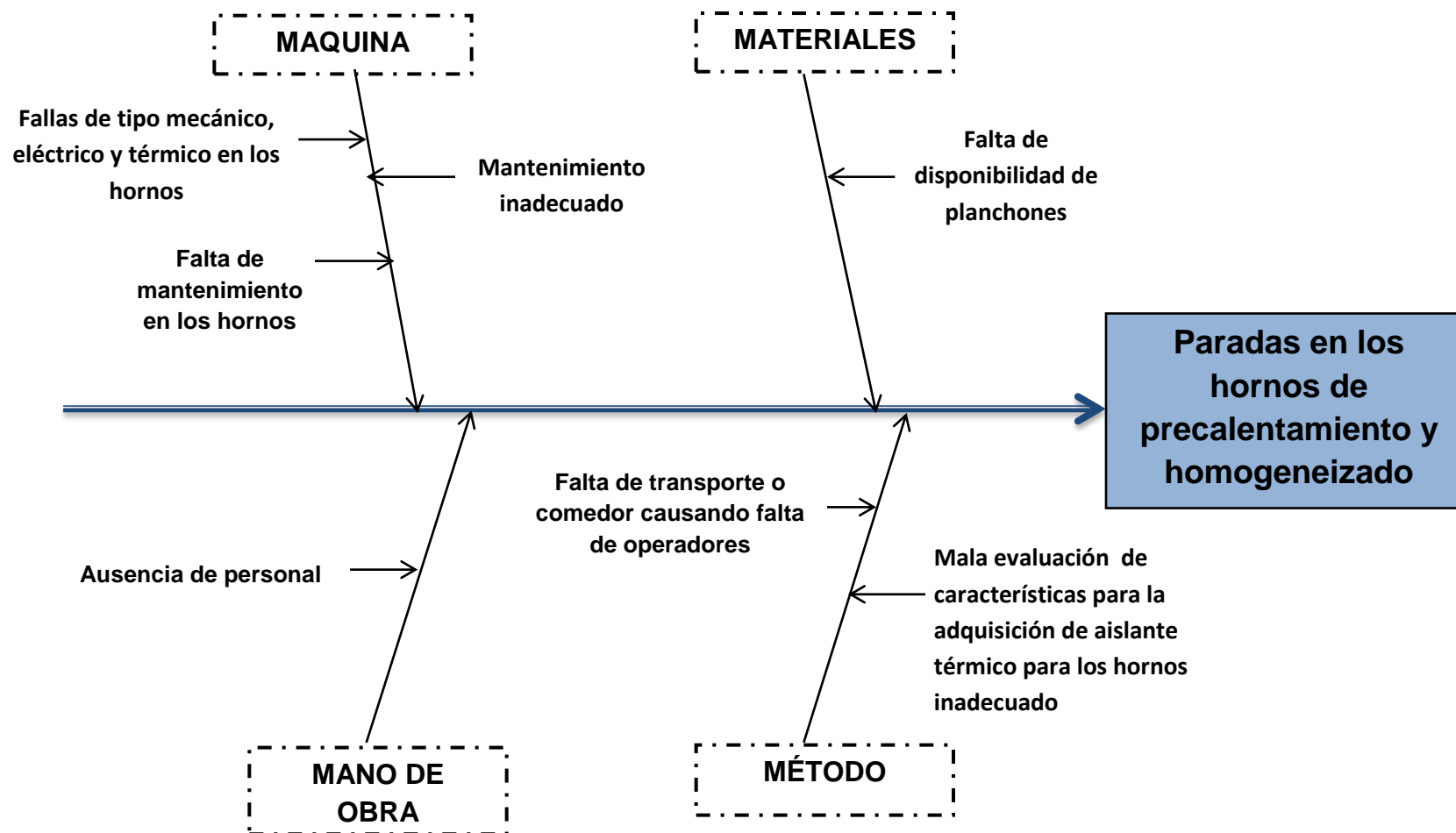


Figura 9: diagrama causa efecto de los hornos de precalentamiento y homogeneizado

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIÓN

Luego de haber culminado con la evaluación del proceso productivo de los hornos de precalentamiento y homogeneizado se puede concluir:

1. Mediante la revisión de la información documental se observó que ninguno de los planchones alcanza la temperatura de homogeneizado, sin embargo estos son pasado al CLESIM COSIM para ser laminados.
2. A los hornos no se le realiza un mantenimiento general de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
3. Las fallas que se presentan con más frecuencia son las de tipo mecánica, pero las que tienen mayor duración son la de origen eléctricas, afectando de manera considerable al rendimiento del horno y por lo tanto a la producción de planchones listos para laminar.
4. Las condiciones térmicas con que son trabajados los hornos actualmente difieren de las descritas en el manual técnico del fabricante. Asimismo los tiempos de pre-calentamiento de los planchones están por encima de los indicados en el mencionado manual, ya que en condiciones normales de trabajo este es realizado en un aproximado de 6 horas.
5. La realización de la evaluación del proceso productivo de los hornos va permitir ver con más claridad el funcionamiento y el motivo de sus paradas, para de esta manera poder tomar decisiones en mejora de los equipos en estudio.

RECOMENDACIONES

Concluidas las actividades dentro del área de laminación, específicamente en los hornos de precalentamiento y homogeneizado y en función de los resultados y conclusiones que se obtuvieron con este trabajo se recomiendan las siguientes acciones:

1. Realizar mantenimientos preventivos haciendo énfasis en las fallas recurrentes y considerando ciclos de vida en los distintos elementos que componen los hornos.
2. Ejecutar evaluaciones de procesos con más frecuencia, para que de esta forma se pueda conocer de manera más clara las problemáticas presentadas y las consecuencias que se obtienen en cuanto a producción.
3. Realizar un estudio de ingeniería industrial a fin de evaluar e implantar un sistema que brinde herramientas que sirvan de apoyo para mejorar la eficiencia de los hornos.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ✓ **Aleación:** es una mezcla homogénea, de propiedades metálicas, que está compuesta de dos o más elementos, de los cuales, al menos uno es un metal.
- ✓ **Ánodos:** es un electrodo en el cual se produce la reacción de oxidación.
- ✓ **Evaluación de proceso:** es la caracterización de las secuencias de actividades para determinar el grado de eficiencia.
- ✓ **Homogeneizado:** consiste en un tratamiento térmico complejo, ya que permite obtener una distribución homogénea de los aleantes en toda la estructura del material (planchón).
- ✓ **Laminador en caliente:** equipo que lamina y reduce el espesor del planchón en varias pasadas hasta obtener una bobina con el espesor final programado.
- ✓ **Material en proceso:** estatus que corresponde al material que se encuentra dentro del proceso productivo.
- ✓ **Pasta catódica:** básicamente consiste de un compuesto carbonoso (antracita y brea de alquitrán de bajo punto de fusión), esta sirve para sellar los espacios entre bloques catódico (ranuras) y construir las paredes laterales de la celda.

- ✓ **Planchón:** define un lingote colado en grandes dimensiones y de sección transversal.
- ✓ **Precalentamiento:** tratamiento térmico que consiste en alcanzar un nivel determinado de temperatura uniforme, para obtener la condición de plasticidad adecuada del material (planchón); requerida para realizar el proceso de laminación en caliente.
- ✓ **Survey:** es el término utilizado para designar la evaluación de los hornos; y su significado literal es medición.
- ✓ **Termopar:** es un dispositivo utilizado para medir temperatura. El mismo consta de dos metales diferentes, que producen una fuerza electromotriz aproximadamente proporcional a la diferencia de temperatura entre sus extremos de unión caliente y frío.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS

CVG ALCASA, Gerencia técnica de fabricación (s/f). Manual de Normas de Procesos del Área de Laminación. Documentación Técnica.

CVG ALCASA, Gerencia de laminación (s/f). Manual de Hornos Industriales
GUINEA HERMANOS INGENIEROS, S.A. Documentación Técnica.

CVG ALCASA. Página Web en línea. Disponible: <http://www.alcasa.com.ve>

ANEXOS

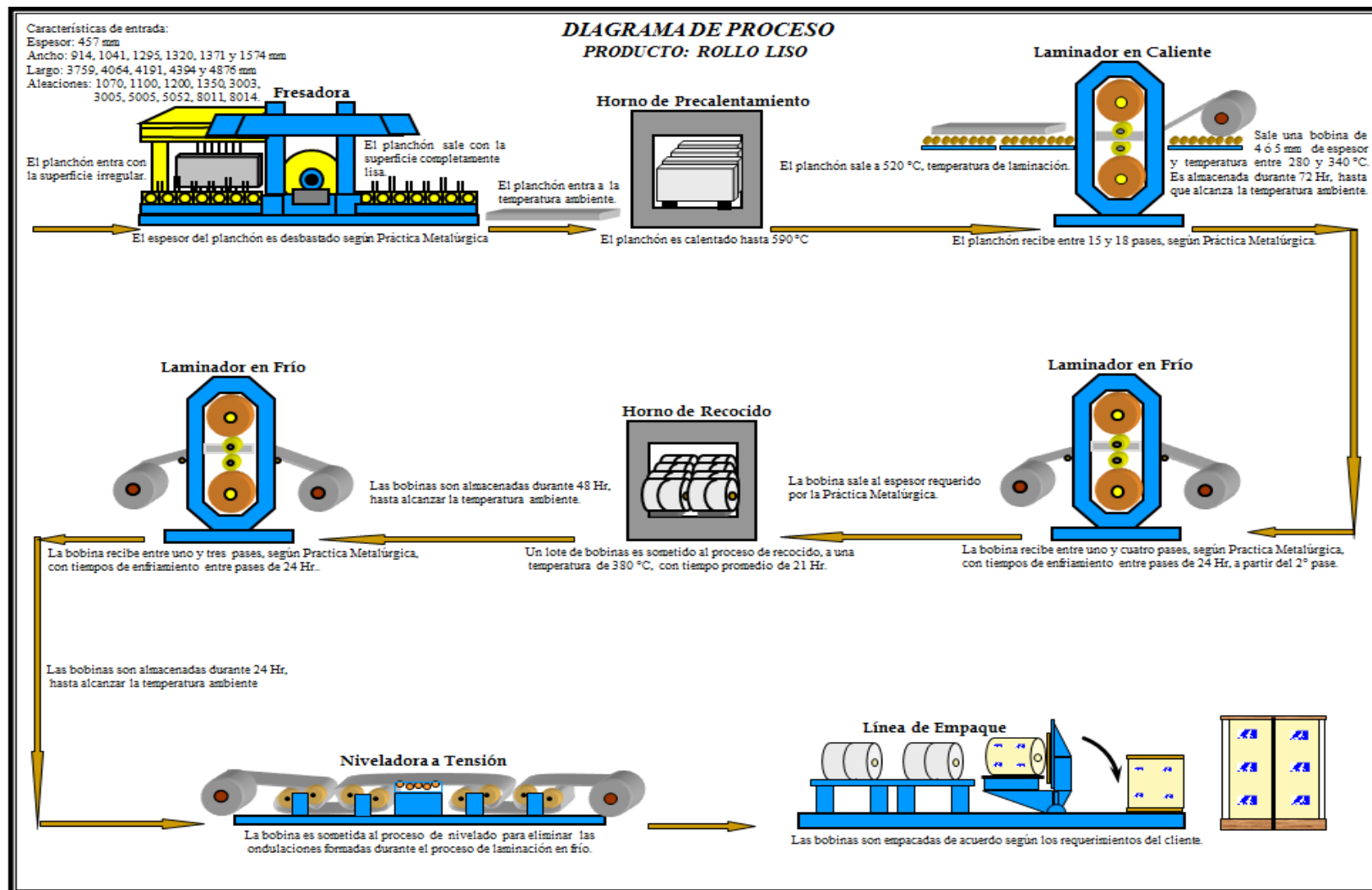
Anexo A.1: Registro de Temperaturas

| TIEMPO (Hrs) | ZONA 1 | | | ZONA 2 | | | ZONA 3 | | | ZONA 4 | | | ZONA 5 | | |
|-----------------|------------|----------------|----------------|------------|----------------|----------------|------------|----------------|----------------|------------|----------------|----------------|------------|----------------|----------------|
| | Lado H2 | Lado Centro | Lado Clesim | Lado H2 | Lado Centro | Lado Clesim | Lado H2 | Lado Centro | Lado Clesim | Lado H2 | Lado Centro | Lado Clesim | Lado H2 | Lado Centro | Lado Clesim |
| 0 | | | | | | | | | | | | | 105,1 | 78,8 | * |
| 1 | | | | | | | | | | | | | 189,6 | 155,3 | * |
| 2 | | | | | | | | | | | | | 252,1 | 376,2 | * |
| 3 | | | | | | | | | | 249,8 | * | * | 290,2 | 265,2 | * |
| 4 | | | | | | | 120,2 | 285,9 | * | 277,2 | 250,4 | * | 320,8 | 300,6 | * |
| 5 | | | | 49,9 | 40,7 | 45,1 | 188,5 | 316,5 | 198,2 | 319 | 303 | * | 352,9 | 332,9 | * |
| 6 | | | | 137,5 | 121 | 146,6 | 250,4 | 340,4 | 255,4 | 354,9 | 341 | * | 381 | 363 | * |
| 7 | | | | 212,9 | 205,4 | 233,3 | 312 | 389,2 | 310,9 | 391,6 | 379,4 | * | 398,6 | 382,4 | * |
| 8 | 104,6 | 82,5 | 104,4 | 269,7 | 259 | 286,5 | 343 | 399,4 | 346,8 | 404,3 | 400,4 | * | 410,9 | 396,7 | * |
| 9 | 184,3 | 169,1 | 344,8 | 306,5 | 300,6 | 323 | 365 | 415,8 | 375,7 | 414,4 | 417,5 | * | 420,7 | 411 | * |
| 10 | 250,1 | 238,3 | 386,6 | 343 | 338,4 | 358,5 | 387,1 | 437,6 | 400,9 | 425,9 | 431,8 | * | 435,1 | 424,7 | * |
| 11 | 305,4 | 296 | 423,2 | 377,1 | 372,7 | 391 | 409,7 | 458,6 | 424,4 | 439,4 | 446 | * | 451,1 | 438,3 | * |
| 12 | 354,3 | 346 | 455,2 | 409,3 | 404,4 | 421,3 | 431,5 | 478,6 | 446,2 | 453,1 | 460 | * | 464,8 | 451,1 | * |
| 13 | 397,4 | 389,7 | 483,7 | 439,4 | 434,2 | 449,3 | 452,3 | 498,2 | 466,3 | 467,1 | 473,9 | * | 476,5 | 463,6 | * |
| 14 | 433 | 428,1 | 505,6 | 465,9 | 460,7 | 474,7 | 471,1 | 514,8 | 484,7 | 480,6 | 487,2 | * | 480,6 | 475,3 | * |
| 15 | 466,5 | 462,6 | 533,1 | 490,4 | 485,6 | 498,3 | 489,7 | 537 | 505,8 | 508 | 501 | * | 492,5 | 487,1 | * |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|-------|-------|---|
| 16 | 489,5 | 488,2 | 538,5 | 510,7 | 505,9 | 518,7 | 506,4 | 549,6 | 523,4 | 507,5 | 514,6 | * | 503,2 | 498,2 | * |
| 17 | 509,9 | 509,4 | 553,7 | 528,3 | 523,9 | 535,3 | 520,9 | 557,9 | 537 | 518,8 | 526,1 | * | 513,9 | 508,3 | * |
| 18 | 529,5 | 529,6 | 562,5 | 545,6 | 541,3 | 551,1 | 535,7 | 568,2 | 550,6 | 530,3 | 538 | * | 523,2 | 518,8 | * |
| 19 | 544,5 | 543,7 | 571 | 557,1 | 552,8 | 561,1 | 545,4 | 573,2 | 559,4 | 551,5 | 545,9 | * | 527,6 | 526,4 | * |
| 20 | 554,9 | 554,7 | 576,2 | 565,7 | 561,9 | 568,7 | 553,5 | 577,5 | 566,8 | 544,7 | 552,8 | * | 533,2 | 532,9 | * |
| 21 | 563,6 | 564,3 | 582,2 | 572,6 | 569,1 | 574,8 | 560,1 | 582,3 | 573,4 | 550 | 558,6 | * | 537,9 | 538,6 | * |
| 22 | 571,8 | 572,6 | 588,5 | 579 | 575,6 | 580,4 | 566,2 | 586,3 | 579,1 | 555,1 | 563,9 | * | 542,3 | 543,8 | * |

* La termocupla no hizo registros

Anexo A2: Diagrama de Proceso de Laminación



Anexo A3: Vista superior del horno de precalentamiento GUINEA

