



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“Antonio José de Sucre”
VICE RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**

**OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE CADENCIA PARA EL LAMINADO DE
PLANCHONES LARGOS EN LA LINEA DE LAMINACIÓN EN CALIENTE DE LA
SIDERÚRGICA DEL ORINOCO “ALFREDO MANEIRO”**

**Br. Suniaga Eiliumar Carolina
C.I. 16.628.598**

CIUDAD GUAYANA, NOVIEMBRE DE 2009

**OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE CADENCIA PARA EL LAMINADO DE
PLANCHONES LARGOS EN LA LINEA DE LAMINACIÓN EN CALIENTE DE LA
SIDERÚRGICA DEL ORINOCO “ALFREDO MANEIRO”**



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“Antonio José de Sucre”
VICE RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**

**OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE CADENCIA PARA EL LAMINADO DE
PLANCHONES LARGOS EN LA LINEA DE LAMINACIÓN EN CALIENTE DE LA
SIDERÚRGICA DEL ORINOCO “ALFREDO MANEIRO”**

**Br. Suniaga Eiliumar Carolina
C.I. 16.628.598**

Trabajo de Grado que se
presenta ante el Departamento
de Ingeniería Industrial para
optar por el título de Ingeniero
Industrial.

**Tutor Industrial
Ing. José Ibarra**

**Tutor Académico
Ing. Jairo Pico**

CIUDAD GUAYANA, NOVIEMBRE DE 2009



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"Antonio José de Sucre"
VICE RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben Miembros del Jurado Evaluador designado por la comisión de Trabajo de Grado de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Vice-Rectorado Puerto Ordaz, para examinar el Trabajo de Grado presentado por el ciudadano: Br. Eiliumar Carolina Suniaga, titulado: **OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE CADENCIA PARA EL LAMINADO DE PLANCHONES LARGOS EN LA LINEA DE LAMINACIÓN EN CALIENTE DE LA SIDERÚRGICA DEL ORINOCO "ALFREDO MANEIRO"**, para optar por el título de: **Ingeniero Industrial**, consideramos que dicho Trabajo de Grado, cumple con los requisitos exigidos para tal efecto, y por lo tanto lo declaramos: **APROBADO**.

Tutor Industrial
Ing. José Ibarra

Tutor Académico
Ing. Jairo Pico

Jurado Evaluador
Ing. Mirella Andara

Jurado Evaluador
Ing. Iván Turmero MSc

CIUDAD GUAYANA, NOVIEMBRE DE 2009

EILIUMAR CAROLINA SUNIAGA

**OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE CADENCIA PARA EL LAMINADO DE
PLANCHONES LARGOS EN LA LINEA DE LAMINACIÓN EN CALIENTE
DE LA SIDERÚRGICA DEL ORINOCO “ALFREDO MANEIRO”**

75 páginas.

Trabajo de Grado

Universidad Nacional Experimental Politécnica
“Antonio José de Sucre”
Vice Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería
Industrial. Departamento de Entrenamiento Industrial.

Bibliografía 75 Pág.

Capítulo I. Descripción del problema, Capítulo II. Generalidades de la
empresa, Capítulo III. Marco Teórico, Capítulo IV. Marco Metodológico,
Capítulo V. Situación Actual, Capítulo VI. Situación Propuesta,
Conclusiones, Recomendaciones, Bibliografías.

DEDICATORIA

- A Dios todopoderoso.
- A mi Madre.
- A la memoria de mi padre.
- A Figuera Wuilmer.
- A mi sobrina Elismar.

AGRADECIMIENTO

- A Dios, por darme la vida y mostrarme el verdadero camino.
- A mis Padres, por estar en todo momento a mi lado, y hacer de mí quien soy hoy en día.
- A mi Sobrina Elismar, por que a demás es mi compañerita día a día.
- A Wuilmer Figuera por su incondicional apoyo y cariño.
- A cada uno de los profesores de la UNEXPO, que fueron el instrumento para mi capacitación profesional.
- A mi Tutor Industrial. Ing. José Ibarra, por el apoyo prestado en la elaboración de este trabajo. ¡Siempre agradecida!
- A mi Tutor Académico. Ing. Jairo Pico, por ser la guía para la elaboración de este proyecto.
- A mis hermanas y hermanos, por ser quien son.
- A Henry Vera, por el inmenso apoyo prestado en ésta etapa de mi vida. ¡mil gracias!
- A mis compañeros y amigos con los cuales pase momentos geniales: Rosa Rangel, Liviannys Granado, Yuraima Blanca, Gladismal Prado, Maria Montalenti, Emili Ruíz, Pérez José, Yorhana Figueroa, Edwin Castillo, Marlene Aráis y Richard Urbano. Siempre estarán presentes en mis recuerdos.
- A todos aquellos, que de alguna manera estuvieron a mi lado apoyándome y tendiendo su mano amiga.
- A todos aquellos que sirvieron de tropiezo, por que de ellos aprendí a no volver a tropezar.

A todos, mil gracias...

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“Antonio José de Sucre”
VICE RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO**

**OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE CADENCIA PARA EL LAMINADO DE
PLANCHONES LARGOS EN LA LINEA DE LAMINACIÓN EN CALIENTE
DE LA SIDERÚRGICA DEL ORINOCO “ALFREDO MANEIRO”**

Autor: Suniaga Eiliumar Carolina
Tutor Industrial: Ing. José Ibarra
Tutor Académico: Ing. Jairo Pico

RESUMEN

El presente estudio, se enfoca en la optimización del tiempo de cadencia para el laminado de planchones largos, necesario para eliminar el incremento de la IRMS del motor del bastidor 1 en la línea de Laminación en Caliente de Sidor. La IRMS es una de las variables implícitas en el proceso de laminación relacionada con la corriente efectiva de un motor, y su incremento está directamente relacionado con el tiempo de descanso que pueda tener el motor. Para la elaboración de este trabajo, se recurrió a la entrevista del personal involucrado directamente con el proceso, a la recolección de los datos necesarios para la ejecución del mismo y análisis del comportamiento de ello, a la inspección visual, e información recolectada del Sistema de Gestión en Línea (SGL) Sidor.

Palabras claves: 1. Optimización. 2. Cadencia. 3. Laminación en Caliente. 4. IRMS. 5. Bastidor. 6. Tren continuo. 7. Sistema de Gestión en Línea (SGL).

ÍNDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. EL PROBLEMA	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
3. ALCANCE	6
4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	6
5. LIMITACIONES	7
6. DELIMITACIONES	7
7. OBJETIVOS	7
7.1. OBJETIVO GENERAL	8
7.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
CAPITULO II. MARCO EMPRESARIAL	
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	9
2. UBICACIÓN GEOGRAFICA	10
3. RESEÑA HISTORICA	11
3.1. INSTALACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL COMPLEJO SIDERÚRGICO	11
3.2. CONSTRUCCIÓN DEL PLAN IV	13
3.3. LA RECONVERSIÓN INDUSTRIAL 1988-1994	14
3.4. PRIVATIZACIÓN 1995-1998	15
3.5. REESTRUCTURACIÓN FINANCIERA 1999- 2003	15

3.6. PROCESO DE PRIVATIZACIÓN.....	16
3.7. CONSORCIO AMAZONIA AL MOMENTO DE LA PRIVATIZACIÓN.....	17
4. MISIÓN DE SIDOR.....	26
5. VISIÓN DE SIDOR.....	27
6. POLÍTICA DE CALIDAD.....	27
7. POLÍTICA DE PERSONAL.....	28
8. POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL.....	29
9. POLÍTICA DE MEDIO AMBIENTE.....	30
10. OBJETIVOS DE LA EMPRESA.....	31
10.1. GENERAL.....	31
10.2. ESPECÍFICOS.....	31
11. FUNCIONES.....	32
12. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE SIDOR.....	32
13. FLUJOGRAMA DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE BOBINAS.....	35
CAPITULO III. MARCO TEÓRICO	
1. LAMINACIÓN EN CALIENTE.....	36
2. TREN CONTÍNUO.....	38
3. SISTEMA PACING.....	40
4. CÁLCULO DE CADENCIA DE PROCESO.....	40
5. CÁLCULO DE IRMS.....	40
6. TIEMPO AGREGADO.....	41
7. CÁLCULO DE CADENCIA TEORICA.....	42
8. TIEMPO EN CONTINUO.....	42
9. CÁLCULO DE CADENCIA REAL.....	42
10. CÁLCULO DE DEMORAS Y MICRO DEMORAS.....	43
11. DIAGRAMAS DE PROCESOS.....	43
12. SIMBOLOGÍA DE LAS DIVERSAS ACTIVIDADES.....	43

13. PRINCIPIOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DIAGRAMAS GENERALES.....	44
14. IDENTIFICACIÓN DE LOS DIAGRAMAS DE PROCESO.....	45
15. DIAGRAMA DE PROCESO.....	45
CAPITULO IV. MARCO METODOLÓGICO	
1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	46
2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ..	48
5. MATERIALES Y/O EQUIPOS.....	48
6. PROCEDIMIENTO.....	49
CAPITULO V. SITUACIÓN ACTUAL	
1. RESULTADO DE IRMS PARA PLANCHONES LARGOS.....	50
2. RESULTADO DE IRMS PARA PLANCHONES CORTOS.....	52
3. TENDENCIA IRMS	53
4. PRODUCTOS INVOLUCRADOS EN EL ESTUDIO	54
5. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	56
6. CÁLCULO DE CADENCIA TEÓRICA POR EL SISTEMA PACING .	58
7. EFECTO DE LA CADENCIA PARA EL LAMINADO DE PLANCHONES LARGOS EN LA IRMS.....	59
CAPITULO VI. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
1. DIAGRAMA DE PROCESO.....	60
2. CÁLCULO DE LA CADENCIA	62
2.1. DATOS	62
2.2. CURVA DE CRECIMIENTO (IRMS vs CADENCIA).....	64
2.3. DATOS Y ECUACIONES	68
CONCLUSIÓN.....	73
RECOMENDACIONES.....	74
BIBLIOGRAFÍA.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tablas	Página
1. Características principales del consorcio amazonia.	24
2. Productos de interés	56
3. Tipos de productos utilizados.....	63
4. Datos reales de tace 2	64
5. Datos reales de tace 31	64
6. Valores para el cálculo de cadencia	68
7. Valores xPI	70
8. Cadencia calculada	71
9. Porcentaje de aumento	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras	Páginas
1. IRMS Vs tiempo	5
2. Ubicación geográfica de Sidor	10
3. Estructura organizativa general de Sidor	34
4. Proceso	35
5. Tren continuo	39
6. Productos de interés	55
7. Velocidad del bastidor 6 (B6)	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráficos	Página
1. Distribución accionaria inicial de Sidor.....	17
2. Distribución accionaria anterior de Sidor	26
3. Comportamiento IRMS planchón/largo	51
4. Comportamiento IRMS planchón/largo	52
5. Comportamiento IRMS planchón corto	53
6. Tendencia IRMS	54
7. Curva de crecimiento	65
8. Incremento inicial de IRMS	66
9. Curva de crecimiento	66
10. Incremento inicial de IRMS	67

INTRODUCCIÓN

La Siderúrgica de Orinoco “Alfredo Maneiro” es la principal de Venezuela, de la región andina y el Caribe. Su complejo siderúrgico integrado está ubicado en la ciudad de Puerto Ordaz, Venezuela, sobre el margen derecho del río Orinoco, lo cual le provee de una localización privilegiada que le conecta directamente con el océano Atlántico.

Utiliza para la producción de acero, tecnologías de Reducción Directa y Hornos Eléctricos de Arco. Esta planta es uno de los complejos más grandes de este tipo en el mundo.

El mantenimiento de una industria de este ramo y de tal magnitud debe ser primordial y específico para cada zona de la misma, por lo tanto a cada área o planta de la industria se le debe aplicar un mantenimiento de acuerdo a sus características y necesidades.

Sidor se compone de un conjunto de plantas diferentes, como lo son Planta de Pellas, HYLII, Midrex, Laminación en Caliente y en Frío y otras, que utilizan o revisten sus hornos de material refractario, esto debido a que el material refractario, es aquel que a altas temperaturas mantienen sus propiedades químicas, por lo tanto son de gran importancia para este tipo de industrias ya que mantienen o aíslan las altas temperaturas en donde se instalen, por esta razón la mayoría de los hornos de Sidor y los de muchas otras industrias están revestidos con este tipo de material, por lo antes mencionado los hornos implican un mantenimiento especial en cuanto a refractarios se refiere.

En la Gerencia de mantenimiento de Sidor se encuentra el Sector de Refractarios de Planta Centro, el cual tiene como objetivo principal mantener operativas todas las planta de SIDOR a excepción de las acerías, monitoreando las condiciones de los revestimiento refractarios a fin de implementar planes predictivos, preventivos, correctivos y de mejora para prolongar la vida útil de los revestimiento en función de las exigencias operativas.

La Gerencia de laminación está conformada por planos fríos y planos calientes, la antes mencionada es la encargada de la fabricación de bobinas, a través del procesamiento de su materia prima, como son los planchones provenientes del las acerías. Para la obtención de las bobinas los planchones deben ser sometidos a cambios radicales en su estructura, ya que a lo largo del proceso se les aplican fuerzas, tanto de tracción como de compresión.

Para la obtención del producto terminado de la planta de interés, es de gran importancia que sean controladas las diferentes variables implícitas en el proceso, ya que de esta forma podrían ser optimizadas cada una de acuerdo a los diferentes cambios realizados en dicho proceso, es por ello la importancia del presente estudio.

Seguidamente se describe la estructura en que se desarrolla el informe: Capítulo I. Descripción del problema que dio origen al estudio, objetivo que persigue esta investigación, la delimitación del tema, las limitaciones que se presentaron, importancia, alcance y justificación del mismo. Capítulo II. Generalidades de la empresa. Descripción los aspectos Generales de la Empresa y de la Gerencia de Planos Calientes. Capítulo III. Marco Teórico. Desarrollo de aspectos teóricos e información que rodea el tema en estudio. Capítulo IV. Marco Metodológico. Capítulo V. Desarrollo y



estudio de la Situación Actual. Capítulo VI. Situación Propuesta.
Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografías.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

En el siguiente capítulo, se detalla la razón por la cual se ejecuta dicho estudio, a través de la descripción del problema, justificación, alcance, objetivos, etc.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La línea de Laminación en Caliente (LAC) de la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro”, esta conformada por dos hornos de calentamiento, en los cuales los planchones son precalentado a una temperatura de 1200 °C, una cámara descamadora, la cual tiene como función limpiar el planchón de las películas que se forman debido al cambio de temperatura desde que es extraído del horno hasta llegar a la misma, un tren desbastador denominado IV reversible, en donde el espesor del planchón es reducido en un 70% aproximadamente, un tren terminador denominado tren continuo y conformado por 6 bastidores, los cuales tienen como función dar el espesor final de la banda, un sistema de enfriamiento por duchas, y tres enrolladores.

Con el fin de mejorar la productividad, ésta línea ha implantado un cambio en las especificaciones de su materia prima, los cuales son planchones provenientes de las acerías con espesores que varían según los estándares del producto final. Dicho cambio, ha sido el aumento en la longitud de los planchones, lo cual ha causado que la corriente efectiva o

IRMS del motor experimente un incremento significativo para el mismo. En la figura 1, se muestra el comportamiento que presenta la IRMS en relación con el tiempo en el ciclo de laminación.

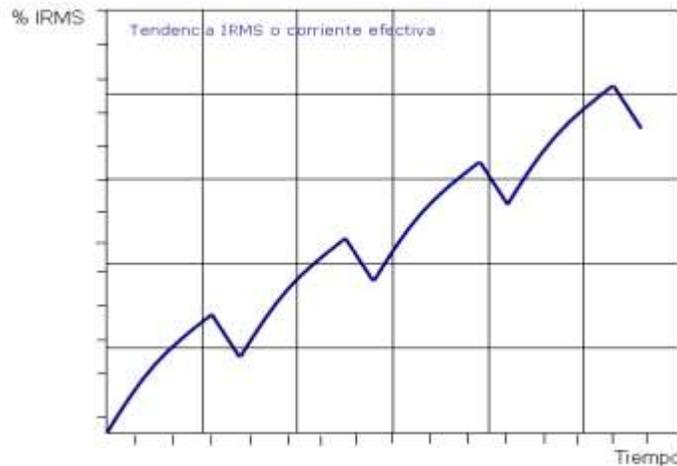


Figura 1: IRMS vs Tiempo

Fuente: Elaboración propia

Es de saber, que en los procesos industriales se incluyen una cantidad de variables, las cuales deben ser controladas, con el fin de lograr una mejor productividad dentro del mismo, es por ello que en la línea de Laminación en Caliente (LAC) se persigue el mejoramiento de cada una de las variables incluidas para el funcionamiento de este. Para efecto de esta investigación se estudiará el comportamiento de la variable IRMS o corriente efectiva, debido al incremento ostentado de la misma.

Dicho incremento, se debe, a que los planchones de mayor longitud están siendo laminados con una cadencia menor a la requerida por el motor del bastidor 1 (B1), restando así tiempo de descanso del mismo, por ende, el excedente de trabajo por cada planchón laminado se va acumulando hasta el punto en que la IRMS o corriente efectiva del motor en cuestión sobrepase su limite superior permitido (88%).

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Una vez que el motor del bastidor 1 (B1) se sobrecarga, o está cerca de ocurrir dicho evento, es necesario aumentar el tiempo de cadencia del proceso, o en el peor de los casos, es necesario detener el proceso de laminación. Dichos eventos afectan la productividad, por ello, en el presente estudio se plantea una metodología, la cual incluye la recolección de datos, así como también el análisis del comportamiento de las diferentes variables involucradas en dicho caso hasta obtener un nuevo valor de cadencia optimizando así el tiempo de la misma para el laminado de planchones con longitud máxima.

3. ALCANCE

Optimizar el tiempo de cadencia para el laminado de planchones de longitud máxima, necesario para eliminar el incremento de la IRMS por sobrecarga del motor del Bastidor 1.

4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” es una industria donde la productividad y la calidad de sus productos son de gran importancia. Es por ello que se requiere de dicho estudio, debido a que el problema actual presentado con el motor del bastidor 1 del tren continuo, esta afectando a la productividad de esta área, ya que, al incrementarse la corriente efectiva ocasiona mayor tiempo de ocio en el motor, o en el peor la paralización de la producción, causando así, demoras, lo cual se refleja en la productividad de dicha área.

5. LIMITACIONES

- Poca disponibilidad del computador en el área de trabajo.
- La muestra utilizada para la ejecución del estudio es limitada, ya que las bobinas con las cuales se debe realizar el estudio deben cumplir con parámetros, tales como:
 - ✓ Cumplimiento de los parámetros de proceso: esto es, para cada espesor de desbaste (espesor al cual debe terminar la banda en el tren desbastador o IV reversible) estas deben cumplir con cierta temperatura, ya que dependiendo de la misma el material es de más fácil compresión.
 - ✓ No escoger espesores comprendidos entre 2.3 y 2.75.
 - ✓ No tomar bobina primera de cambio: estas son las primeras bobinas de cada secuencia de laminación.
 - ✓ Realizar la selección por grupo: ver tabla 3 (tipo de productos utilizados. Capítulo VI. Esto, con el fin de mejorar la búsqueda.
 - ✓ Tomar secuencia de planchones largas: planchones de características iguales que fueran laminados consecutivamente.

6. DELIMITACIONES

El estudio en cuestión, se realizará en el tren continuo, de la línea de Laminación en Caliente, en la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro”

7. OBJETIVOS

A continuación se presentan los objetivos generales y específicos, los cuales tienen como función, establecer el seguimiento planteado, para la elaboración del estudio en marcha.

7.1. OBJETIVO GENERAL

Optimizar el tiempo de cadencia para el laminado de planchones largos, necesario para eliminar el incremento de la IRMS del motor del Bastidor 1.

7.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Describir el proceso de Laminación en Caliente (LAC), de tal manera, que sean de fácil entendimiento los términos utilizados en esta área, y el procedimiento ejecutado en el proceso.
2. Determinar cuales son los productos involucrados con el aumento de longitud de planchones, especificados por Tipo de Acero (Tace) y espesor de bobina.
3. Determinar si la cadencia actual para el laminado de planchones de longitud máxima está siendo calculada debidamente por el sistema encargado (Sistema Pacing).
4. Determinar el efecto de la cadencia actual de laminación para planchones de máxima longitud sobre el aumento ostentado en la IRMS del motor del bastidor 1 (B1).
5. Ponderar la nueva cadencia con la cual deben ser laminado los planchones de longitud máxima, sin que produzca tal aumento en la IRMS en el bastidor 1 (B1).

CAPÍTULO II

MARCO EMPRESARIAL

El presente capítulo, tiene como propósito, dar un enfoque de lo que realmente a sido y es, la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro”, en éste se presentará la descripción, ubicación, políticas de la empresa, etc.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

SIDOR “Alfredo Maneiro”, C.A. es una empresa mixta, cuyo capital pertenece en un 10% al Consorcio Amazonia, 20% a sus trabajadores y 70% al Estado Venezolano (***En proceso de negociación hasta el 18/08/08***). Es un complejo siderúrgico integrado, cuyos procesos se inician con la fabricación de pellas y culminan con la entrega de productos finales largos (Barras y Alambrón) y planos (Láminas en Caliente, Láminas en Frío y Recubiertos). SIDOR ubica a Venezuela en el cuarto lugar como productor de acero integrado de América Latina y el principal de la Comunidad Andina de Naciones.

Su misión básica es lograr y mantener excelentes indicadores de productividad, rendimiento total de calidad, oportunidad en las entregas y satisfacción de sus clientes, comparables con las empresas más competitivas de Latinoamérica.

2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La Siderúrgica del Orinoco (SIDOR), es una empresa dedicada a la fabricación de acero y de productos derivados de este metal, destinados al mercado nacional y al mercado de exportación. Su planta industrial se encuentra ubicada en Ciudad Guayana, Zona Industrial Matanzas, Estado Bolívar, sobre la margen derecha del Río Orinoco, específicamente a 17 Km de su confluencia con el Río Carona y a 300 Km de la desembocadura del Río Orinoco en el Océano Atlántico, pudiendo tener conexión con toda Venezuela y con el resto del mundo. (Ver figura 2).



Figura 2. Ubicación Geográfica de Sidor

Fuente: Intranet Sidor

3. RESEÑA HISTORICA

La semilla de la creación de la Siderúrgica del Orinoco, C.A, se remonta hacia los años 1926 y 1947 con el descubrimiento de los yacimientos de mineral de hierro en los cerros El Pao y Bolívar, respectivamente, los cuales dieron impulso al desarrollo siderúrgico en Venezuela al inicio de la década de los 50. Debido a numerosas ventajas geográficas, económicas y naturales, se decide la construcción de la planta en la Región Guayana, en 1953. A partir de allí, el desarrollo de esta industria ha venido evolucionando continuamente hasta llegar a lo que es hoy. A continuación se presenta cronológicamente esta evolución:

3.1. INSTALACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL COMPLEJO SIDERÚRGICO

1951: Creación del Sindicato Venezolano del Hierro y del Acero, empresa privada que inicia los estudios preliminares para la instalación de una industria siderúrgica en el país.

1953: El Gobierno Venezolano toma la decisión de construir una planta Siderúrgica en Guayana. Se crea la Oficina de Estudios Especiales de la Presidencia de la republica y se le encomienda entre otros, el Proyecto Siderúrgico.

1955: El Gobierno Venezolano suscribe un contrato con la firma Innocenti de Milán, Italia, para la construcción de una Planta Siderúrgica con una capacidad de producción de 560.000 Toneladas de lingotes de acero.

1957: Se inicia la construcción de la Planta Siderúrgica del Orinoco y se modifica el contrato con la firma Innocenti, para aumentar la capacidad a 750.000 toneladas anuales de lingotes de acero.

1958: Se crea el Instituto Venezolano del Hierro y del Acero, adscrito al Ministerio de Fomento, sustituyendo a la oficina de Estudios Especiales de la Presidencia de la Republica, con el objetivo básico de impulsar la instalación y supervisar la construcción e la planta Siderúrgica.

1960: Se revisa el contrato con la empresa Innocenti y se decide elevar la capacidad de producción de acero líquido de la Planta a 900.000 toneladas. El 29 de diciembre, se crea la Corporación Venezolana de Guayana y se le asigna, entre otras, las funciones del Instituto Venezolano de Hierro y del Acero.

1961: En julio, se inicia la producción de tubos de acero sin costura, con lingotes importados. El 2 de julio del mismo año se funda Ciudad Guayana.

1962: El 9 de julio, se realiza la primera colada de acero, en el horno N° 1, de la Acería Siemens-Martín. El 24 de Octubre se crea el Cuerpo de Bomberos de SIDOR.

1963: Terminación de la construcción de la Siderúrgica del Orinoco, C.A. y puesta en marcha de los trenes 300 y 500.

1964: El 1 de abril, la Corporación Venezolana de Guayana constituye la empresa C.V.G. Siderurgica del Orinoco, C.A. (SIDOR), confiriéndole la operación de la planta Siderúrgica existente.

1967: El 26 de junio, SIDOR logra producir por primera vez 2.000.000 toneladas de acero, líquido

1970: El 3 de octubre se inaugura la Planta de Tubos Centrifugados, con una capacidad para producir 30.000 toneladas en un turno.

1971: El 13 de marzo, en el Palacio de Miraflores se firma un contrato con un consorcio Belga Alemán para la construcción de la planta de laminados planos, con una inversión de 1.250 millones de bolívares (Plan III), para la producción de chapas gruesas y bobinas en caliente.

1972: Se amplía la capacidad de los hornos Siemens Martín, a 1.200.000t.

1973: Se inaugura la Línea de Estañado y Cromado Electrolítico de la Planta de Productos Planos. Obtención de la primera marca NORVEN en Venezuela, para las Barras (Cabillas) de SIDOR.

3.2. CONSTRUCCIÓN DEL PLAN IV

1974: Puesta en marcha de la Planta de productos Planos e inicio del Proyecto denominado Proyectos de Ampliación 1974 – 1979 (Plan IV).

1978: Se inaugura el Plan IV. El 26 de Febrero, se inician las operaciones de la planta de Reducción Directa Midrex I, Puesta en marcha de la maquina de Colada Continua de Palanquillas, plantas de Reducción Midrex II y los Laminadores de Barras y Alambrón.

1980: Se inaugura la Planta de Cal y el Complejo de reducción Directa.

1981: Se inicia la ampliación de la planta de productos planos y la planta de tubos centrifugados.

1984: Sidor se consolida como el único proveedor nacional de hojalata.

3.3. LA RECONVERSIÓN INDUSTRIAL 1988-1994

1988: Se aplica un proceso de Reconversión en SIDOR. El 23 de febrero, Fomento otorga a SIDOR la marca NORVEN, por la fabricación de Tubos sin Costura.

1989: Sidor inicia un proceso de Reconversión Industrial, cuyo objetivo fundamental estuvo orientado a garantizar la viabilidad de la Empresa en una economía globalizada; que significa, entre otros cambios, el cierre de los Hornos Siemens-Martín y Laminadores convencionales.

1990: La Empresa obtiene la marca NORVEN, para las láminas y bobinas de Acero, para la fabricación de cilindros de gas. El 4 de octubre se realiza la colada número 70 mil, última del Horno uno de la Acería Siemens-Martin. El 18 este mismo mes cierra la Planta de Arrabio y se modernizan el Laminador en Caliente, Acerías de Planchones y Palanquillas.

1991: Como resultado del Plan de Reconversión, se obtuvo el cierre de 13 instalaciones consideradas obsoletas, racionalización de la fuerza laboral, inicio de la exitosa incursión en el mercado de capitales y reducción de 11 a 5 niveles jerárquicos.

1992: Sidor obtiene marca NORVEN para el Alambrón de Acero Carbono, para la trefilación y Laminación en Frío. En diciembre, es instalada la Metalurgia secundaria en la Acería de Palanquillas. La producción de las Plantas de Reducción Directa llega a 20 millones de toneladas. Son las primeras Plantas del mundo en alcanzar este récord.

1993: El 15 de septiembre, fue promulgado la Ley de Privatización y el 22 de Septiembre, fue publicado en Gaceta Oficial. Con lo cual se inicia el proceso de privatización, con miras a obtener los capitales necesarios para la modernización tecnológica de las plantas, asegurar la colocación de la producción en los mercados globales, mejorar su competitividad y consolidar su posición económica.

3.4. PRIVATIZACIÓN 1995-1998

1995: Entra en vigencia la Ley de Privatización en Venezuela.

1997: El Gobierno Venezolano privatiza SIDOR, después de cumplir un proceso de licitación pública ganado por el Consorcio Amazonia Holding conformado por cinco de las Empresas más importantes de América Latina en el área de producción de Acero, a saber: HYL SAMEX de México, SIVENSA de Venezuela, TECHINT de Argentina y USIMINAS de Brasil. Adjudicándose el control de la Siderúrgica del Orinoco, C.A., al ofertar 2.301.703.100,62 dólares.

1998: Sidor inicia su transformación para alcanzar estándares de competitividad similares a la de los mejores productores de Acero en el mundo.

3.5. REESTRUCTURACIÓN FINANCIERA 1999- 2003

2000: Luego de un año de negociaciones, SIDOR firma el acuerdo de reestructuración financiero de su deuda con los bancos acreedores y el estado Venezolano. Más de 4 millones de toneladas de planchones se produjeron en este año en la Acería, lo que supone llegar a niveles de producción de la capacidad para la cual fue diseñada en 1978.

2001: Sidor inaugura en agosto tres nuevos hornos de su Acería de Planchón es y la automatización de su planta de laminación en Caliente, con una inversión de más de 123 millones de dólares. Se pasa de producir 2,4 millones de toneladas de acero líquido en 1997 a 3,2 millones de toneladas en este año. Aumenta la productividad 120% record histórico de exportaciones: 1,7 millones de toneladas en este año. Se alcanza también marca mensual, con más de 200 mil toneladas para el mercado externo.

2002: Las estadísticas colocan a SIDOR como el principal exportador privado de Venezuela con 584 millones de dólares en 2002 y como el más importante vendedor de acero terminado en la región. Récord de Producción en plantas de Reducción Directa, Acería de Planchones, Tren de Alambión y distintas instalaciones de Productos Planos.

2003: Se cumplen cinco años de gestión privada de SIDOR. El 20 de junio, se firmó el convenio de reestructuración financiera de SIDOR. El acuerdo implica la capitalización del 50% la deuda que la empresa tiene con la República, calculada en 1.400 millones de dólares, y la reestructuración de un remanente de 791 millones de dólares a un plazo máximo de 15 años.

2006: La Empresa adopta el nombre de Ternium Sidor a causa de pasar a formar parte del grupo Ternium, Empresa productora de Aceros Planos y largos del grupo Techint, integrado por Sidor de Venezuela, Hylsa de México y Siderar de Argentina.

3.6. PROCESO DE PRIVATIZACIÓN

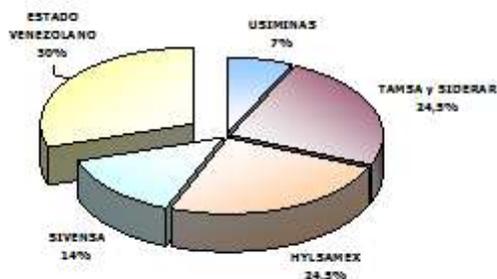
Después de 35 años de operaciones, SIDOR al igual que otras empresas siderúrgicas en Latinoamérica pasaron por un proceso de privatización, el cual se inicia en el año 1994 con los estudios pertinentes a través del Fondo de Inversiones de Venezuela y la Corporación Venezolana de Guayana; para Agosto de 1996 se abre el proceso de licitación y para octubre de ese mismo año se tienen un total de once inversionistas precalificados.

El proceso de subasta de SIDOR se realiza en diciembre de 1997, con la intervención de 3 grupos de inversionistas y con un precio base de 1550 millones de dólares. El Consorcio Amazonia por un monto total de 2.300 millones de dólares y superando en 81% el precio base fijado por el gobierno venezolano, gana la compra de SIDOR, superando a su más cercano competidor en tan solo 5 %. El proceso culmina en Enero de 1998 momento

a partir del cual SIDOR pasa a ser una empresa privada y así comienza una nueva etapa en la Siderurgia venezolana.

3.7. CONSORCIO AMAZONIA AL MOMENTO DE LA PRIVATIZACIÓN

El consorcio Amazonia estaba conformado por empresas de cuatro naciones: Grupo TECHINT (Argentina), Grupo HYL SAMEX (México), Grupo USIMINAS (Brasil) y el Grupo SIVENSA (Venezuela). La distribución accionaria de la empresa queda de acuerdo a lo mostrado en el gráfico 1.



Fuente: Intranet Sidor

Gráfico 1. Distribución accionaria inicial de Sidor

- Grupo TECHINT

El Grupo TECHINT esta constituido por 27 compañías principales y tiene oficinas alrededor de todo el mundo, con 2 cuarteles generales en Buenos Aires y Milán. El negocio principal de las actividades industriales del grupo, se centra en la fabricación de tubos de acero sin costura y en productos planos de acero.

Las compañías de Ingeniería y construcción se especializan en el diseño y la implementación de tuberías, plantas industriales, instalaciones

petroleras y de gas y otros proyectos de infraestructura. Otras actividades de negocios incluyen la construcción de diversos tipos de maquinarias industriales, la exploración y explotación de petróleo y gas, el transporte de gas y sus líneas de distribución, así como una amplia gama de servicios, en los que se incluye salud, manejo de desperdicios, peajes, telecomunicaciones y sistemas tecnológicos de información.

El Grupo TECHINT tiene 33.000 empleados permanentes aprox. Alrededor del mundo y las ganancias, para el año fiscal que terminó el 30 de junio de 1999, fueron de 6.4 Billones de dólares. Este grupo participa en SIDOR a través de SIDERAR y TAMSA.

- SIDERAR

SIDERAR es la mayor empresa siderúrgica de Argentina. Es una industria integrada que partiendo del mineral de hierro y del carbón que llegan a su puerto, elabora coque, arrabio y acero para producir chapas laminadas en caliente, en frío y revestidas.

La compañía tiene su origen en la fusión de Aceros Paraná – continuadora de la ex empresa estatal SOMISA, Propulsora Siderúrgica, Aceros Revestidos, SIDERCROM y BERNAL. Esta fusión, realizada a fines de 1993, fue un avance natural de la integración operativa que ya existía entre estas empresas con actividades de producción y comercialización complementarias. La combinación de esfuerzos y las sinergias nacidas de la fusión permitieron mejorar la productividad, la calidad, la logística, el servicio y reducir costos de operación.

SIDERAR cuenta con plantas industriales en las localidades de Ramallo, Ensenada, Florencio Varela y Haedo, todas en la provincia de Buenos Aires.

Las Oficinas Centrales están localizadas en la ciudad de Buenos Aires.

Recibió en 1994 el Certificado ISO 9002, y en 1997 la Certificación 9001 para todas sus plantas productivas como resultado de su orientación hacia la satisfacción del cliente, a través del mejoramiento continuo de la calidad de sus productos y servicios.

En la actualidad, SIDERAR alcanza niveles de producción de 2 millones de toneladas siendo su facturación superior a los US\$ 1.100 M incluyendo las exportaciones a más de 40 países.

- TAMSA

Tubos de Acero de México, S.A. (TAMSA), ubicada en Veracruz, es el único productor de tubos de acero sin costura en México, y líder en su fabricación y exportación en el ámbito mundial. Sus productos principales son tubería para la industria del petróleo (OCTG) y tubería de conducción utilizadas en diversas fases de la producción y transportación de petróleo y gas. Para otras aplicaciones industriales, TAMSA también produce y comercializa tubería mecánica y estirada en frío.

TAMSA forma parte de una alianza global conformada por Siderca S.A.I.C. de Argentina y Dalmine S.p.A., de Italia. En conjunto, este grupo de empresas (Grupo DST) es el principal productor mundial de tubería de acero sin costura. TAMSA distribuye sus productos a más de 40 países, y en 1997, sus ventas superaron los 680 millones de dólares.

Inició sus operaciones en 1952. Durante más de 40 años de existencia, ha producido más de 7 millones de toneladas de acero sin costura. Capacidad de producción anual: 800.000 toneladas de acero líquido.

Exportaciones: 70%. Dotación: 2.400 empleados. Certificaciones Calidad: ISO 9001.

TAMSA tiene como misión “Buscar seguir siendo líder mundial en la fabricación de tubería de acero sin costura, proporcionando a nuestros clientes un servicio de excelencia, manteniendo bajos niveles de costo y buscando avances tecnológicos que nos permitan permanecer a la vanguardia de nuestra industria”.

- HYL SAMEX

HYLSAMEX, El Acero de México, la empresa que agrupa todos los negocios de Alfa relacionados con el acero, está formada por cinco subsidiarias industriales: HYL SA, ACEREX, GALVAK, GALVAMET e HYL SABEK. Esto les permite ofrecer la más amplia línea de productos de acero: lámina rollada en caliente, en frío, galvanizada y pre-pintada; varilla y alambres; tubería; perfiles estructurales ligeros; alambres y derivados; paneles aislados, y procesamiento de aceros planos.

HYLSAMEX, está conformado por nueve unidades operativas: cinco de Hylsa –*División Aceros Planos, División Alambres y Varilla, División Productos Tubulares, HYL y Materias Primas*– GALVAK, GALVAMET, HYL SABEK División Alambres y ACEREX. Incluye, además, subsidiarias de apoyo en minería, procesamiento de chatarra, transporte y comercialización de acero.

Participa en la generación de sus principales insumos: mineral de hierro, electricidad y tecnología de reducción directa, haciendo más eficiente la aceración y laminación de productos planos y no planos. Como productor de acero integrado logra ventajas en sus procesos, que le permiten obtener

productos de alta calidad y brindar un mejor servicio a los clientes. Para lograrlo, se organiza de la siguiente manera:

- ✓ HYL participa con la tecnología y procesos para la obtención de Hierro esponja, insumo para la producción del acero.
- ✓ La División Aceros Planos produce lámina en rollo y hojas.
- ✓ La División Alambros y Varilla fabrica estos productos.
- ✓ La lámina caliente producida en la División Aceros Planos, se convierte en tubería y perfiles estructurales en la División Productos Tubulares.
- ✓ GALVAK fabrica productos galvanizados a partir de la lámina fría.
- ✓ Del alambros se generan alambres y sub-productos, en la empresa HYLSABEK División Alambres.
- ✓ GALVAMET produce paneles aislados con poliuretano, a partir de la lámina galvanizada.
- ✓ Los rollos de lámina se cortan a la medida y forma requeridas por el cliente en el centro de servicio ACEREX.

Pionera en reducción directa moderna (HyL). Inició sus operaciones en 1.943. Capacidad de producción anual: 3.060.000 toneladas de acero líquido. Exportaciones: 20%. Dotación: 8.096 empleados. Certificaciones Calidad: ISO 9001-9002, QS 9000. Premio Nacional de Calidad en 1990.

- USIMINAS

Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais es la principal empresa siderúrgica de Brasil, líder en provisión de Asistencia Técnica y en seguridad siderúrgica en el ámbito internacional. Fue establecida en 1.956 con participación de capital estatal, del Gobierno Federal de Minas Gerais y de

inversionistas japoneses. Privatizada en 1.991 con la venta de las acciones de la empresa, implantando una política de diversificación industrial a través de la integración horizontal y vertical.

Produce laminados planos: chapa gruesa, chapa laminada en caliente, chapa laminada en frío y electro cincado. Capacidad de producción anual: 4.200.000 ton de acero líquido. Exportaciones: 20%. Dotación: 8.500 empleados. Certificaciones Calidad: ISO 9001/2; PAQ, QS1, ISO 14001. Cuenta con 114 certificados de calidad. USIMINAS obtuvo, en el ejercicio de 1998, una ganancia líquida de \$338,4 millones (aproximadamente US\$ 190,43 millones al cambio actual), 6.9% abajo del presentado en el año anterior.

- SIVENSA

Es una organización venezolana, fundada en 1948, cotizada libremente en la bolsa de valores, que desarrolla actividades siderúrgicas y metalmecánica para satisfacer el mercado nacional e internacional. Desde hace más de veinticinco años ha desarrollado una fructífera relación con empresas, extranjeras en su mayoría y líderes en sus respectivas áreas de negocios, como Dana Corporation, Bekaert, Eaton Corporation, Cooper Cameron, Industries, TRW, Hayes Wheels, Smith Tool y CVG Ferrominera Orinoco.

Posee mercados de: Briquetas de mineral de hierro como insumo del acero, productos semielaborados para la industria siderúrgica y productos de acero cuyo mercado es la industria de la construcción. Para la industria automotriz, partes y piezas de equipo original y de reposición; bienes de capital para la industria petrolera; alambres de uso industrial y agroindustrial.

Comparte con SIDOR el liderazgo del mercado de Productos Largos de Venezuela. En 1.976 crea Fundametal (Centro de Capacitación).

Capacidad de producción anual: 907.000 toneladas de acero líquido. Exportaciones: 44%. Dotación: 9.634 empleados. Certificaciones Calidad: 23 certificaciones ISO 9000, 5 QS 9000/Q-101, 5 SQA y 3 QSP (sector automotor). Siderúrgica Venezolana SIVENSA SACA, reportó ventas de US\$ 555 millones para el año fiscal completado el 30 de Septiembre de 1999, lo que representa una reducción del 24% al comparar con los US\$ 733 millones facturados para el año fiscal anterior. Las pérdidas operativas fueron de US\$ 12.5 millones, y la pérdida neta fue de US\$ 131 millones. La Tabla 1 muestra en resumen las características básicas de las empresas que conforman el consorcio:

Empresa	Capacidad Acería MM t/año	Producción 1997 MMt/año	Facturación MM\$US	No. De empleados	Principales Productos
 Pionera en Reducción Directa en su país	3,0	2,8	1.400	8.096	Laminados Planos y Largos. Tubos sin Costura
 Principal Siderúrgica de su país	3,5	2,0	1.150	6.500	Laminados Planos
 Comparte con SIDOR el liderazgo de Productos Largos	0,9	0,8	748	9.634	Laminados Largos
 Única Siderúrgica productora de tubos en su país	0,8	0,6	655	2.400	Tubos sin Costura
 Líder en prestación de Asistencia Técnica y reconocida por su Calidad y Productividad	4,2	3,8	1.850	8.500	Líder en provisión de asistencia técnica y en seguridad siderúrgica
TOTAL	12,4	10,0	5.803	35.130	

Tabla 1. Características principales del Consorcio

Fuente: Intranet Sidor

- TERNIUM

Este es el resultado de la unión de las empresas Sidor, Siderar e Hylsamex, es una compañía que nace de la mano del Grupo Techint, al concluir éste con éxito la oferta pública por la productora mexicana y por las acciones de Hylsamex en el Consorcio Amazonia. Es líder del mercado

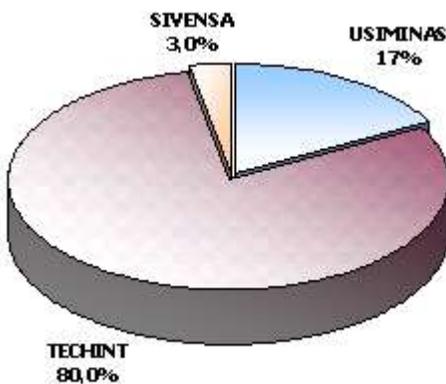
latinoamericano y está integrada por las siderúrgicas Hylsa de México, Siderar de Argentina y Sidor de Venezuela. Reúne el profesionalismo y la tenacidad de 18.000 empleados, que buscan maximizar las ventajas competitivas de Hylsa, Siderar y Sidor, para proyectarse hacia los mercados internacionales, con una amplia red de centros de distribución en todo el continente americano y filiales comerciales localizadas en los principales centros de consumo del mundo.

Tiene una capacidad de producción anual superior a 12 millones de toneladas, convirtiéndose así en el mayor productor de acero de Latinoamérica y el quinto del continente americano. Además, es la mayor empresa exportadora de productos terminados con alto valor agregado en la región, y tendrá una facturación anual de 5 mil 500 millones de dólares.

Con la integración de las tres empresas, Sidor sale fortalecida. La empresa sigue siendo una entidad legal pero, al pertenecer a una compañía de las dimensiones de Ternium, tiene un mayor poder de negociación frente a proveedores y clientes, lo que se refleja en una reducción de costos importante, mayor participación en el mercado mexicano, mayores márgenes de contribución en productos como hojalata y alambión, mayor oferta de gama de productos, lo que redundará en un mejor posicionamiento en el Pacto Andino, Centro América y El Caribe. Mayor acceso a tecnología, como el soporte desde Hylsamex a los procesos de reducción directa HyL, mayores oportunidades de desarrollo profesional para los recursos humanos sidoristas, mejoras en compras y mayor acceso a los mercados financieros internacionales.

Otra fortaleza con la que nace Ternium es su acceso a los principales mercados de la región como el Pacto Andino, el Grupo de los Tres (G3) y el Tratado de Libre Comercio de Norteamérica. Con la integración de Hylsamex

al Grupo TECHINT también hubo cambios en la conformación de AMAZONIA. Ahora este Consorcio, que detenta el 60% de las acciones de SIDOR, pasa a estar conformado en un 80% por TECHINT, un 17% por USIMINAS y un 3% por SIVENSA; esa distribución se puede observar en el gráfico 3 a continuación:



Fuente: Intranet Sidor
Gráfico 2. Distribución accionaria antigua de Sidor

Las unidades productivas están ubicadas en Argentina, México y Venezuela, con procesos integrados para fabricación de acero y productos derivados.

4. MISIÓN DE SIDOR

Ofrecer de manera eficiente obras y servicios que promuevan, en el ámbito mundial, la competitividad integral del sector siderúrgico de Guayana. El sector empresarial vinculado al sector siderúrgico de Ciudad Guayana, mantendrá una constante búsqueda de la excelencia, que le permita atender de manera competitiva las necesidades de servicios y bienes del sector, de forma similar a los mejores sectores siderúrgicos del mundo.

5. VISIÓN DE SIDOR

Sidor tendrá estándares de competitividad similares a los productores de acero más eficientes y estará ubicada entre las mejores siderúrgicas del mundo.

6. POLÍTICA DE CALIDAD

SIDOR tiene como compromiso la búsqueda de la excelencia empresarial con un enfoque dinámico que considera sus relaciones con los clientes, accionistas, empleados, proveedores y la comunidad, promoviendo la calidad en todas sus manifestaciones, como una manera de asegurar la confiabilidad de sus productos siderúrgicos, la prestación de servicios y la preservación del medio ambiente.

Para ello se requiere especial atención en:

- Definir anualmente los objetivos y planes de calidad.
- Satisfacer los requerimientos y expectativas de los clientes.
- Implementar un sistema de calidad acorde a las normas internacionales más exigentes.
- Seleccionar los proveedores en base a sus sistemas de aseguramiento, calidad de sus productos y prestación de servicios, desarrollando relaciones duraderas y confiables.
- Asumir cada área de la empresa el doble papel de cliente y proveedor, desarrollando la gestión con criterios preventivos.
- Educar y motivar al personal en la mejora continua de la calidad en el trabajo y en todas sus manifestaciones.

- Verificar la efectividad del sistema a través de las Auditorias de la Calidad.
- Mejorar constantemente los procesos y servicios incorporando nuevas tecnologías.
- Desarrollar nuevos productos y mejorar los existentes previendo las necesidades de los clientes.
- Asegurar el liderazgo competitivo de la empresa, entendiendo que la calidad, productividad y seguridad son factores esenciales que actúan conjuntamente.

7. POLÍTICA DE PERSONAL

SIDOR cuyo objetivo es convertirse en una empresa siderúrgica competitiva, considera al recurso humano factor determinante para lograrlo. En tal sentido, disponer de la mayor fuerza laboral constituye para SIDOR el elemento clave de la diferenciación frente a la competencia. La empresa, a este respecto, establece los siguientes criterios fundamentales en materia de personal:

- Los procesos de selección y desarrollo del personal se diseñan para captar y dar oportunidad en la compañía a los mejores recursos. El mejor recurso humano es aquel cuyo conocimiento se ajusta o supera los requerimientos del cargo, demuestra compromiso con su tarea, posee sólidos principios morales y un equilibrio emocional superior al promedio.
- El esquema de trabajo esta concebido para revalorizar al individuo, incrementando su nivel de conocimientos, para permitirle incidir efectivamente sobre la productividad de los equipos y ampliarle sus posibilidades de desarrollo individual.

- La capacitación y el entrenamiento de la gente constituyen una inversión prioritaria para la empresa.
- La mejora permanente de las actitudes y condiciones de higiene y seguridad, el cuidado de la salud del trabajador y su protección en el ámbito laboral son premisas básicas en nuestra concepción de empresa competitiva.
- El sistema de desarrollo de personal esta dirigido a incorporar un modelo supervisorio sustentado en el liderazgo técnico, privilegiar a la especialización del trabajador y dotar a SIDOR de la generación de relevo tanto a nivel de dirección y gerencia como a nivel técnico.
- El sistema de remuneración y compensaciones se sustenta en el nivel de responsabilidad del cargo que se ejerce, la experiencia y el desempeño en el mismo, la evolución del mercado laboral venezolano, así como los resultados económicos de la compañía.
- Las relaciones laborales se caracterizan por la confianza mutua, la veracidad y transparencia en las comunicaciones, así como por el respeto entre las partes.
- La aplicación estricta de las leyes, normas, procedimientos y acuerdos, es un principio organizacional.

8. POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

SIDOR, en la fabricación y comercialización de productos de acero, considera que su capital más importante es su personal y por ello juzga prioritario el cuidado de su seguridad y salud en el ámbito laboral.

Para el desarrollo de todas sus actividades establece entre sus premisas básicas, mejorar en forma permanente y sostenida las actitudes y condiciones de higiene y seguridad de su personal, para convertir a todas sus instalaciones industriales en modelos de gestión de trabajo seguro y

eficiente, proyectando sus programas de seguridad a la comunidad. Para ello reconoce que:

- La prevención de accidentes es responsabilidad de todos.
- Las acciones de prevención de riesgos son prioritarias.
- Todos los accidentes e incidentes pueden ser prevenidos.
- Todos los riesgos operativos pueden ser controlados.
- El cumplimiento de las normas y procedimientos legales e internos relativos a seguridad, higiene y salud ocupacional, es responsabilidad tanto de SIDOR y de sus trabajadores como de las empresas contratistas y de sus trabajadores.

9. POLÍTICA DE MEDIO AMBIENTE

SIDOR considera a la variable ambiental como uno de los pilares para la fabricación y comercialización de aceros de calidad internacional. Por ello, basa sus acciones ambientales en los siguientes criterios:

- Cumplir con la legislación ambiental vigente.
- Promover los principios del desarrollo sostenible.
- Utilizar racionalmente los recursos naturales.
- Aplicar mejora continua en los sistemas existentes.
- Incorporar tecnología ambientalmente limpia en los nuevos equipos y procesos.

Desde su situación actual y siguiendo detalladamente el cronograma de adecuación ambiental recientemente aprobado por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, SIDOR espera alinearse con las empresas de primer nivel mundial, tanto desde el punto de vista de

sus productos y procesos, como en el cuidado de su personal y del medio ambiente circundante.

10. OBJETIVOS DE LA EMPRESA

A continuación se presentan los objetivos de la empresa, los cuales dan un enfoque de las metas de la misma.

10.1. GENERAL

Fabricar productos de acero, destinados tanto al mercado nacional como para la exportación.

10.2. ESPECÍFICOS

- Implantar un sistema de calidad acorde a las normas internacionales.
- Educar y motivar al personal para la mejora continua.
- Verificar la efectividad del sistema a través de las auditorías de calidad.
- Desarrollo de productos nuevos y mejora de los procesos existentes.
- Cumplir con las normas ISO 9000
- Optimizar la producción en función de las exigencias del consumidor en cuanto a volumen, calidad, etc.
- Optimizar los beneficios de la empresa mediante la venta de productos que cumplan con los requisitos del mercado.
- Alcanzar una estructura financiera óptima tomando en cuenta las necesidades políticas y condiciones financieras del país.
- Administrar y gerenciar conforme a una estructura administrativa adecuada al logro de la misión de la empresa.

11. FUNCIONES

- Mantener el liderazgo como proveedor local.
- Concentración en los mercados regionales claves (Centroamérica, el Caribe y la Comunidad Andina).
- Sostenimiento de los mercados captados en Estados Unidos y Europa.
- Asistencia técnica personalizada.
- Desarrollo de nuevos productos y servicios
- Mejora de la eficiencia, reducción de costos, fuerte perfil exportador
- Satisfacción de los requerimientos y expectativas de sus clientes.

12. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE SIDOR

A continuación se presentan una breve descripción de las direcciones que conforman la estructura organizativa de SIDOR, (Ver figura 2).

- *Dirección Producción Industrial:* Producir productos siderúrgicos y prestar los servicios industriales requeridos de manera competitiva y rentable.
- *Dirección Comercial:* Comercializar y despachar los productos siderúrgicos en condiciones de calidad y oportunidad competitiva.
- *Dirección de Calidad:* implementar y administrar el Sistema de Gestión de la Calidad de la empresa
- *Dirección Legal:* Garantizar la actuación de la compañía dentro del marco legal vigente y representarla ante terceros en todos los aspectos jurídicos en los que estén involucrados sus derechos e intereses.

- *Dirección de Administración y Finanzas:* Precisar los servicios de contabilidad, auditoría y sistema de información.
- Administrar y asegurar el adecuado rendimiento de los recursos financieros de la compañía.
- *Dirección de Abastecimiento:* Obtener y suministrar materiales, insumos y servicios requeridos por la compañía para sus operaciones.
- *Dirección de Relaciones Institucionales y Comunicaciones:* Promover la imagen institucional de la empresa ante su público y entorno relevantes.
- *Dirección de Recursos Humanos:* Formular y aplicar las políticas y estrategias corporativas en el ámbito socio-laboral comunicacional y de servicios al personal.

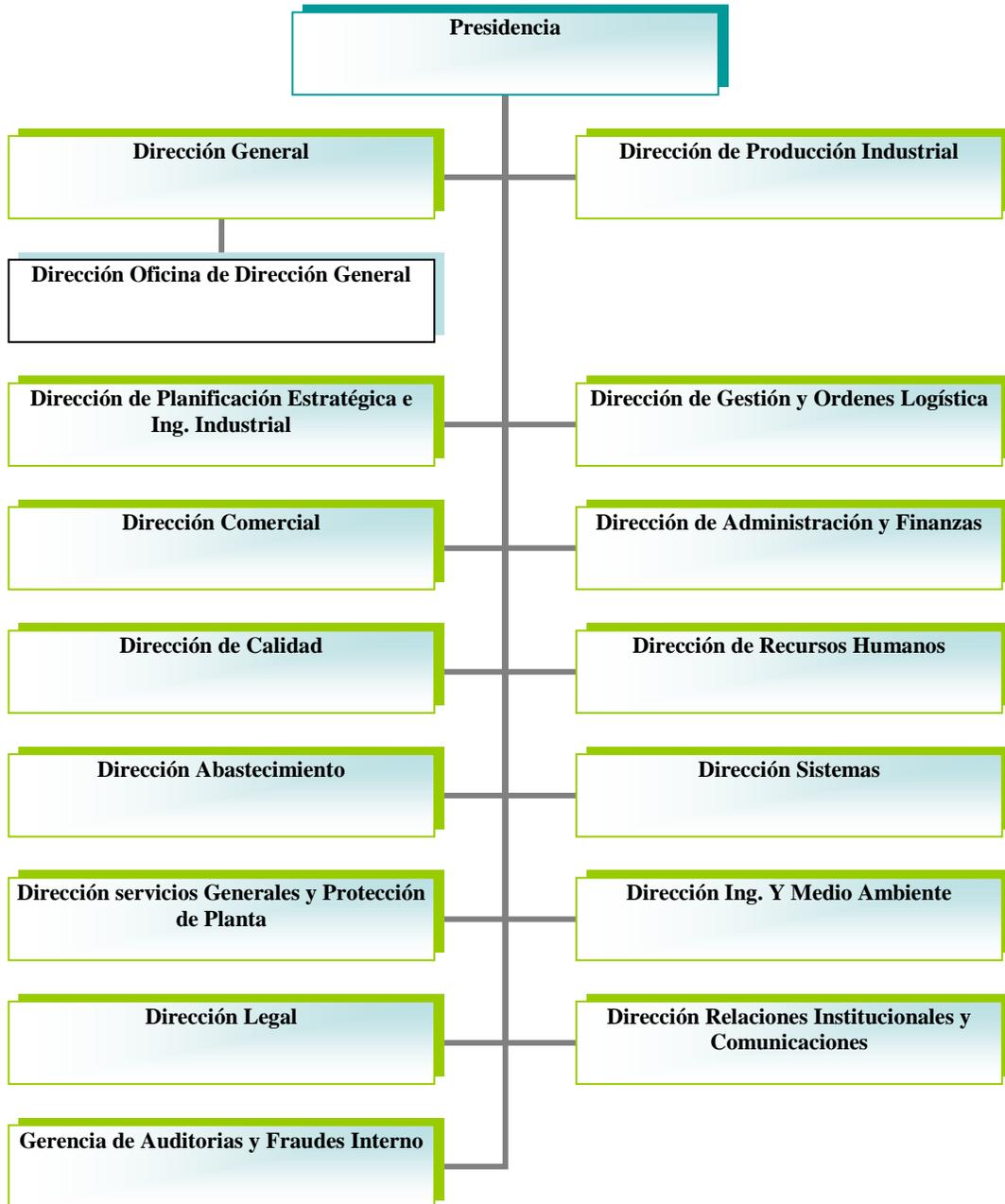


Figura 3: Estructura organizativa general de Sidor

Fuente: Elaboración Propia

13. FLUJOGRAMA DEL PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE BOBINAS

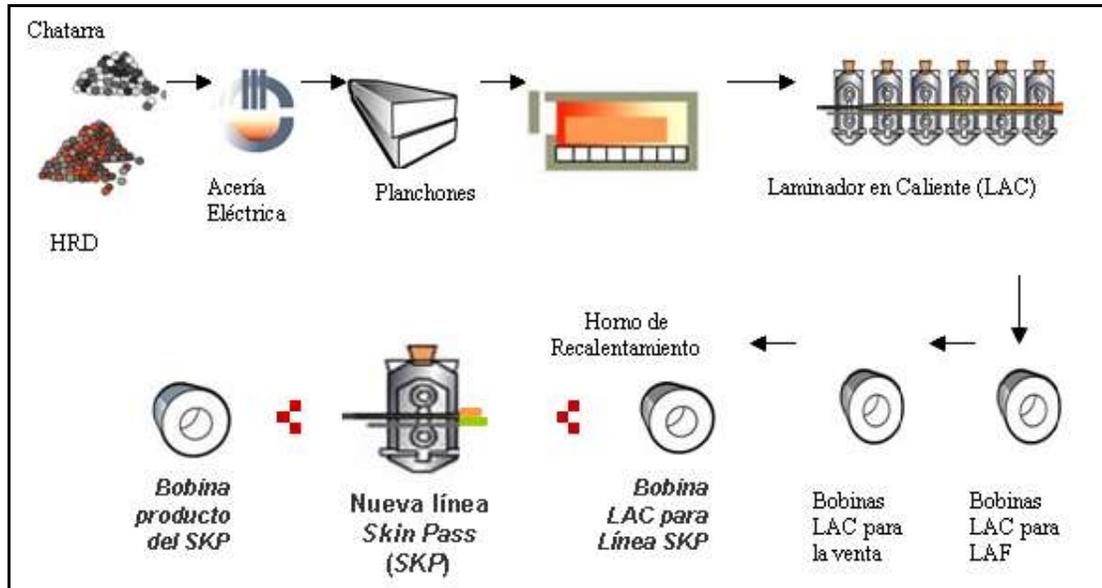


Figura 4. Proceso para la obtención de bobinas.

Fuente: Información suministrada de Laminación en Caliente.

La figura 4, muestra la forma general del proceso por medio del cual se obtienen las bobinas, desde la materia prima que es Hierro de Reducción Directa (HRD), pasando por las acería de planchones con hornos de arco eléctrico, y de allí a el proceso final en el laminador en caliente para la obtención de las bobinas, este último está conformado por diferentes sub procesos, entre los cuales se encuentra el tren continuo de laminación conformado por seis bastidores de los cuales el número 1 es en el que se enfoca el presente estudio.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

1. LAMINACIÓN EN CALIENTE

Llamamos laminación, al proceso consistente en deformar plásticamente los metales, con el fin de reducir su sección transversal, haciéndolos pasar entre rodillos a una temperatura superior a la de recristalización, por medio de un tipo de máquina de fabricación conocida como tren de laminación.

La laminación en caliente en el sentido estricto, debería aplicarse únicamente a la laminación de planchones y desbastes con una temperatura tal, que la recristalización se produjese continua durante el proceso de laminación, de tal forma que, al final de la operación, el material quedase completamente en estado de recocido.

En la laminación de productos planos se pretende fundamentalmente disminuir el espesor del metal. Por lo general, aumenta un poco la anchura, por lo que la disminución del espesor se traduce en un aumento de longitud, debido a que el volumen de la pieza permanece constante.

Los trenes de laminación son un tipo de máquina de fabricación. En las máquinas de fabricación modernas, el movimiento de las herramientas, necesario para realizar las diversas operaciones mecánicas, se efectúa por medio de uno ó varios motores. En consecuencia los elementos indispensables de una máquina de fabricación son dos: el mecanismo

ejecutante y herramienta, es decir, el mecanismo que actúa sobre el objeto de fabricación con la ayuda de las herramientas y el motor que las pone en funcionamiento.

Además, un mecanismo de transición forma parte de la máquina de fabricación. Su objeto es transmitir y convertir el movimiento del motor en el movimiento necesario de las herramientas. Así, una máquina de fabricación tiene, en principio, tres elementos básicos:

1° El mecanismo ejecutante.

2° El motor.

3° La transmisión.

Los trenes de laminación son, según su objeto, máquinas de fabricación desarrolladas ó sistemas de máquinas. En el primer caso, un tren de laminación puede definirse como una máquina de fabricación para trabajar materiales por presión entre cilindros rotativos. Los cilindros de trabajo los cuales se encuentra en contacto con el material, se consideran como la herramienta de fabricación.

Sin embargo, esta definición de un tren de laminación no es completa. En la mayoría de los casos, la laminación de un metal necesita varias etapas tecnológicas. Además, son necesarias un cierto número de operaciones auxiliares.

El desarrollo de la fabricación en serie del material laminado ha necesitado un gran empleo de la mecanización y de la automatización. Ocurre así, porque las máquinas que trabajan el metal laminado se colocan en una cadena de fabricación y se conectan con los medios necesarios para transportar la pieza de una máquina a la siguiente. Este sistema de máquinas es típico de los talleres más modernos y puede llamarse también tren de laminación continuo. En consecuencia, un tren de laminación, en

algunos casos, el término es aplicado a máquinas aisladas, que llevan a cabo la deformación plástica del material entre cilindros. En otros casos, se refiere a un sistema de máquinas que efectúan la laminación del metal, frecuentemente en varias etapas, y realizan las operaciones auxiliares necesarias para la producción del metal laminado.

2. TREN CONTÍNUO

Tiene como función transformar en bandas los desbaste planos provenientes del tren IV Reversible. Comprende un conjunto de seis bastidores colocados uno a continuación del otro, de forma tal, que la banda pase sucesivamente a través de ellos. Cada bastidor posee dos cilindros de trabajo y dos de apoyo, un sistema de enfriamiento para los cilindros de trabajo y otras partes tales como guías, sistema de enfriamiento interstand raspadores, etc. En cada bastidor se le da a la banda una disminución en su espesor trayendo como consecuencia que la velocidad de entrada de la banda en un bastidor cualquiera sea menor que la velocidad de salida del mismo, por lo que la velocidad de la banda y de los cilindros en cada bastidor debe estar perfectamente sincronizada para que los cilindros de cada uno de ellos tome la banda a la misma velocidad con que sale del bastidor anterior. En la figura 5 se muestra una ilustración del tren continuo.



Figura 5: Tren continuo

Fuente: Elaboración propia.

Entre cada bastidor existe un tensor de banda o "levantabucle", el cual tiene la función de mantener una tensión de banda constante tanto en la salida del bastidor como en la entrada del siguiente bastidor y es el responsable de mantener un control del flujo másico. Además para mejorar la calidad del producto, en esta misma zona se ubican regadores de agua a presión para retirar el óxido que se ha formado sobre la superficie de la banda, desde que la misma ha salido del tren IV Reversible. Los espesores obtenidos en esta etapa varían entre 1,90 mm. y 13,0 mm, y los anchos de banda varían desde 457 mm. hasta 1255 mm, según los requerimientos del mercado. Los desbaste planos entran al tren continuo a una temperatura que oscila alrededor de los 1.030 °C y sale con una temperatura cercana a los 850 °C, dependiendo del tipo de acero, de los parámetros operacionales del proceso, y el uso final de la banda.

3. SISTEMA PACING

El PACING es un sistema que se encarga de administrar la carga y descarga de planchones en cada uno de los hornos del Laminador en Caliente, minimizando los tiempos de desocupación y ocio del laminador, y de esta manera asegurarse que los planchones cargados en el horno cumplan el tiempo de tránsito correspondiente. En las pantallas de operación se visualiza el mapa de hornos (secuencia de planchones cargados en el horno) y valores de variables que permiten al operador llevar el control de la carga y descarga de planchones.

El proceso se inicia una vez que en el patio de planchones, el cual es el lugar de almacenamiento de los mismos, se construye el programa a laminar, para que SICOP envíe a la Base de Datos de Automatización el archivo con los datos de los planchones de dicho programa, es decir; aquellos planchones que deben ser laminados dentro del programa para calcular los tiempos teóricos de laminación tiempo teórico en: Horno, IV Reversible, Tren Continuo y dureza equivalente de cada bobina del programa a partir de los datos de cada planchon (espesor, ancho, tace, entre otros).

4. CÁLCULO DE CADENCIA DE PROCESO

La cadencia de proceso esta definida como:

$$\text{CADENCIA_PROCESO} = \text{CADENCIA_TEORICA} + \text{TIEMPO_AGREGADO}$$

Fuente: Sistema de Gestión en Línea (SGL). Sidor

5. CÁLCULO DE IRMS

Se calcula de forma automática el valor de tiempo que será agregado por sobrecarga IRMS del tren continuo, tomando en cuenta todos los bastidores. Si la corriente efectiva supera el 88% se calcula el tiempo

agregado TA_IRMS_Bx (indicando el bastidor con mayor corriente), y se le suma dicho tiempo como agregado automático.

Una vez que la corriente efectiva disminuya a un valor por debajo del límite el sistema va eliminando gradualmente el tiempo agregado por IRMS hasta eliminarlo por completo cuando la condición de corriente se normalice. El TA_IRMS_B1 (Tiempo Agregado por IRMS del Bastidor 1), se refleja en cadencia teórica.

El TA_IRMS_B2_B6 (Tiempo Agregado por IRMS del Bastidor 2 al Bastidor 6), se refleja en el tiempo agregado.

6. TIEMPO AGREGADO

El tiempo agregado de operación tiene la finalidad de compensar deficiencias y/o debilidades en los equipos de la planta, es un valor que se refleja en la cadencia de proceso.

El tiempo agregado puede establecerse de forma manual por el operador de hornos (TA_MANUAL) o en forma automática por el sistema pacing.

El pacing solo agrega o elimina Tiempo Agregado en forma automática por sobrecarga de IRMS del tren continuo para Bastidores 2 al 6, es decir, los TA_IRMS_B2 al TA_IRMS_B6.

Entonces, el valor de tiempo agregado sería:

$$\text{TIEMPO_AGREGADO} = \text{TA_MANUAL} + \text{TA_IRMS_B2_B6}$$

Fuente: Sistema de Gestión en Línea (SGL). Sidor

En la pantalla de descarga se especifica en el recuadro izquierdo el TIEMPO_AGREGADO total y en el recuadro derecho el tiempo agregado automáticamente por IRMS.

7. CÁLCULO DE CADENCIA TEÓRICA

El valor de Cadencia teórica se obtiene al hacer una comparación entre los tiempos de Cadencia por Hornos, Tiempo en IV y Tiempo en Continuo, tomando el mayor de los tres valores, agregando el valor de Tiempo Agregado por sobrecarga de IRMS del B1, sería:

$$\text{CADENCIA _ TEÓRICA} = \text{mayor (CADENCIA_HORNOS, TIEMPO_IV, TIEMPO_TC)} + \text{TA_IRMS_B1}$$

Fuente: Sistema de Gestión en Línea (SGL). Sidor

8. TIEMPO EN CONTINUO

El TIEMPO_TC es el tiempo de laminación de una pieza en el Tren Continuo, es calculado a partir de especificaciones del planchon/bobina, espesor, tace, cup, composición química, entre otros.

Cuando ocurren los siguientes eventos, el Tiempo en Continuo se ve afectado, sumándose un valor determinado de forma automática, y cuando hay cambio de longitud de planchones de cortos a largo.

9. CÁLCULO DE CADENCIA REAL

El cálculo de cadencia real corresponde a la diferencia de horas en la llegada de dos piezas consecutivas al IV Reversible.

El proceso de descarga envía la orden descargar cuando se cumplió el tiempo correspondiente a la cadencia de proceso después de la última descarga. Si la pieza anterior es retenida por algunos segundos entre hornos y reversible se refleja en la cadencia real debido a que se vera como si se estuviese adelantando la descarga.

10. CÁLCULO DE DEMORAS Y MICRODEMORAS

El sistema de Interrupciones es el proceso que determina las demoras, y se pueden definir de la siguiente manera:

Se considera DEMORA cuando $\text{Cadencia}_{\text{ proceso}} \geq \text{Tiempo}_{\text{ interrupcion}}$.

Se considera MICRODEMORA cuando $\text{Cadencia}_{\text{ proceso}} < \text{Tiempo}_{\text{ interrupcion}}$.

Donde:

$$\text{TMS (tiempo}_{\text{ muerto_standard}}) = \text{Cadencia}_{\text{ teórica}}$$

$$\text{Tiempo}_{\text{ interrupcion}} = \text{TMS} + \text{tiempo}_{\text{ de_gracia}}$$

$$\text{tiempo}_{\text{ de_gracia}} = 112\text{seg}$$

Fuente: Sistema de Gestión en Línea (SGL). Sidor

11. DIAGRAMAS DE PROCESOS

Representa gráficamente todas las actividades que se realizan durante la elaboración de un producto, es decir, visualiza operaciones, inspecciones, transportes, almacenajes y demora a fin de analizar costos ocultos, actividades ocultas en el proceso productivo. Permite un análisis completo de la fabricación de una pieza o componente.

12. SIMBOLOGÍA DE LAS DIVERSAS ACTIVIDADES

- **Operación** ○: Es cuando se cambia intencionalmente en cualquiera de sus características físicas o químicas, es montado o desmontado de otro objeto, o se arregla, o prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. También tiene lugar una operación cuando se da o recibe información o cuando se traza un plan o se realiza un cálculo.

- **Transporte** : Es cuando un objeto es trasladado de un lugar a otro, excepto cuando dichos traslados son una parte de la operación o bien son ocasionado por el operario en el punto de trabajo durante una operación o inspección.
- **Inspección** : Tiene lugar una inspección cuando un objeto es examinado para su identificación se verifica su calidad o cantidad en cualquiera de sus características.
- **Demora** : Es cuando ocurre un retraso a un objeto cuando las condiciones excepto aquellas que intencionalmente cambian las características químicas o físicas del objeto, no permiten una inmediata realización de la acción planeada siguiente.
- **Almacenaje** : Tiene lugar un almacenaje cuando un objeto se mantiene y protege contra un traslado no autorizado, indicado por triangulo invertido.
- **Actividad combinada** : Es cuando se desea indicar actividades realizadas conjuntamente o por el mismo operario en el mismo punto de trabajo los símbolos empleados para dichas actividades se combinan como por ejemplo el círculo inscrito en un cuadrado para representar una operación e inspección combinada.

13. PRINCIPIOS PARA LA ELABORACIÓN DE LOS DIAGRAMAS GENERALES

Para elaborar cada uno de los diagramas generales, es necesario cumplir una serie de principios a fin de presentar correctamente todas las actividades de modo que permita una clara interpretación de lo ocurrido durante un determinado proceso o procedimiento.

Los diagramas del proceso de la operación difieren ampliamente entre si como consecuencia de las diferencias entre los procesos que refleja por tanto no resulta practico utilizar un formato preparado que no mostrara sino información de identificación.

14. IDENTIFICACIÓN DE LOS DIAGRAMAS DE PROCESO

Este se indica a través de un titulo colocado en la parte superior del diagrama que dice "Diagrama de Proceso", además debe contener información referida al método (si es actual o propuesto) asunto diagramado, su fecha de elaboración así como el (los) nombre(s) del (los) diagramador(es) y el número de páginas del diagrama.

15. DIAGRAMA DE PROCESO

Un diagrama de proceso es un esquema secuencial utilizado en muchos campos para mostrar los procedimientos detallados que se deben seguir al realizar una tarea, como un proceso de fabricación. Para analizar métodos es necesario identificar el tipo de proceso que se lleva a cabo para utilizar correctamente cualquiera de los siguientes tipos de diagramas:

- Diagrama de flujo.
- Diagrama de operaciones de proceso.
- Diagrama de curso de proceso.
- Diagrama de recorrido.
- Diagrama de interrelación hombre máquina.
- Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla.
- Diagrama de proceso para operario.
- Diagrama de viaje para material.
- Diagrama PERT.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Las investigaciones se realizan con la finalidad de estudiar situaciones concretas, para buscar soluciones y con ello mejorar las condiciones actuales, pero para llegar a tal fin es necesario orientar el estudio dando un sentido específico al mismo, y emplear tipos de investigación que faciliten la resolución del problema en cuestión. Es por ellos que para la elaboración de este estudio se emplearon los siguientes tipos de investigación:

1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo **experimental**, ya que, serán observadas diferentes variables involucradas en el proceso de laminación, y de este modo hallar la causa principal del problema actual.

La presente investigación, también es de tipo **aplicada**, pues, para llegar a los resultados esperados, es necesario conocer e identificar cada una de las variables involucradas en el proceso de laminación, y consecutivamente proceder para la obtención de dichos resultados. En tal sentido, Sabino (2000) señala que: "la investigación aplicada persigue fines más directos e inmediatos", (Pág. 60).

2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

De campo, debido a que la información necesaria para estudiar el problema actual, será recopilada directamente de esta unidad de producción, y de esta manera verificar directamente en el área de trabajo las verdaderas condiciones bajo las cuales se presenta el problema. En cuanto a esto, Balestrini (1998) enfatiza:

Este tipo de diseño proporciona un conjunto de procedimientos tecno operacionales que deben seguirse a fin de captar con mayor y mejor eficacia la información directamente de la fuente que la origina. Esta información sirve de base para el desarrollo de la investigación. Al asumir el diseño de campo para alcanzar los objetivos propuestos se captan más datos vinculados a la problemática que es objeto de investigación. Considerando la situación real existente que orientaron las bases del trabajo. (Pág. 149).

3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población, son todos aquellos elementos que se toman como fuente de información para realizar una investigación los cuales pueden ser: cosas, objeto, personas y otros. La universidad nacional abierta (1978) afirma que “constituye la totalidad de un conjunto de elementos seres u objetos, documentos etc. Que se desean investigar y a lo que se refiere a las conclusiones, generalizaciones logradas en la investigación”. (Pág.45).

Para esta investigación, la población esta determinada por los planchones procesados en la línea de Laminación en Caliente, quedando la muestra determinada por aquellos planchones con longitud máxima.

4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La Observación Directa: Se realizó en el lugar (tren continuo), donde se pudo observar los diferentes fenómenos que conforman el problema en cuestión. En tal sentido Méndez (1995) expone que: "la observación directa existe cuando se emplea elementos que registren aspectos visuales y auditivos del problema de investigación". (Pág. 145).

Entrevistas no estructuradas: SABINO (2000), expresa que la entrevista "es una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una investigación". En el desarrollo de esta investigación se realizaron entrevistas al personal de ingeniería y a los operadores del proceso, de la línea de Laminación en caliente, con el propósito de esclarecer la información respecto al fenómeno presentado actualmente en el tren continuo, y así, fomentar la presente investigación.

5. MATERIALES Y/O EQUIPOS

- Equipos de protección personal, para la estadía en el área: lentes, casco, protectores auditivos, camisa, y botas de seguridad.
- Dispositivo de memoria extraíble (Pendrive), se utilizó para almacenar toda la información pertinente al proyecto realizado; por su facilidad de manejo y para el respaldo de la información.
- Paquete Microsoft Office (Word, Excel, Power point, Outlook).
- Paquete estadístico Iba Analyzer.
- Cámara fotográfica.

6. PROCEDIMIENTO

Para la realización de este trabajo de investigación se presenta a continuación de manera estructurada el procedimiento general a seguir, el cual está diseñado de acuerdo a los objetivos establecidos y al plan de trabajo planteado. Se hizo seguimiento a las actividades que ahora se describen:

1. Describir el proceso, mediante un diagrama de flujo, mostrando en el mismo la secuencia de laminación.
2. Recolección de los datos.
3. Los productos quedarán determinados por su tipo de acero (Tace), y el espesor de bobina requerido, los cuales serán extraído de la base de datos del tren continuo, obtenida del periodo marzo-noviembre del 2008.
4. Analizar las diferentes variables de proceso, para determinar el efecto de la cadencia actual en la IRMS.
5. Analizar el incremento de la curva IRMS en relación con el tiempo, para obtener la cadencia carente, y de esta forma, obtener la cadencia necesaria para laminar los planchones de longitud máxima.
6. Presentar resultados en la gerencia de laminación en caliente, para que los mismos sean ajustados en el sistema Pacing.

CAPÍTULO V

SITUACIÓN ACTUAL

El presente capítulo muestra la situación en la que se encuentra actualmente la Línea de Laminación en Caliente de la Siderúrgica del Orinoco, con relación al aumento de la IRMS que afecta específicamente al motor del bastidor 1 (B1) del tren continuo.

Cuando hablamos de IRMS, nos referimos a la corriente efectiva que presenta un determinado motor, para efecto del tren continuo si esta supera el 88% ya estamos en presencia de un aumento excesivo de la misma. A continuación se presenta la metodología planteada para el desarrollo del presente capítulo:

1. **Resultados de IRMS para planchones largos:** por medio de esto se podrá observar el comportamiento de la IRMS para cuando se laminan los planchones con longitud máxima.
2. **Resultados de la IRMS para planchones cortos:** al igual que el anterior, se busca observar el comportamiento de la IRMS para planchones de longitud mínima.
3. **Tendencia de IRMS:** en este punto se puede evidenciar que el crecimiento de la IRMS para planchones largos es mayor que para planchones cortos.
4. **Productos involucrados en con el cambio de longitud.**
5. **Criterios para la selección de la muestra.**

6. **Cálculo de cadencia teórica por el sistema Pacing.**

7. **Efecto de la cadencia para el laminado de planchones largos en la IRMS.**

1. COMPORTAMIENTO DE IRMS PARA PLANCHONES LARGOS

Por medio de los gráficos 3 y 4, se puede visualizar que la IRMS del bastidor 1 se encuentra por encima del límite permisible (88%), una vez que se alcanza el mismo, los operadores de proceso deben dar tiempo agregado e ir aumentándolo para evitar que el porcentaje de IRMS llegue al 100%. Esto ocurre cada vez que se lamina una secuencia de planchones largos, ya que la cadencia es insuficiente para que el motor de dicho bastidor descanse, es por ello la importancia de la presente investigación, ya que por medio de la misma se busca ajustar la cadencia para que la tendencia de crecimiento de la IRMS no sea tan elevada.

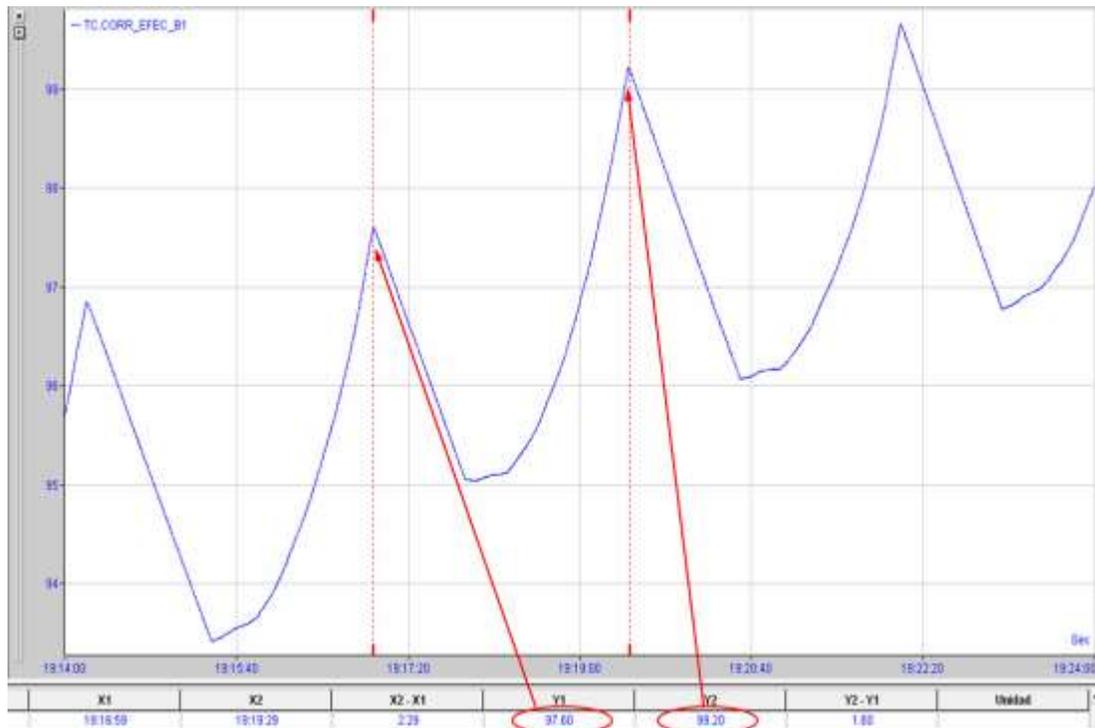


Gráfico 3. Comportamiento IRMS/planchón largo

Fuente: Tendencia de Sistemas de Gestión en Línea (SGL), Sidor

Se puede visualizar por medio del gráfico 3 , que la IRMS ha superado el 88%, se tiene en el eje Y el valor en porcentaje de IRMS y en el eje X el tiempo transcurrido, por medio del cual se puede obtener la cadencia.

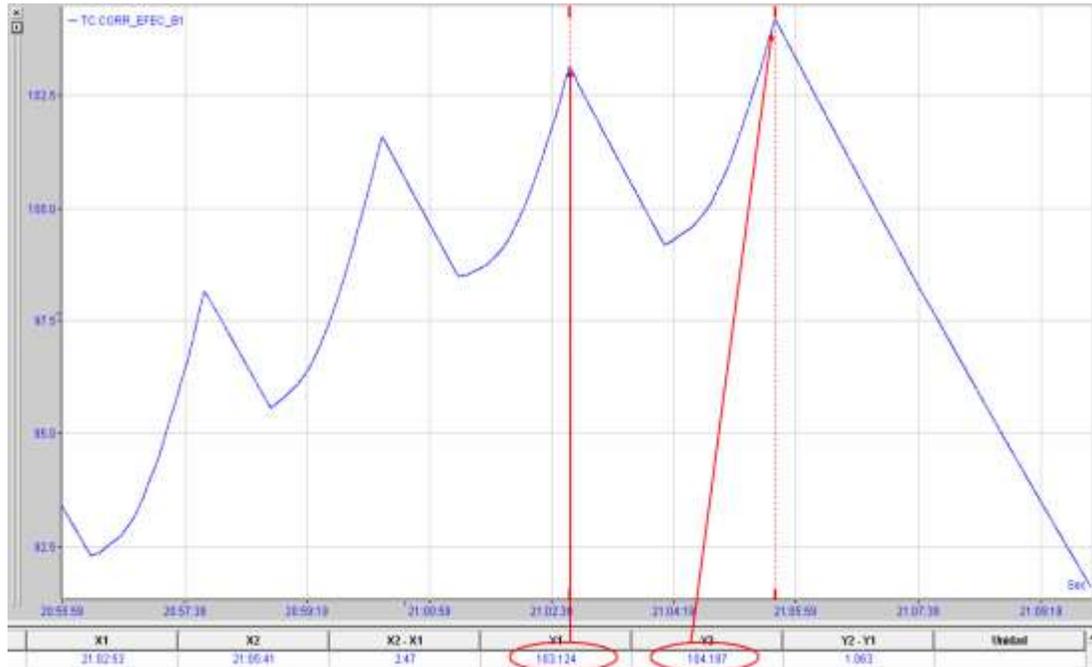


Gráfico 4. Comportamiento IRMS/planchón largo

Fuente: Tendencia de Sistemas de Gestión en Línea (SGL), Sidor

Se puede visualizar por medio del gráfico 4, el valor al que ha llegado el porcentaje de IRMS, el cual a parte de que superó el 88%, fue creciendo progresivamente hasta sobrepasar el 100%, es por ello que se observa al final de la curva un declive significativo, por efecto de la demora generada al tener que detener el proceso por la sobrecarga presentada en el motor del bastidor 1. Una vez que la IRMS haya llegado a 100% debe ocurrir una de dos alternativas; las cuales son, el aumento de la cadencia teórica dando tiempo agregado por IRMS del bastidor 1 para permitir así un tiempo de descanso al motor, o detener el proceso hasta que el mismo tenga el tiempo de descanso requerido.

Ya sea que ocurra una alternativa u otra, se ven afectada tanto la producción y productividad como la utilización de la línea.

2. COMPORTAMIENTO DE IRMS PARA PLANCHONES CORTOS

En el gráficos 5 que se muestra a continuación, se podrá observar el comportamiento de la IRMS para planchones cortos.

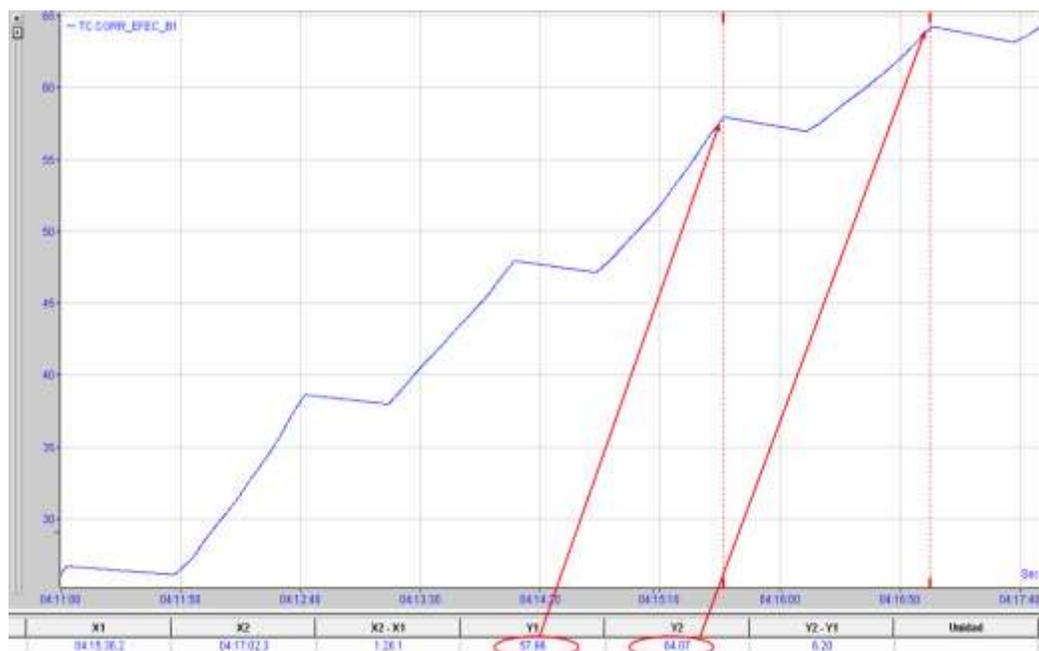


Gráfico 5. Comportamiento IRMS/planchón corto

Fuente: Tendencia de Sistemas de Gestión en Línea (SGL), Sidor

Se puede observar que la IRMS en el último punto de la curva mostrada no supera el 88%, y este es el comportamiento que tiene la misma, cada vez que se laminan planchones de mínima longitud.

3. TENDENCIA IRMS

En el gráfico 6 se pueden observar que los planchones largos tienen una pendiente mayor que la de cortos, es decir, el incremento de la IRMS en

función del tiempo es mayor para planchones largos. Se busca estandarizar dicho incremento para el laminado de planchones de ambas longitudes, es por ello que se toma como referencia la tendencia de la IRMS para planchones de mínima longitud, con el fin de lograr que la tendencia de la IRMS para planchones de máxima longitud sea igual a la anterior.

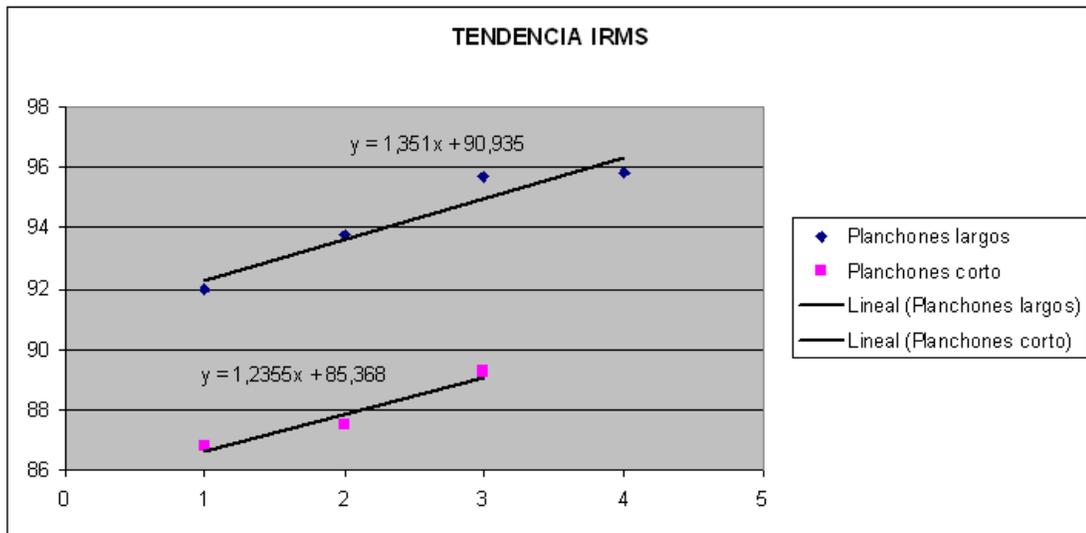


Gráfico 6. Tendencia IRMS

Fuente: Elaboración propia

Esto con el fin de evitar la paralización del motor del B1, por efecto de dicho incremento, ya que cuando este ocurre se debe dar tiempo de descanso al motor no programado.

4. PRODUCTOS INVOLUCRADOS EN EL ESTUDIO

En la figura 6 se pueden observar los diferentes productos afectados con el cambio de longitud de planchones, los mismos están clasificados según el producto final, el Código de Longitud de Planchones (CLP), espesor de bobina y ancho de la misma, y según la longitud máxima de planchon.

Tabla VII - LONGITUD DE PLANCHONES						
PRODUCTO (Referencia)	CLP	ESPESOR DE BOBINA	ANCHO BOBINA	LONGITUD MAXIMA DE PLANCHON		
				175	200	
HN - Crudos - Recocidos - LB - LAC	1 y 2 + tace 30	< 2,00	Segun TL N° 1	6200	6200	
		2 <= e <= 2,15		9500 (*)	8300 (*)	
		> 2,15		12500	11000	
	3, 5 y 6	< 2,00	Segun TL N° 2	6200	6200	
		2 <= e <= 2,15		9500	8300	
		> 2,15		12500	11000	
	4,7,8,9,10, 11,12,13	< 2,25	Segun TL N° 3	6200	6200	
		2,25 <= e < 3,00		9500	8300	
		>= 3,00		12500	11000	
	14, 15,16, 17, 18, 19, 20	< 2,25	Segun TL N° 4	6200	6200	
		2,25 <= e < 3,00		9500	8300	
		>= 3,00		12500	11000	
LAC-DEC	1 y 2 + tace 30	< 2,15	Segun TL N° 1	6200	6200	
		2,15 <= e <= 2,40		9500	8300	
		> 2,40		12500	11000	
	Resto CLP's	< 2,25	Según TL que corresponda	6200	6200	
		> 1150				
		2,25 < e <= 2,60	<= 1150	9500	8300	
		> 1150				
		2,6 < e <= 3,00	<= 1150	12500	11000	
		> 3,00		Según TL que corresponda		
	Lagrimado	1 y 2	> 2,25	Según TL que corresponda	6200	6200
			(*) Nota 1: Para productos sin limitaciones en TFL (TFL XX) se pueden aplicar planchones 175 x 12500 y 200x 11000			
			Nota 2: Esta tabla incorpora modificaciones sustentadas por la PAPLPC00006, actualmente en curso			
Nota 3: Material bajo la norma ASTM A424 para espesores de caliente < 2,75 mm debe ser aplicada una longitud de 9500 mm						

Tabla VII - LONGITUD DE PLANCHONES						
PRODUCTO (Referencia)	CLP	ESPESOR DE BOBINA	ANCHO BOBINA	LONGITUD MAXIMA DE PLANCHON		
				175	200	
HN - Crudos - Recocidos - LB - LAC	1 y 2 + tace 30	< 2,00	Segun TL N° 1	6200	6200	
		2 <= e <= 2,15		12500	11000	
		> 2,15		12500	11000	
	3, 5 y 6	< 2,00	Segun TL N° 2	6200	6200	
		2 <= e <= 2,15		12500	11000	
		> 2,15		12500	11000	
	4,7,8,9,10, 11,12,13	< 2,25	Segun TL N° 3	6200	6200	
		2,25 <= e < 3,00		12500	11000	
		>= 3,00		12500	11000	
	14, 15,16, 17, 18, 19, 20	< 2,25	Segun TL N° 4	6200	6200	
		2,25 <= e < 3,00		12500	11000	
		>= 3,00		12500	11000	
LAC-DEC	1 y 2 + tace 30	< 2,15	Segun TL N° 1	12500	11000	
		2,15 <= e <= 2,40		12500	11000	
		> 2,40		12500	11000	
	Resto CLP's	< 2,25	Según TL que corresponda	6200	6200	
		> 1150				
		2,25 < e <= 2,60	<= 1150	12500	11000	
		> 1150				
		2,6 < e <= 3,00	<= 1150	12500	11000	
		> 3,00		Según TL que corresponda		
	Lagrimado	1 y 2	> 2,25	Según TL que corresponda	6200	6200
			Nota 2: Esta tabla incorpora modificaciones sustentadas por la PAPLPC00010, actualmente en curso.			

Figura 6. Productos de interés
Fuente: DPP (Documentos Piso de Planta), Sidor.

Una forma más explícita de entender cuales fueron los productos involucrados en el cambio de longitud de planchones se puede evidenciar en la tabla 2 mostrada a continuación:

TACE	Espesor de bobina	Longitud máxima de planchon (anterior)		Longitud máxima de planchon (actual)	
		175	200	175	200
1 y 2 + tace 30	$2 \leq e \leq 2,15$	9500	8300	12500	11000
3, 5 y 6	$2 \leq e \leq 2,15$	9500	8300	12500	11000
4, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	$2,25 \leq e < 3,00$	9500	8300	12500	11000
14, 15, 16, 17, 18, 19, 20	$2,25 \leq e < 3,00$	9500	8300	12500	11000
1 y 2 + tace 30	$2,15 \leq e \leq 2,40$	9500	8300	12500	11000
Resto CLP`s	$2,6 < e \leq 3,00$	9500	8300	12500	11000

Tabla 2: Productos de interés

Fuente: Elaboración propia

Por medio de la figura 6, se obtienen los tipos de tace (tipo de acero) con que se llevo a cabo la presente investigación, los cuales fueron clasificados por grupos, según su TACE, CLP y espesor de bobina.

5. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LA MUESTRA

En el transcurso del estudio de las diferentes variables se halló que para el laminado de las bandas con espesores comprendidos entre 2.3 y 2.75 mm, se está presentando el inconveniente planteado a continuación:

El tiempo de laminación en el tren continuo también dependerá del espesor final de las bandas. Según la codificación del cálculo de cadencia para el mismo, el espesor de referencia es 2.3 mm, esto es; para espesores

menores al valor referencial la velocidad del bastidor 6 aumentará en el momento que la banda llega al sistema de enrolladores, y para espesores mayores al valor referencial la velocidad del mismo bastidor (B6) aumentará cuando éste haga el enhebrado de la banda. Dicho planteamiento es lo que teóricamente debe ocurrir.

El espesor de referencia real fue cambiado a 2.75 mm, pero no actualizado en la codificación del cálculo, lo cual ocasiona que los espesores comprendidos entre 2.3 y 2.75 mm se sigan tomando en el sistema como espesores gruesos y requieran mayor tiempo en el tren continuo, afectando de esta forma la sobrecarga por IRMS del bastidor 1. En la figura 7 se muestra la evidencia de lo expuesto.

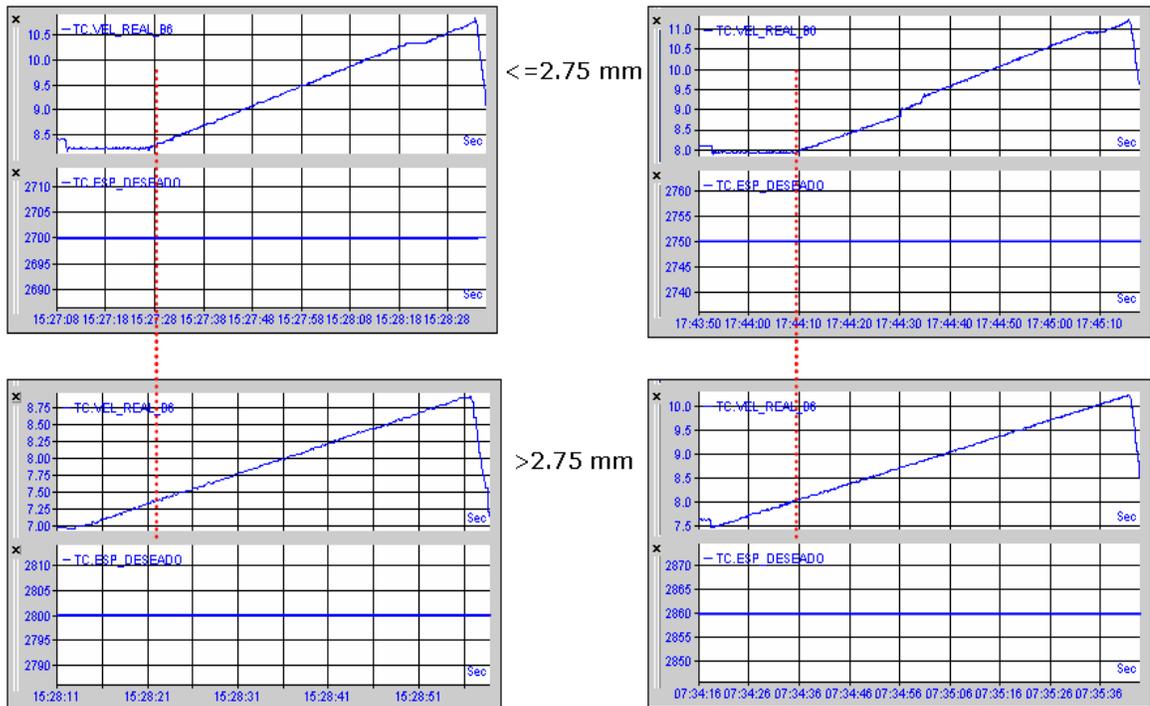


Figura 7. Velocidad del bastidor 6 (B6)

Fuente: Tendencia de Sistemas de Gestión en Línea (SGL), Sidor.

Para todas las bandas donde el bastidor 6 comienza el incremento de velocidad al realizar el enhebrado, el tiempo en el tren continuo será menor, siendo estas las de espesores mayor (>) a 2.75 mm y las de espesores menor o igual (<=) a 2.75 mm en las cuales dicha velocidad se incrementa al llegar las mismas a los enrolladores, el tiempo en el tren continuo será menor.

Debido a esto las bandas comprendidas entre los espesores nombrados no fueron incluidas para el estudio del cálculo de la nueva cadencia, ya que la sobrecarga presentada por IRMS al ser laminadas estas bandas se debe al problema planteado y no al cambio de longitud.

6. CÁLCULO DE CADENCIA TEÓRICA POR EL SISTEMA PACING

El Sistema Pacing realiza los cálculos de cadencia de forma automática a través de la fórmula mostrada a continuación:

$$\text{CADENCIA TEÓRICA} = \text{mayor (CADENCIA DE HORNO, TIEMPO IV, TIEMPO TC)} + \text{TA IRMS B1}$$

Donde;

TIEMPO IV: tiempo de trabajo en el tren desbastador.

TIEMPO TC: tiempo de trabajo en el tren continuo.

TA IRMS B1: tiempo agregado por IRMS del bastidor 1.

Para aplicar la fórmula anterior, el sistema toma en cuenta las especificaciones de los planchones, espesor de bobina, Tace, composición química, entre otros.

Luego de indagar en la codificación para el cálculo de la cadencia teórica, se verifica que dentro de las especificaciones de los planchones que se nombra en el párrafo anterior, se incluye la longitud de los mismos, por

medio de esto se puede tener la convicción de que el cambio de longitud no afecta en el cálculo automático de dicha cadencia.

7. EFECTO DE LA CADENCIA PARA EL LAMINADO DE PLANCHONES LARGOS EN LA IRMS

Los motores de cada bastidor requieren de un tiempo de descanso entre planchones, en el cual, el valor de IRMS decaiga lo suficiente como para evitar que ésta llegue a su límite superior permitido (88%).

Debido al aumento en la longitud de planchones, el tiempo de trabajo de los motores será mayor, lo cual permitirá que la IRMS tenga un incremento mayor, siendo así, el Sistema Pacing calculará el tiempo agregado por sobrecarga de IRMS para los bastidores del 2 al 6 si es requerido, sin embargo el tiempo agregado por sobrecarga de IRMS del bastidor 1 lo tendrá que agregar el operador del horno en forma manual, dando entrada a tiempos agregados insuficiente, los cuales no permitan el descanso que realmente necesita el motor.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el presente capítulo se muestran los resultados obtenidos al aplicar la presente investigación, según los objetivos específicos que se plantearon para llevar a cabo la ejecución del mismo.

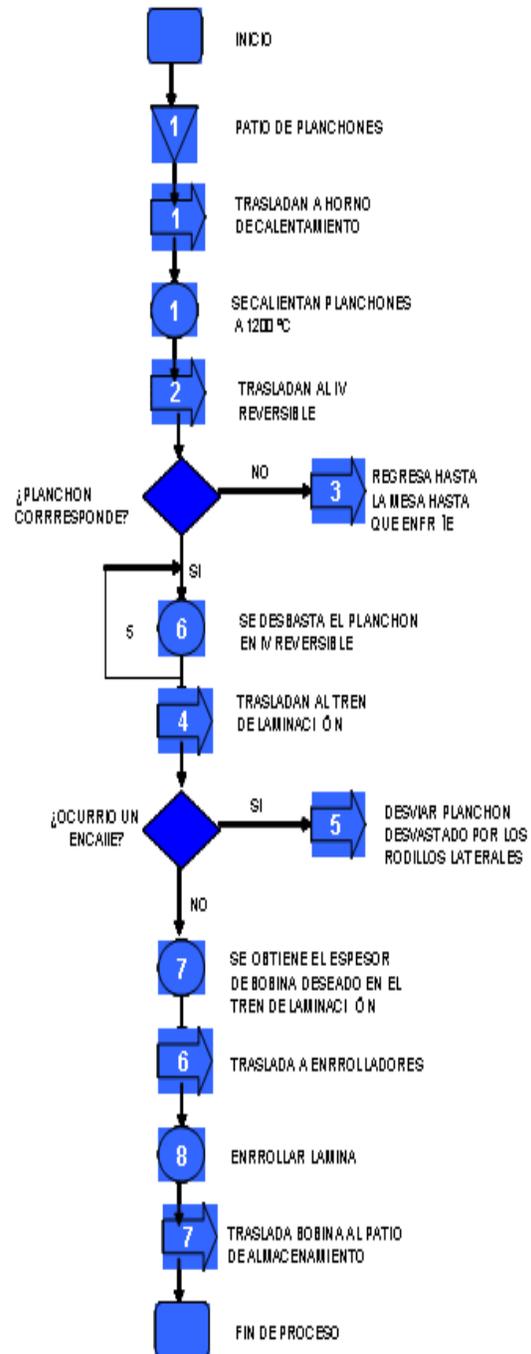
1. DIAGRAMA DE PROCESO

Según los objetivos específicos se procede a la elaboración del diagrama de proceso del área involucrada (Laminación en Caliente), por medio del mismo podemos observar las diferentes etapas de laminación, dentro de las cuales se encuentra la etapa de laminación final, la cual se realiza en el tren continuo mostrada en el diagrama como la operación 7.

Proceso: Laminación en caliente

Fecha: 04/11/2009

Elaborado por: Suniaga Eiliumar



Resumen:

Actividades	Frecuencia
	1
	7
	8
Total	16

2. CÁLCULO DE LA CADENCIA

Para calcular el valor de cadencia se utilizará un modelo matemático comúnmente usado para datos que presentan comportamientos relativamente lineales, este puede aplicarse debido a que el incremento de la IRMS presenta dicho comportamiento, a continuación se presentan los datos por medio de los cuales se inicio el cálculo y el procedimiento aplicado para obtener dicho resultado a través del modelo:

2.1. DATOS

A partir de la figura 6 y la tabla 2 presentes en el capítulo anterior, se obtienen los tipos de productos que representan la muestra con la cual se lleva a cabo el presente estudio. Lo expuesto queda planteado en la tabla 3 mostrada a continuación:

PRODUCTOS UTILIZADOS PARA EL ESTUDIO			
GRUPO	TACE	CLP	ESPESOR DE BOBINA
1	3, 4, 5, 11, 14, 28, 117, 223	1	2<=e<=2,15
	1, 2, 6, 30	2	
2	7, 10, 13, 27, 37	3	2<=e<=2,15
	30, 90	5	
	12, 124	6	
3	95, 180	4	2,25<=e<3
	15, 18, 38, 116	7	
	17, 36, 43	8	
	20, 31, 32, 50, 161	9	
	35	10	
	98	12	
4	3, 4, 5, 11, 14, 28, 117, 223	1	2,15<=e<=2,40
	1, 2, 6, 30	2	
5	48, 96	14	2,25<=e<3
	39, 41, 91, 97	16	
	92, 93	17	
	175	18	
	99, 42	19	
165	20		
6	Correspondientes al resto CPL	Resto CLP	2,6<e<=3

Tabla 3. Tipos de productos utilizados

Fuente: Elaboración propia

A través de los datos mostrados a continuación en las tablas 4 y 5 se construyen las curvas de crecimiento mostradas en los gráficos 7 y 9, por medio de una tendencia exponencial de los puntos.

PLANCHON CORTO		PLANCHON LARGO	
TACE: 2 ESPEJOR: 2040		TACE: 2 ESPEJOR: 2070	
Cadencia	IRMS	Cadencia	IRMS
25.54	91.98	53.52	86.778
29.11	93.75	55.24	87.49
32.11	95.68	56.51	89.249

Tabla 4: Datos reales de Tace 2

Fuente: Elaboración propia

PLANCHON CORTO			PLANCHON LARGO		
TACE: 31 ESPEJOR: 2250			TACE: 31 ESPEJOR: 2250		
Cadencia Real (min.)	Cadencia en unidades	IRMS	Cadencia real (min.)	Cadencia en unidades	IRMS
27.02	27,03	77.65	24.28	24,47	64.69
29.25	29,42	78.57	25.5	25,83	66.8
31.1	31,17	80.38	27.14	27,23	62.02
33	33	81.55	28.35	28,58	69.41
			1.22		

Tabla 5: Datos reales de Tace 31

Fuente: Elaboración propia

2.2. CURVA DE CRECIMIENTO (IRMS vs CADENCIA)

Tomando los valores de cadencia e IRMS de los datos mostrados en la tabla 4 se construye la curva de crecimiento, a través de la misma se puede observar el comportamiento que presentan dichos valores tanto para planchones de máxima longitud como para planchones de longitud mínima. En los gráficos 7 Y 9 se pueden observar las curvas.

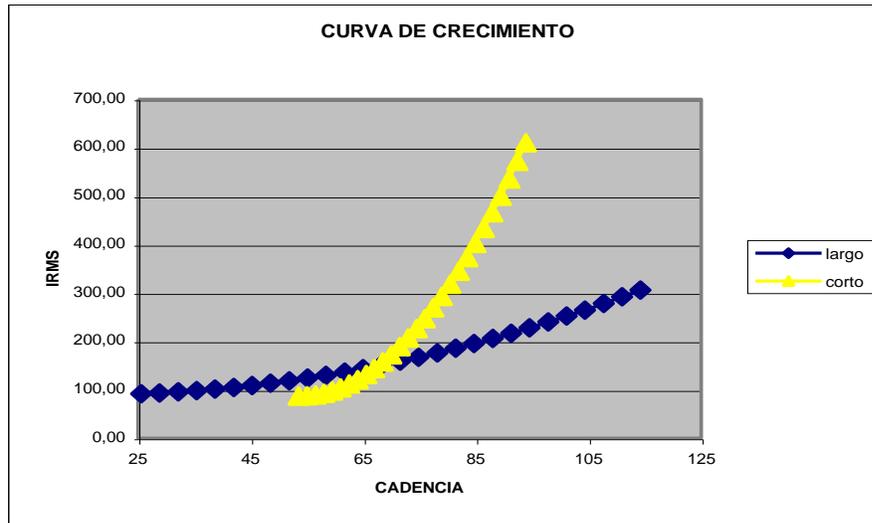


Gráfico 7. Curva de crecimiento

Fuente: Elaboración propia

Al realizar un ensayo con los primeros puntos de ambas curvas del gráfico 7, podemos observar por medio de una tendencia lineal de los mismos que para planchones de longitud mínima la pendiente de crecimiento es menor, lo cual quiere decir que el crecimiento de la IRMS en relación al tiempo también es menor que para planchones de máxima longitud, como se muestra en el gráfico 8.

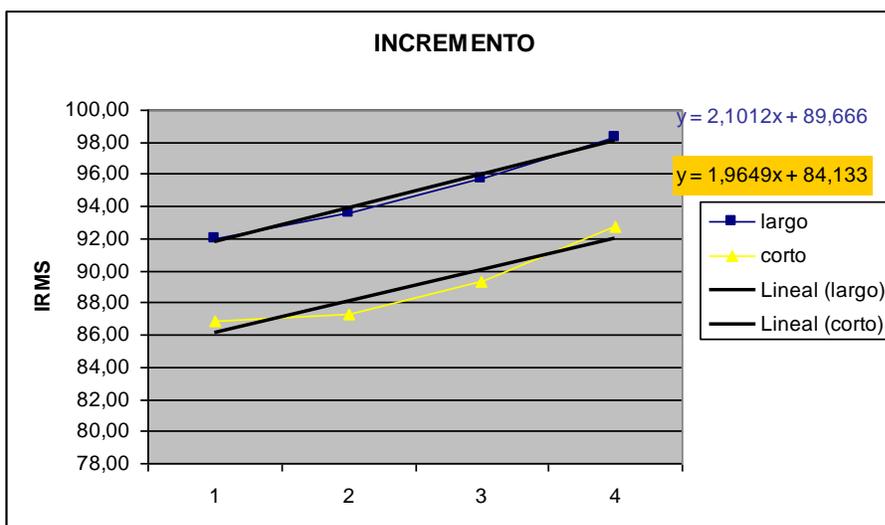


Gráfico 8. Incremento inicial de IRMS

Fuente: Elaboración propia

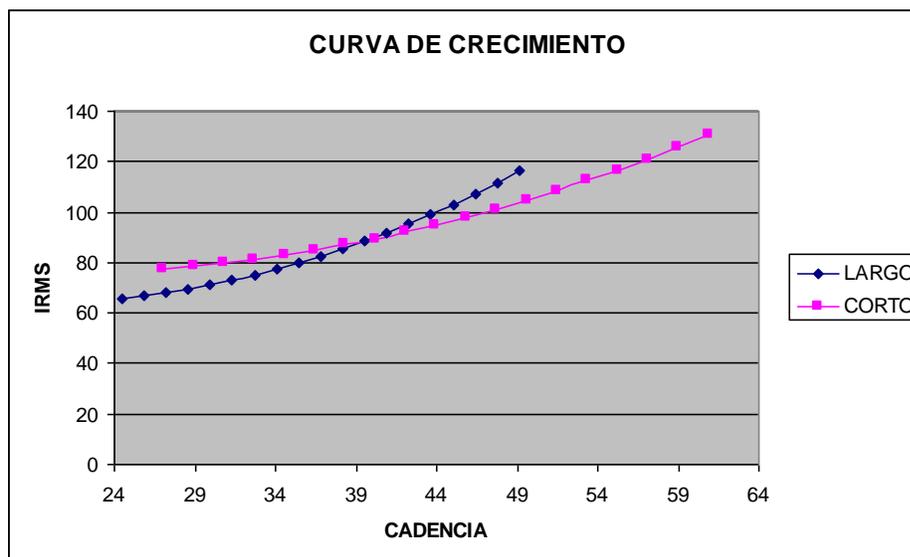


Gráfico 9. Curva de crecimiento

Fuente: Elaboración propia

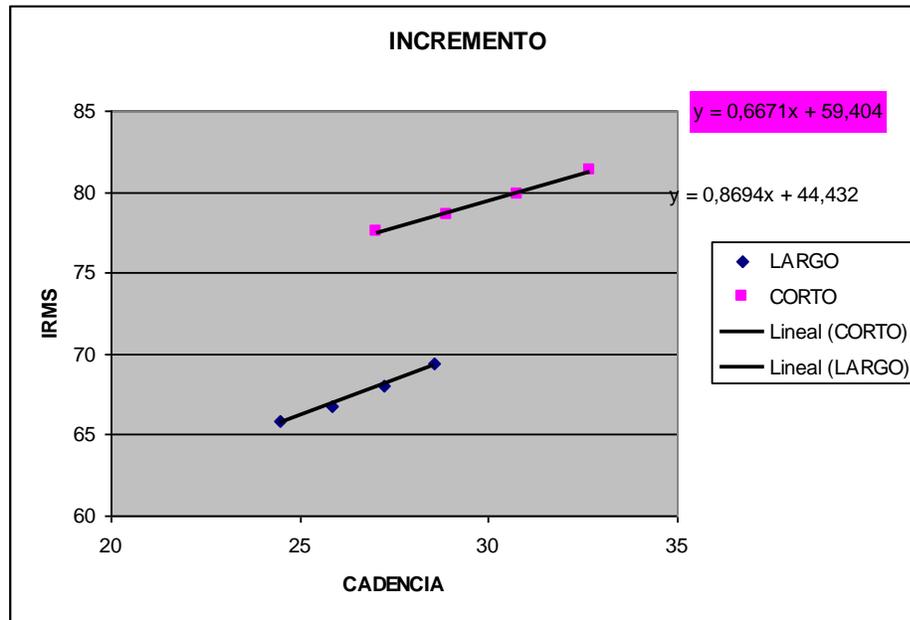


Gráfico 10. Incremento inicial de IRMS

Fuente: Elaboración propia

Para la construcción del gráfico 10 se utilizaron los datos mostrados en la tabla 5, y se aplica una tendencia lineal de igual manera que el gráfico 8. En este gráfico se puede evidenciar una vez más que la pendiente de crecimiento es mayor para los planchones de longitud máxima.

A través de los gráficos 8 y 10 se puede evidenciar como se ha planteado anteriormente, que la pendiente de crecimiento de la IRMS para planchones de longitud máxima es mayor que para los de longitud mínima, siendo así, el proceso de laminación para los mismos no es el más óptimo, debido a que la IRMS supera el 88%, y esto trae como consecuencia tiempos de paralización significativos en dicho proceso, lo cual ocasiona una disminución en la producción, que la vida útil del motor disminuya y que el mismo tenga mayor tiempo de ocio.

2.3 DATOS Y ECUACIONES

Para el cálculo de la cadencia se toman los mismos datos utilizados para la construcción de los gráficos 9 y 10. A continuación en la tabla 6 se muestran los mismos:

m planchones largo	m planchones corto	Y planchones largo	Y planchones corto	X planchones corto	X planchones largo
0,8694	0,6671	65,706218	77,435713	27,03	24,47
0,8694	0,6671	66,897296	78,689861	28,91	25,84
0,8694	0,6671	68,088374	79,944009	30,79	27,21
0,8694	0,6671	69,279452	81,198157	32,67	28,58
0,8694	0,6671	70,47053	82,452305	34,55	29,95
0,8694	0,6671	71,661608	83,706453	36,43	31,32
0,8694	0,6671	72,852686	84,960601	38,31	32,69
0,8694	0,6671	74,043764	86,214749	40,19	34,06
0,8694	0,6671	75,234842	87,468897	42,07	35,43
0,8694	0,6671	76,42592	88,723045	43,95	36,8
0,8694	0,6671	77,616998	89,977193	45,83	38,17
0,8694	0,6671	78,808076	91,231341	47,71	39,54
0,8694	0,6671	79,999154	92,485489	49,59	40,91
0,8694	0,6671	81,190232	93,739637	51,47	42,28
0,8694	0,6671	82,38131	94,993785	53,35	43,65
0,8694	0,6671	83,572388	96,247933	55,23	45,02
0,8694	0,6671	84,763466	97,502081	57,11	46,39
0,8694	0,6671	85,954544	98,756229	58,99	47,76
0,8694	0,6671	87,145622	100,010377	60,87	49,13

Tabla 6. Valores para el cálculo de cadencia

Fuente: propia

En el gráfico 10, se puede observar la tendencia lineal que representa el aumento de la IRMS, para los planchones de longitud mínima y máxima, dicha tendencia se realiza a fin de analizar el crecimiento de los datos a corto plazo. Del mismo obtenemos las ecuaciones por medio de las cuales se realizará el cálculo de la cadencia para el laminado de planchones de longitud máxima, ya que se desea estandarizar la pendiente de crecimiento de los planchones de ambas longitudes, se tiene que:

$$y = mX + b \quad \text{Ecuación de una recta} \quad \text{ec 1.}$$

$$\text{Si } m_{PL} = m_{PC} \quad \text{ec 2}$$

$$y_{PL} = m_{PL} * x_{PL} \quad \text{y} \quad y_{PC} = m_{PC} * x_{PC} \quad \text{ec 3 y 4}$$

Donde: m_{PL} = pendiente planchones largos

m_{PC} = pendiente planchones cortos

y_{PL} = valores de IRMS del eje y de planchones largos

y_{PC} = valores de IRMS del eje y de planchones cortos

PL = planchones largos

PC = planchones cortos

Despejando e igualando, nos queda que:

$$\frac{y_{PL}}{x_{PL}} = \frac{y_{PC}}{x_{PC}}, \quad \text{ec 5}$$

Donde la variable por conocer es x_{PL} cadencia planchones largos, entonces:

$$x_{PL} = \frac{y_{PL} * x_{PC}}{y_{PC}} \quad \text{ec 6}$$

Del gráfico 10, tenemos las ecuaciones siguientes:

$$y = 0.6671x + 59.404 \quad \text{ec 7}$$

$$y = 0.8694x + 44.432 \quad \text{ec 8}$$

Debido a que se trabajo con las rectas que más se ajustan a los datos, es necesario evaluar en las ecuaciones 7 y 8 el tiempo real (x corto) y (x largo) respectivamente, y de esta forma obtener los valores de Y (y largo) y

(y corto) que forman parte de las recta. Dichos datos son utilizados para el cálculo de la cadencia para los planchones largos (Y largo).

Sustituyendo los valores de la tabla 6 (y_{PL} , x_{PC} , y y_{PC}) en la ecuación 6, nos quedan los siguientes valores de tiempo en los cuales deben ser laminados los planchones largos:

DENOTACIÓN	xPL	Valores promedio
A	22,9356585	
B	24,5775098	1,64185122
C	26,2238667	1,64635693
D	27,8745206	1,65065386
E	29,5292753	1,65475471
F	31,1879465	1,65867124
G	32,8503608	1,66241433
H	34,5163549	1,66599406
I	36,1857747	1,66941982
J	37,858475	1,6727003
K	39,5343186	1,67584361
L	41,2131759	1,67885728
M	42,8949243	1,68174835
N	44,5794477	1,68452339
Ñ	46,2666362	1,68718851
O	47,9563856	1,68974945
P	49,6485972	1,69221156
Q	51,3431771	1,69457988
R	53,0400361	1,69685909

Tabla 7. Valores xPL

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la cadencia, se obtienen los valores promedios, realizando sustracciones del próximo menos el anterior, es decir, B-A, C-B, y sucesivamente hasta completar los valores presentados en la tabla 7. Seguidamente se obtiene el promedio entre ellos, el cual representa el valor de cadencia con el que deben ser laminados los planchones largos, el valor es:

CADENCIA CALCULADA	
Valor exacto	Valor aproximado
1.67246542	1.67

Tabla 8. Cadencia calculada

Fuente: Elaboración propia

Debido a que el valor de cadencia mostrado en la tabla 8 esta en unidades, se debe obtener dicho valor en unidades de tiempo (min.) como se muestra a continuación:

$$0.5 \text{ unidades} \rightarrow 30\text{seg}$$

$$1.67 \text{ unidades} \rightarrow X$$

$$X = 100.2\text{seg} \approx 1:40 \text{ min}$$

PORCETAJE DE AUMENTO	
CADENCIA ACTUAL (min)	CADENCIA CALCULADA (min)
1:22	1:40
1:40-1:22= 18seg (18*100)/82= 21,95%	

Tabla 9. Porcentaje de aumento

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido este valor, se puede decir que la cadencia actual debe ser aumentada en un 21,95 % aproximadamente para el laminado de planchones largos.

Con la optimización del tiempo de cadencia para el laminado de los planchones largos, la producción del área disminuirá, ya que la cantidad de

productos procesados por unidad de tiempo será menor, pero también el tiempo de ocio del equipo, mientras que el tiempo de vida útil del mismo se respetará.

CONCLUSIONES

Las conclusiones presentadas a continuación están formuladas conforme a los objetivos específicos establecidos en la presente investigación:

1. La Línea de Laminación en Caliente (LAC) procesa planchones provenientes de las acerías, hasta obtener bobinas de espesores finos.
2. Los productos involucrados en el estudio fueron especificados por tipo de TACE y espesores de bobinas, como fue mostrado en la tabla 3, y para efecto del cálculo se tomó como muestra el TACE 31.
3. Para efecto de esta investigación. los productos con espesores comprendidos entre 2.3 y 2.75 mm, no fueron incluidos debido a la problemática presentada en la misma.
4. Con la cadencia actual de laminación, el motor del bastidor 1 del tren continuo se ve afectado al laminar planchones de longitud máxima, debido a que el tiempo de descanso del mismo queda limitado, lo cual ocasiona que la IRMS se eleve hasta provocar una sobrecarga en el mismo.
5. Para evitar la sobrecarga presentada en el motor del bastidor 1 cada vez que son laminados los planchones largos, se debe aumentar la cadencia actual de laminación en un 21,95%.

RECOMENDACIONES

Al finalizar cualquier investigación es necesario hacer ajustes según los resultados que arroje la misma, es por ello que se recomienda:

1. Ajustar la nueva cadencia para planchones largos en un 21.95 % por encima de la actual para que el comportamiento de la IRMS sea el esperado cada vez que se laminen los planchones largos.
2. Ampliar el estudio para los diferentes tipos de TACE, y obtener así la cadencia exacta requerida para el laminado de las mismas.
3. Para cuantificar el aumento de la productividad, se recomienda poner a prueba la cadencia calculada en un plazo escogido según criterios de la empresa y compararlo con la productividad estándar, obtenida en un plazo igual.
4. Invertir en la adquisición de un motor con la capacidad suficiente para soportar la jornada de trabajo requerida por el área, y de esta manera compensar la depreciación de la producción.
5. Ajustar todas las variables del proceso cada vez que se lleve a cabo un cambio que pueda afectar la productividad del área.
6. Ajustar en la codificación del Sistema Pacing el valor de espesor referencial (2.75 mm) a partir del cual la velocidad del bastidor 6 es incrementada.

BIBLIOGRAFÍA

Balestrini, Acuña, (1987). Métodos y ciencias, México, Editorial Mc Grow.

Documento _ sistema Pacing. SGL(Sistema de Gestión en Línea), Sidor.

Sabino Carlos, (2000). El proceso de investigación científica, Limusa México.

Universidad Nacional Abierta (1992). Técnicas de documentación II, Estudio Generales, Caracas Venezuela, Editorial Génesis.