



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE GRADUACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ÁREA  
SISTEMAS ORGANIZACIONALES**

**TEMA  
“ANÁLISIS Y MEJORAS EN LOS PROCESO EN EL  
ÁREA DE LAMINACIÓN EN CALIENTE PARA  
INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE LA  
EMPRESA ANDEC S.A”**

**AUTOR  
LUIS ALBERTO CHOEZ CASTRO**

**DIRECTOR DEL TRABAJO  
ING. IND. CORONADO WINDSOR OMAR KAYYAN MSc.**

**2015  
GUAYAQUIL - ECUADOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORIA**

“La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis corresponde exclusivamente al autor: Y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guayaquil”

Choez Castro Luis Alberto

C. I. #0922313184

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de tesis que significa la culminación de una etapa más de mi carrera la dedico con mucho amor y cariño a:

Mi esposa Rosario quien con mucho amor y cariño me apoyo en los momentos buenos y malos.

Mis padres José y Carmen, quienes han sido y serán mi mayor ejemplo en mi vida y que supieron guiarme por el camino del bien y a mis hermanos que siempre me supieron apoyar en las todo momento que los necesité y estuvieron a mi lado.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios por ser mi mejor amigo, mi fortaleza, darme todo lo que tengo y no dejarme caer nunca.

A mis padres porque con sus sabios consejos he podido seguir adelante sin desmayar y estar conmigo incondicionalmente, gracias porque sin ellos y sus enseñanzas no estaría aquí ni sería quien soy ahora, a ellos le dedico esta tesis

## ÍNDICE GENERAL

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
	<b>PRÓLOGO</b>	1

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.1.	Antecedentes	2
1.2.	Contexto del Problema de la Empresa	4
1.3.	Descripción General de la Empresa	5
1.3.1.	Localización Geográfica	7
1.3.2.	Estructura Organizacional	10
1.3.3.	Identificación con el CIU	11
1.3.4.	Descripción de los Productos y Servicios	12
1.4.	Filosofía Estratégica	20
1.4.1.	Misión	20
1.4.2.	Visión	20
1.4.3.	Valores	20
1.4.4.	Política de Calidad de la Empresa	21
1.4.5.	Política Empresarial	21
1.5.	Objetivos	21
1.5.1.	Objetivo General	21
1.5.2.	Objetivo Específico	21
1.6.	Planteamiento del Problema	22
1.6.1.	Misión de la Investigación	22

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.6.2.	Visión de la Investigación	22
1.7.	Justificativos	22
1.8.	Delimitación de la Investigación	23
1.9.	Marco Teórico	23
1.9.1.	Fundamento Teórico	24
1.9.1.1.	Diagrama de Ishikawa	24
1.9.1.2.	Diagrama Pareto	25
1.9.1.3.	Diagrama de Proceso	26
1.9.1.4.	Diagrama de Recorrido	27
1.9.2.	Fundamento Referencial	28
1.9.3.	Fundamento Histórico	28
1.9.4.	Fundamento Ambiental	29
1.9.5.	Fundamento Legal	30
1.9.6.	Fundamento Conceptual	30
1.10.	Metodología	31

## **CAPITULO II**

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

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.1.	Situación Actual del Empresa	33
2.1.1.	Descripción del Proceso de Laminación en Caliente	34
2.1.2.	Almacenamiento de Materia Prima	35
2.1.3.	Zona de Abastecimiento	35
2.1.4.	Horno de Empuje para Calentamiento de Palanquilla	37
2.1.5.	Laminación en Caliente	39
2.1.6.	Tren de Laminación	40
2.1.6.1.	Tren Desbaste	40
2.1.6.2.	Tren Intermedio	42
2.1.6.3.	Tren Terminador	44
2.2.	Proceso Tempcore	47

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
2.3.	Placa de Enfriamiento	49
2.4.	Mesa de Enfriamiento	50
2.5.	Descripción del Programa para el Proceso de Laminación	50
2.6.	Descripción del Proceso de Evacuación de Varillas	52
2.6.1.	Tope Móvil	53
2.6.2.	Transferidor de Cadenas para Varillas	54
2.6.3.	Conteo de Varillas	55
2.6.4.	Descensor de Paquete	58
2.6.5.	Atadora de Paquete	59
2.6.6.	Transportador Camino de Rodillos de Paquetes	59
2.6.7.	Transferidor de Cadenas para Paquetes	61
2.7.	Control del Peso del Paquetes	62
2.7.1.	Tope del Paquete	62
2.7.2.	Báscula	62
2.7.3.	Etiquetado del Paquete	63
2.7.4.	Embarque del Paquete	63
2.7.5.	Organigrama Funcional del Departamento de Laminación	65
2.8.	Análisis del Proceso	66
2.9.	Diagrama de Proceso	66
2.10.	Diagrama de Recorrido	66
2.11.	Descripción de los Problemas	67
2.12.	Análisis de Pareto de Problemas	71
2.13.	Diagrama de Ishikawa	72
2.14.	Cuantificación las Pérdidas Ocasionadas por los Problemas	74
2.14.1.	Costo por Paralizaciones Constante del Proceso	74
2.14.2.	Costo por Materia Prima Fuera de Parámetro de Calidad	75
2.14.3.	Costo por Falta de Capacitación y Entrenamiento	75
2.15.	Diagnóstico	76
2.1.6.	Capacidad de Producción Instalada	77

**CAPITULO III**  
**PLANTEAMIENTO DE SOLUCIÓN Y EVALUACIÓN ECONÓMICA DE**  
**LA IMPLANTACIÓN**

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
3.1.	Planteamiento de la Alternativa de Solución de Problemas	80
3.1.1.	Alternativa de Solución al Problemas	81
3.1.2.	Puesto en Marcha la Solución	81
3.1.2.1.	Procedimiento	82
3.2.	Evaluación Económica y Análisis Financiero	100
3.2.1.	Costo de Inversión para la Implementación de la Alternativa de Propuesta	100
3.2.2.	Inversión Fija	100
3.2.3.	Costo de Operación	101
3.3.	Financiamiento de la Propuesta	102
3.3.1.	Balance Económico y Flujo de Caja	102
3.4.	Análisis Beneficio /Costo de la Propuesta	104
3.5.	Indicé Financiero que Sustenta la Inversión	106
3.5.1.	Tasa Interna de Retorno	106
3.5.2.	Tiempo de Recuperación de la Inversión	107
3.5.3.	Valor Actual Neto	108
3.6.	Factibilidad	109
3.7.	Conclusiones	109
3.8.	Recomendaciones	110

**GLOSARIO DE TÉRMINOS**

**ANEXOS**

**BIBLIOGRAFÍA**

**ÍNDICE DE TABLA**

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Pesos Teórico	18
2	Tren Desbaste	41
3	Tren Intermedio	43
4	Tren Terminador	45
5	Numero de Varillas y Peso Nominal	57

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Diagrama Ishikawa	25
2	Diagrama de Pareto	26
3	Diagrama de Proceso	27
4	Laminación en Caliente	33
5	Proceso Tempcore	48
6	Organigrama Funcional Laminación Caliente	65
7	Grafico de Pareto de los Desperdicio por Cajas	72
8	Diagrama de Causa - Efecto Ishikawa	73
9	Producción Efectiva 2004- 2014	79
10	Producción Efectiva por Mes 2004-2014	79

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Macro Localización de la Empresa	7
2	Micro Localización de la Empresa	8
3	Varilla Corrugada Soldable	12
4	Barras Redonda	13
5	Barras Cuadradas	13
6	Alambrón	14
7	Alambre Grafilado	14
8	Alambre Trefilado	15
9	Ángulos	16
10	Mallas Electrosoldadas	16
11	Pletinas	17
12	Zona de Almacenamiento	35
13	Zona de Abastecimiento	36
14	Empujador Hidráulico	36
15	Horno de Empuje para Palanquilla	38
16	Principio Básico de Laminación en Caliente	40
17	Tren de Desbaste	42
18	Tren Intermedio	44
19	Tren Terminador	46
20	Proceso Tempcore	48
21	Placa de Enfriamiento	49
22	Mesa de Enfriamiento	50
23	Tope Móvil	54
24	Transferidor de Cadenas para Varillas	55
25	Conteo Manual de Varillas	56
26	Descensor de Paquete	58
27	Atadora de Paquete	59

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
28	Camino de Rodillos de Paquetes	60
29	Transferidor de Cadenas para Paquetes	61
30	Tope y Báscula del Paquete	62
31	Etiquetado del Producto	63
32	Embarque de Paquetes	64
33	Almacenamiento Volumétrico	64
34	Cajas Bascotecnia	86
35	Cajas Danieli	88

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Registro de Problemas	67
2	Paralizaciones Constante del Proceso	69
3	Falta de un Programa de Capacitación	70
4	Materia Prima Fuera de Parámetros	71
5	Frecuencia de Problemas	72
6	Costo por Materia Prima	74
7	Costo de Combustible no Laminado	75
8	Costo por Parada no Programada	75
9	Resumen del Costo de los Problemas	77
10	Producción Efectiva de 2004-2014	78
11	Tren Desbaste	83
12	Tren Intermedio	84
13	Tren Terminador	85
14	Inversión Fija	101
15	Costo de Operación	101
16	Inversión Total	102
17	Ahorro de la Pérdida	103
18	Balance de Flujo de Caja	103
19	Cálculo del Valor Presente del Beneficio	104
20	Cálculo del Valor Presente del Costo/Operación	105
21	Cálculo Valor del TIR	107
22	Cálculo del Tiempo de Recuperación de la Inversión	108

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1	Organigrama Estructural	115
2	Mapa de Proceso	116
3	Calibración tren de Desbaste, Intermedio, Terminador	117
4	Diagrama de Operaciones del Proceso	118
5	Diagrama de Recorrido Actual	119
6	Reporte de Parada no Programada	12

**AUTOR:** CHOEZ CASTRO LUIS ALBERTO  
**TEMA:** ANÁLISIS Y MEJORA EN LOS PROCESO EN EL AREA  
DE LAMINACIÓN EN CALIENTES PARA INCREMENTAR  
LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ANDEC S.A  
**DIRECTOR:** ING. IND. CORONADO WINDSOR OMAR MSc.

## RESUMEN

El presente trabajo propone mejorar la producción de varilla de acero lisa y corrugada de la empresa ANDEC S.A., con el objetivo de analizar los procesos que afectan al tren laminador para luego de su respectivo estudio presentar una propuesta y así poder alcanzar una mayor productividad y el bienestar para el trabajador a través de la metodología de tipo descriptiva, con enfoque cuantitativo, modalidad bibliográfica y de campo, aplicando como observación directa, los diagramas de procesos de flujo de Ishikawa de Pareto y recorrido ,mapa de proceso para el diagnóstico y posterior solución a la problemática de la capacidad del departamento de laminación en caliente causado por los gastos generados por las paralizaciones constantes, materia prima fuera de parámetro calidad, falta de capacitación, los cuales generaron tiempos improductivos representando una pérdida económica de \$ 256.076,00. La inversión para la implantación de la mejora es de \$ 41.000.00 y su beneficio se refleja sobre el costo de transformación de 1.58 dólares por cada tonelada producida, lo que permitirá que el análisis planteado tenga una rentabilidad de recuperación en un periodo de 2 años, la tasa interna de retorno (TIR) es igual a 166%, que es superior al 14% es decir que la propuesta es factible .Se sugiere a la alta Gerencia invertir en el mejoramiento de sus activos, respetando la vida útil de los equipos logrando mayor eficiencia en su rendimiento, comunicación con sus colaboradores internos y externos a fin de mantener un ambiente de trabajo confiable y seguro de esta manera se logrará incrementar los índices establecidos, garantizando una mayor satisfacción al cliente y cumpliendo la planificación anual programada.

**PALABRAS CLAVES:** Producción, Varilla de Acero, Diagnóstico, Procesos, Metodología , Laminación, Calidad, Costo.

Choez Castro Luis Alberto  
CC: 0922313184

Ing. Ind. Coronado Windsor Omar MSc.  
DIRECTOR DEL TRABAJO

**AUTHOR:** CHOEZ CASTRO LUIS ALBERTO  
**TOPIC:** ANALYSIS ANDIMPROVEMENT IN TH E IN THE  
AREA ROLLING IN HOT PROCESS TO INCREASE  
THE PRODUCTION OF THE ANDEC COMPANY SA.  
**DIRECTOR:** ING. IND. CORONADO WINDSOR OMAR MSc.

### ABSTRACT

The aim of this work is to improve the production of flat and corrugated steel rodsat ANDEC Company SA, with the purpose of analyzing the process that affects the rolling mill, that with the respective study presents a submitting a plan, and achieves a greater productivity and welfare for workers through a descriptive methodology, with quantitative approach, bibliographical and a field mode, using the direct observation, the flow Pareto and Ishikawa diagrams of process and its tour, a process map for further diagnosis and solution to the problem of the ability of the hot rolling department caused by the expenses generated by the constant stops, quality raw material outside parameter, lack of training, which resulted in downtime representing an economic lost of \$ 256,076.00. The investment for the implementation of the improvement is around \$ 41.000.00 and its benefit reflects on the cost of conversion of \$ 1.58 per ton produced, which enables the planned analysis to recover over a period of two years, the internal rate of return (IRR) is equal to 166%, which is higher than the 14%, making this proposal feasible. It also suggests to the senior management to invest in improving their assets, respecting the life of the equipment in order to make a greater efficiency in performance and communication with internal and external collaborators in order to maintain a reliable work environment and insurance patterns, this will ensure the increased rates established, ensuring greater customer satisfaction and an annual planning meeting scheduled.

**KEY WORDS:** Production, Steel Rodsat, Diagnostics, Process,  
Methodology, Lamination, Quality, Cost.

Choez Castro Luis Alberto  
CC: 0922313184

Ing.Ind. Coronado Windsor Omar MSc.  
DIRECTOR OF WOR

## PRÓLOGO

El contenido de esta tesis es el esfuerzo, dedicación y constancia para poder incrementar, la producción en el área de laminación en caliente de la empresa Andec S.A.

Cada capítulo en el que hablaremos a continuación detallaremos de una forma clara y resumida todo lo aplicado en lo largo de mi carrera de ingeniería industrial.

En el capítulo I hablaremos de la empresa **ANDEC S.A.** Sus antecedentes cuando se fundó dónde está localizada, su participación en el mercado, la organización, conoceremos sus productos y servicios, la visión, la misión, los objetivos, justificativos, marco teórico y la metodología que usaremos para esta investigación.

En el capítulo II están todos los recursos humanos y productivos como están divididos los equipos que utilizan para su proceso. Daremos en forma detallada todos los problemas que se presentan en el laminación en caliente, máquinas, herramientas usando imágenes y gráficos. Identificamos los problemas y damos el diagnóstico.

El capítulo III viene nuestra propuesta de mejora, daremos un concepto de cada una de ellas. Veremos el ahorro que tendrá en el proceso de producción. El beneficio costo (B/C) para saber si la propuesta es rentable y el periodo de recuperación de la inversión.

Se describen las conclusiones y recomendaciones que deben seguir la jefatura y los operadores de laminación en calientes para que se cumplan los objetivos que se establecieron en esta investigación

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Antecedentes.**

La visión de ANDEC es de ser Líder en la industria siderúrgica del País entregando productos de acero de Calidad Total Certificada bajo la norma INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) entidad que regula y exige la máxima seguridad en la calidad del producto, ANDEC es la única empresa en el país que tiene productos con Certificación al Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2000;

La gestión estratégica de la empresa en un entorno cada día más competitivo tiene hoy más que nunca y como vital importancia desarrollar acciones que permitan mejorar la eficiencia, incrementar el prestigio y diferenciarse de los competidores. Para mantenerse como empresa Líder en la producción de aceros, ANDEC continua desarrollando su estrategia a largo plazo, como la modernización de sus procesos de producción, actualización de las técnicas de ejecución de trabajo, adquisición de nuevas máquinas para ensayos de tracción, doblado, y comprobación de su acabado para constatar que sus características mecánicas, geométricas y tecnológicas cumplan con lo establecido en las normas INEN 2167 para las varillas o norma Internacional ASTM A-706. En el año de 1999 la empresa contrata la firma española BASCOTECNIA GROUP para el suministro, montaje y puesta en marcha de un Nuevo Tren Continuo de Laminación, con la capacidad producción de 40 ton/hora como parte de un proyecto que incluye tres componentes: Modificación en el Horno de Calentamiento, Nuevo Tren de Laminación y Placa enfriamiento, en el orden señalado se tiene el horno del tipo de empuje

Que se diseñó para calentar 195 palanquillas de sección 130X130X4000 mm de diferente grado de acero

El nuevo tren está formado por quince cajas o Stand, cuya velocidad en cascada está automáticamente controlada por un Programa de Laminación en Caliente PLC; dentro de la modernización se incluye también un Sistema de enfriamiento controlado Tempcore; se trata de un procedimiento para el tratamiento térmico del acero laminado con el objeto de cambiar sus propiedades mecánicas y prepararlas para un acero Soldable; a continuación se tiene la Placa de Enfriamiento que se inicia desde el eje transversal # 11 de la nave # 1 y se extiende hasta el eje # 18 y está formada por la mesa del tipo vigas galopante que recibe varillas de 36 metros para cortarlas luego a longitudes requeridas, éste corte se realiza con el movimiento del tope móvil regulable.

En esta modernización se incluye después del tope móvil el transferidor de varillas, descensor de Paquetes, Camino de Rodillos tramo 1, Atadoras, Báscula y Transferidor de Cadenas para ser evacuados con la ayuda del Puente Grúa existente de la nave # 2.

En el año de 2005 se inicia otro Proyecto de Modernización el cual consiste en la Diversificación de los Productos Laminados en Caliente, a más de producir las varillas con resaltes se proyecta incluir la producción de Ple En el año de 2005 se inicia otro Proyecto de Modernización el cual consiste en la Diversificación de los Productos Laminados en Caliente, a más de producir las varillas con resaltes se proyecta incluir la producción de Pletinas, Ángulos y varillas cuadradas.

Para la Modernización se contrató el Suministro de Equipos, Montaje y puesta en marcha a la empresa DANIELI de Italia que proyectó en la inclusión de seis cajas a partir del tren Acabador es decir después de la caja quince del tren existente de BASCOTENCIA. En esta modernización contempla la reposición completa de la Placa de Enfriamiento para una

Longitud de varillas de 48 metros que se inicia desde el eje transversal # 15 y termina en el eje # 22; ésta modificación de ampliar el tren continuo en seis cajas y la reposición completa de la Placa, obligó a desplazar en la misma dirección la línea de Producción 48 metros. La gran demanda y aceptación que tuvo el producto hacia sus clientes, motivo que inversionistas montaran nuevas empresas para la fabricación de varillas de acero para refuerzo de hormigón armado. La industria siderúrgica de nuestro país, se encuentra en constante mejoramiento de sus procesos de producción. En los últimos años han adquirido tecnología, equipos y capacitación dentro y fuera de nuestras fronteras. Los principales países proveedores de estos servicios son: España, Italia, Estados Unidos de Norte América, México, Brasil y Colombia. Nuestro país necesita anualmente 480 000 toneladas métricas de acero para refuerzo de hormigón armado, para satisfacer la demanda del sector de la construcción de nuestro país.

Los principales fabricantes son: ANDEC, ADELCA, NOVACERO y TALME.

## **1.2. Contexto del Problema.**

Los principales problemas existente en nuestra planta es la parada no programada que se va a analizar la mayoría de la veces surge en el tren de laminación, falta de mantenimiento preventivo y correctivo y hace que los producto que se elabora, no sea entregado a los clientes y por ende genera pérdida para la empresa.

Todo esto se ve reflejado en lo siguiente punto

- Paralizaciones Constante del Proceso.
- Falta de Capacitación y Entrenamiento.
- Materia Prima fuera de Parámetros de Calidad

### **1.3. Descripción General de la Empresa.**

El complejo siderúrgico ANDEC S.A. es una empresa líder nacional en la elaboración de producto de acero de alta calidad que se dedica a la transformación de la chatarra en producto de acero de alta calidad a través de arcos eléctricos de alta potencia mediante su horno eléctrico, obteniendo la palanquilla de acero de 4 metros de longitud 130mm x 130mm de sección, la que a su vez mediante el proceso de laminación se obtiene varillas lisas y corrugadas.

Tienen su origen en el año 1969 en medio de la gran demanda del mercado Nacional y el creciente desarrollo del sector Industrial, dando sus primeros pasos con una política de calidad certificada y servicio al cliente que se mantienen hasta hoy con la elaboración de productos de alta calidad, y a precios de razonable rentabilidad.

Los administradores y directivos de la empresa en el año de 1999 con el compromiso de sus clientes deciden estructurar un proyecto de modernización del tren de laminación para aumentar su producción a 220.000 Ton. / Año. En el año 2005 ANDEC incorpora a su filial FUNASA como una división encargada de la fundición, para abastecer con el suministro de palanquilla como materia prima para la moderna planta Laminación.

Para cubrir la demanda del nuevo tren el cual es 40 ton. / hora ANDEC estructura otro proyecto para aumentar la capacidad instalada de producción en el Horno de Fundición el cual es Aumento de la Producción de Acerías a 135.000 ton. / año; para lo cual se contrata con fecha 18 de abril del 2007 a la empresa extranjera DANIELI el suministro y puesta en marcha del nuevo Horno Cuchara y Planta de Humos, esto como primera etapa. En su segunda etapa y tomando como punto de partida la capacidad instalada del nuevo tren de laminación se estructura el nuevo Proyecto Aumento de Producción a 220.000 Ton/ año en Acerías con el único objetivo de lograr la mejor productividad, bajar el costo de transformación de las varillas de acero

soldable y cubrir la demanda del nuevo Tren de Laminación. Para desarrollar este Proyecto de Aumento de la Producción de Acerías a 220.000 Ton. / Año se detalla a continuación los siguientes Sub. Proyectos:

- Construcción de dos Centros de Acopios Guayaquil y Quito.
- Suministro e Instalación de dos Prensa Cizalla marca VEZZANI y TAURUS en las instalaciones planta Guayaquil.
- Suministro de tres Manipuladoras de chatarra marca SOLMEC.
- Fortalecimiento de la Cadena de Abastecimiento de Proveedores especiales.
- Sistema Integral de Captación y Procesamiento de Chatarra en el área de funasa
- Suministro de una Nueva Nave de Fundición y una nueva Nave Palco de Materia Prima.
- Suministro de tres Puentes Grúas uno de 110 Ton para la nave de Fundición y dos de 20 Ton de capacidad para la nave Palco de materia prima.
- Suministro de Nuevo Sistema de Alimentación Automática de Chatarra CONSTEEL.
- Suministro de un nuevo Tren
- Suministro del Nuevo Horno Eléctrico de cap. 25 Ton.
- Suministro de Nueva Nave para Máquina de Colada Continua para el área de funasa
- Suministro de Nueva Máquina de Colada Continua.
- Suministro de dos Puentes Grúas uno de 55/12.5 Ton para la zona de colada continua y un Puente Grúa de 16 Ton de capacidad para evacuar la Palanquilla.
- Suministro de una Planta de Tratamiento de agua para Funasa y Andec.

Con la culminación de estos proyectos en Noviembre del 2013 la empresa quedará consolidada como una de las más sólidas del país y se logra equiparar la demanda del Moderno Tren Laminador.

Producción de Palanquillas en Acerías, cumpliendo de este modo con los Objetivos de calidad hasta el 2014.

### 1.3.1. Localización Geográfica.

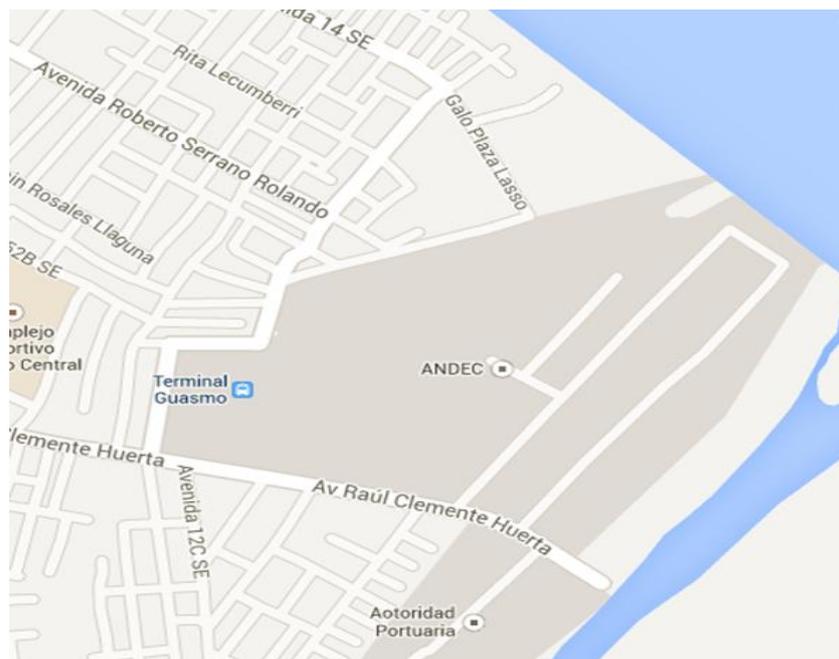
#### Macro Localización.

La empresa destinada a la producción de aceros se encuentra ubicada en la República del Ecuador en la Provincia del Guayas cuenta con un Área o superficie de 278.828,65 m<sup>2</sup>.

La ubicación es determinante en la Ciudad de Guayaquil por ser según el INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censo la más poblada del País con una población que supera hasta la presente fecha los 3000000 de habitantes; otra de las razones de su ubicación es por haberse constituido en toda su revolución industrial como el Mayor Centro Industrial de la República del Ecuador.

#### IMAGEN # 1

#### MACRO LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA



Fuente: [maps.google.com.ec](https://maps.google.com.ec)  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

## Micro Localización.

La empresa se encuentra ubicada en el Sur Oeste de la Ciudad de Guayaquil, en la Avenida Dr. Raúl Clemente Huerta (Vía las Esclusas) y primer Pasaje 12C-SE Guasmo Central, contigua a la Estación Sur de la Terminal Metro Vía.

La ubicación de la empresa guarda relación con los conceptos y las Técnicas de Estrategia de Localización de Plantas Industriales, su ubicación está a 3 km del Puerto Principal de Guayaquil.

Punto de recepción de la materia prima importada para la producción de palanquillas, tiene salida al mar facilitando de este modo el tráfico de las embarcaciones por el Rio Guayas para la entrada de los barcos como para deshuese, como fuente de materia prima de chatarra clase A para el proceso de obtención de la palanquilla; facilitando de este modo la optimización del transporte del material y distribución del mismo hacia la Planta de operaciones.

## IMAGEN # 2

### MICRO LOCALIZACIÓN



Fuente: [maps.google.com.ec](https://maps.google.com.ec)  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

## **Centros de Acopio Guayaquil y Quito.**

Actualmente la empresa cuenta con tres terrenos que son de absoluta propiedad de ANDEC a nivel Nacional destinado para el perfecto funcionamiento en toda su gestión de producción y administrativa.

- El primer terreno donde se encuentra la planta de acerías y laminación
- El segundo terreno es el centro de acopio Norte de Guayaquil
- El tercero es el centro de acopio Sur de Quito

El primer centro de acopio se encuentra al Norte en la ciudad de Guayaquil a la altura del kilómetro 25 Vía Perimetral, se creó con el objetivo de desarrollar con mayor rapidez y volumen la captación de materia prima (chatarra), su ubicación facilita la viabilidad por encontrarse junto a la carretera, de este modo se descongestiona la entrada de vehículo a la planta. Para una mayor cantidad de almacenamiento de materia, también se instaló la Prensa TAURUS con el objetivo de completar con el proceso de captación y transporte del material menos voluminoso hacia la planta. Este proyecto entró en funcionamiento en noviembre del 2010, y actualmente se lo aprovecha como Centro de Distribución del producto terminado de varillas de Acero.

El segundo centro de acopio se encuentra al Sur en la Ciudad de Quito, en el sector Tumbes a la altura del Parque Industrial por la vía Panamericana Sur distante a 300 metros de la empresa Acero de los ANDEC. Se desarrolló este proyecto con la finalidad de abastecer lo que actualmente se produce en ANDEC y distribuirlo con mayor facilidad hacia las regiones de Sierra y Oriente. Como centro de distribución entró en funcionamiento el Abril del 2011.

Su ubicación es estratégica porque como medio de distribución cubre la demanda en diferente parte de distribución de la varilla de acero corrugada y lisa

### **1.3.2. Estructura Organizacional.**

La empresa ANDEC S.A. en línea tiene seis áreas básicas con las cuáles inició sus actividades en el año de 1969, estas áreas se relacionan entre sí para de esta forma poder alcanzar objetivos empresariales y cumplir las metas y objetivos propuestos de cada una de ellas para poder alcanzar el objetivo principal. (Ver Anexo #1).

- Área de Responsabilidad Social.
- Área de Talento Humano.
- Área de Logística.
- Área de Operaciones.
- Área de Comercialización.
- Área Financiera.

#### **Área de Responsabilidad Social.**

Contribuir al mejoramiento de ANDEC S.A. y al desarrollo de sus empleados, por medio de la eficaz y eficiente implantación de la gestión ambiental, seguridad y salud ocupacional. (Pinto, 2012)

#### **Área de Talento Humano.**

Planificar y dirigir, los procesos de gestión del Talento Humano de la empresa, a fin de asegurar el cumplimiento de los planes estratégicos de la organización.

#### **Área de Logística.**

Planificar, Administrar y controlar el correcto y oportuno abastecimiento de materia prima, insumos, repuestos y materiales requeridos por los procesos de la organización alineados a la planificación estratégica, de las diferente área para la eficiente operación de la empresa.

### **Área de Operaciones.**

Asegurar la fabricación del producto tanto de palanquilla y producto laminado mediante la correcta ejecución de los procedimientos establecidos en los manuales y con los niveles de calidad exigidos. Administrando las diferentes dependencias involucradas para lograrlo.

### **Área de Comercialización.**

Administrar y planificar integralmente los procesos de comercialización e Implementando estrategias de mercadeo.

### **Área de Finanzas.**

Buen uso de los recursos financieros, aplicando el cumplimiento de las Normas internas y externas, en busca de la eficiencia operativa.

#### **1.3.3. Identificación Según el Código Internacional Industrial Uniforme (CIU).**

Identificación con el CIU (Codificación Industrial Internacional Uniforme)

La codificación Industrial Internacional Uniforme es la clasificación automática de todas las actividades económicas, cuya finalidad es establecer su codificación armonizada a nivel mundial. Es utilizada para conocer niveles de desarrollo, requerimientos, normalización, políticas económicas e industriales entre otras utilidades. El instituto Nacional de Estadísticas y Censos desde el año 1995 viene estructurando, manteniendo y actualizando el sistema integrado de clasificaciones y nomenclaturas que según la última revisión versión 3 y 3.1 es:

- 2710 Fabricación de Productos Primarios de Hierro y Acero.
- 2731 Fundición Hierro y Acero.

### 1.3.4. Descripción de los Productos y Servicios

#### Productos Andec.

La industria ANDEC fabrica una gama de productos de acero, laminados en frío y caliente, para satisfacer necesidades del sector de la construcción. El Plan Estratégico de Andec es la clave para un manejo eficiente de la producción y comercialización de sus productos laminados, con la finalidad de obtener la satisfacción total de sus clientes y distribuidores, entre la variedad de productos, laminados en caliente y frío, tenemos.

**Varillas Soldables:** Las varillas soldables de acero de baja aleación, que han recibido un tratamiento térmico controlado Tempcore durante su proceso de laminación, de alta ductilidad y excelentes propiedades mecánicas. Se usan en estructuras de hormigón armado para construcción de diseño Sismo resistente y donde se requiera empalmes para soldadura. Las varillas soldables, se pueden fabricar mediante un proceso de termotratadas o microaleadas, se fabrican de acuerdo a las norma NTE INEN 2167/ ASTM A 706.

#### IMAGEN N° 3

#### VARILLAS CORRUGADAS SOLDABLES



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

**Barras Redondas:** Las barras redondas, son aquellas cuyo perfil corresponde al de una circunferencia, luego de ser laminada. , también se usan en la carpintería metálica, fabricación de tornillos, tensores, cerramientos, donde los elementos deben unirse con soldadura. Las barras redondas se fabrican de acuerdo a la norma NTE INEN 2222.

**IMAGEN N° 4**  
**BARRAS REDONDAS**



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

**Barras Cuadradas:** Es un producto de acero de sección cuadrada, uniforme y superficie lisa, obtenido a partir de la palanquilla siguientes usos puertas y ventanas, Industria metal mecánica. Las barras cuadradas se fabrican de acuerdo a la norma NTE INEN 2222.

**IMAGEN N° 5**  
**BARRAS CUADRADAS**



Fuente: Investigación de campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

**Alambrón:** Es un producto laminado en caliente, de diámetro no inferior a 5,5 mm y se forma en rollos.: se lo utiliza Electro mallas, clavos, remaches, alambres, cadenas, trefilación, grapas, rejas puertas, El alambrón se fabrica de acuerdo a la norma INEN 1324/ASTM A510.

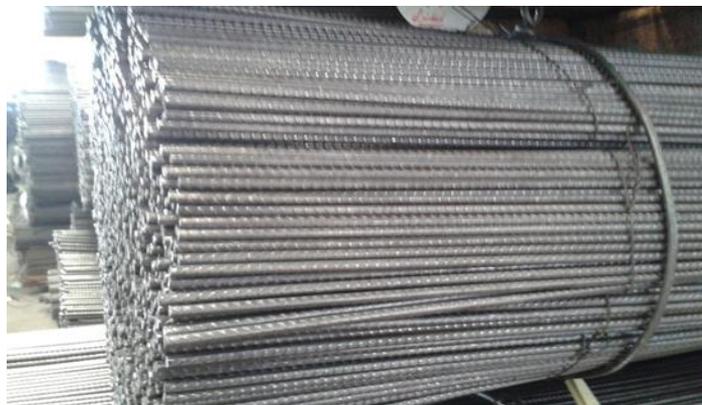
**IMAGEN N° 6**  
**ALAMBRÓN**



Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

**Alambre Grafilado:** El alambre grafilado es obtenido por trefilación de la maquina beta 1, para aumentar sus propiedades mecánicas. Se usa como refuerzo en estructuras de hormigón armado y para la fabricación de mallas electrosoldadas. El alambre grafilado se fabrica de acuerdo a las norma NTE INEN 1511/ASTM A49.

**IMAGEN N° 7**  
**ALAMBRE GRAFILADO**



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

**Alambre Trefilado:** Es un alambre de acero obtenido por trefilación en frío, cuya sección es circular y de superficie lisa, es de alta resistencia a la tracción, por el cambio de estructura en el proceso de trefilación.

El proceso de fabricación garantiza una excelente soldabilidad para que este producto sea útil en los siguientes campos: estructural, electrodos de soldadura, fabricación de armaduras, postes de luz, viguetas, tapas de canalización, mallas electrosoldadas, tuberías de hormigón armado artesanal, ganchos y pasadores.

El alambre trefilado se fabrica de acuerdo a las norma NTE INEN 1510.

### **IMAGEN N° 8**

#### **ALAMBRE TREFILADO**



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

**Ángulos.-** Son producto de acero, obtenidos por laminación en caliente de planchillas, cuya configuración transversal tiene la forma de un ángulo recto de lados iguales. Los ángulos estructurales de alas iguales, se fabrican de acuerdo a la norma NTE INEN-2224. Entre los variados usos de este producto para construcciones de estructuras metálicas se describen los siguientes:

- Viaductos, torres de transmisión de energía eléctrica.
- Componentes de camiones, Componentes de navíos, puentes.
- Fabricación de contenedores, Fabricación de ferrocarriles.
- Construcciones navales.

### IMAGEN N° 9 ÁNGULOS



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

**Mallas Electrosoldadas.**- Las electromallas Andec están compuestas por una serie de alambres de acero lisos o grafilados que se cruzan perpendicularmente y cuyos puntos de contacto se sueldan por el proceso de soldadura por resistencia eléctrica.

### IMAGEN N° 10 MALLAS ELECTROSOLDADAS



Fuente: Investigación de Campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

Por el detalle de uso, rapidez y sencillez de su colocación en obra, hace que la ELECTROMALLA ANDEC, sea imprescindible para la construcción de: pisos, canchas, losas, muros de contención, piscinas, cerramientos, terrazas, pistas de aeropuertos, entre otros usos.

La malla electro soldada se fabrica de acuerdo a la norma NTE INEN 2209.

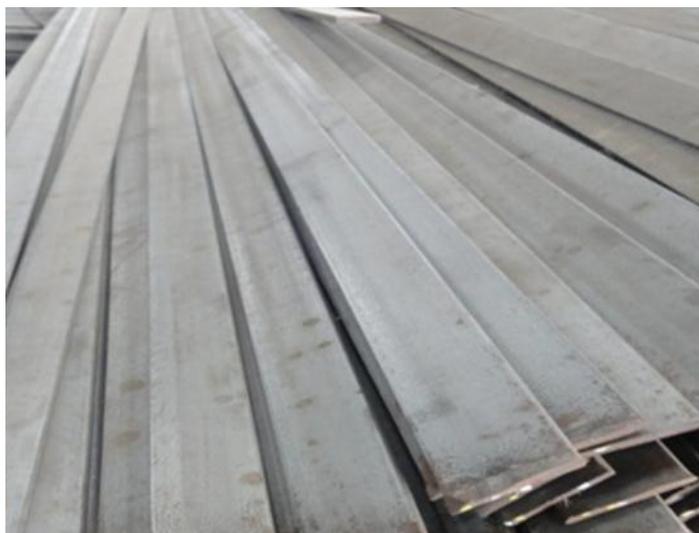
**Pletinas.-** Es un producto terminado laminado en caliente, de sección transversal rectangular, obtenido a partir de palanquillas; su espesor es mayor o igual a 3mm, el ancho mayor o igual a 12 mm o menor o igual a 150 mm.

La aplicación y utilización más importante de este producto se encuentra en los siguientes campos: cerrajería, rejas de ventanas, fabricación de puertas metálicas, entre otros usos.

Las pletinas se fabrican de acuerdo a la norma NTE INEN 2222, pero su especificación mecánica se describe en la norma NTE INEN 2215.

## IMAGEN N° 11

### PLETINAS



Fuente: Laminación en Caliente  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

**TABLA # 1**  
**PESOS TEÓRICOS**

<b>mm x m</b>	<b>Número de varillas por quintal</b>	<b>mm x m</b>	<b>Número de varillas por quintal</b>
<b>5 X 6</b>	<b>40.428</b>	<b>18 X 9</b>	<b>2.523</b>
<b>8 X 6</b>	<b>19.139</b>	<b>18 X 12</b>	<b>1.892</b>
<b>8 X 9</b>	<b>12.757</b>	<b>20 X 6</b>	<b>3.066</b>
<b>8 X 12</b>	<b>9.570</b>	<b>20 X 9</b>	<b>2.044</b>
<b>10 X 6</b>	<b>12.253</b>	<b>20 X 12</b>	<b>1.533</b>
<b>10 X 9</b>	<b>8.169</b>	<b>22 X 6</b>	<b>2.533</b>
<b>10 X 12</b>	<b>6.126</b>	<b>22 X 9</b>	<b>1.689</b>
<b>12 X 6</b>	<b>8.513</b>	<b>22 X 12</b>	<b>1.267</b>
<b>12 X 9</b>	<b>5.676</b>	<b>25 X 6</b>	<b>1.962</b>
<b>12 X 12</b>	<b>4.257</b>	<b>25 X 9</b>	<b>1.308</b>
<b>14 X 6</b>	<b>6.258</b>	<b>25 X 12</b>	<b>0.981</b>
<b>14 X 9</b>	<b>4.172</b>	<b>28 X 6</b>	<b>1.564</b>
<b>14 X 12</b>	<b>3.129</b>	<b>28 X 9</b>	<b>1.403</b>
<b>16 X 6</b>	<b>4.791</b>	<b>28 X 12</b>	<b>0.782</b>
<b>16 X 9</b>	<b>3.194</b>	<b>32 X 6</b>	<b>1.198</b>
<b>16 X 12</b>	<b>2.395</b>	<b>32 X 9</b>	<b>0.798</b>
<b>18 X 6</b>	<b>3.784</b>	<b>32 X 12</b>	<b>0.599</b>

Fuente: Departamento de ventas  
Elaborado por: Choez Castro Luis

En la tabla podemos observar los pesos teóricos de cada medida y diámetro de la varilla de acero de la empresa ANDEC S.A

### **Servicios:**

- ANDEC S.A. para satisfacer la demanda de sus clientes cuenta con un equipo de asesoría de ventas, quienes despliegan acciones para ejecutar y dar seguimiento a la gestión.
- El equipo de ventas realiza visitas periódicas a las obras, para medir la conformidad del cliente con el producto.
- La transportación del producto desde el sitio de distribución hasta la obra, dentro de cualquier punto del país, es un servicio que ahorra costos al cliente y otorga ANDEC S.A.

ANDEC S.A. difunde sus procesos productivos y las características técnicas a los diferentes segmentos del mercado mediante el siguiente punto a continuación.

- Capacitación a los maestros de obra, a fin de explicar las ventajas de los productos.
- Charlas y seminarios a los clientes y distribuidores a nivel nacional, cada año, para exponer las potencialidades de los productos en el mercado.
- Auspicios de eventos a los diversos cuerpos colegiados afines: Colegio de Ingenieros, de Arquitectos, etc.
- Visitas de los estudiantes de colegios técnicos, estudiante de universidad
- Visita de las universidades del país a la planta industrial de Acería y Laminación en ANDEC S.A., con el objetivo de reforzar su formación académica.
- Visita de los socios y distribuidores en la planta de industrial de Acería y Laminación en Andec S.A. con el objetivo de conocer el proceso.

## **1.4. Filosofía Estratégica.**

### **1.4.1. Misión.**

Producir y comercializar productos largos de acero, con calidad, eficiencia, y competitividad, para satisfacer al mercado de la construcción

### **1.4.2. Visión.**

Ser la empresa siderúrgica más rentable del país, brindando soluciones constructivas integrales con productos largos de acero:

- Contando con socios estratégicos en nuestra cadena de valor.
- Fomentando la seguridad y respeto al medio ambiente

### **1.4.3. Valores.**

En ANDEC se encuentran definidos, los mismos que contribuyen con el hacer empresarial e imagen de la organización, entre los valores que la distinguen están:

- Liderazgo empresarial
- Calidad total.
- Servicio al cliente interno y externo.
- Creatividad e innovación tecnológica.
- Lealtad consigo mismo y con la empresa.
- Apoderamiento del personal.
- Fe positiva y mística en el trabajo
- Comunicación doble vía.
- Respeto a las personas y políticas de la empresa.
- Crecimiento empresarial y beneficios al personal.
- Reconocimiento al desempeño de las personas.
- Protección al medio ambiente.
- Responsabilidad en su trabajo.

#### **1.4.4. Política de Calidad de la Empresa.**

Satisfacer al cliente fabricando productos de Acero de alta calidad, conforme a normas técnicas y legales; cumpliendo los objetivos propuestos y la permanente mejora.

#### **1.4.5. Política Empresarial.**

ANDEC S.A. como empresa Siderúrgica se compromete a mantener y mejorar el bienestar de su Talento Humano, enmarcado dentro del concepto de Responsabilidad Social, aplicando una adecuada planificación e implementación de programas de Seguridad y Salud en el Trabajo, para prevenir, controlar los riesgos y mejorar la calidad de vida, cumpliendo con las normas y procedimientos establecidos con la legislación vigente.

### **1.5. Objetivos.**

#### **1.5.1. Objetivo General.**

Analizar los proceso que afectan a la producción en el área de laminación en caliente, para luego de su respectivo diagnostico presentar una propuesta de mejora y así poder alcanzar una mayor productividad.

#### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Recopilar Información de las actividades que se realizan en el Departamento de Laminación en calientes y la capacidad Actual de la planta.
- Analizar la Información recopilada través de diagrama de proceso y calcular la eficiencia del proceso de laminación en caliente.
- Identificar los problemas que se presentan en el departamento de laminación en caliente utilizando diagrama de Ishikawa y de Pareto.
- Proponer Soluciones factibles para aumentar la capacidad de

Producción con base técnicas de ingeniería.

- Evaluar la factibilidad técnica y económica de la propuesta.

## **1.6. Planteamiento del Problemas.**

El complejo Siderúrgico ANDEC S.A “Acería Nacional del Ecuador” dentro de su instalaciones cuenta con varios departamentos técnicos que está a cargo de la gerencia de operaciones, uno de ellos es el departamento de laminación en calientes el cual cuenta con tres área que son: Horno, Tren laminador, Mesa de enfriamiento y es donde vamos a enfocar nuestro trabajo de investigación.

En la actualidad existen problemas, lo describiremos a continuación:

- Paralizaciones Constante del Proceso.
- Materia Prima fuera de Parámetros de Calidad.
- Falta de Capacitación y Entrenamiento.

### **1.6.1. Misión de la Investigación.**

La misión fundamental de esta investigación será desarrollar un estudio, analizando alternativa de soluciones para mejorar la producción en laminación en caliente

### **1.6.2. Visión de la Investigación**

Implantar la propuesta de mejor en el departamento de laminación en caliente de la empresa Andec S.A., obteniendo resultado favorable para incrementar la producción.

## **1.7. Justificativo**

En el presente trabajo investigativo a ejecutarse en la empresa ANDEC S. A. se aplicarán herramientas de Ingeniería Industrial.

Que se delimitan a los Sistemas Productivos, donde se hará un análisis para mejorar los procesos en el área de laminación en caliente para incrementar la producción de la empresa Andec, utilizando metodologías estadísticas, gráficas y matemáticas, con el soporte informático que corresponda a las técnicas a usar.

Los principales métodos de Ingeniería Industrial serán aplicados en el trabajo de investigación que serán aplicados en la investigación son los siguientes:

- Diagrama de Procesos,
- Diagrama de Ishikawa,
- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de Recorrido

### **1.8. Delimitación de la Investigación**

Esta investigación se la realizara al sur de la ciudad en la fábrica de ANDEC S.A. Que es dirigida por el Gerente General Nelson Perugachi y cuenta con la colaboración del personal de administrativo, personal de planta, así como lo servicio y guardianía.

Esta investigación tiene un tiempo de duración de seis meses a partir de la fecha de inicio de la misma. La presente investigación está delimitada a la búsqueda de soluciones de los diferentes problemas encontrados especialmente en la producción

### **1.9. Marco Teórico**

En lo referente al marco teórico estas son las teorías de, investigaciones que ya está elaboradas sobre el tema que se desea investigar proporciona conocimientos adecuados, orienta en la búsqueda de solución de problemas, y llegar a una propuesta de acuerdo con lo que se ha investigado.

## 1.9.1. Fundamento Teórico

### 1.9.1.1. Diagrama de Causa - Efecto

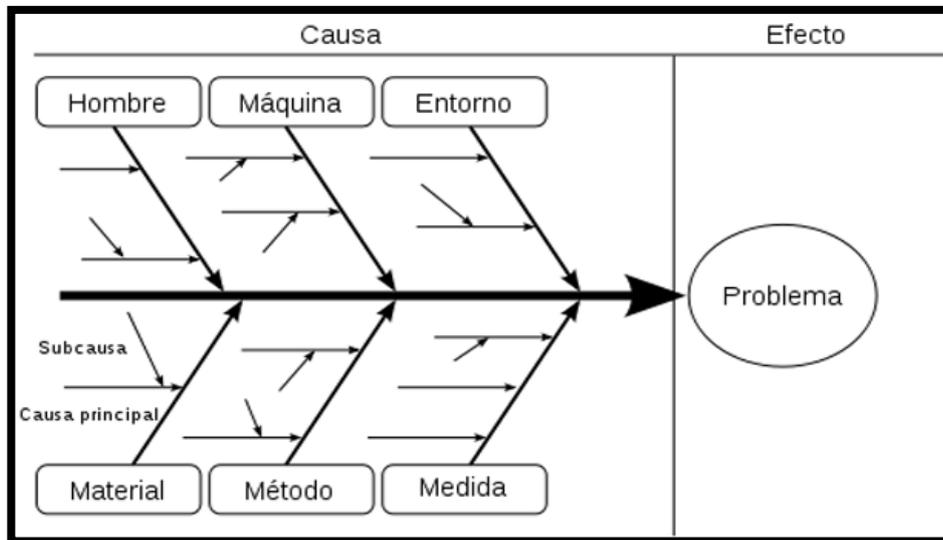
Los problemas que ocurren en un cualquier proceso, son asignables a una serie de causas, que ocasionan efectos negativos, que cada vez más afectan la productividad y competitividad de la empresa. La variabilidad de las características de calidad es un efecto observado que tiene múltiples causas. Cuando ocurre algún problema con la calidad del producto, se deben investigar para identificar las causas del mismo. Para ello sirven los Diagramas de Causa – Efecto, conocidos también como Diagramas de Espina de Pescado por la forma que tienen. Estos diagramas fueron utilizados por primera vez por Kaoru Ishikawa.

Edward Deming (2000), al referirse al Diagrama Causa – Efecto, dice: Para hacer un Diagrama de Causa – Efecto se realiza los siguientes pasos:

- Se decide cual va a ser la característica de calidad que se va a analizar
- Se indica los factores causales más importantes y generales que puedan generar la fluctuación de la característica de calidad, trazando flechas secundarias hacia la principal. Por ejemplo, Materias Primas, Equipos, Operarios, Método de Medición, etc.
- Se incorpora en cada rama los factores más detallados, que se puedan considerar causas de fluctuación. Para ello, formulamos preguntas.
- Finalmente se verifica que todos los factores que puedan causar dispersión hayan sido incorporados al diagrama.
- relaciones Causa – Efecto deben quedar claramente establecida Y en ese caso, el diagrama estará terminado. La técnica del Diagrama Causa–Efecto, será utilizada en los posteriores capítulos de esta investigación, como parte del diagnóstico del problema.

## GRAFICO # 1

### DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO



Fuente: Competitividad Calidad Total. México: Editorial Mc Graw Hill. Sexta Edición. Pág. 58.  
Elaborado por: Deming Edward (2010).

#### 1.9.1.2. Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades. Edward Deming (2000). Al referirse al Diagrama de Pareto, dice: El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Joseph Juran en honor del Economista Italiano Vilfredo Pareto (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. Con esto estableció la llamada "Ley de Pareto" según la cual la desigualdad económica es inevitable en cualquier sociedad.

El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas

resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema. Por lo tanto, el Análisis de Pareto es una técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales”. Una gráfica de Pareto es utilizada para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar.

El Diagrama de Pareto es un histograma especial, en el cual las frecuencias de ciertos eventos aparecen ordenadas de mayor a menor. La última columna muestra el número de frecuencia que presentaba cada tipo de defecto, es decir, la frecuencia con que se presenta cada defecto.

**GRAFICO # 2**  
**DIAGRAMA DE PARETO**



Fuente: Desarrollo Cultura de la Calidad. México: Undécima Edición. Pág.  
Elaborado por: Cantú Delgado, Humberto (2009).

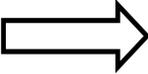
### 1.9.1.3. Diagrama de Proceso

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, además, toda la información que se considera necesaria para el análisis,

tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los términos de:

- Operaciones,
- Transportes,
- Inspecciones,
- Demoras
- Almacenajes.
- Actividad Combinada

**GRAFICO # 3**  
**DIAGRAMA DE PROCESO**

Actividad	Símbolo	Resultado Predominante
Operación		Se produce o se realiza algo.
Transporte		Se cambia de un lugar o se mueve un objeto.
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto.
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguientes.
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales
Actividad Combinada		Operación combinada con una inspección

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/612> (Proceso)

Elaborado por: Diagrama-de-Operaciones-de-Proceso

#### 1.9.1.4. Diagrama de Recorrido

Muestra la trayectoria de un producto dentro de la planta o área en la que se procesa mediante líneas gráficas y símbolos dibujados en el plano de la planta (ver anexo # 4)

### **1.9.2. Fundamento Referencial**

Debido a la actual tecnología y competitividad del mercado Ecuatoriano las empresas del sector siderúrgico se ven obligadas a desarrollar y mantener procesos de mejoramiento en sus productos. Para la ampliación y base del estudio se cita algunos soportes de referencia:

- Procesos Térmicos de aceros largos al carbono Copar Engenharia y Tecnología Industrial (Porto Alegre-Brasil)
- Producción Esbelta.pdf
- Laminación de Productos Largos de Acero Copar Engenharia y Tecnología Industrial (Porto Alegre-Brasil)
- Andec S.A Departamento de Laminación
- Tesis Autor Tello Coronel Richard
- Capítulo I, II, III, DE ANDEC S.A.
- Mejoramiento de la productividad en el proceso de electromallas en Andec– Funasa. Tesis N. 3273, Fonseca Cirino Alfredo John
- Implementación de mejoras para el aumento de la productividad en la fabricación de palanquillas en la División de Acería Andec S.A. Tesis N. 3443, Hernández Fonseca Johnny Humberto 2006– 2007
- Implementación de un horno para laminar palanquilla de 12 metros en 3754 Morales Vera Julio Andrés 2006 – 2007.

### **1.9.3. Fundamento Histórico.**

Su origen se sitúa en el año 1969 como la primera empresa laminadora del País que fabrica y comercializa a través de una extensa red de distribuidores acero de calidad certificada, brindando soluciones y cubriendo la gran demanda del sector de la construcción. Durante su evolución como empresa Líder en la producción de aceros ANDEC mantiene su compromiso de innovar sus procesos productivos a través de proyectos de mejora continua para lo diferente estos se señalan a continuación:

- Instalación de un Tren Continuo de Laminación Año 1999.
- Certificación al Aseguramiento de la Calidad ISO 9002.
- Certificación ISO 9001:2000 al Sistema de Gestión de Calidad año2003.
- Instalación de Nueva Placa de enfriamiento Año 2005.
- Plan de Manejo Ambiental.
- Aumento de la Producción de Palanquillas a 220.000 ton/anual.

#### **1.9.4. Fundamento Ambiental.**

ANDEC S.A. empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos de acero para la construcción, se encuentra comprometida con la satisfacción del cliente, fabricando productos de alta calidad conforme a normas técnicas y legales, protegiendo al Ambiente, a las personas. Sus instalaciones por medio del desarrollo e implantación del Sistema de Gestión Integrado de Calidad, Ambiente, Seguridad y Salud Ocupacional previniendo, y controlando la contaminación, minimizando los impactos ambientales y reduciendo los peligros y riesgos de SSO.

En sus procesos de Fundición, Laminación y Administrativos, a través de la mejora continua y el cumplimiento de la legislación vigente, para alcanzar los objetivos y metas propuestas.

El Reglamento de Seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, Título II – Condiciones Generales de los Centros de Trabajo (IESS) – Capítulo V, Art. 55 Ruido y Vibraciones. Los límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones, Libro VI Anexo 5 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Registro Oficial del 31 de marzo del 2003. Se fija como Límite máximo de presión sonora es de 85 dB(A) medidos donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo de 8 horas de trabajo.

### **1.9.5. Fundamento Legal.**

Dentro del marco legal ambiental vigente a nivel nacional, las principales leyes, reglamentos y normas que contienen disposiciones aplicables al proyecto y también la normativa municipal correspondiente:

- Normativa Municipal del Guayas.
- Legislación y Normativa Nacional.
- Ley de Gestión Ambiental, publicada en el Registro Oficial No 245, 30 de Julio de 1999.
- Ley de Aguas. (Decreto Supremo No. 369. RO/ 69 de 30 de Mayo de 1972).
- Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, publicado en el R. O. Edición Especial No. 2 de 31 de Marzo del 2003, Libro VI de Calidad Ambiental.
- Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Decreto Ejecutivo 2393 publicado en el R. O. 565 del 17 de Noviembre de 1986.

### **1.9.6. Fundamento Conceptual.**

- Agua.- Componente utilizado para el enfriamiento de los cilindros y/o anillos en trenes laminadores. El agua es controlada por tres bombas por los mecánicos
- Arrastrador.- Máquina electro neumática, que permite empujar la barra
- Dos rodillos, para impulsar la barra que esta o ha sido laminada.
- Bucleador.- Es el seno de barra que se produce entre dos pasadas debido a la reducción de área.
- Caja de Guiado.- Es aquel elemento mecánico que contiene: Guías y polines; para las diferentes cajas del tren laminador los mismos que sirven para guiar la barra a la entrada o salida de los cilindros de laminación.

- Pases o Canales (De Laminación).- Espacios diseñados en los cilindros de laminación, para lograr que la pieza metálica, al ser conducida, tome la forma y medida del canal.
- Canal ó Pase (De Laminación).- Espacios diseñados en los cilindros de laminación, para lograr que la pieza metálica, al ser conducida, tome la forma y medida del canal.
- Colada.- Lote de Materia Prima o conjunto de palanquillas que está enumerado para su respectiva identificación.
- Desbaste.- Se denomina así a las cinco primeras cajas de laminación en cuyas pasadas la barra es reducida en un 78%.
- Despunte Caliente.- Desperdicio que se obtiene necesariamente al cortar la punta y/o cola del material desbastado para obtener un buen proceso de laminación.

#### **1.10. Metodología.**

La metodología consiste en la descripción de los tipos de investigación, tipos de métodos, técnica de recolección de la información, procedimiento de la investigación.

##### **1.10.1. Tipos de Investigación.**

Esta investigación aplica la metodología de tipo descriptiva, con enfoque cuantitativo, modalidad bibliográfica y de campo, aplicando como técnica la observación directa, los diagramas de procesos, diagramas de flujo de Ishikawa y de Pareto para el diagnóstico y posterior solución a la problemática de la capacidad del departamento de Laminación en Calientes de la empresa ANDEC S. A.

##### **1.10.2. Tipos de Métodos.**

Los principales métodos en que se fundamenta la presente investigación es de tipo deductivo – inductivo. Los principales métodos de Ingeniería que serán aplicados en la investigación son los siguientes:

- Diagrama de Ishikawa.
- Diagrama de Pareto.
- Diagrama de Procesos
- Diagrama de Recorrido

### **1.10.3. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.**

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos se refieren a la observación directa, registrando las actividades en los diagramas de procesos, mientras que las causas – consecuencias de los problemas y su cuantificación se llevan a cabo mediante la construcción de los diagramas de Ishikawa y de Pareto. En este tema se aplicará la modalidad de una metodología de investigación explicativa-descriptiva, bibliográfica y de campo, con un enfoque cualitativo – cuantitativo.

### **1.10.4. Procedimiento de la Investigación.**

El procedimiento de la investigación consiste en varios pasos para llegar a obtener los resultados esperados, se citan los siguientes:

- Recolección de la Información, que se lo realiza con base en la aplicación de los instrumentos de investigación, como son los formatos de los diagramas de procesos.
- Tabulación y Procesamiento de la Información Recopilada, que se refiere a la calificación de la información en tablas y el uso de un soporte informático que mejore la precisión y visualización de los mismos.
- Análisis e Interpretación de los Resultados, que hace referencia a la evaluación técnica de los resultados obtenidos y el cálculo de la eficiencia y de la capacidad real utilizada del sistema de producción, indicando las causas y consecuencias de los problemas y su cuantificación económica.

## CAPITULO II

### ANALISIS DE SITUACION ACTUAL

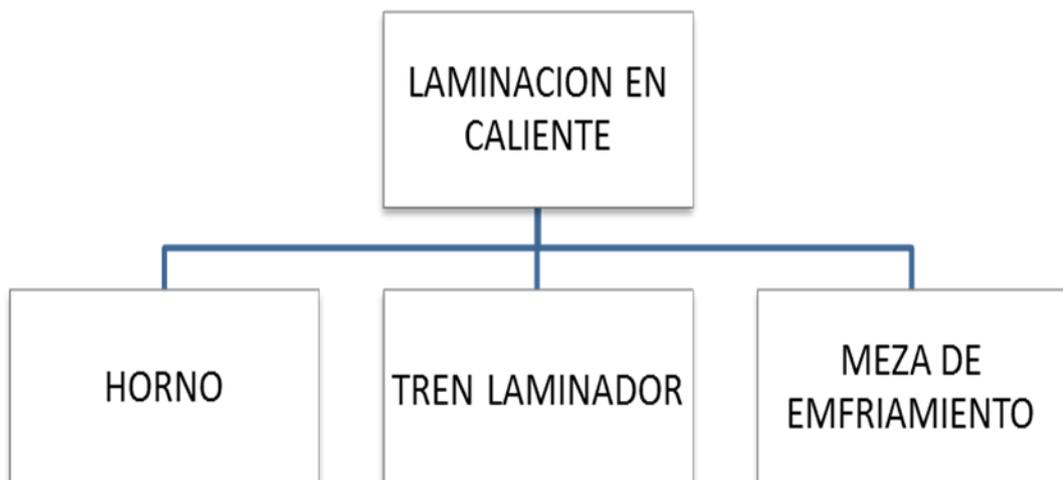
#### 2.1. Análisis del Departamento de Laminación en Caliente.

En este capítulo se analizará la situación actual del departamento de laminación en caliente es una área de producción que está localizada dentro del complejo siderúrgico Andec. Esta encargada de la producción de varilla acero de diferente diámetro. Para su mejor servicio y aplicación se la ha dividido en 3 áreas.

Donde se escogió el área del Tren Laminador para implantar la mejora por ser un área de bastante desperdicio en las diferentes medidas, productos de varilla de hacer por diferente causa.

#### GRAFICO # 4

#### ORGANIGRAMA DE LAMINACION EN CALIENTE



Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

### 2.1.1. Descripción del Proceso de Laminación en Caliente.

ANDEC tienen en sus instalaciones físicas El nuevo Tren de laminación de origen Español de la firma BASCOTECNIA cuya capacidad de producción alcanza las 240.000 toneladas al año.

En la descripción del actual proceso es preferible hacer una descomposición de las líneas de producción.

- Línea # 1 Laminación en caliente de varillas Corrugadas.
- Línea # 2 Laminación en caliente de varillas lisas y corrugadas en rollos.

A su vez cada proceso de producción se subdivide en zonas que forman la columna vertebral del sistema productivo de laminación en caliente de Andec S.A.

- Almacenamiento de Materia prima.
- Corte de Materia prima.
- Horno de empuje para calentamiento de palanquilla.
- Tren de Laminación de varillas Lisa y Corrugado.
- Tren Reductor.
- Tren Intermedio.
- Tren Acabador.
- Proceso Tempcore.
- Arrastrador.
- Placa de Enfriamiento.
- Mesa de enfriamiento.
- Corte cizalla 330.
- Atadora.
- Báscula.
- Transportación de producto terminado
- Almacenamiento de producto terminado.

### 2.1.2. Almacenamiento de Materia Prima.

Su almacenamiento se encuentra ubicado en zonas de preparación. El primero se ubica frente al área de almacenamiento para el arreglo respectivo y corte del mismo, y su almacenamiento final es en las proximidades del horno de calentamiento. Se tiene la siguiente gama de aceros al carbono: SAE 1006, SAE 1008, SAE 1010, SAE 1015, SAE 1026, SAE 2029, SAE1030, SAE1040-M, SAE 1040.

#### IMAGEN # 12

#### ZONA DE ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA



Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Luis Choez Castro

### 2.1.3. Zona de Abastecimiento.

Constantemente se abastece al horno con el tipo de palanquilla según programa de producción, mediante el montacargas de capacidad 15 toneladas, en cada viaje transporta 20 palanquillas. Sobre esta zona se ubica el puente grúa de capacidad 5 toneladas, que abastece sobre el transportador de rodillos constantemente 7 palanquillas, la carga en palanquillas de 7 unidades avanza hasta alcanzar el tope que limita la posición de la carga.

El accionamiento del empujador así como del transportador lo hace el operador desde una caja de mando local.

### **IMAGEN # 13**

#### **ZONA DE ABASTECIMIENTO**



Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

En la imagen # 13 se muestra la zona donde se ingresa la palanquilla al horno con la ayuda del empujador hidráulico.

### **IMAGEN # 14**

#### **EMPUJADOR HIDRÁULICO**



Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

En la imagen # 14 se muestra la zona donde se ingresa la palanquilla la cual es ingresada mediante el empujador hidráulico.

#### **2.1.4. Horno de Empuje para Calentamiento de Palanquilla.**

Es el tipo de horno de Empuje marca Brobú identificado, su función principal es proveer al proceso palanquillas a una temperatura de deshornamiento de 1240 °C, es decir a la temperatura a la cual el acero se deforma para ser laminado a los diferentes diámetros.

La alimentación del horno se lo hace por la parte frontal a través de un empujador hidráulico en un extremo del horno y la descarga del mismo en el extremo opuesto por el lado lateral. Desde el punto de vista térmico el horno está dividido por tres zonas:

- Zona de Precalentamiento I: Esta zona está compuesta por ocho quemadores distribuidos simétricamente en las paredes del horno cuatro a cada lado y en sentido longitudinal. En el diseño el horno tiene la estructura con perfiles laminados en caliente y en el piso se encuentran seis barras de acero especial para alta temperatura y resistente al desgaste, entre barras se rellena el piso con ladrillo refractario especial llamado magmaloc y sobre estas barras se desliza el lingote. En esta zona la temperatura es de 1000 °C con un 80% de energía total.
- Zona de Calentamiento II: Esta zona está compuesta por ocho quemadores dispuestos lateralmente cuatro en cada lado longitudinal. La temperatura que alcanza la palanquilla esta entre los 1000 y 1200 °C 16%.
- Zona de Igualación: Llamada zona de igualación porque en esta zona la palanquilla alcanza la temperatura de plastificación, es decir 1240 °C entregando una energía del 4%. Tiene cuatro quemadores ubicados en la parte frontal y opuesta al lado de ingreso del horno. Todo el horno recubierto con ladrillo refractario de alto contenido de alúmina y placas aislantes, externamente con pintura anti calórica de aluminio de 800°C. el operador de cada turno hace el control de temperatura de la cabina principal mediante el proceso.

El funcionamiento del horno es a base de bunker, el mismo que siendo calentado a la temperatura de 130 °C es inyectado a 2 bares de presión a través de una de las toberas de los quemadores del horno, simultáneamente ingresa desde otra tobera aire comprimido para de este modo presurizar y expandir el combustible, al mismo tiempo el horno en su diseño tienen un ducto de aire caliente que sale del mismo horno y que pasa a través de un recuperador para enviarlo hacia la tercera entrada del quemador.

La dosificación de la mezcla esta automatizada para cada quemador y tiene un consumo promedio de 8 gal/ton lo que permite cuantificar y racionalizar el consumo por turno de producción.

El horno de empuje para palanquilla tiene una lanza de 6 metro con refrigeración que es manejada por el operador que se encuentra en la báscula para sacar la palanquilla en lo proceso de diferente medidas de acero la cual pasa por el proceso por el tren laminador que es controlado por la cabina principal el cual regula todo el proceso de transformación de la palanquilla para la obtención del acero.

### **IMAGEN # 15**

#### **HORNO DE EMPUJE PARA PALANQUILLA**



Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

### 2.1.5. Laminación en Caliente.

Para iniciar el proceso de laminación se parte del concepto de laminación en caliente “Es la transformación de la forma inicial de una barra de acero que al pasar entre dos rodillos que giran en sentido opuestos producen su deformación plástica”. En el gráfico podemos apreciar el inicio y final del proceso de ANDEC S.A. Así como las entradas, salidas e interrelación de los procesos, que originan al engranaje del gran proceso. Es decir desde el ingreso de la materia prima hasta la comercialización y venta a los clientes finales. (Ver anexo # 2)

Esta plastificación del acero se inicia con la palanquilla que sale del horno hacia el transferidor y de éste hacia el arrastrador, el transferidor transporta la palanquilla hasta la altura del eje de laminación y de éste al arrastrador, éste último tiene la función de arrastrar la palanquilla con un empuje hacia los rodillos de la primera caja del tren de desbaste, una vez amordazado la palanquilla por la caja 1 automáticamente por el accionamiento de un cilindro neumático con temporizador el rodillo móvil superior del arrastrador sube, liberando de éste modo la palanquilla y en este instante la barra ya se encuentra en su primera etapa de plastificación.

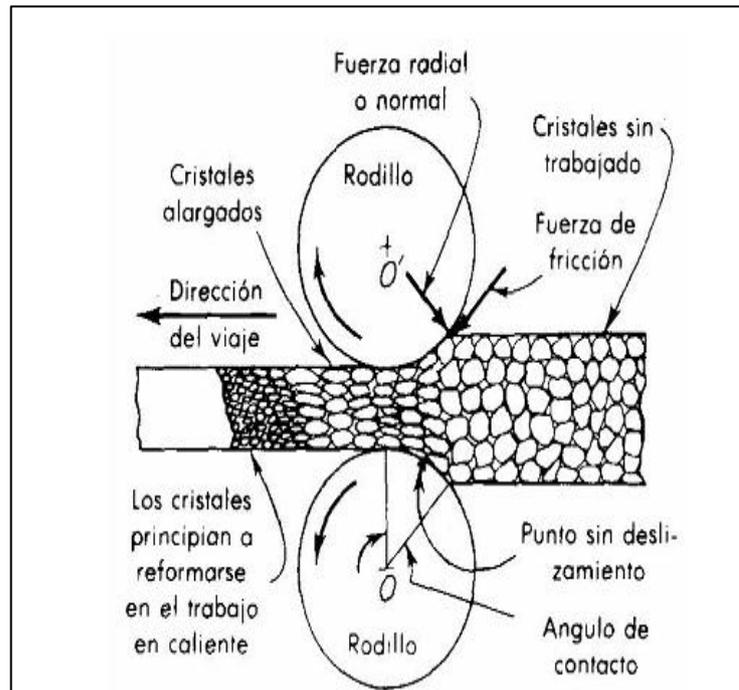
- Alargamiento,
- Ensanchamiento
- Reducción.

Con lo anteriormente expuesto se puede definir lo que se considera como el “Principio Básico de Laminación en caliente” del tren laminador y que dice:

“El material caliente que siendo reducido en un par de cilindros se alarga, ensancha en proporción a la reducción que realiza mediante el proceso”.

## IMAGEN # 16

### PRINCIPIO BÁSICO DE LAMINACIÓN EN CALIENTE



Fuente: Laminación en caliente  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

#### 2.1.6. Tren de Laminación.

Está compuesto por 15 cajas de Bascotecnia y 6 cajas de Danieli.

Se divide en tres secciones:

- Tren de Desbaste.
- Tren Intermedio.
- Tren Acabador o terminador.

##### 2.1.6.1. Tren de Desbaste.

En esta primera etapa del proceso de laminación la barra o palanquilla de sección cuadrada 130X130 mm ingresa al tren continuo de desbaste compuesto por las cinco primeras cajas. Los mismos que están compuestos por cilindros que tienen un diámetro máximo y mínimo que limita la rectificadora en el torno del pase del rodillo laminador.

Normalmente se realiza un cambio de rodillo cada 10.000 toneladas. En la tabla # 2 se muestra las cajas con su respectiva orientación y los diámetros máximos y mínimos de los rodillos laminador.

**TABLA # 2**  
**TREN DESBASTE (5 Cajas Bascotecnia)**

<b>Equipos</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Especificación</b>
Arrastrador	Entrada tren laminación	Diámetro 250 mm
Caja # 1	Salida del arrastrador	Caja horizontal excéntrica Diámetro máx. 610 mm Diámetro min. 530 mm
Caja # 2	Salida de caja # 1	Caja vertical fija excéntrica Diámetro máx. 610 mm Diámetro min. 530 mm
Caja # 3	Salida de caja #2	Caja horizontal cartridge Diámetro máx. 490 Diámetro min. 420
Caja # 4	Salida de caja # 3	Caja horizontal cartridge Diámetro máx. 490 Diámetro min. 420
Caja # 5	Salida de caja # 4	Caja horizontal cartridge Diámetro máx. 490 Diámetro min. 420
Cizalla Volante # 1	Salida de caja # 5	Cizalla Star Stop

Fuente: Investigación de Campo  
Elaborado por: Luis Choez Castro

El tren de Desbaste está formado por cinco cajas, en caja una de ellas se calibra la Luz entre cilindros o llamado también "Parting", se adjunta anexo donde se muestra la calibración para cada medida del producto a laminar, la velocidad de laminación y la productividad.

Se debe entender que la barra o lingote por efecto mismo del par de fuerzas generado por los rodillos laminadores se transporta a través del canalón de guiado hasta llegar a la siguiente caja. En el siguiente anexo se muestra la luz que existe entre rodillos laminadores para cada producto del tren de laminación. (Ver Anexo # 3).

### **IMAGEN # 17**

#### **TREN DE DESBASTE**



Fuente: Investigación directa  
Elaborado por: Choez Castro Luis

#### **2.1.6.2. Tren Intermedio**

La barra al salir después de la caja # 5 ingresa a la cizalla # 1 tipo star-stop, en esta máquina se corta la cabeza de la barra y se considera éste como despunte en caliente. Sucesivamente la barra avanza para ser laminado desde la caja # 6 hasta la caja # 8. Entre la caja 8 y la caja # 9 se encuentra el Bucleador, éste tiene la función de formar un bucle o seno en la barra con una amplitud de onda regulable desde la cabina de laminación. Este aumento en longitud de la barra que se produce en el bucle es para evitar que la misma al entrar sucesivamente en la siguiente caja por aumento de la velocidad no tense la barra y evitar que se rompa por efecto mismo del aumento de la velocidad en cada caja con la que está regulado el tren.

**TABLA # 3**  
**TREN INTERMEDIO (6 Cajas Bascotecnia)**

<b>Equipos</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Especificación</b>
Caja # 6	Salida de cizalla # 1	Caja horizontal cartridge Diámetro máx. 490 Diámetro min. 420
Caja # 7	Salida de caja # 6	Caja horizontal cartridge Diámetro máx. 490 Diámetro min. 420
Caja # 8	Salida de caja # 7	Caja horizontal cartridge Diámetro máx. 430 Diámetro min. 370
Equipo auxiliar Bucleador # 1	Salida de caja # 8	Loop control – control de bucle
Caja # 9	Salida del bucleador # 1	Caja vertical fija cartridge Diámetro máx. 430 Diámetro min. 370
Equipo auxiliar Bucleador # 2	Salida de caja # 9	Loop control – control de bucle
Caja # 10	Salida del bucleador # 2	Caja horizontal cartridge
Equipo auxiliar Bucleador # 3	Salida de caja # 10	Loop control – control de bucle
Caja # 11	Salida de bucleador # 3	Caja convertible cartridge
Cizalla # 2	Salida de caja # 11	Cizalla volante

Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

El tren Intermedio está compuesto desde la caja # 6 hasta la caja # 11, luego sucesivamente la barra avanza hasta completar su segunda etapa de laminación, quedando de este modo la barra preparada para la última etapa del proceso continuo de laminación. A partir de aquí se ramifica la barra en dos líneas para el tren terminador según el diámetro (8, 10, 12mm) a laminar y el tipo de material. (Ver Anexo # 3).

### **IMAGEN # 18**

#### **TREN INTERMEDIO**



Fuente: Investigación directa  
Elaborado por: Choez Castro Luis

#### **2.1.6.3. Tren Terminador**

Sucesivamente después de cada caja se ubica un formador de bucle como parte del diseño ya que en esta última etapa del proceso las velocidades son controladas automáticamente para que aumenten en cada pasada en la misma proporción en que se redujo en la sección anterior.

A la salida de la caja # 11 la barra es guiada por unos canalones que se ubican entre cajas, luego avanza la barra e ingresa a la cizalla tipo star-stop para ser cortada la cola de la barra; Este corte de la punta y cola de la barra es con el propósito de evitar la formación de impurezas o

scrab a la entrada de cada caja o rodillos y éste corte de la barra se considera como despunte en caliente.

**TABLA # 4**

**TREN TERMINADOR (4 Cajas Bascotecnia y 6 Danieli)**

<b>Equipos</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Especificación</b>
Caja # 12	Salida de cizalla # 2	Caja horizontal cartridge
Caja # 13	Salida del bucleador # 4	Caja convertible cartridge
Caja # 14	Salida del bucleador # 5	Caja horizontal cartridge
Caja # 15	Salida del bucleador # 6	Caja horizontal cartridge
Caja # 16	Salida de bucleador # 7	Caja horizontal, Danieli
Caja # 17	Salida de bucleador # 8	Caja convertible, Danieli
Caja # 18	Salida de bucleador # 9	Caja horizontal, Danieli
Caja # 19	Salida de bucleador # 10	Caja convertible, Danieli
Caja # 20	Salida de bucleador # 11	Caja horizontal, Danieli
Caja # 21	Salida de bucleador # 12	Caja horizontal, Danieli

Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

**Nota:** El diámetro de los cilindros que se utilizan desde: Cajas # 10 hasta la cajas # 15 es: Máx. 350mm y Min. 300mm. Cajas # 16 hasta la cajas # 21: es Max. 370mm y Min. 300mm.

**Bucleador:** Sirve para mantener dentro de ciertos límites (ni muy largo ni muy corto) un bucle o lazo del que se está laminado entre dos secciones de su recorrido, ajustando automáticamente la velocidad del motor que arrastra una de las dichas secciones o de los motores que arrastran una y otra sección.

Se encuentran uno entre cada caja, empezando desde la salida de la caja # 8 hasta la salida de la caja # 10 y a la salida de la caja # 12 hasta la salida de la caja # 20.

Se denomina tren acabador porque en esta parte del proceso se determina el diámetro final, y desde aquí se forman dos y tres líneas de producción según sea los diámetros 8 mm, 10 mm, y 12 mm, conocido también como Sliting.

En este control se determina la masa de la varilla y las tolerancias dimensionales y geométricas que lo define el rodillo de la última caja; cuando este valor de masa por metro lineal no se ajusta al valor estandarizado, se procede a la regulación de la luz en la última caja del tren terminador cerrándose o abriendo el parting hasta conseguir el valor deseado.

La variación del peso por metro lineal siempre se mantiene dentro de las especificaciones físicas del producto según la norma INEN 2167. (Ver Anexo # 3)

### **IMAGEN # 19**

#### **TREN TERMINADOR**



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Luis Choez Castro.

## 2.2. Proceso Tempcore.

Los productos de acero laminado se utilizan entre otras aplicaciones en trabajos varios de obra civil, como acero de construcción, en este caso sobre todo en forma de aceros para armaduras de hormigón, como alambre para hormigón pretensado. Esto indica su variedad de aplicaciones y paralelamente a esto se ha desarrollado el proceso de tratamiento térmico de la varillas.

Consiste en el proceso de enfriamiento directo controlado de la varilla, que consiste en una circulación forzada de agua fría y aire dando como resultado una microestructura que presenta martensita en la superficie de la varilla y perlita más vainita en su núcleo. La varilla ha recibido un tratamiento de temple directamente desde el calor de la laminación para poder obtener:

- Que la martensita revenida obtenida tenga la suficiente ductilidad como para ser deformada mediante los habituales procesos de deformación en frío.
- Que el tamaño del grano sea fino como para no modificar las características de ductilidad propia de la martensita de bajo carbono.
- Soldabilidad.

La velocidad es un parámetro que varía en función del diámetro a laminar, y en el proceso termo mecánico también se controla lo siguiente:

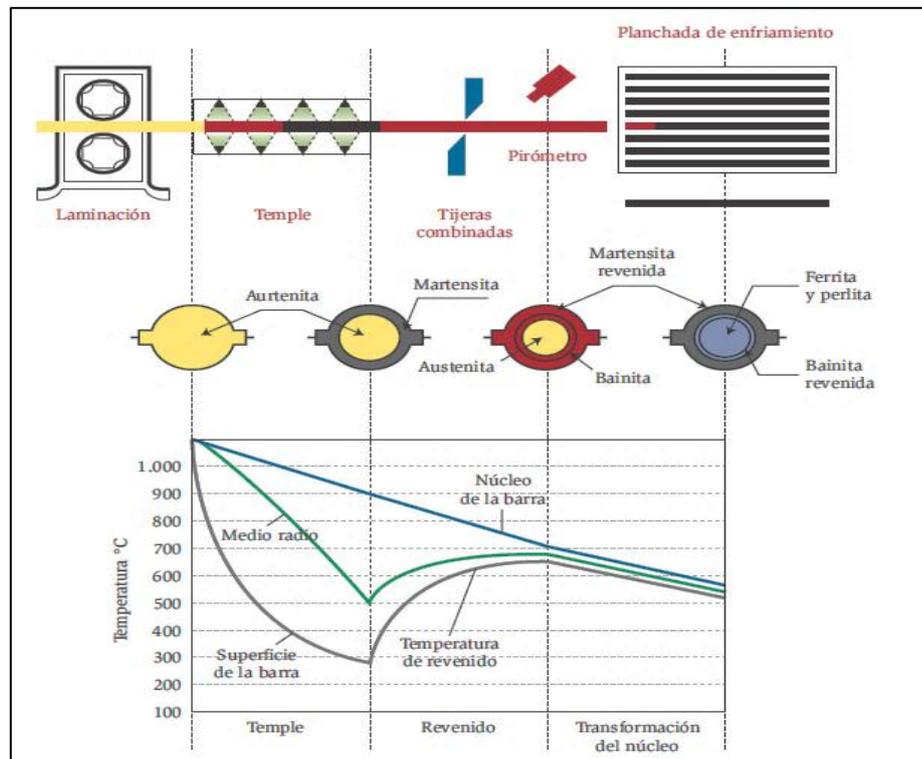
- Caudal
- Presión de agua
- Presión de aire
- Cantidad de tubos rompedor de agua
- Cantidad de tubos rompedor de aire
- Cantidad de couler agua
- Cantidad de couler de aire

## IMAGEN # 20 PROCESO TEMPCORE



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

## GRAFICO #5 PROCESO TEMPCORE



Fuente: Dpto. Control de Calidad  
Elaborado por: Choez Castro Luis

### 2.3. Placa de Enfriamiento.

Se encuentra a 10mts de la cizalla 330 la placa de enfriamiento permite que la punta y cola no se salga del camino del rodillo dándole la dirección de la barra de acero para así no tener perdida de barra de acero en la mesa de enfriamiento la cual ocasiona pérdida de tiempo en el proceso de laminación en calientes se utiliza la placas de acuerdo al diámetro de varilla de acero.

- 8mm. trabaja 0 placas de enfriamiento
- 10mm. trabaja 4 placas de enfriamiento
- 12mm. trabaja 8 placas de enfriamiento
- 14mm. trabaja 10 placas de enfriamiento
- 16mm. trabaja 12 placas de enfriamiento
- 18mm. a 22 mm. trabaja 12 placas de enfriamiento
- 25mm. a 36mm. trabaja 14 placas placa de enfriamiento

Para todas las medidas se utiliza un desviador Automático que controlado por el tablerita

#### IMAGEN # 21 PLACA DE EMFRIAMIENTO



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

## 2.4. Mesa de Enfriamiento.

Las varillas de acero de diferentes diámetros son transportadas hacia la denominada mesa de enfriamiento. Previamente las varillas son recortadas en las longitudes solicitadas por el mercado mediante el empleo de una cizalla.

### IMAGEN # 22 MESA DE ENFRIAMIENTO



Fuente: Investigación de campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

## 2.5. Descripción del Programa Para el Proceso de Laminación

El programa utilizado en cada uno de los procesos depende del fabricante de la máquina, las dos plantas tanto de fundición como de laminación tienen en operación máquinas de diferentes fabricantes.

Las operaciones de control en los procesos productivos se vuelven cada vez más exigentes y van a la par con los avances tecnológicos de los fabricantes de equipos siderúrgicos. Es entonces donde surge la automatización, como una herramienta de control en los procesos donde se emplean computadoras las mismas que por su gran capacidad de almacenamiento y velocidad de procesamiento nos ayudan a visualizar

datos y a enviar órdenes por medio de distintos protocolos y enlaces al cerebro de la planta, el conocido PLC o Controlador Lógico Programable.

Desde hace más de una década han surgido una gran variedad de herramientas, tanto para el control como para la visualización de los procesos.

Una de ellas es el sistema SCADA, cuyas siglas en inglés significan Supervisor Control and Data Adquisición el cual se lo puede definir como una aplicación de software diseñada.

Específicamente para funcionar sobre los computadores de control de producción, comunicada con la planta mediante una red industrial de alta velocidad y con el usuario por medio de interfaces gráficas de alto nivel como pantallas táctiles, lápices ópticos y ratones.

El sistema SCADA realiza tres funciones que son:

- La adquisición de datos que consiste en recoger información que se procesará y almacenará.
- La visualización de la evolución del proceso.
- La supervisión y control que se encarga de modificar si es necesario la evolución del proceso actuando directamente sobre él a través de las alarmas, consignas, menús etc.

Para el caso del proceso actual de laminación se tienen dos sistemas que están instalados en diferentes computadoras las mismas que se encuentran en las cabinas de operación de laminación y placa de enfriamiento para controlar las distintas partes del proceso y una computadora en la meza de enfriamiento para visualizar el proceso y así poder controlar el proceso.

Estos sistemas SCADA tienen:

- El operador MT versión 2.03 en el proceso de laminación y se lo usa específicamente para controlar el horno de combustión y los equipos auxiliares del tren Bascotecnia.
- El operador permite ingresar valores de operación y monitoreo a través de varias pantallas interactivas a los distintos accionamientos que conforman el horno y los equipos auxiliares del tren Bascotecnia.
- Son cuatro computadoras para producción y una quinta computadora en conjunto
- Con el software FDA cuyas siglas en español significan Analizador Rápido de Datos la misma que captura y almacena las variables preseleccionadas del proceso casi en tiempo real.
- Intouch Wonderware versión 9.5 que controla el Tren de Laminación Bascotecnia.
- El Tren de laminación Danieli con sus respectivos auxiliares, para el actual proceso de evacuación y al Tren de Laminación Pomini de una manera más eficiente.
- Toda la información que se almacena en la quinta computadora sirve de gran ayuda para interpretarla de manera gráfica y analítica cuando se presentan anomalías en las líneas de producción.
- Todas estas computadoras del proceso en conjunto con los controladores lógicos programables.
- Los drivers y los sistemas de Interface hombre máquina son dispositivos sumamente importante para el desenvolvimiento correcto y eficiente de todos los equipos y maquinas que conforman el actual Tren.

## **2.6. Descripción del Proceso de Evacuación de Varillas.**

Las varillas después del corte en la cizalla 330 para paso a paso en la meza de enfriamiento y luego pasa a la cadena del transferidor tomado el nombre de manto, se entiende por manto a una carga en número según el diámetro de la varilla de acero la cual es arrastrada hacia los carrito

para luego transportarla al camino de rodillo para ser cortada de a una longitudes comerciales de 12mt. 9mt. 6mt.

Para el caso de productos normalizados, se enlista los siguientes subprocesos que se realizan después de la laminación para obtener el producto final:

- Tope móvil.
- Transferidor de cadenas para varillas.
- Conteo de varillas.
- Camino de rodillos para paquetes tramo # 1.
- Descensor de paquetes.
- Atado de paquetes.
- Camino de rodillos para paquetes tramo # 2.
- Transferidor de cadenas para paquetes Control del peso del paquete.
- Etiquetado del paquete de varillas.
- Embarque del paquete.
- Transporte del paquete.
- Almacenamiento.

#### **2.6.1. Tope Móvil.**

El tope móvil se encuentra después de la cizalla modelo 330 (cizalla de corte enfrió), entre el eje transversal # 19 y # 20 de la nave # 1 de laminación. La ubicación del tope está en relación directa con el transferidor de varillas tramo móvil. Su posición para el corte es regulado mediante un mecanismo básico de piñón-cremallera a la distancia requerida que pueden ser longitudes de 6 m, 9 m y 12 m. En los casos especiales donde se requiere longitudes de 18 m se usa un camino de rodillos adicional ubicado en la misma dirección al existente, éste camino de rodillos se ubica después del tope móvil y con un tope fijo en el extremo para cortar a 18 m.

## IMAGEN # 23

### TOPE MÓVIL



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

Vista longitudinal del tope móvil, la regulación de la posición del tope se la hace con una botonera de mando local ubicada en la proximidad del mismo, lo que permite regular manualmente su posición final ya sea a una longitud de 6mt., 9mt.y12mt. Según el diámetro que es requerida por los clientes.

#### 2.6.2. Transferidor de Cadena para Varillas.

Esta máquina se ubica entre el eje transversal # 19 y # 20 de la nave # 1 de laminación. Está formado por dos tramos:

- Transferidor de cadena (tramo # 1)
- Transferidor de cadena (tramo # 2)

Una vez cortado a la medida el manto de varillas alcanza el tope fijo vuelve a su posición normal, con la ayuda del transportador camino de rodillos ubicado después de la cizalla, inmediatamente se activan llegando al tope fijo mediante de carrito que levanta la carga y avanza 1 metro y baja en el tramo #1 de cadena, luego se activa mediante el

sensor para llevar al tramo # 2 desde este lugar queda preparado la carga para iniciar el conteo manual de varillas para conformar el paquete.

#### **IMAGEN # 24**

#### **TRANSFERIDOR DE CADENA PARA VARILLAS**



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

El operador desde la cabina principal ejecuta todo los accionamientos de los equipos mecánicos, es el operador que ejecuta los avances necesarios hasta que el ayudante de evacuación completa el número de varillas por paquetes.

#### **2.6.3. Conteo de Varillas.**

Las varillas son transportadas desde el tramo basculante # 1 del transferidor hacia el tramo fijo # 2, posición desde el cual se encuentra 5 mantos de varillas en cantidad de 45 unidades en el caso de 12 mm de  $\phi$ .

El conteo de varillas la realiza el ayudante de evacuación, y consiste en contar de una en una cada varilla del manto hasta completar el número de varillas, cuando esto sucede el operador se separa el manto del resto y el operador principal desde la cabina lleva la carga hasta el descensor de paquetes.

De este modo se forma los paquetes en longitud de 6, 9, y 12 m. que se encuentra establecido en la tabla # 5.

### **IMAGEN # 25**

### **CONTEO MANUAL DE VARILLAS**



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choz Castro Luis.

En la imagen # 25 se observa al ayudante operador de evacuación realizando el conteo manual para formar el paquete, situación que se repite para todas las medidas durante el proceso de la varilla de acero para luego ser empaquetada

Aquí se muestra el número de varillas por paquete para cada medida y el peso correspondiente en Kilogramos y la presentación físico de cada paquete

En general en la empresa se vende el producto de acero laminado por el peso en toneladas y no por el número de varillas, como se registra en el cuadro siguiente.

**TABLA # 5**  
**NUMERO DE VARILLAS Y PESO NOMINAL**

PRODUCTO	Diametro (mm)	Cantidad			Peso kg.		
		6 (m)	9 (m)	12 (m)	6	9	12
Varilla Corrugada	8	900	660	500	2132	2346	2370
Varilla Corrugada	10	550	430	330	2036	2388	2442
Varilla Corrugada	12	400	300	230	2131	2392	2450
Redondo Liso	12		300	230			
Varilla Corrugada	14		220	170		2392	2464
Varilla Corrugada	16		170	130		2392	2462
Varilla Corrugada	18		130	100		2338	2398
Varilla Corrugada	20		110	80		2442	2368
Varilla Corrugada	22		90	70		2416	2506
Varilla Corrugada	25		70	50		2428	2312
Redondo Liso	25		70	50			
Varilla Corrugada	28		55	40		2392	2320
Redondo Liso	28		55	40			
Varilla Corrugada	32		45	30		2556	2272
Redondo Liso	32		45	30			
Cuadrado	11	300					

Fuente: Dpto. Control de Calidad  
 Laborado por: Choez Castro Luis.

#### 2.6.4. Descensor de Paquetes.

Esta máquina se encuentra después del transferidor de cadenas fijo tramo # 2 y recibe los mantos o varillas en cantidades según tabla # 2. El descensor de paquetes tiene la función de conformar la geometría trapezoidal de las varillas agrupadas y prepararlo de este modo para el atado del paquete, esta forma geométrica que adopta el paquete es por la disposición de los rodillos laterales e inclinados dispuestos a cada lado y en toda la longitud del descensor de paquete.

Su accionamiento para el descenso con la carga de varillas para ubicarlo sobre el camino de rodillos es a través de cuatro cilindros hidráulicos y por medio de mandos locales operados desde la cabina de control.

Se tiene una central hidráulica para este equipo dotado con dos bombas de desplazamiento positivo, la una en operación mientras se está produciendo y la otra en Stan-bay para entrar en marcha cuando por A o B motivos no funcione, solo en este caso extremo de emergencia.

#### IMAGEN # 26 DESCENSOR DE PAQUETES



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

### 2.6.5. Atadora de Paquetes.

La máquina tiene mando local y a distancia desde la cabina de operación central. La atadora de paquetes realiza el amarre con alambre liso de 5.5 mm de diámetro.

El operador desde la cabina realiza cinco amarres, el primero y el último a 50 cm libre del extremo del paquete los siguientes los hace cada 220 cm aproximadamente, pero éstas distancias de los amarres depende de la longitud del paquete y el avance en cada amarre lo hace el operador desde la cabina.

#### IMAGEN # 27 ATADORA DE PAQUETES



Fuente: Investigación de campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

### 2.6.6. Transportador Camino de Rodillos de Paquetes.

El camino de rodillos transporta el paquete hacia la atadora para realizar cinco amarres, dispuestos simétricamente a lo largo del paquete. Tiene una longitud de 47 metros y están dispuestos cada 1.27 metros y se extiende desde el eje transversal # 22 de la nave de laminación hasta el eje # 17; los rodillos transportadores sobre los cuales se desplaza el

paquete lo direcciona en sentido opuesto y alejándose del lugar de almacenamiento es decir se direcciona hacia el interior de la nave regresando 35 metros considerados a partir de la atadora. Cuando el paquete alcanza la distancia extrema, recorre los 35 metros, llegando al tope de paquetes # 2 que se ubica en la zona del transferidor de cadenas de paquetes.

El Camino de Rodillos está formado por 36 unidades dispuestos cada 1.27 metros uno respecto del otro, y todos con motores reductor individuales.

Lo cual es controlado por el operador de la cabina de la mesa de enfriamiento ya sea manual o automático dependiendo del proceso de lo camino de rodillo lo que facilita un mantenimiento individual sin interrupción del funcionamiento, la cual permite la transportación del paquete hacia la báscula para ser pesada y etiquetada y allí procede a la cadena del primer tramo y después al segundo tramo y luego cae en la cuneta.

### **IMAGEN # 28**

#### **CAMINO DE RODILLOS DE PAQUETES**



Fuente: Investigación de campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis

### 2.6.7. Transferidor de Cadenas Para Paquetes.

El transferidor de cadenas es semejante al transferidor de cadena para varillas, la diferencia está en la potencia que tienen los motores para mover 6 paquetes que equivalen aproximadamente 16 toneladas. Después que la atadora realiza los cinco amarres descritos anteriormente, el camino de rodillos transporta el paquete hasta llegar al transferidor de paquetes.

Éste se encuentra ubicado distante de la atadora 47 metros, entre los ejes transversal # 17 y # 18 de la nave # 2.

#### IMAGEN # 29

#### TRANSFERIDOR DE CADENAS PARA PAQUETES



Fuente: Investigación de campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

La ubicación del transferidor ocupa dos áreas que involucra la nave # 1 y nave # 2. El transferidor está limitado por el lado Oeste la atadora, por el lado Este la cabina de control de calidad, por el lado Sur la mesa de vigas galopantes, y por el lado Norte se ubica el parqueo de la plataforma para embarque de los paquetes de varillas. Esta ubicación del transferidor cambia la dirección del flujo del material, pasando de línea recta.

## 2.7. Control del Peso del Paquete.

### 2.7.1. Tope del Paquete.

Cuando el paquete avanza desde la atadora hasta llegar al tope de paquete ha recorrido 35 metros, en este momento el operador desde la distancia de 50 metros observa que el paquete se detuvo y acciona el primer tramo del transferidor de paquetes para transportarlo hasta la báscula.

#### IMAGEN # 30 TOPE Y BÁSCULA DEL PAQUETE



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

### 2.7.2. Báscula.

El operador desde la cabina de la placa de enfriamiento observa la posición del paquete, detiene la marcha del transferidor de cadena tramo móvil y lo descarga sobre la báscula, después de 10 segundos, tiempo durante el cual el operador de la cabina de control de calidad pesa e identifica el paquete.

Una vez identificado el paquete de varillas el transferidor lo transporta hacia la cadena del tramo # 1 y luego es llevada a la cuna de paquetes.

### 2.7.3. Etiquetado del Paquete.

El paquete de varillas así conformado antes de pasar a la cuneta para ser evacuado es identificado por el departamento de control de calidad con la siguiente información básica del producto que contiene: Grado del acero, Número de colada, Número de varillas, Longitud de la varilla, Diámetro de la varilla, Peso del paquete, Norma INEN 2167, Procedencia de la palanquilla, responsable del control del peso, turno de producción, fecha y el logotipo de la empresa. El etiquetado permite identificar al producto laminado cualquier anomalía presente que el cliente pueda tener con el producto adquirido.

#### IMAGEN # 31 ETIQUETADO DEL PRODUCTO



Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

### 2.7.4. Embarque del Paquete y Transporte del Paquete.

La operación de embarque se lo realiza con un puente grúa ubicado en la nave # 2. La función de la grúa es evacuar el paquete desde el transferidor embarcándolo sobre la plataforma motorizada. La cantidad de paquetes es de 16, que equivale un peso aproximado de 36.8 toneladas. La movilización del producto o paquete hacia almacenamiento se lo

realiza con dos plataformas de longitud 12 metros y con capacidad de transportar 42 toneladas c/u.

**IMAGEN # 32**  
**EMBARQUE DEL PAQUETE**



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

**2.7.5. Almacenamiento.**

La varilla de acero es almacenada diámetro y longitud según corresponda para luego ser despachada a lo deferente distribuidores

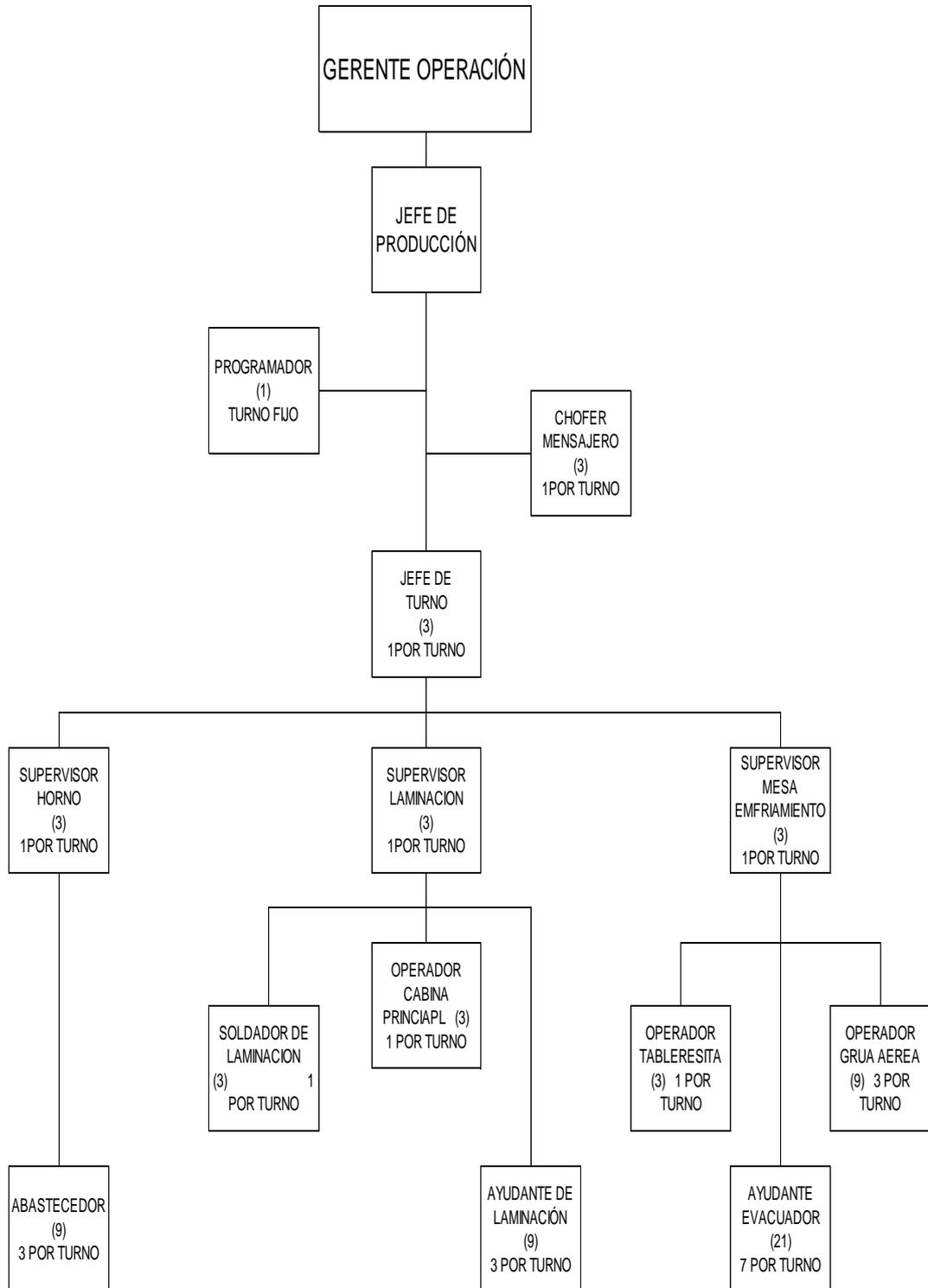
**IMAGEN # 33**  
**ALMACENAMIENTO**



Fuente: Investigación de Campo.  
Elaborado por: Choez Castro Luis

## GRAFICO # 6

### ORGANIGRAMA FUNCIONAL DEL DEPARTAMENTO DE LAMINACIÓN CALIENTES



**Fuente: Departamento de Laminación**  
**Elaborado por: Choez Castro Luis**

## **2.8. Análisis del Proceso.**

En este caso existe problema cuyas manifestaciones pueden ser alto consumo de recursos tales como materia prima, mano de obra y tiempo, baja eficiencia, etc. Es necesario fijar las limitaciones de estudio, en caso particular de este trabajo optimizar lo tiempo de parada en el tren laminador

Herramientas para el registro y análisis de la información. Existen varias herramientas desarrolladas que permiten registrar toda la información relacionada con el trabajo que se va a estudiar en el tren laminador. Puede ser necesario utilizar combinaciones de herramientas, las cuales no constituyen un fin por sí mismas, sino que son solamente medios para lograr un objetivo.

- Diagrama de Proceso
- Diagrama de Recorrido
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Ishikawa

## **2.9. Diagrama de flujo del Proceso de Laminación en Calientes.**

El diagrama de flujo del proceso es una representación visual donde veremos paso a paso las diferentes operaciones que realiza cada proceso de manera simbólica para obtener el producto que es la varilla corrugada termo tratada, y así apreciando mejor el proceso de laminación en caliente (Ver anexo # 4).

## **2.10. Diagrama de Recorrido del Proceso.**

Es la representación del proceso que indica el recorrido que este hace en un plano, donde permite visualizar la distribución de los equipo en la planta para así poder identificar la maquinaria en toda la planta (Ver anexo # 5).

## 2.11. Descripción de los Problemas.

Registro de los problemas que afectan al proceso de producción en el área de laminación en caliente de la empresa Andec S.A. Una vez realizada la inspección general en el departamento de producción conociendo sus procesos se detectaron los siguientes problemas, que afectan la producción y por ende las metas fijadas por la empresa. Tales problemas son los siguientes:

**CUADRO # 1**  
**REGISTRO DE PROBLEMAS**

Problema # 1	
Definición:	Paralizaciones Constante dentro del Proceso
Área:	Laminacion en Calientes
Causas:	1. Mantenimiento Deficiente.
	2. Averías Mecánicas.
	3. Averías Eléctricas.
	4. Falta de Repuestos.
Efectos:	1. Paralizaciones en Máquinas.
	2. Retrasos en la Producción.

Problema # 2	
Definición:	Falta de un Programa de Capacitación y Entrenamiento al personal
Área:	Recursos Humanos
Causas:	1. Personal no Capacitado.
	2. Inexistencia de un programa de entrenamiento al personal nuevo
	3. Inexistencia de motivación e interés.
	4. Manipulación inadecuada de las máquinas.
Efectos:	1. Retrasos en la Producción.
	2. Baja eficiencia en la Planta.
	3. Baja Calidad del Producto.
	4. Porcentaje alto de Rechazo

Problema # 3	
Definición:	Materia Prima fuera de Parámetros de Calidad.
Área:	Mesa de Enfriamiento.
Causas:	1. Parámetros de vareilla de acero no aceptables.
	2. Falta de inspección en el área.
	3. Falta de Capacitación.
Efectos:	1. Retrasos en la Producción.
	2. Cambios en lo programado.

Fuente: Dpto. de Producción.

Elaborado por: Choez Castro Luis

### 2.11.1. Análisis de los problemas que afectan al Proceso Productivo.

Una vez registrado los problemas que afectan al proceso de producción, de laminación en caliente, toca realizar el análisis de los mismos, la cual tiene como propósito determinar qué tipo de problema es el que se presenta con mayor frecuencia en la empresa Andec S.A.

Para ello se procede a registrar información que permita describir con mayor certeza el objetivo propuesto.

Los problemas que se presenta en la empresa son los siguientes:

- Paralizaciones Constante del Proceso.
- Falta de Capacitación y Entrenamiento.
- Materia Prima fuera de Parámetros de Calidad.

Para desarrollar un mejor análisis, se presenta la tabulación de los datos cuantificados en base a la frecuencia de ocurrencia del año 2014 en el proceso de laminación en calientes de varillas de acero de diferentes diámetro .Luego en base a estos datos se analizará los de mayor frecuencia, para así poder cuantificarse incidencia en costos y porcentajes de eficiencia en la empresa Andec S.A.

**Problema # 1:****Paralizaciones Constante del Proceso.**

En la empresa no existe un programa formal de mantenimiento preventivo, además existen demoras en la compra de los repuestos debido a que no existe proveedores calificados por la empresa y por cada requerimiento se cotiza con varios proveedores, lo que genera demoras en las adquisición de los mismo y en las reparaciones de las máquinas.

Cuando se presenta un daño en la empresa, se lo repara en la brevedad posible para que siga operando. El problema más frecuente es por fallas mecánicas y eléctricas en la línea de producción, que ocasionan paralizaciones cada vez que existe un daño, la empresa tarda de dos a tres horas para cambiar y esterilizar el área.

Este problema se analizó en base al número de paralizaciones que se registraron durante el proceso, en el (Ver Anexo # 6) se observa los eventos y a su vez las horas de paralizaciones que se dieron durante en esto meses. Este problema se registró debido a las siguientes causas:

**CUADRO # 2**  
**FRECUENCIA DE OCURRENCIA POR**  
**“PARALIZACIONES CONSTANTES DEL PROCESO”**

Descripcion	Tiempo Perdido	Frecuencia	Frecuencia %	Frecuencia Acumulada
caja 11	6,00	2	12,50	12,5
caja 16	7,00	2	12,50	25,0
caja 17	5,00	4	25,00	50,0
caja 19	6,00	2	12,50	62,5
caja 20	8,00	1	6,25	68,8
caja 21	10,00	3	18,75	87,5
caja 22	20,00	2	12,50	100,0
total	62	16	100	

Fuente: Dpto. de Producción.

Elaborado por: Choez Castro Luis

**Problema # 2:****Falta de un Programa de Capacitación.**

En la empresa no existen programas de capacitación al personal, lo cual ocasiona un bajo rendimiento en la producción y una, manipulación inadecuada de las máquinas. Además el personal no es poli-funcional, para el manejo de los equipos y maquinaria, provocando un retraso al estar ausente un colaborador en el área de laminación en calientes de la empresa Andec S.A. ya se todo no está capacitado para operar las maquinarias. Y así no poder cumplir con el tonelaje propuesto diariamente por cada turno

“La mayor fuerza laboral se encuentra en el área de laminación en calientes ya que es una área de transformación de materia prima a producto terminado”

Para cuantificar la frecuencia de ocurrencia de este problema, se registró el número de veces que tuvo paralizaciones (Ver Anexo # 6), debido a las siguientes causas

**CUADRO # 3**  
**FRECUENCIA DE OCURRENCIA DEL PROBLEMA**  
**“FALTA DE CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO”.**

Descripción	Tiempo Perdido	Frecuencia	Frecuencia %	Frecuencia Acumulada
Mala operación de las maquinas	3	1	33	33
Carencia de experiencia y actitudes	2	2	67	100
Total	5	3		

Fuente: Dpto. de Producción.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

**Problema # 3:****Materia Prima Fuera de Parámetros de Calidad.**

Este es uno de los problemas más frecuente que se presenta en la empresa, por la cual tiene grandes pérdidas económicas debido a las paralizaciones que tiene por este motivo, en la cual la palanquilla se debe seleccionar para poder entrar en el proceso de laminación ,los porcentajes de rechazo. Este problema fue analizado en base al número de veces que se presentó durante el proceso de laminación (Ver Anexo # 6), debido a las siguientes causas:

**CUADRO Nº 4**  
**FRECUENCIA DE OCURRENCIA POR**  
**“MATERIA PRIMA FUERA DE PARÁMETROS DE CALIDAD”**

Descripcion	Tiempo Perdido	Frecuencia	Frecuencia %	Frecuencia Acumulada
Punta reventada	3	6	43	43
Fisura y poro	2	8	57	100
Total	5	14		

Fuente: Dpto. de Producción.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

**2.12. Análisis de Pareto de Problemas.**

Con el propósito de representar gráficamente la frecuencia de ocurrencia de los problemas y en base a ésta gráfica determinar en cuál de estos problemas se encuentra acumulada la deficiencia productiva de la empresa. A continuación se muestra, los datos de las frecuencias de ocurrencia de los problemas. (Ver cuadro # 2, 3,4).

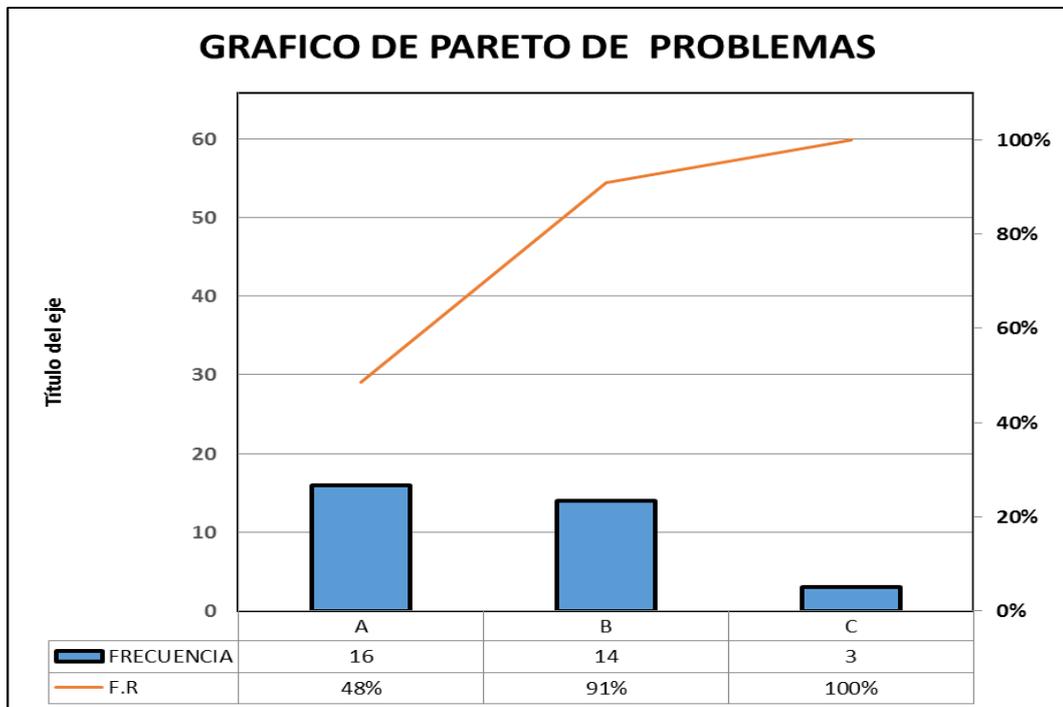
Estos registros se tomaron en el año 2014 donde hubo paralizaciones materia prima fuera de parámetro de calidad, falta de capacitación y entrenamiento y se obtuvo lo siguiente.

**CUADRO Nº 5**  
**TABLA DE FRECUENCIAS DE LOS PROBLEMAS**

Problemas		Tiempo Perdido	Frecuencia	Frecuencia %	Frecuencia Acumulada
A	Paralizaciones constantes del proceso	62	16	48,5	48,5
B	Materia prima fuera de parámetros de	5	14	42,4	90,9
C	Falta de capacitación y entrenamiento	5	3	9,1	100,0
Total		72	33	100	

Fuente: Dpto. de Producción.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

**GRAFICO # 7**  
**PARETO DE PROBLEMAS**

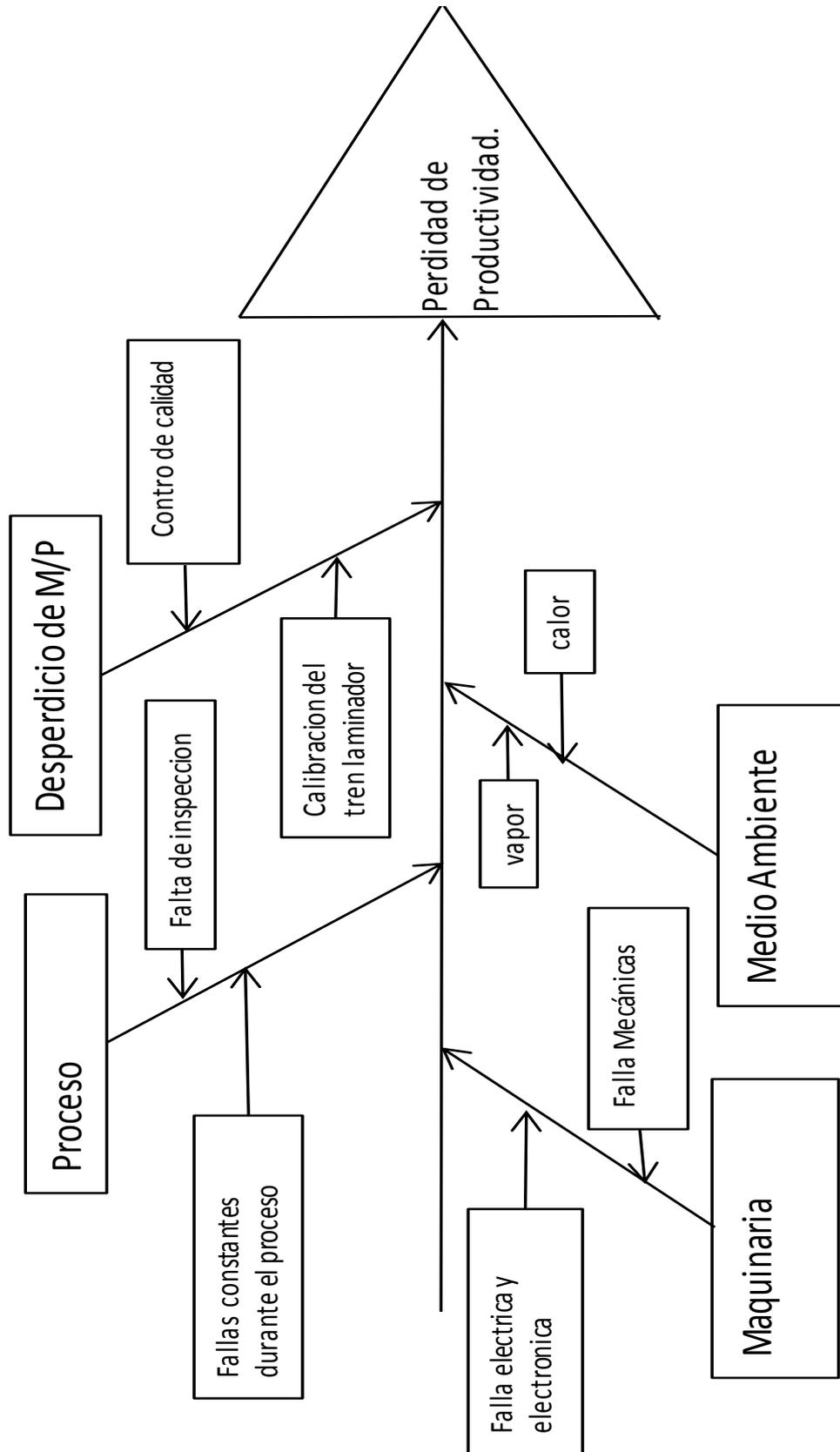


Fuente: Dpto. de Producción.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

**2.13. Diagrama de Causa – Efecto.**

Es un método gráfico en el cual podemos esquematizar los problemas y sus causas. Este diagrama no ayuda a determinar las causas que originan los problemas, y así poder crear ideas con el fin de examinar diversa situaciones que intervienen en el mismo y poder solucionarlo.

**GRAFICO # 8**  
**DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO ISHIKAWA**



Fuente: Departamento de Producción  
Elaborado por: Choez Castro Luis

## 2.14. Cuantificación de las Pérdidas Ocasionadas por los Problemas.

Cuando el proceso tiene problemas en su producción siempre habrá pérdidas o costos inevitables que perjudica a la empresa, a continuación determinaremos el impacto económico que se presenta en el departamento de laminación por problemas.

- Paralizaciones Constante del Proceso.
- Materia Prima fuera de Parámetros de Calidad.
- Falta de Capacitación y Entrenamiento.

### 2.14.1. Costo por Paralizaciones Constante del Proceso.

Este costo se da cuando se evacuan del tren de laminación lo desperdicio, más el consumo del combustible. Este desperdicio de materia prima es llevado a la chatarra para ser reprocesadas. (Ver cuadro # 6)

**CUADRO # 6**  
**COSTO POR DIFERENTE PARADA EN EL PROCESO**

<b>Costo de Desperdicio de Materia Prima</b>	
1.- Desperdicio (Cobles)	692 Ton.
2.- Costo de 1 Palanquilla	\$ 600,00 \$/Ton.
3.- Costo Total (1*2)	\$ 415.440,00
4.- Costo de chatarra	325 \$/Ton.
5.- Costo Total de Chatarra	\$ 225.030,00
<b>Costo de Desperdicio Matera Prima Año 2014(3-5)</b>	<b>\$ 190.410,00</b>

Fuente: Dpto. de Producción.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

### 2.14.2. Costo de Materia Prima Fuera de Parámetros de Calidad.

Este costo se da en el tren laminador cuando está parado por diferente motivo ya que el horno se mantiene a una temperatura constante durante 30 min y si el problema pasa a mayor la temperatura del horno se regula para mantener la materia prima no se pegue, (Ver cuadro # 7)

**CUADRO # 7**  
**COSTO DE COMBUSTIBLE UTILIZADO EN EL HORNO**

<b>Costo del Combustible</b>	
1.- Desperdicio (Cobles)	692 Ton .
2.- Costo de Combustible	\$ 5,32 \$/Ton.
<b>Costo de Combustible no Laminado</b>	<b>\$ 3.683,57</b>

Fuente: Dpto. de Producción.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

### 2.14.3. Falta de Capacitación y Entrenamiento.

Es el costo que da el Departamento de laminación al tiempo improductivo por paradas no programado, estas paradas se dan por motivos ajenos a este como el problema de falta de capacitación al personal Cobles. (Ver cuadro # 8)

**CUADRO #8**  
**COSTO POR PARADAS NO PROGRAMAS**

<b>Costo de Parada no Programada Año 2014</b>	
Horas no Programadas	72,92
Costo por Horas	\$ 850
<b>Costo Total de Parada no Programada</b>	<b>\$ 61.982</b>

Fuente: Dpto. de Producción.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

## 2.15. Diagnóstico.

Una vez analizada la información proporcionada por la empresa ANDEC S.A. y luego de haber registrado el diferente tipo de problemas que perjudican a la misma en lo que a eficiencia productiva se refiere, se establece lo siguiente:

Se puede manifestar en términos generales que existen diferentes tipos de inconvenientes que impiden el continuo transcurso de las actividades de la empresa.

En lo que respecta a los inconvenientes ocasionados en el tren laminador por paralizaciones constantes durante el proceso, Los mismos que ocasionan una pérdida aproximadamente de \$190.410 anual.

En lo referente al costo por debido que existe problema de Materia Prima fuera de Parámetros de Calidad. En el tren laminador Esto nos representa una pérdida de \$3.684 anual.

Cabe descartar que estas paradas sea por Falta de Capacitación y Entrenamiento represente aproximadamente una pérdida de \$ 61.982 anual. Se considera fundamental establecer un cronograma de capacitación de mantenimiento y una adecuada planificación de recursos para el desarrollo del proceso, mediante la estandarización de requerimientos por producción. Tal es el caso de las, Falta de Capacitación y Entrenamiento la cual afecta de manera relevante la eficiencia productiva, ya que al no contar con un plan de mantenimiento adecuado y un manual de Procedimientos e Instrucciones de Trabajo dificulta a la Gerencia y al Departamento de Producción a no llevar una buena supervisión de dicho departamento y de las personas que involucran al mismo durante los proceso de laminación en calientes

En el cuadro adjunto se puede apreciar que el total de pérdidas económicas ocasionados por los problemas que se detectaron, basados en la investigación de campo y observaciones realizadas en la empresa durante un mes, pero cuantificadas para un año es 256.076 anual. (Ver cuadro # 9)

**CUADRO # 9**  
**RESUMEN DEL COSTO DE LOS PROBLEMAS**

PROBLEMAS	COSTOS(\$AÑO)
Paralizaciones Constante del Proceso.	\$ 190.410
Falta de Capacitación y Entrenamiento.	\$ 3.684
Materia Prima fuera de Parámetros de Calidad	\$ 61.982
<b>Total de pérdidas Anuales en Dólares</b>	<b>\$ 256.076</b>

Fuente: Dpto. de Producción.  
Elaborado por: Choez Castro Luis

### 2.16. Capacidad de Producción Instalada

En el proceso de fabricación de productos laminados en caliente, se posee una productividad de 40 toneladas por hora y una capacidad instalada de proceso 240.000 toneladas.

- Cambio o la variedad de productos a producir (mix de productos) esto sucede cuando durante la producción mensual se realizan cambios de medidas a producir en el tren de laminación.
- La demanda real en el mercado nacional es otro factor que se considera determinante en la capacidad de unidades producidas.

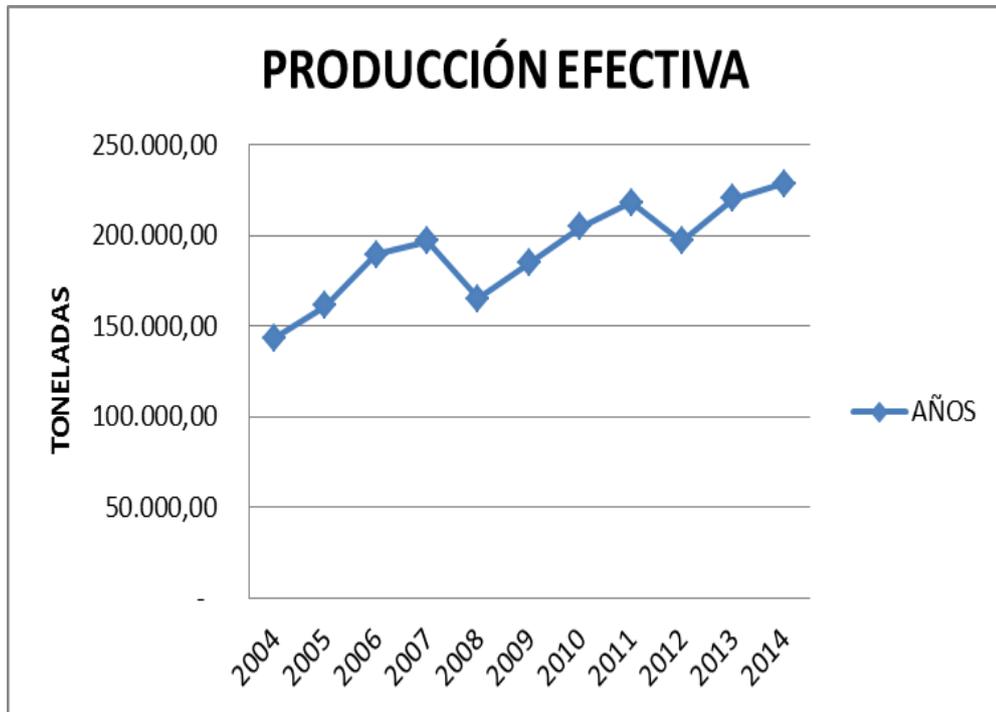
Se muestra la producción anual desde el periodo 2004-2014 dentro de toda la capacidad de producción instalada. (Ver cuadro # 10)

**CUADRO # 10**  
**CAPACIDAD INSTALADA TREN LAMINADOR: 24000 TN.**  
**PRODUCCION EFECTIVA DE 2004AL 2014 TONELADAS**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PLAN ANUAL
2004	11.963,98	11.298,92	10.673,73	8.675,37	7.637,83	10.320,71	12.974,51	14.505,13	12.472,16	13.242,14	15.385,21	14.525,80	143.675,48	136.935,00
2005	12.188,26	14.888,23	13.828,36	11.157,41	15.162,15	11.800,22	16.266,06	10.079,13	7.534,60	17.539,39	15.979,25	14.753,43	161.176,49	160.250,00
2006	16.649,95	13.420,45	12.423,32	14.438,16	12.165,13	16.092,65	18.148,78	20.478,09	15.983,65	18.050,76	17.091,28	14.665,77	189.607,98	179.560,00
2007	16.340,94	18.362,02	20.241,95	16.459,54	18.998,55	17.610,49	18.533,56	20.726,92	15.847,59	19.086,69	12.240,32	2.258,82	196.707,37	195.340,00
2008	-	1.453,09	5.884,15	11.438,12	16.004,51	17.993,22	14.889,54	21.755,91	16.746,47	21.055,15	19.151,79	18.833,84	165.205,78	195.500,00
2009	14.596,91	18.820,69	20.448,23	18.039,55	3.163,11	19.630,36	14.513,37	16.487,60	17.337,04	15.565,69	13.314,39	12.794,95	184.711,89	212.000,00
2010	16.281,60	18.739,56	17.357,42	15.233,92	15.349,58	16.001,81	15.897,24	20.044,06	10.812,81	16.821,99	21.766,00	20.199,57	204.525,55	209.000,00
2011	18.526,47	12.301,01	14.008,87	18.083,24	19.497,35	21.119,48	21.360,18	16.120,76	18.566,98	19.237,55	20.953,76	18.514,84	218.290,49	210.000,00
2012	11.499,69	16.063,03	20.725,81	19.314,51	18.038,54	14.596,62	12.884,23	16.382,19	13.708,77	18.340,13	19.745,77	15.577,33	196.876,61	220.000,00
2013	17.363,80	17.948,66	13.950,01	19.251,56	22.260,67	11.206,72	13.404,96	23.060,29	20.240,57	21.963,61	20.093,34	19.428,34	220.172,52	225.000,00
2014	20.781,34	18.561,58	13.813,72	20.177,33	17.272,87	19.221,61	18.915,20	18.861,68	19.456,49	21.814,23	22.877,53	16.887,19	228.640,77	232.000,00

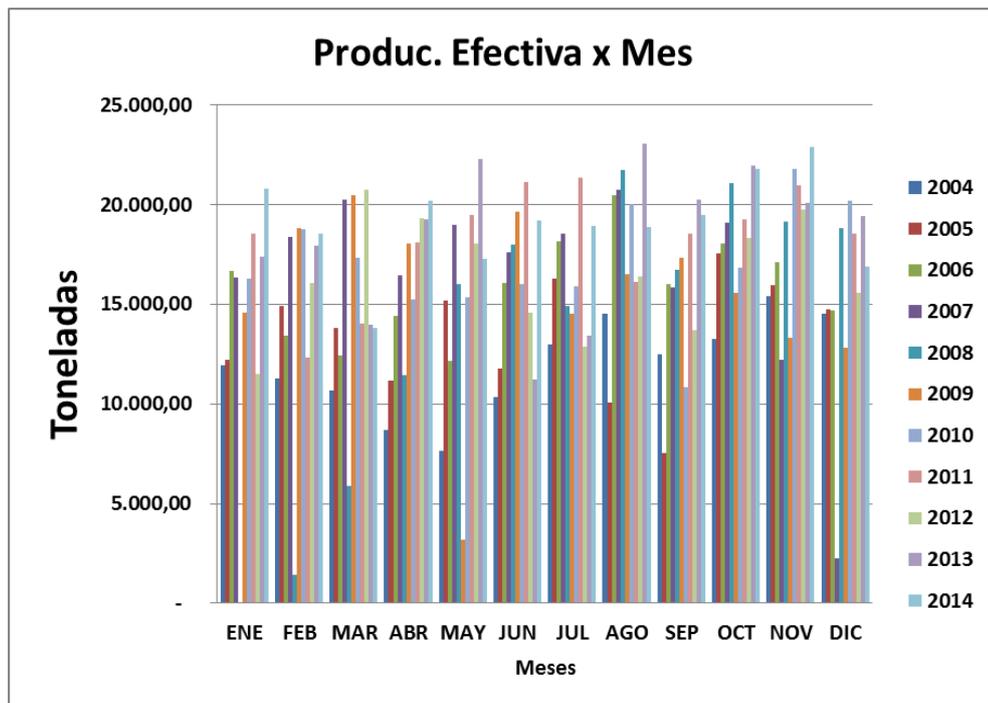
Fuente: Departamento de Producción  
Elaborado por: Choez Castro Luis

**GRAFICO # 9**



Fuente: Departamento de Producción  
Elaborado por: Choez Castro Luis,

**GRAFICO #10**



Fuente: Departamento de Producción  
Elaborado por: Choez Castro Luis

## **CAPITULO III**

### **PROPUESTA**

#### **Desarrollo de la Propuesta de Solución**

##### **3.1. Planteamiento de Alternativas de Solución de Problemas.**

En el Análisis del área de Laminación en calientes que corresponde al Capítulo II (análisis de la situación actual) del presente estudios, se detectaron los principales problemas que están causando grandes pérdidas económicas: Paralizaciones Constante del Proceso, Materia Prima fuera de Parámetros de Calidad. Falta de Capacitación y Entrenamiento.

En laminación en caliente por diferentes causas con tiempo improductivo que tiene la planta, ahora en el presente Capítulo se procederá con la presentación de una propuesta de soluciones, las cuales ayudaran a mejorar y minimizar el impacto que generan.

Los problemas también puede ser generada por fallas mecánicas eléctricas electrónica e hidráulicas por las diversas razones, la cual genera gran pérdida económica en la empresa lo cual ha afectado la eficiencia productiva en empresa Andec S.A.

En la cuantificación de este problema las pérdidas ascienden a \$256.076 dólares anuales.

De acuerdo al análisis y el estudio realizado en laminación en calientes de la empresa Andec S.A. se plantea la siguiente solución al problema presentado durante el proceso de producción de varilla de acero.

### **3.1.1. Alternativa de Solución al Problemas.**

Para la aplicación de una posible solución se hizo un estudio de los orígenes de lo problema que comúnmente son ocasionadas por calibración de las cajas, fallas eléctrica, fallas mecánica fallas electrónicas, falla hidráulica, además la empresa no posee un registro histórico de los equipos y maquinarias existente para así poder llevar un control y un cronograma de actividades para el tren laminador.

Para la implementación de cualquier solución a estos problemas se requiere del apoyo del ejecutivo de alta gerencia de la empresa en la que se comprometa a invertir en la misma para así poder dar soluciones a los problemas que se presenta en el departamento de laminación en calientes.

El proceso de producción en tren laminador en la actualidad presenta un escenario crítico, ya que su capacidad es de 40 ton/h, la cual impide cumplir con el tonelaje propuesto anual.

Con las siguiente propuesta de solución será favorable para la empresa para incrementar la producción y poder obtener una mayor eficiencia en el tren laminador para así poder i y satisfacer la necesidades de los clientes y cumpliendo el tonelaje anual propuesto

### **3.1.2. Puesta en Marcha la Solución.**

Por lo tanto para dar solución a estos problema, mediante un Procedimiento para los Mantenimiento Preventivo –Correctivo que se debe Realizar en las Diferentes parte del Tren de Laminador para así poder tener resultado favorables, en el departamento de laminación en calientes .Para poder incrementar la producción de 40 toneladas/horas a 43 tonelada /horas, se requiere las solución inmediata de los problemas encontrado para así poder minimizar tiempos de paradas no programada

### **3.1.2.1. Procedimiento para los Mantenimiento en las Diferentes parte del Tren de Laminación y Diámetro de Rodillo y Calibración.**

#### **Introducción.**

Con este documento se da a conocer la conformación del tren de laminación, los implementos de seguridad de los trabajadores, las herramientas de trabajo que se utilizan y los diferentes pasos a realizar en un cambio de pase o cilindros de cada sección del tren laminador donde debe colaborar todo los trabajadores.

#### **Objetivo.**

Dar a conocer los diferentes tipos de herramientas que se deben emplear, por parte los colaboradores del área de Laminación, pasos a realizar en el momento que se presenten las siguientes actividades: cambio de pase, cilindro, cambio de guiado sea este de entrada o salida tanto de fricción como de rodillos, al igual que minimizar y estandarizar los tiempos de paradas existentes en cada tipo de mantenimiento.

#### **Se divide en tres secciones:**

- Tren Desbaste (5 Cajas Bascotecnia)
- Tren Intermedio (10 Cajas Bascotecnia)
- Tren Terminador (6 Danieli)

#### **Tren Laminador:**

Está conformado por 15 cajas Bascotecnia, y 6 Danieli, en las tablas siguiente podemos observar el tonelaje que debe cumplir cada pase de cada cajas. Se debe cumplir con esto parámetro para así poder cumplir con las toneladas propuesta anual.

**CUADRO # 11****TREN DEBASTE**

<b>Equipos</b>	<b>Ubicación</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>POTENCIA MOTOR</b>	<b>TONELADA POR PASE</b>
Arrastrador	Entrada tren laminación	Diámetro 250 mm	DC 100KW	DE 8MM A 36MM YA SEA PARA ROLLO, LISO O CORRUGADO
Caja # 1	Salida del arrastrador	Caja horizontal excéntrica	DC 250KW	15000
		Diámetro máx. 610 mm		
		Diámetro min. 530 mm		
Caja # 2	Salida de caja # 1	Caja vertical fija excéntrica	DC 250KW	15000
		Diámetro máx. 610 mm		
		Diámetro min. 530 mm		
Caja # 3	Salida de caja #2	Caja horizontal cartridge	DC 250KW	12000
		Diámetro máx. 490		
		Diámetro min. 420		
Caja # 4	Salida de caja # 3	Caja horizontal cartridge	DC 500KW (TANDEM)	12000
		Diámetro máx. 490mm		
		Diámetro min. 420mm		
Caja # 5	Salida de caja # 4	Caja horizontal cartridge	DC 500KW (TANDEM)	12000
		Diámetro máx. 490		
		Diámetro min. 420		
Cizalla volante # 1	Salida de caja # 5	Cizalla Star Stop		

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

## CUADRO #12 TREN INTERMEDIO

Equipos	Ubicación	Especificación	Potencia Motor	Tonelada Por Pase										
				3 x 8 mm	2 x 10 mm	2 x 12 mm	14 mm	16 mm	18 mm	20 mm	22 mm	25 mm	28 mm	30 mm
Caja # 6	Salida de cizalla # 1	Caja horizontal cartridge Diámetro máx. 490 mm Diámetro min. 420 mm	DC 500KW (TANDEM)	5000 (±200)										
Caja # 7	Salida de caja # 6	Caja horizontal cartridge Diámetro máx. 490 mm Diámetro min. 420 mm	DC 500KW (TANDEM)											
Caja # 8	Salida de caja # 7	Caja horizontal cartridge Diámetro máx. 430mm Diámetro min. 370 mm	DC 375KW	3500 (± 200)										
Equipo auxiliar Bucleador # 1	Salida de caja # 8	Loop control – control de bucle	DC 375KW	3500 (± 200)										
Caja # 9	Salida del bucleador # 1	Caja vertical fija cartridge Diámetro máx. 430 Diámetro min. 370	DC 375KW											
Equipo auxiliar Bucleador # 2	Salida de caja # 9	Loop control – control de bucle		2000 (± 100)										
Caja # 10	Salida del bucleador # 2	Caja horizontal cartridge	DC 375KW											
Equipo auxiliar Bucleador # 3	Salida de caja # 10	Loop control – control de bucle		2000 (± 100)										
Caja # 11	Salida de bucleador # 3	Caja convertible cartridge	DC 375KW											
Cizalla # 2	Salida de caja # 11	Cizalla volante	DC 375KW	2000 (± 100)										

Fuente: Departamento de Producción  
Elaborado por: Choez Castro Luis

### CUADRO # 13 TREN TERMINADO

Equipos	Ubicación	Especificación	Potencia Motor	Tonelada Por Pase															
				3 x 8 mm	2x 10 mm	2 x 12 mm	14 mm	16 mm	18 mm	20 mm	22 mm	25 mm	28 mm	30 mm	32 mm	36 mm			
Caja # 12	Salida de cizalla # 2	Caja horizontal cartridge	DC 375KW	1200 (+100)															
Caja # 13	Salida del bucleador # 4	Caja convertible cartridge	DC 375KW	1200 (+100)															
Caja # 14	Salida del bucleador # 5	Caja horizontal cartridge	DC 375KW	500 (+50)	800 (+100)														
Caja # 15	Salida del bucleador # 6	Caja horizontal cartridge	DC 375KW	1900 (+100)	800 (+100)														
Caja # 16	Salida de bucleador # 7	Caja horizontal, Daniell	DC 500KW	500 (+50)	600 (+50)	700 (+100)	750 (+50)	750 (+100)	750 (+50)	750 (+100)	750 (+50)	750 (+100)	750 (+50)	750 (+100)	750 (+50)	750 (+100)	750 (+50)	750 (+100)	750 (+50)
Caja # 17	Salida de bucleador # 8	Caja convertible, Daniell	DC 500KW	500 (+50)	2000 (+100)	801 (+100)	850 (+50)	750 (+100)	850 (+50)	800 (+100)	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Caja # 18	Salida de bucleador # 9	Caja horizontal, Daniell	DC 350KW	200 (+50)	700 (+50)	750 (+100)	750 (+50)	750 (+100)	750 (+50)	750 (+100)	750 (+50)	750 (+100)	750 (+50)	750 (+100)	750 (+50)	750 (+100)	750 (+50)	750 (+100)	750 (+50)
Caja # 19	Salida de bucleador # 10	Caja convertible, Daniell	DC 350KW	200 (+50)	700 (+50)	600 (+50)	850 (+50)	850 (+50)	850 (+50)	850 (+50)	850 (+50)	850 (+50)	850 (+50)	850 (+50)	850 (+50)	850 (+50)	850 (+50)	850 (+50)	850 (+50)
Caja # 20	Salida de bucleador # 11	Caja horizontal, Daniell	DC 350KW	150 (+10)	300 (+50)	300 (+50)	550 (+100)	550 (+100)	550 (+100)	550 (+100)	550 (+100)	550 (+100)	550 (+100)	550 (+100)	550 (+100)	550 (+100)	550 (+100)	550 (+100)	550 (+100)
Caja # 21	Salida de bucleador # 12	Caja horizontal, Daniell	DC 350KW																

Fuente: Departamento de Producción  
Elaborado por: Choez Castro Luis

### **Bucleador:**

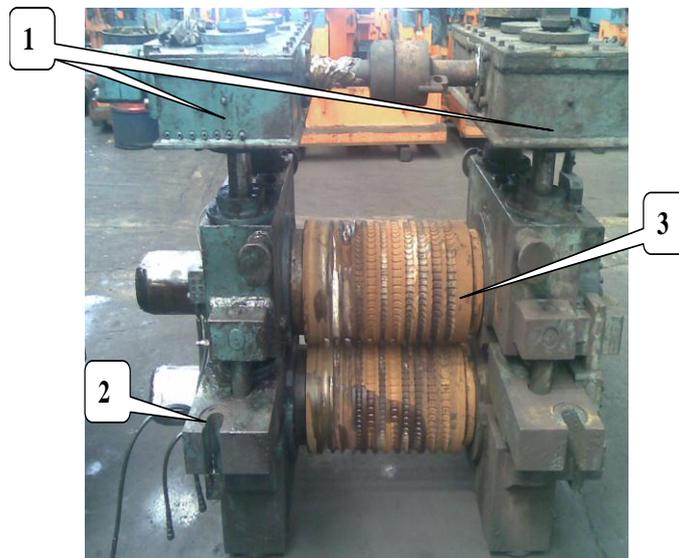
El bucleador Sirve como guía para la transformación de la varilla de acero para mantener dentro de ciertos límites , un bucleador está compuesto por brazo hidráulico dos rodillo entrada y salida , ajustando automáticamente la velocidad del motor permitiendo que los rodillo arrastre la barra de acero a una velocidad constante durante el proceso 10 bucleador en el Tren laminador .

### **Partes y Diferencias de las Cajas Bascotecnia y Danieli.**

A continuación se presentan figuras indicando partes de las cajas de Bascotecnia en primer lugar y después de Danieli, que es de conocimiento básico de todos los trabajadores de laminación. Además de otras partes útiles en el proceso.

#### **IMAGEN # 34**

#### **BASCOTECNIA**



Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

1. Casette de Bascotecnia.
2. Abertura donde ingresa el perno de anclaje del porta cassette.
3. Cilindros

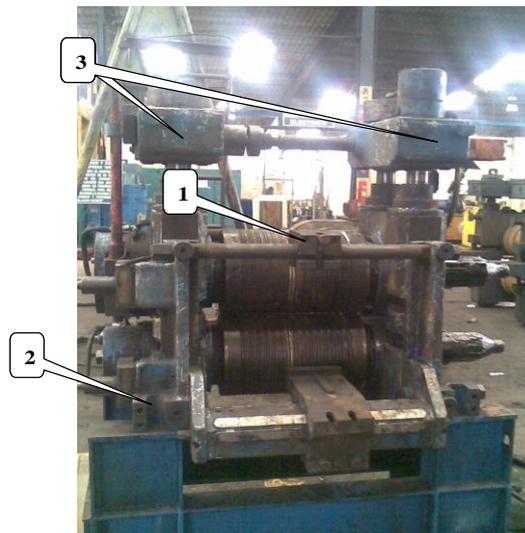
### IMAGEN # 35 BASCOTECNIA



Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

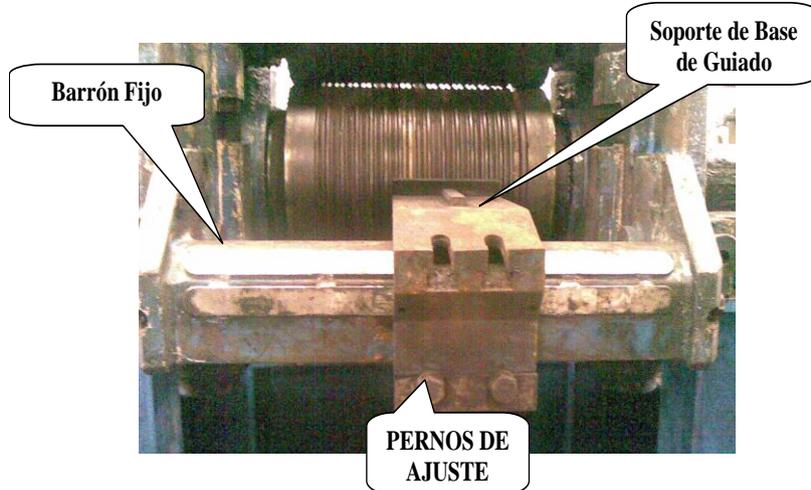
1. Eje superior.- sirve para darle parting manualmente a los cilindros.
2. Eje de centrado.- sirve para centrar los cilindros, el superior con el inferior de forma manual y adicional tiene un seguro
3. Motor hidráulico.

### IMAGEN # 36 DANIELI



Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

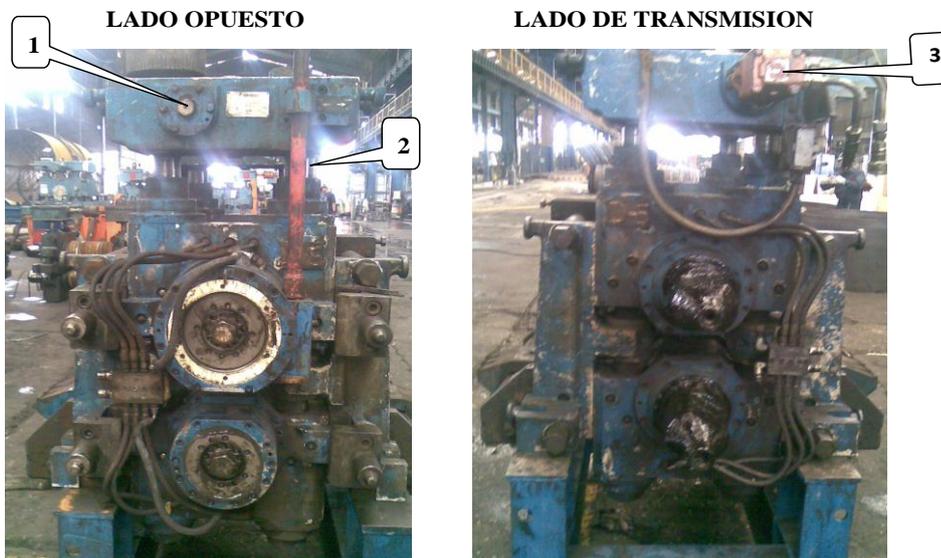
1. Soporte de tubo de agua para refrigeración del cilindro.
2. Abertura donde ingresa el perno de anclaje del porta cassette.
3. Casette.



Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

### IMAGEN # 37

#### DANIELI



Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

1. Eje superior.- sirve para darle parting manualmente a los cilindros.
2. Eje de centrado.- sirve para centrar los cilindros, el superior con el inferior de forma manual y adicional tiene un seguro.

**HERRAMIENTAS ADECUADAS QUE SE DEBE UTILIZAR EN EL TREN LAMINADOR SE LAS DETALLARA DE CUERDO A CADA CAJA EN LA QUE SE TRABAJA:**

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 1</b>			
<b>Llave 55 de golpe</b>	Ajustar grapa que sujeta la caja abierta	Ajustar grapa que sujeta base del guiado TBX-1	
<b>Llave 46 de golpe</b>	Ajustar grapa del soporte.		
<b>Llave 36 de boca</b>			Para centrar o dar el parting manualmente a los cilindros.

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 2</b>			
<b>Llave 55mm con palanca</b>	Ajustar grapa que sujeta la caja cerrada TBX-1 E	Ajustar grapa que sujeta soporte del guiado BX-2	
<b>Llave 46 de golpe</b>	Ajustar pernos del soporte.	Ajustar pernos del soporte y grapas del soporte.	
<b>Llave 24 mm</b>			Pernos que están en la base del sistema de refrigeración de los cilindros

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 3</b>			
<b>Llave 55 de golpe</b>	Ajustar grapa que sujeta la caja cerrada BX-2 E	Ajustar grapa que sujeta soporte del guiado BX-1.1	Para darle el parting a los cilindros de forma manual
<b>Llave 36 mm de corona</b>		Ajustar pernos que sostiene y fijan el guiado	
<b>Llave 28</b>			Para centrar los cilindros de forma manual
<b>Llave 46 de golpe</b>		Ajustar pernos de las grapas que fijan el soporte a la base	
<b>Llave 24 mm</b>			Aflojar o ajustar sistema de refrigeración de cilindros tubo de agua.

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 4</b>			
<b>Llave 55 de golpe</b>	Ajustar grapa que sujeta caja cerrada BX-1, 1E	Ajustar pernos del grapa que sujeta caja tipo CTR 110 de torsión con polines rectos	Para darle el parting (luz) a la caja manualmente
<b>Llave 55 de boca</b>		Calibrar el parting (luz) de los polines de la caja de torsión	
<b>Llave 46 de golpe</b>	Ajustar pernos que sujetan con grapas los soportes con la base.		
		Ajusta las tuercas que se encuentran en la tapa de la caja de torsión	
<b>Llave 19</b>		Ajustar pernos de seguridad de los polines de la caja de torsión.	
<b>Llave 28</b>			Para centrar los cilindros de forma manual.
<b>Llave 24</b>			Aflojar o ajustar sistema de refrigeración de cilindros

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 5</b>			
<b>Llave 55de golpe</b>	Ajustar grapa que sujeta caja tipo CR-60 con polines rectos	Ajustar grapa que sujeta soporte de guía RD-1	Para darle el parting (luz) a la caja manualmente
<b>Llave 36</b>	Ajustar paletas caja CR 60	Ajustar pernos que sostiene y fijan el guiado de fricción	
	Ajustar guiado		
<b>Llave 30</b>	Ajustar pernos tubo de refrigeración de polines		
<b>Llave 28</b>			Para centrar los cilindros de forma manual
<b>Llave 46 de golpe</b>	Ajustar pernos que sujetan con grapas los soportes con la base		

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 6</b>			
<b>Llave 55 de golpe</b>	Ajustar grapa que sujeta el guiado RD-2 E	Ajustar grapa que sujeta soporte de caja tipo TI-14 con polines cónicos	Para darle el parting (luz) a la caja manualmente
<b>Llave 36</b>	Ajustar pernos guiado de fricción		
<b>Llave 46 de golpe</b>	Ajustar pernos que sujetan con grapas los soportes con la base.		
		Darle torsión al guiado TI 14	
<b>Llave 19</b>		Ajustar boquillas de la caja de torsión	
<b>Llave 24</b>			Aflojar o ajustar sistema de refrigeración de cilindros
<b>Llave 28</b>			Para centrar los cilindros de forma manual

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 7</b>			
<b>Llave 55 de golpe</b>	Ajustar grapa que sujeta el caja tipo CR-41 con guías y polines rectos	Ajustar grapa que sujeta soporte de guía RD-2	
<b>Llave 36</b>	Ajustar perno de guías	Ajustar pernos del guiado	
	Ajustar perno de regulación (tope de caja)		
<b>Llave 28</b>			Para centrar los cilindros de forma manual.
<b>Llave 46 de golpe</b>			Para darle el parting a la caja manualmente.

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 8</b>			
Llave 36	Para ajuste de guiado de fricción		
Llave 36 de golpe	Ajustar grapas de soporte		
Llave 46 de golpe	Ajustar grapa que sujeta el guiado RD-2 E	Ajustar grapa que sujeta soporte de guía BX-30	
Llave 30			Centrar los cilindros de forma manual
Llave 46 de golpe			Para darle el parting (luz) a los cilindros

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 9</b>			
Llave 46 de golpe	Ajustar grapa de base de caja CR-40 con guías y polines rectos	Ajustar grapa de base de caja con tubo	
Llave 24 y 30	Ajustar guiado de caja con polines		
Llave 24		Ajustar sistema de refrigeración de los cilindros	
Llave 36 de golpe	Ajustar grapa de soporte		
Llave 36		Ajustar guiado	

<b>CAJA # 10</b>			
Llave 46 de golpe	Ajustar grapas de base de guías RD-24 E	Ajustar grapas de soporte de guías OV-24	
Llave 36	Ajustar guiado		
Llave 36 de golpe	Ajustar grapas de soporte		
Llave 30			Para centrar los cilindros de forma manual
Llave 45 de golpe			Para darle el parting (luz) a los cilindros de forma manual

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 11</b>			
<b>Llave 46 de golpe</b>	Ajustar grapas de base caja tipo CR-35 con guías y polines diamantados	Ajustar grapas de soporte caja con tubo	
<b>Llave 24</b>	Para ajustar guías de la caja CR-35		
<b>Llave 36 de golpe</b>	Ajustar grapas de soporte		

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 12</b>			
<b>Llave 46 de golpe</b>	Ajustar grapas de base caja tipo CR-35 con guías y polines diamantados	Ajustar grapas de soporte caja con tubo	
<b>Llave 24</b>	Para ajustar guías de la caja CR-35		
<b>Llave 36 de golpe</b>	Ajustar grapas de soporte		
<b>Llave 45 de golpe</b>			Para darle el parting (luz) a los cilindros de forma manual

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 13</b>			
<b>Llave 46 de golpe</b>	Ajustar grapas de base caja tipo CR-35 con guías y polines diamantados	Ajustar grapas de soporte caja con tubo	
<b>Llave 24</b>	Para ajustar guías de la caja CR-35		
<b>Llave 36 de golpe</b>	Ajustar grapas de soporte		
<b>Llave 45 de golpe</b>			Para darle el parting (luz) a los cilindros de forma manual

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 14</b>			
Llave 36	Ajustar guías		Darle parting (luz) a los cilindros de forma manual
Llave 36 de golpe	Ajustar grapas de soporte		
Llave 46	Ajustar grapa del soporte base de guiado		

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 15 y CAJA # 17</b>			
Llave 24	Ajustar paletas de la caja guía		Ajustar y mover sistema de refrigeración del cilindro superior
Llave 36		Para ajustar guiado	
Llave 30	Ajustar soportes de guías caja 17		
	Para correr soporte de guías caja 17		
Llave 45		Ajustar grapas de guiado caja 15	

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 16</b>			
Llave 36	Ajustar guiado	Ajustar guiado	
Llave 30	Ajustar soportes de guía		Ajustar y mover sistema de refrigeración del cilindro superior
	Para correr soporte de guías		

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

HERRAMIENTAS	ENTRADA	SALIDA	OTROS
<b>CAJA # 18 #19 #20 #21</b>			
<b>Llave 24</b>	Ajustar el guiado	Darle parting (luz) al slitting (caja 19)	
		Ajustar separador con tapa (caja 19)	Ajustar y mover sistema de refrigeración del cilindro superior
<b>Llave 36</b>		Fijar o ajustar guiado	Para darle parting (luz) a los cilindros de forma manual
<b>Llave 17</b>	Calibrar guiado de caja 21 (8 y 10mm)		
<b>Llave 30</b>	Ajustar soportes de guía		Centrar cilindros de forma manual
	Para correr soporte de guías		
<b>Llave Allen 6</b>		Ajustar tubos con bloque (caja 21)	
<b>Llave Allen 10</b>		Aflojar y cambiar rieles del sistema de refrigeración del cilindro inferior.	

**Nota: El slitting se lo utiliza al momento de hacer dos Y tres líneas junto con el separador a la salida de la caja 17 y 19.**

**Quando una caja no trabaja al momento de hacer una medida, en su lugar se coloca un Dummy o canalón que sirve de guía para que siga pasando la barra y se lo ajusta o fija con los pernos de anclaje de la caja.**

<b>Mas herramientas</b>	
<b>Calibración con compás</b>	Desde la caja 1 hasta la caja 11, para darle el parting correspondiente al cilindro.
<b>Calibración con Gage</b>	Desde la caja 11 hasta la 21, para darle el parting correspondiente al cilindro.
<b>Calibrador vernier</b>	Para mediciones de precisión durante las pruebas de quema de pases.
<b>Tablitas de madera</b>	Para ver la curvatura y diámetro de la barra durante su proceso.

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

### **Observaciones:**

- En las cajas de Bascotecnia los soportes del guiado se encuentran en la parte exterior, a un lado de la caja en una base y no se mueven. Al momento de cambiar de pase lo que se mueve es la caja.
- Los cilindros de las cajas 1 y 2 solo tienen un pase. En las cajas de Danieli para un cambio de pase se mueve el soporte de base junto con el guiado que se encuentre montado, a través de un tornillo sin fin que tiene el barrón.

### **1.1.2.2. Cambios de Cilindro.**

Pasos para cambiar los cilindros en tren laminador

#### **Tren de Desbaste. Caja # 1, 2, 3, 4, 5,6.**

1. Se lo realiza cuando hay algún daño en los cilindros o cumplen su tonelaje estimado de utilización.
2. Programación coordina con Jefatura de turno y departamento mecánico.
3. Se requiere dos personas como mínimo en lo correspondiente a laminación.
4. Se retira el guiado de entrada y salida, utilizando la llave 46 para la guía de salida y 55 para la de entrada.
5. Se retiran soportes de entrada y salida debido a que van metidos dificultando la salida de los cilindros, utilizando la llave 55.
6. Se utiliza la llave 46 para aflojar las binchas de los soportes.
7. Se retira tubos de agua parte superior e inferior.
8. Se desacoplan cilindros y retiran mangueras de lubricación por parte Mecánicos.
9. Sacan los cilindros con 1 Lorain (grúas)

10. Se montan de la misma forma los nuevos.
11. Se calibra caja y se verifica que los cilindros no estén corridos
12. Se montan los respectivos soportes y guiados, los cuales se centran.
13. Se coloca el tubo de agua inferior antes de montar el guiado de salida.

#### **Tren de Intermedio Caja # 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.**

1. Se lo realiza cuando hay algún daño en los cilindros o cuando ya no hay pases en los cuales montarse por haber cumplido con el tonelaje estimado de utilización...
2. Se saca el guiado de entrada y salida, utilizando la llave 46 para la guía de salida y 55 para la de entrada.
3. Se saca soportes de entrada y salida debido a que van metido, utilizando la llave 55.
4. Se utiliza la llave 46 para sacar binchas de soporte en caso de ser necesario.
5. Se retira sistema de refrigeración de los cilindros.
6. Mecánicos desacoplan cilindros y retiran mangueras de lubricación
7. Se sacan los cilindros con grúa aérea.
8. Se montan de la misma forma los nuevos.
9. Se calibra caja y se verifica que los cilindros no estén corridos.
10. Se procede al montaje de soporte y guiado.
11. Poner tubo de agua después de centrar el guiado.
12. Se calibra con compás, de acuerdo a las medidas ya establecidas.
13. Se centran los cilindros y se calibran con ayuda de botonera.

#### **Tren Acabador Danieli Caja # 16, 17, 18, 19, 20, 21**

1. Se realiza cuando hay algún daño en los cilindros o cuando ya no hay pases en los cuales montarse por haber cumplido con el tonelaje estimado de utilización.
2. Programación coordina con jefatura de turno y departamento.

3. Para esto se requiere una persona como mínimo de laminación.
4. Se retira con la llave 30 el tubo de agua superior.
5. Se retira el guiado de entrada y salida de ser necesario.
6. Mecánicos retiran mangueras de lubricación, desbloquean cardan manualmente, desacoplan la caja y aflojan los pernos de anclaje.
7. La caja se la retira con la grúa aérea, previo se desconecta manguera de agua.
8. La nueva caja es montada de la misma forma, se la calibra, se centran los cilindros y es colocado el guiado correspondiente para luego ser centrado.

**Nota:** Verificar siempre que los mecánicos hayan conectado todo el sistema hidráulico ya que pueden quedar cruzados los mandos de abrir y cerrar. Cuando el bloqueo se vaya a habilitar verificar que se encuentre limpia (sin scrap) la parte que sujeta la caja.

#### **1.1.2.3. Pasos para Cambiar de Pase en el Tren.**

##### **Tren de Desbaste Caja # 3, 4,5.**

1. Se afloja el guiado de entrada y salida con la llave 55 y se lo retira unos centímetros, para poder correr la caja.
2. Si no trabaja bien el hidráulico se coloca llave 55 de boca para darle parting a los cilindros de forma manual.
3. Se calibran los cilindros con el compás para interiores.
4. Con llave 24 se afloja el tubo de agua ajustado a un riel para luego correrlo al pase que se va a laminar.
5. Con la botonera se desbloquea la caja para darle el parting correspondiente y centrarla.
6. Nuevamente se coloca el guiado en su posición.

##### **Tren Intermedio Caja # 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14,15.**

1. Coordinar con el responsable o Jefe de Turno

2. Coordinar con mecánico y eléctrico que funcione la central hidráulica y movimientos en el PLM, botoneras
3. Se afloja con llave 36 el guiado de entrada y la salida, caja de torsión con la llave 55 se lo corre hacia atrás.
4. Se verifica si los polines, están buenos.
5. Se le da parting con compás, en el pase donde se va a trabajar.
6. Se selecciona desde el tablero la caja y se le da movimiento hidráulico al pase que se va montar.
7. Se coloca el guiado en su posición, se verifica el centrado y se ajusta.
8. Se da marcha al equipo para la quema de pase con un pedazo de la quinta pasada.

**Caja # 16, 17, 18,19, 20, 21.**

1. Se afloja y retira el guiado de salida con la llave 36.
2. Para darle movimiento a la caja no es necesario desbloquearla.
3. Para poder utilizar los botones del tablero de control se pone en "ON" la llave del botón "Mandos Locales".
4. Se afloja soporte de base de guiado con la llave 30 para luego moverlo junto con el guiado hacia el pase indicado a través del eje hexagonal también con llave 30 o con un rache y un dado de 30mm.
5. Se mueve la caja con el tablero de control o la botonera para colocar el nuevo pase en la línea de Laminación.
6. Se calibra con el gage (calibrador de hoja), se verifica que los cilindros no estén corridos.
7. El sistema de refrigeración de los cilindros se mueve de forma automática con el guiado de salida de cada caja.
8. Se vuelve a colocar el guiado y ajustarlo.
9. Se ajusta soporte de guiado.
10. Se hace simulación.
11. Se pasa una barra.

## **3.2. Evaluación Económica y Análisis Financiero.**

### **3.2.1. Costos de la Inversión, para la Implementación de la Alternativa Propuesta.**

La alternativa de solución que se ha escogido para eliminar el problema originado por desperdicio de materia prima y tiempos improductivos, los mismos que impiden el avance normal de la empresa.

Esta alternativa es Procedimiento para los Mantenimiento y cambio de cilindro y cambio de pase que se debe Realizar en las Diferentes parte del Tren de Laminación.

El análisis de los costos para la implementación de la propuesta comprende la adquisición de herramientas, maquinas, capacitación al personal.

En la actualidad la empresa no cuenta con ningún plan de mantenimiento en el departamento de laminación en calientes, por lo que es conveniente realizar esta propuesta, la cual necesita de una inversión para solucionar los problemas.

Realizado el debido análisis se pudo determinar sus costos. En los siguientes sub. Ítem de este numeral se ha efectuado la clasificación de los costos en activos fijos y costos de operación.

### **3.2.2. Inversión Fija.**

La inversión fija se refiere a aquellos activos cuya duración es mayor a un año calendario como por ejemplo: Equipos herramientas de Procesamiento de Información (computadora e impresora multifuncional).En el siguiente cuadro se presentan los rubros que conforman la inversión fija:

**CUADRO # 14**  
**INVERSION FIJA**

<b>Descripción</b>	<b>Costos (dolares)</b>
Rodillo	\$ 36.000,00
Herramientas	\$ 2.440,00
Equipos (Lubricación - vibrometro)	\$ 1.760,00
Computadoras con Impresora	\$ 800,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 41.000,00</b>

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

### 3.2.3. Costos de Operación.

Los costos de operación, se refieren a aquellas inversiones que se realizan en varias ocasiones durante el plazo de un año. Entre los rubros se mencionan los costos de capacitación técnica a todo el personal operativo de laminación en calientes para contar con personal que se desempeñe eficientemente en lo relaciona con mantenimiento preventivo respectivamente. En el siguiente cuadro se presentan los costos de operación.

**CUADRO #15**  
**COSTO DE APERACIÓN**

<b>Tema de Capacitación</b>	<b>Duración</b>	<b>Cantidad persona</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor Total</b>
Administración de Recurso Humano	20 horas	12	200	2400
Liderazgo de Excelencia	20 horas	12	200	2400
Comunicación y Trabajo en Equipo	6 horas	69	70	4830
Refractario	16 horas	69	400	27600
Capacitación Técnica	40 horas	69	200	13800
<b>Total de Inversión para Capacitación del Personal</b>				<b>\$ 51.030,00</b>

Fuente: Investigación de camp  
Elaborado por: Choez Castro Luis

Los costos de operación, ascienden a \$ 51.030,00.

**CUADRO #16**  
**INVERSIÓN TOTAL**

Rubros	Costos (\$)	%
Inversión Fija	\$ 41.000,00	44,55%
Costo de Operacion	\$ 51.030,00	55,45%
Total	\$ 92.030,00	100,00%

Fuente: Investigación de campo  
Elaborado por: Choez Castro Luis

El cuadro indica que la inversión total de la propuesta asciende al monto de \$ 92.030,00 de los cuales la inversión fija corresponde al 44.55% (\$41.000,00) y los costos de operación el 55,45% (\$51.030,00)

### 3.3. Financiamiento de la Propuesta.

Para la implantación de esta propuesta la empresa ANDEC S.A. No realizará préstamo financiero, ya que cuenta con capital propio, debido a que la empresa cuenta con ingresos que solventarán la inversión a realizar.

#### 3.3.1. Balance Económico y Flujo de Caja.

El balance económico de flujo de caja es la relación entre los ingresos y los costos de la propuesta, que sirva para determinar los beneficios que generan dicha solución. En el siguiente cuadro se presenta los ingresos de la propuesta.

**CUADRO # 17**  
**AHORRO DE LAS PÉRDIDAS**

Año	1	2	3	4	5
Meta	40%	55%	65%	80%	95%
Ahorro	\$ 102.430,23	\$ 140.841,56	\$ 166.449,12	\$ 204.860,45	\$ 243.271,79

Con los valores de ahorro de las pérdidas, se procederá a realizar el Balance.

**CUADRO#18**  
**BALANCE FLUJO DE CAJA**

Descripción	Periodos					Acumulado	
	2014	2015	2016	2017	2018		2019
Ahorro Esperado de las Pérdidas		\$ 102.430,23	\$ 140.841,56	\$ 166.449,12	\$ 204.860,45	\$ 243.271,79	\$ 857.853,15
<b>Inversión Fija</b>	\$ 41.000,00						\$ 41.000,00
<b>Costos de Operación</b>							
Costos de Capacitación recurso h.		\$ 9.630,00	\$ 9.630,00	\$ 9.630,00	\$ 9.630,00	\$ 9.630,00	\$ 48.150,00
Costos de Capacitación refractario		\$ 27.600,00	\$ 27.600,00	\$ 27.600,00	\$ 27.600,00	\$ 27.600,00	\$ 138.000,00
Costos de Capacitación Técnica		\$ 13.800,00	\$ 13.800,00	\$ 13.800,00	\$ 13.800,00	\$ 13.800,00	\$ 69.000,00
<b>Capital de Operación Anual</b>		\$ 51.030,00	\$ 51.030,00	\$ 51.030,00	\$ 51.030,00	\$ 51.030,00	\$ 255.150,00
<b>Total</b>		\$ 51.400,23	\$ 89.811,56	\$ 115.419,12	\$ 153.830,45	\$ 192.241,79	\$ 602.703,15
<b>Flujo de Caja</b>	-\$ 41.000,00	\$ 10.400,23	\$ 100.211,79	\$ 215.630,91	\$ 369.461,36	\$ 561.703,15	
<b>Flujo Acumulado de Caja</b>		\$ 10.400,23	\$ 110.612,02	\$ 326.242,93	\$ 695.704,29	\$ 1.257.407,44	
<b>TIR</b>						166%	
<b>VAN</b>						\$ 701.259,25	

Fuente: Inversión Fija y Costos de Operación  
Elaborado por: Luis Choez Castro

De acuerdo al Balance Económico de la Propuesta, en el primer año se obtendrá un flujo de caja igual a \$ 10.400,23, en el segundo año esta cifra ascenderá a la cantidad de \$ 100.211,79, mientras que en el tercer año sumará la cantidad de \$ 215.630,91 dólares respectivamente.

### 3.4. Análisis Beneficio/Costo de la Propuesta.

La ecuación para determinar la relación Beneficio/Costo es la siguiente:

$$\text{Relacion Beneficio - Costo} = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costo}}$$

El beneficio de la propuesta se refiere al ahorro de las pérdidas que se aspira a obtener. Este monto acumula la cantidad de \$857.85315 durante los 5 años de vida útil de la propuesta, determinado en el balance de flujo de caja, la misma que debe ser llevada al valor presente.

Dónde:

- V = Valor Presente.
- F = Flujo de Caja Futuro.
- i = Tasa de Interés 14%.
- n = Numero de Periodos Anuales

### CUADRO # 19

#### CALCULO DEL VALOR PRESENTE DEL BENEFICIO

Año	n	P	F	i	Ecuación	V	V Acumulado
2014	0	\$ 41.000,00					
2015	1		\$ 102.430,23	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 89.851,08	\$ 89.851,08
2016	2		\$ 140.841,56	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 108.373,01	\$ 198.224,09
2017	3		\$ 166.449,12	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 112.348,41	\$ 310.572,50
2018	4		\$ 204.860,45	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 121.293,83	\$ 431.866,33
2019	5		\$ 243.271,79	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 126.347,74	\$ 558.214,08

Fuente: Balance de flujo de Caja  
Elaborado por: Choez Castro Luis

En el cuadro anterior se puede observar el cálculo del valor presente del beneficio esperado, con la aplicación de la fórmula del valor presente. Es decir que el valor del beneficio anual es de \$ 558.214,08. El costo de la propuesta está dado por la suma de los costos de operación, el cual debe ser llevado a valor presente más el valor de la inversión fija.

### CUADRO # 20

#### CÁLCULO DEL VALOR PRESENTE DEL COSTO DE OPERACIÓN.

Año	n	P	F	i	Ecuación	V	V Acumulado
2014	0	\$ 41.000,00					
2015	1		\$ 51.030,00	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 44.763,16	\$ 44.763,16
2016	2		\$ 51.030,00	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 39.265,93	\$ 84.029,09
2017	3		\$ 51.030,00	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 34.443,80	\$ 118.472,88
2018	4		\$ 51.030,00	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 30.213,86	\$ 148.686,74
2019	5		\$ 51.030,00	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 26.503,38	\$ 175.190,12

Fuente: Balance de flujo de Caja  
Elaborado por: Choez Castro Luis

De la misma forma se cálculo el valor presente del costo de operación, para esto fue necesario la utilización de la fórmula del valor presente cuyo resultado es de \$ 175.190,12

De donde:

- Costo de la propuesta = Inversión Fija + Costos de Operación  
(5 años de vida útil de la propuesta)
- Costo de la propuesta = \$ 41.000 + \$ 175.190,12
- Costo de la propuesta = \$ 216.190,12

$$\text{Relación Beneficio - Costo} = \frac{\text{Beneficio durante el Periodo (VAN)}}{\text{Costo durante el Periodo (VAN)}}$$

$$\text{Relación Beneficio - Costo} = \frac{\$ 558.214,08}{216.190,12}$$

$$\text{Relación Beneficio - Costo} = \$ 2,58$$

La Relación Beneficio/Costo indica que por cada dólar que se va a invertir, la empresa ahorrará \$ 2.58, es decir \$ 1.58 de beneficios.

### 3.5. Índice Financiero que Sustentan la Inversión.

Los índices financieros que respalda esta inversión son: la Tasa Interna de Retorno (TIR), el Valor Actual Neto (VAN) y el Tiempo de Recuperación de la Inversión, ya que la empresa no necesitara de un financiamiento, debido a que el valor de la inversión es de bajo costo y está en posibilidad de solventar los gastos para su implementación.

En los siguientes sub. Ítem se hará referencia a estos indicadores financieros – económicos

#### 3.5.1. Tasa Interna de Retorno.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) se define como aquella tasa de descuento igual al valor presente de los flujos positivos o internos esperados de un proyecto con el valor presente de los costos del proyecto. Representa el rendimiento propio del proyecto.

Es la tasa que hace que el valor presente de una inversión sea igual al valor presente del ingreso. Su cálculo puede expresarse como:

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

**Dónde:**

P = Inversión Inicial.

F = Flujo de Caja Futuro.

i = Tasa Interna de Retorno a calcular.

n = Numero de Periodos Anuales.

Los cálculos para determinar la TIR utilizando la Hoja de Cálculo del Programa Microsoft Excel. El resultado de esta operación resulta en 166%

como Tasa Interna de Retorno. Al reemplazar el valor del TIR ( $i$ ) con 166%, en la ecuación financiera, el resultado de  $P$  debe igualar al valor de la inversión para demostrar que su valor es correcto.

En el siguiente cuadro se presentan los valores obtenidos con la utilización de la ecuación financiera.

**CUADRO # 21**  
**CÁLCULO DEL VALOR DEL TIR**

Año	n	P (Inv.Inicial)	F	i	Ecuación	P
2014	0	\$ 41.000,00				
2015	1		\$ 10.400,23	166%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 3.905,60
2016	2		\$ 100.211,79	166%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 14.132,19
2017	3		\$ 215.630,91	166%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 11.419,50
2018	4		\$ 369.461,36	166%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 7.347,68
2019	5		\$ 561.703,15	166%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 4.195,02
<b>Total</b>						<b>\$ 41.000,00</b>

Fuente: Balance Económico de flujo de Caja de la Propuesta.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

El resultado de la sumatoria de  $P$  obtenido en el cuadro es igual a \$41.000,00 que es el valor de la inversión inicial, por esta razón se expresa que la ecuación queda satisfecha afirmándose que el TIR del ejercicio económico es igual a 166%.

### 3.5.2. Tiempo de Recuperación de la Inversión.

Para conocer el tiempo en que se recuperará la inversión se ha utilizado la misma fórmula empleada en el cálculo del TIR, es decir:

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

Con la diferencia de que  $i$  es la tasa de referencia en el mercado, en referencial 14% con la que se obtiene cuando se realiza un préstamo.

En el siguiente cuadro se presenta el cálculo del tiempo de recuperación de la inversión.

### CUADRO # 22

#### CÁLCULO DEL TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

Año	n	P	F	i	Ecuación	P	P Acumulado
2014	0	\$ 41.000,00					
2015	1		\$ 10.400,23	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 9.123,01	\$ 9.123,01
2016	2		\$ 100.211,79	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 77.109,72	\$ 86.232,72
2017	3		\$ 215.630,91	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 145.544,72	\$ 231.777,45
2018	4		\$ 369.461,36	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 218.750,79	\$ 450.528,23
2019	5		\$ 561.703,15	14,00%	$P = F / (1 + i)^n$	\$ 291.731,02	\$ 742.259,25
<b>Total</b>						\$ 742.259,25	

Fuente: Balance Económico de flujo de Caja de la Propuesta.  
Elaborado por: Choez Castro Luis.

El valor de la inversión inicial es de \$ 41.000,00 y el valor se recuperara entre el 12<sup>vo</sup> mes (\$ 9.123,01) y el 17<sup>vo</sup> mes (\$ 41.793,30), lo que se aproxima en la cantidad a invertir.

Esto quiere decir que la inversión se recupera aproximadamente en el segundo año de implementación (\$ 41.000,00). Entonces según la Evaluación Económica realizada la inversión es justificada al término del primer año de mejoras, es decir la propuesta de solución es rentable.

#### 3.5.3. Valor Actual Neto.

Se ha calculado el Valor Actual Neto, a una tasa de descuento de 14% anual, utilizando el cuadro del Tiempo de Recuperación de la inversión para la obtención del VAN.

El VAN indica cuando las ganancias han compensado la inversión y por lo consiguiente se gana un poco más.

El Valor Actual Neto se obtiene con la siguiente operación:

$$\text{VAN} = \text{P Acumulado (Durante 5 años)} - \text{Inversión Inicial}$$

$$\text{VAN} = \$ 742, 259,25 - 41.000,00$$

$$\text{VAN} = \$ 701.259,25$$

Luego el beneficio que genera la propuesta, después de recuperada la inversión asciende a \$ 701.259,25, que representa el Valor Actual Neto (VAN)

### **3.6. Factibilidad.**

Los resultados de la evaluación económica y financiera son los siguientes:

- La inversión se recupera en un periodo de 2 años, por lo tanto la inversión es factible desde el punto de vista económico, puesto que la vida útil de la propuesta es de 5 años.
- La Tasa Interna de Retorno de la inversión (TIR) es igual a 166%, que es superior al 14% de la tasa de descuento con la que se compara la inversión, es decir que la propuesta es factible.
- El Valor Actual Neto (VAN) asciende al monto de \$ 701.259,25 que es el beneficio que generará la propuesta, demostrando en el cuadro de balance de flujo de caja.

### **3.7. Conclusiones.**

En el presente estudio de la empresa ANDEC S.A.; presenta características de la Empresa, antecedentes, localización, procesos diagramas, entre otros puntos.

Los problemas que han generado en esta situación, se refiere a los Paralizaciones Constante del Proceso, Falta de Capacitación y Entrenamiento, Materia Prima fuera de Parámetros de Calidad. ocasionados por fallas operativas, mecánicas y/o eléctricas que afectan tanto los recursos humanos como los equipos y maquinarias de la empresa, trayendo como consecuencia una pérdidas por el monto de \$ 256.075,57.

La alternativa de solución escogida como propuesta para la empresa consiste en la aplicación de un Sistema de Planificación, Programación y Control del Mantenimiento Preventivo involucra principalmente a los recursos humanos, instalaciones, equipos y maquinarias.

Con esta técnica se prevé mejorar el funcionamiento de los equipos de la producción, así como el nivel de capacitación del recurso humano, para incrementar a largo plazo la productividad de la empresa.

La inversión total para la propuesta asciende al monto de \$92.030,00 del cual está dividida en: inversión fija corresponde al 44.55% (\$41.000,00) mientras los costos de operación el 55,45% (\$51.030,00)

La inversión resultante tendrá una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 166% que al ser comparado con el 14% de la Tasa Referencial considerada en el análisis genera un Valor Actual Neto de \$701.259,25, que indica la factibilidad económica, situación que es confirmada al determinar un tiempo de recuperación de dos año frente a los 5 años de vida útil de la propuesta. Por este motivo se considera conveniente la puesta en marcha para la aplicación del mantenimiento preventivo cuya meta es reducir los tiempos improductivos e incrementar la productividad de la empresa.

### **3.8. Recomendaciones.**

Luego de investigar y analizar la situación actual de la empresa y después de determinar los problemas que afectan al proceso de producción de Varilla de Acero se sugiere unas series de recomendaciones los cuales permitirán optimizar las paralizaciones y contribuir con el normal funcionamiento de las maquinarias y equipos.

Con respecto al análisis obtenido se pueden dar ciertas recomendaciones necesarias para que los directivos hagan conciencia y

decidan a poner en marcha esta solución, y no seguir sufriendo pérdidas debido a estos problemas se recomienda lo siguiente:

Que la solución planteada sea puesta en marcha en un corto plazo, con el fin de evitar operaciones repetitivas en todas las áreas de proceso. Establecer programas de control de mantenimiento preventivo y correctivo si fuere necesario.

1. Fomentar la cultura de mantenimiento preventivo dentro de la organización, apoyándose en la planificación de jornadas de entrenamientos, charlas y campañas.

2. Evaluar de forma continua los resultados del Plan de Mantenimiento, desde el punto de vista operativo, a fin de determinar los alcances y limitaciones del mismo y reflejarlo en mejoras necesarias.

3. Redefinir las actividades que deban realizar los mecánicos mantenimiento eléctrico y mecánico, a fin de delimitar funciones con respecto a los operarios de los equipos de fabricación, así como a los mecánicos de línea, a manera de tener una mayor disponibilidad para la realización de las rutinas del preventivo.

Además se sugiere el monitoreo de tiempos improductivos en todas las áreas. Mayor comunicación dentro de sus colaboradores internos y externos a fin de mantener un ambiente de trabajo confiable y seguro de esta manera se logrará incrementar los índices de productividad de la empresa, garantizando una mayor satisfacción del cliente

Por otro lado se sugiere a la alta Gerencia que invierta en el mejoramiento de sus activos, debido a que si respeta la vida útil del equipo asignado, este rendirá con mayor eficiencia, lográndose el cumplimiento de la planificación programada anual.

## GLOSARIO DE TÉRMINO

**Anillos de Carburo.-** Son elementos de laminación constituidos por carburo de tungsteno ubicados en el Monoblock o Tren 175 y tallados en diferentes diseños de laminación

**Barra de Acero.** Es una palanquilla que está siendo laminado en cualquier punto del tren.

**Caja de Laminación o Stand.-** Es aquel cuerpo mecánico que contiene los cilindros o anillos de laminación para realizar la deformación del acero en su estado de plasticidad diseñado para cada medida de la materia prima

**Camino de Rodillo.-** Equipo formado por rodillos en operación que transporta el producto de un lugar a otro a una velocidad controlada de la cabina principal.

**Carga Horno.-** Tonelaje de materia prima que es introducida en el horno para su calentamiento

**Cilindro de Laminación.-** Cuerpo cilíndrico de hierro nodular que consta de canales ó pases de acuerdo a los diferentes perfiles de laminación.

**Cizalla.-** Equipo para realizar cortes determinados lo que requiera el cliente.

**Cobles.-** Desperdicio de laminación, barra que no sigue ó termina su proceso normal de laminación, convirtiéndose en chatarra, por un desajuste en el proceso.

**Enfriamiento Controlado.-** Proceso por el cual se logra mantener la temperatura adecuada de los rodillos y fibras en los trenes laminadores

**Horno de Calentamiento.-** Equipo donde la materia prima ó palanquilla adquiere la temperatura deseada para el proceso de laminación

**Laminación.-** Proceso de conformación plástica del acero, mediante el cual se reduce la sección transversal del metal, al pasar a través de dos cilindros que giran a la misma velocidad periférica y en direcciones opuestas.

**Laminilla.-** Óxido de hierro o cascarilla que se forma por el calentamiento y posterior enfriamiento de acero.

**Luz o Parting.-** Calibración que se le da a los cilindros y anillos de laminación (Medida de la luz existente entre dos cilindros o anillos de laminación).

**Materia Prima (Palanquilla).-** Producto semielaborado de sección transversal cuadrada de acero al carbono, destinado a ser laminado.

**Mesa De Enfriamiento.-** Equipo donde llega el producto terminado, para enfriarse con aire, agua o al medio ambiente

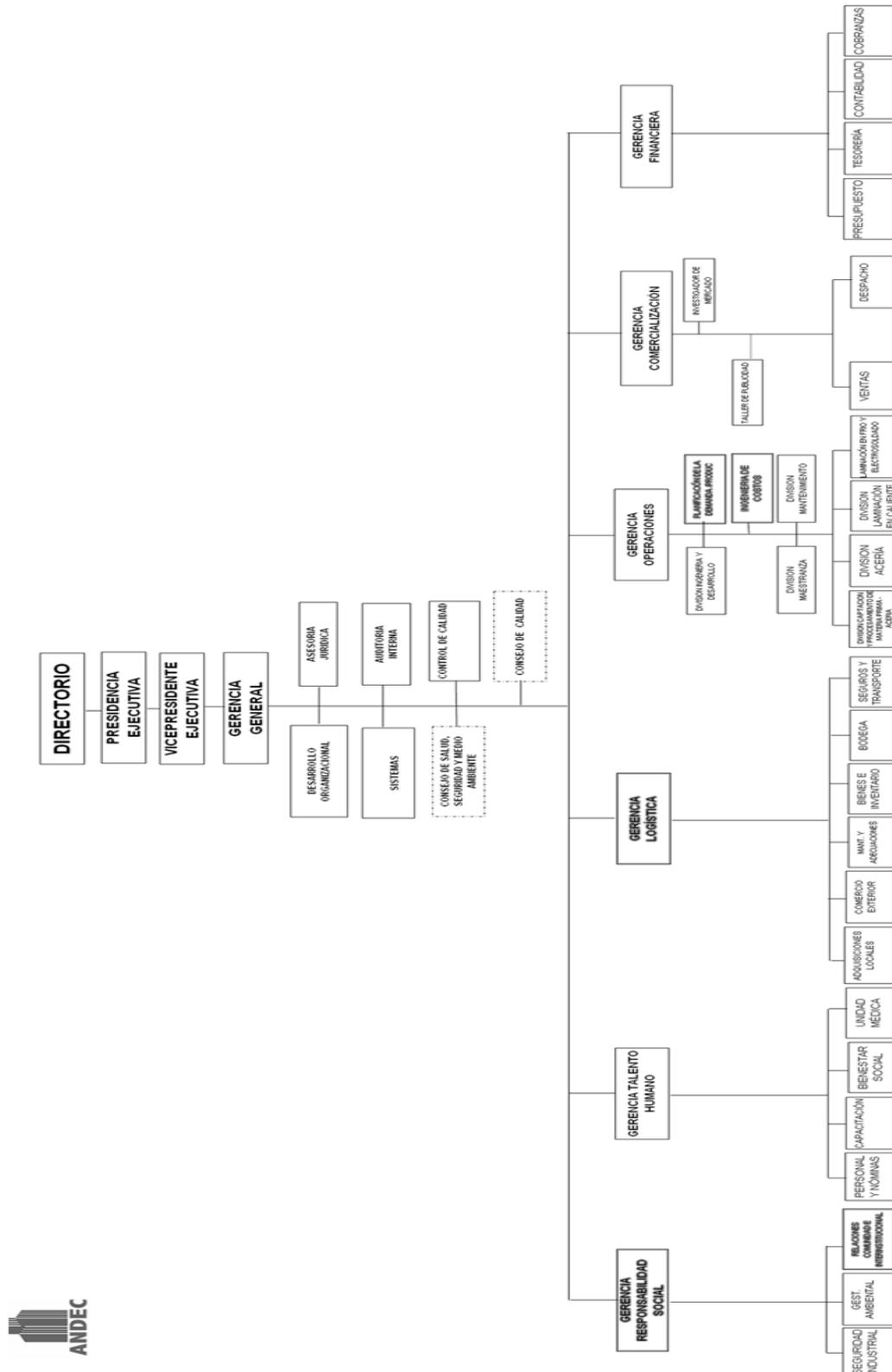
**Monoblock.-** Es un tren continuo de 8 cajas ubicadas alternativamente a 90° lo cual permite la denominada laminación sin torsión

**Proceso Tempcore.-** Es un proceso de laminación en calientes con un termo proceso de enfriamiento controlado, presión de aire, agua

**ANEXOS**

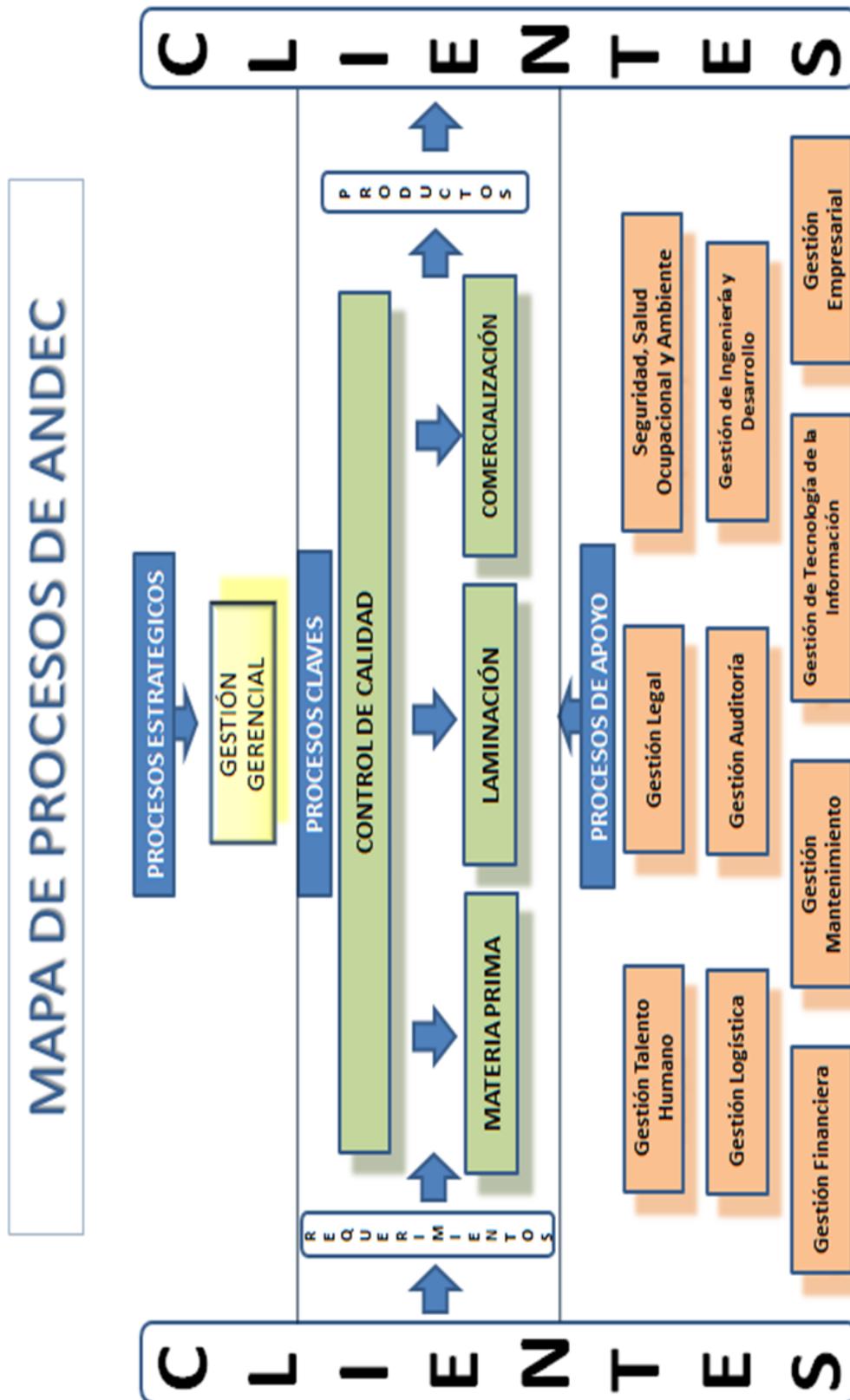
ANEXO # 1

ACERIA NACIONAL DEL ECUADOR ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL



Fuente: Departamento de Producción  
Elaborado por: Choez Castro Luis

ANEXO #2  
 MAPA DE PROCESOS DE ANDEC

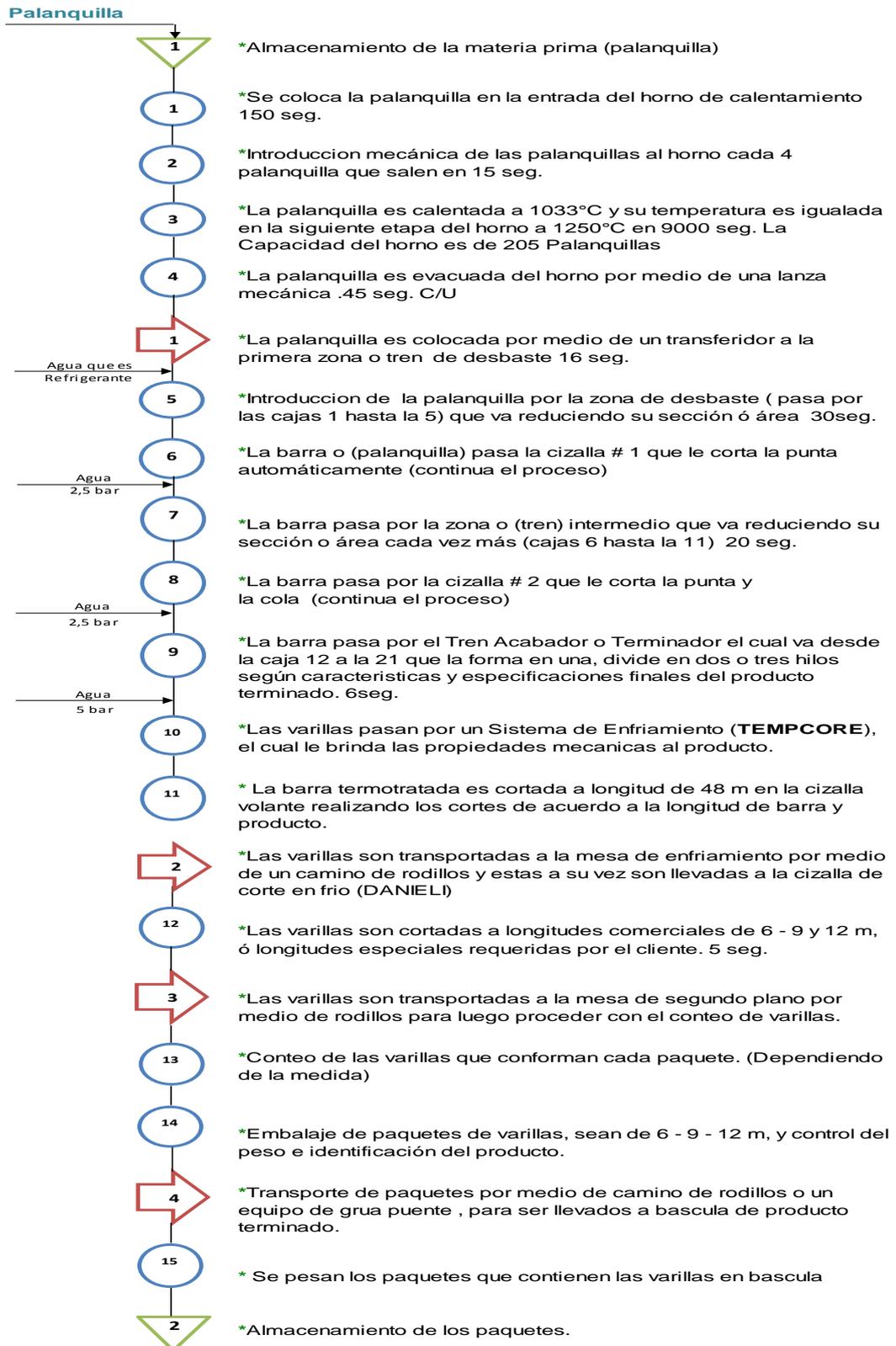


Fuente: Departamento de Producción  
 Elaborado por: Choez Castro Luis



## ANEXO # 4

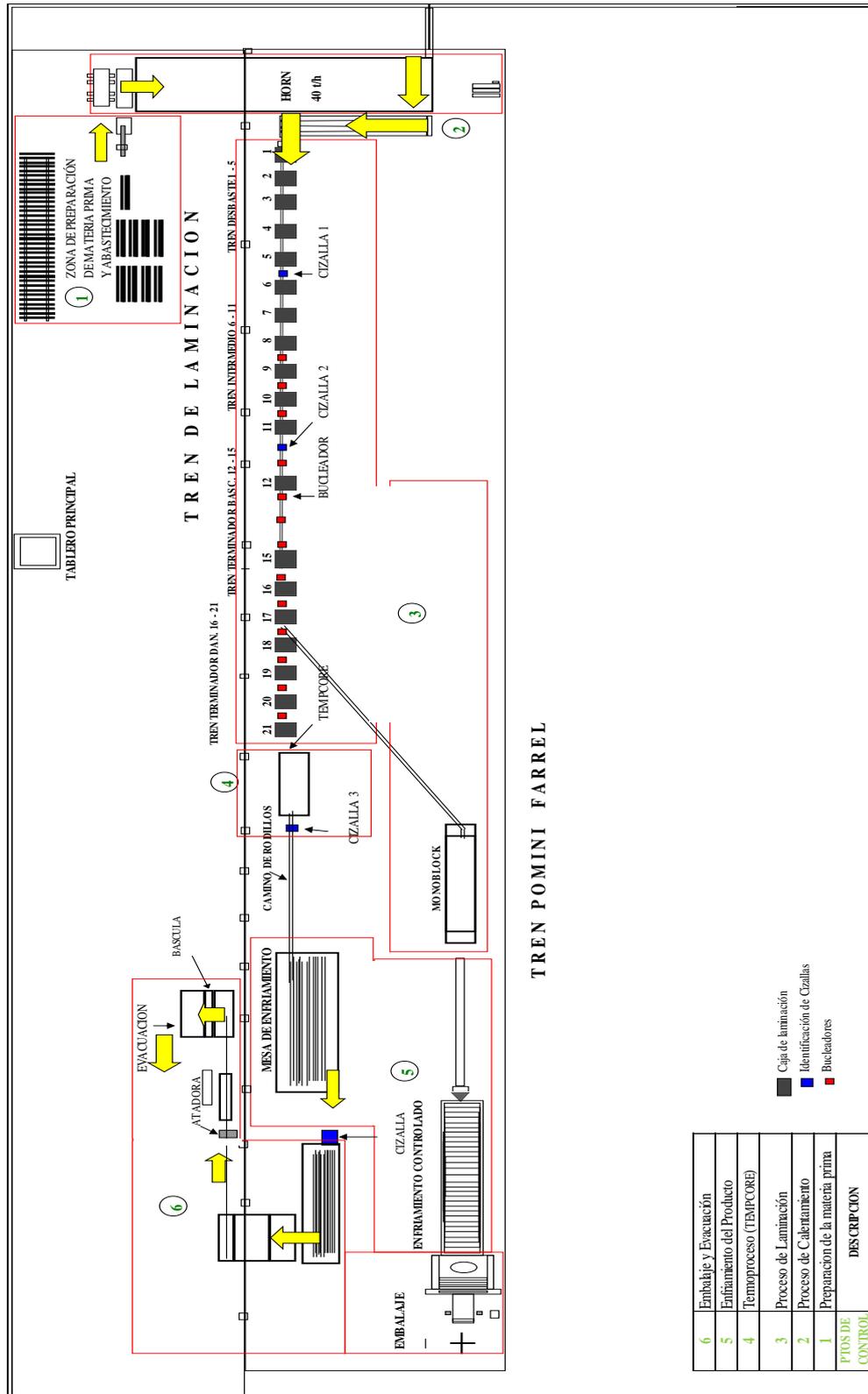
### FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE LAMINACIÓN ANDEC



Fuente: Departamento de laminación  
Elaborado por: Luis Choez Castro

ANEXO # 5

DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LAMINACIÓN EN CALIENTES



Fuente: Departamento de Producción  
Elaborado por: Choez Castro Luis

**ANEXO # 6**  
**REPORTE DE PARADA NO PROGRAMADA**

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION																											
REPORTE DE PARADA NO PROGRAMADA DEL AÑO DEL 2014																											
Falta de Plan de Mantenimiento	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre		total de frecuencia	tiempo	
	frec.	tiemp.	frec.	tiemp.	frec.	tiemp.	frec.	tiemp.	frec.	tiemp.	frec.	tiemp.	frec.	tiemp.	frec.	tiemp.	frec.	tiemp.	frec.	tiemp.	frec.	tiemp.	frec.	tiemp.			
<b>Fallas mecánica</b>																											
rodillo caja 1	0	0,25	0	0,55	0	0,35	1	0,6	0	0,67	0	0,56	0	0,78	0	0,4	1	0,2	0	0,5	0	0,2	0	0,97	2	6	
rodamiento caja 21	1	0,65	0	0,95	0	0,35	0	0,9	0	0,67	0	0,56	0	0,78	0	0,4	0	0,2	0	0,5	1	0,2	0	0,97	2	7	
daño de chumacera caja 16	0	0,65	0	0,65	0	0,35	1	0	0	0,67	0	0,56	0	0	1	0,7	1	0	0	0,5	0	0	1	0,97	4	5	
polin desgatado	0	0,15	0	0,55	0	0,35	1	0,6	0	0,67	0	0,56	0	0,78	0	0,4	0	0,2	1	0,5	0	0,2	0	0,97	2	6	
caja de torcion caja 20	1	0,95	0	0,85	0	0,99	0	0	0	0,67	0	0	0	0,78	0	1,76	0	0	0	1,5	0	0,6	0	0,97	1	8	
<b>Falla eléctrica</b>																											
fusible en la cja 21	0	0,15	0	0,55	1	0,35	1	0,6	0	0,67	0	2,56	0	0,78	0	0,4	1	2,2	0	0,5	0	5,2	0	0,97	3	10	
sensores	0	0	0	0,55	0	0	1	7,6	0	2,67	0	2,56	0	0,78	1	0	0	0,2	0	4,5	0	0,2	0	0,97	2	20	
<b>totales</b>																									16	62	
<b>falta de capacitacion</b>																											
Mala operación de las maquinas	0	0,15	0	0	0	0	1	0,6	0	0	0	0,56	0	0,8	0	0,4	0	0,2	0	0,5	0	0,2	0	0	1	3	
Carencia de experiencia y actitudes	1	0,15	0	0	1	0,35	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0,2	0	0,5	0	0,2	0	0	2	2	
<b>totales</b>																									3	5	
<b>M. prima Fuera de norma</b>																											
Punta revertida	1	0	0	1	1	0	1	0,6	1	0	0	0,56	1	0	0	0,4	0	0,2	1	0,5	0	0	0	0	6	3	
Fisura y poro	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0,4	1	0,2	0	0,5	1	0	0	0,97	8	2	
<b>totales</b>																									14	5	

Fuente: Departamento de Producción  
Elaborado por: Choez Castro Luis

## BIBLIOGRAFIA

**Ambiente, T. U.** (Publicado en el R.O Edición Especial N° 2 de 31 de Marzo del 2003). Calidad Ambiental.

**Cantú Delgado, H. (2009).** Desarrollo de una Cultura de la Calidad. México: Mc Graw Hill Undécima Edición pag.62.

**Edward, D. (2010).** Competividad es Calidad Total. México: Mc Graw Hill.Undécimo Edición pag. 58.

**Gabriel, B. U. (MCGRAW-HILLCuarta Edición2001).** Evaluación de proyectos.

**Industrial, C. I. (2013).** Laminación de Producto Largo de Acero. Porto Alegre-Brasil.

**Industrial, C. I. (2013).** Proceso Térmico de Aceros Largos al carbono. Porto Alegre-Brasil.

**Joel, B. E.-H. (2001).** Fundamentos de Administración Financiera. CECSA.Primer Edición.

**Libro VI, A. 5. (31 de Marzo 2003).** Texto Unificado Legislación Secundarias del Ministerio del Ambiente.

**Pinto,M.M.(2012).**<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1417/4/CAPITULO%203.pdf>. Recuperado el 06 de 10 de 2014

Proceso, D. d. (s.f.). <http://es.scribd.com/doc/612>. Recuperado el 2014

**S.A., A. (2013).** CAPITULO I ,II, III . GUAYAQUIL.

**Tello Coronel, R. J. (2014).** Optimización del Proceso de Evacuación de Varillas de Acero en la Empresa Andec. En R. J. Tello Coronel. Guayaquil, Ecuador.

**Villavicencio Cabrera, C. (2014).** Diseño y Optimización del Sistema de Producción: Proceso de Fabricación de la Varilla de acero de la Empresa Andec S.A.”. En C. Villavicencio Cabrera. guayaquil, guayas, Ecuador.

**Yuyarima, L. (s.f.).** <https://plus.google.com/105175818160564731659>.

