



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA RUTINA PARA LA PRODUCCIÓN DE  
BARRAS CORRUGADAS DE 3/8" x 3 LEGÍTIMO DE ACERO AL CARBÓN  
EN LA PLANTA DE LAMINACIÓN DE SIDERÚRGICA DE GUATEMALA**

**David Fredy Rolando González Cruz**

Asesorado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Guatemala, agosto de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA RUTINA PARA LA PRODUCCIÓN DE  
BARRAS CORRUGADAS DE 3/8" x 3 LEGÍTIMO DE ACERO AL CARBÓN  
EN LA PLANTA DE LAMINACIÓN DE SIDERÚRGICA DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DAVID FREDY ROLANDO GONZÁLEZ CRUZ**  
ASESORADO POR EL ING. JAIME HUMBERTO BATTEN ESQUIVEL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA RUTINA PARA LA PRODUCCIÓN DE BARRAS CORRUGADAS DE 3/8" x 3 LEGÍTIMO DE ACERO AL CARBÓN EN LA PLANTA DE LAMINACIÓN DE SIDERÚRGICA DE GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha agosto de 2012.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'David Fredy Rolando González Cruz', written in a cursive style.

**David Fredy Rolando González Cruz**



Guatemala, 12 de agosto de 2013.  
REF.EPS.DOC.852.08.2013.

Ingeniero  
Juan Merck Cos  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Merck Cos.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **David Fredy Rolando González Cruz**, Carné No. **200611040** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA RUTINA PARA LA PRODUCCIÓN DE BARRAS CORRUGADAS DE 3/8" X 3 LEGÍTIMO DE ACERO AL CARBÓN EN LA PLANTA DE LAMINACIÓN DE SIDERÚRGICA DE GUATEMALA"**.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel

Asesor-Supervisor de EPS

Área de Ingeniería Mecánica Industrial

ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS

de Prácticas de Ingeniería y EPS

de Ingeniería

JHBE/ra



Guatemala, 12 de agosto de 2013.  
REF.EPS.D.559.08.2013

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA RUTINA PARA LA PRODUCCIÓN DE BARRAS CORRUGADAS DE 3/8" X 3 LEGÍTIMO DE ACERO AL CARBÓN EN LA PLANTA DE LAMINACIÓN DE SIDERÚRGICA DE GUATEMALA”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **David Fredy Rolando González Cruz** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Jaime Humberto Batten Esquivel.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Juan Merck Cos  
Director Unidad de EPS



JMC/ra



REF.REV.EMI.143.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA RUTINA PARA LA PRODUCCIÓN DE BARRAS CORRUGADAS DE 3/8" X 3 LEGÍTIMO DE ACERO AL CARBÓN EN LA PLANTA DE LAMINACIÓN DE SIDERÚRGICA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **David Fredy Rolando González Cruz**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. María Martha Wolford de Hernández  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2013.

/mgp



REF.DIR.EMI.225.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de **IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA RUTINA PARA LA PRODUCCIÓN DE BARRAS CORRUGADAS DE 3/8" x 3 LEGÍTIMO DE ACERO AL CARBÓN EN LA PLANTA DE LAMINACIÓN DE SIDERÚRGICA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **David Fredy Rolando González Cruz**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, agosto de 2013.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA RUTINA PARA LA PRODUCCIÓN DE BARRAS CORRUGADAS DE 3/8" X 3 LEGÍTIMO DE ACERO AL CARBÓN EN LA PLANTA DE LAMINACIÓN DE SIDERÚRGICA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **David Fredy Rolando González Cruz**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, agosto de 2013

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por guiarme en la culminación de mi carrera.
<b>Mis padres</b>	Fredy Rolando González y Celina Cruz, por brindarme su amor incondicional y apoyarme en todo momento de mi vida.
<b>Mi novia</b>	Ely Alemán, por todo su cariño y apoyo brindado.
<b>Mi hermana</b>	Michelle González, por estar en todo momento apoyándome.
<b>Mi sobrino</b>	Santiago Sotoy, por ser fuente de inspiración y alegría.
<b>Mis abuelas</b>	Rosa Guerrero y Olivia Castellanos, por estar siempre apoyándome.
<b>Mis abuelos</b>	David Cruz (q.e.p.d.) y Héctor González (q.e.p.d.) por ser mi inspiración para ser una mejor persona.
<b>Mi tío</b>	Brownick González (q.e.p.d.) por despertar en mí el deseo de aprender más.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser mi casa de estudios que me permitió formarme como profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por formarme como profesional.
<b>Corporación Aceros de Guatemala</b>	Por brindarme la oportunidad de realizar mi ejercicio profesional supervisado.
<b>Administración del laminador de barras y alambrón</b>	Por abrirme las puertas y apoyarme en la elaboración de mi proyecto.
<b>Henry González</b>	Por brindarme su amistad y apoyo en la elaboración de mi proyecto de EPS.
<b>Toda mi familia</b>	Tías, primos, primas por estar siempre apoyándome y alegrar mi vida.
<b>Familia Márquez Alemán</b>	Por su apoyo brindado durante mis estudios.
<b>Mis amigos</b>	Juan Pablo Barrera, Sergio Ruiz, Carlos Francisco Ruiz, Omar Arriaza, por ser mis hermanos y brindarme siempre su apoyo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN .....	XVII
OBJETIVOS .....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	1
1.1. Historia y antecedentes de la empresa .....	1
1.2. Visión .....	2
1.3. Misión .....	3
1.4. Valores .....	3
1.5. Políticas de seguridad .....	3
1.6. Reglas de seguridad .....	5
1.7. Reglas específicas del tren laminador .....	6
1.8. Ubicación .....	8
1.9. Estructura organizacional de la empresa .....	9
1.9.1. Organización de planta .....	10
1.9.2. Estructura organizacional del laminador de barras y alambión .....	10

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL: IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA RUTINA PARA LA PRODUCCIÓN DE BARRAS CORRUGADAS DE 3/8" X 3 LEGÍTIMO DE ACERO AL CARBÓN EN LA PLANTA DE LAMINACIÓN .....	13
2.1.	Diagnóstico de la situación actual .....	13
2.1.1.	Diagnóstico por gráfico de Pareto.....	15
2.1.1.1.	Caja G-16 .....	16
2.1.1.2.	Caja G-18 .....	17
2.1.2.	Comportamiento de la producción .....	18
2.1.2.1.	Comportamiento de BL/BP .....	18
2.1.2.2.	Barras perdidas en caja G-16 .....	20
2.1.2.3.	Barras perdidas en caja G-18 .....	21
2.1.2.4.	Comportamiento de los tiempos de paro .....	22
2.1.3.	Determinación del problema .....	23
2.1.3.1.	Definición del problema .....	23
2.1.3.1.1.	Control de las figuras ....	24
2.1.3.1.2.	Quemado de calibres....	25
2.1.3.1.3.	Problemas específicos de caja G-16 .....	26
2.1.3.1.4.	Problemas específicos de caja G-18 .....	32
2.1.3.2.	Delimitación .....	37
2.1.3.3.	Límites .....	41
2.2.	Implementación de gestión de la rutina .....	42
2.2.1.	Estandarización .....	43

2.2.1.1.	Tren acabador.....	44
2.2.1.1.1.	Estándar de control de figuras en el tren acabador.....	44
2.2.1.1.2.	Estándar para el quemado de calibres en cajas del tren acabador.....	55
2.2.1.2.	Grupo de laminación G-16.....	60
2.2.1.2.1.	Estándar para alineación de guías en caja G-16.....	64
2.2.1.3.	Grupo de laminación G-18.....	74
2.2.1.3.1.	Estándar para alineación de guías en caja G-18.....	78
2.2.2.	Entrenamiento en estándares.....	88
2.2.3.	Auditorías de estándar.....	88
2.2.3.1.	Planificación.....	89
2.2.3.1.1.	Objetivo.....	89
2.2.3.1.2.	Meta.....	89
2.2.3.1.3.	Estrategia.....	89
2.2.3.2.	Cronograma de evaluación.....	90
2.2.3.3.	Método de evaluación.....	91
2.2.3.3.1.	Listas de chequeo para auditoría de estándares.....	91
2.2.4.	Tratamientos de falla.....	101
2.2.4.1.	Gatillo.....	105

	2.2.4.2.	Diagrama .....	107
2.2.5.		Comportamiento de la producción .....	109
	2.2.5.1.	Barras perdidas en caja G-16 .....	115
	2.2.5.2.	Barras perdidas en caja G-18 .....	116
	2.2.5.3.	Comportamiento de BL/BP .....	118
	2.2.5.4.	Tiempos de paro en cajas G-18 y G-16 .....	119
2.2.6.		Costos de implementación .....	121
	2.2.6.1.	Papelería e insumos .....	122
	2.2.6.2.	Materiales .....	122
	2.2.6.3.	Mobiliario y equipo .....	123
2.2.7.		Costos implícitos de producción .....	124
3.		FASE DE INVESTIGACIÓN: PROPUESTA PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA ILUMINACIÓN DEL ÁREA ADMINISTRATIVA.....	125
3.1.		Cantidad y descripción de lámparas utilizadas .....	126
3.2.		Consumo de energía actual .....	126
3.3.		Estimación del tiempo de uso.....	126
3.4.		Medición de iluminancia .....	128
3.5.		Estimación del consumo de energía eléctrica .....	129
3.6.		Propuestas para el ahorro en energía eléctrica .....	131
	3.6.1.	Reducción de lámparas empleadas para iluminar las oficinas.....	131
	3.6.2.	Sustitución por iluminación LED .....	133
3.7.		Análisis de las propuestas.....	134
	3.7.1.	Reducción de lámparas .....	135
	3.7.2.	Sustitución por tubos LED .....	136
3.8.		Concientización.....	137

4.	FASE DE DOCENCIA: PLAN DE CAPACITACIÓN PARA ENTRENAR A LOS OPERADORES ENCARGADOS DE LAS OPERACIONES EN EL TREN LAMINADOR, EN LA EJECUCIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE RUTINA.....	139
4.1.	Planificación de capacitación.....	139
4.1.1.	Objetivo.....	139
4.1.2.	Meta.....	139
4.1.3.	Estrategia.....	140
	4.1.3.1. Programación de la capacitación.....	142
	4.1.3.2. Cronograma .....	143
4.2.	Metodología.....	143
4.2.1.	Método de los 4 puntos.....	143
4.2.2.	Material de apoyo .....	144
4.3.	Resultados.....	144
4.3.1.	Evaluación de aprendizaje .....	147
	CONCLUSIONES.....	149
	RECOMENDACIONES.....	151
	BIBLIOGRAFÍA.....	153
	APÉNDICES.....	155
	ANEXO.....	185



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Bosquejo para llegar a SIDEGUA .....	8
2.	Diagrama de Administración General.....	9
3.	Organigrama de producción LBA .....	11
4.	Gráfico de Pareto del tren laminador .....	14
5.	Gráfico de Pareto del tren acabador .....	15
6.	Gráfico de Pareto caja G-16.....	16
7.	Gráfico de Pareto caja G-18.....	17
8.	Gráfico comportamiento BL/BP primer semestre 2012.....	19
9.	Barras perdidas por campaña en caja G-16 .....	20
10.	Barras perdidas por campaña en caja G-18.....	21
11.	Tiempos de paro por barras perdidas.....	22
12.	Defecto de mordida en la cabeza de barra.....	27
13.	Rodillos separadores .....	28
14.	Separación de barra a 3 hilos .....	29
15.	Hilo con defecto de mordida.....	30
16.	Tubos de salida.....	33
17.	Barra enrollada en caja G-18 .....	34
18.	Cabeza de barra atorada en tubo de salida .....	36
19.	Barra amontonada en FA-17 .....	37
20.	Esquema de proceso de laminación .....	38
21.	Esquema tren acabador .....	39
22.	Cajas H-13, G-14 - formabucles FA-13 y FA-14.....	39
23.	Cajas H-15, G-16 - formabucles FA-15 y FA-16.....	40

24.	Cajas H-17, G-18 y formabucle FA-17 .....	40
25.	Panorámica del tren acabador .....	41
26.	Avión de la calidad .....	42
27.	Flujograma para el control de figuras.....	45
28.	Estándar de control de figuras en el tren acabador.....	47
29.	Flujograma para el quemado de calibres en cajas del tren acabador .....	55
30.	Estándar de quemado de calibres en cajas del tren acabador.....	57
31.	Flujograma para alineación de guías en caja G-16.....	61
32.	Estándar para alineación de guías en caja G-16 .....	64
33.	Flujograma de alineación de guías de caja G-18 .....	75
34.	Estándar de cambio de calibre en caja G-18 .....	78
35.	Cronograma de primera auditoría .....	91
36.	Lista de chequeo para auditoría de control de figuras.....	92
37.	Lista de chequeo para quemado de calibres en cajas del tren acabador .....	94
38.	Lista de chequeo para alineación de guías de caja G-16.....	96
39.	Lista de chequeo para alineación de guías de caja G-18.....	98
40.	Formulario para registro y análisis de fallas .....	102
41.	Flujograma de tratamiento de falla.....	108
42.	Pareto tren laminador 2012-2013 .....	110
43.	Comparación de tiempos de paro períodos 1 y 2.....	111
44.	Comparación de tiempos de paro períodos 1 y 2.....	112
45.	Comparación de tiempos de paro períodos 1 y 2: tren acabador .....	113
46.	Comparación de barras perdidas períodos 1 y 2: tren acabador.....	114
47.	Barras perdidas en caja G-16 .....	115
48.	Barras perdidas en caja G-18 .....	117
49.	Comportamiento de BL/BP .....	118
50.	Tiempo parado por barras perdidas.....	120

51.	Diagrama de metodología de entrenamiento.....	141
52.	Cronograma de capacitaciones.....	143
53.	Formato de evaluación para cambio de calibre en caja G-16.....	145
54.	Formato de evaluación para muestreo en tren acabador .....	146

## TABLAS

I.	Tiempo de paro y cantidad de barras perdidas .....	13
II.	Campañas de 3/8” x 3 legítimo del primer semestre de 2012 .....	19
III.	Tabla resumen de problemas en caja G-16 .....	26
IV.	Tabla resumen de problemas en caja G-18 .....	32
V.	Resumen de barras y tiempo de paro, período 2012-2013 .....	105
VI.	Resumen de campañas agosto 2012 a febrero 2013.....	109
VII.	Tiempos de paro y barras perdidas en el tren laminador .....	110
VIII.	Comparación de períodos 1 y 2: caja G-16.....	116
IX.	Comparación de períodos 1 y 2 en caja G-18.....	117
X.	Comparación de BL/BP.....	119
XI.	Tiempos de paro en cajas G-16 y G-18 .....	121
XII.	Desglose de costos de papelería e insumos .....	122
XIII.	Desglose de costos de materiales .....	123
XIV.	Desglose de costos de mobiliario y equipo .....	123
XV.	Costos implícitos de producción.....	124
XVI.	Listado de tubos y horas de uso .....	127
XVII.	Mediciones de iluminancia .....	128
XVIII.	Consumo de energía eléctrica .....	130
XIX.	Propuesta de reducción de lámparas.....	132
XX.	Propuesta de sustitución por tubos LED .....	133
XXI.	Resultado de las evaluaciones.....	147



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Q</b>	Cifras expresadas en quetzales
<b>kWh</b>	Kilovatio hora
<b>MW</b>	Megavatio
<b>mm</b>	Milímetro
<b>%</b>	Porcentaje



## GLOSARIO

<b>Acero</b>	Material en el que el hierro es predominante y cuyo contenido en carbono es, generalmente, inferior al 2 por ciento y contiene otros elementos.
<b>Barra</b>	Materia prima utilizada para el proceso de laminación, que tiene una longitud de 12 metros, sección de 150 x 150 milímetros y un peso de 2 115 kilogramos.
<b>BL</b>	Abreviatura que corresponde a las barras que efectivamente fueron laminadas, se expresa en unidades.
<b>BP</b>	Abreviatura que corresponde a las barras que se perdieron durante el conformado, se expresa en unidades.
<b>BL/BP</b>	Indicador de proceso, el cual da como resultado cuántas barras se laminan para perder una.
<b>Caja de laminación</b>	Son equipamientos destinados a contener cilindros laminadores que giran en sentidos opuestos, absorbiendo los esfuerzos de conformado en la barra durante el proceso de laminación.

<b>Caja giratoria</b>	Grupo de laminación que puede trabajar en posición vertical u horizontal según se requiera, se identifican con la letra G, siendo estas las cajas G-14, G-16 y G-18.
<b>Caja horizontal</b>	Grupo de laminación que trabaja con los cilindros laminadores girando en posición horizontal, se identifican con la letra H, siendo las cajas H-0, H-1, H-3, H-5, H-7, H-9, H-11, H-13, H-15 y H-17.
<b>Caja vertical</b>	Caja de laminación que trabaja con los cilindros laminadores girando en posición vertical, se identifican con una letra V, siendo estas las cajas V-2, V-4, V-6, V-8, V-10 y V-12.
<b>Calibre</b>	Es el espacio maquinado que existe entre 2 cilindros laminadores en posición superpuesta, por donde pasa la barra. También llamado canal de laminación.
<b>Campaña</b>	Es la producción de una cantidad de barras de una medida en específico (3/8" legítimo, 1/2", 1 3/8") solicitada por ventas.
<b>Cizalla</b>	Son equipos auxiliares en el proceso de laminación, se utilizan para despuntes (cabeza y cola) de la barra durante el proceso de conformado, buscando eliminar puntas frías o defectuosas. Asimismo se utilizan para el corte de emergencia, picando la barra, cuando se pierde la barra durante la

laminación. Se identifican por las letras C, siendo éstas la C-6, C-12 y C-41.

**Factor R** Valor utilizado por el control automático del tren para regular las tensiones durante el conformado por medio de velocidades en las cajas de laminación.

**Formabucle** Es un mecanismo con 2 rodillos fijos en los extremos y un rodillo expulsor que ayuda a la formación del lazo de barra en proceso. Su función principal, es la de eliminar tensión entre 2 cajas de laminación compensando la diferencia de velocidades, se identifican con las letras FA, siendo estos FA-11, FA-12, FA-13, FA-14, FA-15, FA-16 y FA-17.

**Gestión de la rutina** Es un trabajo ordenado y participativo que tiene como objetivo garantizar el resultado esperado por las partes interesadas, actuando en los parámetros críticos del proceso.

**Proceso de conformado** Secuencia de pases o grupos de laminación donde la barra es deformada mecánicamente en secciones geométricas.

**Tri-separación** Es una técnica de conformado que permite un mayor aprovechamiento del tren laminador, ya que de una palanquilla se conforman 3 barras corrugadas de acero al carbón de igual longitud.

**Tren acabador**

Secuencia de pases de laminación localizados después del tren intermedio y son los pases finales del proceso, en esta sección se da la deformación final de producto, se proporcionan las dimensiones, calidades superficiales al acero y se definen las propiedades mecánicas del producto, esta secuencia se encuentra integrada por las cajas H-13, G-14, H-15, G-16, H-17 y G-18.

**Tren desbaste**

Secuencia de pases de laminación que sirven como pases iniciales partiendo de la palanquilla en caliente, en la cual se emplean esfuerzos de laminación elevados, se deforman secciones robustas de la palanquilla y el peso lineal de la barra es elevado, esta secuencia se encuentra integrada por las cajas H-0, H-1, V-2, H-3, V-4, H-5 y V-6.

**Tren intermedio**

Secuencia de pases de laminación localizados después del desbaste, en la cual existen altas deformaciones de figura y cuyo fin es la preparación progresiva de la forma y dimensiones del producto, esta secuencia se encuentra integrada por las cajas H-7, V-8, H-9, V-10, H-11 y V-12.

## RESUMEN

La finalidad del presente proyecto de Ejercicio Profesional Supervisado, consiste en lograr la estabilización en el conformado de barras corrugadas de 3/8" x 3 legítimo en el laminador de barras y alambrón.

Se estandarizaron las tareas críticas involucradas durante el conformado; dichas tareas críticas tienen un impacto considerable en la pérdida de barras, debido a los diferentes problemas que se presentan en el proceso.

Asimismo con la estandarización, se capacitó a los técnicos laminadores del tren en su uso e interpretación, eliminando de esta forma los criterios personales, los cuales pueden generar pérdida de barras y desgaste excesivo en los diferentes componentes de la caja laminadora, guías (estáticas y rodillos), canales de cilindros, embudos de entrada y salida de formabucle. Con la estandarización se mostró un solo camino correcto para realizar la tarea.

Además dichos estándares serán sometidos a evaluaciones futuras para determinar su confiabilidad, necesidades de actualización y si son utilizados por los técnicos laminadores.



# OBJETIVOS

## General

Implementar la gestión de la rutina en el proceso de conformado de barras de 3/8" x 3 legítimo de acero al carbón, en el área crítica del laminador de barras y alambrón.

## Específicos

1. Elaborar estándares de rutina de las tareas críticas del tren laminador.
2. Diseñar un plan para ejecutar auditoria de estándares.
3. Definir los criterios a utilizar para apertura de tratamientos de falla.
4. Definir la forma en que se registrarán y analizarán las fallas.
5. Comparar el comportamiento de las barras perdidas y tiempo de paro por barra perdida antes y durante la implementación.
6. Diseñar una propuesta de ahorro energético para las oficinas administrativas.
7. Diseñar un plan de capacitación para entrenar a los técnicos laminadores del tren laminador en el uso y ejecución de los estándares.



## INTRODUCCIÓN

La planta laminadora de barras y alambón localizada en el parque industrial Siderúrgica de Guatemala (SIDEGUA), se dedica a la conformación de barras de acero corrugado y alambón de diferentes medidas a través del proceso de laminación en caliente. El proceso de conformado involucra realizar diferentes tareas con el personal encargado de operar, controlar y supervisar la operación en el tren de laminación, así como cumplir con los programas de mantenimiento preventivo para el funcionamiento de la maquinaria y con ello alcanzar una estabilidad del proceso.

La Gerencia, basándose en el principio de sistema de gestión para control del proceso, no existe mejora sin rutina, decide iniciar con la implementación de la gestión de la rutina: que es una metodología utilizada para la eliminación de problemas en un proceso de producción, utilizando la Metodología de Análisis para Solución de Problemas (MASP).

En el laminador de barras y alambón, se inició con la implementación de la gestión de la rutina para producción de barras de 3/8 pulgadas x 3 legítimo de acero al carbón, esto se debe a que como historial, es la medida que tiene un alto porcentaje de problemas en el proceso de laminación por ser a 3 hilos como producto final, lo que conlleva a tener una inestabilidad en el conformado, afectando directamente los indicadores de producción y el cumplimiento de las metas proyectadas.



# **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

## **1.1. Historia y antecedentes de la empresa**

En 1963, Aceros de Guatemala inicia sus operaciones como empresa individual, dedicándose a la fabricación de clavos, principia con varias máquinas de tecnología alemana.

En 1970, Aceros de Guatemala instala una nueva laminadora moderna y electrónica, con una capacidad de 3 000 toneladas al mes, la cual partiendo de la palanquilla de acero, fabrica alambres que es la materia prima que se utiliza en todas las secciones de alambre y varilla de hierro para la construcción desde 3/16 a 1 1/4 pulgadas.

En 1987, adquiere la planta INTUPERSA. Empresa dedicada a la fabricación de tubería y perfiles metálicos. Adquiriéndose 2 líneas para fabricación de tubería industrial, 2 líneas para la fabricación de tubería negra y una línea de galvanizado de tubería de 1/2 hasta 4 pulgadas.

En 1991, inicia la construcción de SIDEGUA con la primera piedra de la acería, iniciando en un terreno agrícola de 275 000 metros cuadrados, ubicados en el kilómetro 65, Masagua, Escuintla. Esta inicia operaciones en 1994 con la producción de lingote de acero.

En 1995, Aceros de Guatemala compra la planta INDETA, para la fabricación de clavos y alambres, con maquinaria de tecnología alemana.

El laminador de barras y alambón inició operaciones el 8 de octubre del 2008 en el interior del parque industrial Siderúrgica de Guatemala, con la fabricación de barras corrugadas de acero al carbón de 1 pulgada.

El proceso de laminación inicia con el calentamiento de palanquillas de acero al carbón de sección cuadrada, que se obtienen por medio del proceso de colada continua. Posteriormente se hacen pasar por cajas de laminación, que son básicamente una pareja de cilindros girando en sentido contrario uno respecto del otro, sometiéndolas a un proceso de conformación mecánica, reduciendo su área sucesivamente en cada paso. Finalmente se obtienen productos terminados como: barras corrugadas desde 3/8 hasta 1 3/8 pulgadas y alambrones desde 5,5 milímetros hasta 12 milímetros.

El laminador cuenta con un horno de empuje marca Bendotti, con deshornamiento lateral. Funciona a base de *bunker* tipo C, aire de combustión y aire de atomización, en donde se recalientan palanquillas de 150 x 50 x 12 000 milímetros con una capacidad productiva de 70 toneladas por hora (350 000 toneladas por año), totalmente automatizado.

## **1.2. Visión**

“Mantener el liderazgo en Guatemala y el resto de Centro América, en la fabricación y distribución de productos de acero para la construcción y otros sectores; identificados y comprometidos con los altos estándares de la siderurgia a nivel internacional”.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Corporación Aceros de Guatemala. Departamento de Recursos Humanos.

### **1.3. Misión**

“En Corporación Aceros de Guatemala, fabricamos y distribuimos productos de acero con calidad certificada en un ambiente seguro, con un equipo humano especializado y motivado; comprometido con nuestros clientes, la sociedad y el cuidado del medio ambiente”.<sup>2</sup>

### **1.4. Valores**

Los valores de la Corporación Aceros de Guatemala, son el conjunto de cualidades deseadas en cada una de las personas que integran dicha empresa. El objetivo básico de establecer valores es tener una referencia que regule el comportamiento general de la organización, siendo éstos:

- “Honestidad y rectitud”.
- “Actitud responsable”.
- “Calidad en todo lo que se hace”.
- “Personas leales, comprometidas y realizadas”.
- “Seguridad en el ambiente de trabajo”.
- “Cliente satisfecho”.<sup>3</sup>

### **1.5. Políticas de seguridad**

Las políticas de seguridad de la Corporación Aceros de Guatemala, son un conjunto de reglas redactadas de manera comprensible a todos los niveles para mantener un nivel de seguridad en todo momento, siendo éstas:

---

<sup>2</sup> Corporación Aceros de Guatemala. Departamento de Recursos Humanos.

<sup>3</sup> Ibid.

- “Para corporación Aceros de Guatemala, la integridad del ser humano, su salud, seguridad es un valor que está por encima de los demás objetivos y prioridades de la empresa”.
- “Ninguna situación de emergencia, producción o resultados puede justificar la falta de seguridad de las personas”.
- “La empresa es responsable por propiciar los medios y recursos adecuados para que todas las actividades sean ejecutadas con seguridad”.
- “La corporación garantizará que se realicen todos los esfuerzos necesarios para preservar la salud ocupacional y la seguridad de las personas”.
- “Los gerentes de la empresa son los principales responsables por la seguridad de todas las personas que trabajan en su área”.
- “El Departamento de Seguridad Industrial, debe actuar de forma preventiva como apoyo y soporte técnico a los gerentes”.
- “Cada colaborador tiene la responsabilidad de velar por su seguridad y por la seguridad de sus compañeros”.
- “Todos tienen la obligación de identificar actos y condiciones inseguras y de obtener con persistencia y determinación soluciones junto con los niveles superiores”.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Corporación Aceros de Guatemala. Departamento de Recursos Humanos.

## 1.6. Reglas de seguridad

Las reglas de seguridad de la Corporación Aceros de Guatemala, tienen como objetivo prevenir los accidentes y crear áreas de trabajo más seguras en las diferentes plantas, siendo éstas:

- “Operar o intervenir equipos especiales sólo si se está capacitado, certificado y autorizado”.
- “Mantenerse siempre a distancia segura de las cargas suspendidas”.<sup>5</sup>
- “Bloquear todas las fuentes de energía antes de intervenir máquinas o equipos en movimiento”.
- “Mantener las manos alejadas de equipos en movimiento o con riesgo de atrapamiento”.
- “Ingresar a las áreas restringidas sólo si se está autorizado”.
- “Solo ejecutar tareas que tengan los riesgos debidamente evaluados y controlados”.
- “Respetar y mantener todos los dispositivos de seguridad operativos”.
- “Comunicar inmediatamente todo accidente, incidente, acto y condición insegura”.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> Corporación Aceros de Guatemala. Departamento de Recursos Humanos.

<sup>6</sup> Ibid.

- “Utilizar siempre los Elementos de Protección Personal (EPP) exigidos por cada actividad”.
- “Respetar todos los procedimientos, instrucciones, señales y advertencias”.<sup>7</sup>

### **1.7. Reglas específicas del tren laminador**

Las reglas de seguridad del laminador de barras y alambrón, tienen como objetivo prevenir los accidentes y crear áreas de trabajo más seguras en el tren laminador por lo que éstas son más específicas y se detallan a continuación:

- “Nunca le dé la espalda al tren laminador, no pierda de vista la barra en proceso”.<sup>8</sup>
- “Siempre que utilice los equipos de oxicorte, cortadora, esmeril y pulidora confirme que el pre-uso fue realizado y atender restricciones”.
- “Mantenga el piso del área libre de aceite, grasa, chatarra y agua en exceso”.
- “Utilice siempre las pasarelas ubicadas en la línea del tren laminador para pasar de un lugar a otro”.
- “Siempre cierre la compuerta de charolas para la extracción de hierro (C6, C12, C41 y C23)”.

---

<sup>7</sup> Corporación Aceros de Guatemala. Departamento de Recursos Humanos.

<sup>8</sup> Corporación Aceros de Guatemala. Gerencia Laminador de Barras y Alambrón.

- “Utilice la regla de áreas seguras y procedimientos establecidos para la extracción e ingreso de cajas al tren laminador”.
- “Coloque el pulpito local en 0 cuando necesite realizar una tarea en las áreas del tren laminador”.
- “Solamente una persona deberá permanecer en el área del púlpito local durante la operación o manipulación de cajas en las diferentes áreas del tren laminador”.
- “Prohibido el juego físico de cualquier tipo”.
- “Prohibido fumar”.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Corporación Aceros de Guatemala. Gerencia Laminador de Barras y Alambrón.

## 1.8. Ubicación

El laminador de barras y alambroón se encuentra en el kilómetro 65,5 carretera antigua al puerto San José, Masagua, Escuintla. En el interior del parque industrial Siderúrgica de Guatemala.

Figura 1. Bosquejo para llegar a SIDEGUA



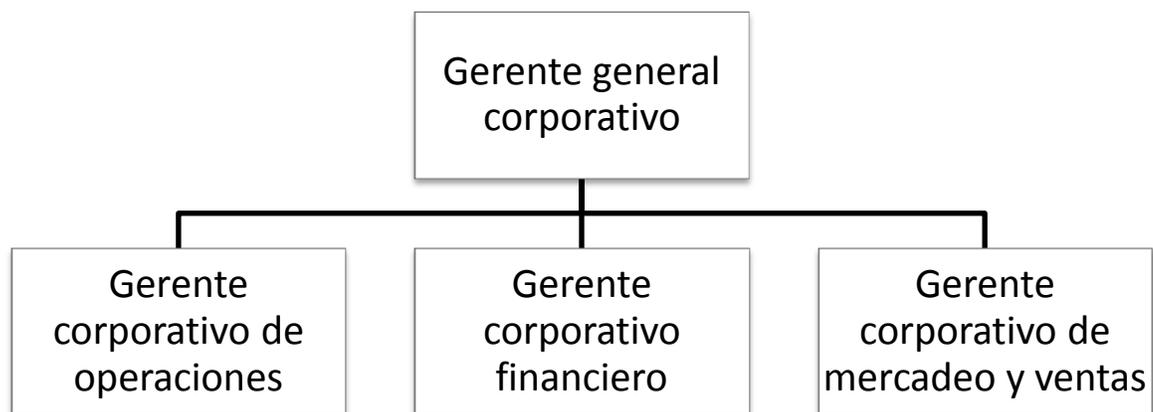
Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio

## 1.9. Estructura organizacional de la empresa

La corporación Aceros de Guatemala posee una estructura jerárquica dividida en una administración directiva y otra general, por lo que se encuentra organizada de la siguiente forma:

- Junta Directiva: integrada por los propietarios y principales ejecutivos de la corporación.
- Administración General: cuya función principal es la administración control de los bienes su estructura es vertical.

Figura 2. **Diagrama de Administración General**



Fuente: Corporación Aceros de Guatemala.

### **1.9.1. Organización de planta**

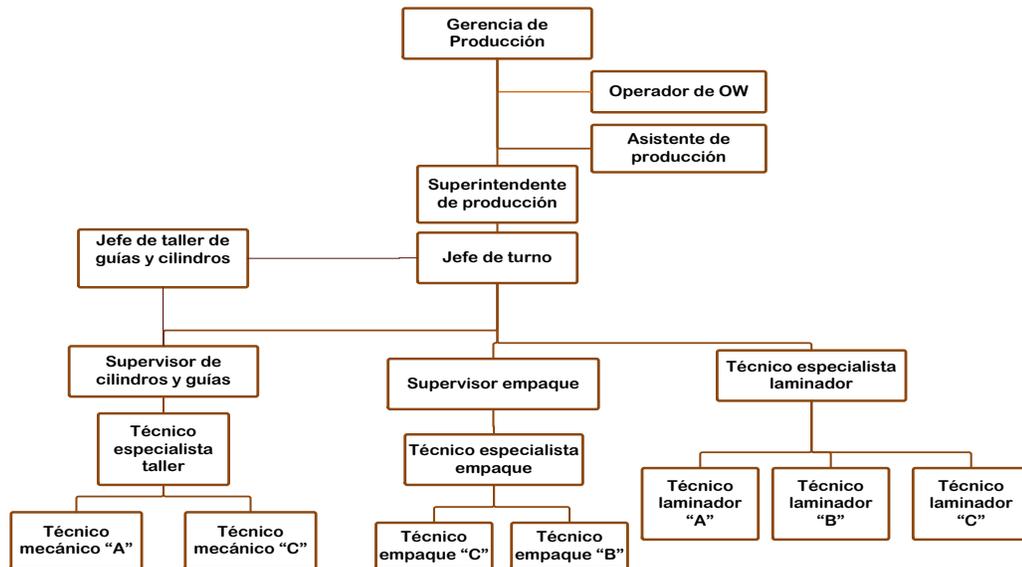
Cada planta productiva de la Corporación Aceros de Guatemala, cuenta con su propia administración. Las plantas productivas de la corporación se encuentran administradas de la siguiente forma:

- Gerencia Administrativa: administra y controla los bienes de cada planta. Su función principal es planear y dirigir las operaciones necesarias para que la producción se lleve cabo.
- Gerencia de Producción: vela por el cumplimiento de los programas de mercadeo, ventas y requerimientos de calidad.

### **1.9.2. Estructura organizacional del laminador de barras y alambrón**

La estructura presentada en la figura 3 corresponde a una de tipo funcional la cual se representa por medio de un organigrama vertical. Este tipo de organigrama permite establecer la responsabilidad y autoridad en la planta. Se integra por unidades ramificadas con orden descendente por lo que la gerencia de producción se considera el nivel superior.

Figura 3. Organigrama de producción LBA



Fuente: Gerencia de Laminador de Barras y Alambrón.

Entre las ventajas de este tipo de estructura se encuentran: que es de fácil comprensión y que indica claramente los niveles jerárquicos para la toma de decisiones. Sin embargo se pueden volver demasiados complejos y extensos así como provocar inflexibilidad y complicaciones en la cadena de mando ya que las comunicaciones tardan más en llegar a niveles jerárquicos superiores.



## 2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL: IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE LA RUTINA PARA LA PRODUCCIÓN DE BARRAS CORRUGADAS DE 3/8" X 3 LEGÍTIMO DE ACERO AL CARBÓN EN LA PLANTA DE LAMINACIÓN

### 2.1. Diagnóstico de la situación actual

El problema principal durante el conformado de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo es la pérdida de barras en proceso y el tiempo en retirar la chatarra, revisar el tren y llevarlo de nuevo a condiciones de trabajo.

Utilizando información de las 5 campañas de barra corrugada 3/8" x 3 legítimo que se llevaron a cabo entre enero y junio de 2012 se obtiene la siguiente tabla con los tiempos de paro por barra perdida y cantidad de barras perdidas en los sectores de tren acabador, desbaste, intermedio y Cizalla C-41.

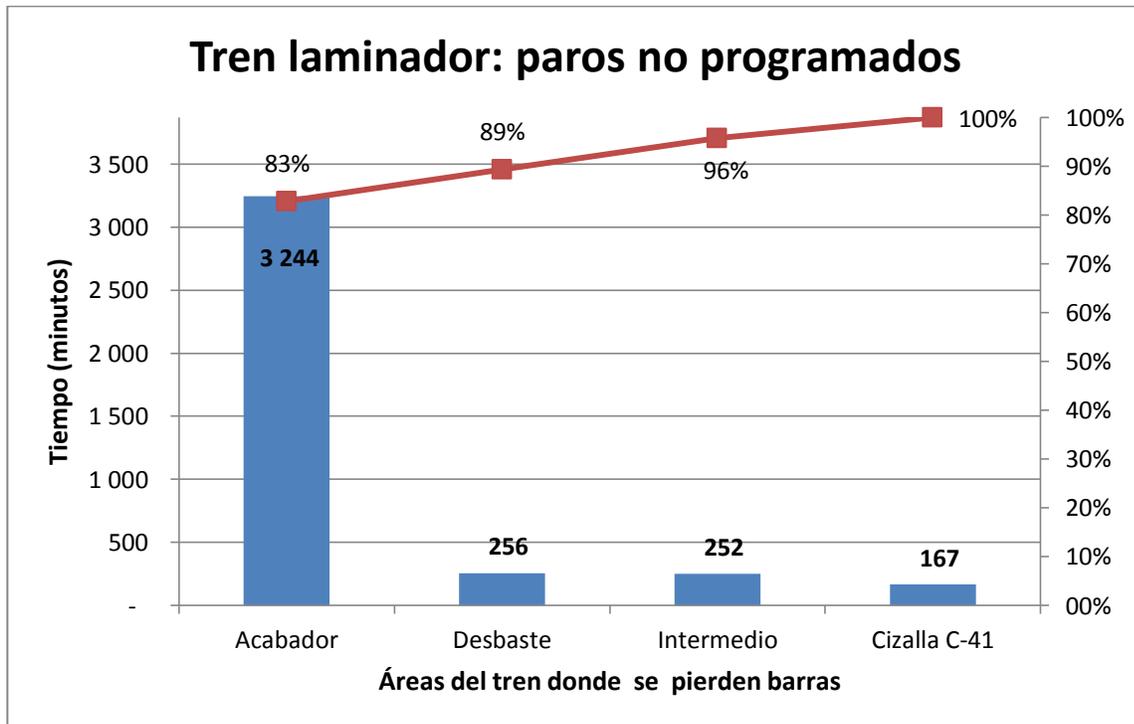
Tabla I. **Tiempo de paro y cantidad de barras perdidas**

	Tiempo de paro (minutos)	Barras perdidas
Acabador	3 244	71,5
Desbaste	256	2
Intermedio	252	7,5
Cizalla C-41	167	6
<b>Total</b>	<b>3 919</b>	<b>87</b>

Fuente: elaboración propia.

A continuación se muestra un gráfico de Pareto mostrando el tiempo de paro no programado por barras perdidas.

Figura 4. Gráfico de Pareto del tren laminador



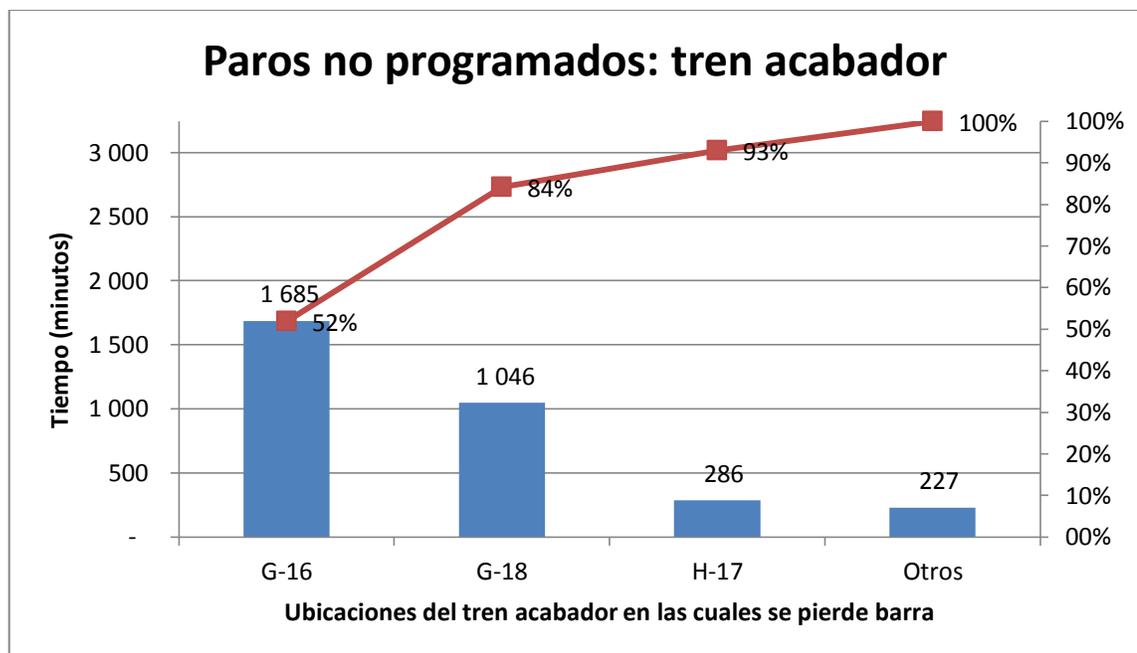
Fuente: elaboración propia.

Se determina que el tren acabador es un área crítica ya que con 3 244 minutos de paro durante 5 campañas representa el 83 por ciento de los paros no programados por barras perdidas.

### 2.1.1. Diagnóstico por gráfico de Pareto

El diagnóstico en el tren acabador se realiza por medio de gráfico de Pareto; esto para determinar los puntos críticos en los cuales se pierde mayor tiempo por paros no programados debido a barras perdidas.

Figura 5. Gráfico de Pareto del tren acabador



Fuente: elaboración propia.

La caja G-16 representa el 51,9 por ciento (1 685 minutos) de los paros no programados por barras perdidas en el tren acabador, además de perder barras en este punto, le sigue la caja G-18 con 32,3 por ciento (1 046 minutos).

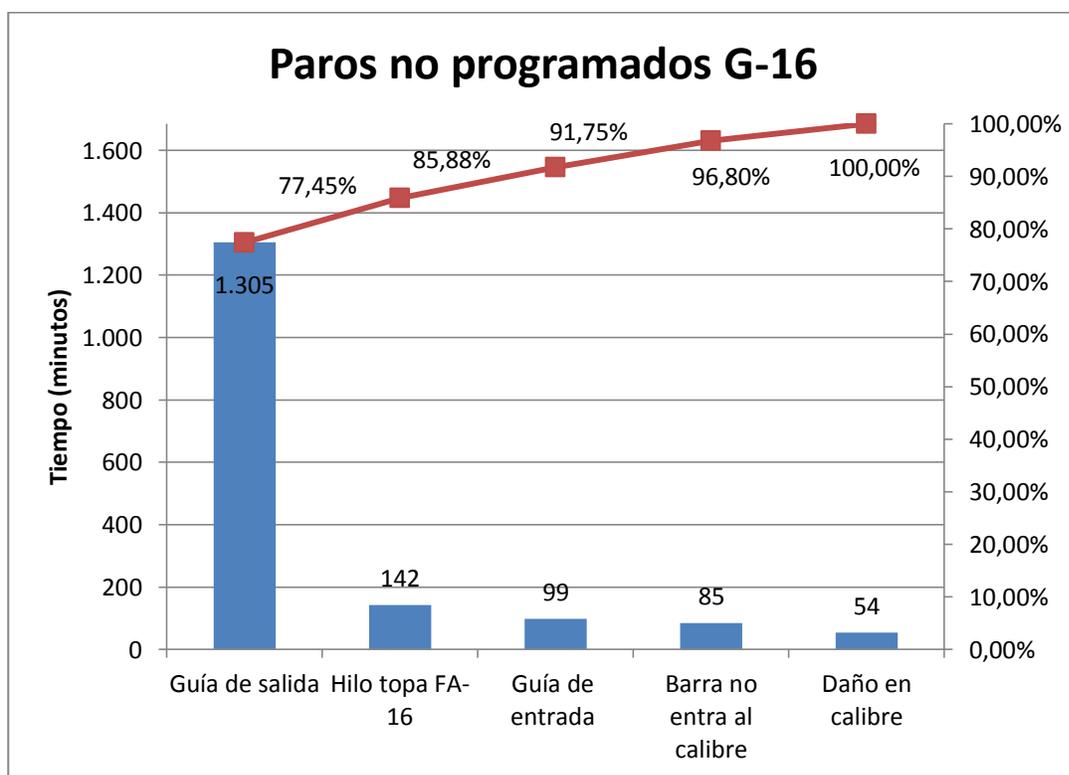
En la figura 5 se observa que los puntos críticos en el tren acabador durante la producción de 3/8 de pulgada x 3 legítimo, son las cajas G-16 en la

cual se realiza la separación a 3 hilos y la caja G-18 con el que finaliza el proceso de conformado al darle la corruga y marca a las barras.

### 2.1.1.1. Caja G-16

A continuación se presenta un gráfico de Pareto con el tiempo de paro no programado en la caja G-16, la información se obtuvo de los reportes de paro no programado registrados en dicha caja.

Figura 6. Gráfico de Pareto caja G-16



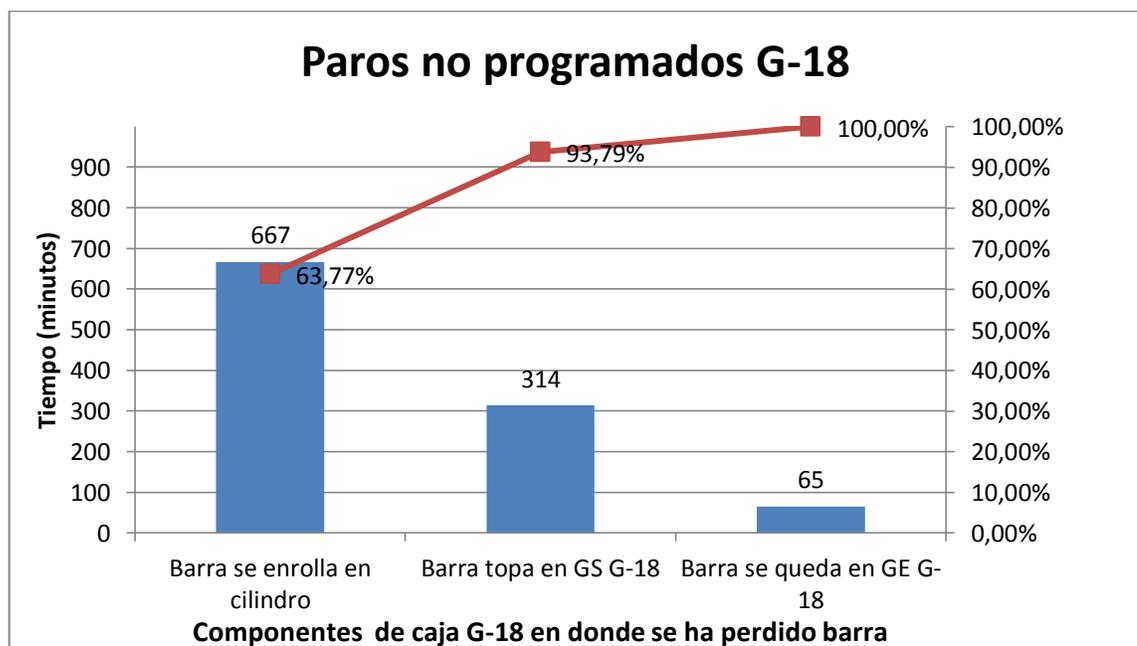
Fuente: elaboración propia.

Se observa que los mayores problemas se concentran en la guía de salida de la caja con un 77,45 por ciento (1 305 minutos) de tiempo perdido y 25 barras perdidas. Esta guía de salida tiene rodillos separadores en el cual se obtienen los 3 hilos de acero para mejor aprovechamiento de la barra, por lo que se requiere un control estandarizado para la calibración y alineación de guías.

### 2.1.1.2. Caja G-18

A continuación se muestra el gráfico de tiempos de paro no programados en la caja G-18, la información se obtuvo de los reportes de paro no programado registrados en dicha caja.

Figura 7. Gráfico de Pareto caja G-18



Fuente: elaboración propia.

Se observa en la figura 6 que el 63,77 por ciento (677 minutos) de tiempo de paro no programado y 9 barras perdidas corresponden al problema de la barra enrollándose en el cilindro de la caja y el 30,02 por ciento (314 minutos) de tiempo de paro no programado y 6 barras perdidas se deben a que la barra topa en tubo de salida.

## **2.1.2. Comportamiento de la producción**

A continuación se presenta el comportamiento de la producción de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo, la información se obtuvo de los reportes de paro no programado correspondientes al tren acabador.

### **2.1.2.1. Comportamiento de BL/BP**

El indicador BL/BP (Barra Laminada/Barra Perdida) es la relación entre el número de barras laminadas y el número de barras perdidas durante un período. Indica cuántas barras se laminaron antes de perder una, es adimensional y cuanto mayor sea su valor se considera mejor. El indicador es un promedio simple y la fórmula es la siguiente:

$$\frac{\text{Barras laminadas}}{\text{Barras perdidas}} = U \text{ (Barras laminadas para perder una)}$$

A continuación se muestra una tabla con el resumen de las 5 campañas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo que se llevaron a cabo en el primer semestre del 2012.

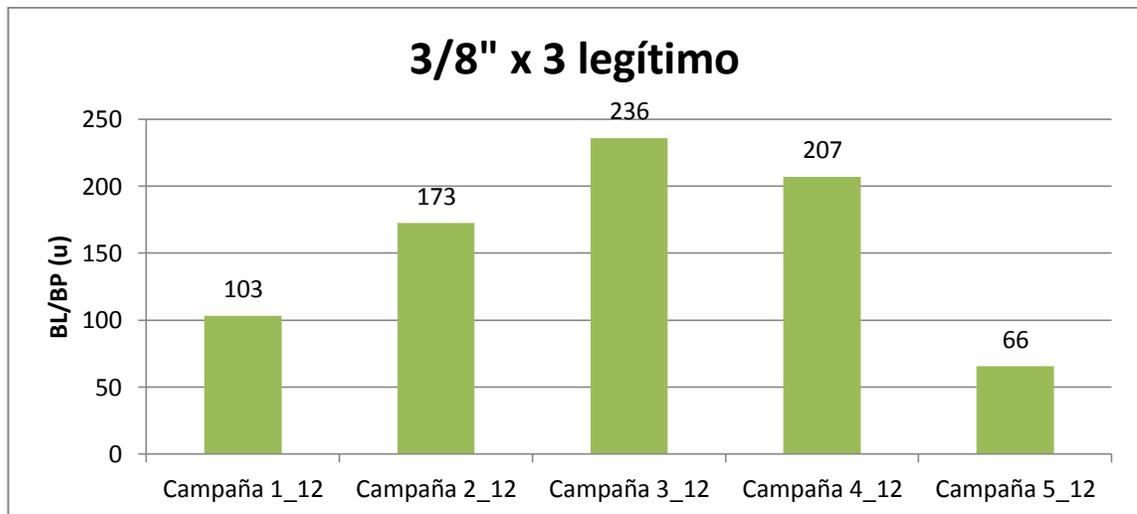
Tabla II. **Campañas de 3/8" x 3 legítimo del primer semestre de 2012**

<b>Campaña</b>	<b>BL (u)</b>	<b>BP(u)</b>	<b>BL/BP(u)</b>
Campaña 1 (14 al 21 de enero de 2012 )	2 160	21	103
Campaña 2 (13 al 18 de febrero de 2012)	2 070	12	173
Campaña 3 (26 marzo al 1 de abril de 2012)	2 127	9	236
Campaña 4 (24 al 29 de abril de 2012)	2 070	10	207
Campaña 5 (1 al 10 de junio de 2012)	2 293,5	35	66

Fuente: elaboración propia.

A continuación se muestra un gráfico de barras con el comportamiento del indicador BL/BP durante el primer semestre del 2012 con el proceso de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

Figura 8. **Gráfico comportamiento BL/BP primer semestre 2012**



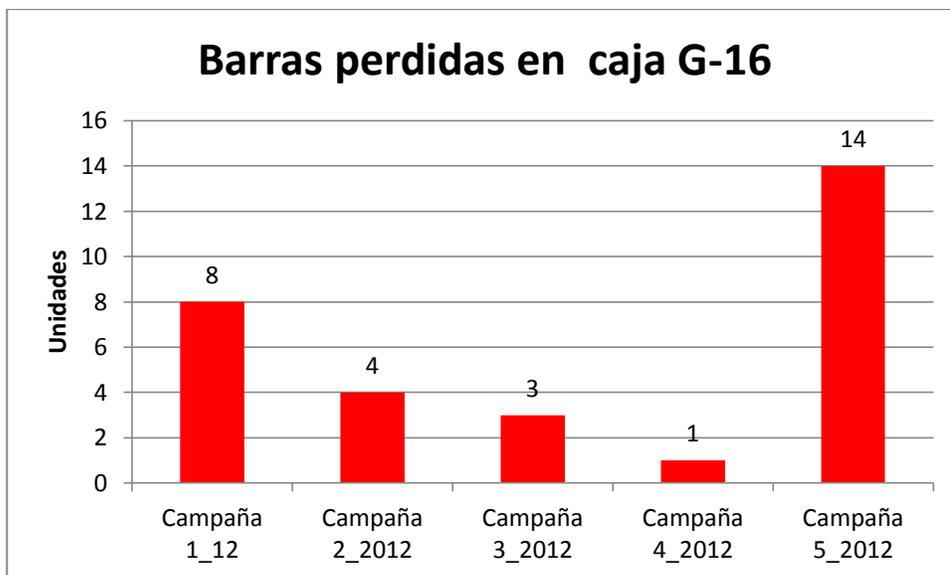
Fuente: elaboración propia.

Se observa que en las primeras campañas se tiene un aumento del valor, en donde disminuye hasta la quinta campaña, lo cual significa una inestabilidad en el proceso debido a fallas reincidentes como barras perdidas en caja G-16 por mordida, barras que se enrollan en caja G-18 y figuras fuera de estándar de operación

### 2.1.2.2. Barras perdidas en caja G-16

A continuación se presenta un gráfico de barras, en donde se observan las barras que se perdieron en las 5 campañas de proceso de 3/8 de pulgada x 3 legítimo durante el primer semestre de 2012 en la caja G-16.

Figura 9. Barras perdidas por campaña en caja G-16



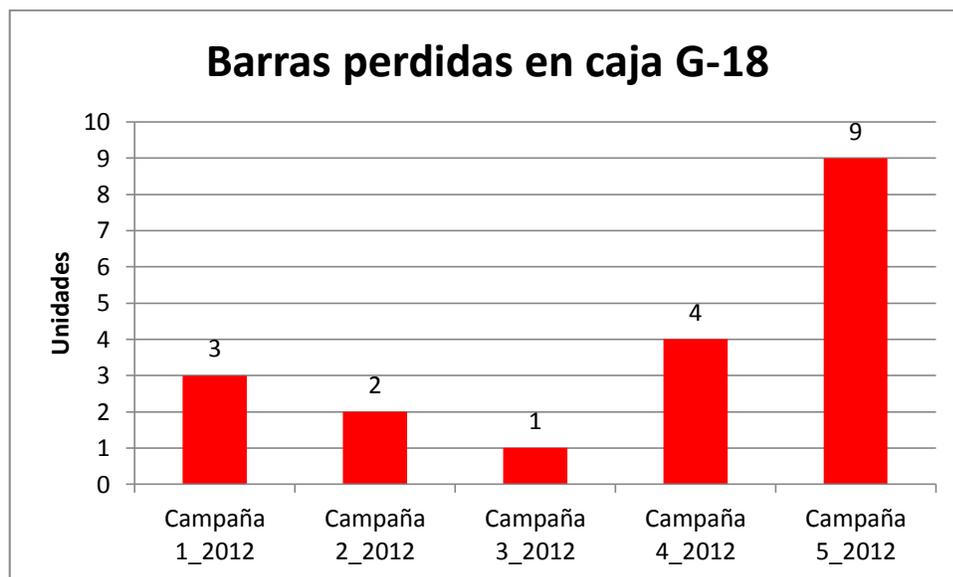
Fuente: elaboración propia.

En total se perdieron 30 barras en las cinco campañas lo cual da un promedio de 6 barras por campaña. Esta información se obtuvo por medio de los reportes de paros no programados.

### 2.1.2.3. Barras perdidas en caja G-18

A continuación se presenta un gráfico de barras en donde se observan las barras que se perdieron en las cinco campañas de proceso de 3/8 de pulgada x 3 legítimo durante el primer semestre de 2012 en la caja G-18.

Figura 10. Barras perdidas por campaña en caja G-18



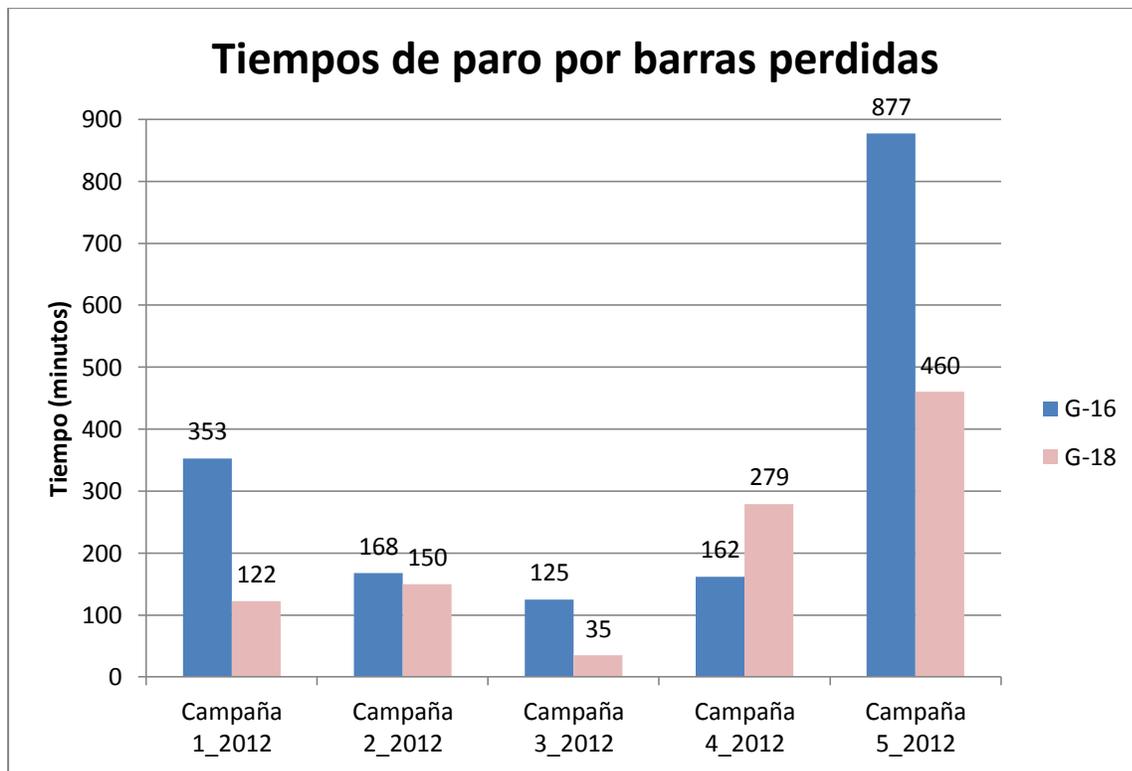
Fuente: elaboración propia.

Durante las 5 campañas se perdió un total de 19 barras, obteniendo un promedio de 4 barras por campaña. Esta información se obtuvo por medio de los reportes de paros no programados.

#### 2.1.2.4. Comportamiento de los tiempos de paro

A continuación se presenta una gráfica con el comportamiento de tiempos de paro por barras perdidas en las cajas G-16 y G-18, de las 5 campañas del proceso de 3/8 de pulgada x 3 legítimo durante el primer semestre de 2012.

Figura 11. **Tiempos de paro por barras perdidas**



Fuente: elaboración propia.

De las 5 campañas del primer semestre de 2012, en total el tren estuvo parado 2 731 minutos por barras perdidas, el cual representa 45,52 horas sin producir (9,1 horas por campaña), aplicando el estándar de producción horaria de 53 toneladas/hora correspondiente a barras corrugadas de 3/8 de pulgada x

3 legítimo, se deduce que se dejaron de conformar 1 140 barras equivalentes a 2 412,56 toneladas.

### **2.1.3. Determinación del problema**

Por medio del análisis de los gráficos de Pareto y análisis de los tiempos de paro no programado se determina que la inestabilidad del proceso de conformado de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo, es por los problemas de barras perdidas, tiempo por la remoción de la chatarra y tiempo para restablecer las condiciones de operación del tren en el área del acabador, teniendo como puntos críticos las cajas G-16 y G-18.

#### **2.1.3.1. Definición del problema**

Partiendo del análisis de los gráficos de Pareto, se estudiaron los reportes de paro no programado para determinar qué problemas se presentan con mayor frecuencia. Al revisar los documentos correspondientes a las producciones de 3/8 de pulgada x 3 legítimo, haciendo énfasis en el tren acabador y en las cajas G-16 y G-18, se define que existen cuatro tareas rutinarias clasificadas como críticas para la estabilidad del conformado; las cuales son realizadas por los técnicos laminadores del tren, siendo ellas:

- Control de figuras en tren acabador
- Quemado de calibres en cajas desde H-11 a H-17
- Cambio de calibre en caja G-16
- Cambio de calibre en caja G-18

De las 2 últimas tareas descritas se perdieron 49 barras durante el primer semestre de 2012 debido a que el técnico laminador no confirmó la alineación

correcta del guiado en ambas cajas. Esto se debe a falta de compromiso al realizar la tarea, falta de conocimiento para detectar la desalineación, ausencia de un documento que le indique y muestre la forma correcta de cómo cambiar un calibre, así como falta de entrenamiento en la ejecución de las tareas críticas.

#### **2.1.3.1.1. Control de las figuras**

Esta tarea consiste en cortar muestras del final (cola) de la barra en proceso cada cuatro horas para verificar que la figura cumpla con las dimensiones establecidas en el estándar de operación el cual se muestra en el anexo. Las dimensiones, geometría y procedimiento de rutina de control de figuras incorrectas durante el conformado provocan barras perdidas por desgaste excesivo en los canales de laminación, teniendo como consecuencia variaciones en el factor R.

El factor R es utilizado por el control automático del tren para regular las tensiones en la barra que se encuentra en proceso, el control es ejercido por medio de las velocidades en las cajas de laminación y es automático. El factor R puede ser calculado de 2 formas para lo cual se presenta la fórmula

$$\text{Factor R} = A_E/A_S = V_S/V_E$$

$A_E$  = área de entrada

$A_S$  = área de salida

$V_E$  = velocidad de entrada

$V_S$  = velocidad de salida

Como se puede observar el factor R se puede calcular utilizando las áreas de entrada y salida o las velocidades de entrada y salida en una caja, los datos del factor R que se ingresan al sistema automatizado son calculados por el jefe de turno utilizando las áreas reales en cada caja, dichos valores son utilizados como referencia por el control automatizado.

El problema surge debido a que el control automatizado actualmente no es capaz de monitorear las áreas pero sí puede monitorear las velocidades en cada caja; entonces al momento que una figura comienza a tener cambios en sus dimensiones debido a desgaste normal o descuido por parte de los técnicos laminadores al no controlar las dimensiones, el control trata de compensar variando velocidades pero al mismo tiempo comienza a generar tensiones y compresiones en la barra provocando que la barra se pierda ya sea porque ésta revienta o encaye dos cajas. En el presente trabajo no será estandarizado ni analizado el factor R.

#### **2.1.3.1.2. Quemado de calibres**

Consiste en proporcionar al canal de laminación una superficie con mejor agarre, utilizando chatarra que se calienta con equipo de oxicorte a una temperatura aproximada de 600 grados centígrados en forma manual. Lo descrito anteriormente sirve para confirmar la alineación de la guía de entrada con el canal en cajas H-15 y G-16, así como las dimensiones de la figura a utilizar, con esto también se garantiza una buena distribución del material en los hilos.

Esta práctica es fundamental para evitar la pérdida de barra por motivo de agarre, después de cambiar a un calibre nuevo es muy probable que la barra en proceso encuentre oposición en el canal de laminación, por lo que la punta (cabeza) no entra a la caja provocando que la barra encaye. Es necesario

estandarizar esta práctica y entrenar a los operadores en su ejecución correcta con la finalidad que se vuelva una tarea rutinaria en los cambios de calibre, ya que a veces no realizan esta operación, ya sea por falta de compromiso o por descuido al tratar de terminar más rápido la tarea. Por lo tanto, se pretende eliminar las pérdidas de barras por canal no rugoso elaborando el estándar y entrenar a los técnicos operadores para su efectiva implementación.

### 2.1.3.1.3. Problemas específicos de caja G-16

El diagnóstico de la caja G-16 como área crítica se realizó por medio del gráfico de Pareto que se muestra en la sección 2.1.1.1., en la figura 6. A continuación se muestra una tabla resumen de los problemas que se presentaron durante el primer semestre del 2012. Los datos se obtuvieron revisando los registros de paro programado en los cuales se perdió barra en la caja G-16 y clasificando en qué parte de la caja se perdió; así como el tiempo para retirar la chatarra.

Tabla III. **Tabla resumen de problemas en caja G-16**

<b>Lugar del problema</b>	<b>Tiempo(Min)</b>	<b>Barras perdidas(U)</b>
Guía de salida desalineada	1 305	19
Hilo topa FA-16	142	6
Guía de entrada desalineada	99	2
Barra no entra al calibre	85	1
Daño en calibre	54	1
<b>Total</b>	<b>1 685</b>	<b>30</b>

Fuente: elaboración propia.

En la caja de laminación G-16 se encuentra la guía de salida separadora a 3 hilos. La alineación de los componentes de guiado con el canal de laminación es fundamental en esta caja. Los problemas de mala alineación se deben principalmente a que cada técnico laminador tiene un criterio para alinear y no siempre confirman el alineado con el canal, lo que resulta en pérdidas de barra ya sea porque la barra no entra al estar mal alineada la guía de entrada o mala alineación en la guía de salida. Este problema provocó 19 barras perdidas; el problema del hilo que topa en el formabucle FA-16 es causado por la mala alineación en el guiado ya que las irregularidades causadas en la barra por una mala alineación provocan que el material golpee en las paredes del formabucle.

- Mordida en la cabeza de la barra

Este defecto es común en la mayoría de barras que se pierden entre el paso G-16 y su formabucle FA-16, debido a que se tienen mal alineados uno o todos los componentes de la caja G-16. En la figura 18 se observa el defecto de mordida en la cabeza de la barra.

Figura 12. **Defecto de mordida en la cabeza de barra**

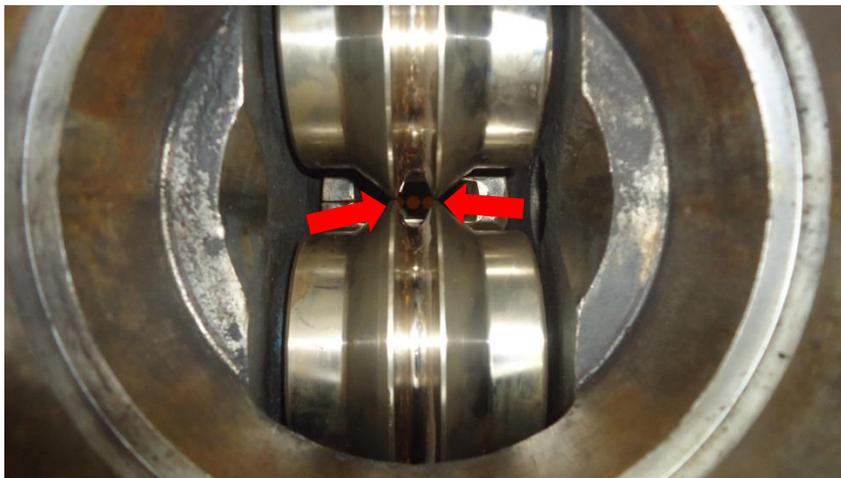


Fuente: tren acabador, laminador de barras y alambrón.

La figura muestra la cabeza de una barra perdida, debido a un desalineamiento de guía de entrada en caja G-16, provocando que el lado izquierdo presente un desborde de material y consecuentemente este material al ser atrapado por los cilindros laminadores genera un impulso adicional el cual provoca el efecto de curvatura que se observa en la fotografía. Esto provocó que la barra golpeará las crestas de los rodillos separadores con la sección de mayor área.

A continuación se presenta una fotografía de los rodillos separadores dentro de la guía, señalando las crestas de los rodillos separadores.

Figura 13. **Rodillos separadores**



Fuente: tren acabador, laminador de barras y alambrón.

Idealmente la barra debe ser separada por sus membranas más delgadas, las cuales tiene aproximadamente 1 milímetro de espesor, obteniendo así 3 barras (hilos) redondas de dimensiones iguales cuya separación ocurre en la guía de salida.

A continuación se presenta una fotografía en la que se muestra la separación de 3 hilos.

Figura 14. **Separación de barra a 3 hilos**



Fuente: tren acabador, laminador de barras y alambón.

Además de que la cabeza de barra tope en los rodillos, existe la posibilidad de que el dobléz provocado no sea tan pronunciado como para que el material ya no pase por los rodillos separadores, pasando así la barra; pero de esta forma es común que lleve un pedazo de material, provocando que la cabeza sea más grande debido a que los rodillos lograron separar un área mayor a la membrana.

Figura 15. **Hilo con defecto de mordida**



Fuente: tren acabador, laminador de barras y alambón.

El hilo que se muestra en la figura anterior corresponde al lado exterior, el cual tiene un pedazo de material del hilo del lado del medio. La flecha señala la membrana que debe ser separada por los rodillos separadores. Se puede apreciar que las crestas de los rodillos iniciaron el corte en un área mayor a la de la membrana por unos momentos y posteriormente el material se acomodó y los rodillos cumplieron su función normal. Sin embargo la cabeza fue a topar en la pared derecha del formabucle según se aprecia el golpe que presenta la cabeza, provocando que el hilo se amontonara en el formabucle FA-16; por lo que se perdió la barra ya que el resto de barra que venía en proceso fue cortada en las cizallas C-6 y C-12.

Lo anteriormente descrito en las figuras 12 y 15, siendo un ejemplo con las evidencias tomadas después de perder las barras y según lo investigado en el registro de reporte de paros no programados, es un problema recurrente durante las campañas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

Las cabezas de barra e hilo con efecto de mordida son provocadas por una mala alineación del guiado con el canal de laminación. La alineación es realizada por un técnico laminador durante los cambios de calibre e ingreso de una caja nueva al tren; se le llama caja nueva a la que ingresará al tren con canales nuevos de laminación, debido a que una caja que ya ha trabajado en el tren no cuenta con más canales de laminación útiles para trabajar.

La alineación consiste en mover la guía de entrada y guía de salida dejándolas centradas con el canal de laminación. Además se revisa que sus componentes (nariz, rodillos separadores, cinceles y navajas) se encuentren en buenas condiciones para trabajar.

Actualmente en el laminador no existe una herramienta para verificar la alineación de los componentes por lo que esta debe hacerse de forma visual. Ésta es muy precisa siempre que sea bien ejecutada, ya que una revisión demasiado superficial no permite confirmar la alineación; se realiza utilizando referencias para llevar la guía al calibre nuevo. Lo más importante es revisar que todos los componentes se encuentren alineados con el canal de laminación lo cual se ve desde la guía de entrada.

El problema de la mala alineación radica en que no todos los técnicos laminadores tienen el mismo criterio y compromiso para realizar la tarea, encontrándose a veces, al comparar la alineación de las guías con el canal, que no todos los componentes coinciden y de no haberse realizado una revisión y corrección se pudo haber perdido la barra.

Otro caso que se presenta es del técnico laminador que no tuvo una capacitación en la realización de la tarea y mucho menos existe un documento el cual explique con detalle y claramente cómo debe hacerse la alineación; por

lo que usa los conocimientos que tiene para hacer lo mejor posible, pero al final realiza un trabajo no garantizado.

Por lo anteriormente expuesto, se elaborará un estándar para la alineación de las guías durante el cambio de calibre e ingreso de cajas nuevas al tren. En el estándar se detallará como hacer la tarea, capacitando a los técnicos laminadores en su uso y ejecución por medio de entrenamiento crítico.

#### **2.1.3.1.4. Problemas específicos de caja G-18**

El diagnóstico de la caja G-18 como área crítica se realizó por medio del gráfico de Pareto que se muestra en la sección 2.1.1.2., en la figura 7. A continuación se muestra una tabla resumen de los problemas que se presentaron durante el primer semestre del 2012; los datos se obtuvieron revisando los registros de paro no programado, en los cuales se perdió barra en la caja G-18 y clasificando en que parte se perdió, así como el tiempo para retirar la chatarra.

Tabla IV. **Tabla resumen de problemas en caja G-18**

<b>Lugar del problema</b>	<b>Tiempo(Min)</b>	<b>Barras perdidas(U)</b>
Barra se enrolla en cilindro	667	9
Barra topa en guía de salida	314	6
Barra se queda en guía de entrada	65	3
<b>Total</b>	<b>1 046</b>	<b>19</b>

Fuente: elaboración propia.

La caja G-18 es el pase final del conformado de barras de 3/8 de pulgada x 3 legítimo, en donde se obtiene la dimensión final, corruga y marca. Las 19 barras perdidas en esta caja se deben a una mala alineación en los componentes por parte del técnico laminador.

- Barra enrollada en los cilindros laminadores

De las barras perdidas en la caja G-18, 9 se deben a que uno de los hilos se enrolla en los cilindros de laminación por desnivel en los tubos de salida respecto al calibre, en donde el inicio (cabeza) de la barra topa con las uñas del tubo y rebota hacia los cilindros de laminación provocando que la barra se adhiera y se enrolle en los cilindros

A continuación se presenta la figura 22, en la cual se observan tubos de salida con sus uñas. Las uñas son agregadas al tubo con la finalidad de garantizar el colocar correctamente el canal con los tubos.

Figura 16. **Tubos de salida**



Fuente: tren acabador, laminador de barras y alambón.

A continuación se presenta una fotografía de una barra que se perdió debido a que ésta se enrolló en el cilindro laminador superior.

Figura 17. **Barra enrollada en caja G-18**



Fuente: tren acabador, laminador de barras y alambrón.

Durante el primer semestre se enrollaron 9 barras y se perdieron alrededor de 11 horas por este problema, la barra enrollada puede convertirse en una situación aún más complicada cuando ésta se adhiere al cilindro; para ello es necesario aplicar calor con equipo de oxicorte y enfriar con agua rápidamente para que ésta se desprenda del cilindro. Esta operación requiere de tiempo, paciencia y habilidad por parte del técnico laminador, ya que se corre el riesgo de dañar el calibre o el cilindro de laminación.

Las barras perdidas debido a que se enrollan en los cilindros laminadores y las barras que se pierden porque la cabeza tope en las uñas de tubo de salida, son provocadas por una mala alineación del guiado con el canal de laminación. Las barras perdidas por estos problemas suman 15 unidades. La alineación es realizada por un técnico laminador durante los cambios de calibre e ingreso de caja nueva al tren.

La alineación en la caja G-18 consiste en alinear-nivelar las guías de entrada y tubos de salida con el canal de laminación. Además se revisa que sus componentes (uñas y nariz) se encuentren en buenas condiciones para trabajar.

Una mala alineación en los tubos de salida también provoca que la cabeza de barra tope en las uñas y se doble dentro del tubo, impidiendo el paso de la barra que viene, provocando que esta encaye y se pierda. A continuación se presenta una imagen de un tubo de salida en el cual se atoró la cabeza de la barra, por lo que la barra encayó y se perdió, ya que fue necesario cortar lo que quedaba de la barra en las cizallas C-6 y C-12.

Figura 18. **Cabeza de barra atorada en tubo de salida**

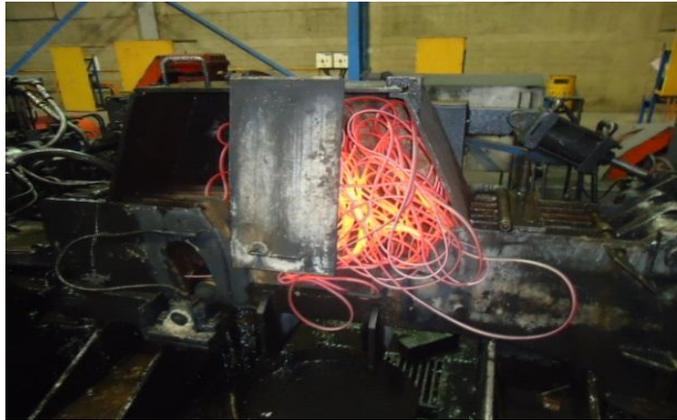


Fuente: tren acabador, laminador de barras y alambón.

Tanto en el caso que la barra se enrolle en los cilindros o la cabeza se atore al doblarse, el resto de la barra encaya y para evitar que se amontone más, se corta la barra en proceso en las cizallas C-6 y C-12, por lo que siempre se pierde la barra al ocurrir estos problemas.

A continuación se muestra una fotografía de barra amontonada en el formabucle FA-17.

Figura 19. **Barra amontonada en FA-17**



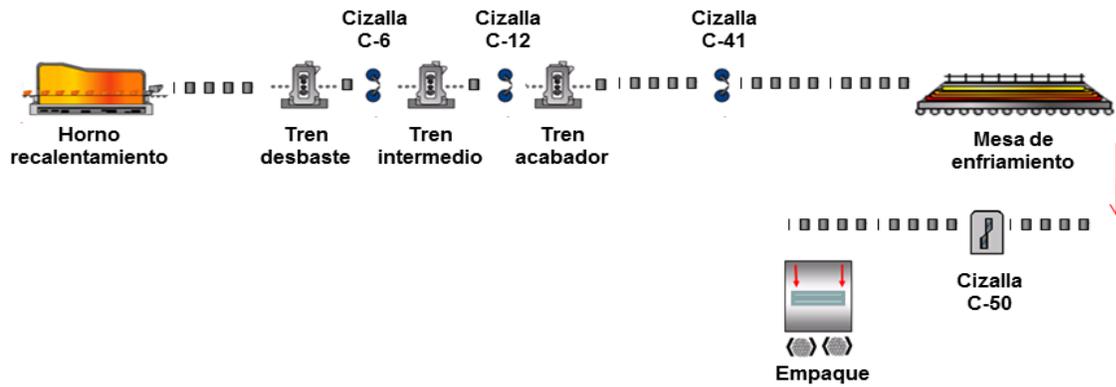
Fuente: tren acabador, laminador de barras y alambión.

Las causas del desalineamiento en los tubos de salida, se determina que es porque actualmente el técnico laminador realiza la tarea con criterio propio. Por lo descrito anteriormente es necesario estandarizar la tarea, entrenar y auditar al técnico laminador.

#### **2.1.3.2. Delimitación**

Para solucionar las fallas o problemas de los puntos críticos se implementará la gestión de la rutina en el área del tren acabador. Con la finalidad de ilustrar el proceso de laminado a continuación se presenta un diagrama que representa el proceso de laminado.

Figura 20. Esquema de proceso de laminación

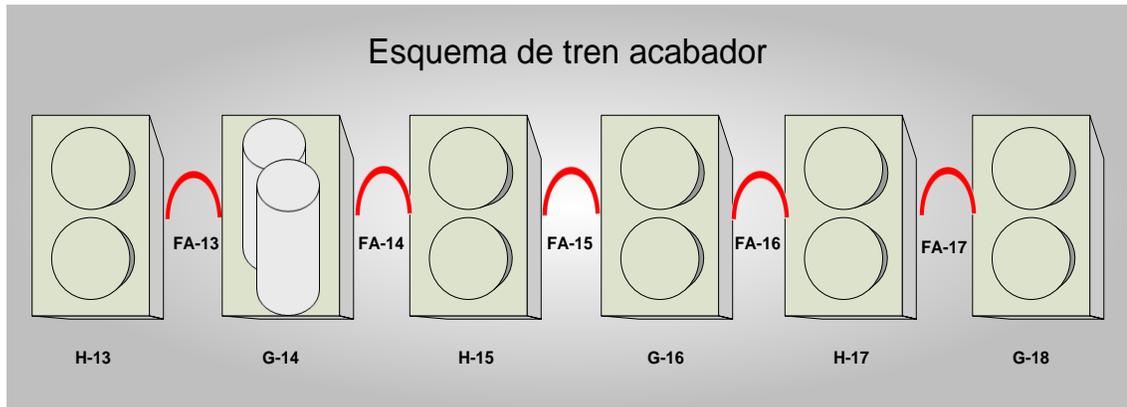


Fuente: Gerencia de Laminador de Barras y Alambrón.

El tren acabador es la secuencia de 6 cajas de laminación acompañadas por sus respectivos formabucles, los grupos de laminación que integran el tren acabador son H-13, FA-13, G-14, FA-14, H-15, FA-15, G-16, FA-16, H-17, FA-17 y G-18, en donde se da el conformado mecánico final de las barras corrugadas. En esta etapa se obtienen las dimensiones, propiedades mecánicas y apariencia final del producto. Para el conformado de 3/8 de pulgada x 3 legítimo la caja G-14 trabaja en posición vertical y las cajas G-16 y G-18 trabajan en posición horizontal.

A continuación se muestra un esquema y fotografías del tren acabador con las cajas y formabucles en su posición respectiva para el conformado de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

Figura 21. **Esquema tren acabador**



Fuente: elaboración propia, con programa de Microsoft Visio.

Figura 22. **Cajas H-13, G-14 - formabucles FA-13 y FA-14**



Fuente: tren acabador, laminador de barras y alambón.

Figura 23. **Cajas H-15, G-16 - formabucles FA-15 y FA-16**



Fuente: tren acabador, laminador de barras y alambrión.

Figura 24. **Cajas H-17, G-18 y formabucle FA-17**



Fuente: tren acabador, laminador de barras y alambrión.

Figura 25. **Panorámica del tren acabador**



Fuente: tren acabador, laminador de barras y alambrón.

### **2.1.3.3. Límites**

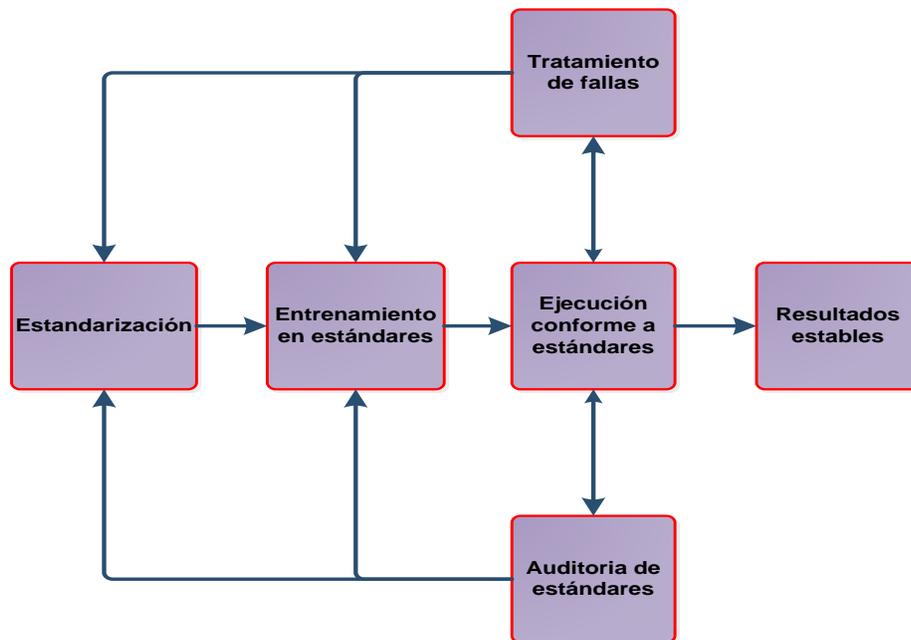
La implementación de la gestión de la rutina se realizará en el área del tren acabador, con las tareas críticas realizadas por los técnicos laminadores para la producción de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

## 2.2. Implementación de gestión de la rutina

Para la fase de implementación se utiliza como referencia el diagrama de avión de la calidad, el cual muestra el flujo de los procesos involucrados en la gestión de la rutina.

Figura 26. Avión de la calidad

Implementación de gestión de la rutina para barras corrugadas de 3/8" X 3 legítimo de acero al carbono



Fuente: Gerencia Laminador de Barras y Alambión.

### **2.2.1. Estandarización**

En la fase de diagnóstico se identificaron, por medio de la herramienta de gráfico de Pareto, las áreas críticas, utilizando la información de los reportes de paro no programado. Se determinó la necesidad de cuatro estándares de rutina para tres áreas críticas durante las producciones de 3/8 de pulgada x legítimo. La estandarización de las tareas debe realizarse por la diferencia de criterios que existe entre los técnicos laminadores.

La estandarización tiene como función garantizar la correcta ejecución de las tareas críticas rutinarias que se llevan a cabo durante la producción de 3/8 de pulgada x 3 legítimo. Un estándar implementado correctamente ayuda a prevenir fallas, evitar que sean reincidentes y elimina el uso de criterios erróneos.

Los estándares a utilizar durante la producción de 3/8 de pulgada x 3 legítimo, se elaboraron por medio de la observación en el proceso, así como la participación de los técnicos laminadores, siendo fundamental su aporte por estar involucrados en el proceso de forma directa.

Es fundamental motivar a los técnicos laminadores para que estén convencidos que el estándar es necesario y útil para ejecutar la tarea. El involucramiento de los técnicos laminadores en el desarrollo es necesario para determinar las actividades necesarias de una tarea.

El formato para elaborar los estándares así como su contenido mínimo fue proporcionado por la institución, debido a que es un documento controlado estándar. El desarrollo se realizó por medio de actividades programadas con los técnicos laminadores así como la ejecución de las actividades.

### **2.2.1.1. Tren acabador**

Se elaboraron 2 estándares de rutina para las tareas críticas que son generales para el tren acabador, ya que estas son realizadas por los técnicos laminadores en todas las cajas que integran el tren acabador.

#### **2.2.1.1.1. Estándar de control de figuras en el tren acabador**

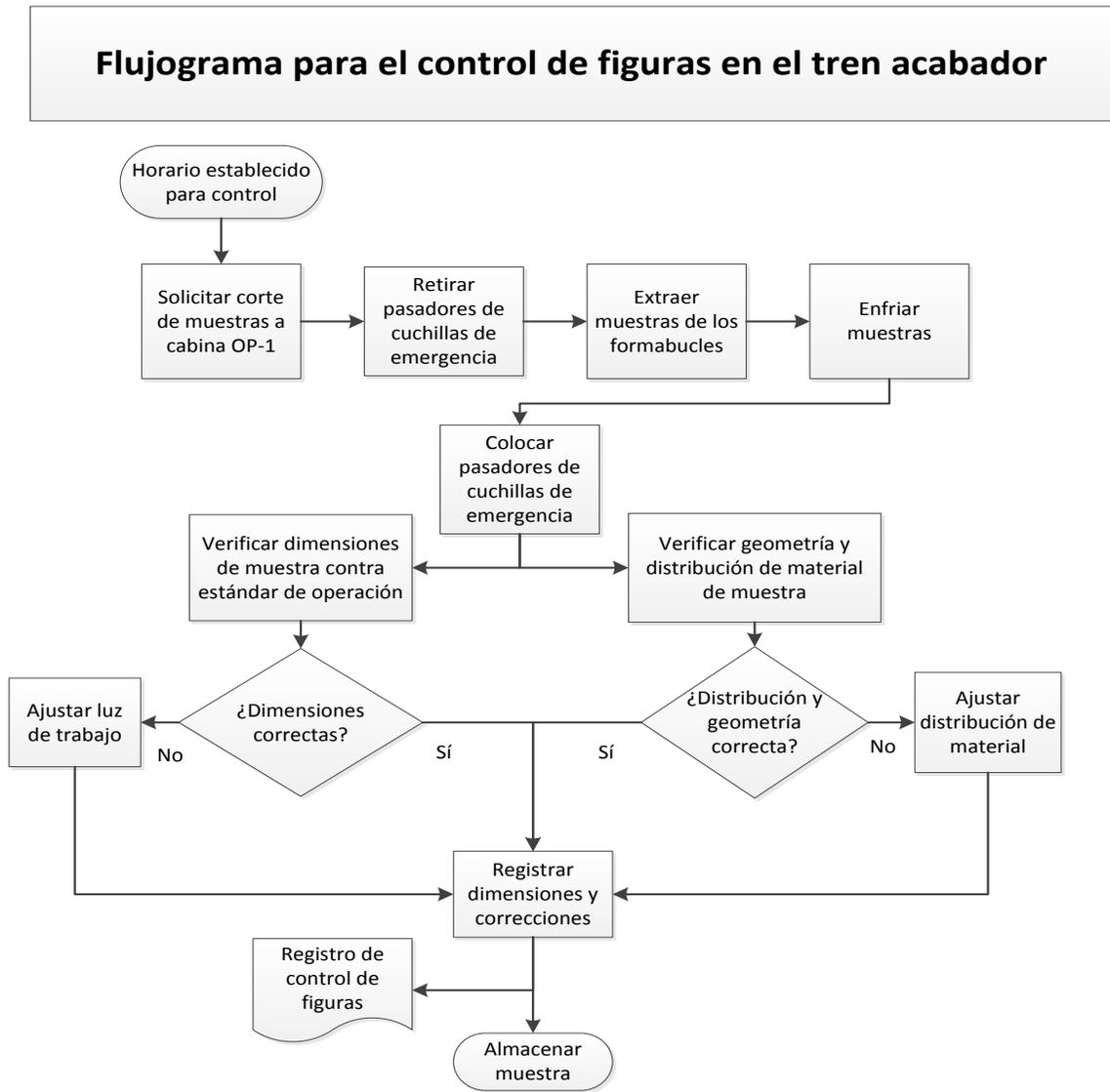
El control de figuras es fundamental para la estabilidad del proceso, debido a que permite a los técnicos laminadores realizar correcciones para mantener la calidad del producto final. Asimismo, previene pérdida de barras provocadas por figuras fuera del estándar.

Las dimensiones de la figura se encuentran definidas en el estándar de operación para la producción de 3/8 de pulgada x 3 legítimo, el cual los operadores deben consultar cuando lo necesiten.

Además se identifican deformaciones geométricas que causan variaciones durante el conformado; para ello se incluye en el estándar una tabla comparativa de figuras geométricas conformes y no conformes al proceso.

A continuación se presenta un flujograma de cómo se lleva a cabo el control de dichas figuras.

Figura 27. Flujograma para el control de figuras



Fuente: elaboración propia.

Para la elaboración del estándar, se discutió con el jefe de turno el procedimiento elaborado y se llegaron a diferentes acuerdos para las actividades que se incluyen en el estándar, las cuales son:

- Las actividades 3, 4 y 5 son la mejor secuencia para evitar confusiones, ya que mientras se enfría la muestra el técnico laminador se enfoca en colocar los pasadores en las cuchillas. Asimismo, el paso 5 es crítico ya que al colocar el pasador el técnico laminador se asegura que las cuchillas se queden en posición alta, ya que de quedar abajo la siguiente barra las golpeará y se saldrá provocando así la pérdida de la barra.
- Se agregó al procedimiento, la inspección visual de la figura, actividades 7, 8 y 9 ya que muchas veces el técnico laminador no pone atención a este aspecto de la barra, no detectando las deformaciones que provocan variaciones en los parámetros de operación.
- Con el registro de las dimensiones y correcciones, actividad 10, se obliga al técnico laminador a que verifique las dimensiones, no solamente retire la muestra y la guarde en el banco de muestras sin medirla.
- La actividad 11 tiene como finalidad que cualquier técnico laminador tenga oportunidad de medir la muestra y confirmar sus dimensiones.
- Se tomó la decisión de incluir el muestreo en las cajas del tren intermedio H-11 y V-12, debido a que es posible el corte de muestras para contribuir al control en el tren acabador.

A continuación se presenta una imagen del estándar de rutina elaborado para el control de figuras en el tren acabador la cual por su extensión ocupa varias páginas.

Figura 28. Estándar de control de figuras en el tren acabador

		<b>Estándar de control de figuras en el tren acabador</b>	<b>SDG-PR-1073-03</b>
Elaborado por:		Revisión por: jefe de turno.	Versión: 0
Revisión seguridad: seguridad industrial.		Aprobado por: gerente LBA.	Fecha de aprobación:
<b>Resumen de las alteraciones de la revisión actual</b>			
Elaboración de documento			

<b>OBJETIVO</b>		<b>ALCANCE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar un correcto control de figuras en los pases del tren acabador.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cajas H-11 hasta H-17.</li> <li>- Producción de 3/8" x 3 legítimo.</li> </ul>	
<b>RESPONSABLES</b>		<b>TIEMPO ESTIMADO PARA LA TAREA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laminadores.</li> <li>- Operador de tren acabador.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operadores cabina OP-1.</li> </ul>	
<b>RECURSOS Y HERRAMIENTA</b>		<b>ACCIONES CORRECTIVAS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrador vernier.</li> <li>- Tenazas.</li> <li>- Esmeril.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cortadora de muestra.</li> <li>- Banco de muestras.</li> <li>- Llaves 19, 24 y 36 mm.</li> </ul>	
<b>OBSERVACIONES GENERALES DE SEGURIDAD</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar el EPP requerido: zapato tipo bota industrial, casco, barbiquejo, guantes de cuero largos, lentes de alto impacto y protectores auditivos.</li> </ul>			

<b>DESARROLLO:</b>			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
1	Solicitar corte de muestra en los formabucles FA-11, FA-13, FA-14, FA-15, FA-16 y FA-17.	Al momento de tener los horarios establecidos: Turno Diurno: 6:00, 10:00 y 14:00. Turno Nocturno: 18:00, 22:00 y 2:00.	Operador laminador solicita vía radio el corte a operadores de cabina OP-1.

**Solicitud de corte de muestras**



Continuación de la figura 28.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
2	Retirar los pasadores de las cuchillas de emergencia.	Al momento de solicitar a operadores de cabina OP-1 el corte de muestras en los formabucles.	Retirando los pasadores de las cuchillas de emergencia.
<b>Retiro de pasadores de cuchillas de emergencia</b>			
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
3	Extraer muestras de los formabucles solicitados.	Después que las cuchillas cortaron la muestra solicitadas y que el tren está apagado.	Utilizando las tenazas para retirar la muestra del interior de los formabucles.
<b>Retirando muestra de formabucle</b>			
			

Continuación de la figura 28.

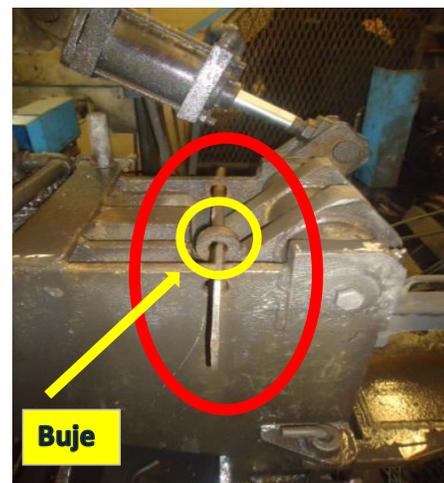
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
4	Enfriar las muestras solicitadas.	Después de retirar las muestras.	Utilizando la tenaza para el enfriado de está en depósito de agua.

**Enfriamiento de muestra**



No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
5	Colocar los pasadores de las cuchillas de emergencia, de formabucles solicitados.	Después de dejar las muestras enfriándose.	Colocando los pasadores de las cuchillas de emergencia, observando que pasador cruce el buje.

**Colocación de pasador de cuchillas de emergencia**



Continuación de la figura 28.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
6	Verificar que las dimensiones de la muestra respecto al estándar controlado de operación de 3/8" x 3 legítimo sea correcto.	Después de colocado el pasador correctamente y tener las muestras frías.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando el calibrador Vernier para medir sus dimensiones.</li> <li>2. Comparando las medidas reales con las medidas del estándar de operación.</li> </ol>
<b>Verificación de medidas respecto a estándar</b>			
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
7	Corte y esmerilado de muestra, para observar geometría.	Después de verificar las dimensiones de la muestra.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cortando muestra a 25 cm.</li> <li>2. Con el esmeril desgastar los bordes afilados provocados por el corte.</li> </ol>
<b>Preparación de muestra</b>			
			

Continuación de la figura 28.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
8	Verificación de geometría y distribución de material de la muestra.	Después de corte y esmerilado de muestra.	Verificando conforme a la tabla.

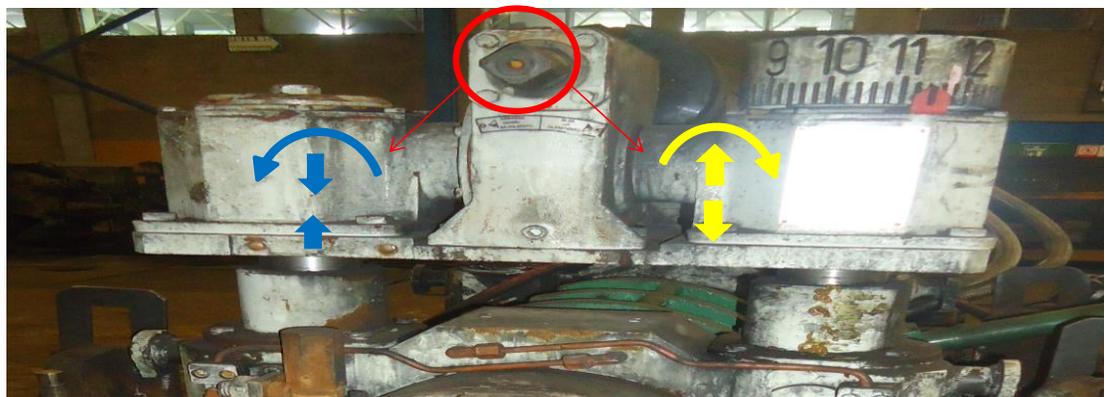
**Verificación de apariencia y distribución**



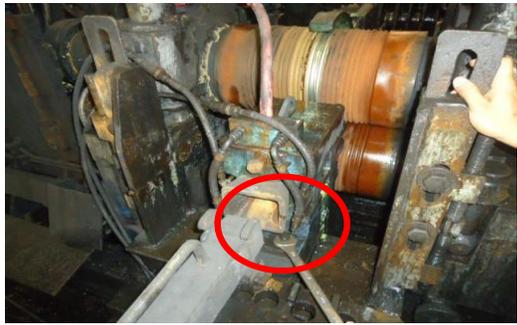
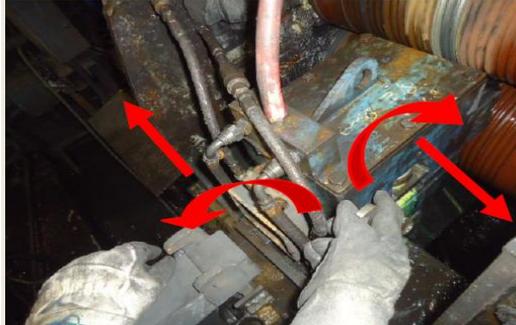
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
9	Ajuste de dimensiones y distribución de material.	Al momento de observarse muestra no conforme por dimensión y/o geometría.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ajustando luz entre cilindros para corregir la dimensión de la la figura, ver <b>(actividad 9.a)</b>.</li> <li>2. Para ajuste de material en figura de caja H-15, ver <b>(actividad 9.b)</b>.</li> </ol>

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
9.a	Ajustar luz de trabajo.	Al momento de confirmar figura fuera de estándar.	Girando el tornillo sin fin de la platea con llave 36 mm, una vuelta completa es un cambio de 0,2 mm en la altura ( última operación siempre debe ser cerrado).

**Ajuste de luz de trabajo**



Continuación de la figura 28.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
9.b	Ajuste de distribución de material en caja H-15.	Al momento de confirmar que no hay distribución uniforme de material.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aflojar tuerca de mordaza con llave cola corona de 24 mm.</li> <li>2. Mover la guía hacia adentro (mover tornillo sinfín de ajuste fino hacia abajo) o hacia fuera (mover tornillo sinfín de ajuste fino hacia arriba) según sea requerido.</li> <li>3. Apretar tuerca de mordaza con llave cola corona de 24 mm.</li> </ol>
<b>Aflojar mordaza</b>		<b>Alinear guía de entrada.</b>	
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
10	Registro de dimensiones y observaciones de la muestra.	Después de haber terminado el proceso de muestreo.	Anotando las dimensiones de las figuras así como de los ajustes de dimensión y distribución de material en cajas, en la hoja de registro establecida.
<b>Registro</b>			
			

Continuación de la figura 28.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
11	Almacenar muestra para seguimiento de turnos.	Después de registradas las dimensiones de las muestras en hoja establecida.	Colocando las muestras en ubicación y hora correspondiente.

**Banco de muestras**



REGISTROS Y TABLAS:		
Verificación de figuras		
	OK	NO OK
Redondo		
Caja		
Óvalo		

Continuación de la figura 28.

Registro de figuras				
		<b>CONTROL DE FIGURAS DEL TREN CONTINUO DE LAMINACIÓN</b>		<b>SDG-CF-1073-1</b>
FECHA: _____		TURNO: _____		
PRODUCTO: <b>3/8" x 3 legítimo</b>				
Caja No.	HORA	Dimensiones de figura (mm) según estándar	Dimensiones de figuras reales (mm)	OBSERVACIONES
H-11		40 x 19		
V-12		25		
H-13		32,4 x 14		
G-14		14,7 x 29		
H-15		35,6 x 12,3		
G-16		37,6 x 10,7		
H-17		15 x 6,8		
H-11		40 x 19		
V-12		25		
H-13		32,4 x 14		
G-14		14,7 x 29		
H-15		35,6 x 12,3		
G-16		37,6 x 10,7		
H-17		15 x 6,8		
H-11		40 x 19		
V-12		25		
H-13		32,4 x 14		
G-14		14,7 x 29		
H-15		35,6 x 12,3		
G-16		37,6 x 10,7		
H-17		15 x 6,8		
Nombre y firma del responsable : _____				

**APROBACIÓN:**

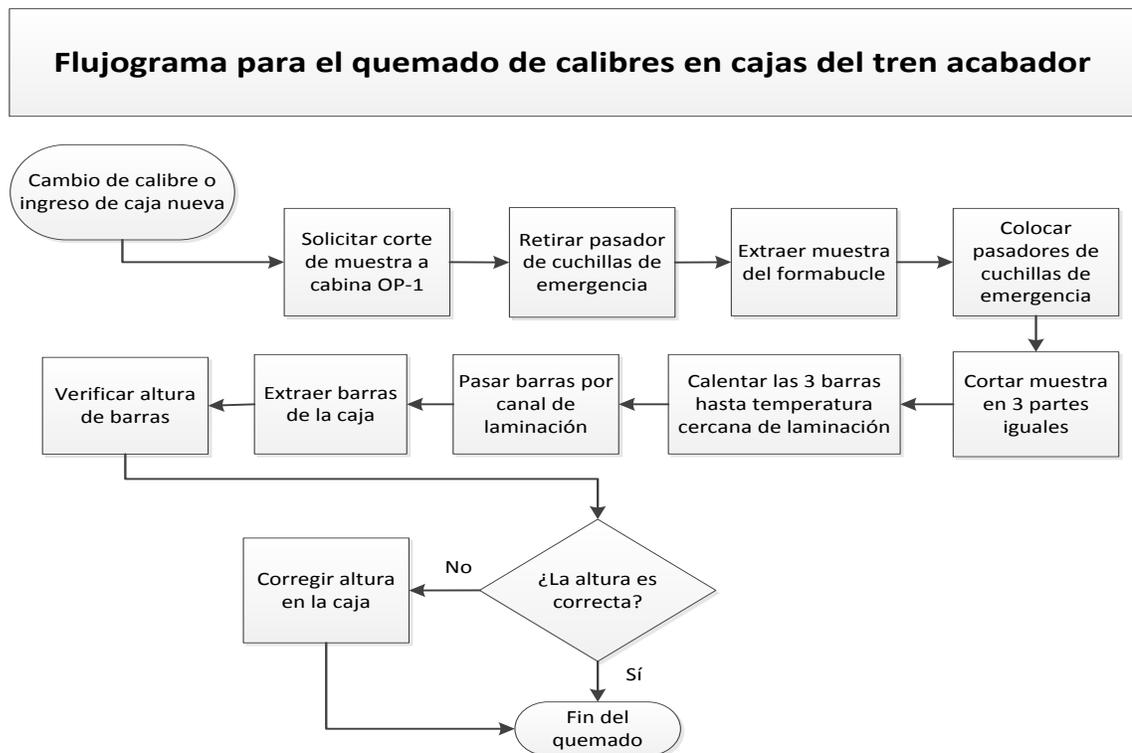
Elaborado por:	Revisión por:	Aprobado por:
<b>Estudiante EPS</b>	<b>Jefe de turno</b>	<b>Gerente LBA</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.1.1.2. Estándar para el quemado de calibres en cajas del tren acabador

El quemado en calibre es una tarea rutinaria durante los cambios de calibre e ingreso de cajas nuevas en el tren acabador. Esta práctica mejora el agarre en los canales nuevos de laminación, evitando que las barras se pierdan por falta de rugosidad en los canales de laminación que son nuevos. A continuación se presenta un flujograma de cómo se lleva a cabo el quemado.

Figura 29. Flujograma para el quemado de calibres en cajas del tren acabador



Fuente: elaboración propia

Para la elaboración del estándar se discutió con el jefe de turno el procedimiento elaborado y se llegaron a diferentes acuerdos para las actividades que se incluyen en el estándar las cuales son:

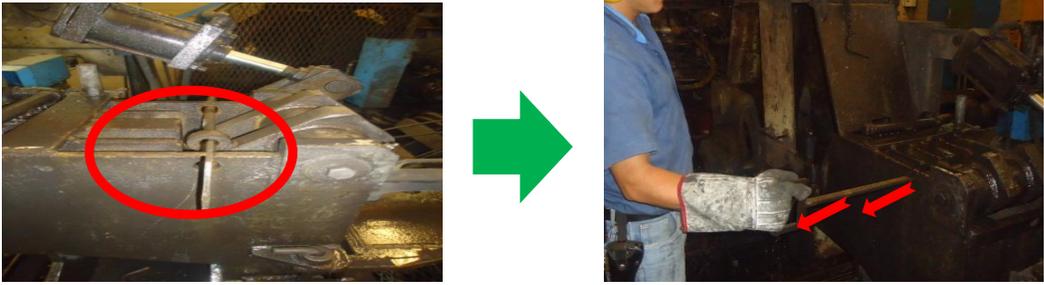
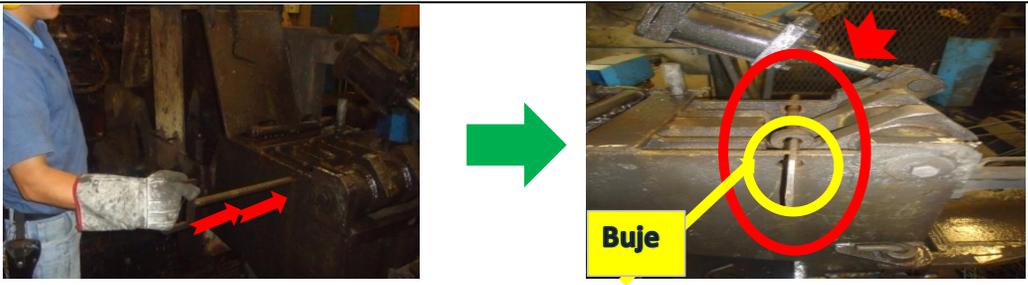
- La actividad 4 la cual implica colocar el pasador de las cuchillas, debe hacerse luego de retirar la muestra para reducir la probabilidad de que al técnico se le olvide colocarlo y las cuchillas se queden abajo provocando la pérdida de la siguiente barra.
- La actividad 6 no requiere de una temperatura exacta debido a que es mejor que la barra se encuentre por debajo de la temperatura normal de laminación ya que su espesor será más exacto al sufrir menor dilatación por temperatura.
- La actividad 9 es necesaria ya que permite confirmar o corregir la luz entre cilindros laminadores antes de laminar una barra de 2 115 toneladas métricas.

A continuación se presenta una imagen del estándar de rutina elaborado para el quemado de calibres, la cual por su extensión ocupa varias páginas.

Figura 30. Estándar de quemado de calibres en cajas del tren acabador

		<b>Estándar de quemado de calibres en cajas de tren acabador</b>		<b>SDG-PR-1073-05</b>
Elaborado por:		Revisión por: jefe de turno.		Versión: 0
Revisión seguridad: seguridad industrial.		Aprobado por: gerente LBA.		Fecha de aprobación:
<b>Resumen de las alteraciones de la revisión actual</b>				
Elaboración de documento				
<b>OBJETIVO</b>		<b>ALCANCE</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporcionar mejor superficie de agarre en el canal de laminación.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ingreso de cajas que componen el tren acabador excepto G-18.</li> <li>- Cambio de calibre en cajas que componen el tren acabador excepto G-18.</li> <li>- Producción de 3/8" Legítimo.</li> </ul>		
<b>RESPONSABLES</b>		<b>TIEMPO ESTIMADO PARA LA TAREA</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laminadores.</li> <li>- Operador de tren acabador.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 minutos.</li> </ul>		
<b>RECURSOS Y HERRAMIENTA</b>		<b>ACCIONES CORRECTIVAS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tenazas.</li> <li>- Equipo de oxicorte.</li> <li>- Llave cola-corona de 36 mm.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calibrador Vernier.</li> <li>- Cortadora de disco.</li> </ul>		
<b>ACCIONES CORRECTIVAS</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajuste de luz entre cilindros.</li> </ul>				
<b>OBSERVACIONES GENERALES DE SEGURIDAD</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar el EPP requerido: zapato tipo bota industrial, casco, barbiquejo, guantes de cuero largos, lentes de alto impacto y protectores auditivos.</li> </ul>				
<b>DESARROLLO:</b>				
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO	
1	Solicitud de muestra de caja anterior.	En la última barra antes del cambio de calibre/caja.	Solicitando corte de muestra de 1,5m de largo, vía radio a cabina OP-1.	
<b>Solicitud de corte de muestras</b>				
				

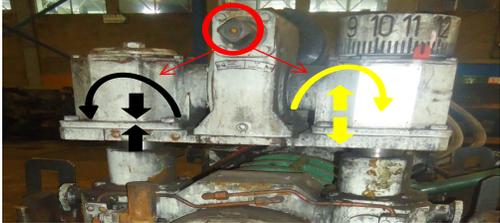
Continuación de la figura 30.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
2	Retirar los pasadores de las cuchillas de emergencia.	Al momento de solicitar a operadores de cabina OP-1 el corte de muestra en formabucle.	Retirando los pasadores de las cuchillas de emergencia.
<b>Retiro de pasadores de cuchillas de emergencia</b>			
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
3	Extraer muestras de los formabucles solicitados.	Después que las cuchillas cortaron la muestra solicitadas y que el tren está apagado.	Utilizando las tenazas para retirar la muestra del interior de los formabucles.
<b>Retirando muestra de formabucle</b>			
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
4	Colocar los pasadores de las cuchillas de emergencia, de formabucles solicitados.	Después de dejar las muestras enfriándose.	Colocando los pasadores de las cuchillas de emergencia, observando que pasador cruce el buje.
<b>Colocación de pasador de cuchillas de emergencia</b>			
			

Continuación de la figura 30.

No.	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
5	Cortar en 3 partes iguales la cola.	Después de colocados los pasadores de las cuchillas de emergencia.	Utilizando la cortadora de disco.
<b>Corte de muestra</b>			
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
6	Calentar las barras hasta que alcancen una temperatura similar a la de laminación (color naranja vivo).	Después de cortada la muestra y alineadas las guías de la caja.	Utilizando equipo de calentamiento y carrito con refractario, para calentar las muestras de forma uniforme.
<b>Calentamiento de barra</b>			
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
7	Pasar barra por el canal de laminación.	Luego de calentar las barras.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Con las tenazas ingresar la barra por la guía de entrada.</li> <li>2. Desde púlpito, controlar el giro de los cilindros hasta que pase.</li> </ol>
<b>Barra calentada</b>		<b>Ingreso de barra en el canal</b>	
			

Continuación de la figura 30.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
8	Extraer barra de la caja.	Después de que la barra fue laminada.	Con las tenazas, extraer la barra en la guía de salida.
<b>Barra en salida de caja</b>			
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
9	Confirmar y corregir altura de barra.	Después de extraer barra de la caja.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para confirmar se utiliza Vernier para medir la altura de la barra, comparando la medición con el estándar de operación controlado.</li> <li>2. Para corregir se utiliza llave 36 mm para mover el tornillo de ajuste.</li> </ol>
<b>Medición de altura</b>		<b>Corrección de altura</b>	
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
10	Finalizar el quemado.	Después de confirmar, corregir altura.	Repetir las actividades 5 a 8 dos veces más.
<b>APROBACIÓN:</b>			
<b>Elaborado por:</b>		<b>Revisión por:</b>	
<b>Estudiante EPS</b>		<b>Jefe de turno</b>	
 		<b>Gerente LBA</b>	

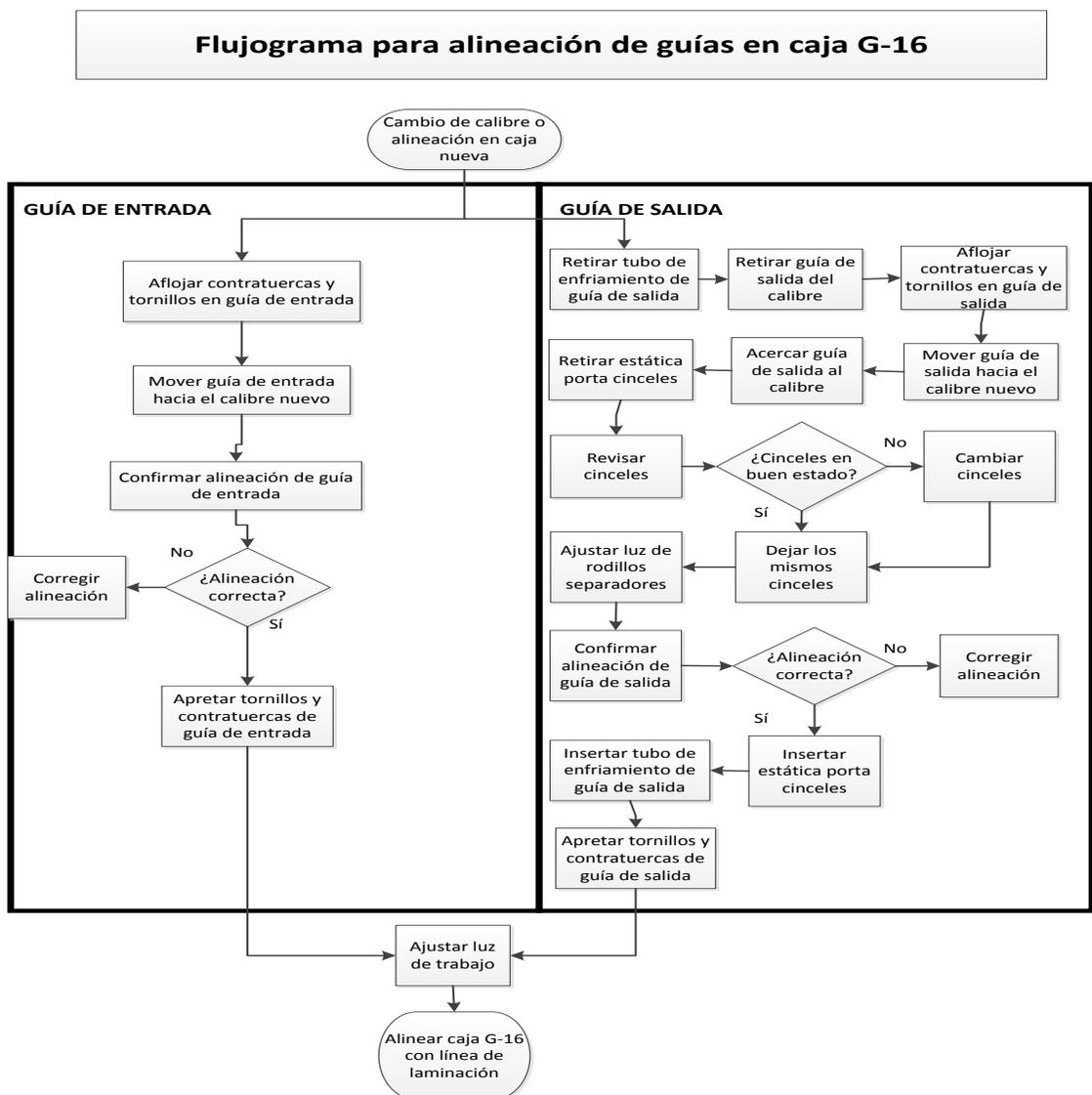
Fuente: elaboración propia.

### 2.2.1.2. Grupo de laminación G-16

La alineación correcta de las guías con el canal de laminación en la caja G-16 es una tarea crítica evidenciada en el diagnóstico, a continuación se

presenta el estándar elaborado para alinear las guías y al mismo tiempo revisar el estado de los componentes de la guía separadora. A continuación se presenta un flujograma de cómo se lleva a cabo la alineación de guías en la caja G-16.

Figura 31. **Flujograma para alineación de guías en caja G-16**



Fuente: elaboración propia.

Para la elaboración del estándar, se discutió con el jefe de turno el procedimiento elaborado y se llegaron a diferentes acuerdos para las actividades que se incluyen en el estándar los cuales son:

- El estándar se encuentra dividido en alineación de guía de entrada y de salida, esto se debe a que se consideró que un cambio de calibre se puede llevar a cabo por dos personas, una trabajando en la guía de salida y otra en la de entrada, con el fin de reducir el tiempo de cambio.
- En la actividad número 2 se definieron las referencias que todos los técnicos laminadores deben utilizar para aproximar la guía de entrada al calibre, ya que éstas son las más confiables y fáciles de observar.
- En la actividad 3 se muestran imágenes para dejarle claro al técnico laminador cómo debe quedar el canal de laminación al observar desde la guía de entrada. Asimismo, se indica el ajuste necesario en caso de no encontrarse correctamente alineada, esta actividad es crítica ya que de forma visual se confirma que la guía se encuentre alineada.
- La actividad 4 es crítica ya que es necesario primero apretar el tornillo y luego la contratuerca; de no hacerse así, o si al técnico laminador se le olvida el apriete, la guía quedara floja y se moverá de su lugar durante el proceso.
- Las actividades 10 a 12 se vuelven obligatorias, ya que la revisión de la guía de salida quedaba a criterio del laminador, sin embargo se llegó al acuerdo de la necesidad de revisar siempre la guía y sus componentes para detectar problemas antes que se pierda una barra y aprovechando que el tren se encuentra apagado por el cambio de calibre.

- En la actividad 13 se muestran imágenes para dejar claro al técnico laminador cómo debe encontrarse el canal de laminación al observarlo desde la guía de salida. Asimismo, se indica el ajuste necesario en caso de no encontrarse correctamente alineada.
- La actividad 18 se hace forma visual y tomando como referencia el formabucle FA-15 y formabucle FA-16 ya que éstos se encuentran en la línea de laminación.

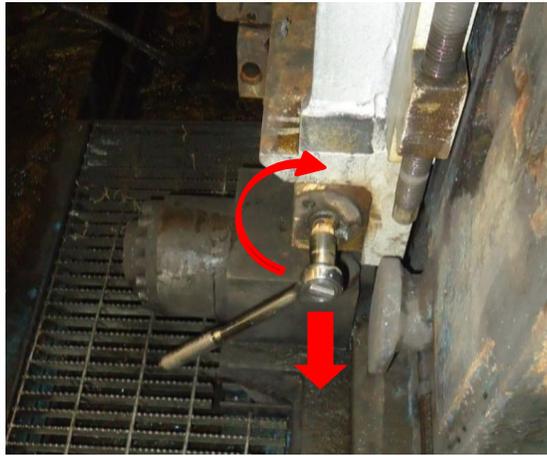
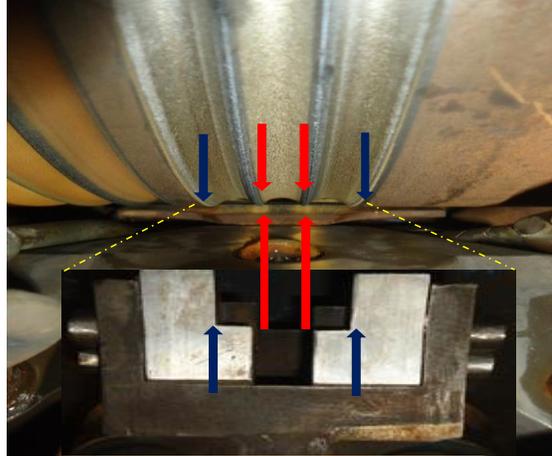
### 2.2.1.2.1. Estándar para alineación de guías en caja G-16

A continuación se presenta el estándar elaborado para la alineación de guía de entrada y guía de salida separadora, su aplicación abarca las producciones de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

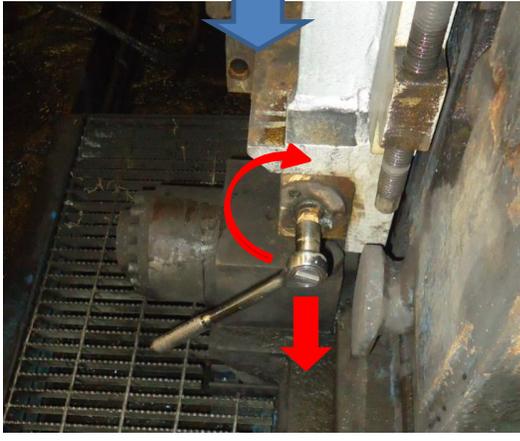
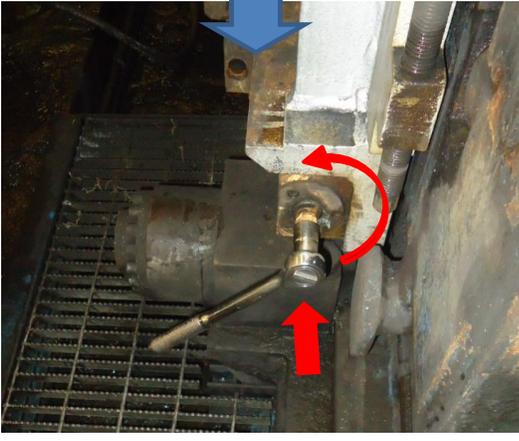
Figura 32. Estándar para alineación de guías en caja G-16

		<b>Estándar para alineación de guías en caja G-16</b>		<b>SDG-PR-1073-04</b>	
Elaborado por:		Revisión por: jefe de turno.		Versión: 0	
Revisión seguridad: seguridad industrial.		Aprobado por: gerente LBA.		Fecha de aprobación:	
<b>Resumen de las alteraciones de la revisión actual</b>					
Elaboración de documento					
<b>OBJETIVO</b>			<b>ALCANCE</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar una alineación correcta de las guías de caja G-16.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guía de entrada y guía de salida separadora.</li> <li>- En los cambios de calibre de caja G-16 (interna).</li> <li>- Alineación en ingreso de caja nueva (externa).</li> </ul>		
<b>RESPONSABLES</b>			<b>TIEMPO ESTIMADO PARA LA TAREA</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laminadores.</li> <li>- Operador de tren acabador.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- 30 minutos.</li> </ul>		
<b>RECURSOS Y HERRAMIENTA</b>			<b>ACCIONES CORRECTIVAS</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alambre de amarre.</li> <li>- Linterna.</li> <li>- Llave Ratchet con raíz de 1/2", extensión y copa 19 mm.</li> <li>- Llaves hexagonales 4 mm y punta 8 mm.</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Galgas.</li> <li>- Calibrador Vernier.</li> <li>- Llaves cola-corona 14, 24 y 36 mm.</li> </ul>		
<b>OBSERVACIONES GENERALES DE SEGURIDAD</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar el EPP requerido: zapato tipo bota industrial, casco, barbiquejo, guantes de cuero largos, lentes de alto impacto y protectores auditivos.</li> </ul>					
<b>DESARROLLO:</b>					
<b>GUÍA DE ENTRADA</b>					
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO		
1	Aflojar contratuerca y tornillo de 36 mm.	Al momento que cabina OP-1 apague el tren acabador.	Utilizando llave cola-corona de 36 mm.		
<b>Contratuercas y tornillos</b>					

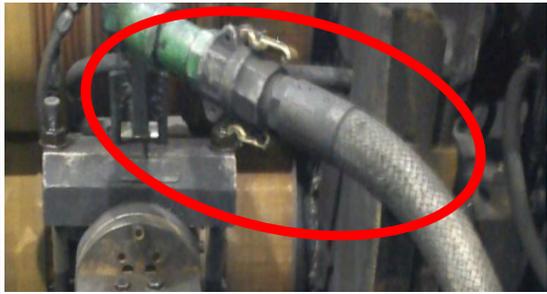
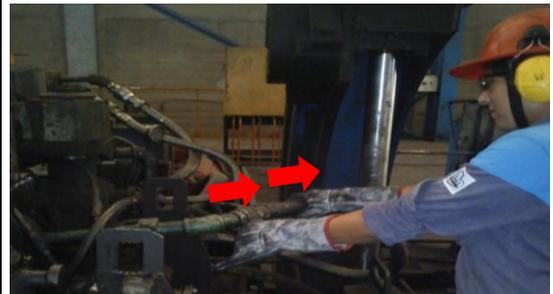
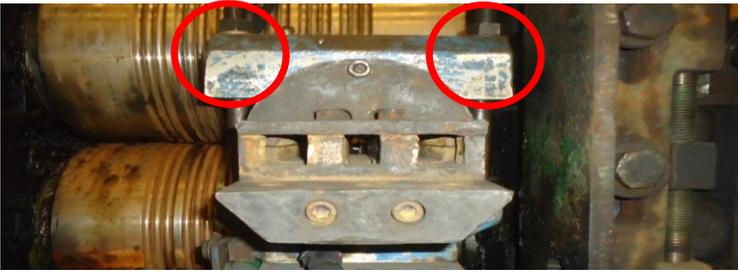
Continuación de la figura 32.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
2	Mover la guía hacia el calibre nuevo (lado afuera).	Después de aflojadas las contratuercas y tornillos de 36 mm.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando el ratchet con raíz de 1/2" y copa 19 mm, se procede a mover el tornillo de ajuste fino.</li> <li>2. Utilizar la nariz de la guía como referencia para alinear al calibre.</li> </ol>
<b>Ajuste fino</b>		<b>Nariz de guía como referencia</b>	
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
3	Confirmar o corregir alineación de la guía de entrada.	Después de mover la guía al calibre.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para confirmar se debe utilizar linterna observando alineación de la guía con el canal.</li> <li>2. Para corregir se mueve tornillo de ajuste fino hacia adentro o afuera.</li> </ol>
<b>Observación de alineación</b>		<b>Confirmación de alineación</b>	
			

Continuación de la figura 32.

Desalineado hacia adentro y corrección hacia afuera		Desalineado hacia afuera y corrección hacia adentro	
			
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
4	Apretar tornillos y contratuercas de 36 mm.	Luego de alineadas la guía de entrada.	Utilizando llave cola-corona de 36 mm.
<b>Contratuercas y tornillos</b>			
			

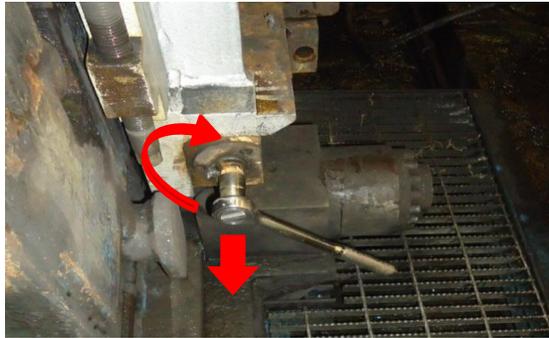
Continuación de la figura 32.

<b>GUÍA DE SALIDA</b>			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
5	Retirar tubo de enfriamiento superior.	Al momento que cabina OP-1 apague el tren acabador.	Afrojando los seguros, retirándolo de forma manual.
<b>Tubo de enfriamiento</b>		<b>Remoción del tubo</b>	
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
6	Retirar guía de salida del calibre.	Luego de retirar tubo de enfriamiento.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando llave cola-corona de 30 mm, aflojar tonillos que sujetan la guía.</li> <li>2. Mover hacia atrás la guía de salida de forma manual.</li> </ol>
<b>Tornillos M-20</b>			
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
7	Aflojar contratuerca y tornillo de 36 mm.	Después de retirar la guía del calibre.	Utilizando llave cola-corona de 36 mm.
<b>Contratuercas y tornillos</b>			
			

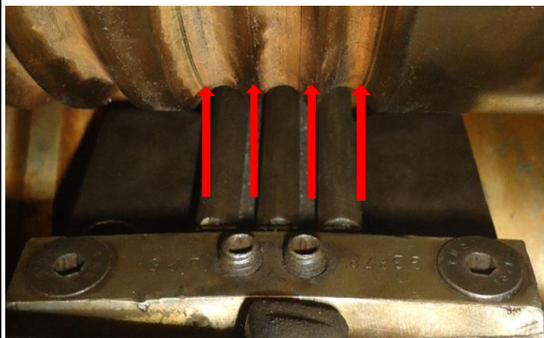
Continuación de la figura 32.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
8	Mover la guía de entrada hacia el calibre nuevo (lado afuera).	Después de aflojadas las contratuercas y tornillos de 36 mm.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando el ratchet con raíz de 1/2" y copa 19 mm, se procede a mover el tornillo de ajuste fino.</li> <li>2. Utilizar la nariz de la guía para aproximarse al calibre.</li> </ol>

**Ajuste fino**

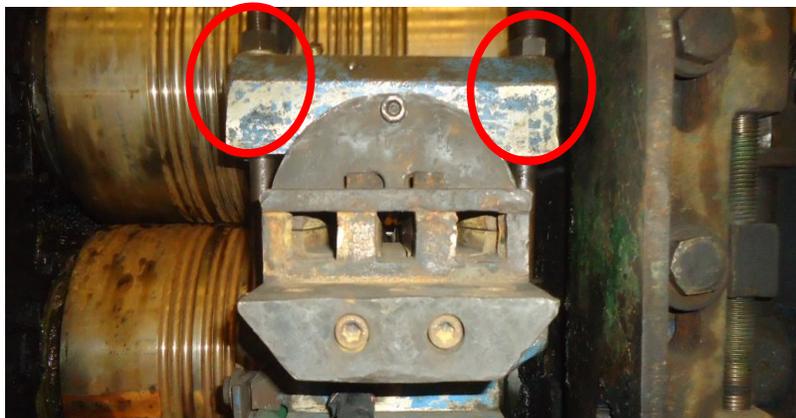


**Nariz de guía como referencia**



No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
9	Acercar guía de salida al calibre.	Luego de mover la guía hacia el calibre nuevo (lado afuera).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mover hacia adelante la guía de salida de forma manual.</li> <li>2. Utilizando llave cola-corona de 30 mm, apretar tornillos que sujetan la guía.</li> </ol>

**Tornillos de 30 mm**



Continuación de la figura 32.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
10	Retirar estática porta cinceles.	Luego de acercar la guía al calibre.	Retirando la estática que contiene los cinceles utilizando ratchet con raíz de 1/2", extensión y punta Allen 8 mm.
<b>Remoción de la estática</b>		<b>Estática con cinceles</b>	
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
11	Revisar cinceles.	Luego de retirar estática portacinceles.	Observar que no presente daños o material adherido.
<b>Cinceles en buen estado</b>			
			
<b>Material adherido en cinceles</b>		<b>Cinceles dañados</b>	
			

Continuación de la figura 32.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
12	Ajustar luz de rodillos separadores.	Después de revisar cinceles.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando galgas y Vernier se mide la luz entre las crestas de los rodillos separadores (0,8 mm - 1 mm).</li> <li>2. Para ajustar luz primero se aflojan tornillos castigadores de 4 mm, luego con una llave cola-corona de 14 mm se mueve el tornillo sin fin de ajuste.</li> </ol>

**Tornillos castigadores**



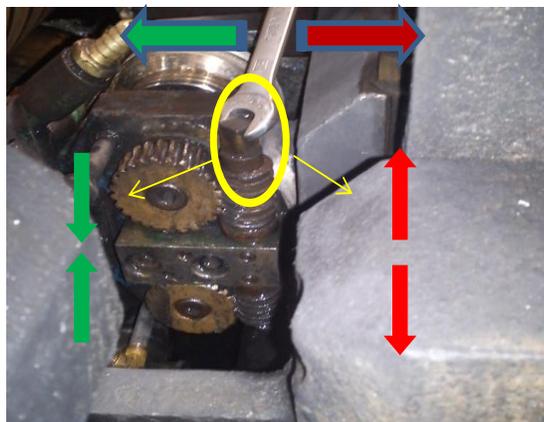
**Medición de luz entre rodillos**



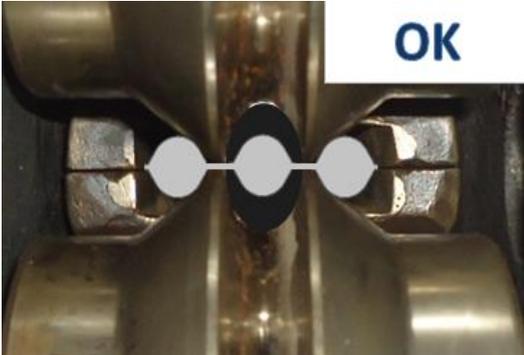
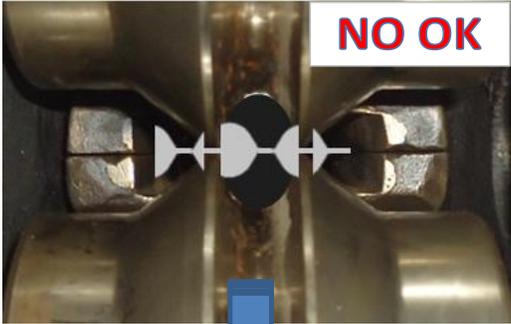
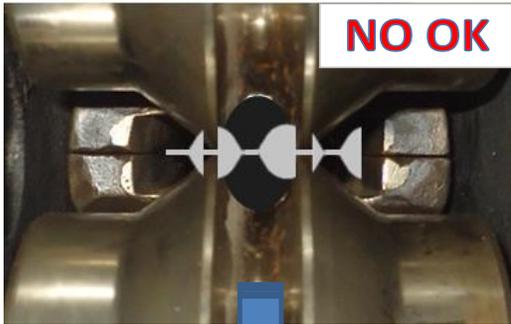
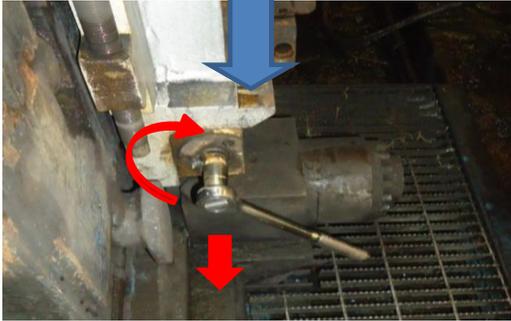
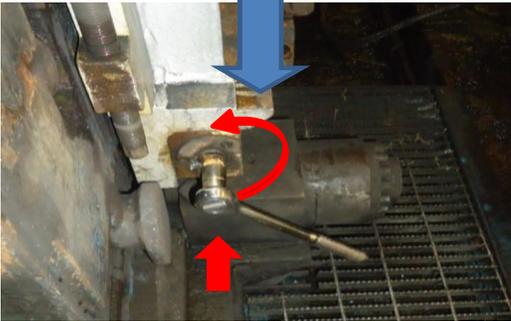
**Ajuste de luz en banco**



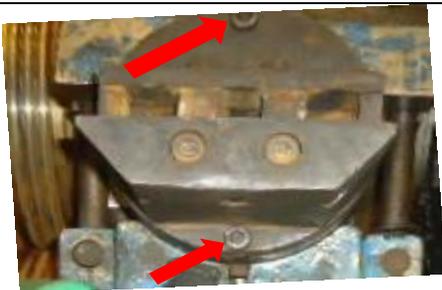
**Ajuste de luz en guía montada**



Continuación de la figura 32.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
13	Confirmar o corregir alineación de la guía de salida.	Antes de colocar estáticas portacinceles.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para confirmar se debe utilizar linterna observando alineación de guía con el canal.</li> <li>2. Para corregir se mueve tornillo de ajuste fino hacia adentro o afuera.</li> </ol>
<b>Observación de alineación</b>		<b>Confirmación de alineación</b>	
			
<b>Desalineado hacia adentro y corrección hacia afuera</b>		<b>Desalineado hacia afuera y corrección hacia adentro</b>	
			
			

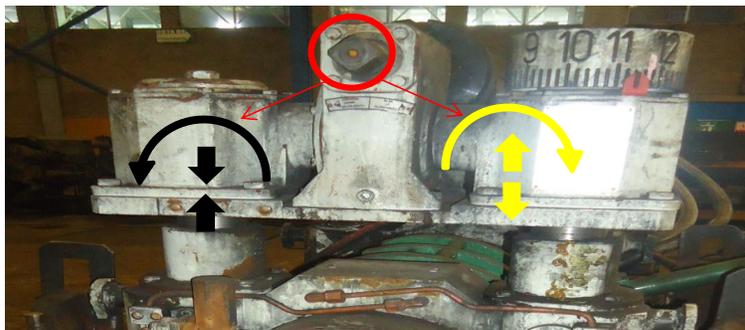
Continuación de la figura 32.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
14	Insertar estática porta cinceles de guía de salida.	Después de confirmar alineación.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Insertando la estática en la guía de salida.</li> <li>2. Ajustar bien la guía apretando los tornillos con ratchet, raíz de 1/2", extensión y hexagonal de 8 mm.</li> </ol>
<b>Inserción de estática</b>		<b>Tornillo Allen de 8mm</b>	
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
15	Acoplar tubo de enfriamiento superior.	Después de insertada la estática portacinceles.	Aflojando los seguros, retirándolo de forma manual.
<b>Acoplamiento de tubo</b>		<b>Tubo de enfriamiento acoplado</b>	
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
16	Apretar tornillos y contratuercas de 36 mm.	Luego de insertada estática porta cinceles.	Utilizando llave cola-corona de 36 mm.
<b>Contratuercas y tornillos</b>			
			

Continuación de la figura 32.

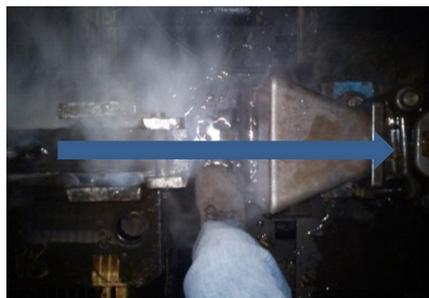
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
17	Ajustar luz de trabajo.	Luego de apretar tornillos y contratuercas de 36 mm de guía de salida.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando alambre de amarre, introduciéndolo entre cilindros mientras estos giran.</li> <li>2. Se procede a medir espesor del alambre laminado utilizando el Vernier y se compara con el estándar controlado de operación.</li> <li>3. Utilizando llave cola corona de 36mm, ajustar luz entre cilindros conforme al estándar de operación controlado.</li> </ol>

**Ajuste de luz**

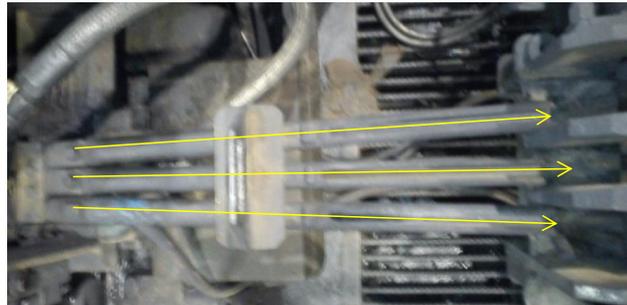


No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
18	Alinear caja G-16.	Después de medir y ajustar luz de trabajo.	Utilizando como referencia la línea de laminación, el embudo de salida de FA-15 con guía de entrada G-16 y tubos de salida G-16 con entrada a FA-16.

**Salida FA-15 y entrada G-16**



**Salida G-16 y entrada FA-16**



Continuación de la figura 32.

<b>APROBACIÓN:</b>		
<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisión por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Estudiante EPS</b>	<b>Jefe de turno</b>	<b>Gerente LBA</b>

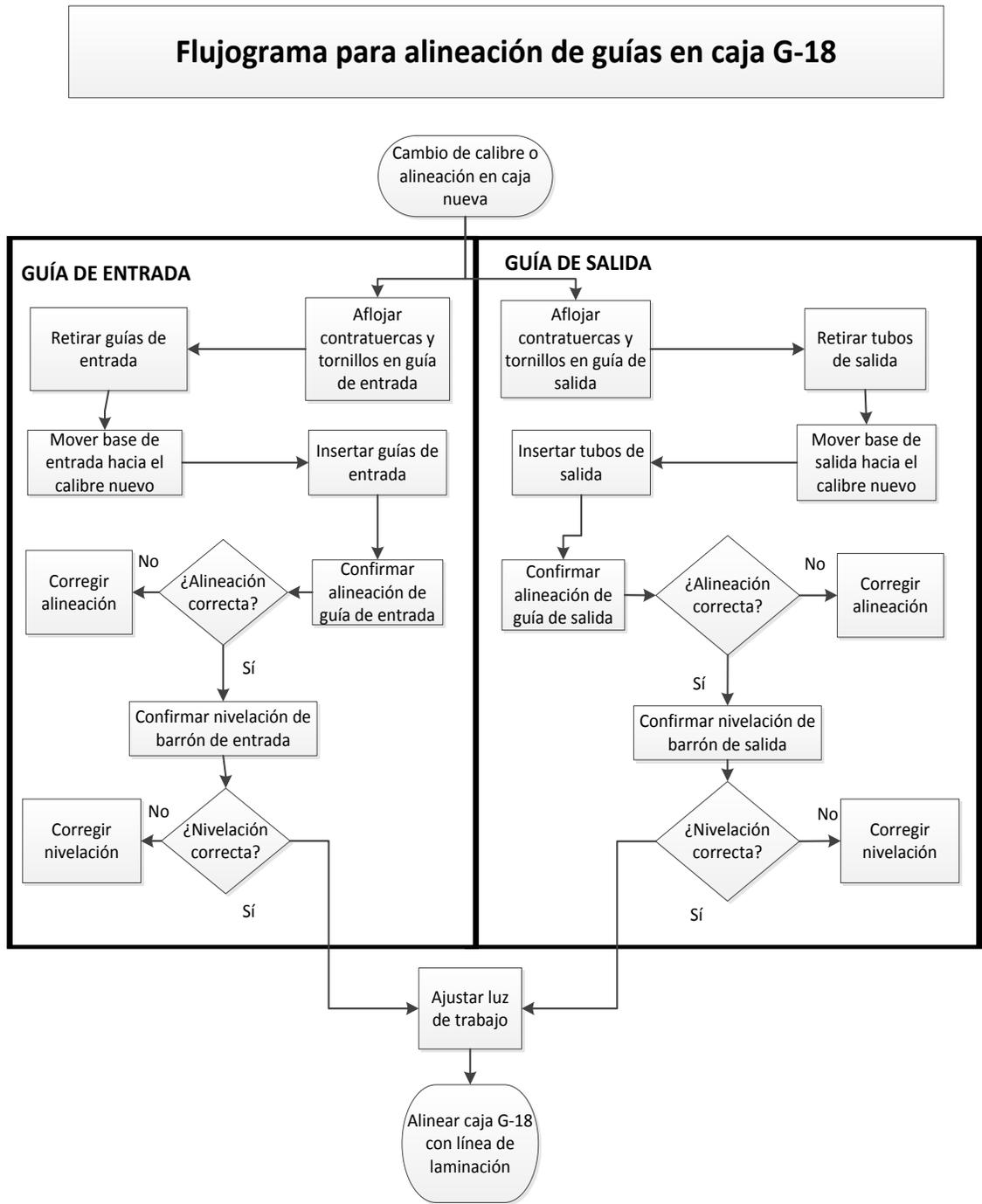
Fuente: elaboración propia.

### **2.2.1.3. Grupo de laminación G-18**

Es el último elemento del conformado en el cual la reducción de área y alargamiento son mínimos. Además se le da la apariencia final al producto dimensiones, corruga y marca.

Para la tarea de alineación en esta caja al igual que el grupo de laminación G-16 se contaba con demasiados criterios, debido a que cada hilo cuenta con su guiado independiente y la nivelación de los barrones es crítica, provocando defectos en el producto final. A continuación se presenta un flujograma de cómo se realiza la alineación de guías en la caja G-18.

Figura 33. Flujograma de alineación de guías de caja G-18



Fuente: elaboración propia.

Para la elaboración del estándar, se discutió con el jefe de turno el procedimiento elaborado y se llegaron a diferentes acuerdos para las actividades que se incluyen en el estándar los cuales son:

- El estándar se encuentra dividido en alineación de guía de entrada y tubos de salida, esto se debe a que se consideró que un cambio de calibre se puede llevar a cabo por dos personas, una trabajando en los tubos de salida y otra en las guías de entrada, con el fin de reducir el tiempo de cambio.
- En la actividad 5 se ilustra cómo debe verse el canal de laminación desde la guía de entrada, esto con el fin de aclarar al técnico laminador como debe quedar una guía alineada. Asimismo, se indican las acciones correctivas según los caso que puedan presentarse
- La actividad 11 se considera crítica ya que si el tubo queda demasiado pegado al calibre se dañan las uñas del tubo de salida y si queda demasiado separado la barra puede salirse del proceso y perderse.
- En la actividad 12 se ilustra el cómo debe encontrarse el canal de laminación al verlo desde el tubo de salida, esto para aclarar al técnico laminador cuando se encuentra alineado el tubo con el canal, asimismo se indica cómo hacer las correcciones si son necesarias.
- La actividad 14 debe ser realizada siempre ya que al tenerse tres elementos independientes para el guiado de entrada y otros tres para la salida, es necesario confirmar que todos se encuentren nivelados con el canal de laminación y así evitar daños tanto al guiado como a los cilindros de laminación.

- Se decidió que ajustar la luz de trabajo actividad después de alinear y nivelar el guiado es lo correcto, así se tendrán los cilindros laminadores en la posición más cerrada en la cual trabajaran antes del siguiente cambio de calibre, de hacerse el ajuste de luz antes de alinear y nivelar el guiado se corre el riesgo de dañar el guiado al momento de cerrar la separación entre cilindros lo cual se hace para compensar el desgaste normal del canal de laminación.
- Para alinear la caja con la línea de laminación se utilizara el FA-17 y el guiado de copas, ya que éstos se encuentran alineados y es posible hacerlo de forma visual.

### 2.2.1.3.1. Estándar para alineación de guías en caja G-18

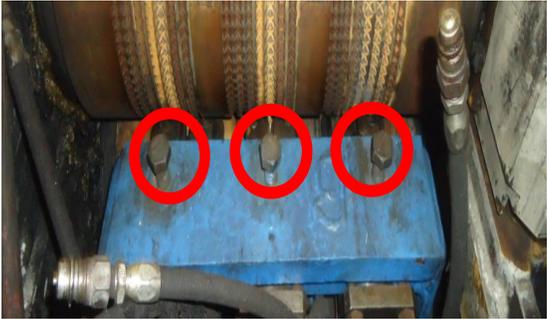
A continuación se presenta el estándar elaborado para la alineación de guías de entrada y tubos de salida, su aplicación abarca las producciones de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

Figura 34. Estándar de cambio de calibre en caja G-18

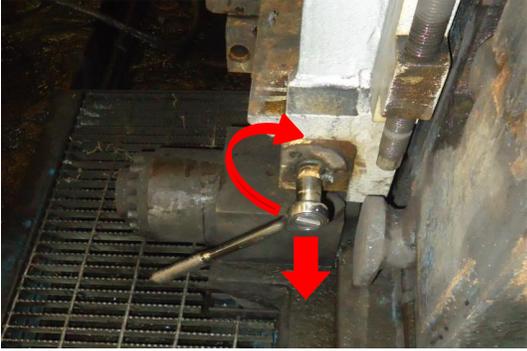
	<b>Estándar de cambio de calibre en caja G-18</b>	<b>SDG-PR-1073-06</b>
Elaborado por:	Revisión por: jefe de turno.	Versión: 0
Revisión seguridad: seguridad industrial.	Aprobado por: gerente LBA.	Fecha de aprobación:
<b>Resumen de las alteraciones de la revisión actual</b>		
Elaboración de documento		

<b>OBJETIVO</b>	<b>ALCANCE</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar una alineación correcta de las guías de caja G-18.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guía de entrada y guía de salida.</li> <li>- En los cambios de calibre de caja G-18 (interna).</li> <li>- Alineación en ingreso de caja nueva (externa).</li> </ul>
<b>RESPONSABLES</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO PARA LA TAREA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laminadores.</li> <li>- Operador de tren acabador.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 30 minutos.</li> </ul>
<b>RECURSOS Y HERRAMIENTA</b>	<b>ACCIONES CORRECTIVAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aluminio.</li> <li>- Linterna.</li> <li>- Llave Ratchet con raíz de 1/2" y copa 19 mm.</li> <li>- Galgas.</li> <li>- Calibrador Vernier.</li> <li>- Llaves cola-corona 14, 24, 36 y 46 mm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivelación de Barrones.</li> </ul>
<b>OBSERVACIONES GENERALES DE SEGURIDAD</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilizar el EPP requerido: zapato tipo bota industrial, casco, barbiquejo, guantes de cuero largos, lentes de alto impacto y protectores auditivos.</li> </ul>	

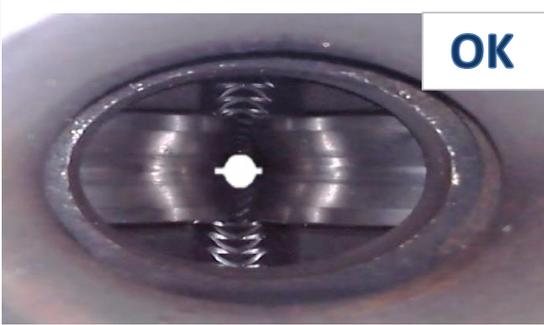
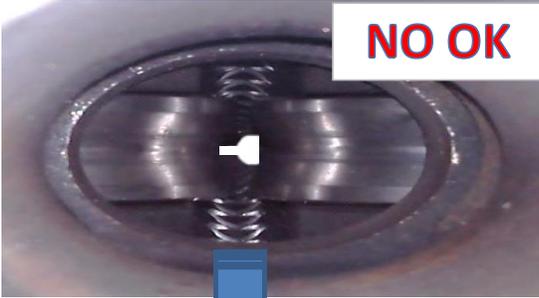
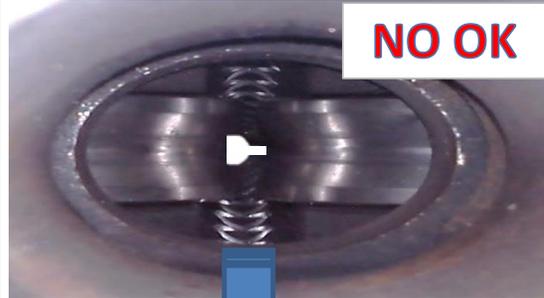
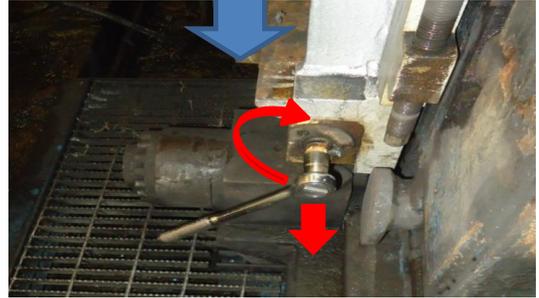
Continuación de la figura 34.

GUÍA DE ENTRADA			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
1	Aflojar contratuerca y tornillo de 36 mm.	Al momento que cabina OP-1 apague el tren acabador.	Utilizando llave cola-corona de 36 mm.
<b>Contratuerca y tornillo</b>			
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
2	Retirar guías de entrada.	Luego de aflojar contratuerca y tornillo de 36 mm.	Utilizando llave cola-corona de 24 mm, aflojar los tornillos que sujetan las guías a la base.
<b>Tornillos</b>		<b>Remoción de guía</b>	
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
3	Mover base de guías hacia el calibre nuevo (lado afuera).	Luego de retirar las guías de entrada.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando el ratchet con raíz de 1/2" y copa 19 mm, se procede a mover el tornillo de ajuste fino.</li> <li>2. Utilizar base de guías como referencia.</li> </ol>

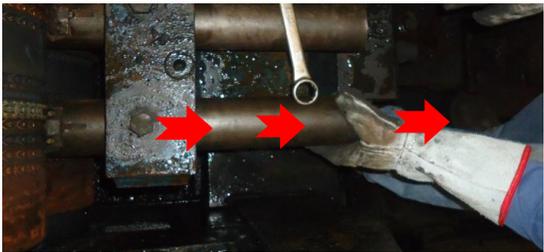
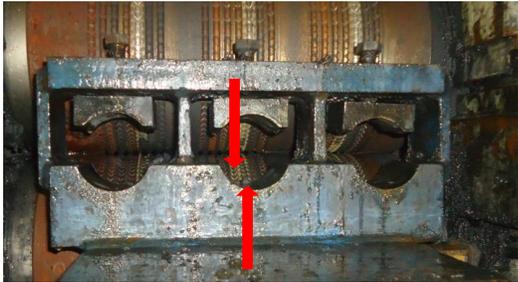
Continuación de la figura 34.

Ajuste fino		Base sin guías como referencia	
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
4	Montar guías de entrada en las bases.	Luego de mover la base de guías de entrada hacia el calibre nuevo.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dejar una separación de 0,3 mm entre rodillos de guía y cilindros.</li> <li>2. Utilizando llave cola de corona apretar tornillos de 24 mm.</li> </ol>
Montaje de guía		Tornillos	
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
5	Confirmar o corregir alineación de las guías de entrada.	Después de montar las guías.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para confirmar se debe utilizar linterna observando alineación de la guía con el canal.</li> <li>2. Para corregir se mueve tornillo de ajuste fino hacia adentro o afuera.</li> </ol>

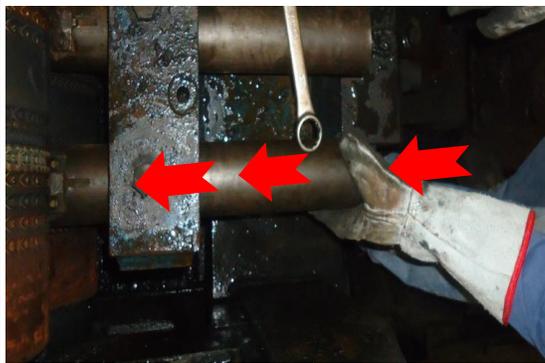
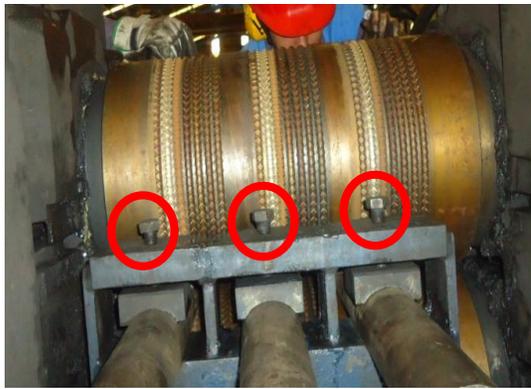
Continuación de la figura 34.

Observación de alineación		Confirmación de alineación	
			
Desalineado hacia adentro y corrección hacia afuera		Desalineado hacia afuera y corrección hacia adentro	
			
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
6	Apretar contratueras y tornillos de 36 mm.	Luego de alineadas la guía de entrada.	Utilizando llave cola-corona de 36 mm.
<b>Contratueras y tornillos</b>			
			

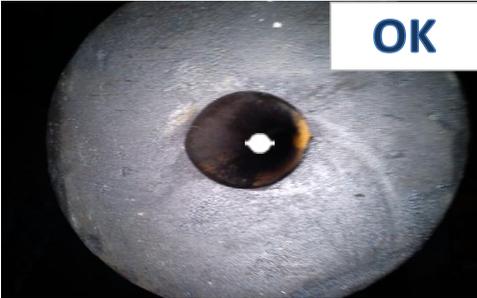
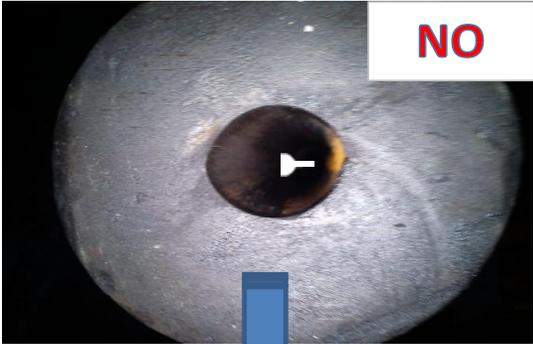
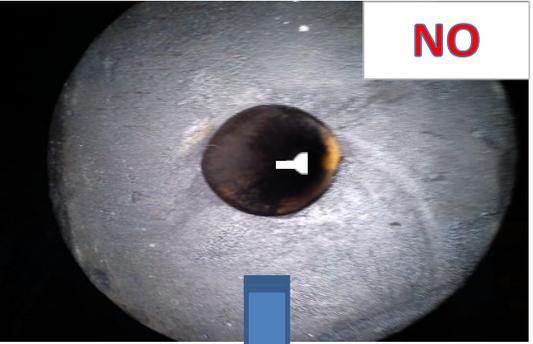
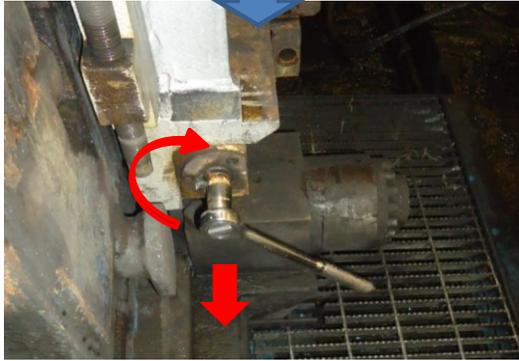
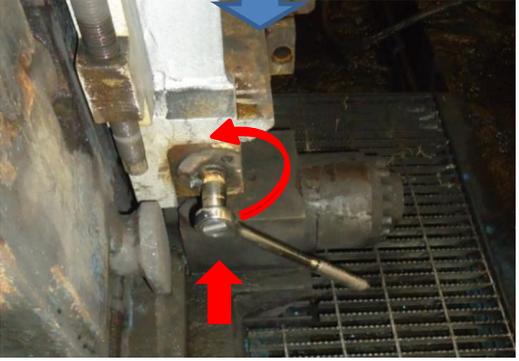
Continuación de la figura 34.

GUÍA DE SALIDA			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
7	Aflojar contratuerca y tornillo de 36 mm.	Después de alineadas las guías de entrada.	Utilizando llave cola-corona de 36 mm.
<b>Contratuercas y tornillos</b>			
			
8	Retirar tubos de salida.	Luego de aflojar contratuerca y tornillo de 36 mm.	Utilizando llave cola-corona de 24 mm, aflojar los tornillos que sujetan los tubos a la base.
<b>Tornillos</b>		<b>Remoción de tubo de salida</b>	
			
9	Mover la guía de salida hacia el calibre nuevo (lado afuera).	Después de aflojadas las contratuercas y tornillos de 36 mm.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando el ratchet con raíz de 1/2" y copa 19 mm, se procede a mover el tornillo de ajuste fino.</li> <li>2. Utilizar base de tubos para aproximarse al calibre.</li> </ol>
<b>Ajuste fino</b>		<b>Base de tubos como referencia</b>	
			

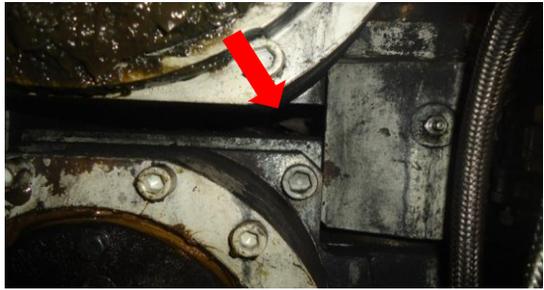
Continuación de la figura 34.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
10	Montar tubos de salida en las bases.	Luego de mover la base de tubos de salida hacia el calibre nuevo.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dejar una separación de 0,3 mm entre uñas de tubo y cilindros.</li> <li>2. Utilizando llave cola de corona apretar ligeramente los tornillos de 24 mm.</li> </ol>
<b>Montaje de tubos</b>		<b>Tornillos</b>	
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
11	Acercar tubos al calibre.	Después de montar los tubos de salida.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando linterna, se introducen las uñas del tubo de salida en el calibre y luego se mueve el tubo hacia atrás dejando una separación de 0,3 mm entre las uñas y el calibre.</li> <li>2. Apretar por completo los tornillos con llave 24 mm.</li> </ol>
<b>Inserción de uñas</b>		<b>Tubo insertado en el calibre</b>	
			

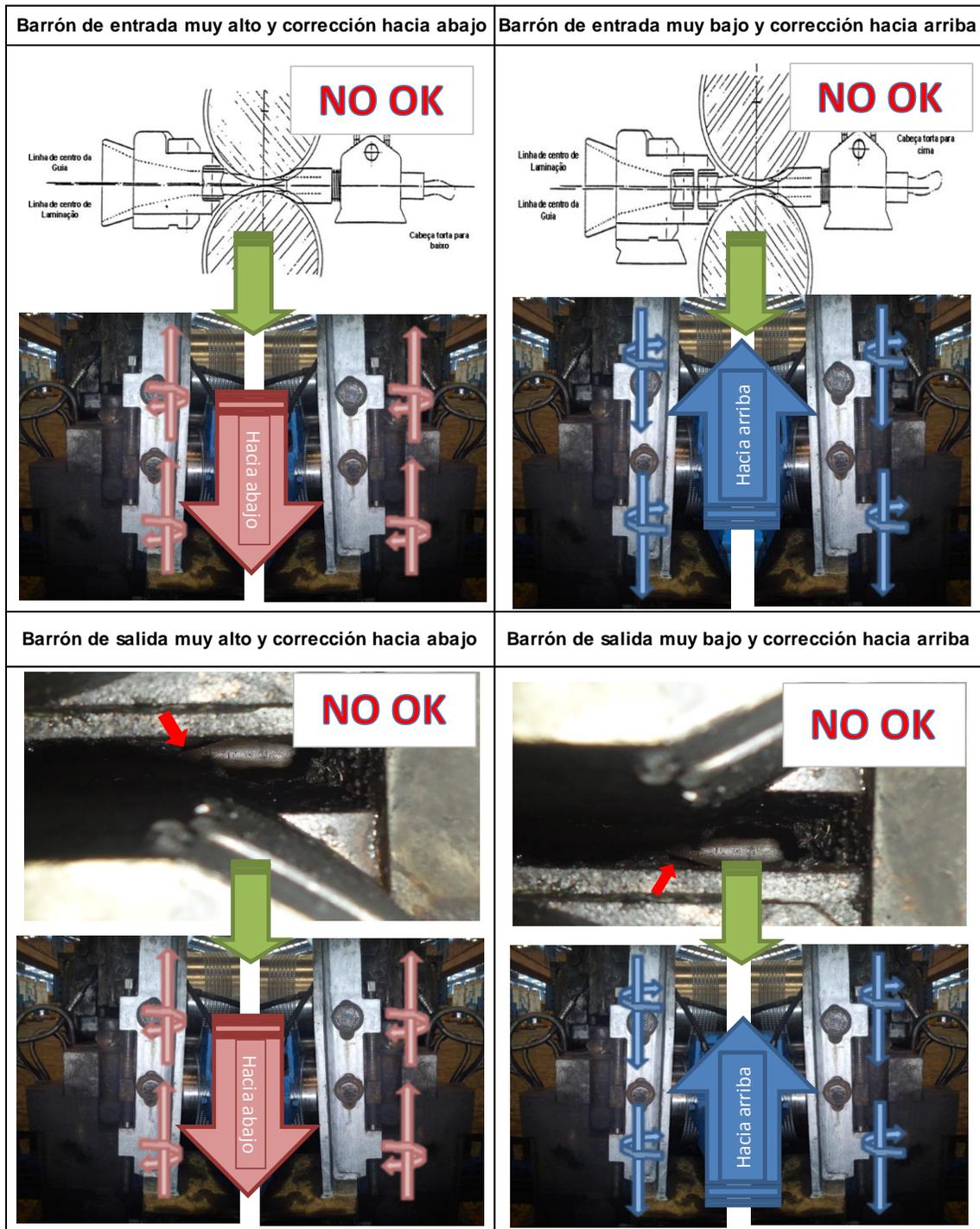
Continuación de la figura 34.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
12	Confirmar o corregir alineación de tubos de salida.	Después de montar los tubos de salida.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para confirmar se debe utilizar linterna observando alineación de uñas con el canal .</li> <li>2. Para corregir se mueve tornillo de ajuste fino hacia adentro o afuera.</li> </ol>
<b>Observación de alineación</b>		<b>Confirmación de alineación</b>	
			
<b>Desalineado hacia adentro y corrección hacia afuera</b>		<b>Desalineado hacia afuera y corrección hacia adentro</b>	
			
			

Continuación de la figura 34.

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
13	Apretar tornillos y contratueras de 36 mm.	Luego de terminar alineación de tubos de salida.	Utilizando llave cola-corona de 36 mm.
<b>Contratuercas y tornillos</b>			
			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
14	Confirmación y corrección de altura de barrón.	Luego de apretar tornillos y contratueras.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para confirmar se debe utilizar linterna y copa 46 mm observando que uñas/rodillos no topen en el calibre.</li> <li>2. Para corregir se aflojan tornillos de 30 mm y se mueve tornillos de ajuste fino de 24 mm.</li> </ol>
<b>Confirmación de altura nivelada en barrón de entrada</b>			
			
<b>Confirmación de altura nivelada en barrón de salida</b>			
			

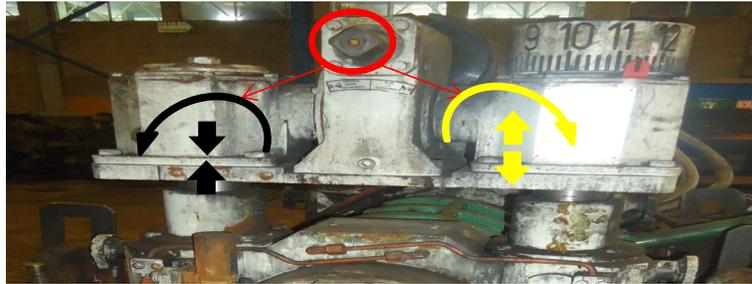
Continuación de la figura 34.



Continuación de la figura 34.

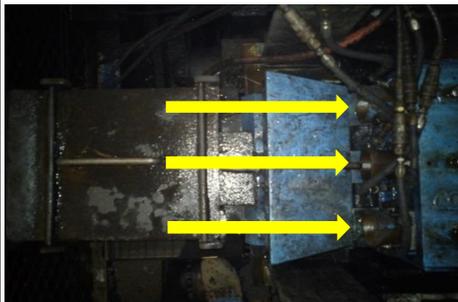
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
15	Ajustar luz de trabajo.	Luego de apretar tornillos y contratuercas de 36 mm de guía de salida.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando alambre de amarre, introduciéndolo entre cilindros mientras estos giran.</li> <li>2. Se procede a medir espesor del alambre laminado utilizando el Vernier y se compara con el estándar controlado de operación.</li> <li>3. Utilizando llave cola corona de 36 mm, ajustar luz entre cilindros conforme al estándar de operación controlado.</li> </ol>

**Ajuste de luz**

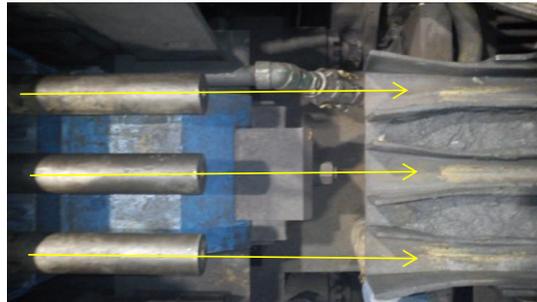


No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
16	Alinear caja G-18.	Después de medir y ajustar luz de trabajo.	Utilizando como referencia la línea de laminación, el embudo de salida de FA-17 con guía de entrada G-18 y tubos de salida G-18 con entrada a guía de copas.

**Salida FA-17 y entrada G-18**



**Salida G-18 y entrada guía de copas**



Continuación de la figura 34.

<b>APROBACIÓN:</b>		
<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisión por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Estudiante EPS</b>	<b>Jefe de turno</b>	<b>Gerente LBA</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.2. Entrenamiento en estándares**

El entrenamiento en los estándares elaborados para las producciones de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo para el tren acabador se encuentra desarrollado en la fase de docencia capítulo 4 del presente trabajo.

### **2.2.3. Auditorías de estándar**

La auditoría de estándar es la herramienta que permite confirmar que los estándares de rutina realizados para el tren acabador sean útiles para la realización de una tarea crítica.

La auditoría de estándares permite:

- Verificar que el estándar de rutina sea correcto
- Confirmar que el estándar sea comprendido
- Confirmar que el estándar está siendo usado por los técnicos laminadores
- Identificar oportunidades de mejora

### **2.2.3.1. Planificación**

Se elaboró una planificación para realizar las auditorías de los estándares de rutina, establecidos para las producciones de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo en el laminador de barras y alambón.

#### **2.2.3.1.1. Objetivo**

Evaluar que los técnicos laminadores ejecuten, comprendan y utilicen correctamente los estándares en los cuales fueron entrenados. Asimismo comprobar la funcionalidad del estándar.

#### **2.2.3.1.2. Meta**

Las metas se establecieron de forma que al alcanzarlas se cumpla el objetivo de realizar auditorías de estándar para los estándares establecidos para las producciones de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

- Comprobar que los técnicos laminadores obedezcan el estándar
- Encontrar puntos de mejora en el estándar
- Escuchar las opiniones y sugerencias de los técnicos laminadores respecto al estándar
- Comprobar la utilidad y vigencia del estándar

#### **2.2.3.1.3. Estrategia**

La auditoría se llevará a cabo de forma mensual a partir de la fecha en que se entrenó a los técnicos laminadores. Las auditorías a realizar en el tren acabador son:

- Control de figuras
- Quemado de calibre
- Alineación de guías de entrada y salida en caja G-16
- Alineación de guías de entrada y tubos de salida en caja G-18

Se abordará a los técnicos laminadores de forma individual y se les solicitará que realicen la tarea; ya sea en un cambio real si es posible o que lo ejecuten con una caja que se encuentre fuera del tren o lista para utilizarse. La evaluación será por medio de una lista de chequeo y se tomarán en cuenta las sugerencias del operador.

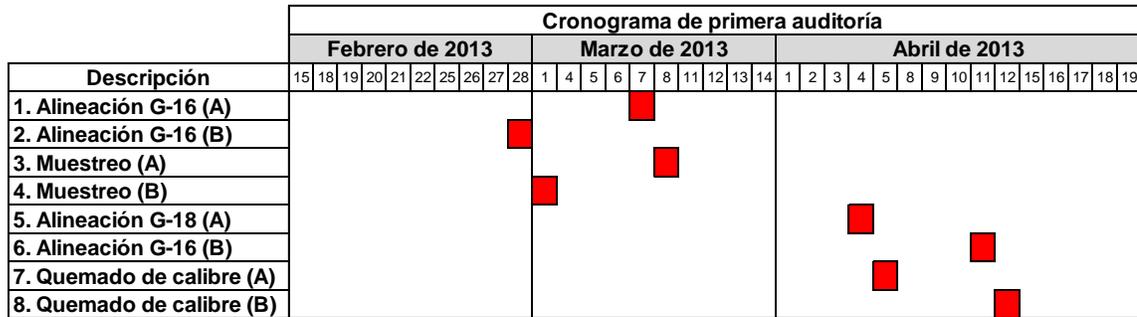
Las auditorías se llevarán a cabo por el facilitador de rutina designado, el evaluador debe contar con las siguientes características:

- Conocimiento técnico y dominio sobre la tarea a evaluar
- Conocimiento sobre elaboración y uso estándares
- Capacidad de analizar y solucionar fallas
- Capacidad de relacionarse bien con las personas y motivarlas

### **2.2.3.2. Cronograma de evaluación**

El cronograma indica las fechas en las que se realizará la auditoría del estándar, se dejó definida la fecha para realizar la auditoría y se toma en cuenta a qué turno se auditará ya que se tiene el turno A y B. A continuación se presenta el cronograma de las auditorías.

Figura 35. Cronograma de primera auditoría



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.3.3. Método de evaluación

La auditoría del estándar se llevará a cabo utilizando una lista de chequeo, en la cual se observarán aspectos de seguridad, cumplimiento de la tarea, conocimiento y ejecución correcta del estándar.

- Control de figuras en el tren acabador
- Quemado de calibres en cajas del tren acabador
- Alineación de guías en caja G-16
- Alineación de guías en caja G-18

#### 2.2.3.3.1. Listas de chequeo para auditoría de estándares

A continuación se presentan las listas de chequeo elaboradas para auditar los estándares elaborados para la producción de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

Figura 36. Lista de chequeo para auditoría de control de figuras

 <b>LISTA DE CHEQUEO DE AUDITORÍA DE ESTANDARES</b>		<b>SDG-AE-1073-03</b>		
TIPO DE TAREA: <input type="checkbox"/> CRÍTICA <input type="checkbox"/> NO CRÍTICA		OBSERVACIÓN <input type="checkbox"/> PARCIAL <input type="checkbox"/> COMPLETA		
Área:	Célula:	Fecha:	Turno:	
Nombre de estándar: <b>Control de figuras en el tren acabador.</b>		Código:		
Nombre auditado:		Auditor:		
PUNTOS CRÍTICOS A SER OBSERVADOS EN LA TAREA				
PUNTOS DE VERIFICACIÓN		EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
¿Extrajo todas las muestras en los formabucles?		( ) SÍ	( ) NO	
¿Inserta correctamente el pasador de las cuchillas (atraviesa el buje)?		( ) SÍ	( ) NO	
¿Compara las medidas con el estándar de operación?		( ) SÍ	( ) NO	
¿Observa detenidamente la figura de la muestra?		( ) SÍ	( ) NO	
¿Anota las medidas y observaciones en la hoja de registro?		( ) SÍ	( ) NO	
¿Almacena la muestra en el banco de muestras?		( ) SÍ	( ) NO	
¿Utiliza la tabla de comparación de figuras?		( ) SÍ	( ) NO	
		( ) SÍ	( ) NO	
		( ) SÍ	( ) NO	
		( ) SÍ	( ) NO	
PUNTOS DE VERIFICACIÓN		EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
Calidad del estándar	¿Todas las actividades importantes de la tarea están descritas en el estándar?	( ) SÍ	( ) NO	
	¿Tiene formato, figuras, diagramas, texto fáciles de entender (facilita el entendimiento)?	( ) SÍ	( ) NO	
	¿Esta actualizado y disponible en lugar accesible?	( ) SÍ	( ) NO	
	¿Fácil ejecución?	( ) SÍ	( ) NO	
	¿Enfatiza los puntos críticos de seguridad, calidad, costos, entrega o medio ambiente para evitar fallas?	( ) SÍ	( ) NO	
	¿El estándar presenta claramente los resultados esperados?	( ) SÍ	( ) NO	
	¿Presenta claramente acciones correctivas necesarias para tratar desvíos durante la ejecución?	( ) SÍ	( ) NO	
Calidad del entrenamiento	¿El auditado esta capacitado para ejecutar la tarea?	( ) SÍ	( ) NO	
	¿El auditado demuestra habilidad al ejecutar la tarea?	( ) SÍ	( ) NO	
	¿El auditado tiene conocimiento técnico para seguir el estándar al ejecutar la tarea (Qué hacer, qué no hacer, qué hacer con relación a desvíos)?	( ) SÍ	( ) NO	
Influencia del medio ambiente	Iluminación	( ) BUENO	( ) MALO	
	Calor	( ) BUENO	( ) MALO	
	Ergonomía	( ) BUENO	( ) MALO	
	Otros _____	( ) BUENO	( ) MALO	
<b>Necesidad de Dispositivo a Prueba de Errores</b>		( ) SÍ	( ) NO	

Continuación de la figura 36.

<b>AUDITORÍA DE ESTANDARES / OBSERVACIÓN DE TAREA</b>				
PUNTOS DE VERIFICACIÓN		EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
<b>Seguridad</b>	¿Están disponibles los EPP para ejecutar la tarea de forma segura y eficiente?	( ) Sí	( ) NO	
	¿El colaborador conoce el EPP mínimo para realizar la tarea?	( ) Sí	( ) NO	
	¿El operador utiliza los EPP mínimos establecidos?	( ) Sí	( ) NO	
	¿Las condiciones de trabajo en el lugar donde se ejecuta la tarea son adecuadas (5S, iluminación, escaleras, avisos de peligro, piso, etc.)?	( ) Sí	( ) NO	
<b>Condición de los Recursos Necesarios</b>	¿Las herramientas necesarias están disponibles y en buenas condiciones de uso?	( ) Sí	( ) NO	
	¿El acceso al local para ejecución de la tarea es adecuado (verificar movimientos)?	( ) Sí	( ) NO	
	¿Se encuentran disponibles todos los recursos necesarios para tratar todas las emergencias y desvíos?	( ) Sí	( ) NO	
	¿Los equipos utilizados están disponibles y en buenas condiciones de uso (incluyéndose equipos auxiliares como vehículos, etc...)?	( ) Sí	( ) NO	
<b>COMENTARIO ADICIONALES Y/O SUGERENCIAS DEL AUDITOR/COLABORADOR</b>				
<b>PLAN DE ACCIÓN ESPECÍFICO</b>				
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>		<b>Responsable</b>
<b>VERIFICACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS ACCIONES</b>				
<b>¿Quién verifica?</b>	<b>Evidencia de eficacia</b>			
<b>¿Cuándo?</b>				
Colaborador:	Auditor:	Jefe al verificar eficacia de acciones:		

Fuente: elaboración propia, con Corporación Aceros de Guatemala.

Figura 37. Lista de chequeo para quemado de calibres en cajas del tren acabador

		<b>LISTA DE CHEQUEO DE AUDITORÍA DE ESTANDARES</b>		<b>SDG-AE-1073-05</b>	
TIPO DE TAREA: <input type="checkbox"/> CRÍTICA <input type="checkbox"/> NO CRÍTICA		OBSERVACIÓN <input type="checkbox"/> PARCIAL <input type="checkbox"/> COMPLETA			
Área:	Célula:	Fecha:	Turno:		
Nombre de Estandar: <b>Quemado de calibres en cajas de tren acabador.</b>		Código:			
Nombre Auditado:		Auditor:			
PUNTOS CRÍTICOS A SER OBSERVADOS EN LA TAREA					
PUNTOS DE VERIFICACIÓN		EVALUACIÓN		OBSERVACIONES	
¿Prepara con anticipación las herramientas a utilizar?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Solicita muestra de última barra en proceso?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Extrae muestra de última barra?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Coloca pasadores de chuchilla de emergencia correctamente?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Se observa por el color de la barra, que la temperatura es adecuada?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Mide el espesor de la muestra y la compara con el estándar de operación?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Evita el forzar el paso de la muestra?		( ) SÍ	( ) NO		
		( ) SÍ	( ) NO		
		( ) SÍ	( ) NO		
		( ) SÍ	( ) NO		
PUNTOS DE VERIFICACIÓN		EVALUACIÓN		OBSERVACIONES	
Calidad del estándar	¿Todas las actividades importantes de la tarea están descritas en el estándar?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿Tiene formato, figuras, diagramas, texto fáciles de entender (facilita el entendimiento)?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿Esta actualizado y disponible en lugar accesible?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿Fácil ejecución?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿Enfatiza los puntos críticos de seguridad, calidad, costos, entrega o medio ambiente para evitar fallas?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿El estándar presenta claramente los resultados esperados?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿Presenta claramente acciones correctivas necesarias para tratar desvíos durante la ejecución?	( ) SÍ	( ) NO		
Calidad del entrenamiento	¿El auditado esta capacitado para ejecutar la tarea?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿El auditado demuestra habilidad al ejecutar la tarea?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿El auditado tiene conocimiento técnico para seguir el estándar al ejecutar la tarea (Qué hacer, qué no hacer, qué hacer con relación a desvíos)?	( ) SÍ	( ) NO		
Influencia del medio ambiente	Iluminación	( ) BUENO	( ) MALO		
	Calor	( ) BUENO	( ) MALO		
	Ergonomía	( ) BUENO	( ) MALO		
	Otros _____	( ) BUENO	( ) MALO		
Necesidad de Dispositivo a Prueba de Errores		( ) SÍ	( ) NO		

Continuación de la figura 37.

<b>AUDITORÍA DE ESTANDARES / OBSERVACIÓN DE TAREA</b>				
PUNTOS DE VERIFICACIÓN		EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
<b>Seguridad</b>	¿Están disponibles los EPP para ejecutar la tarea de forma segura y eficiente?	( ) Sí	( ) NO	
	¿El colaborador conoce el EPP mínimo para realizar la tarea?	( ) Sí	( ) NO	
	¿El operador utiliza los EPP mínimos establecidos?	( ) Sí	( ) NO	
	¿Las condiciones de trabajo en el lugar donde se ejecuta la tarea son adecuadas (5S, iluminación, escaleras, avisos de peligro, piso, etc.)?	( ) Sí	( ) NO	
<b>Condición de los Recursos Necesarios</b>	¿Las herramientas necesarias están disponibles y en buenas condiciones de uso?	( ) Sí	( ) NO	
	¿El acceso al local para ejecución de la tarea es adecuado (verificar movimientos)?	( ) Sí	( ) NO	
	¿Se encuentran disponibles todos los recursos necesarios para tratar todas las emergencias y desvíos?	( ) Sí	( ) NO	
	¿Los equipos utilizados están disponibles y en buenas condiciones de uso (incluyéndose equipos auxiliares como vehículos, etc...)?	( ) Sí	( ) NO	
<b>COMENTARIO ADICIONALES Y/O SUGERENCIAS DEL AUDITOR/COLABORADOR</b>				
<b>PLAN DE ACCIÓN ESPECÍFICO</b>				
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>		<b>Responsable</b>
<b>VERIFICACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS ACCIONES</b>				
¿Quién verifica?	Evidencia de eficacia			
¿Cuándo?				
Colaborador:	Auditor:	Jefe al verificar eficacia de acciones:		

Fuente: elaboración propia, con Corporación Aceros de Guatemala.

Figura 38. Lista de chequeo para alineación de guías de caja G-16

		<b>LISTA DE CHEQUEO DE AUDITORÍA DE ESTANDARES</b>		<b>SDG-AE-1073-04</b>	
TIPO DE TAREA: <input type="checkbox"/> CRÍTICA <input type="checkbox"/> NO CRÍTICA		OBSERVACIÓN <input type="checkbox"/> PARCIAL <input type="checkbox"/> COMPLETA			
Área:	Célula:	Fecha:	Turno:		
Nombre de Estandar: <b>Alineación de guías en caja G-16.</b>				Código:	
Nombre Auditado:			Auditor:		
PUNTOS CRÍTICOS A SER OBSERVADOS EN LA TAREA					
PUNTOS DE VERIFICACIÓN		EVALUACIÓN		OBSERVACIONES	
¿Prepara con anticipación la herramienta necesaria?			( ) NO		
¿Sabe cómo mover las guías hacia adentro/afuera?			( ) NO		
¿Utiliza las referencias dadas para alinear ambas guías?			( ) NO		
¿Confirma la alineación de la guía de entrada y salida?			( ) NO		
¿Aprieta tornillos y contratuerzas de mordaza en ambas guías?			( ) NO		
¿Revisa el estado de los cinceles?			( ) NO		
¿Revisa luz de rodillos separadores?			( ) NO		
¿Ajusta luz entre cilindros?			( ) NO		
¿Utiliza las referencias dadas para alinear caja con línea de laminación?			( ) NO		
PUNTOS DE VERIFICACIÓN		EVALUACIÓN		OBSERVACIONES	
Calidad del estándar	¿Todas las actividades importantes de la tarea están descritas en el estándar?	( ) Sí	( ) NO		
	¿Tiene formato, figuras, diagramas, texto fáciles de entender (facilita el entendimiento)?	( ) Sí	( ) NO		
	¿Esta actualizado y disponible en lugar accesible?	( ) Sí	( ) NO		
	¿Fácil ejecución?	( ) Sí	( ) NO		
	¿Enfatiza los puntos críticos de seguridad, calidad, costos, entrega o medio ambiente para evitar fallas?	( ) Sí	( ) NO		
	¿El estándar presenta claramente los resultados esperados?	( ) Sí	( ) NO		
	¿Presenta claramente acciones correctivas necesarias para tratar desvíos durante la ejecución?	( ) Sí	( ) NO		
Calidad del entrenamiento	¿El auditado esta capacitado para ejecutar la tarea?	( ) Sí	( ) NO		
	¿El auditado demuestra habilidad al ejecutar la tarea?	( ) Sí	( ) NO		
	¿El auditado tiene conocimiento técnico para seguir el estándar al ejecutar la tarea (Qué hacer, qué no hacer, qué hacer con relación a desvíos)?	( ) Sí	( ) NO		
Influencia del medio ambiente	Iluminación	( ) BUENO	( ) MALO		
	Calor	( ) BUENO	( ) MALO		
	Ergonomía	( ) BUENO	( ) MALO		
	Otros _____	( ) BUENO	( ) MALO		

Continuación de la figura 38.

<b>AUDITORÍA DE ESTANDARES / OBSERVACIÓN DE TAREA</b>				
PUNTOS DE VERIFICACIÓN		EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
<b>Seguridad</b>	¿Están disponibles los EPP para ejecutar la tarea de forma segura y eficiente?	( ) Sí	( ) NO	
	¿El colaborador conoce el EPP mínimo para realizar la tarea?	( ) Sí	( ) NO	
	¿El operador utiliza los EPP mínimos establecidos?	( ) Sí	( ) NO	
	¿Las condiciones de trabajo en el lugar donde se ejecuta la tarea son adecuadas (5S, iluminación, escaleras, avisos de peligro, piso, etc.)?	( ) Sí	( ) NO	
<b>Condición de los Recursos Necesarios</b>	¿Las herramientas necesarias están disponibles y en buenas condiciones de uso?	( ) Sí	( ) NO	
	¿El acceso al local para ejecución de la tarea es adecuado (verificar movimientos)?	( ) Sí	( ) NO	
	¿Se encuentran disponibles todos los recursos necesarios para tratar todas las emergencias y desvíos?	( ) Sí	( ) NO	
	¿Los equipos utilizados están disponibles y en buenas condiciones de uso (incluyéndose equipos auxiliares como vehículos, etc...)?	( ) Sí	( ) NO	
<b>COMENTARIO ADICIONALES Y/O SUGERENCIAS DEL AUDITOR/COLABORADOR</b>				
<b>PLAN DE ACCIÓN ESPECÍFICO</b>				
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>		<b>Responsable</b>
<b>VERIFICACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS ACCIONES</b>				
¿Quién verifica?	Evidencia de eficacia			
¿Cuándo?				
Colaborador:	Auditor:	Jefe al verificar eficacia de acciones:		

Fuente: elaboración propia, con Corporación Aceros de Guatemala.

Figura 39. Lista de chequeo para alineación de guías de caja G-18

		<b>LISTA DE CHEQUEO DE AUDITORÍA DE ESTANDARES</b>		<b>SDG-AE-1073-06</b>	
TIPO DE TAREA: <input type="checkbox"/> CRÍTICA <input type="checkbox"/> NO CRÍTICA		OBSERVACIÓN <input type="checkbox"/> PARCIAL <input type="checkbox"/> COMPLETA			
Área:	Célula:	Fecha:	Turno:		
Nombre de Estandar: <b>Alineación de guías en caja G-18</b>			Código:		
Nombre Auditado:		Auditor:			
PUNTOS CRÍTICOS A SER OBSERVADOS EN LA TAREA					
PUNTOS DE VERIFICACIÓN		EVALUACIÓN		OBSERVACIONES	
¿Prepara con anticipación la herramienta necesaria?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Sabe cómo mover las guías hacia adentro/afuera?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Utiliza las referencias dadas para alinear ambas guías?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Confirma la alineación de la guía de entrada y salida?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Aprieta tornillos y contratuerzas de mordaza en ambas guías?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Cambia los tubos de salida?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Aprieta tornillos que sujetan los tubos a la base?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Revisa/corriges la altura de los barrenos?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Ajusta luz entre cilindros?		( ) SÍ	( ) NO		
¿Utiliza las referencias dadas para alinear caja con línea de laminación?		( ) SÍ	( ) NO		
PUNTOS DE VERIFICACIÓN		EVALUACIÓN		OBSERVACIONES	
Calidad del estándar	¿Todas las actividades importantes de la tarea están descritas en el estándar?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿Tiene formato, figuras, diagramas, texto fáciles de entender (facilita el entendimiento)?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿Esta actualizado y disponible en lugar accesible?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿Fácil ejecución?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿Enfatiza los puntos críticos de seguridad, calidad, costos, entrega o medio ambiente para evitar fallas?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿El estándar presenta claramente los resultados esperados?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿Presenta claramente acciones correctivas necesarias para tratar desvíos durante la ejecución?	( ) SÍ	( ) NO		
Calidad del entrenamiento	¿El auditado esta capacitado para ejecutar la tarea?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿El auditado demuestra habilidad al ejecutar la tarea?	( ) SÍ	( ) NO		
	¿El auditado tiene conocimiento técnico para seguir el estándar al ejecutar la tarea (Qué hacer, qué no hacer, qué hacer con relación a desvíos)?	( ) SÍ	( ) NO		
Influencia del medio ambiente	Iluminación	( ) BUENO	( ) MALO		
	Calor	( ) BUENO	( ) MALO		
	Ergonomía	( ) BUENO	( ) MALO		
	Otros _____	( ) BUENO	( ) MALO		
Necesidad de Dispositivo a Prueba de Errores		( ) SÍ	( ) NO		

Fuente: elaboración propia, con Corporación Aceros de Guatemala.

Continuación de la figura 39.

<b>AUDITORÍA DE ESTANDARES / OBSERVACIÓN DE TAREA</b>				
PUNTOS DE VERIFICACIÓN		EVALUACIÓN		OBSERVACIONES
<b>Seguridad</b>	¿Están disponibles los EPP para ejecutar la tarea de forma segura y eficiente?	( ) Sí	( ) NO	
	¿El colaborador conoce el EPP mínimo para realizar la tarea?	( ) Sí	( ) NO	
	¿El operador utiliza los EPP mínimos establecidos?	( ) Sí	( ) NO	
	¿Las condiciones de trabajo en el lugar donde se ejecuta la tarea son adecuadas (5S, iluminación, escaleras, avisos de peligro, piso, etc.)?	( ) Sí	( ) NO	
<b>Condición de los Recursos Necesarios</b>	¿Las herramientas necesarias están disponibles y en buenas condiciones de uso?	( ) Sí	( ) NO	
	¿El acceso al local para ejecución de la tarea es adecuado (verificar movimientos)?	( ) Sí	( ) NO	
	¿Se encuentran disponibles todos los recursos necesarios para tratar todas las emergencias y desvíos?	( ) Sí	( ) NO	
	¿Los equipos utilizados están disponibles y en buenas condiciones de uso (incluyéndose equipos auxiliares como vehículos, etc...)?	( ) Sí	( ) NO	
<b>COMENTARIO ADICIONALES Y/O SUGERENCIAS DEL AUDITOR/COLABORADOR</b>				
<b>PLAN DE ACCIÓN ESPECÍFICO</b>				
<b>Acción</b>		<b>Plazo</b>		<b>Responsable</b>
<b>VERIFICACIÓN DE LA EFICACIA DE LAS ACCIONES</b>				
<b>¿Quién verifica?</b>	<b>Evidencia de eficacia</b>			
<b>¿Cuándo?</b>				
Colaborador:	Auditor:	Jefe al verificar eficacia de acciones:		

Fuente: elaboración propia, con Corporación Aceros de Guatemala.

El formato para auditorías y su contenido mínimo fue proporcionado por la empresa ya que es un documento controlado, éste es de fácil uso ya que solamente requiere verificar si se cumple o no con los diferentes puntos a evaluar. El encabezado solicita información básica y solicita la distinción de tarea crítica o no crítica. Para el caso de los estándares elaborados son tareas críticas lo cual ya se mencionó en la fase de diagnóstico y posteriormente se evalúan actividades específicas de la tarea las cuales se consideran críticas.

Asimismo, incluye evaluación de seguridad e higiene industrial y se cuenta con un espacio para anotar las sugerencias o comentarios del evaluador y técnico laminador; por último se tiene un cuadro para definir planes de acción en caso de encontrar no conformidades durante la auditoría.

#### **2.2.4. Tratamientos de falla**

El tratamiento de fallas es una metodología para encontrar la causa raíz de problemas especiales en el tren laminador. Para ello es necesario separar un problema común o rutinario de un problema especial, ya que el rutinario se presenta de manera periódica y se ataca por medio de estándares, mientras que la causa especial es un problema completamente nuevo del cual se desconocen sus causas.

El tratamiento de falla se llevará a cabo como máximo tres días después de la ocurrencia de la falla y deberán participar los técnicos laminadores involucrados, personal de mantenimiento mecánico, eléctrico-electrónico, el supervisor del área donde ocurrió la falla y facilitador de rutina que lidere.

Las evidencias a utilizar en el formato de registro de la falla debe adjuntarse fotografías y describirse parámetros recopilados en la falla, es importante evitar el caer en suposiciones de la falla, por lo tanto los participantes deben basar sus hipótesis solamente en la evidencia obtenida y no asumir causas de falla.

En los análisis solo deberán participar, personal operativo o de mantenimiento que presencié directamente la falla; esto debido a que algunos colaboradores podrían mencionar causas no relacionadas a la falla que se esté analizando. A continuación se presenta el formato de registro de análisis de falla a utilizar.



Continuación de la figura 40.

ANÁLISIS DE FALLA 5 POR QUÉ SEGÚN LAS 6 M'S									
CAUSAS DEBIDO A MÁQUINA					CAUSAS DEBIDO A MATERIA PRIMA				
POR QUÉ 1	POR QUÉ 2	POR QUÉ 3	POR QUÉ 4	POR QUÉ 5	POR QUÉ 1	POR QUÉ 2	POR QUÉ 3	POR QUÉ 4	POR QUÉ 5
CAUSAS DEBIDO A MÉTODO					CAUSAS DEBIDO A MEDIO AMBIENTE				
POR QUÉ 1	POR QUÉ 2	POR QUÉ 3	POR QUÉ 4	POR QUÉ 5	POR QUÉ 1	POR QUÉ 2	POR QUÉ 3	POR QUÉ 4	POR QUÉ 5
CAUSAS DEBIDO A MANO DE OBRA					CAUSAS DEBIDO A MEDICIÓN				
POR QUÉ 1	POR QUÉ 2	POR QUÉ 3	POR QUÉ 4	POR QUÉ 5	POR QUÉ 1	POR QUÉ 2	POR QUÉ 3	POR QUÉ 4	POR QUÉ 5

Continuación de la figura 40.

Causa con relación a la estandarización del proceso:				Resumen de causas raíz más probables:		
1.- No existen estándares relacionados y son necesarios:	<input type="text"/>			1		
2.- Los estándares relacionados no son apropiados:	<input type="text"/>			2		
3.- Los estándares relacionados no está siendo cumplidos:	<input type="text"/>			3		
				4		
				5		
PLAN DE ACCIÓN ESPECÍFICO (Escribir las acciones de bloqueo de la causa fundamental)						
Coordinador del plan de acción:						
Nº.	Causa	Qué	Quién/ Firma	Cuándo	Dónde	Cómo
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
Verificación y eficacia del plan de acción						
Fecha 1era. verificación		Fecha 2da. verificación		Fecha 3era. verificación		Nuevas contramedidas <input type="text"/>
OK	NO OK	OK	NO OK	OK	NO OK	Abrir GSP <input type="text"/>
Firma:		Firma:		Firma:		Terminar <input type="text"/>
Fecha de cierre prevista:	Fecha de cierre real:	Lider / Facilitador / Jefe:		Firma:		Gestor del área: <input type="text"/>

Estos campos deben ser llenados por el FACILITADOR

Fuente: elaboración propia, con datos de la Gerencia Laminador de Barras y Alambrón.

### 2.2.4.1. Gatillo

El gatillo es el criterio utilizado para determinar qué fallas ameritan ser tratadas; permite adecuar la cantidad de tratamientos de falla que se realizarán para el tren acabador. Además permite identificar una falla especial ya que solamente las fallas especiales ameritan la apertura de un tratamiento de falla.

El gatillo se define utilizando datos históricos del comportamiento de la producción; para este caso se utilizó la cantidad de barras perdidas y el tiempo de paro por barra perdida en el período de agosto de 2012 a febrero de 2013. Los datos se obtuvieron del reporte de paro no programado correspondientes a producción de 3/8 de pulgada x 3 legítimo. Se tomaron en cuenta los días en donde se perdió barra en el tren acabador. A continuación se presenta una tabla con el resumen de la información obtenida.

Tabla V. **Resumen de barras y tiempo de paro, período 2012-2013**

Fecha	Barras perdidas (u)	Tiempo de paro (min.)	Tiempo por barra perdida (min.)
20/08/2012	3	199	66
21/08/2012	2	77	39
25/09/2012	3	96	32
26/09/2012	2	85	43
27/09/2012	1	63	63
28/09/2012	1	41	41
25/10/2012	2,5	223	89
27/10/2012	3	193	64
29/10/2012	1	37	37
30/10/2012	2	97	49
31/10/2012	3	223	74
23/11/2012	2	39	20

Continuación de la tabla V.

24/11/2012	1	11	11
25/11/2012	2	78	39
28/11/2012	1	72	72
14/01/2013	0,5	58	116
15/01/2013	1	57	57
16/01/2013	4	102	26
17/01/2013	3	162	54
18/01/2013	2	169	85
19/01/2013	3	80	27
14/02/2013	3	163	54
15/02/2013	1	52	52
16/02/2013	1	47	47
18/02/2013	2	178	89
19/02/2013	5	212	42
<b>Total</b>	<b>56</b>	<b>2 869</b>	
<b>Promedio</b>	<b>2</b>	<b>106</b>	<b>53</b>

Fuente: elaboración propia.

Se perdieron 56 barras en el transcurso de 27 días con un promedio de 2 barras por día. Además, el promedio de tiempo para retirar una barra perdida y regresar el tren a sus condiciones de operación es de 53 minutos. Con esta información se propone que los gatillos a utilizar para decidir la apertura de tratamiento de falla sean:

- Gatillo 1: cuando en un día existan 2 o más barras perdidas.
- Gatillo 2: tiempo de paro superior o igual a 53 minutos para retirar una barra perdida y regresar el tren a sus condiciones de operación.

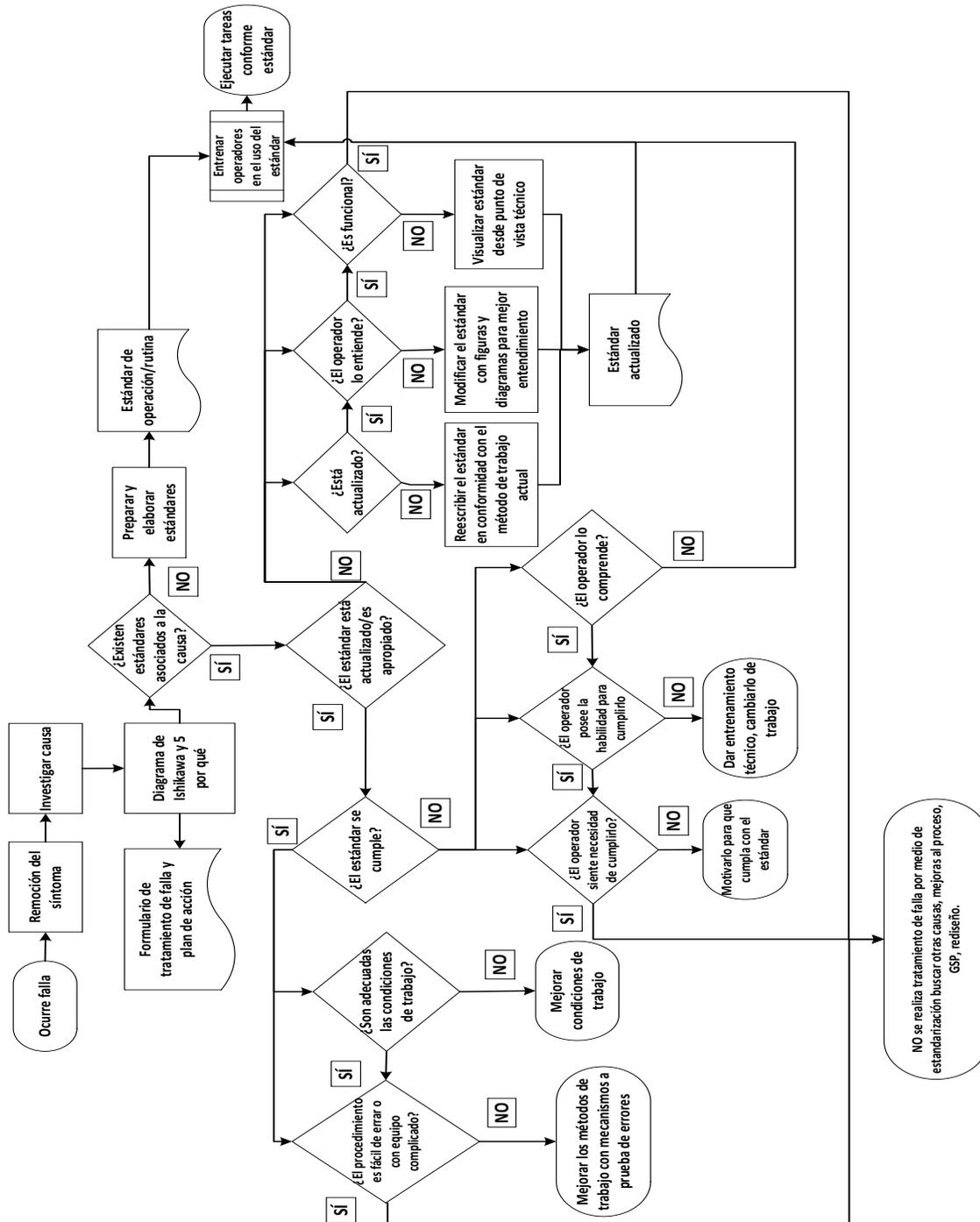
En los casos de perderse menos de 2 barras o se presente un paro por barra perdida menor a 53 minutos, se consideran problemas comunes los cuales deben solucionarse por medio de la estandarización.

#### **2.2.4.2. Diagrama**

Para tener una mejor entendimiento de cómo se debe trabajar un tratamiento de falla, se elaboró un flujograma en el cual se indica los cuestionamientos a plantear cuando existen causas asociadas a un estándar.

En la siguiente página se presenta el flujograma de tratamiento de fallas.

Figura 41. Flujograma de tratamiento de falla



Fuente: elaboración propia.

### 2.2.5. Comportamiento de la producción

A continuación se muestra información del comportamiento de la producción de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo de acero al carbón. Las campañas que se muestran son las correspondientes al período de agosto 2012 a febrero 2013.

Asimismo, se presenta una tabla con el resumen de las campañas que comprenden de agosto de 2012 a febrero 2013.

Tabla VI. **Resumen de campañas agosto 2012 a febrero 2013**

<b>Campaña</b>	<b>BL (u)</b>	<b>BP (u)</b>	<b>BL/BP (u)</b>
Campaña 6 (20 al 25 de agosto de 2012 )	2 152	6	359
Campaña 7 (22 al 29 de septiembre de 2012)	2 171	7	310
Campaña 8 (25 octubre al 1 de noviembre de 2012)	2 162,5	13	166
Campaña 9 (23 al 29 de noviembre de 2012)	2 119,5	6	353
Campaña 1 (14 al 20 de enero de 2013)	2 276,5	16	142
Campaña 2 (12 al 19 de febrero de 2013)	2 311,5	14	165

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta una tabla con información de tiempo de paro y barras perdidas en los sectores del tren laminador, correspondientes al período de agosto 2012 a febrero 2013.

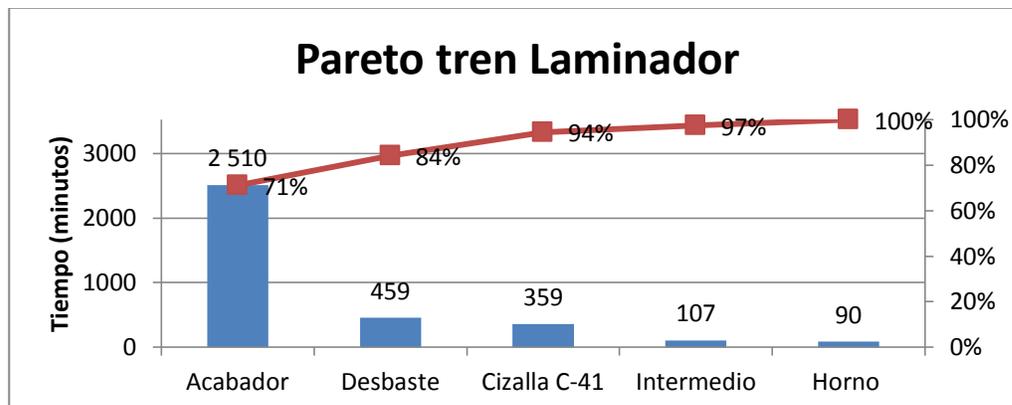
Tabla VII. **Tiempos de paro y barras perdidas en el tren laminador**

Sector	Tiempo de paro (minutos)	BP (u)
Tren acabador	2 510	49
Cizalla C-41	359	7
Tren intermedio	107	3
Tren desbaste	459	1
Horno de recalentamiento	90	2
<b>Total</b>	<b>3 525</b>	<b>62</b>

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta un gráfico de Pareto con los tiempos de paro en los diferentes sectores del tren laminador comprendidos de agosto de 2012 a febrero 2013.

Figura 42. **Pareto tren laminador 2012-2013**

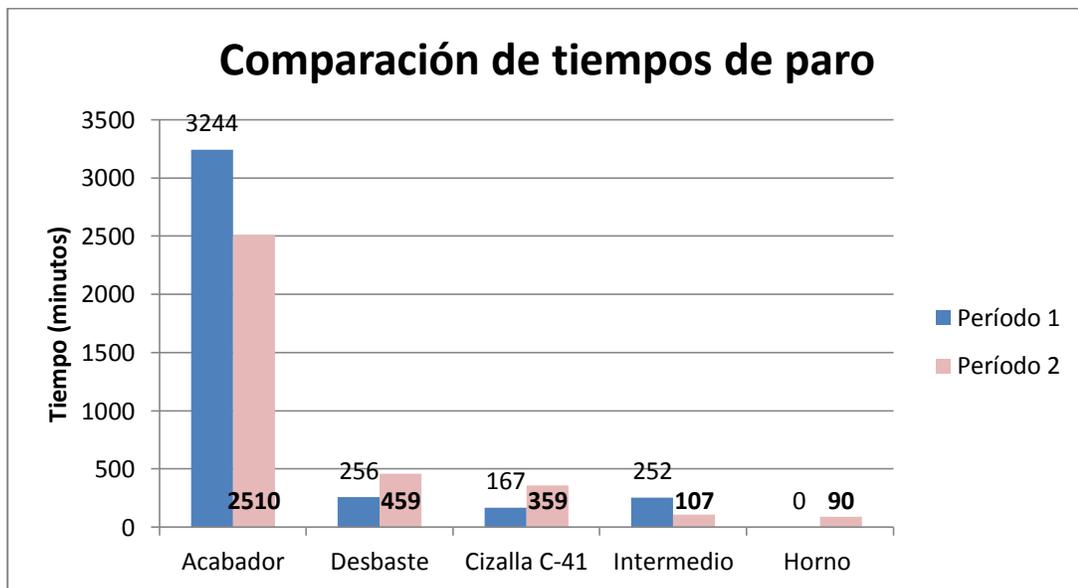


Fuente: elaboración propia.

Al analizar el gráfico de Pareto se determina que el tren acabador continúa como área crítica, pero al compararlo con el Pareto del diagnóstico su contribución a los tiempos de paro se redujo de 82,8 a 71 por ciento.

A continuación se presenta un gráfico comparativo de los tiempos de paro no programado por barra perdida en el tren laminador, en el cual se comparan el período 1 comprendido de enero a junio de 2012 y el período 2 comprendido de agosto de 2012 a febrero de 2013.

Figura 43. **Comparación de tiempos de paro períodos 1 y 2**



Fuente: elaboración propia.

Analizando la comparación del tiempo de paro por barra perdida en el tren acabador, se redujo en 734 minutos y si se aplica la siguiente fórmula,

$$\% \text{ de reducción de tiempo} = (\text{Valor inicial} - \text{Valor final}) / (\text{Valor inicial}) * 100$$

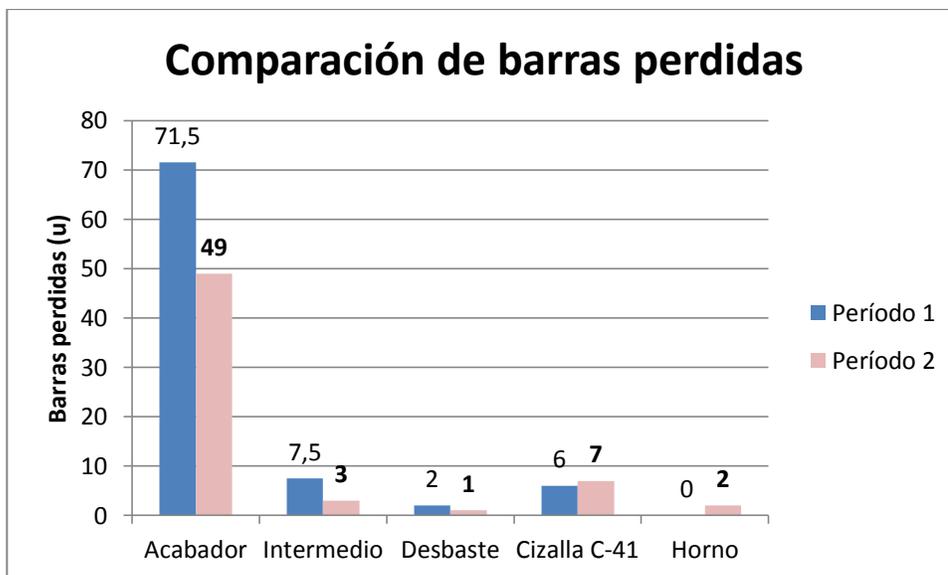
Entonces:

$$\% \text{ de reducción de tiempo} = ((3\ 244 - 2\ 510) / (3\ 244)) * 100 = 22,63\%$$

Por lo que existió una reducción del 22,63 por ciento en el tiempo de paro por barras perdidas en el tren acabador durante el período de agosto de 2012 a febrero 2013 en el cual se implementó la gestión de la rutina.

A continuación se presenta una gráfica comparativa de las barras perdidas en los diferentes sectores del tren laminador, comparando de nuevo los períodos 1 y 2.

Figura 44. **Comparación de tiempos de paro períodos 1 y 2**



Fuente: elaboración propia.

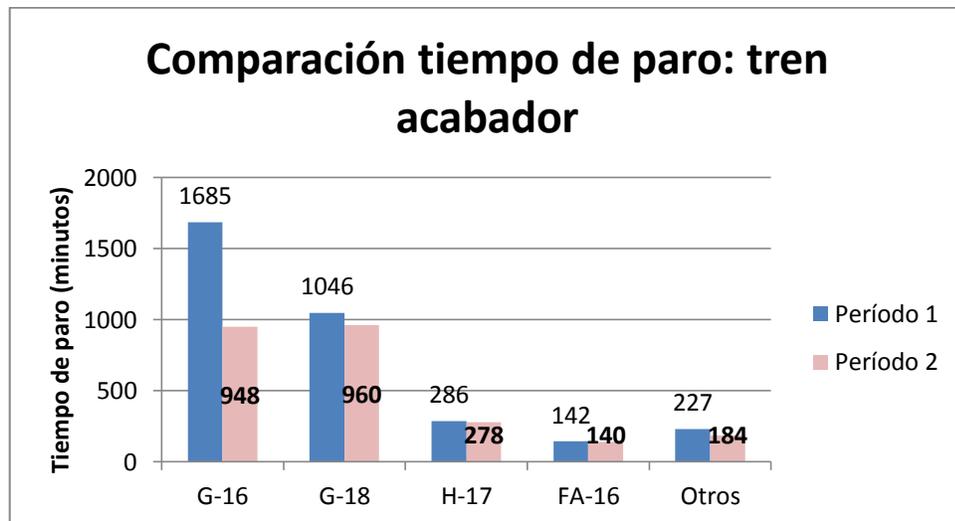
Al comparar las barras perdidas en el tren acabador se determina que disminuyeron en 22,5 barras y si se aplica la fórmula de porcentaje de reducción.

$$\% \text{ de reducción de barras perdidas} = ((71,5 - 49) / 71,5) * 100 = 31,47\%$$

Por lo se tiene que las barras perdidas en el tren acabador se redujeron en un 31,47 por ciento en el período de agosto de 2012 a febrero 2013 durante el cual se inició con la implementación de la gestión de la rutina.

A continuación se presenta un gráfico comparativo de los períodos 1 y 2 con los tiempos de paro por barra perdida en los grupos de laminación del tren acabador.

Figura 45. **Comparación de tiempos de paro períodos 1 y 2: tren acabador**



Fuente: elaboración propia.

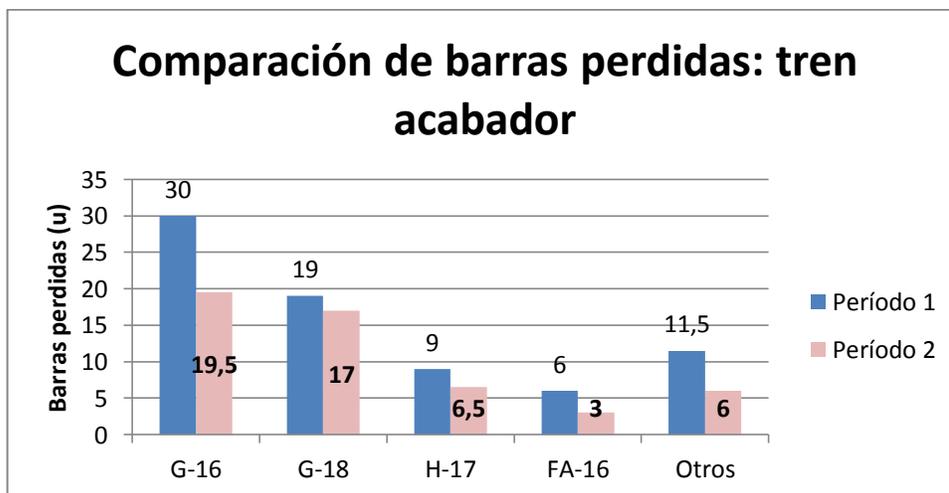
Al analizar los tiempos de paro entre los períodos 1 y 2 en el tren acabador se determina que el tiempo de la caja G-16 se redujo en 737 minutos y en la caja G-18, 86 minutos. Aplicando de la fórmula de porcentaje de reducción de tiempo se tiene.

$$\% \text{ de reducción de tiempo G-16} = ((1\ 685-948) / (1\ 685)) * 100 = 43,74\%$$

$$\% \text{ de reducción de tiempo G-18} = ((1\ 046-960) / (1\ 046)) * 100 = 8,22\%$$

Entonces durante la implementación de gestión de la rutina el tiempo de paro por barras perdidas en la caja G-16 se redujo en un 43,74 por ciento y en la caja G-18 en 8,22 por ciento. A continuación se presenta una gráfica en la que se comparan las barras perdidas en los períodos 1 y 2 en el tren acabador.

Figura 46. **Comparación de barras perdidas períodos 1 y 2: tren acabador**

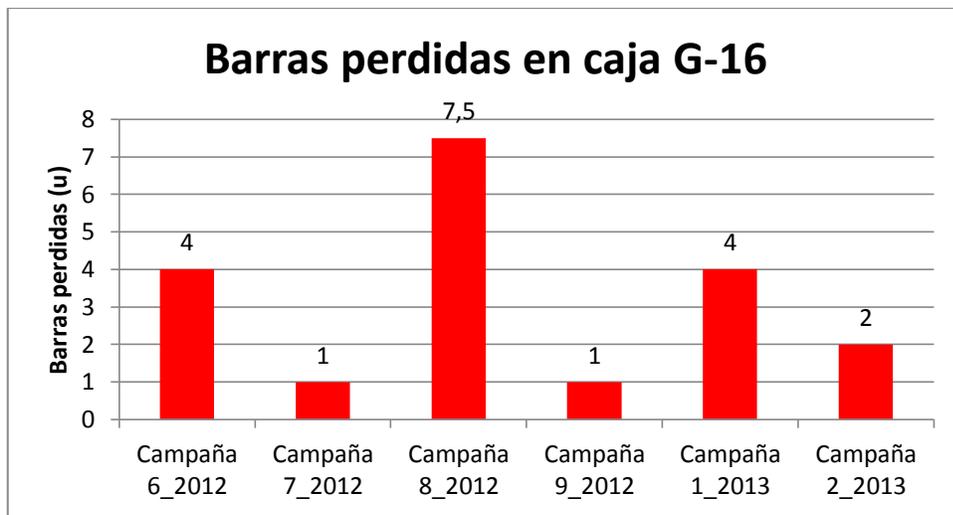


Fuente: elaboración propia.

### 2.2.5.1. Barras perdidas en caja G-16

La siguiente gráfica presenta las barras de 3/8 de pulgada x 3 legítimo que se perdieron en la caja G-16, en las campañas correspondientes el período de agosto de 2012 a febrero de 2013.

Figura 47. Barras perdidas en caja G-16



Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta una tabla resumen en la que se comparan las barras perdidas en los períodos 1 y 2 en la caja G-16.

Tabla VIII. **Comparación de períodos 1 y 2: caja G-16**

	<b>Período 1</b>	<b>Período 2</b>
<b>Barras perdidas en caja G-16 (u)</b>	30	19,5
<b>Cantidad de campañas</b>	5	6
<b>Promedio barra perdida por campaña (u)</b>	6	3
<b>Barras laminadas (u) por período</b>	10 720,5	13 193
<b>Promedio de barras laminadas por campaña (u)</b>	2 144	2 199

Fuente: elaboración propia.

Se determina que existió una reducción de 9,5 barras perdidas entre el período 1 y 2. Utilizando el promedio de barras perdidas por campaña de cada período se hace el siguiente cálculo.

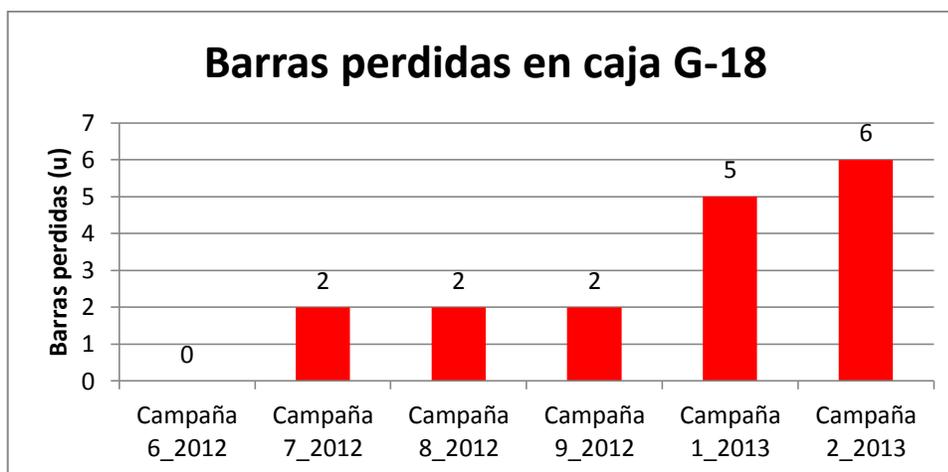
$$\% \text{ de reducción en caja G-16} = ((6-3) / 6) * 100 = 50\%$$

Por lo tanto, en promedio se redujo un 50 por ciento la pérdida de barra en la caja G-16 durante las campañas del período 2.

#### **2.2.5.2. Barras perdidas en caja G-18**

La siguiente gráfica presenta las barras de 3/8 de pulgada x 3 legítimo que se perdieron en la caja G-18 en las campañas correspondientes al período de agosto de 2012 a febrero de 2013.

Figura 48. **Barras perdidas en caja G-18**



Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta una tabla resumen en la que se comparan las barras perdidas en los períodos 1 y 2 en la caja G-18.

Tabla IX. **Comparación de períodos 1 y 2 en caja G-18**

	Período 1	Período 2
<b>Barras perdidas en caja G-18 (u)</b>	19	17
<b>Cantidad de campañas</b>	5	6
<b>Promedio barra perdida por campaña (u)</b>	4	3
<b>Barras laminadas por período (u)</b>	10 720,5	13 193
<b>Promedio de barras laminadas por campaña (u)</b>	2 144	2 199

Fuente: elaboración propia.

Se determina que existió una reducción de 2 barras perdidas entre el período 1 y 2. Utilizando el promedio de barras perdidas por campaña de cada período se hace el siguiente cálculo.

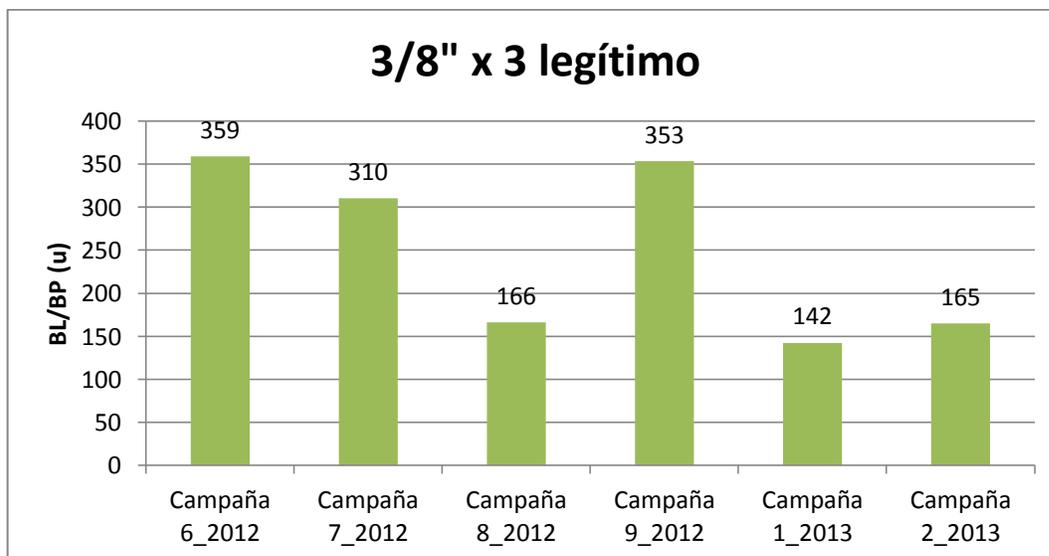
$$\% \text{ de reducción en caja G-18} = ((4-3) / 4) * 100 = 25\%$$

Por lo tanto, en promedio se redujo un 25 por ciento la pérdida de barra en la caja G-18 durante las campañas del período 2.

### 2.2.5.3. Comportamiento de BL/BP

La siguiente gráfica presenta el comportamiento del BL/BP para barras de 3/8 de pulgada x 3 legítimo en las campañas correspondientes al período de agosto de 2012 a febrero de 2013.

Figura 49. Comportamiento de BL/BP



Fuente: elaboración propia.

A continuación se muestra una tabla comparativa de los valores promedio, máximo y mínimo alcanzados por el BL/BP.

Tabla X. **Comparación de BL/BP**

	<b>Primer sem. 2012</b>	<b>ago-2012 a feb- 2013</b>	<b>Mejora (%)</b>
<b>Barras Laminadas (u)</b>	10 720,5	13 193	-----
<b>Barras Perdidas (u)</b>	87	62	-----
<b>Promedio BL/BP (u)</b>	157	249	<b>59%</b>
<b>Valor máximo de BL/BP (u)</b>	236	359	<b>52%</b>
<b>Valor mínimo de BL/BP (u)</b>	66	142	<b>115%</b>

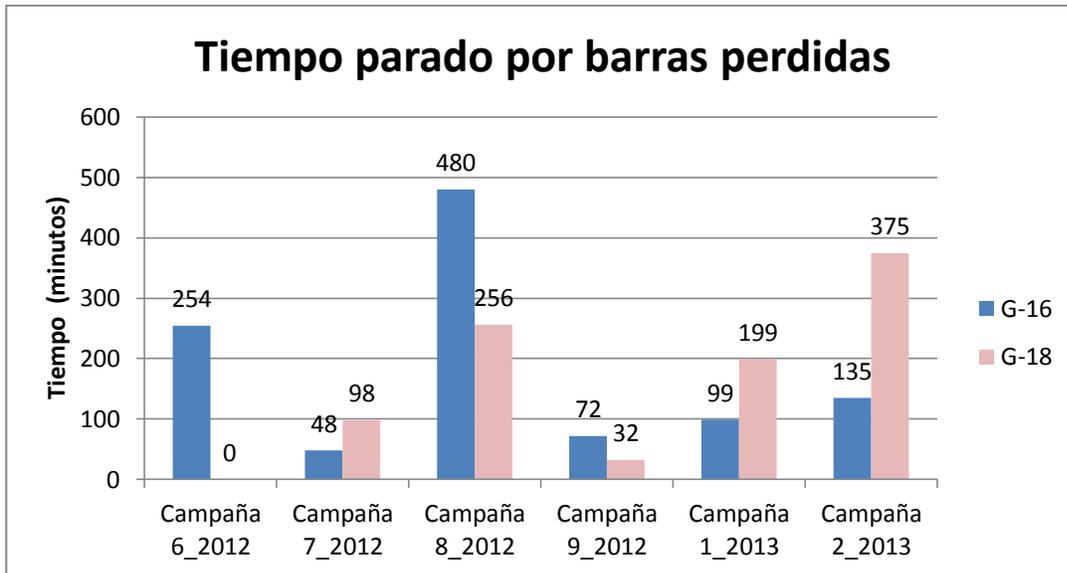
Fuente: elaboración propia.

Comparando los períodos se determina que en general los valores de referencia del indicador BL/BP correspondientes a 3/8 de pulgada x legítimo tuvieron una mejora durante el período de agosto 2012 a febrero 2013.

#### **2.2.5.4. Tiempos de paro en cajas G-18 y G-16**

La siguiente gráfica muestra el comportamiento de los tiempos de paro por barras perdidas en proceso de 3/8 de pulgada x 3 legítimo en el período de agosto de 2012 a febrero de 2013.

Figura 50. **Tiempo parado por barras perdidas**



Fuente: elaboración propia.

Como se observa, el tren estuvo detenido 2 048 minutos por barras perdidas en las cajas G-16 y G-18 lo cual representa 34,75 horas (5,79 horas promedio por campaña).

A continuación se presenta una tabla comparativa de los tiempos de paro en las cajas G-16 y G-18 por barra perdida, entre las campañas del primer semestre de 2012 y agosto de 2012 a febrero de 2013.

Tabla XI. **Tiempos de paro en cajas G-16 y G-18**

	<b>Primer semestre 2012</b>	<b>Agosto 2012 a febrero 2013</b>
<b>Tiempo de paro G-16 (minutos)</b>	1 685	1 088
<b>Tiempo de paro G-18 (minutos)</b>	1 046	960
<b>Total</b>	<b>2 731</b>	<b>2 048</b>

Fuente: elaboración propia.

Aplicando la fórmula de porcentaje de reducción se tiene:

$$\% \text{ de reducción de tiempo} = ((2\ 731 - 2\ 048) / (2\ 731)) * 100 = 25\%$$

Por lo que se tiene una reducción de 25 por ciento en el tiempo de paro por barras perdidas en las cajas G-16 y G-18 durante el período de agosto 2012 a febrero 2013.

#### **2.2.6. Costos de implementación**

Una de las ventajas de la implementación de gestión de la rutina es su bajo costo, ya que no es necesario invertir en capacitaciones o adquisición de equipo muy costosos. El costo total de materiales fue de Q. 10 019,25 el cual se desglosa de la siguiente forma.

### 2.2.6.1. Papelería e insumos

A continuación se presenta una tabla con el detalle de costos de materiales utilizados para la impresión de los estándares de rutina elaborados para la producción de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

Tabla XII. **Desglose de costos de papelería e insumos**

Descripción	Cantidad	Costo Uni.	Total
Resma de papel	1	Q 45,00	Q 45,00
Tóner de impresora	1	Q 931,00	Q 931,00
Cartucho a color	2	Q 150,00	Q 300,00
Cartucho negro	2	Q 120,00	Q 240,00
		<b>Total</b>	Q 1 516,00

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.6.2. Materiales

A continuación se presenta una tabla con el detalle de costos de los materiales necesarios utilizados para la implementación de la gestión de la rutina de rutina para la producción de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

Tabla XIII. **Desglose de costos de materiales**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Uni.</b>	<b>Total</b>
Marcadores	3	Q 3,50	Q 10,50
Puntero laser	1	Q 20,00	Q 20,00
Lapiceros	7	Q 1,25	Q 8,75
Libretas para apuntes	14	Q 3,00	Q 42,00
		<b>Total</b>	Q 81,25

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.6.3. **Mobiliario y equipo**

A continuación se presenta una tabla con el detalle de costos del mobiliario y equipo necesarios para la implementación de la gestión de la rutina de rutina para la producción de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

Tabla XIV. **Desglose de costos de mobiliario y equipo**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Uni.</b>	<b>Total</b>
Proyector	1	Q 5 599,00	Q 5 599,00
Impresora laser	1	Q 1 299,00	Q 1 299,00
Cámara fotográfica	1	Q 1 199,00	Q 1 199,00
Impresora de inyección	1	Q 325,00	Q 325,00
		<b>Total</b>	Q 8 422,00

Fuente: elaboración propia.

### 2.2.7. Costos implícitos de producción

A continuación se presenta una tabla con el detalle de costos de herramientas, accesorios y barras perdidas durante la implementación de la gestión de la rutina de rutina para la producción de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

Tabla XV. Costos implícitos de producción

Descripción	Cantidad	Costo Uni.	Total
Llave <i>ratchet</i>	4	Q 150,00	Q 600,00
Copa de ½"	4	Q 20,00	Q 80,00
Llave 36 mm	4	Q 260,00	Q 1 040,00
Llave 30 mm	2	Q 200,00	Q 400,00
Juego de llaves hexagonales	4	Q 120,00	Q 480,00
Calibrador Vernier	4	Q 960,00	Q 3 840,00
Llave 14 mm	2	Q 80,00	Q 160,00
Barra perdida(precio de mercado para 2 000 kg de producto terminado)	62	Q 14 300,00	Q 886 600,00
		<b>Total</b>	Q 893 200,00

Fuente: elaboración propia.

### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN: PROPUESTA PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA ILUMINACIÓN DEL ÁREA ADMINISTRATIVA**

La energía eléctrica de la planta Laminador de Barras y Alambrón se suministra por potencia contratada, esto quiere decir que no pagan el consumo de potencia si no que pagan por tener disponible una potencia eléctrica en todo momento.

Actualmente la capacidad máxima de potencia instalada en el laminador de barras y alambrón es de 27 megavatios del cual normalmente demandan entre 12 y 15 megavatios. El suministro eléctrico de las oficinas administrativas proviene de la misma fuente por lo que no existe un contador que registre el consumo de energía eléctrica si no que solamente un demandómetro el cual mide la potencia instantánea, por lo que el cálculo del consumo se realizó midiendo los circuitos ya que el aporte de potencia instantánea de los circuitos de iluminación es demasiado pequeño al compararse con la potencia demandada por la planta.

Al tener el suministro eléctrico por potencia contratada el ahorro económico no puede percibirse, ya que la factura siempre se hace sobre la potencia contratada siempre y cuando no sobrepase lo pactado. El beneficio no se verá en la factura mensual sino más bien aportará al medio ambiente ya que se ahorrará energía eléctrica.

Por los tanto los cálculos de ahorro en factura mensual son teóricos y se aplica la tarifa establecida por la Empresa Eléctrica de Guatemala como si se facturara por consumo.

### **3.1. Cantidad y descripción de lámparas utilizadas**

El área administrativa del laminador de barras y alambón, se encuentra iluminada por lámparas con pantalla reflectiva de una pulgada. Cada lámpara contiene cuatro tubos fluorescentes tipo T8 de 40 *watt*, diámetro de 26 milímetros, 1,2 metros de largo y eficiencia de 62 lumen/*watt*. En total se tienen 57 lámparas con 4 tubos lo cual da un total de 228 tubos fluorescentes.

### **3.2. Consumo de energía actual**

Debido a que el área administrativa no cuenta con un contador de consumo de energía eléctrica, se realizó la medición de los circuitos de iluminación en el área administrativa, de donde se obtiene que el voltaje empleado es de 110 voltios y la corriente promedio consumida por cada lámpara es de 1,28 amperios. Al utilizar la fórmula de potencia eléctrica.

$$\text{Watt} = \text{Voltaje} * \text{Corriente}$$

Se obtiene que cada lámpara consume en promedio 140,8 watt por hora.

### **3.3. Estimación del tiempo de uso**

Para la estimación del tiempo de uso se hace un recorrido por las instalaciones contando la cantidad de lámparas y se estima el tiempo que

permanecen encendidas durante la jornada de trabajo, a continuación se muestra una tabla con la distribución de lámparas y el tiempo de uso asignado.

**Tabla XVI. Listado de tubos y horas de uso**

<b>Sector</b>	<b>Cantidad de tubos</b>	<b>Horas encendidas al día</b>
Sala de reuniones	24	2
Pasillo 1	16	1
Pasillo 2	32	1
Mantenimiento mecánico	8	3
Oficina Patio chatarra	8	4
Mantenimiento eléctrico/electrónico	8	3
Gerencia Laminador	8	4
Asistente Gerencia	4	6
Tecnología de gestión	4	6
Plotter	4	1
Seguridad e higiene	8	2
Despacho 1	8	7
Despacho 2	8	6
Jefe taller de guías	8	4
Gerencia producción	8	3
Operador OW	8	7
Biblioteca	4	0,5
Comedor	16	1
Oficina 4	4	0,5
Oficina 3	4	4
Oficina 2	4	8
Asistente producción	4	6
Oficina 1	4	0
Baño	24	1

Fuente: elaboración propia.

### 3.4. Medición de iluminancia

Se realizó una medición de iluminancia cuya unidad de medida es el Lux, para cada sector, con la finalidad de evaluar la reducción de lámparas. Para la medición se utilizó un luxómetro digital marca *Instruments Digital* modelo LX1010B. Las mediciones en las oficinas se realizaron sobre el escritorio, la medición en los pasillos y baño se tomó a nivel de suelo.

Se compararon las mediciones con los valores recomendados en las tablas de la norma ISO 8995 en las cuales se establece los niveles adecuados de iluminación según la tarea llevada a cabo en determinadas áreas. A continuación se muestra una tabla con los resultados obtenidos.

Tabla XVII. **Mediciones de iluminancia**

Lugar	Medición con luz encendida (Lux)	Recomendado según ISO 8995 (Lux)
Sala de reuniones	772	500
Pasillo 1	360	100
Pasillo 2	332	100
Mantenimiento mecánico	870	500
Oficina patio de chatarra	775	500
Mantenimiento eléctrico/electrónico	870	500
Gerencia laminador	870	500
Asistente gerencia	640	500
Tecnología de gestión	539	500
<i>Plotter</i>	585	500
Seguridad e higiene	540	500
Despacho 1	670	500
Despacho 2	700	500
Jefe taller de guías	585	500

Continuación de la tabla XVII.

Gerencia producción	730	500
Operador OW	815	500
Biblioteca	895	500
Comedor	740	300
Oficina 4	650	500
Oficina 3	547	500
Oficina 2	556	500
Asistente producción	570	500
Oficina 1	550	500
Baño	350	200

Fuente: elaboración propia.

### 3.5. Estimación del consumo de energía eléctrica

Se realizó una tabla con las áreas que utilizan iluminación, en la cual se incluye el tiempo estimado de uso, voltaje, corriente y cantidad de tubos fluorescentes. Para los cálculos se empleó la fórmula:

$$\text{kWh} = (V * I * t * n) / 1\ 000$$

Donde:

kWh: kilovatio por hora

V: voltaje medido en Voltios

I: corriente medida en Amperios

t: tiempo de uso en horas

n: número de lámparas presentes en el sector

Para el cálculo del consumo mensual se toma que en un mes se trabajan 20 días. A continuación se presenta una tabla con los valores obtenidos.

Tabla XVIII. Consumo de energía eléctrica

Lugar	Cantidad de tubos	Horas encendido al día	Consumo diario (kWh)	Consumo mensual (kWh)
Sala de reuniones	24	2	1,69	33,88
Pasillo 1	16	1	0,56	11,29
Pasillo 2	32	1	1,13	22,59
Mantenimiento mecánico	8	3	0,85	16,94
Oficina patio de chatarra	8	4	1,13	22,59
Mantenimiento eléctrico/electrónico	8	3	0,85	16,94
Gerencia laminador	8	4	1,13	22,59
Asistente gerencia	4	6	0,85	16,94
Tecnología de gestión	4	6	0,85	16,94
<i>Plotter</i>	4	1	0,14	2,82
Seguridad e higiene	8	2	0,56	11,29
Despacho 1	8	7	1,98	39,53
Despacho 2	8	6	1,69	33,88
Jefe taller de guías	8	4	1,13	22,59
Gerencia producción	8	3	0,85	16,94
Operador OW	8	7	1,98	39,53
Biblioteca	4	0.5	0,07	1,41
Comedor	16	1	0,56	11,29
Oficina 4	4	0.5	0,07	1,41
Oficina 3	4	4	0,56	11,29
Oficina 2	4	8	1,13	22,59
Asistente producción	4	6	0,85	16,94
Oficina 1	4	0	0,00	0,00
Baño	24	1	0,85	16,94
		<b>Total</b>	<b>21,46</b>	<b>429,14</b>

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar, el consumo diario estimado es de 21,46 kilovatios por hora y el mensual es de 429,14 kilovatios por hora. Debido a que la energía eléctrica del área administrativa proviene del mismo suministro de la planta, no se cuenta con un contador en el cual se facture el consumo mensual, por lo que se toma como referencia la tarifa social cobrada por la Empresa Eléctrica de Guatemala en el período de noviembre 2012 a enero 2013 la cual es de 1,917789 quetzales el kilovatio por hora.

Como resultado se estima que el costo mensual en iluminación de las oficinas administrativas asciende a 823,00 quetzales.

### **3.6. Propuestas para el ahorro en energía eléctrica**

A continuación se describen 2 propuestas para el ahorro en el consumo de energía eléctrica en la iluminación del área administrativa del laminador de barras y alambrón.

#### **3.6.1. Reducción de lámparas empleadas para iluminar las oficinas**

La propuesta consiste en reducir la cantidad de tubos fluorescentes en las áreas en donde se tiene iluminación innecesaria y mover de lugar lámparas para obtener el mejor aprovechamiento de la luz.

A continuación se muestra una tabla con el detalle de la cantidad de lámparas y cambios propuestos.

Tabla XIX. Propuesta de reducción de lámparas

Lugar	Cantidad de tubos	Consumo mensual (kWh)	Observación
Sala de reuniones	18	25,41	Se reduce a 18 el número de tubos (3 tubos por lámpara).
Pasillo 1	7	4,94	Se reduce a la mitad, 2 tubos por lámpara (167 Luxes).
Pasillo 2	16	11,29	Se reduce a la mitad, 2 tubos por lámpara (167 Luxes).
Mantenimiento mecánico	4	8,47	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
Oficina patio de chatarra	4	11,29	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
Mantenimiento eléctrico/electrónico	4	8,47	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
Gerencia laminador	4	11,29	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
Asistente gerencia	4	16,94	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
Tecnología de gestión	4	16,94	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
<i>Plotter</i>	4	1,41	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
Seguridad e higiene	4	5,65	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
Despacho 1	4	19,76	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
Despacho 2	4	16,94	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
Jefe taller de guías	4	11,29	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
Gerencia producción	4	8,47	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
Operador OW	4	19,76	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
Biblioteca	4	0,14	Dejar una lámpara con 4 tubos sobre el escritorio.
Comedor	8	5,65	Se reduce a 2 tubos por lámpara (iluminación natural).
Oficina 4	4	0,00	Mover la lámpara encima del escritorio.
Oficina 3	4	11,29	Se queda como está.
Oficina 2	4	22,59	Mover la lámpara encima del escritorio.
Asistente producción	4	16,94	Se queda como está.
Oficina 1	4	0,00	Se queda como está.
Baño	18	12,70	Se puede dejar a 3 tubos por lámpara.
		<b>267,65</b>	

Fuente: elaboración propia.

Con la reducción de lámparas se tiene un consumo estimado de 267,65 kilovatio por hora. Aplicando la tarifa de 1,917789 quetzales el kilovatio por hora el costo mensual estimado sería de 513,30 quetzales.

### 3.6.2. Sustitución por iluminación LED

Esta propuesta consiste en el reemplazo total de los tubos fluorescentes en el área administrativa por tubos con tecnología LED los tubos a elegir serían del tipo T8 de 12 *watt* diámetro de 26 milímetros y 1,2 metros de largo con una eficiencia de 142 lumen/*watt*, los cuales tienen un precio unitario de 460,00 quetzales. A continuación se muestra una tabla resumen de la propuesta.

Tabla XX. Propuesta de sustitución por tubos LED

Lugar	Cantidad de lámparas	Potencia (kW)	Horas encendidas al día	Consumo diario	Consumo mensual (kWh)
Sala de reuniones	24	0,012	2	0,58	11,52
Pasillo 1	16	0,012	1	0,19	3,84
Pasillo 2	32	0,012	1	0,38	7,68
Mantenimiento mecánico	8	0,012	3	0,29	5,76
Oficina patio de chatarra	8	0,012	4	0,38	7,68
Mantenimiento eléctrico/electrónico	8	0,012	3	0,29	5,76
Gerencia laminador	8	0,012	4	0,38	7,68
Asistente gerencia	4	0,012	6	0,29	5,76
Tecnología de gestión	4	0,012	6	0,29	5,76
<i>Plotter</i>	4	0,012	0,5	0,02	0,48
Seguridad e higiene	8	0,012	2	0,19	3,84
Despacho 1	8	0,012	7	0,67	13,44
Despacho 2	8	0,012	6	0,58	11,52
Jefe taller de guías	8	0,012	4	0,38	7,68

Continuación de tabla XX.

Gerencia producción	8	0,012	3	0,29	5,76
Operador OW	8	0,012	7	0,67	13,44
Biblioteca	4	0,012	0,05	0,00	0,05
Comedor	16	0,012	1	0,19	3,84
Oficina 4	4	0,012	0	0,00	0,00
Oficina 3	4	0,012	4	0,19	3,84
Oficina 2	4	0,012	8	0,38	7,68
Asistente producción	4	0,012	6	0,29	5,76
Oficina 1	4	0,012	0	0,00	0,00
Baño	24	0,012	1	0,29	5,76
			<b>Total</b>	<b>7,23</b>	<b>144,53</b>

Fuente: elaboración propia.

El nuevo consumo mensual estimado sería de 144,53 kilovatios por hora. El nuevo costo de energía eléctrica mensual con la tarifa de 1,917789 quetzales el kilovatio por hora sería de 277,17 quetzales.

### 3.7. Análisis de las propuestas

El consumo de energía eléctrica mensual actual estimado es de 429,14 kilovatios por hora con lo que anteriormente se determinó que el costo mensual en iluminación de las oficinas administrativas asciende a 823,00 quetzales.

### 3.7.1. Reducción de lámparas

Utilizando los datos obtenidos anteriormente del consumo estimado de 267,65 kilovatios por hora y tarifa de 1,917789 quetzales el kilovatio por hora, se realizaron los siguientes cálculos.

$$\text{Ahorro mensual eléctrico} = 429,14 \text{ kWh} - 267,65 \text{ kWh} = 161,49 \text{ kWh}$$

$$\% \text{ de Ahorro mensual eléctrico} = (429,14 \text{ kWh} - 267,65 \text{ kWh}) / 429,14 = 38\%$$

$$\text{Ahorro anual eléctrico} = 161,49 \text{ kWh} * 12 = 1\,937,88 \text{ kWh}$$

$$\text{Costo mensual} = 267,65 \text{ kWh} * 1,917789 \text{ Q/kWh} = \text{Q } 513,30$$

$$\text{Ahorro factura mensual} = \text{Q } 823,00 - \text{Q } 513,30 = \text{Q } 309,7$$

$$\text{Ahorro factura anual} = \text{Q } 309,7 * 12 = \text{Q } 3\,716,40$$

Esta propuesta no tiene ningún costo de inversión ya que solamente implica remover los tubos sobrantes y mover de lugar algunas lámparas, para lo cual ya el laminador cuenta con un departamento de mantenimiento eléctrico el cual puede realizar el trabajo. Sólo con la reducción y redistribución de la iluminación se reduce en un 38 por ciento el consumo de energía eléctrica mensual y con esto se ahorrarían 1 937,88 kilovatios por hora al año.

### 3.7.2. Sustitución por tubos LED

Utilizando los datos obtenidos anteriormente del consumo estimado de 144,53 kilovatios por hora y tarifa de 1,917789 quetzales el kilovatio hora, se realizaron los siguientes cálculos.

$$\text{Ahorro mensual eléctrico} = 429,14 \text{ kWh} - 144,53 \text{ kWh} = 284,65 \text{ kWh}$$

$$\% \text{ de Ahorro mensual eléctrico} = (429,14 \text{ kWh} - 144,53 \text{ kWh})/429,14=66\%$$

$$\text{Ahorro anual eléctrico: } 284,65 \text{ kWh} * 12 = 3\,415,80 \text{ kWh}$$

$$\text{Costo mensual} = 144,53 \text{ kWh} * 1,917789 \text{ Q/kWh} = \text{Q } 277,18$$

$$\text{Ahorro factura mensual} = \text{Q } 823,00 - \text{Q } 277,18 = \text{Q } 545,82$$

$$\text{Ahorro factura anual} = \text{Q } 545,82 * 12 = \text{Q } 6\,549,84$$

$$\text{Inversión} = 460 \text{ Q/tubo} * 228 \text{ tubos} = \text{Q } 104\,880,00$$

$$\begin{aligned} \text{Recuperación de inversión} &= (\text{Q } 104\,880,00) / (\text{Q } 6\,549,84/1 \text{ año}) \\ &= 16,012 \text{ años} \end{aligned}$$

Al sustituir la iluminación por tubos LED se obtiene un ahorro del 66 por ciento en el consumo de energía eléctrica mensual, con lo que se ahorrarían 3 415,80 kilovatios por hora anuales. La inversión para sustituir los 228 tubos en el área de administración es de 104 880,00 quetzales. Asimismo, con el ahorro anual teórico, la inversión se recuperaría en aproximadamente 16 años y 2 meses.

### **3.8. Concientización**

Para la concientización sobre el desperdicio de energía eléctrica. Se utilizó un cartel tamaño carta el cual contiene consejos para el ahorro de energía eléctrica. Los lugares para colocar el cartel fueron: las carteleras informativas del área de administración, baños, comedor y sala de conferencias; el afiche utilizado se presenta en el apéndice 1.



## **4. FASE DE DOCENCIA: PLAN DE CAPACITACIÓN PARA ENTRENAR A LOS OPERADORES ENCARGADOS DE LAS OPERACIONES EN EL TREN LAMINADOR, EN LA EJECUCIÓN DE LOS ESTÁNDARES DE RUTINA**

### **4.1. Planificación de capacitación**

Se elaboró una planificación para capacitar a los técnicos laminadores en la ejecución de los estándares de rutina establecidos para las producciones de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

#### **4.1.1. Objetivo**

Entrenar a los técnicos laminadores en la lectura, interpretación y ejecución de los estándares de rutina elaborados para las producciones de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

#### **4.1.2. Meta**

Las metas se establecieron de forma que al alcanzarlas se cumpla el objetivo del entrenamiento en los estándares establecidos para las producciones de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo.

- Presentar de forma digital y física los estándares de rutina
- Explicar el contenido a detalle de cada actividad del estándar
- Dejar claro cómo debe ejecutarse el estándar

- Lograr la comprensión completa de cómo debe ejecutarse la tarea
- Entrenar a todos los técnicos laminadores de los turnos A y B

#### **4.1.3. Estrategia**

El entrenamiento en los estándares es la segunda etapa en la implantación de gestión de la rutina, ya que el estándar contiene la información necesaria para realizar las tareas rutinarias. Es importante concientizar a los técnicos laminadores sobre la importancia de sus actividades y cómo éstas contribuyen al logro de los objetivos. Además, se capacita al técnico en la interpretación y aplicación del estándar. Asimismo, se le da seguimiento a su aprendizaje. La resolución de dudas respecto al estándar y su ejecución es de suma importancia para garantizar que se utiliza de forma correcta.

Para la producción de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo de acero al carbón, se impartieron dos entrenamientos en estándares y se programaron los dos restantes. Cada entrenamiento se llevó a cabo en tres fases y la metodología siempre se aplica de igual forma en los entrenamientos:

- **Concientización:** se hizo saber al técnico que realiza una tarea crítica; además que el estándar elaborado le facilitará el desarrollar su tarea correctamente y contribuirá a evitar la pérdida de barras.
- **Presentación de conceptos:** se presentaron conceptos básicos para realizar la tarea, los puntos clave en el estándar y los riesgos que pueden presentarse durante la ejecución de la misma.

- Orientación: esta fase es el entrenamiento con el estándar, la orientación se llevó a cabo utilizando el método de los cuatro puntos, cuyas etapas son:
  - Preparación del entrenado
  - Presentación del estándar
  - Ejecución supervisada
  - Acompañamiento del progreso

Las fases anteriores se presentan en el siguiente diagrama:

Figura 51. **Diagrama de metodología de entrenamiento**



Fuente: elaboración propia.

En los meses de enero y febrero, se realizaron dos capacitaciones impartidas por el estudiante de EPS en lo que respecta a dos estándares de rutina. Se ha planificado que se impartan dos capacitaciones más en el mes de abril de 2013 a cargo del facilitador de rutina. Los estándares en los que se basan las capacitaciones son: alineación de guías de entrada y salida de caja G-16 y control de figuras en el tren acabador.

Se capacitaron a los técnicos laminadores tanto del turno A como el B. La capacitación se impartió en el salón de conferencias del Laminador de Barras y Alambrón. Se involucró a los técnicos laminadores, permitiéndoles resolver sus dudas y haciéndoles preguntas para verificar el aprendizaje obtenido. Posteriormente, se les llevó a la planta para que ejecutaran las tareas según lo presentado; corrigiendo errores y resolviendo dudas.

Se les indicó que pueden avocarse con los jefes de turno para resolver cualquier inquietud que se presente y se dejó un estándar escrito para consultas. Por último se les evaluó los conocimientos adquiridos.

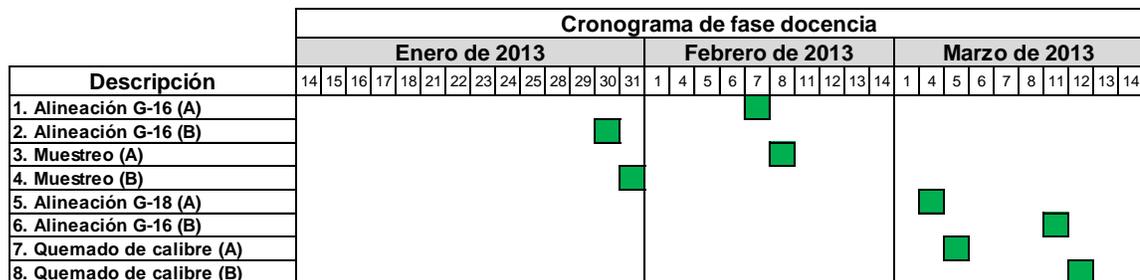
#### **4.1.3.1. Programación de la capacitación**

Se programaron dos capacitaciones: estándar de alineación de caja G-16 y el control de figuras en el tren acabador con la finalidad de facilitar el aprendizaje de la información. Un mes después se impartirán la alineación de caja G-18 y quemado de calibres en el tren acabador.

### 4.1.3.2. Cronograma

A continuación se presenta el cronograma con las fechas en que se impartieron las capacitaciones, así como las capacitaciones restantes para los cuatro estándares. Se consideró ambos turnos para la capacitación.

Figura 52. Cronograma de capacitaciones



Fuente: elaboración propia.

## 4.2. Metodología

La metodología para el entrenamiento en los estándares establecidos para la producción de barras corrugadas de 3/8 de pulgada x 3 legítimo, es el método de los cuatro puntos por medio del cual se impartió el entrenamiento.

### 4.2.1. Método de los 4 puntos

El método consistió en el entrenamiento del técnico laminador en los estándares de rutina explicándole de forma detallada la forma correcta de ejecutar el estándar. Asimismo se le demostró cómo debía hacerse y por último el técnico realizó la tarea bajo supervisión. Los pasos del método son:

- Preparar al entrenado: se le explicó al operador la tarea a realizar mencionando cada una de las actividades que contiene el estándar o procedimiento.
- Presentar el trabajo: se le demostró la forma correcta en que se debe realizar la tarea poniendo en práctica cada una de las actividades que contiene el estándar o procedimiento.
- Hacer que el entrenado ejecute la tarea: se solicitó al operador que ejecute la tarea según el estándar, corrigiendo errores y resolviendo dudas.
- Acompañamiento del progreso: la ejecución de los estándares después de la capacitación de los técnicos laminadores serán los responsables de su desarrollo en el proceso de conformado de 3/8" x 3 legítimo por lo que se les indica que cualquier duda pueden consultar con el facilitador de rutina.

#### **4.2.2. Material de apoyo**

El material de apoyo consistió en una presentación con los documentos digitales y copia impresa de los mismos para su consulta, la presentación se encuentra en el apéndice 2.

#### **4.3. Resultados**

Se realizó una evaluación escrita acerca de los conocimientos básicos de los estándares. En la siguiente página se presenta la imagen del formato a utilizar para dicha evaluación.

Figura 53. Formato de evaluación para cambio de calibre en caja G-16

<b>Evaluación sobre cambio de calibre en caja G-16, durante la producción de 3/8" x 3 legítimo</b>			
Nombre:			
Turno:		Fecha:	Nota
Instrucciones: Conteste de forma clara y breve las preguntas que se presentan a continuación			
1	Nombre las herramientas necesarias para realizar un cambio de calibre en la caja G-16		
	<b>Respuesta:</b>		
2	¿Qué parte de la guía de entrada de la caja G-16, debe utilizar para aproximarse al calibre nuevo?		
	<b>Respuesta:</b>		
3	¿Cuáles son los elementos que deben revisarse en la guía de salida separadora de caja G-16, durante un cambio de calibre?		
	<b>Respuesta:</b>		
4	¿Qué herramientas se utilizan para mover la guía hacia el calibre nuevo? Mencione las medidas.		
	<b>Respuesta:</b>		
5	¿Cómo se llama el documento que indica la luz entre cilindros laminadores que debe usarse cuándo se tiene un calibre nuevo?		
	<b>Respuesta:</b>		
6	¿Cuáles son las referencias que se utilizan para alinear la caja G-16 con la línea de laminación?		
	<b>Respuesta:</b>		

Fuente: elaboración propia.

Figura 54. Formato de evaluación para muestreo en tren acabador

<b>Evaluación sobre muestreo de figuras en tren acabador , durante la producción de 3/8" x 3 legítimo</b>				
Nombre:				Nota
Turno:		Fecha:		
Instrucciones: Conteste de forma clara y breve las preguntas que se presentan a continuación				
1	Nombre las herramientas necesarias para realizar el muestreo de figuras en tren acabador			
	<b>Respuesta:</b>			
2	¿Cuáles son los horarios establecidos para la toma de muestras?			
	<b>Respuesta:</b>			
3	¿Cómo se llama el documento contra el cual se compara las dimensiones reales de la muestra?			
	<b>Respuesta:</b>			
4	¿Qué acción se debe tomar en una caja si la altura de la muestra es mayor a la establecida?			
	<b>Respuesta:</b>			
5	¿ En qué lugar se almacenan las muestras tomadas durante el turno?			
	<b>Respuesta:</b>			
6	A continuación se muestran varias figuras que se pueden presentar en la caja V-12 , escriba una A si la figura es Aceptable, una N si es No Aceptable			
	R.	R.	R.	R.
7	A continuación se muestran varias figuras que se pueden presentar en la caja H-11 , escriba una A si la figura es Aceptable, una N si es No Aceptable			
	R.	R.	R.	R.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3.1. Evaluación de aprendizaje

El aprendizaje se valoró por medio de una prueba cuyas preguntas tuvieron cierta ponderación y se obtuvo una nota de cero a cien. Los resultados por operador se presentan a continuación.

Tabla XXI. Resultado de las evaluaciones

<b>Operador</b>	<b>Nota: G-16</b>	<b>Nota: Muestreo</b>
<b>OE</b>	58	21
<b>LP</b>	75	57
<b>LM</b>	92	86
<b>WG</b>	75	100
<b>MR</b>	58	78
<b>JT</b>	83	78
<b>AC</b>	100	71
<b>AE</b>	92	86
<b>JH</b>	92	100
<b>CR</b>	83	93
<b>LC</b>	42	71
<b>AJ</b>	75	86
<b>Promedio</b>	<b>77,08</b>	<b>77,25</b>

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. Durante la investigación se elaboraron cuatro estándares para las áreas críticas identificadas en el diagnóstico del conformado de 3/8 de pulgada x 3 legítimo, dos de ellos son generales para el tren acabador: quemado de figuras y muestreo de figuras. Asimismo, los estándares de alineación de guías para las cajas G-16 y G-18 son para puntos específicos en los cuales se presenta la mayor cantidad de barras perdidas.
2. Diseño y establecimiento del procedimiento y formato a utilizar para la realización de las auditorias así como un cronograma para su ejecución, esto debido a que su ejecución se llevara a cabo en un período posterior a la finalización del EPS.
3. Definición de los criterios a utilizar para la apertura de tratamiento de falla utilizando los valores registrados de los paros no programados por barras pérdidas, siendo estos la pérdida de 2 o más barras en un mismo día y paro por barra perdida igual o mayor a 53 minutos
4. Definición de un procedimiento para el registro y análisis de fallas especiales.
5. Comparación del comportamiento de las barras pérdidas y tiempo de paro del primer semestre de 2012 contra el período comprendido de agosto de 2012 hasta febrero de 2013. El promedio del indicador BL/BP aumentó un 59 por ciento. El promedio de barras perdidas por campaña en la caja G-16 se redujeron en un 50 por ciento. Las barras perdidas por

campaña en la caja G-18 disminuyeron en un 25 por ciento. La reducción del tiempo de paro por barras perdidas en el tren acabador fue de 22,63 por ciento.

6. Diseño de dos propuestas para la reducción de consumo energético: la primera sugiere la reducción y reubicación de las lámparas y ofrece una reducción potencial del 38 por ciento en el consumo eléctrico mensual. La segunda propuesta sugiere la sustitución de la iluminación fluorescente por tecnología LED y ofrece una reducción potencial del 66 por ciento en el consumo mensual.
7. Un plan de capacitación para entrenar a los técnicos laminadores en el uso de los estándares de rutina de alineación de guías de caja G-16 y muestreo en el tren acabador. Se entrena a ambos turnos (A y B) y se proporciona la programación para el entrenamiento en los estándares de alineación de guías de caja G-18 y quemado de figuras en el tren acabador.

## RECOMENDACIONES

1. Gerente de laminador de barras y alambrón: la elaboración de un estándar debe ser hecha por una persona con conocimientos en la tarea a estandarizar, ya que se involucran aspectos técnicos y de seguridad que deben considerarse. Asimismo, es necesario el involucramiento de técnicos laminadores y jefes inmediatos para una mejor aceptación y que éste sea técnicamente correcto. Las personas indicadas para realizarlos son los jefes de turno y líderes de turno.
2. Gerente de laminador de barras y alambrón: se recomienda aplicar una de las propuestas de ahorro energético ya que aunque éstas no representan un beneficio económico al Laminador de Barras y Alambrón, sí contribuye al cuidado del medio ambiente.
3. Jefe de producción: la elaboración de un estándar para el laminador requiere de una inversión de tiempo de aproximadamente 30 días hábiles para su aprobación con los técnicos laminadores, por lo que es importante definir una agenda y apegarse estrictamente a ella.
4. Jefes de turno: es importante determinar la creación de más estándares de rutina en las tareas que realizan los técnicos laminadores de tren laminador, sobre todo por la diferencia de criterios que se tienen actualmente, para ello es necesario contar con la colaboración de todos los técnicos laminadores para determinar qué criterios son los mejores.

5. Jefes de turno: realizar la auditoría de estándares por lo menos una vez al mes mientras se establece la rutina, posteriormente se puede realizar cada 3 meses ya que con ella se pueden identificar oportunidades de mejora, errores en los estándares y sugerencias importantes de los técnicos laminadores.

## BIBLIOGRAFÍA

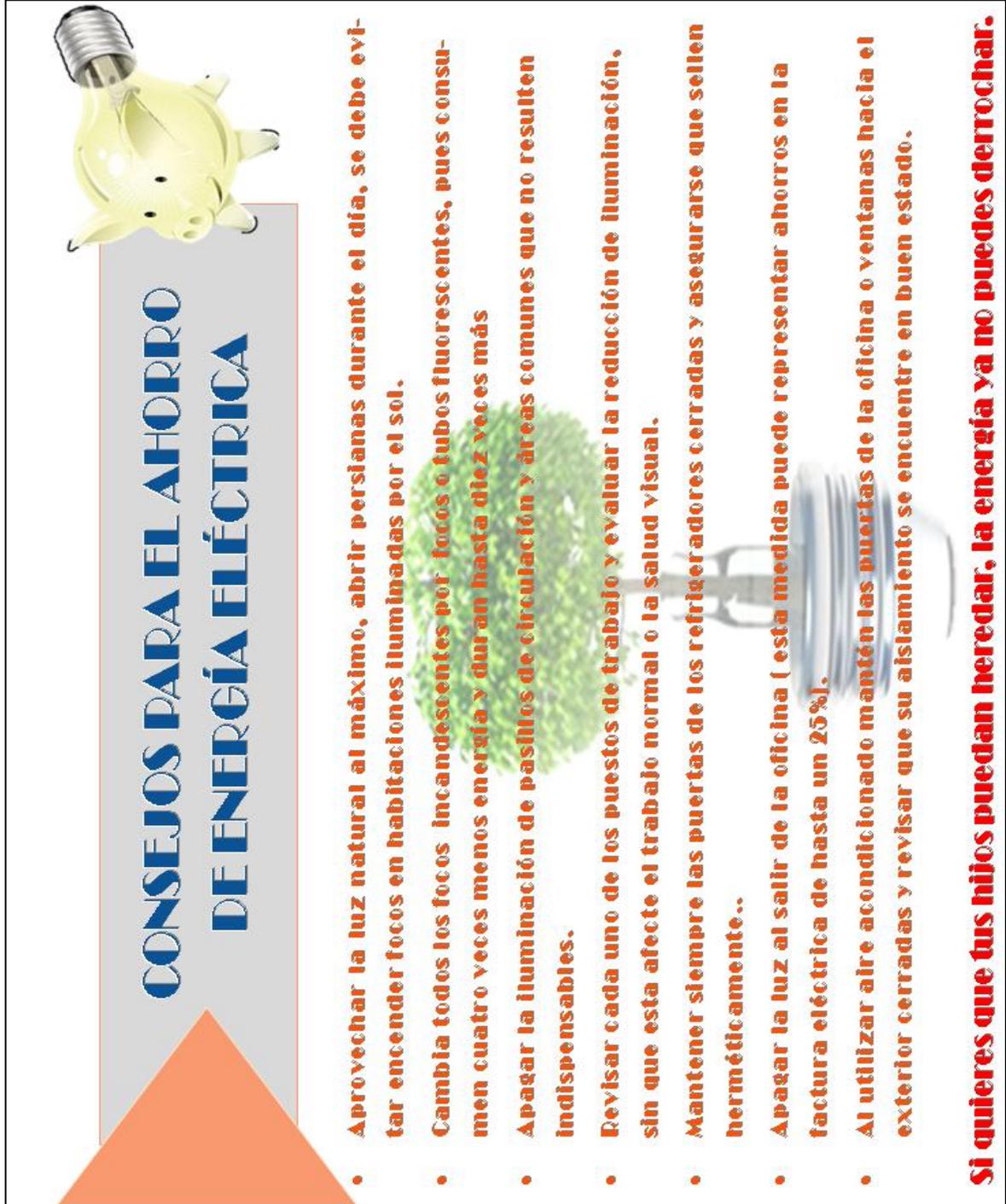
1. CHIAVENATO, Idalberto. *Administración de recursos humanos*. 5a ed. Colombia: McGraw-Hill, 2000. 698 p. ISBN: 958-41-0037-8.
2. Corporación Aceros de Guatemala S.A. *Laminación de barras*. [en línea] <http://www.acerosdeguatemala.com/procesos-de-produccion/proceso-de-laminacion-barras> [Consulta: 8 de agosto de 2012].
3. FALCONI CAMPOS, Vicente. *Gestión de la rutina del trabajo del día a día*. 8a ed. Brasil: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004. 266 p.
4. Fundación Organización Universidad de Granada. *Guía de buenas prácticas ambientales de oficina* [en línea]. 3a ed. septiembre de 2006.  
<[http://www.hispaniaservices.com/downloads/documents/medioambiente/guia\\_buenas\\_practicas\\_ambientales\\_oficina.pdf](http://www.hispaniaservices.com/downloads/documents/medioambiente/guia_buenas_practicas_ambientales_oficina.pdf)> [Consulta: 10 de septiembre de 2012].
5. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2a ed. México: McGraw-Hill, 2005. 459 p. ISBN: 970-10-4657-9.
6. NIEBEL , Benjamin; FREIVALDS, Andris. *Ingeniería industrial métodos, estándares y diseños del trabajo*. 12a ed. México: McGraw-Hill, 2009. 586 p. ISBN: 978-970-10-6962-2.

7. SMITH, William F. *Ciencia e ingeniería de los materiales*. 3a ed.  
Colombia: McGraw-Hill, 2004. 570 p.

## **APÉNDICES**



## 1. Afiche de concientización



**CONSEJOS PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

- **Aprovechar la luz natural al máximo, abrir persianas durante el día, se debe evitar encender focos en habitaciones iluminadas por el sol.**
- **Cambia todos los focos incandescentes por focos o tubos fluorescentes, pues consumen cuatro veces menos energía y duran hasta diez veces más**
- **Apagar la iluminación de pasillos de circulación y áreas comunes que no resulten indispensables.**
- **Revisar cada uno de los puestos de trabajo y evaluar la reducción de iluminación, sin que esta afecte el trabajo normal o la salud visual.**
- **Mantener siempre las puertas de los refrigeradores cerradas y asegurarse que sellen herméticamente..**
- **Apagar la luz al salir de la oficina ( esta medida puede representar ahorros en la factura eléctrica de hasta un 25%).**
- **Al utilizar aire acondicionado mantén las puertas de la oficina o ventanas hacia el exterior cerradas y revisar que su aislamiento se encuentre en buen estado.**

**Si quieres que tus hijos puedan heredar, la energía ya no puedes derrochar.**

Fuente: elaboración propia.

2. Presentaciones utilizadas para el entrenamiento en los estándares



---



**SIDE GUA**  
LAMINADOR DE BARRAS  
Y ALAMBRÓN

**ENTRENAMIENTO:**

**ESTÁNDAR DE CONTROL DE FIGURAS  
EN EL TREN ACABADOR**

1



---



¡Apague su celular y radiotransmisor!

Tome nota de las observaciones que considere importantes.

Haga preguntas ¡Participe! Este aprendizaje es para USTED!

Firme la lista de asistencia y responda la evaluación.

2

## Continuación del apéndice 2.



**OBJETIVO:** Garantizar un correcto control de figuras en los pases del tren acabador.

**ALCANCES:**

- Cajas H-11 hasta H-17.
- Producción de 3/8" x 3 legítimo.

**RESPONSABLES:**

- Laminadores.
- Operadores de cabina OP-1.
- Operador de tren acabador.

**ACCIONES CORRECTIVAS:**

- Alineación de guía de entrada y salida.
- Ajuste de luz entre cilindros.

**TIEMPO ESTIMADO PARA REALIZAR LA TAREA:** 10 minutos.

**OBSERVACIONES GENERALES DE SEGURIDAD:** Utilizar el EPP requerido: zapato tipo bota industrial, casco, barbiquejo, guantes de cuero largos, lentes de alto impacto y protectores auditivos.

3



## HERRAMIENTAS:

Calibrador Vernier.



Tenazas.



4

Continuación del apéndice 2.



## HERRAMIENTAS:

Llaves cola-corona: 19, 24 y 36 mm.



5



## HERRAMIENTAS:

Cortadora de disco.



Esmeril.



6

Continuación del apéndice 2.



**Desarrollo de la tarea:**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
1	Solicitar corte de muestra en los formabucles FA-11, FA-13, FA-14, FA-15, FA-16 y FA-17.	Al momento de tener los horarios establecidos: Turno Diurno: 6:00, 10:00 y 14:00. Turno Nocturno: 18:00, 22:00 y 2:00.	Operador laminador solicita vía radio el corte a operadores de cabina OP-1.
<b>Solicitud de corte de muestras</b>			
			

7



No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
2	Retirar los pasadores de las cuchillas de emergencia.	Al momento de solicitar a operadores de cabina OP-1 el corte de muestras en los formabucles.	Retirando los pasadores de las cuchillas de emergencia.
<b>Retiro de pasadores de cuchillas de emergencia</b>			
			

8

Continuación del apéndice 2.

 **Punto clave: ¡Verificar que se extrajeron todas las muestras!**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
3	Extraer muestras de los formabucles solicitados.	Después que las cuchillas cortaron la muestra solicitadas y que el tren está apagado.	Utilizando las tenazas para retirar la muestra del interior de los formabucles.
<b>Retirando muestra de formabucle</b>			
			

9

 **Punto clave: ¡Verificar que se extrajeron todas las muestras!**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
4	Enfriar las muestras solicitadas.	Después de retirar las muestras.	Utilizando la tenaza para el enfriado de está en depósito de agua.
<b>Enfriamiento de muestra</b>			
			

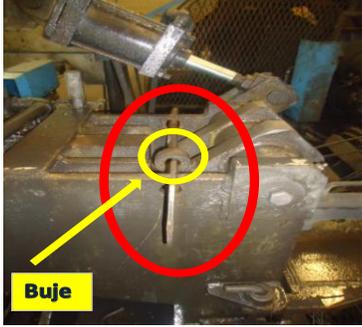
10

Continuación del apéndice 2.

**Punto clave: ¡Colocar bien el pasador!**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
5	Colocar los pasadores de las cuchillas de emergencia, de formabucles solicitados.	Después de dejar las muestras enfriándose.	Colocando los pasadores de las cuchillas de emergencia, observando que pasador cruce el buje.

**Colocación de pasador de cuchillas de emergencia**


➔


11

**Punto clave: ¡Comparar las medidas reales con el estándar de operación!**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
6	Verificar que las dimensiones de la muestra respecto al estándar controlado de operación de 3/8" x 3 legítimo sea correcto.	Después de colocado el pasador correctamente y tener las muestras frías.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando el calibrador Vernier para medir sus dimensiones.</li> <li>2. Comparando las medidas reales con las medidas del estándar de operación.</li> </ol>

**Verificación de medidas respecto a estándar**



12

Continuación del apéndice 2.



No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
7	Corte y esmerilado de muestra, para observar geometría.	Después de verificar las dimensiones de la muestra.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cortando muestra a 25 cm.</li> <li>2. Con el esmeril desgastar los bordes afilados provocados por el corte.</li> </ol>
<b>Preparación de muestra</b>			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>			

13



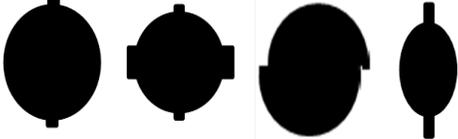
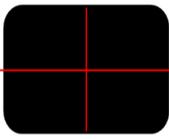
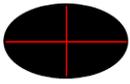
**Punto clave: ¡Observe detenidamente la muestra!**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
8	Verificación de geometría y distribución de material de la muestra.	Después de corte y esmerilado de muestra.	Verificando conforme a la tabla.
<b>Verificación de apariencia y distribución</b>			
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>			

14

Continuación del apéndice 2.

**Tabla de verificación de figuras**

	OK	NO OK
Redondo		
Caja		
Óvalo		

15

**Punto clave: ¡Siempre debe corregir las inconformidades!**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
9	Ajuste de dimensiones y distribución de material.	Al momento de observarse muestra no conforme por dimensión y/o geometría.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ajustando luz entre cilindros para corregir la dimensión de la figura, ver (actividad 9.a).</li> <li>2. Para ajuste de material en figura de caja H-15, ver (actividad 9.b).</li> </ol>
9.a	Ajustar luz de trabajo.	Al momento de confirmar figura fuera de estándar.	Girando el tornillo sin fin de la platea con llave 36 mm, una vuelta completa es un cambio de 0,2 mm en la altura (última operación siempre debe ser cerrado).

**Ajuste de luz de trabajo**



16

Continuación del apéndice 2.



No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
9.b	Ajuste de distribución de material en caja H-15.	Al momento de confirmar que no hay distribución uniforme de material.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aflojar tuerca de mordaza con llave cola corona de 24 mm.</li> <li>2. Mover la guía hacia adentro (mover tornillo sinfín de ajuste fino hacia abajo) o hacia fuera (mover tornillo sinfín de ajuste fino hacia arriba) según sea requerido.</li> <li>3. Apretar tuerca de mordaza con llave cola corona de 24 mm.</li> </ol>
<b>Aflojar mordaza</b>		<b>Alinear guía de entrada.</b>	
			



**Punto clave: ¡Llenar SIEMPRE el registro!**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
10	Registro de dimensiones y observaciones de la muestra.	Después de haber terminado el proceso de muestreo.	Anotando las dimensiones de las figuras así como de los ajustes de dimensión y distribución de material en cajas, en la hoja de registro establecida.
<b>Registro</b>			
			

Continuación del apéndice 2.



## Hoja de registro

---

	<b>CONTROL DE FIGURAS DEL TREN CONTINUO DE LAMINACIÓN</b>	<b>SDG-CF-1073-1</b>		
FECHA: _____		TURNO: _____		
PRODUCTO: <b>3/8" x 3 legítimo</b>				
Caja No.	HORA	Dimensiones de figura (mm) según estándar	Dimensiones de figuras reales (mm)	OBSERVACIONES
H-11		40 x 19		
V-12		25		
H-13		32,4 x 14		
G-14		14,7 x 29		
H-15		35,6 x 12,3		
G-16		37,6 x 10,7		
H-17		15 x 6,8		
H-11		40 x 19		
V-12		25		
H-13		32,4 x 14		
G-14		14,7 x 29		
H-15		35,6 x 12,3		
G-16		37,6 x 10,7		
H-17		15 x 6,8		
H-11		40 x 19		
V-12		25		
H-13		32,4 x 14		
G-14		14,7 x 29		
H-15		35,6 x 12,3		
G-16		37,6 x 10,7		
H-17		15 x 6,8		

Nombre y firma del responsable : \_\_\_\_\_

19



# ¿Preguntas?

20

Continuación del apéndice 2.



---

# ¡Gracias por su atención!

21



---



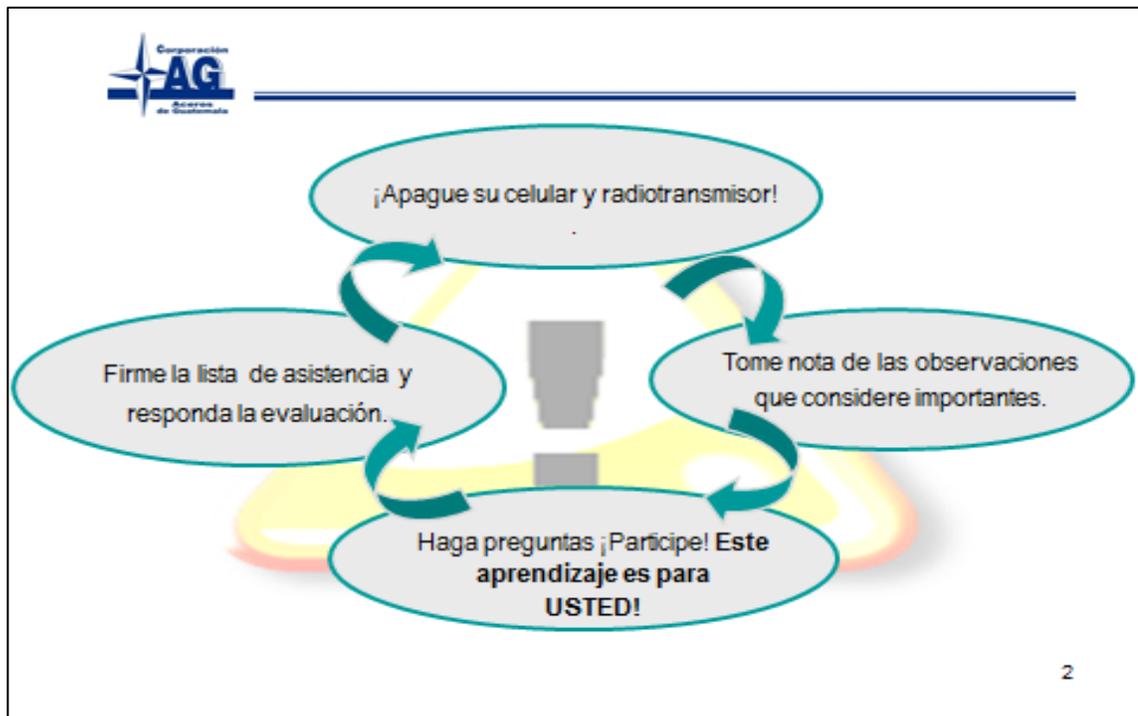
**LAMINADOR DE BARRAS  
Y ALAMBRÓN**

**ENTRENAMIENTO:**

**ESTÁNDAR PARA ALINEACIÓN DE GUÍAS  
EN CAJA G-16**

1

Continuación del apéndice 2.



**OBJETIVO:** garantizar una alineación correcta de las guías de caja G-16.

**ALCANCES:**

- Guía de entrada y guía de salida separadora.
- Cambios de calibre de caja G-16 (interna).
- Alineación en ingreso de caja nueva (externa).
- Producción de 3/8" x 3 legítimo.

**RESPONSABLES:**

- Laminadores.
- Operador de tren acabador.

**ACCIONES CORRECTIVAS:**

- Ajuste de luz de rodillos separadores.
- Cambio de guía separadora.

**TIEMPO ESTIMADO PARA REALIZAR LA TAREA:** 30 minutos.

**OBSERVACIONES GENERALES DE SEGURIDAD:** utilizar el EPP requerido: zapato tipo bota industrial, casco, barbiquejo, guantes de cuero largos, lentes de alto impacto y protectores auditivos.

3

Continuación del apéndice 2.



---

**HERRAMIENTAS:**

Calibrador Vernier.



Linterna.



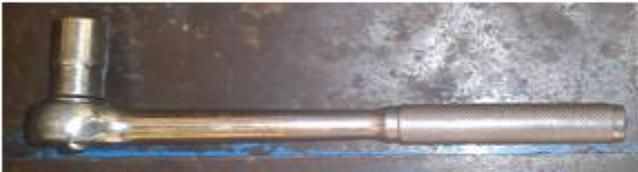
4



---

**HERRAMIENTAS:**

Llave ratchet con copa de 19 mm.



Extensión, raíz de 1/2" y punta hexagonal de 8 mm.



5

Continuación del apéndice 2.



## HERRAMIENTAS:

Llaves cola-corona: 14, 24 y 36 mm.



## HERRAMIENTAS:

Galgas.



Llave hexagonal de 4 mm.



7

Continuación del apéndice 2.



## GUÍA DE ENTRADA

**Desarrollo de la tarea:**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
1	Aflojar contratuerca y tornillo de 36 mm.	Al momento que cabina OP-1 apague el tren acabador.	Utilizando llave cola-corona de 36 mm.

**Contratuercas y tornillos**



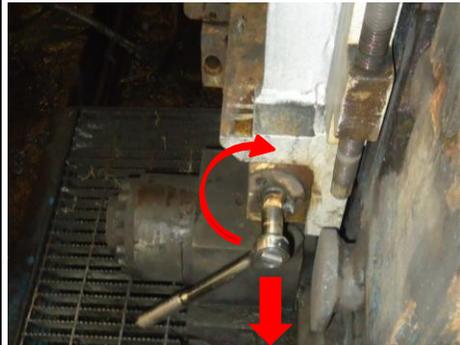


## GUÍA DE ENTRADA

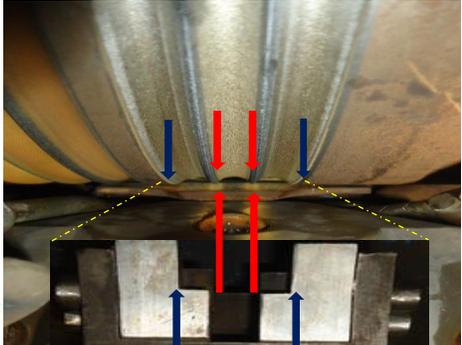
**Punto clave: ¡Utilice las referencias mostradas!**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
2	Mover la guía hacia el calibre nuevo (lado afuera).	Después de aflojadas las contratuercas y tornillos de 36 mm.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando el ratchet con raíz de 1/2" y copa 19 mm, se procede a mover el tornillo de ajuste fino.</li> <li>2. Utilizar la nariz de la guía como referencia para alinear al calibre.</li> </ol>

**Ajuste fino**



**Nariz de guía como referencia**



Continuación del apéndice 2.



## GUÍA DE ENTRADA

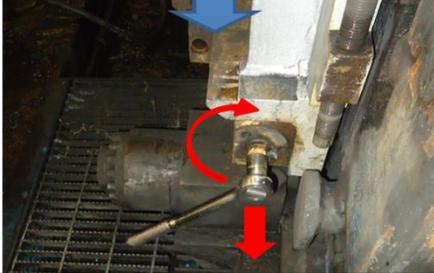
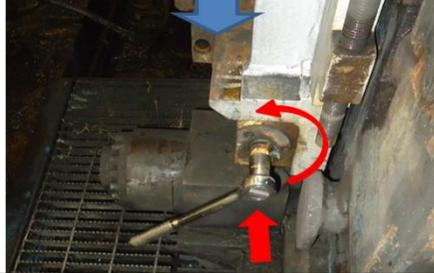
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
3	Confirmar o corregir alineación de la guía de entrada.	Después de mover la guía al calibre.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para confirmar se debe utilizar linterna observando alineación de la guía con el canal.</li> <li>2. Para corregir se mueve tornillo de ajuste fino hacia adentro o afuera.</li> </ol>
<b>Observación de alineación</b>		<b>Confirmación de alineación</b>	
			

10



## GUÍA DE ENTRADA

Punto clave: ¡Confirme siempre la alineación, no se confíe de las referencias!

Desalineado hacia adentro y corrección hacia afuera	Desalineado hacia afuera y corrección hacia adentro
	
	

11

Continuación del apéndice 2.



## GUÍA DE ENTRADA

**Punto clave: ¡Asegúrese de apretar bien el tornillo y luego la**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
4	Apretar tornillos y contratueras de 36 mm.	Luego de alineadas la guía de entrada.	Utilizando llave cola-corona de 36 mm.

**Contratuercas y tornillos**



12



## GUÍA DE SALIDA

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
5	Retirar tubo de enfriamiento superior.	Al momento que cabina OP-1 apague el tren acabador.	Aflojando los seguros, retirándolo de forma manual.

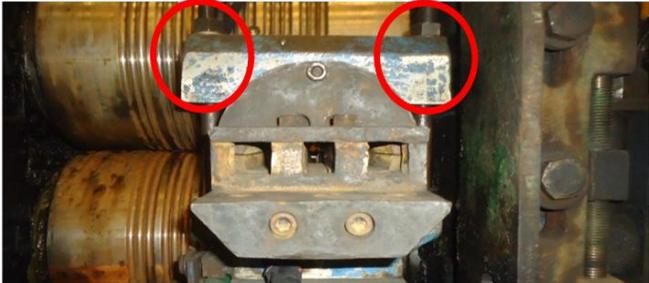
Tubo de enfriamiento	Remoción del tubo
	

13

Continuación del apéndice 2.



### GUÍA DE SALIDA

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
6	Retirar guía de salida del calibre.	Luego de retirar tubo de enfriamiento.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando llave cola-corona de 30 mm, aflojar tonillos que sujetan la guía.</li> <li>2. Mover hacia atrás la guía de salida de forma manual.</li> </ol>
<b>Tornillos M-20</b>			
			
14			



### GUÍA DE SALIDA

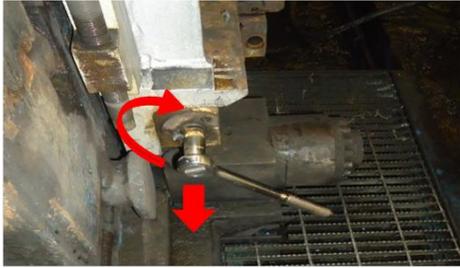
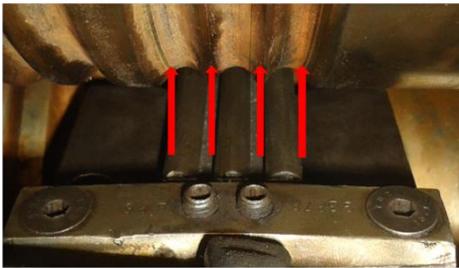
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
7	Aflojar contratuerca y tornillo de 36 mm.	Después de retirar la guía del calibre.	Utilizando llave cola-corona de 36 mm.
<b>Contratuercas y tornillos</b>			
			
15			

Continuación del apéndice 2.



## GUÍA DE SALIDA

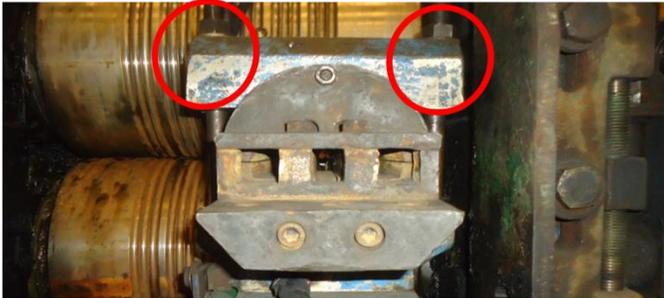
**Punto clave: ¡Utilice las referencias mostradas!**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
8	Mover la guía de entrada hacia el calibre nuevo (lado afuera).	Después de aflojadas las contratuercas y tornillos de 36 mm.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando el ratchet con raiz de 1/2" y copa 19 mm, se procede a mover el tornillo de ajuste fino.</li> <li>2. Utilizar la nariz de la guía para aproximarse al calibre.</li> </ol>
<b>Ajuste fino</b>		<b>Nariz de guía como referencia</b>	
			

16



## GUÍA DE SALIDA

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
9	Acercar guía de salida al calibre.	Luego de mover la guía hacia el calibre nuevo (lado afuera).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mover hacia adelante la guía de salida de forma manual.</li> <li>2. Utilizando llave cola-corona de 30 mm, apretar tornillos que sujetan la guía.</li> </ol>
<b>Tornillos de 30 mm</b>			
			

17

Continuación del apéndice 2.



### GUÍA DE SALIDA

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
10	Retirar estática porta cinceles.	Luego de acercar la guía al calibre.	Retirando la estática que contiene los cinceles utilizando ratchet con raíz de 1/2", extensión y punta hexagonal 8 mm.
<b>Remoción de la estática</b>		<b>Estática con cinceles</b>	
			

18



### GUÍA DE SALIDA

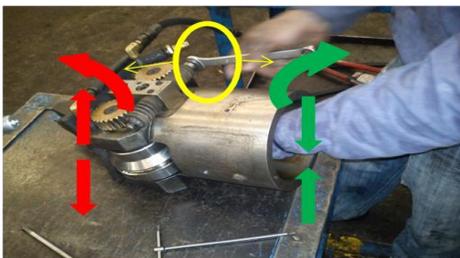
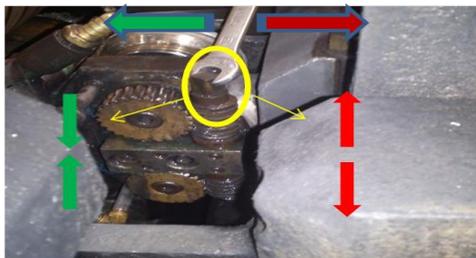
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
11	Revisar cinceles.	Luego de retirar estática portacinceles.	Observar que no presente daños o material adherido.
<b>Cinceles en buen estado</b>			
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;"><b>OK</b></div>  </div>			
<b>Material adherido en cinceles</b>		<b>Cinceles dañados</b>	
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;"><b>NO OK</b></div>  </div>		<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-right: 5px;"><b>NO OK</b></div>  </div>	

19

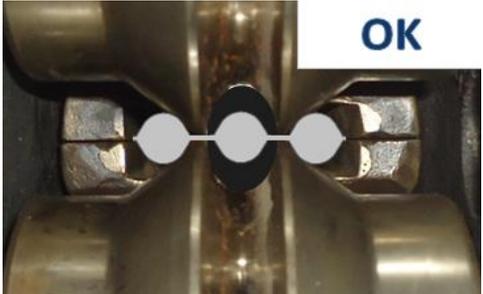
Continuación del apéndice 2.

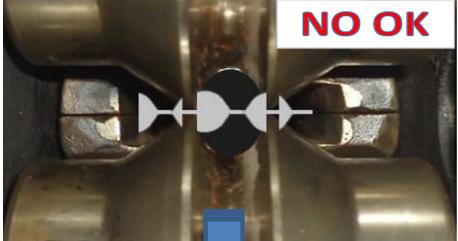
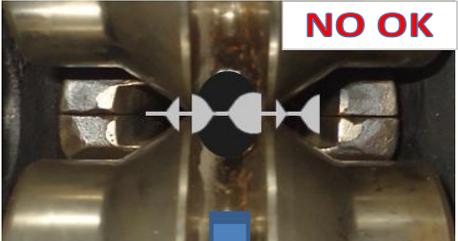
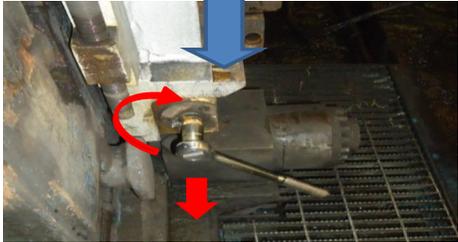
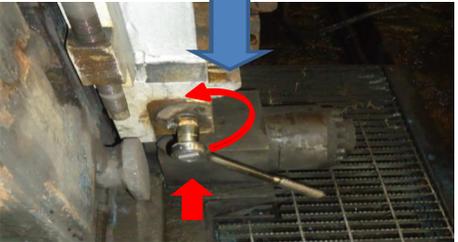
		<b>GUÍA DE SALIDA</b>	
<b>Punto clave: ¡Revisar y ajustar siempre la luz!</b>			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
12	Ajustar luz de rodillos separadores.	Después de revisar cinceles.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando galgas y Vernier se mide la luz entre las crestas de los rodillos separadores (0,8mm - 1mm).</li> <li>2. Para ajustar luz primero se aflojan tornillos castigadores de 4mm, luego con una llave cola-corona de 14mm se mueve el tornillo sin fin de ajuste.</li> </ol>

20

		<b>GUÍA DE SALIDA</b>	
<b>Tornillos castigadores</b>	<b>Medición de luz entre rodillos</b>		
			
<b>Ajuste de luz en banco</b>	<b>Ajuste de luz en guía montada</b>		
			

Continuación del apéndice 2.

 <b>GUÍA DE SALIDA</b>			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
13	Confirmar o corregir alineación de la guía de salida.	Antes de colocar estáticas portacinceles.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para confirmar se debe utilizar linterna observando alineación de guía con el canal.</li> <li>2. Para corregir se mueve tornillo de ajuste fino hacia adentro o afuera.</li> </ol>
<b>Observación de alineación</b>		<b>Confirmación de alineación</b>	
			

 <b>GUÍA DE SALIDA</b>			
<b>Desalineado hacia adentro y corrección hacia afuera</b>		<b>Desalineado hacia afuera y corrección hacia adentro</b>	
			
			

Continuación del apéndice 2.

 **GUÍA DE SALIDA**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
14	Insertar estática porta cinceles de guía de salida.	Después de confirmar alineación.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Insertando la estática en la guía de salida.</li> <li>2. Ajustar bien la guía apretando los tornillos con ratchet, raíz de 1/2", extensión y hexagonal de 8 mm.</li> </ol>
<b>Inserción de estática</b>		<b>Tornillo Allen de 8mm</b>	
			
		24	

 **GUÍA DE SALIDA**

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
15	Acoplar tubo de enfriamiento superior.	Después de insertada la estática portacinceles.	Aflojando los seguros, retirándolo de forma manual.
<b>Acoplamiento de tubo</b>		<b>Tubo de enfriamiento acoplado</b>	
			
		25	

Continuación del apéndice 2.



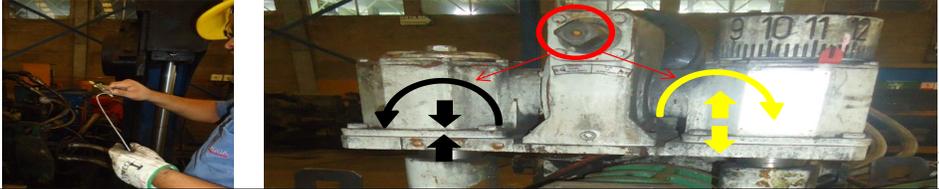
### GUÍA DE SALIDA

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
16	Apretar tornillos y contratueras de 36 mm.	Luego de insertada estática porta cinceles.	Utilizando llave cola-corona de 36 mm.
<b>Contratueras y tornillos</b>			
			

26

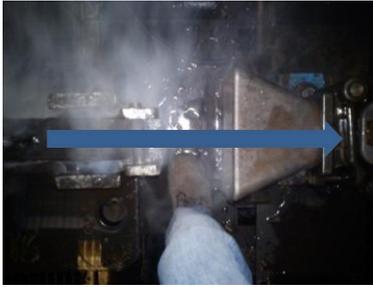
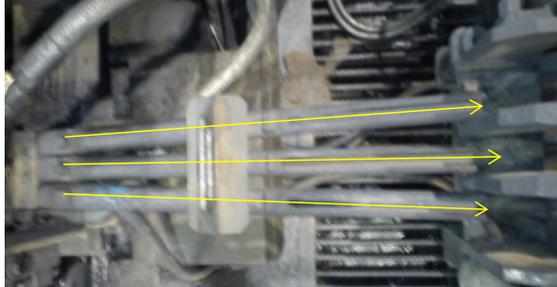


### GUÍA DE SALIDA

No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
17	Ajustar luz de trabajo.	Luego de apretar tornillos y contratueras de 36 mm de guía de salida.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizando alambre de amarre, introduciéndolo entre cilindros mientras estos giran.</li> <li>2. Se procede a medir espesor del alambre laminado utilizando el Vernier y se compara con el estándar controlado de operación.</li> <li>3. Utilizando llave cola corona de 36 mm, ajustar luz entre cilindros conforme al estándar de operación controlado.</li> </ol>
<b>Ajuste de luz</b>			
			

27

Continuación del apéndice 2.

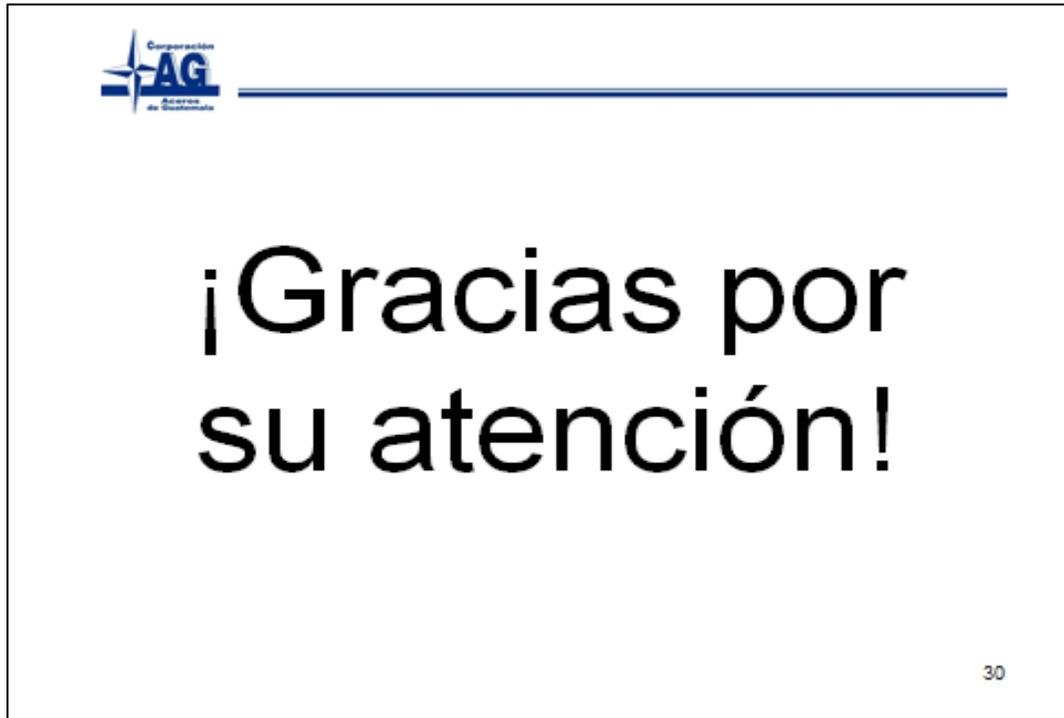
 <b>Punto clave: ¡Utilice las referencias!</b>			
No	QUÉ	CUÁNDO	CÓMO
18	Alinear caja G-16.	Después de medir y ajustar luz de trabajo.	Utilizando como referencia la línea de laminación, el embudo de salida de FA-15 con guía de entrada G-16 y tubos de salida G-16 con entrada a FA-16.
<b>Salida FA-15 y Entrada G-16</b>		<b>Salida G-16 y Entrada FA-16</b>	
			



# ¿Preguntas?

29

Continuación del apéndice 2.



Fuente: elaboración propia.



## **ANEXO**



# 1. Estándar de operación de 3/8" x 3 legítimo

		DIAGRAMA DE PASES 3/8" ( 9,3 mm x 3 ) G40 y G60					SDG-EO-1073-016			Página 1 de 1	
Elaborado por:		Revisado por:					Versión: 1				
Revisado por Seguridad: -----		Aprobado por:					Fecha de Aprobación: 12 de Febrero del 2,013				
<b>Resumen de las alteraciones de la revisión actual</b>											
Se cambian figuras: Comunes en OV8-1A, R9-1A,OV10-1A,OV12-1A, se cambia R11-2 (38,39) por R11-1 (31,75) R13-1A,DB16-3A y TR17-4A, Caja H-11 y V-12 calibración de P-345 (7-06-09), se cambian dimensiones de figuras en cajas H-7, V-8, H-9, H-11 y V-12 y GAPS. Se cambia figura en V-12 de R13-1A a R13-1B. Se cambió H-13 Flat FL14-1 a Box 14-2 (26-11-12). Cambio de Rendimientos en Desbaste (+50%). Aumento velocidad final a 10,50 m/s (12-02-13). Se deja velocidad a 11 m/s (08-07-13).											
<b>OBJETIVO:</b> Garantizar que las dimensiones de la figura en la medida para cada pase de laminación sea correcto.											
CAJA	FIGURA	Rendimiento Calibres (Ton)	DIMENSIONES (mm) Calibre	DIMENSIONES (mm) Figura	Tolerancia (+/-)(mm)	Luz (mm) de Trabajo	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	% DE REDUCCIÓN	Vel. (m/s) de Trabajo	Dímetros Máximo - Mínimo (mm)	
H-0	 BOX1-1	30 000	172,41 x 48	169,2 x 116	2,0	20	18600,00	19,13	0,14	555 - 450	
H-1	 OP2-1	27 000	194,69 x 37	182 x 90	2,0	16	14347,00	22,87	0,18	555 - 450	
V-2	 R3-1	22 500	116,24 x 49,5	110	2,0	11	9503,30	33,76	0,26	555 - 450	
H-3	 OV4-1	18 000	160,08 x 24,5	138 x 60	2,0	11	6505,00	31,55	0,36	555 - 450	
V-4	 R5-1	15 000	82,57 x 35,25	78	2,0	7,5	4778,40	26,54	0,52	555 - 450	
H-5	 OV6-1	12 000	123,26 x 16,25	94,30 x 40,5	2,0	8,0	3358,50	29,71	0,68	515 - 430	
V-6	 R7-1	10 500	59,22 x 25,25	58	2,0	7,5	2463,00	26,66	0,99	515 - 430	
H-7	 OV8-1A	6 000	89,55 x 11,25	70 x 31	0,5	8,5	2011,60	18,33	1,29	420 - 370	
V-8	 R9-1B	5 000	42 x 15,5	42	0,5	11,0	1452,20	27,81	1,83	420 - 370	
H-9	 OV10-1A	4 500	66 x 7,5	52 x 25	0,5	8,0	1272,30	12,39	2,40	420 - 370	
V-10	 R11-3	4 000	33,49 x 13	33	0,5	7,0	962,10	24,38	3,24	420 - 370	
H-11	 OV12-1A	3 500	41,89 x 5,5	40 x 19	0,3	8,0	554,20	42,40	3,92	320 - 250	
V-12	 R13-1B	2 500	27,42 x 10,75	25	0,3	3,5	433,74	21,74	4,88	320 - 250	
H-13	 FL	1 300	14	32,7 x 14	0,1	14	425,00	2,02	5,76	320 - 250	
G-14	 EG15-3	1 300	16,63 x 12,15	29 x 14,7	0,1	4,7	400,00	5,88	6,45	320 - 250	
H-15	 DB16-3B	350	35,39 x 4,6	35,90 x 12	0,1	2,5	375,00	6,25	7,02	320 - 250	
G-16	 TR17-4A	350	39,26 x 4,9	37,60 x 10,7	0,1	1,0	300,00	20,00	7,82	320 - 250	
H-17	 OVR18-6	650	18,84 x 2,5	15 x 6,8	0,1	1,7	249,00	17,00	8,90	320 - 250	
G-18	 RB19-6	300	8,67 x 3,35	8,7	0,1	2,2	203,70	18,19	10,50	320 - 250	
<b>MARCA: +AG3S y +AG3S60 CORRUGA: "X"</b>  <b>MARCA: +AG3S CORRUGA: "V"</b> 								<b>ANEXO</b>			
								Sobrevelocidad cizalla C6: 1,12			
								Sobrevelocidad cizalla C-12: 1,12			
								Sobrevelocidad cizalla C-41: 1,07			
								Ángulo de guía torsión S-H-17: 26°			
								Distancia entre rodillos de guía S-H-17: 7,7 mm			
								Coperturas abajo: 20			
								Coperturas arriba: 10			
								Distancia entre cincel de corte: 15 mm			
								Distancia entre filo de rodillo slittador: 13 mm			
								Torque TR-41: 60%			
								Tiempo Inserción TR-41 Cola: 5,5 Seg.			
								Sobrevelocidad TR-41 Cola: 1,02			
								Temperatura Barra: Mín: 980°C. Máx: 1,150°C			
<b>RANGO DE PESO [Kg/m]</b>											
		MÍNIMO				MÁXIMO					
GRADO 40		0,545				0,560					
GRADO 60		0,545				0,560					
<b>APROBACIÓN:</b>											
Elaborado por:				Revisión por:				Aprobado por:			
Jefe de Turno				Superintendente de Producción				Gerente de Producción			

Fuente: Gerencia Laminador de Barras y Alambrrn.