

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ADMINISTRATIVA E INGENIERÍA**  
**INDUSTRIAL**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**APLICACIÓN DE LEAN MANUFACTURING PARA AUMENTAR LA**  
**PRODUCTIVIDAD DE LA LINEA DE TUBOS EN LA EMPRESA PRECOR**  
**S.A**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR**  
**EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

BACHILLER: JOSE HUGO SALAZAR CARDENAS

ASESOR: RUBEN FRANCISCO, PEREZ BOLIVAR

**Lima -Perú**

**2019**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres por su apoyo incondicional y consejos que siempre me han brindado, para poder lograr mis objetivos.

A Dios por ayudarme en esta ardua lucha y bendecirme en la vida, ayudándome en los momentos más difíciles y darme fuerzas para poder seguir y no rendirme con cada dificultad que se presenta en el día a día

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de obtención de título es un objetivo que me tracé cuando empecé mi vida universitaria, Para poder consolidarme como profesional. Con la experiencia obtenida en el área de producción donde me he desempeñado los últimos años aplicando mis conocimientos y virtudes el día a día. Quiero agradecer a mis padres y hermanos por sus consejos y apoyo constante, por las palabras y tiempo brindado hacia mi persona.

Quiero agradecer a mi asesor de tesis, el Ing. Pérez Bolívar, quien fue muy exigente con el presente trabajo. A sus consejos brindados y guía constante para poder culminar la investigación.

Quiero agradecer a mi equipo de trabajo del cual día a día me enseñaron técnicas y estrategias para poder desarrollarme como un mejor profesional. Finalmente agradecer a mis amistades, quienes me brindaron su apoyo y compañía en estés camino hacia mi crecimiento profesional.

# ÍNDICE

PÁGINA DCARATULA .....	I
DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
ÍNDICE DE GRÁFICA .....	IX
INTRODUCCIÓN .....	X
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....	1
1.1 Datos generales .....	1
1.2 Nombre de la empresa .....	1
1.3 Ubicación de la empresa .....	2
1.4 Giro de la empresa .....	3
1.5. Tamaño de la empresa .....	3
1.6 Reseña histórica .....	3
1.7 Organigrama.....	4
1.8 Misión y visión.....	5
1.9. Productos y clientes .....	5
1.10 Premios .....	8
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	9
2.1. Descripción del problema.....	9
2.2. Formulación del problema .....	10
2.3. Objetivos generales y objetivos específicos .....	10
2.4. Delimitación del estudio.....	11
2.5. Justificación e importancia de la investigación .....	11
2.6.1 Alcance .....	13
2.6.2 Limitaciones .....	13
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO .....	14
3.1. Marco histórico .....	14

3.2. Bases teóricas .....	16
3.3 Investigaciones .....	30
3.4 Marco conceptual.....	39
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA .....	41
4.1 Tipo y nivel de investigación.....	41
4.2 Población, muestra, muestreo .....	42
4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
4.4 Procesamiento de datos .....	48
CAPÍTULO V: ANÁLISIS CRÍTICO Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS .....	59
5.1 Determinación de alternativas de solución .....	59
5.2 Evaluación de alternativas de solución.....	64
CAPÍTULO VI: PRUEBA DE DISEÑO Y JUSTIFICACION DE LA PROPUESTA .....	67
6.1 Justificación de la propuesta elegida.....	67
6.2 Desarrollo de la propuesta elegida.....	69
6.2.1. instructivo de izaje de fleje y acumulación en la zona de empalme .....	69
6.2.2. instructivo de montaje y desmontaje de estaciones de la zona de formado.....	81
6.2.2. instructivo de montaje y desmontaje de la zona de soldado .....	90
6.2.3. instructivo de montaje y desmontaje de la zona de rectificado y cambio de cabezales turcos .....	99
6.2.4. instructivo de montaje y desmontaje de la zona de corte.....	105
6.2.5. Aplicación de la metodología 5s en la línea LAC (laminado en caliente) .....	111
CAPÍTULO VII: IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	112
7.1 Propuesta económica de implementación .....	112
7.1.1. Presupuesto SMED LAC- Cambio de cabezales turcos .....	112
7.1.2. Presupuesto de la implementación de la metodología KAIZEN,5s en la línea LAC- Estandaricen del proceso .....	114
7.1.3 Indicadores de ahorro de forma cuantificada .....	115
7.1.4 Indicadores después de productividad 2020 .....	116
7.2 Calendario de actividades y recursos .....	117
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	118
8.1 Conclusiones .....	118
8.2 Recomendaciones .....	119

CAPÍTULO IX: BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN .....	120
9.1 BIBLIOGRAFÍA .....	120
9.2 OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN .....	122
ANEXOS .....	123

## ÍNDICE DE FIGURAS

figura 1:Ubicación de la empresa .....	2
figura 2: Organigrama .....	4
figura 3: Tubos y perfiles .....	5
figura 4: Drywall .....	6
figura 5:Soluciones metálicas .....	6
figura 6: logos de clientes.....	7
figura 7:Premio al desarrollo profesional .....	8
figura 8: Premio de eficiencia .....	8
figura 9: Premio a la eficiencia .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
figura 10:Premio a la eficiencia de remuneraciones .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
figura 11:Premio por la gestión de desarrollo .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
figura 12:Premio por la gestión de desarrollo .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
figura 13: Tercer puesto del sector siderúrgico.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
figura 14:Pilares de Lean Manufacturing.....	17
figura 15: Puntos claves de Kaizen .....	23
figura 16:Puntos claves para la estandarización.....	25
figura 17:equipos productivos.....	26
figura 18: Ruta de Lean Manufacturing.....	29
figura 19:Diagrama causa y efecto (demora en cambio de familia) .....	49
figura 20:Diagrama de causa y efecto, Horas de para y merma .....	49
figura 21:Montaje y desmontaje .....	55
figura 22:SMED LAC.....	60
figura 23:SMED ventajas .....	61
figura 24: Línea LAC.....	62
figura 25:instructivo de zona de empalme 1 .....	69
figura 26:instructivo de zona de empalme 2 .....	69
figura 27:instructivo de zona de empalme 4 .....	70
figura 28:instructivo de zona de empalme 3 .....	70
figura 29:instructivo de zona de empalme 6 .....	71
figura 30:instructivo de zona de empalme 5 .....	71
figura 31:instructivo de zona de empalme 8 .....	72
figura 32:instructivo de zona de empalme 7 .....	72
figura 33:instructivo de zona de empalme 10 .....	73

figura 34:instructivo de zona de empalme 9 .....	73
figura 35:instructivo de zona de empalme 12 .....	74
figura 36:instructivo de zona de empalme 11 .....	74
figura 37:instructivo de zona de empalme 14 .....	75
figura 38:instructivo de zona de empalme 13 .....	75
figura 39:instructivo de zona de empalme 16 .....	76
figura 40:instructivo de zona de empalme 15 .....	76
figura 41:instructivo de zona de empalme 17 .....	77
figura 42:instructivo de zona de empalme 17 .....	77
figura 43:instructivo de zona de empalme 20 .....	78
figura 44:instructivo de zona de empalme 19 .....	78
figura 45:instructivo de zona de empalme 22 .....	79
figura 46:instructivo de zona de empalme 21 .....	79
figura 47:instructivo de zona de empalme 24 .....	80
figura 48:instructivo de zona de empalme 23 .....	80
figura 49:instructivo de zona de empalme 25 .....	81
figura 50:Instructivo de zona de formado 2 .....	82
figura 51:Instructivo de zona de formado 1 .....	82
figura 52:Instructivo de zona de formado 4 .....	83
figura 53:Instructivo de zona de formado 3 .....	83
figura 54:Instructivo de zona de formado 6 .....	84
figura 55:Instructivo de zona de formado 5 .....	84
figura 56:Instructivo de zona de formado 8 .....	85
figura 57:Instructivo de zona de formado 7 .....	85
figura 58:Instructivo de zona de formado 10 .....	86
figura 59:Instructivo de zona de formado 9 .....	86
figura 60:Instructivo de zona de formado 12 .....	87
figura 61:Instructivo de zona de formado 11 .....	87
figura 62:Instructivo de zona de formado 14 .....	88
figura 63:Instructivo de zona de formado 13 .....	88
figura 64:Instructivo de zona de formado 16 .....	89
figura 65:Instructivo de zona de formado 15 .....	89
figura 66:Instructivo de zona de formado 17 .....	90
figura 67:Instructivo zona de soldado 2 .....	91
figura 68:Instructivo zona de soldado 1 .....	91
figura 69:Instructivo zona de soldado 4 .....	92
figura 70:Instructivo zona de soldado 3 .....	92
figura 71:Instructivo zona de soldado 6 .....	93
figura 72:Instructivo zona de soldado 5 .....	93
figura 73:Instructivo zona de soldado 8 .....	94
figura 74:Instructivo zona de soldado 7 .....	94
figura 75:Instructivo zona de soldado 10 .....	95

figura 76:Instructivo zona de soldado 9 .....	95
figura 77:Instructivo zona de soldado 12 .....	96
figura 78:Instructivo zona de soldado 11 .....	96
figura 79:Instructivo zona de soldado 14 .....	97
figura 80:Instructivo zona de soldado 13 .....	97
figura 81:Instructivo zona de soldado 16 .....	98
figura 82:Instructivo zona de soldado 15 .....	98
figura 83:Instructivo zona de soldado 17 .....	99
figura 84:SMED-Zona de rectificado 2 .....	101
figura 85:SMED-Zona de rectificado 1 .....	101
figura 86:Instructivo de zona de rectificado 1 .....	102
figura 87:Instructivo de zona de rectificado 2 .....	103
figura 88:Instructivo de zona de rectificado 3 .....	104
figura 89:Instructivo zona de corte 1 .....	105
figura 90:Instructivo zona de corte 2 .....	106
figura 91:Instructivo zona de corte 3 .....	107
figura 92:Instructivo zona de corte 4 .....	108
figura 93:Instructivo zona de corte 5 .....	109
figura 94:Instructivo zona de corte 6 .....	110
figura 95:5s 1.....	111
figura 96:5s 2.....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Precio tonelada de merma .....	53
Tabla 2:Horas de SET UP por familias.....	56
Tabla 3:Distribución de personal.....	58
Tabla 4:Proyecto SMED-evaluación.....	65
Tabla 5:Proyecto Kaizen-Cambio de familia .....	66
Tabla 6:Proyecto Kaizen-Horas de parada.....	66
Tabla 7:Proyecto Kaizen-Merma .....	67
Tabla 8:Conceptos lean manufacturing.....	68
Tabla 9: Presupuesto SMED .....	113
Tabla 10: VAN y TIR-SMED .....	113
Tabla 11:Presupuesto Kaizen .....	114
Tabla 12:Flujo de caja.....	114
Tabla 13: indicador de ahorro .....	115
Tabla 14: Indicador de ahorro 2 .....	115
Tabla 15: Indicador de ahorro 3 .....	115
Tabla 16:Gannt.....	117



## ÍNDICE DE GRÁFICA

Gráfica 1:Total de horas de SET UP 2019 .....	44
Gráfica 2:Merma del 2019.....	44
Gráfica 3: Horas disponibles.....	45
Gráfica 4: Disponibilidad .....	45
Gráfica 5:Rendimiento .....	46
Gráfica 6:Tasa de calidad.....	46
Gráfica 7:Consumo de acero .....	47
Gráfica 8:Toneladas por tipo de acero .....	47
Gráfica 9:Análisis de 5M.....	50
Gráfica 10:OEE .....	51
Gráfica 11: Estratificación de horas de parada.....	52
Gráfica 12:Pareto de fallas operacionales .....	52
Gráfica 13: Merma 2019 .....	53
Gráfica 14:Estratificacion de merma por área.....	54
Gráfica 15:Cambio de espesor .....	56
Gráfica 16:Cambio de rectificadores .....	57
Gráfica 17:Cambio de familia .....	57
Grafica 18: indicador de Tiempo de parada .....	116
Grafica 19: Indicador de merma.....	116
Grafica 20: Indicador OEE.....	116

## **INTRODUCCIÓN**

Los modelos tradicionales de gestión de producción, no siempre cumplen con las exigencias de competitividad. Por estas razones, se considera que están muy lejos de la calidad operacional deseada. La metodología Lean Manufacturing, ha revolucionado los conceptos y procesos productivos convencionales. Dando otro enfoque, como prioridad la producción y servicios. Dicha metodología introduce flexibilidad y a su vez exigencia en forma simultánea. Con el fin de alcanzar una producción adaptada a la demanda fluctuante y eliminar todo tipo de desperdicio en forma de exceso o sobre stock.

Actualmente, las empresas tienen la necesidad de producción de forma eficiente y eficaz, Sin retrasos en la entrega del producto al cliente, Debido a que la exigencia de respuesta es alta. La implementación de sistemas de producción eficientes es algo primordial que las empresas optan por desarrollar.

El presente trabajo, Consiste en la aplicación de la metodología lean manufacturing para la empresa PRECOR S. A. A fin de aumentar la productividad del proceso.

## **RESUMEN**

El presente trabajo tuvo como principal objetivo, aumentar la productividad en la empresa PRECOR S.A. Se evidencio una ausencia de estandarización de los procesos de la línea LAC (laminado en caliente). Esto influía directamente en la generación de horas improductivas, merma, extensión de hora en la realización de SET UP (Horas de preparación de maquina). Luego de la analizar el proceso productivo de la línea LAC (Laminado en caliente), se propuso la implementación de la metodología lean manufacturing. Para la estandarizar los procesos, erradicación de horas improductivas, reducción de horas de SET UP (horas de preparación de maquina) y disminución de merma obtenida en el proceso

El proyecto consta de siete capítulos en los cuales se desarrollará la implementación de la metodología Lean Manufacturing. Como punto de partida de forma retrospectiva se analizó el año 2019 y la recolección de data de manera in situ a lo largo de las 8 zonas que comprenden el proceso para la realización de tubos. De esta manera se logró obtener data con la cual se trabajaría posteriormente. Para la realización de manuales, planos y ayudas visuales, que formarían parte del proyecto de estandarización de los procesos que comprende la línea LAC.

Palabra clave: Lean Manufacturing, Productividad, Eficiencia, Eficacia

## **ABSTRACT**

The main objective of this work was to increase productivity in the company PRECOR S.A. An absence was evident in the standardization of the processes of the LAC line (hot rolled). This directly influenced the generation of unproductive hours, decrease, time extension in the realization of SET UP (Machine Preparation Hours). After analyzing the production process of the LAC (Hot Rolled) line, the implementation of the lean manufacturing methodology was proposed. To standardize the processes, eradication of unproductive hours, reduction of SET UP hours (hours of machine preparation) and reduction of waste obtained in the process.

The project consists of seven chapters in which the implementation of the Lean Manufacturing methodology will be developed.

Chapter 1, general company information.

Chapter 2, Problem statement, scope and limitations of the project.

Chapter 3, Theoretical framework and bases, which were used as a guide for the development of the project.

Chapter 4, Research Methodology and Data Processing

Chapter 5, Data analysis and solutions approach.

Chapter 6, Justification and implementation of the chosen proposal.

Chapter 7, Economic viability of the chosen proposal.

Keyword: Lean Manufacturing, Productivity, Efficiency, Effic

# **CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

## 1.1 Datos generales

**Datos:** JOSE HUGO SALAZAR CARDENAS

**DNI:** 47968753

**Código de alumno:** 479687530

**Grado:** BACHILLER DE INGENIERIA INDUSTRIAL

## 1.2 Nombre de la empresa

- **UC:** 20505506481
- **Razón Social:** PRECOR S.A.
- **Página Web:** <http://www.precor.pe>
- **Razón Social Anterior:** Acero Procesos Sociedad Anónima Cerrada
- **Tipo Empresa:** Sociedad Anónima
- **Condición:** Activo
- **Fecha Inicio Actividades:** 01 / Diciembre / 2002
- **Actividades Comerciales:**

### 1.3 Ubicación de la empresa

#### *NUESTRAS OFICINAS*

- Av. Manuel Olgúin 373 Lima 33 Perú Edificio El Qubo Piso 9
- Planta: Av. Nicolás Dueñas 559, Lima

figura 1:Ubicación de la empresa



**Fuente: Google Maps**

## 1.4 Giro de la empresa

Fabricación de productos metálicos para uso estructural

## 1.5. Tamaño de la empresa

Actualmente la empresa PRECOR S.A. cuenta con aproximadamente 250 trabajadores y 35 años en el mercado nacional ofreciendo soluciones constructivas no tradicionales relacionadas al acero, con productos innovadores que generen un valor agregado a su negocio. Es considerada como mediana empresa.

## 1.6 Reseña histórica

Es una empresa de capitales peruanos, fundada en 1982 con el compromiso de desarrollar y suministrar el Sistema de Construcción en Acero PRECOR a la medida de las necesidades de sus clientes.

El compromiso se materializa mediante la búsqueda permanente de nuevas tecnologías orientadas a desarrollar nuestro sistema constructivo, ofreciendo alternativas de vanguardia que aportan beneficios a nuestros clientes de los sectores construcción, minería, agroindustria, comercial, industrial, entre otros.

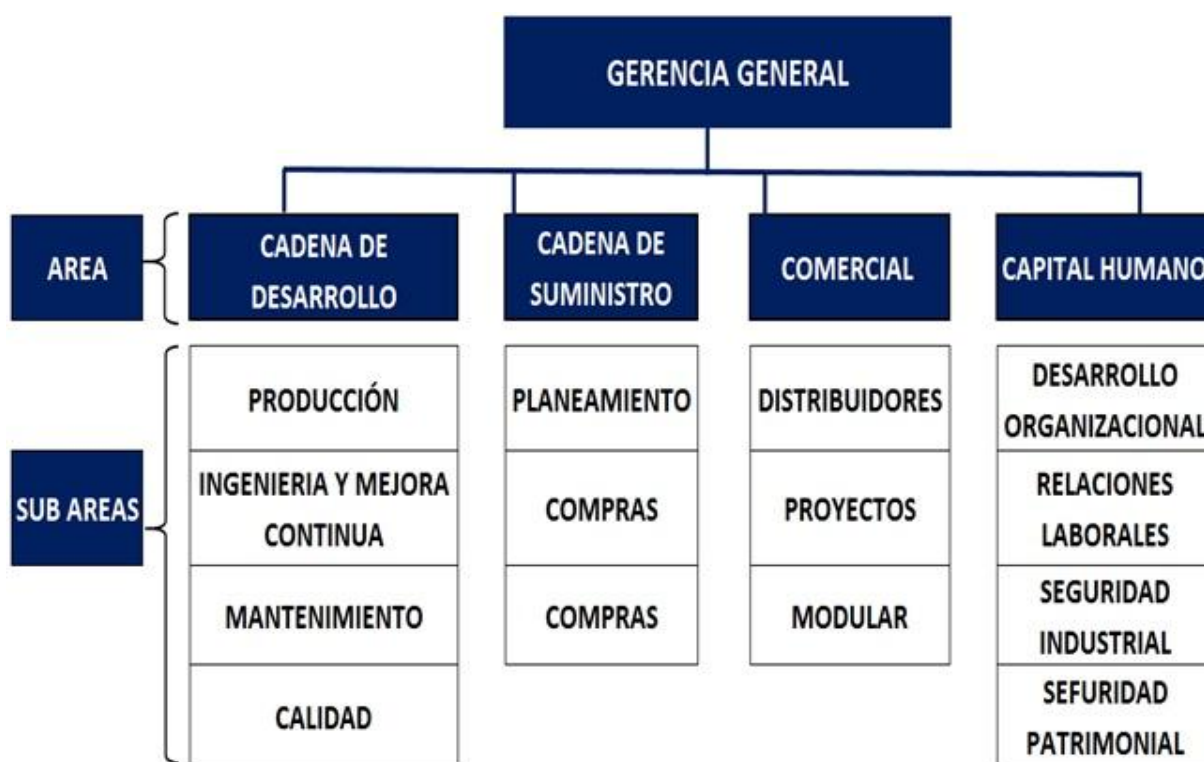
A lo largo de más de 30 años en el mercado, han trabajado posicionando las principales familias de productos, como tubos y perfiles de acero, paneles metálicos con y sin aislante como referentes en el mercado, logrando un sólido liderazgo.

La moderna planta cuenta con una capacidad instalada para producir más de 160 mil toneladas métricas de planchas de acero al año. Planchas de acero con las que elaboramos

variados productos como: coberturas, revestimientos, fachadas, muros, fachadas arquitectónicas, placas colaborantes, tubos, perfiles estructurales y accesorios metálicos en genera

## 1.7 Organigrama

figura 2: Organigrama



Fuente: PRECOR S. A



## 1.8 Misión y visión

### **MISION**

Brindar soluciones constructivas no tradicionales relacionadas al acero, a distribuidores, contratistas, y constructores, con productos innovadores que generen un valor agregado a su negocio.

### **VISION**

Ser el referente del mercado de soluciones de construcción no tradicionales relacionadas al acero. Somos un grupo de empresas de capitales peruanos, orientado a brindar soluciones constructivas innovadoras para nuestros clientes del sector comercial, minero, agrícola, pesca, viviendas, hoteles, oficinas, entre otros.

## 1.9. Productos y clientes

### **1.9.1 PRODUCTOS**

*figura 3: Tubos y perfiles*

#### **Tubos, Perfiles Y Carpintería**



TUBOS ESTRUCTURALES LAF



TUBOS ESTRUCTURALES LAC



PERFILES ESTRUCTURALES



CARPINTERÍA METÁLICA

**Fuente: PRECOR SA**



TECNOTECHO TR4 CURVO



TECNOTECHO TR6

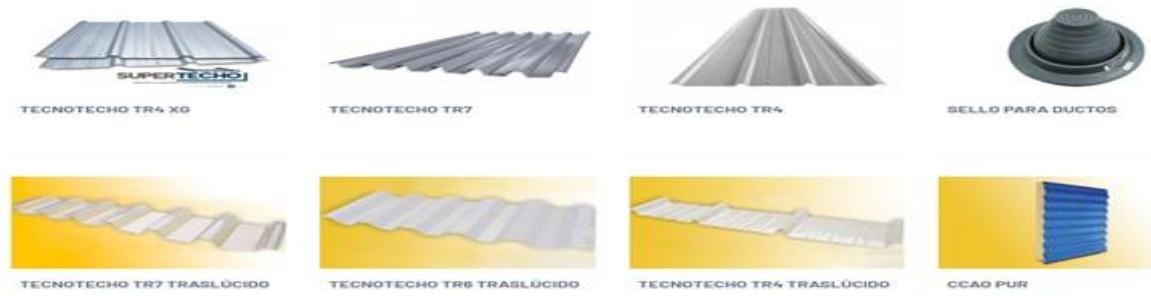


SUPORTECHO CONFORT TCA  
POL E

**Fuente: PRECOR SA**

figura 5: Soluciones metálicas

### Soluciones Metálicas



Fuente: PRECOR SA

figura 4: Drywall

### Drywall Y Cielo Raso



Fuente: PRECOR SA

## 1.9.2 Principales Clientes

figura 6: logos de clientes



Fuente: Google

## 1.10 Premios

figura 7: Premio de eficiencia



**PREMIO A LA EFICIENCIA DE REMUNERACIONES, POLITICA SALARIAL Y BENEFICIOS A LOS TRABAJADORES 2017**

figura 8: Premio al desarrollo profesional



**PREMIO AL DESARROLLO PROFESIONAL Y ACESSO A LA CAPACITACION 2019**

## CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 2.1. Descripción del problema

Las nuevas tecnologías en el sector metal mecánico se encuentran en constante cambio, es por eso que, junto al crecimiento de la población en nuestro país, demanda una optimización y solución confiable al momento de realizar la construcción y adaptación de ciudades, condominios, edificios o proyectos.

El sector metal mecánico es un sector muy competitivo, ya sea por competencia nacional o importaciones de ASIA. Nuestros clientes buscan soluciones estructurales de diversas especificaciones y con precios más atractivos para el cliente Con la calidad esperada. Debido a esa condición nos vemos en la obligación de optimizar nuestros procesos, de cara a mejorar la rentabilidad de ellos.

Actualmente, la empresa PRECOR S. A no puede mantener el indicador OEE (Efectividad total de equipos) de manera constante en la línea LAC (Laminado en caliente) por encima de la meta planificada 72%. Debido a diversas complicaciones en el proceso.

**Problema general:** Improductividad en el proceso de la línea LAC

- **PE1:** Falta de estandarización en el proceso, Generación de un alto porcentaje de merma, debido a fallas operativas.
- **PE2:** Tiempos de SET UP, que sobrepasan los tiempos planificados.
- **PE3:** Ausencia de orden y limpieza, para la parte herramental.

## 2.2. Formulación del problema

- ¿Pueden las herramientas de Lean Manufacturing contribuir a una reducción de tiempo de SET UP en la línea LAC (Laminado en caliente)?
- ¿Pueden las herramientas de Lean Manufacturing contribuir a la estandarización de los procesos de la línea y reducción de la merma obtenida en el proceso en la línea LAC (Laminado en caliente)?
- ¿Pueden las herramientas de Lean Manufacturing contribuir en el orden y limpieza de la línea LAC (Laminado en caliente)?

## 2.3. Objetivos generales y objetivos específicos

**Objetivo general:** aumentar la productividad en la línea LAC (Laminado en caliente)

**Objetivo específico:**

- **OE1** Reducir los tiempos de SET UP a través de la implementación del Single Minute Exchange of Die (SMED).
- **OE2:** Disminuir la cantidad de merma obtenida del proceso en el proceso a través de la implementación de Cambio y Bueno (KAYSEN).
- **OE3:** Erradicar los tiempos improductivos por falta de orden y limpieza en la parte herramental(5S)

## 2.4. Delimitación del estudio

Luego de haber descrito la problemática del estudio, la investigación se ha delimitado en los siguientes aspectos:

### 2.4.1 Delimitación espacial

Esta propuesta de mejora del sistema de producción se desarrollado en la planta de la empresa PRECOR S.A, en la línea LAC (Laminado en caliente), ubicada en el distrito de San Martín de Porres

### 2.4.2. Delimitación temporal

El desarrollo de esta propuesta de mejora del sistema de producción se llevará a cabo en los meses de enero 2019 a febrero 2020

## 2.5. Justificación e importancia de la investigación

La constante búsqueda de la mejor calidad del producto hace que empresas como PRECOR, deban tener una flexibilidad ante las exigencias del mercado cambiante. Adicionalmente, Debido a esto el rubro metalmecánico es muy fuerte, la competitividad ha logrado crecer y es necesario tener un sistema producción eficiente y eficaz, que permita responder satisfactoriamente a los clientes en la totalidad de sus requerimientos: calidad, cantidad y tiempos de entrega. Se hace fundamental entonces, contar con métodos estandarizados de producción de máquinas, herramientas e instrumentos de trabajos, llegada de materiales, con el fin de reducir la variabilidad y diversidad en el proceso a fin de eliminar desperdicios y aumentar la eficiencia.

### **2.5.1. Justificación práctica**

Conscientes de la importancia que va adquiriendo el uso correcto de los recursos de la empresa para lograr el objetivo de cada día ser más eficientes y productivos, se puede identificar al mismo tiempo la articulación de los planes estratégicos y operativos, la misión de la entidad, los medios tecnológicos de comunicación y los indicadores que miden la, calidad, eficiencia y eficacia.

A su vez repercutirá en la mejora de la gestión de por parte de producción y sus recursos. El presente trabajo de investigación tiene como especial interés motivacional obtener el título profesional de ingeniería industrial y la razón que con lleva a realizar la presente investigación es la experiencia laboral durante 1 años y medio en el área de producción. Al observar la necesidad del área en el uso eficiente de los recursos y personal, fin de mejorar la gestión operativa y con ello obtener mejores márgenes de utilidad.

### **2.5.2. Justificación teórica**

Considerando la existencia de diferentes enfoques, teorías y modelos de análisis de la productividad y de la gestión de operaciones, se ha realizado la sistematización y consolidación de información teórica desde el enfoque de la metodología Lean Manufacturing, con la finalidad de estandarizar procesos y optimizar dichos procesos, en una realidad concreta. se analizó y sintetizo los indicadores del año 2019.y se determinó la importancia del uso de la metodología lean manufacturing para la mejora de la productividad; efectuándose para el caso algunos instrumentos de evaluación, KPI y data recolectada de SAP.



### **2.5.3. Justificación tecnológica**

El diseño e implementación de la metodología Lean Manufacturing permitiría mejorar la productividad en el área de producción, trayendo consigo una mejor rentabilidad y utilidad en los productos que ofrecemos como empresa.

### **2.5.4. Justificación económica**

Una vez el proyecto sea aprobado, permitiría a la empresa PRECOR S.A minimizar Horas hombres en los cambios de SET UP y horas improductivas. A su vez reducción de Toneladas de merma y generación de producto inconforme y reproceso.

### **2.5.5. Justificación social**

Se mejoraría la forma de transmitir los objetivos y funciones que se requiere para el proceso productivo, Cualquier sugerencia y comunicación seria de manera más fluida y con una considerable reducción de falla en los errores operaciones

## **2.6.1 Alcance**

El presente estudio se desarrollado en el área de producción, para la línea LAC (Laminado en caliente) en la Empresa PRECOR- lima-2019 Con el objetivo de elevar el nivel de productividad, mejorando los procesos internos así mismo sus controles. Los aspectos puntuales que comprende la investigación están referidos a la productividad, eficiencia y eficacia de la línea LAC.

## **2.6.2 Limitaciones**

En el desarrollo de la investigación se presentaron las siguientes limitaciones:

- Las inversiones en el presente trabajo dependen del sustento y de la aprobación de la gerencia de planta y de producción directa
- Actualmente no se han estandarizado algunos métodos de trabajo por lo que será necesario revisarlos y capacitar al personal.

## **CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO**

### **3.1. Marco histórico**

#### LAS PRIMERAS TECNICAS DE OPTIMIZACIÓN PRODUCTIVA

Las primeras técnicas para la optimización de la producción surgieron a principios de siglo XX de la mano de F.W. Taylor y Henry Ford. Taylor estableció las bases de la organización científica del trabajo y posteriormente Henry Ford introdujo las primeras cadenas de fabricación de automóviles en masa. Estas técnicas perseguían una nueva forma de organización, que poco a poco se fue desarrollando en el resto del mundo.

El Lean Manufacturing surge a partir de la cultura que adoptaron las empresas japonesas que tenían como objetivo aplicar mejoras en la planta de fabricación. Consiguieron mejorar los resultados tanto en los puestos de trabajo como en las líneas de fabricación, aunque no fueron los primeros en intentar optimizar la producción y la rentabilidad de las empresas.

#### TOYOTA MANUFACTURING SYSTEM

A finales del siglo XIX surgió el primer pensamiento Lean Manufacturing en Japón por parte de Sakichi Toyoda, el fundador del Grupo Toyota.

El Sr. Toyoda creó un dispositivo que detectaba problemas en los telares y alertaba a los trabajadores con una señal cuando se rompía un hilo. La máquina de Sakichi Toyoda no solo automatizó un trabajo anteriormente manual, sino que añadió un elemento de capacidad de detección de error en la máquina, “Jidoka”, una máquina con un toque humano. La producción paraba cuando un elemento era defecto, y evitaban producción de errores. Esta medida permitió que un único operario pudiera controlar varias máquinas, incrementando la productividad.

Kiichiro Toyoda desarrolló esta filosofía, y apostó por crear una “situación ideal de creación, donde máquinas, instalaciones y personas trabajan juntos para añadir valor, sin generar desperdicios”. Creó metodologías y técnicas para eliminar los desperdicios entre operaciones, tanto líneas y procesos. El resultado fue el método Just-in-Time (JIT).

Fue Eiji Toyoda quien aumentó la productividad de los trabajadores, añadiendo valor al sistema JIT, y estableció el Toyota Production System (TPS). El modelo se basaba en producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita, esto se complementó con la reducción de los tiempos de cambio de herramientas, a través del sistema SMED y con diferentes técnicas que enriquecieron el sistema Toyota. Taiichi Ohno, apoyado por Eiji Toyoda, ayudó a establecer el Toyota Production System, y crear las bases del espíritu de Toyota para “crear las cosas”, o el «Modelo Toyota».

## EXPANSIÓN DEL LEAN MANUFACTURING SYSTEM EN EL RESTO DEL MUNDO

Tras la crisis del petróleo de 1973 Toyota destacó por su sistema JIT o TPS mientras que muchas empresas japonesas incurrían en pérdidas. Entonces, el gobierno japonés fomentó la extensión del modelo de Toyota a otras empresas y la industria japonesa empezó a

desarrollar su ventaja competitiva. No fue hasta principios de los 90 cuando el modelo japonés llegó al occidente de la mano de una publicación de Wornak, Jones y Roos titulada «La máquina que cambió el mundo». Allí se explicaban las características de un nuevo sistema de producción que combinaba eficiencia, flexibilidad y calidad y se utilizaba por primera vez el concepto de Lean Manufacturing.

## EL LEAN MANUFACTURING EN LA ACTUALIDAD

Hoy en día el Lean Manufacturing System de Toyota se aplica en su totalidad o en variantes a todo tipo de empresas. La Metodología Lean ha ido evolucionando a nuevas aplicaciones específicas como el Lean Health, el Lean Construction y el Lean Office. El punto en común entre todos es la actuación conjunta de directivos, mandos intermedios y operarios, instaurando unos principios de calidad para optimizar el trabajo, mejorar los resultados y aplicar para siempre la Mejora Continua en todas las áreas empresariales.

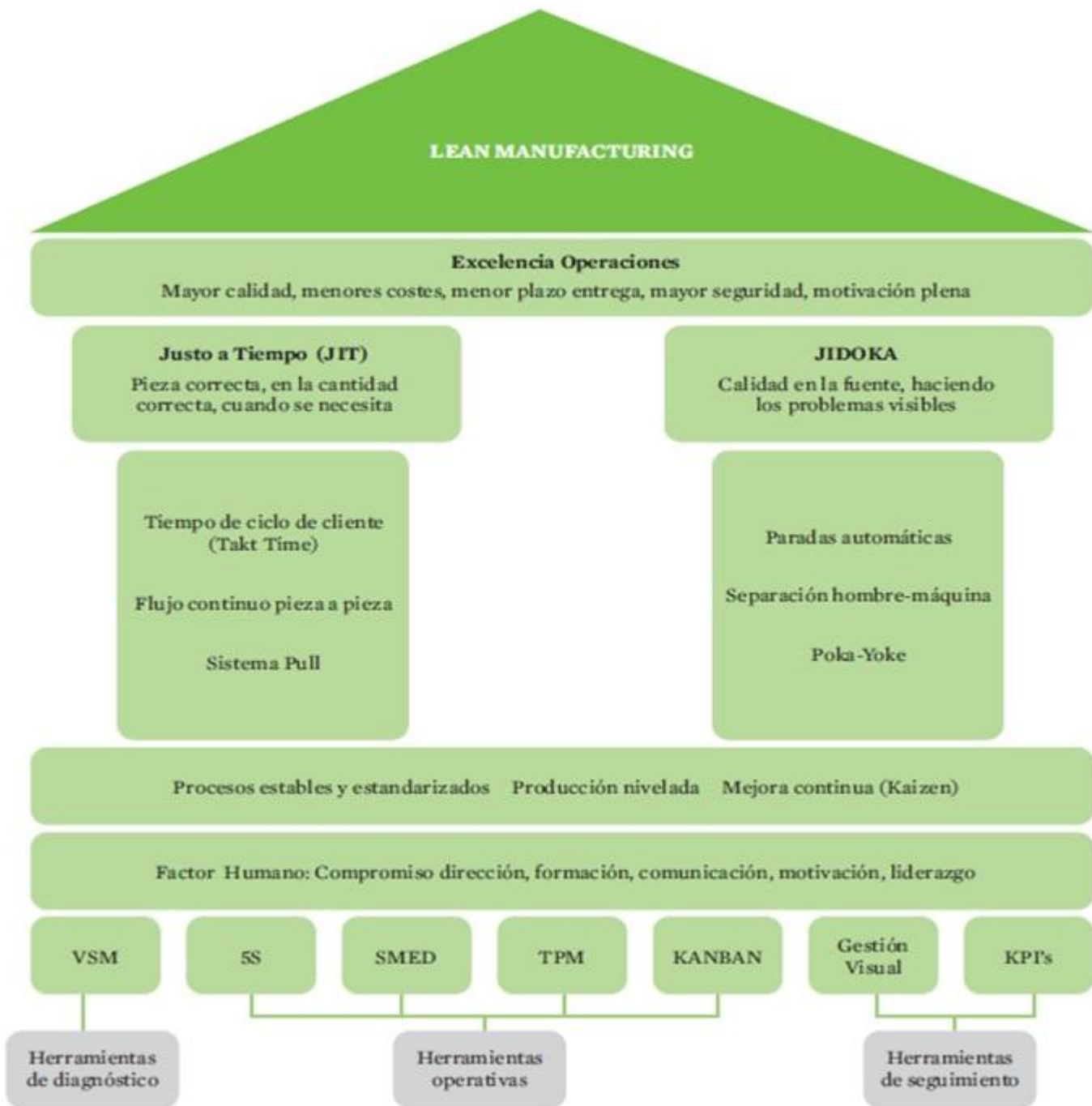
Fuente: Lean Manufacturing. Conceptos, Técnicas e implantación.

### 3.2. Bases teóricas

#### **Estructura del sistema Lean**

De forma tradicional se ha recurrido al esquema de la “Casa del Sistema de Producción Toyota” para visualizar rápidamente la filosofía que encierra el Lean y las técnicas Disponibles para su aplicación. Se explica utilizando una casa porque ésta constituye Un sistema estructural que es fuerte siempre que los cimientos y las columnas lo Sean; una parte en mal estado debilitaría todo el sistema. El gráfico representa una Adaptación actualizada de esta “Casa”.

figura 9: Pilares de Lean Manufacturing



Fuente: Lean Manufacturing conceptos y técnicas-Escuela de la organización industrial

## **Principios del sistema Lean**

Además de la casa Toyota los expertos recurren a explicar el sistema identificando los principios sobre los que se fundamenta el Lean Manufacturing. Los principios más frecuentes asociados al sistema, desde el punto de vista del “factor humano” y de la manera de trabajar y pensar, son:

- Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
- Interiorizar la cultura de “parar la línea”.
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora continua.

Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa.

- Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinarios.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.

A estos principios hay que añadir los relacionados con las medidas operacionales y

Técnicas a usar:

- Crear un flujo de proceso continuo que visualice los problemas a la superficie.

- Estandarizar las tareas para poder implementar la mejora continua.
- Utilizar el control visual para la detección de problemas.
- Eliminar inventarios a través de las diferentes técnicas JIT.
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño.
- Conseguir la eliminación de defectos.

### **3.2.2 Concepto de despilfarro vs valor añadido**

En principio Puede parecer una lista de buenas intenciones, pero surge inmediatamente la pregunta De cómo realmente pueden llevarse a la práctica. Para ello Lean Manufacturing propugna un cambio radical cultural. Este cambio consiste analizar y medir la eficiencia y productividad de todos los procesos en términos De “valor añadido” y “despilfarro”. El valor. Añadido es lo que realmente mantiene vivo el negocio y su cuidado y mejora debe ser La principal ocupación de todo el personal de la cadena productiva. En este punto, en el Entorno Lean se define “despilfarro” como todo aquello que no añade valor al producto O que no es absolutamente esencial para fabricarlo. Las empresas ya no podían vender productos a partir del cálculo de sus costes, fueran Los fueran, más un porcentaje de incremento por beneficios. Con el pensamiento Lean, la estructura de precios se fundamenta en la ecuación simple:

$$\textit{Coste} = \textit{Precio de mercado} - \textit{Beneficio}$$

En un planteamiento Lean se parte del precio que el mercado está dispuesto a pagar y del beneficio que se desea obtener para afrontar la minimización de costes combinando, reduciendo o eliminando tantas actividades sin valor añadido como sea posible. Las organizaciones cuentan con un enorme potencial para reducir costes y ofrecer mejores productos a los clientes si simplifican o eliminan las actividades de valor reducido. En el entorno Lean la eliminación sistemática del desperdicio se realiza a través de tres pasos que tienen como objetivo la eliminación sistemática del despilfarro y todo aquello que resulte improductivo, inútil o que no aporte valor añadido y que recibe el nombre de Hoshin (Brújula):

- Reconocer el desperdicio y el valor añadido dentro de nuestros procesos.
- Actuar para eliminar el desperdicio aplicando la técnica Lean más adecuada.

### **Despilfarro por defectos, rechazos y reproceso**

Los procesos productivos deberían estar diseñados a prueba de errores, para conseguir productos acabados con la calidad exigida, eliminando Así cualquier necesidad de re trabajo o de inspecciones adicionales. También debería. Haber un control de calidad en tiempo real, de modo que los defectos en el proceso. Productivo se detecten justo cuando suceden, minimizando así el número de piezas.

a) Características:

- Pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero.
- Calidad cuestionable.
- Flujo de proceso complejo.



- Recursos humanos adicionales necesarios para inspección y reproceso.
- Maquinaria poco fiable.
- Baja motivación de los operarios.

b) Causas posibles:

- Movimientos innecesarios.
- Proveedores o procesos no capaces.
- Errores de los operarios.
- Formación o experiencia de los operarios inadecuada.
- Técnicas o utillajes inapropiados.
- Proceso productivo deficiente o mal diseñado.

c) Acciones Lean para este tipo de despilfarro:

- Automatización con toque humano (Jidoka).
- Estandarización de las operaciones.
- Mecanismos o sistemas anti-error (Poka-Yoke).
- Incremento de la fiabilidad de las máquinas.
- Implantación mantenimiento preventivo.
- Aseguramiento de la calidad en puesto.

- Control visual: Kanban, 5S y andon.
- Mejora del entorno de proceso.

Fuente: Lean Manufacturing conceptos y técnicas-Escuela de la organización industrial

### **3.2.3 Concepto de mejora continua y KAIZEN**

La mejora continua se basa en la lucha persistente contra el desperdicio. El pilar fundamental para ganar esta batalla es el trabajo en equipo bajo lo que se ha venido en denominar espíritu. Kaizen significa “cambio para mejorar”; deriva de las palabras KAI-cambio y ZEN bueno. Kaizen es el cambio en la actitud de las personas. Es la actitud hacia la mejora, hacia la utilización de las capacidades de todo el personal, la que hace avanzar el Sistema hasta llevarlo al éxito.

### **CONCEPTOS, TÉCNICAS E IMPLANTACIÓN**

Quienes están mejor situados para percibir la existencia de un problema y, en multitud De ocasiones, son los más capacitados para imaginar las soluciones de mejora. Ante estas consideraciones es lógico concluir que la mejora continua es el pilar básico Del éxito del modelo creado en Japón y es un factor fundamental a la hora de conseguir Que los beneficios de implantación de cualquier herramienta Lean Manufacturing Sean persistentes en el tiempo.

**Los 10 puntos clave del espíritu Kaizen**

1. Abandonar las ideas fijas, rechazar el estado actual de las cosas.
2. En lugar de explicar los que no se puede hacer, reflexionar sobre cómo hacerlo.
3. Realizar inmediatamente las buenas propuestas de mejora.
4. No buscar la perfección, ganar el 60% desde ahora.
5. Corregir un error inmediatamente e in situ.
6. Encontrar las ideas en la dificultad.
7. Buscar la causa real, plantearse los 5 porqués y buscar la solución.
8. Tener en cuenta las ideas de diez personas en lugar de esperar la idea genial de una sola.
9. Probar y después validar.
10. La mejora es infinita.

*Fuente LeanSis.*

Fuente: Lean Manufacturing conceptos y técnicas-Escuela de la organización industrial

### 3.2.4 Uso de las técnicas

El Lean Manufacturing se materializa en la práctica a través de la aplicación de una amplia variedad de técnicas, muy diferentes entre sí. Estas técnicas pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características específicas de cada caso. Su aplicación debe ser objeto de un diagnóstico previo que establezca la hoja de ruta idónea,

- **Las 5S.** Técnica utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.
- **SMED.** Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación. Estandarización. Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas.
- **TPM.** Conjunto de múltiples acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las pérdidas por tiempos de parada de las máquinas.

- **Jidoka.** Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.

### **3.2.5 Cambio rápido de herramientas SMED**

SMED por sus siglas en inglés (Single-Minute Exchange of Dies), es una metodología O conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de Máquina. Cabe destacar que en las empresas japonesas la reducción de tiempos de preparación, No sólo recae en el personal de producción e ingeniería, sino también en los Círculos de Control de Calidad (CCC). Precisamente, SMED hace uso de las técnicas de calidad para resolución de problemas como el análisis de Pareto, las seis preguntas clásicas

¿Qué? – ¿Cómo? – ¿Dónde? – ¿Quién? – ¿Cuándo? y los respectivos ¿Por qué?

En este sentido conviene tener presente las posibles causas que originan elevados de cambio:

- La terminación de la preparación es incierta.
- No se ha estandarizado el procedimiento de preparación.
- Utilización de equipos inadecuados.

Fuente: Lean Manufacturing conceptos y técnicas-Escuela de la organización industrial

### **3.2.6 Estandarización**

La “estandarización” junto con las 5S y SMED supone unos de los cimientos principales del Lean Manufacturing. Una definición precisa de lo que significa la estandarización, que contemple todos los aspectos de la filosofía lean, es la siguiente: “Los estándares son

descripciones escritas y gráficas que nos ayudan a comprender las técnicas y técnicas más eficaces y fiables de una fábrica y nos proveen de los conocimientos precisos sobre personas máquinas, materiales, métodos, mediciones e información, con el objeto de hacer productos de calidad de modo fiable, seguro, barato y rápidamente”.

*figura 11:Puntos claves para la estandarización*

#### **Estandarización para el control de la calidad**

- Inspección de proceso.
  - Comprobación de herramientas de corte.
  - Análisis de problemas.
  - Operaciones estándares.
  - Estándares de seguimiento y análisis de defectos mediante herramientas de control de calidad (gráficos, histogramas, diagramas de pareto, diagramas causa-efecto, hojas de chequeo, estratificación de datos, diagramas de dispersión, cuadros de control).
- 

#### **Estandarización para la gestión de equipos**

- Procedimientos de inspección de equipo.
  - Análisis de averías.
  - Gestión visual de mantenimiento.
  - Procedimientos de intervención de mantenimiento.
  - Programas de mantenimiento general.
- 

#### **Estandarización para la gestión de operaciones y oficina técnica**

- Análisis de operaciones para establecimiento de análisis de tiempos.
  - Procedimientos de detección de despilfarros.
  - Acciones de mejora continua (Listas de mejora, hojas de planificación de mejoras, resultados de la mejora, informes temporales de mejoras).
  - Procedimientos de definición de operaciones y procesos (hojas, gráficos, diagramas ...).
  - Especificaciones de equipos con datos de capacidad.
  - Preparación de utillaje y herramientas.
  - Tiempos estándares.
- 

#### **Estandarización para la gestión de control de la producción**

- Seguimiento de trabajo y órdenes de producción (programas diarios de producción).
  - Seguimiento de averías e interrupciones de máquina.
  - Paneles de información visual de planificación.
  - Progreso de los procesos y estado de la planta.
- 

Fuente: Lean Manufacturing conceptos y técnicas-Escuela de la organización industri

### 3.2.7 Mantenimiento Productivo Total TPM

El Mantenimiento Productivo Total TPM (Total Productive Maintenance) es un conjunto De técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación De todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación De los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes De los operarios. Para ello, el TPM se propone cuatro objetivos:

- Maximizar la eficacia del equipo.
- Desarrollar un sistema de mantenimiento productivo para toda la vida útil del equipo que se inicie en el mismo momento de diseño de la máquina (diseño libre de mantenimiento) y que incluirá a lo largo de toda su vida acciones de mantenimiento preventivo sistematizado y mejora de la mantenibilidad mediante reparaciones o modificaciones.
- Implicar a todos los departamentos que planifican, diseñan, utilizan o mantienen

Los equipos. Implicar activamente a todos los empleados, desde la alta dirección hasta los operarios, incluyendo mantenimiento autónomo de empleados y actividades en pequeños Grupos.

*figura 12:equipos productivos*

Las seis grandes pérdidas en los equipos productivos	
Tipo	Pérdida
Tiempo Muerto	1. Averías debidas a fallos en equipos. 2. Preparación y ajustes. Ejemplos, cambios de utillajes, moldes, ajustes herramientas.
Perdidas de velocidad	3. Tiempo en vacío y paradas cortas (operación anormal de sensores, bloqueo de trabajo en rampas, etc.). 4. Velocidad reducida (diferencia entre la velocidad nominal y la real).
Defectos	5. Defectos en proceso y repetición de trabajos (desperdicios y defectos de calidad que requieren reparación). 6. Menor rendimiento entre la puesta en marcha de las máquinas y producción estable.

Fuente: Lean Manufacturing conceptos y técnicas-Escuela de la organización industrial

Una consecuencia importante de la implantación del TPM en la fábrica es que los operarios toman conciencia de la necesidad de responsabilizarse del mantenimiento básico de sus equipos con el fin de conservarlos en buen estado de funcionamiento y, además, realizan un control permanente sobre dichos equipos para detectar anomalías antes de que causen averías. El TPM incluye como primeras actividades la limpieza, la lubricación y la inspección visual.

Fuente: Lean Manufacturing conceptos y técnicas-Escuela de la organización industrial

### **3.2.8 Ciclo PDCA**

Dentro de las técnicas de la calidad se considera que el análisis mediante el Ciclo PDCA, conocido como círculo de Deming, es una de las técnicas fundamentales a la hora de identificar y corregir los defectos. En el entorno Lean Manufacturing, el ciclo planificar-ejecutar-verificar-actuar debe guiar todo el proceso de mejora continua, tanto en las mejoras drásticas o radicales como en las pequeñas mejoras: P (plan), diagnosticar los problemas, definir los objetivos y la estrategia para abordarlos; D (do), llevar a cabo el plan, C (control), analizar los resultados; y A (act), ajustar, aprender de la experiencia, sacar conclusiones y realizar una nueva P o pasar a la S, al estándar, si se han cubierto los objetivos.

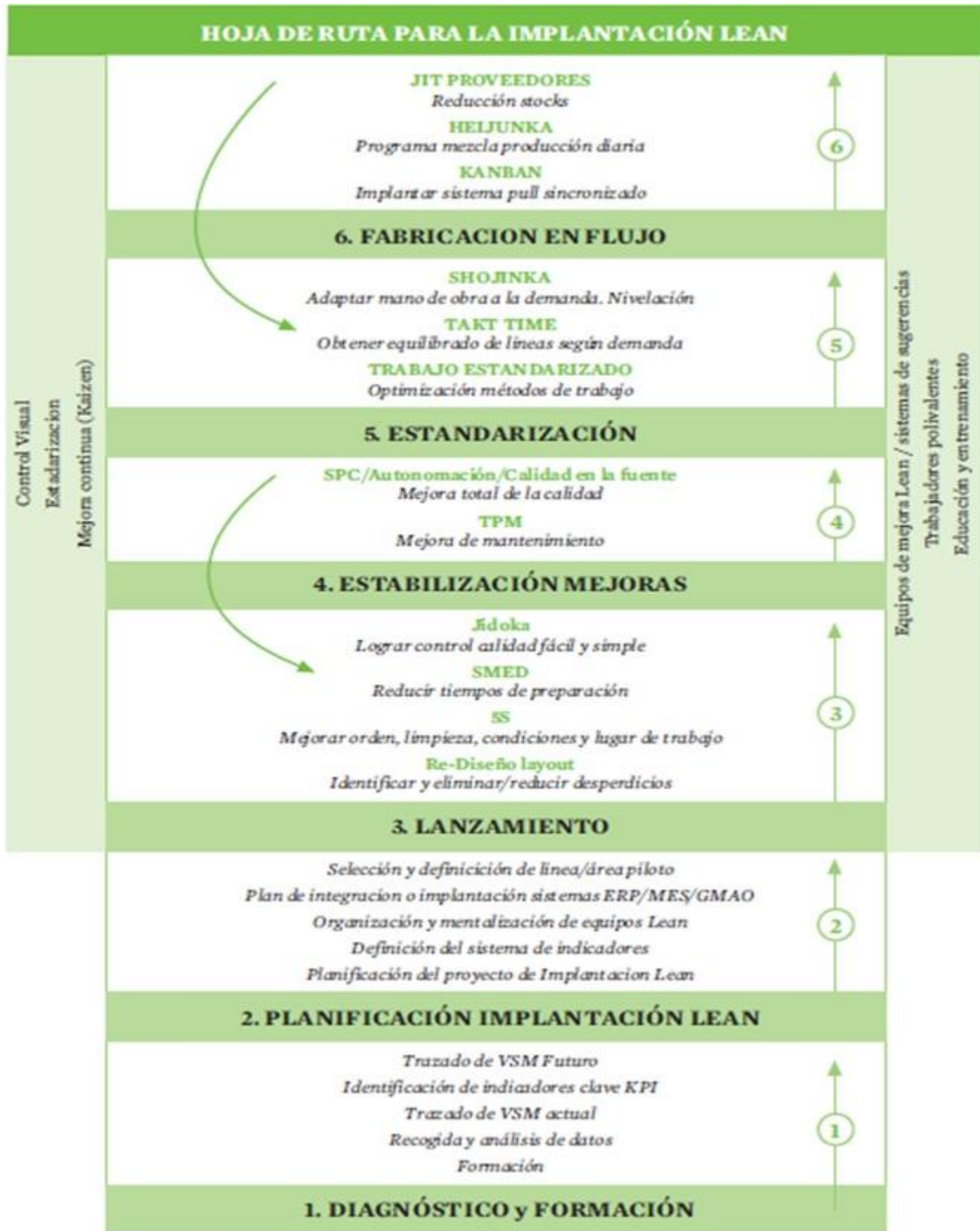
La metodología de aplicación del ciclo PDCA puede resumirse en los siguientes pasos:

- **Analizar la situación inicial.** Las técnicas que se utilizarán para el análisis inicial del lugar de trabajo dependerán del nivel de implantación de técnicas Lean. La herramienta a aplicar en el análisis inicial puede ser un cuestionario de satisfacción del operario y una visita al lugar de trabajo, tomando fotografías con la finalidad de mejorar el control visual.

- **Planificar y estudiar la viabilidad.** Una vez finalizado el análisis inicial se analizan los resultados obtenidos, se detectan los puntos susceptibles de mejora y las técnicas a utilizar. En esta fase, se crean los indicadores, se cuantifican sus valores iniciales y se definen los objetivos a alcanzar para poder valorar la evolución después de la implantación.
- **Seleccionar línea/área piloto.** Se elige una línea o área piloto para la mejora, valorando la viabilidad económica y técnica, así como el cumplimiento de los estándares de la calidad. En caso de que las mejoras no sean viables se buscarán otras posibilidades.
- **Implantación inicial en línea piloto.** Después de seleccionar una línea piloto se implantan todas las mejoras utilizando las técnicas Lean más adecuadas para cada situación particular.
- **Formar al personal.** Una vez implantadas las mejoras se realiza la planificación de la formación de todo el personal con el fin de incrementar su capacitación y motivación.
- **Verificar la efectividad de las mejoras.** Se vuelven a utilizar las técnicas definidas para evaluación inicial con el fin de volver a obtener nuevos valores de los indicadores y, de esa manera, ver si se han logrado los objetivos propuestos. De no ser así se investigarán las causas y se volverán a realizar nuevas propuestas. Si los resultados cumplen los objetivos definidos se procederá a una estandarización de las mejoras y las técnicas para su mantenimiento. Planificar el trabajo en el resto de líneas o áreas de producción.



figura 13: Ruta de Lean Manufacturing



Fuente: Lean Manufacturing conceptos y técnicas-Escuela de la organización industrial

## 3.3 Investigaciones

### 3.3.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES:

- Marcela Paz Araneda Duran. Propuesta de un plan de mejora de la eficiencia de los procesos en una empresa metal mecánica. Tesis (Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Chile: Universidad Técnica Federico Santa María, 2016.

De acuerdo a la experiencia desarrollada en este trabajo de título es posible afirmar que implementar un plan de mejora basado en la metodología Lean Manufacturing requiere establecer, en primera instancia, un compromiso con toda la organización, principalmente de la alta gerencia, para asegurar el éxito de la mejora. En el caso de la empresa estudiada, a pesar de poseer un buen clima laboral. A partir del análisis del diagnóstico realizado, es posible afirmar que la situación actual de la empresa en términos de desperdicios es un aspecto crítico para la organización, y no obstante, no existen acciones de mejoras por parte de la empresa.

Por lo tanto, del análisis de los desperdicios y sus causas raíz, se obtiene lo siguiente: 1. En cuanto a los desperdicios por defectos, del total de órdenes de trabajo ejecutadas durante el año 2015, el 7% corresponde a órdenes de trabajo por reclamos o reprocesos formalmente declarados, de los cuales se deriva una clasificación según tipo de falla. Sin embargo, no se realiza una investigación a la causa raíz que provoca la falla, ya que no existe un equipo técnico dedicado a este fin. Para mejorar esta situación, se plantean los siguientes planes de acción:

- Diseño de estructura para análisis y control de garantías y reprocesos;
- Actualización de procedimientos de trabajo.
- Realizar un programa de capacitación del Sistema Comercial
- Definir tiempos de reparación estándar
- Definir parámetros a medir y controlar.
- Control y seguimiento de componentes almacenados
- Establecimiento de políticas de tiempo de permanencia
- Redefinición de layout de talleres
- Realización de House Keeping.
- Definir reuniones operacionales periódicas
- Realizar coaching de liderazgo
- Mejorar seguridad de talleres
- Realizar entrevista a trabajadores

Fuente: Marcela Paz Araneda Duran. Propuesta.” plan de mejora de la eficiencia de los procesos en una empresa metal mecánica”

- Francisco Javier caro mansilla. Análisis de layout en el contexto de lean manufacturing en muelle de la naviera transmarko s.a (para optar al título de ingeniero civil industria). Puerto montt –chile. Universidad Austral de chile

El presente proyecto nos permitió determinar el mejor layout para la compañía naviera TRANASMARKO. En primera instancia, a través de una limpieza de proceso realizada con herramientas de Lean Manufacturing, se obtuvo un proceso limpio y depurado. Posterior a la aplicación del Value Stream Mapping, se determinó una distribución de planta adecuada para la naviera, realizada según sus necesidades operacionales, es así como se dio paso a los siguientes resultados. Dentro del presente estudio, se logró determinar que aquellos sectores que más maxisacos poseen son el sector 11, 14 y 12 pertenecientes a Skretting y Marine Harvest respectivamente. Entre estos tres sectores, acumulan un 50,9% del total de maxisacos, equivalentes a 9.103 maxisacos, los cuales alcanzan las 11.379 toneladas. Esta información levantada fue muy relevante para el resto del estudio ya que para las alternativas de layout se priorizaban estos sectores. Dentro de la problemática descrita, relacionada con la congestión dentro del muelle y los efectos que ocasiona, se tiene la implementación de Lean Manufacturing a través de VSM e indicadores KPI. El VSM sirve para ver todos los procesos que se llevan a cabo. Por otro lado, los indicadores KPI son tres y se encuentran definidos en base a la cantidad de camiones con sobrestadía, el monto por concepto de multa en que se incurre por sobrestadía y la evaluación del funcionamiento operativo buscan controlar y mejorar la situación actual de la naviera. Dentro de esta mejora, se tiene el reducir la cantidad de camiones con sobrestadía, disminuyendo desde 364 a 125 camiones. También se tiene la reducción del dinero de multa por concepto de sobrestadía desde los \$1.740.362 a \$500.000. Por último, se tiene la mejora en la evaluación

del funcionamiento actual de la naviera, subiendo desde nota 3 y menor a sobre 4. Entre las mejoras mencionadas, siguiendo el cumplimiento de los indicadores KPI, se tiene las actividades que se modificaron, las cuales hacen que la con gestión disminuya, esto porque se busca que cada camión descargue directamente en su sector asignado. Estas actividades son: -Ingreso a zona de muelle: posterior al desinfectado del camión el camión es orientado de inmediato hacia su sector de descarga asignado por cliente-Ingreso a Fila de Espera, ya no se realizaría una fila de espera salvo que llegaran dos o más camiones juntos del mismo cliente, lo cual es muy difícil que se produzca dado que desde la fábrica salen con una programación previamente asignada.

Desencapado camión, se da de inmediato mientras se ingresa al sistema los datos de la factura y se actualiza el stock. De esta forma, se evita el cruzar actividades cruciales como lo son el porteo de carga al muelle, la carga de las motonaves y la descarga de camiones junto con su abandono. Habiendo aplicado Lean Manufacturing, se tiene la propuesta de layout seleccionada, la cual corresponde aplicación del método ALDEP.

Fuente: Francisco Javier caro mansilla. Análisis de layout en el contexto de lean manufacturing en muelle de la naviera transmarko s.a

- Danna Viviana días Méndez Edgar esteban Bermúdez tobar. Planteamiento de un modelo lean manufacturing para el mejoramiento de calidad y procesos, en la empresa abs cromosol ltda (para optar al título de ingeniero civil industria). Bogotá-Colombia. Universidad agustiniana facultad de ingeniería.

Al identificar las fallas que la empresa tiene, fue cabida para el planteamiento de la filosofía Lean Manufacturing, logrando así que la empresa pueda mejorar sus diferentes procesos y aumentar su rentabilidad.

- La planta puede reducir tiempos aplicando la distribución de planta que se propuso, además obtiene otros beneficios como aprovechamiento del espacio, disminuye el riesgo a la salud e incrementa la productividad. Así se logra el cumplimiento a dos de los objetivos específicos.

- Las estrategias que maneja el Lean Manufacturing a liderado las tendencias de producción en los últimos 10 años, la mayoría de las empresas de producción optan por aplicarlo porque saben que así lograrán múltiples soluciones a sus problemas.

- Si la técnica de las 5 eses es aplicada de la manera propuesta y de manera constante eso generara una excelente efectividad en los procesos de producción, genera además confiabilidad en resultados a corto plazo y mejora el ambiente de trabajo.

- Por la ubicación que tiene la planta de ABS Cromosol, se puede notar que el sector es ampliamente competitivo. Lo que indica que día a día la empresa tiene que buscar fidelizar clientes y buscar nuevos mercados.

- En el capítulo 6 se logra dar cumplimiento al objetivo general, que era identificar las fallas, además en el desarrollo del proyecto se plantearon propuestas en la cual la empresa podría mejorar su productividad.

- Frente al diagnóstico que se realizó a la empresa con relación a la filosofía Lean Manufacturing el puntaje es muy bajo, indica que no usan las metodologías que integran a

- Con el análisis de la TIR y la TIO se concluye que la implementación del laboratorio es viable, lograrían recuperar la inversión en un año.

- Con el fin de mantener clientes satisfechos en tiempos de entrega se deben eliminar totalmente las mudas en la planta y lograr cada vez más a disminuir su lead time, de igual modo esto será un pro para que la empresa mejore su sistema de producción en general

Fuente: Danna Viviana días Méndez Edgar esteban Bermúdez tobar. Planteamiento de un modelo lean manufacturing para el mejoramiento de calidad y procesos, en la empresa abs cromosol Ltda

### **3.3.2 Antecedentes nacionales:**

- Nelson Augusto ARROYO PAREDES. Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción en una empresa de metalmecánica. Tesis (Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2018.

En el presente trabajo de investigación se realiza la implementación de las herramientas Lean obteniendo como resultados una reducción del 47% del set-up en el proceso de roll forming, reducción del 59% del tiempo de reproceso en el proceso de granalla y finalmente una reducción del 17% del lead time en el proceso productivo de la Empresa Metalmecánica a través de la implementación de las herramientas del SMED, Estandarización de operaciones y Just in time.

1. De los resultados obtenidos de la implementación de las herramientas Lean se obtiene un ahorro mensual de S/ 363.133,75 lo cual confirma la fiabilidad de la hipótesis principal

2. La implementación del SMED genera en el proceso de roll forming una reducción del 47% del set-up, generando un mayor impacto en el tiempo de cambio de formato de espesor con una reducción del 67%, dichas mejoras generaron una disponibilidad de la máquina en un 84% por ende un incremento de la producción en 3 toneladas por día en dicho proceso.

3. La implementación de la Estandarización de Operaciones genera una reducción del 59% del tiempo de reproceso, generan un mayor impacto en los reprocesos por desengrasado el cual tuvo una reducción en un 75%, dichas mejoras generan una disponibilidad de maquina en un 89% por ende un incremento de 5 toneladas en dicho proceso.

Fuente: Nelson Augusto ARROYO PAREDES.” Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción en una empresa de metalmecánica”

- Carlos Shigyo Ortiz. Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial). Lima-Perú universidad nacional mayor de san marcos facultad de ingeniería industrial.2016

Los conocimientos y herramientas del Lean Manufacturing convierten en verdaderos agentes del cambio a las Organizaciones. Modelo de gestión adoptado por una empresa, para gestionar sus procesos, es de gran importancia estratégica,

2. El Lean Manufacturing mejora de la productividad en la empresa manufactura en un 100%, ya que se consigue duplicar el flujo de producción en la fase inicial.

3. La Metodología kanban reduce costos y aumenta la productividad del proceso.



4. El Lean Manufacturing reduce los plazos de servicio al mínimo utilizando sólo los recursos imprescindibles y asegurando la calidad esperada en todo momento.

5. Con la aplicación del Kanban se produce exactamente aquella cantidad de trabajo que el sistema es capaz de asumir, es decir no se acumulan productos en las fases.

6. Con la aplicación del Kanban el equipo solo produce el limite WIP y asi generar un flujo continuo.

**Fuente:** Carlos Shigyo Ortiz. Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera

- Rodrigo Aguilar Over. Herramientas lean manufacturing para la mejora continua de la productividad del área de producción del molino castillo s.a.c Lambayeque 2018 (para optar el título profesional de licenciado en administración).lima-Perú facultad de ciencias empresariales escuela académico profesional de administración

Tras el desarrollo de la investigación realizada y el análisis de la situación del Molino Castillo, se diagnosticó diversos problemas como, desperdicios, tiempos innecesarios, desorden e indisciplina de limpieza por parte del personal, para lo cual se propuso la implementación de las herramientas Lean Manufacturing haciendo uso de las técnicas 5S, como son: Seiri (Clasificación), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (estandarización), Shitsuke (disciplina), obteniendo como resultado el incremento de la productividad en un 3.23% lo que genera que la propuesta de implementación es aceptable. Analizando el desarrollo de lean manufacturing en el molino castillo, se observa que es valorado como malo por el 57.7% de sus trabajadores, así mismo el 42.3 % lo evalúan como regular cifras que indican que se desconoce el manejo de las herramientas lean

manufacturing por parte de los trabajadores lo que trae como consecuencia baja producción en el pilado de arroz y subproductos debido a una mala organización, desperdicios innecesarios y tiempos perdidos en actividades innecesarias. De acuerdo al diagnóstico de la productividad encontrada se observa que es valorado como regular por el 61.5%, así mismo el 38.5% de sus trabajadores lo evalúan como malo, cifras que indican que la productividad en el área de producción de la empresa es baja, existiendo menos ventas y consecuentemente menos ganancias para el molino castillo. Como resultado obtenido tras el desarrollo de mi presente investigación, se propone diseñar un plan de acción que vaya a fortalecer e incrementar la productividad dentro del área de producción, basándome a los conocimientos que aportan las metodologías de lean manufacturing mediante las técnicas de las 5S y VSM. Finalmente, después de hallar el costo de una futura aplicación de la propuesta y sus respectivos costos, se consideró la determinación del indicador de factibilidad que es el Beneficio / Costo, teniendo un resultado de S/1.83 es decir que por cada sol que se invierte se recupera S/0.83 de sol; donde finalmente considerando el resultado es mayor que 1, se concluye que la presente investigación es viable.

Fuente: Rodrigo Aguilar Over. Herramientas lean manufacturing para la mejora continua de la productividad del área de producción del molino castillo s.a.c Lambayeque 2018

### 3.4 Marco conceptual

- **Lean manufacturing:**

Lean Manufacturing es una metodología orientada a la eliminación, o al menos, reducción de desperdicios en los procesos productivos

Fuente: Espejo Alarcón, Moyano Fuentes J. “Lean Production”

- **Productividad**

La productividad es una medida de eficiencia que se relaciona con la producción. Puede definirse como la interrelación entre los ingresos, el proceso de conversión y los egresos.

Fuente: Blanca Dolly Tejada-Administración de servicios de alimentación

- **Calidad**

La calidad es un término absoluto. La calidad está relacionada con los costes y con las necesidades y expectativas del usuario.

Fuente: Jaime Varo-Gestion estrategia de la calidad en los servicios sanitarios

- **Disponibilidad**

Sistema en funcionamiento cuando se necesita

Fuente: Informacion Tecnologica 2004

- **OEE**

La efectividad global del equipamiento de una planta o de un proceso productivo. El OEE es un método de medición de performance productiva que integra datos de la disponibilidad del equipamiento, de la eficiencia de la performance y de la tasa de calidad que se logra.

Fuente: Peter Belohlavek-Overall Equipment Effectiveness

- **Producción**

Es un proceso que permite la transformación de la materia prima en productos semiterminados o terminados, cuyo conjunto puede definirse como producción obtenida

Fuente: Fernando Alfaro Beltrán, Mónica Alfaro Escolar -Diagnósticos de productividad por multimomentos

- **Calidad total**

Es una estrategia de gestión que tiene como objetivo lograr de una manera equilibrada la satisfacción de los clientes, Empleados, Accionistas y Sociedad en general. Representa la calidad de la gestión de la empresa contemplada en su totalidad.

Fuente: Pablo Juan Verdoy , Jorge Mateu Mahiques, Santiago Sagasta Pellicer, Raul Sirvent Prades-Manual de control estadístico de calidad:Teoría y aplicaciones

## **Diagrama de Pareto**

El diagrama de Pareto es un método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema y las menos importantes.

Fuente: Paloma López Lemos-Herramienta para la mejora de la calidad

## **Diagrama causa-efecto (ishikawa)**

Es una técnica que permite la identificación y clasificación de ideas e información relativas a las causas de los problemas.

Fuente: Paloma López Lemos-Herramienta para la mejora de la calidad

## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA**

### **4.1 Tipo y nivel de investigación**

El tipo de investigación que se utilizará en el presente trabajo, es de tipo Aplicada.

La presente investigación contribuye con la mejora de la productividad en la línea LAC de la empresa PRECOR S A con conceptos de mejora de procesos.

El nivel de la investigación fue de forma correlacional, Se intentarán relacionar los resultados que se obtendrán al aumentar la productividad de la línea LAC (variable independiente) con el incumplimiento en las horas programadas para tiempo SET UP (Variable dependiente), Estandarización de procesos y generación de parámetros para la línea LAC (Variable dependiente)

Caballero Alejandro, menciona que este nivel de investigación tiene como objeto medir el grado de relación significativa que existe entre dos o más variables al conocer el comportamiento de una variable dependiente a partir de la información de la variable independiente. Lo que se busca es predecir el comportamiento de un grupo de individuos en una variable, a partir del valor que tienen en las otras variables con la cual se relacionan

## 4.2 Población, muestra, muestreo

### 4.2.1. Población

Como población de esta investigación se tomó la línea LAC en general, En dicha línea se realizan 8 familias y 120 SKU de tres tipos de acero: Acero Laminado en caliente, Acero Laminado en Frio, Acero Galvanizado

### 4.2.2. Muestra

Las muestras de esta investigación fueron obtenidas de los indicadores obtenidos en lo largos del todo el 2019, Indicadores tales como: OEE (Eficacia global de equipos), Tonelada de merma, Horas disponibles, Horas de SET UP, Horas de parada

### 4.2.3. Muestreo

El muestreo que se utiliza en esta investigación es probabilístico, debido a estas condiciones:

- Todos los elementos de la población tienen una probabilidad mayor a cero de ser seleccionados en la muestra.
- La probabilidad de inclusión de cada elemento en la muestra se conoce de forma precisa.

## 4.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### **Análisis documentario y reportes de producción**

Según Laura Caro (2010), Este tipo de técnica consiste en analizar los datos en documentos, como bases de datos, actas, informes, registro de asistencia, etc. Por lo tanto, lo más importante para este método es la habilidad para encontrar, seleccionar y analizar la información disponible

Tomando como referencia el concepto mencionado, se analizaron el informe de producción y bases de datos necesarios para poder llevar a cabo esta investigación. El instrumento utilizado es el sistema SAP y complementamos el análisis con el reporte de producción de año 2019 el cual se encuentra en programa EXCEL dichos programas son los que cuenta la empresa. Dentro de esta base de datos podemos encontrar:

La siguiente información se encuentra en una base de datos llamada IP (Informe de producción) la cual de manera resumen y concisa nos ayudara a analizar de una manera más simple los datos.

#### 4.3.1. Tiempos de SET UP

La siguiente gráfica muestra el total de horas de SET UP (Preparación de línea) del año 2019. Para su análisis se requiere la estratificación por cada tipo de SET UP (Preparación de línea) y su meta individual.

Gráfica 1: Total de horas de SET UP 2019

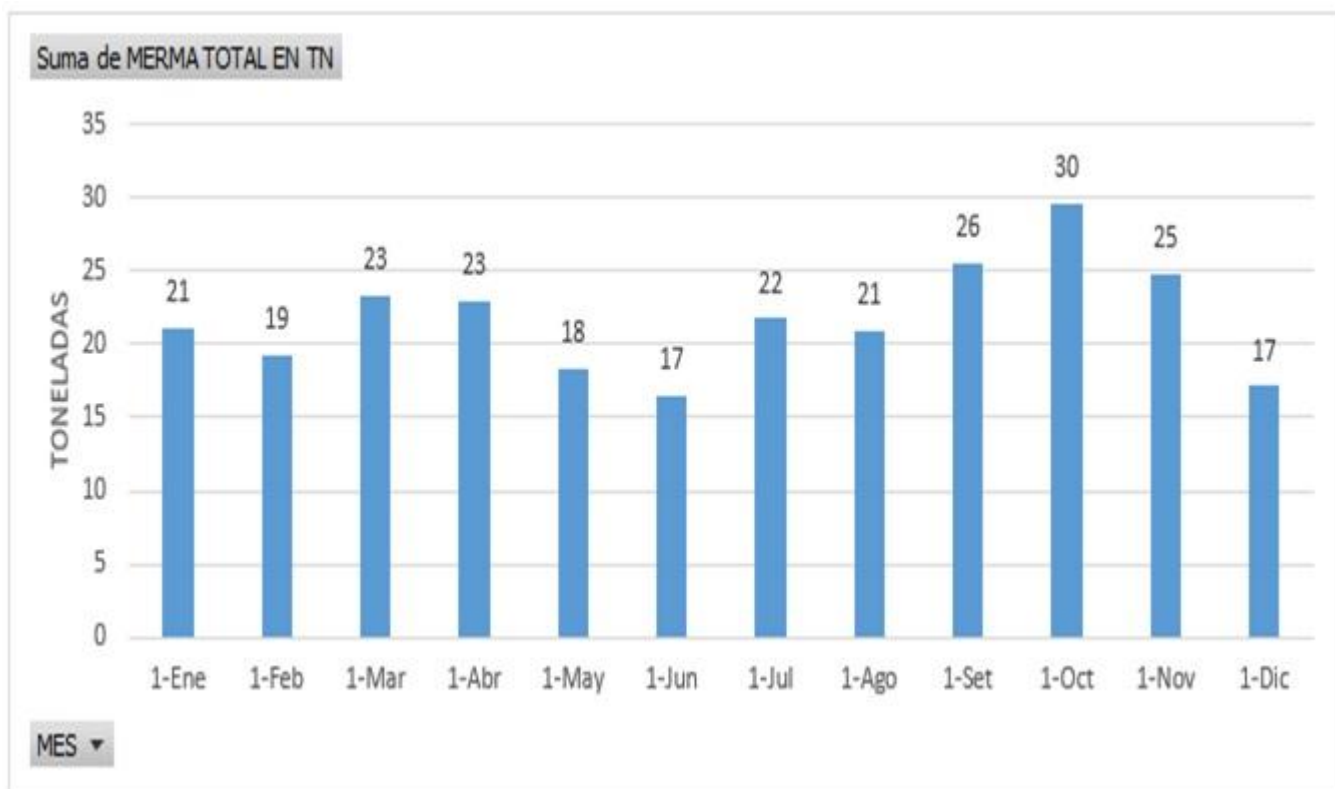


Fuente: PRECOR S.A

### 4.3.2. Merma Reportada en el proceso

La siguiente grafica muestra el total de toneladas de merma del año 2019. Para su análisis se requiere la estratificación por responsable por área involucrada.

Gráfica 2: Merma del 2019



Fuente: PRECOR S.A



### 4.3.3. Tiempos de parada

La siguiente grafica muestra el total de horas de parada del año 2019. Para su análisis se requiere la estratificación por área involucrada.

Gráfica 3: Horas disponibles



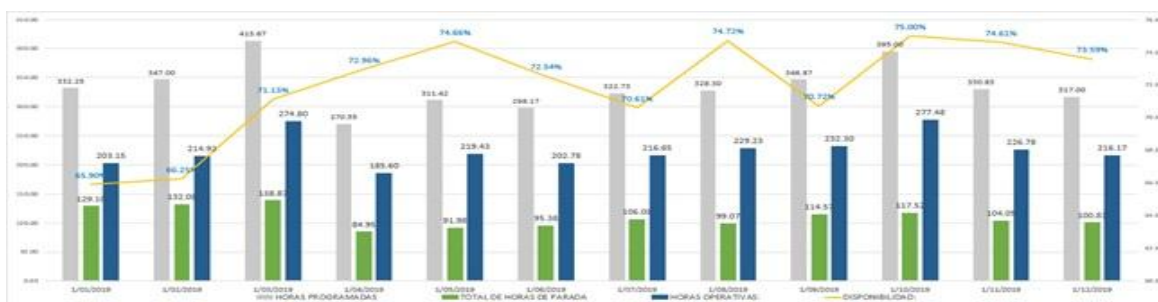
Fuente: PRECOR S.A

### 4.3.4. OEE

- Disponibilidad

La siguiente grafica muestra el total de horas disponibles en el año 2019. Para su análisis se requiere el cálculo del indicador OEE (Eficacia global de equipos)

Gráfica 4: Disponibilidad

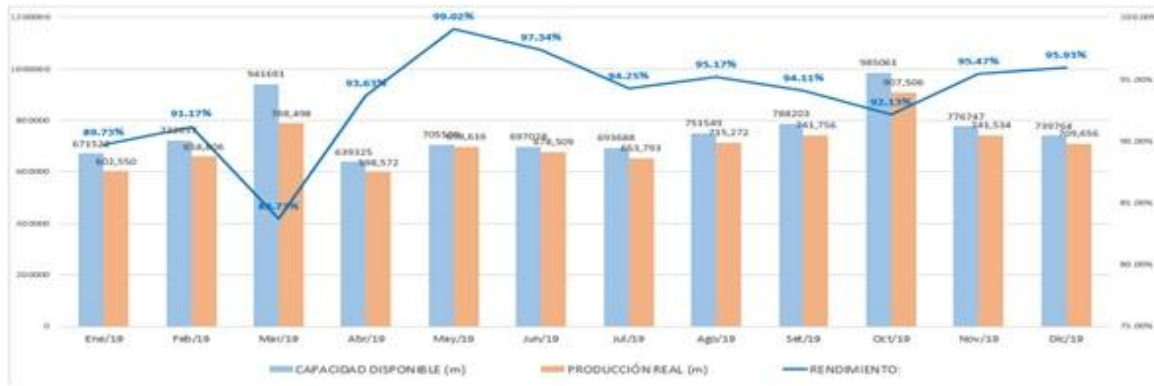


Fuente: PRECOR S.A

- Rendimiento

La siguiente grafica muestra el total de metros realizados en el año 2019. Para su análisis se requiere el cálculo del indicador OEE (Eficacia global de equipos)

Gráfica 5: Rendimiento



Fuente: PRECOR S.A

- Tasa de calidad

La siguiente grafica muestra el total de productos defectuosos y productos con la calidad requerida en el año 2019. Para su análisis se requiere el cálculo del indicador OEE (Eficacia global de equipos)

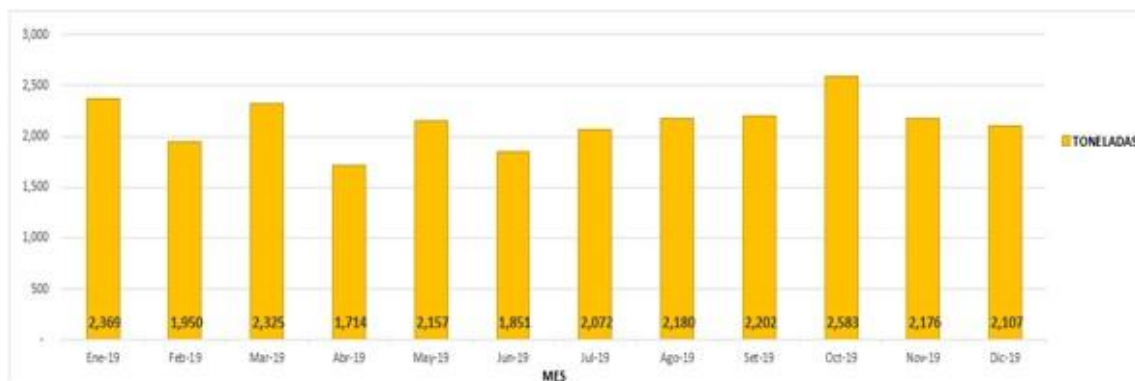
Gráfica 6: Tasa de calidad



Fuente: PRECOR S.A

### 4.3.5. Consumo de acero

La siguiente grafica muestra el total de toneladas consumidas en el año 2019.de forma general para los tres tipos de acero (LAC, Galvanizado, LAF) que se realizan en la línea LAC (Laminado en caliente)

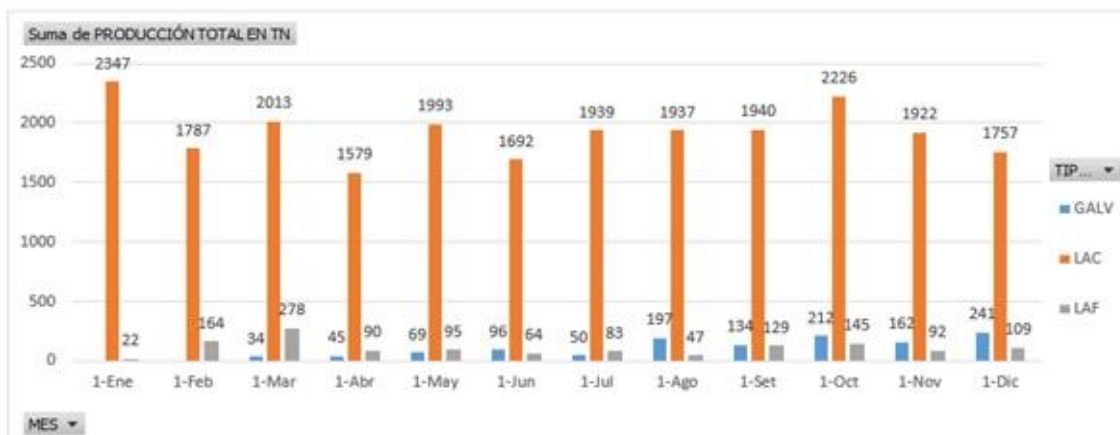


Gráfica 7:Consumo de acero

Fuente: PRECOR S.A

La siguiente grafica muestra el total de toneladas por tipo de acero consumidas en el año 2019. que se realizan en la línea LAC (Laminado en caliente)

Gráfica 8:Toneladas por tipo de acero



Fuente: PRECOR S.A

#### 4.4 Procesamiento de datos

Tomaremos los datos recolectados mencionados: SAP, IP (Informe de producción), Se analizó la data obtenida en el año 2019 del cual comprende nuestra investigación.

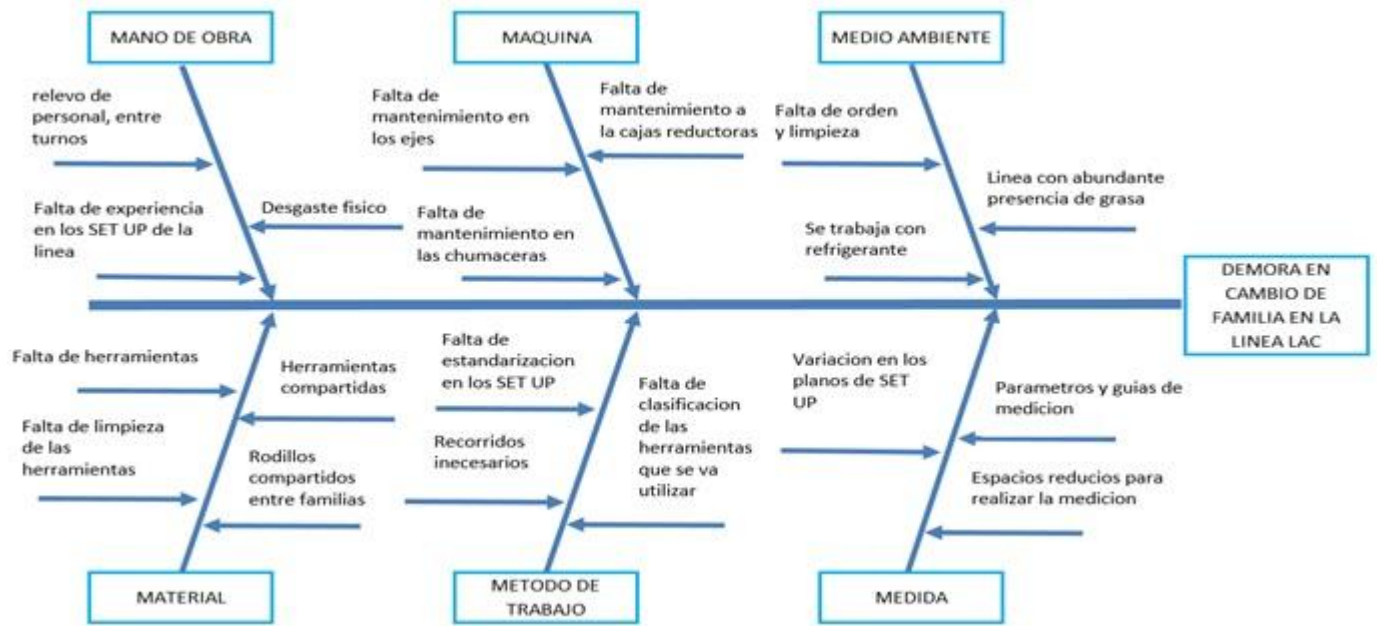
El sistema SAP nos proporcionó los siguientes datos:

- Tipo de Acero consumido en el año 2019
- Toneladas producidas en el año 2019
- Merma generada del proceso en el año 2019
- Horas de parada y horas productivas en el año 2019
- Horas de SET UP en el año 2019
- Costos de tipo de acero LAC, LAF, Galvanizado para el año 2019

Adicional a la investigación, se analizó los Informes de producción (IP) del área, el cual posee a detalle las horas de parada asociadas a (Mantenimiento, producción, ingeniería, almacén, materia prima). Detalle de la detención y posibles causas de ellas. Además, se tiene a detalles la merma obtenida y la generación de dicho defecto al detalle, complementa con la generación de indicadores y tablas resumen.

A continuación, mediante un diagrama de Causa – Efecto, se muestran aquellas causas que originarían el incumplimiento en los tiempos de SET UP (preparación de línea). para la línea LAC (laminado en caliente)

figura 14:Diagrama causa y efecto (demora en cambio de familia)



Fuente: Elaboración propia

A continuación, mediante un diagrama de Causa – Efecto, se muestran aquellas causas que originarían el alto porcentaje de merma por falta de estandarización de los procesos de la línea LAC (laminado en caliente)

figura 15:Diagrama de causa y efecto, Horas de para y merma



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.1 Análisis de 5M

Se realizó un el estudio de la data obtenida del reporte de producción, mediante la metodología 5M, para poder obtener de manera estratificada los valores en toneladas y por cada etapa del proceso.

Gráfica 9: Análisis de 5M



Fuente: Elaboración propia

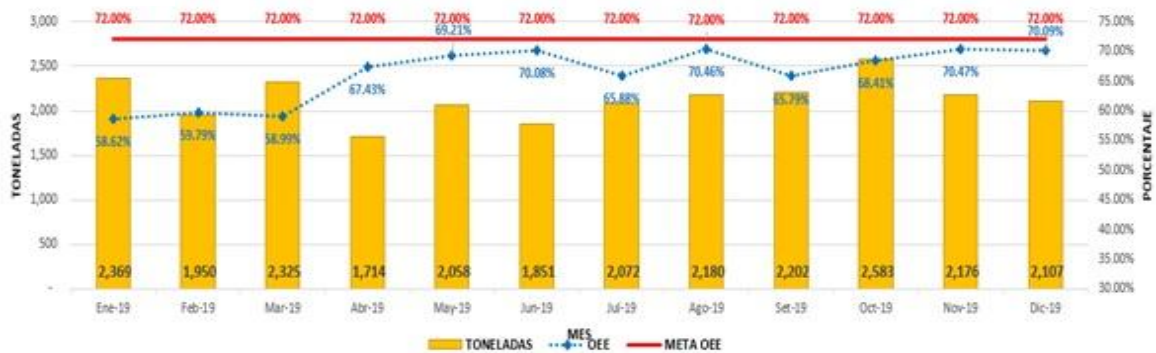
Podemos observar en la gráfica que en el acumulado de generación de metros de merma estaría en los procesos Calibración (Preparación de línea), Fallas operacionales (Producción), Método (Procesos de producción), serían los puntos que tomaremos para este estudio.

- Calibración con 8250 Toneladas
- Producción con 6198 Toneladas
- Método con 5350 Toneladas

#### 4.4.2 OEE

La siguiente gráfica se obtuvo del acumulado de las horas disponibilidad, rendimiento, tasa de calidad. Con lo cual se pudo calcular el OEE de la línea LAC para cada mes del año 2019. Teniendo como meta propuesta por la organización de 72%.

Gráfica 10: OEE



Fuente: Elaboración propia

Debido a complicaciones en el proceso, no se logra obtener la meta propuesta por la organización (72% de OEE), La gráfica muestra la realidad de la empresa en cada mes del año 2019, Ninguno de los 12 meses del año 2019 se logró obtener la meta. Debido a multi factores que involucran el proceso, Fallas operativas, Fallas de máquina, Error en el método del proceso, Factores externos, etc.

#### 4.4.3. Horas de parada

La siguiente grafica muestra las horas de parada de manera estratificada por áreas, Para el periodo 2019 de la línea LAC. Podemos observas que en la mayor cantidad de horas de detención fueron ocasionada por Producción (Fallas operativas) y Mantenimiento (Falla de maquina). Por el cual el estudio se centra en las soluciones de dichas fallas operativas ocurridas en el proceso

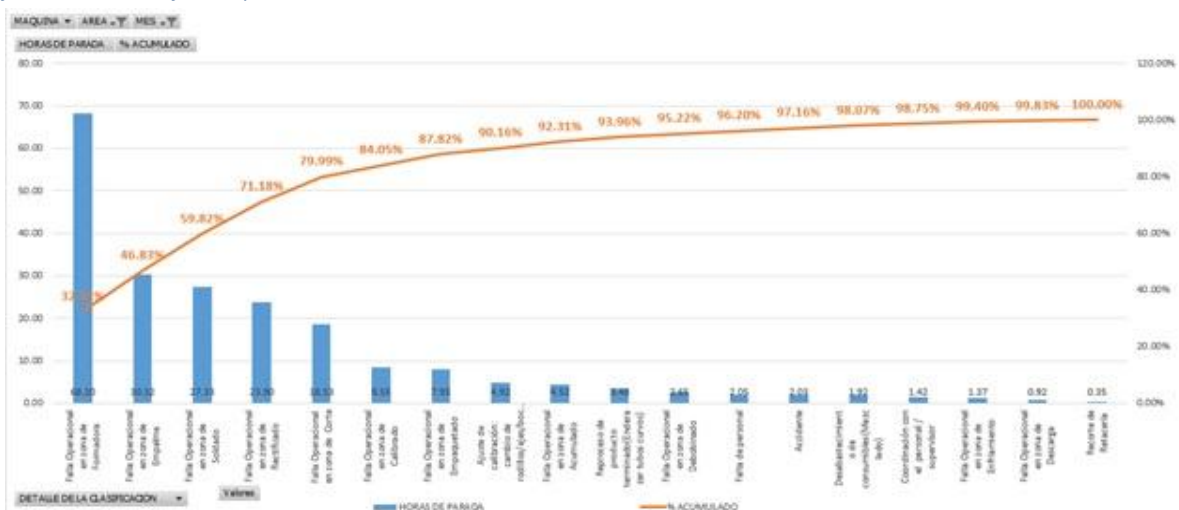
Gráfica 11: Estratificación de horas de parada



Fuente: Elaboración propia

La siguiente grafica muestra las mayores incidencias de fallas operativas en las zonas de la línea LAC (laminado en caliente). Podemos observar que nuestro Pareto se encuentra en la zona de empalme, formado, calibrado, rectificado y corte. Debido a fallas operativas y falta de método o error en ellos. Se producen dichas paradas o defectos en el Producto terminado. Generando merma

Gráfica 12: Pareto de fallas operacionales



Fuente: Elaboración propia



#### 4.4.4. Merma

la siguiente grafica Muestra las toneladas producidas y el porcentaje de merma obtenidos en cada mes del año 2019. Se tiene como meta el 0.80% de porcentaje de merma. Debido a la variabilidad de las toneladas programadas de cada mes, el porcentaje de merma es variable y consecuente a la merma obtenida en el proceso.

Gráfica 13: Merma 2019



Fuente: Elaboración propia

La tabla muestra el total de toneladas generadas por fallas operativas en la zona con mayores incidencias mostradas en el Pareto de paradas de producción y el costo de dicha merma obtenida por fallas operativas. Para el año 2019 él se generó \$14786.10 dólares en producto inconforme (merma). Debido a fallas operacionales generar en el proceso.

Tabla 1: Precio tonelada de merma

ZONAS	TONELADAS	PRECIO DE TONELADAS DE MERMA	TOTAL
Falla Operacional en zona de Empalme	8.27	\$369.00	\$3,051.63
Falla Operacional en zona de Formadora	20.80		\$7,674.25
Falla Operacional en zona de Soldado	7.22		\$2,662.85
Falla Operacional en zona de Rectificado	2.71		\$999.49
Falla Operacional en zona de Corte	1.08		\$398.49
<b>TOTAL</b>	<b>40.07</b>		

Fuente: PRECOR S.A

La siguiente grafica muestra las toneladas fabricadas y la merma obtenida en el proceso a lo largo del año 2019, de forma estratificada por área, Producción, Mantenimiento, Almacén, Calibración, Empalme, calibraciones de línea no realizados de la manera correcta y fallas operaciones y falla de máquina.

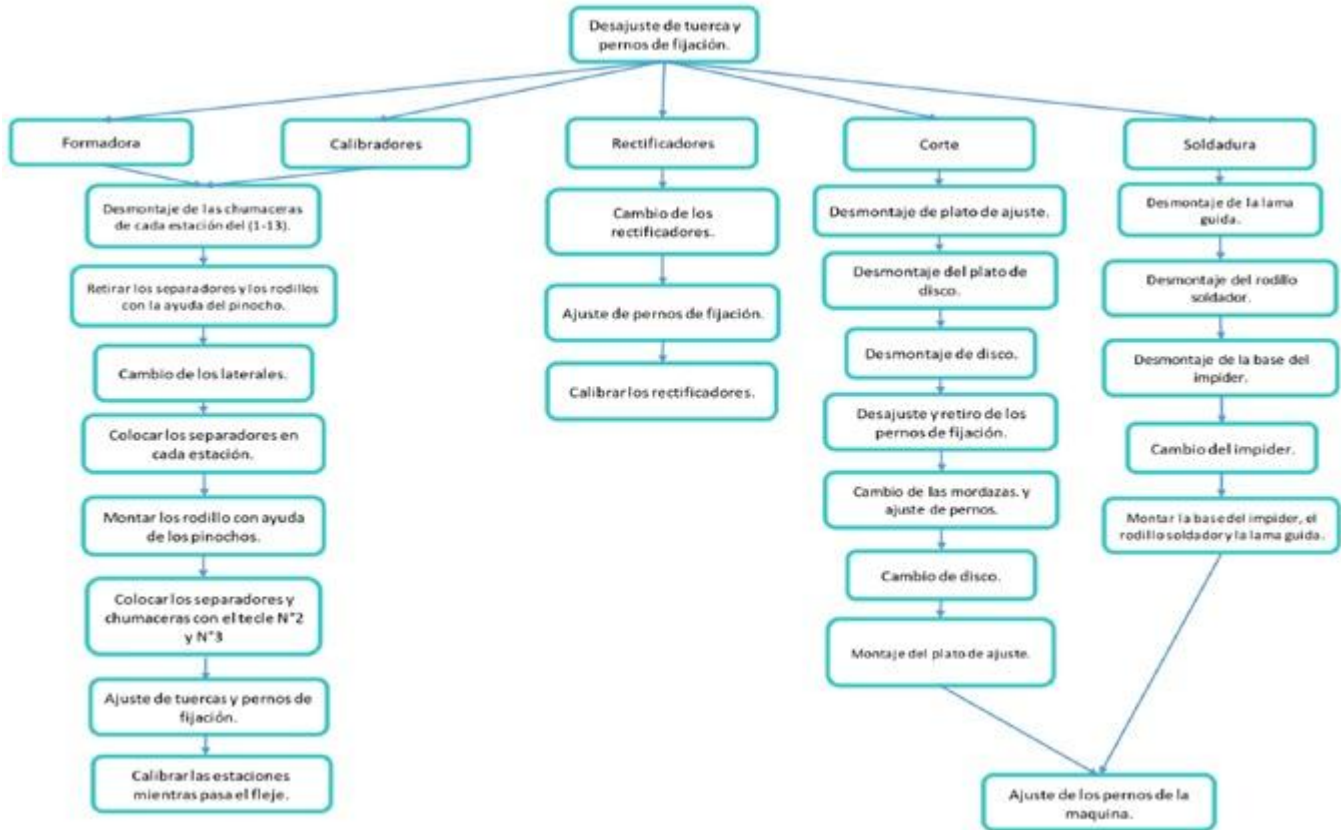
Gráfica 14: Estratificación de merma por área



Fuente: Elaboración propia

**4.4.3 SET UP (Preparación de línea)** EL SET UP (Preparación de línea) de la línea LAC (Laminado en caliente) con lleva del cambio de 5 zonas de la línea: Zona de formado, Zona de calibrado, Zona de soldado, Zona de rectificado, Zona de corte. Como podemos ver en la siguiente figura a detalle, se muestra los pasos a seguir para realizar el cambio de familia o formato. De lo cual tomaremos como referencia para realizar nuestro analices de SMED.

figura 16:Montaje y desmontaje



Fuente: Elaboración propia

En total tenemos 3 tipos de SET UP considerables en la línea el cual duran entre 10 minutos y 4 horas aproximadamente, dependerá del tipo de SETP UP que se realice

- Para las 8 familias el cambio de espesor dura 10 minutos
- Para las 8 familias el cambio de rectificador dura 1.5 horas

Para las 8 familias el tiempo de cambio de familia o formato es distinto, dependerá del tipo de SET UP que se realice. Un cambio completo o un cambio que con lleva modificar menos estaciones de la línea

Tabla 2: Horas de SET UP por familias

FAMILIAS	TIEMPO DE CAMBIO DE FAMILIA
48	4 HORAS
60	2 HORAS
65	4 HORAS
76	3,5 HORAS
89	2 HORAS
96	4 HORAS
114	4 HORAS
127	4 HORAS

Fuente: Elaboración propia

La siguiente grafica muestra el total de horas de cambio de espesor del año 2019. En la cual se evidencia que se tiene los resultados esperados, debido a que las horas acumuladas están por debajo de las horas planificadas del mes.

Gráfica 15: Cambio de espesor



Fuente: Elaboración propia

La siguiente grafica muestra el total de horas de cambio de rectificadores del año 2019. En la gráfica se observa que en las diferentes familias de la línea LAC (Laminado en caliente) no se está logrando las horas planificadas del mes para el cambio de rectificadores.

Gráfica 16: Cambio de rectificadores



Fuente: Elaboración propia

La siguiente grafica muestra el total de horas de cambio de familia del año 2019. En la gráfica se observa que en las diferentes familias de la línea LAC (Laminado en caliente) no se está logrando las horas planificadas del mes para el cambio de rectificadores.

Gráfica 17: Cambio de familia



Fuente: Elaboración propia

Podemos observar el incumplimiento en las horas programadas para los SET UP, Debido a una mala ejecución o método, Condición de máquina, Condición de materia prima.

- Se realizó el diagrama de recorrido con la finalidad de identificar los recorridos innecesarios dentro del cambio de familia. Lo cual dura 4 horas aproximadamente como promedio, el cambio lo realizan los operarios de la línea que son aproximadamente entre 7 a 8 personas, la distribución de ellos se observa en la siguiente

*Tabla 3: Distribución de personal*

<b>Zona</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Formado</b>	<b>3</b>
<b>Soldado</b>	
<b>Calibrado</b>	<b>3</b>
<b>Rectificado</b>	
<b>Corte</b>	
<b>Empaquetado</b>	<b>1</b>

Fuente: Elaboración propia

Esta operación consiste en cambiar los rodillos de las 13 estaciones que se encuentran en el área de la formadora y en el área de calibrado, donde también se cambian los rodillos soldadores, el Impider y la bobina inductora en el área de soldado, también se cambian los rodillos rectificadores, las mordazas y discos en el área de corte.

#### **4.4.4 Diagnóstico**

Según los datos obtenidos a lo largo del año 2019, se deduce como causas principales de la improductividad son:

- Falta de estandarización de procesos
- Carencia de método al realizar los SET UP (preparación de línea)
- Ausencia de ayuda visual o manuales amigables con el operario

Dichas causas tienen como consecuencias producto inconforme(merma), tiempos de parada, ineficiencia en la línea LAC (laminado en caliente). dichas complicaciones impiden que la línea LAC (Laminado en caliente) logre llegar la meta propuesta por la organización OEE de 72 % y una meta de merma obtenida en el proceso de 0.80%. Se tiene que mejorar dichas observaciones a fin de obtener los indicadores propuestos por la organización

## **CAPÍTULO V: ANÁLISIS CRÍTICO Y PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS**

### **5.1 Determinación de alternativas de solución**

En el transcurso de la investigación, se pudo apreciar la necesidad de la implementación de la metodología lean manufacturing, para de esa manera aumentar la productividad y la rentabilidad de nuestros productos. De la mano con la calidad y excelencia de los procesos y productos al cliente final. Debido a la alta competencia que se tiene en el sector metalmecánico.

A continuación, se presentará las alternativas de solución planteadas a la problemática encontrada en el análisis.

### 5.1.1 SMED LAC - Cambio de cabezales turcos

Para reducir el tiempo de SET UP de cambio de rectificadores, se está proponiendo la modificación de los cabezales de los turcos en los cuales se colocan la zona de rectificado. Con esto se tendría que adquirir otro juego de cabezales turcos. Para de esta manera tener un back up y poder realizar el armado y colocación de manera sencilla y en menos tiempo del estimado 1.5 horas.

- La siguiente imagen muestra los cabezales turcos movibles para la zona de rectificado. Los cuales se están proponiendo en este análisis causal. Los cabezales turcos se trasladarán a un lado de la línea donde no obstruya el paso o el proceso. Un lugar determinado donde se realizará el cambio de rectificadores y una vez acabado el cambio se procederá al traslado de toda la base a la zona de formado.

figura 17:SMED LAC

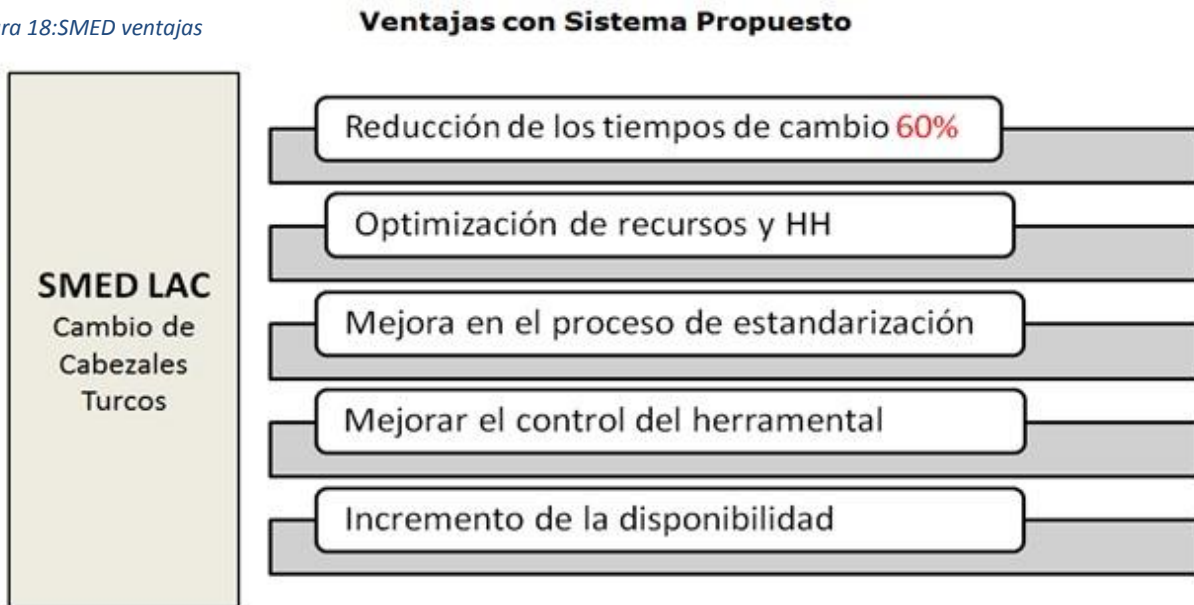


Fuente: Elaboración propia



## Ventajas:

figura 18:SMED ventajas



Fuente: Elaboración propia

## Desventajas:

- Requiere una inversión de parte de la organización
- Requiere un personal capacitado en el uso de puente grúa o tele
- Se requiere rodillos rectificadores, solo aquellos que no cuentan con back up

### 5.1.2 Metodología KAYSEN en la línea LAC (laminado en caliente)-Estandarización de procesos:

Para la optimización de los procesos, se está proponiendo estandarizar los procesos operativos, a su vez implementar de ayudas visuales e instructivos del proceso y preparación de máquina, De esta manera se pretende reducir las fallas operativas que ocasionan merma y tiempo improductivo en la línea LAC.

El objetivo de las ayudas visuales e instructivos es que la información mostrada sea amigable, Para el entendimiento del operario y de las personas involucradas en el proceso.

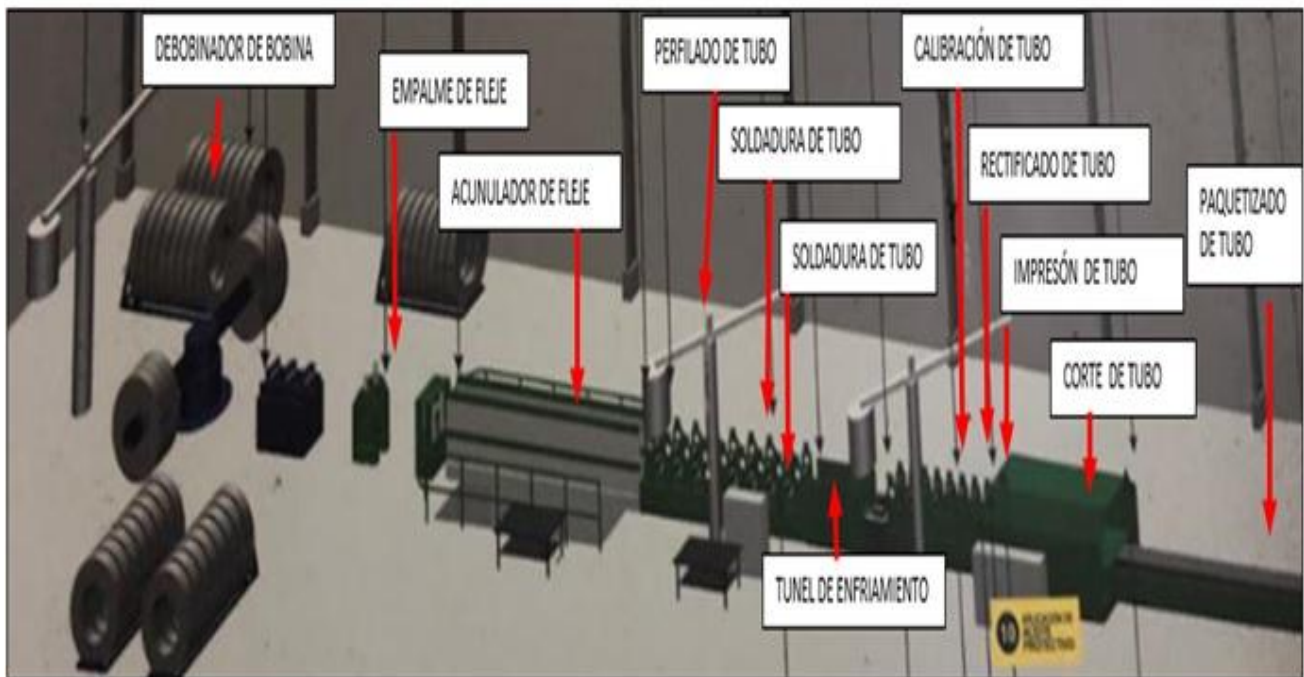
Teniendo como zonas críticas de la línea LAC (laminado en caliente),

- Zona de empalme
- Zona de formado
- Zona de soldado
- Zona de rectificado

Para dichas zonas se plantea realizar instructivos, ayudas visuales, capacitaciones y feedback. Para mejorar la productividad de la línea LAC (Laminado en caliente)

### **Distribución de línea LAC**

figura 19: Línea LAC



Fuente: PRECOR S.A

**Ventajas:**

- Optimización del proceso en las áreas críticas mostradas.
- Reducción de SET UP (preparación de línea) en la zona de formado, soldado, rectificado y corte.
- Reducción de merma por fallas operacionales
- Reducción de paradas por fallas operacionales

**Desventajas:**

- Se requiere de una inversión para instalación de pizarras o murales para la colocación de las ayudas visuales.
- Requiere realizar capacitaciones sobre los instructivos propuestos.
- Se requiere que todos los herramientas estén disponibles para realizar una correcta operación.

**5.1.3. Metodología 5s en la línea LAC (laminado en caliente)-Orden y limpieza:**

Para crear una cultura organizacional basada en generar orden y limpieza, se está proponiendo el uso de la Metodología 5S. utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.

**Ventajas:**

- Reduce el inventario y el espacio en el área de trabajo
- Mejora la distribución del área para aumentar la flexibilidad

- No requiere complejas capacitaciones
- Involucra a los trabajadores en el proceso de mejora
- Mayor compromiso y responsabilidades individuales

**Desventajas:**

- Genera rigurosidad en las operaciones y actividades designadas
- Promueve la disciplina de forma rígida en el orden y limpieza
- Reentrenamiento del personal
- Falta de familiaridad en formatos de auditorías internas (check list).

## 5.2 Evaluación de alternativas de solución

Para realizar la evaluación de las alternativas propuestas, se debe hacer el análisis Costo – Beneficio (Rentabilidad) y los beneficios que traerá a la empresa, teniendo un impacto positivo a la empresa. Para este análisis se tomará como referencia los datos mostrados del año 2019 en el análisis. De esa manera se estimará el impacto económico para la línea LAC (laminado en caliente). Teniendo como premisa lo la condición de la organización para las inversiones o mejoras. Deben tener como máximo 12 meses de plazo para el retorno de inversión.

- La siguiente tabla muestra la proyección estimada para la reducción de tiempo de SET UP (Cambio de rectificador), con una reducción de 0.65 Horas y una generación de 3.90 horas de horas disponibilidad para la línea LAC (Laminado en caliente). De tal manera que se logró obtener 16.77 Toneladas fabricadas en dicho tiempo de obtenido. Con un margen bruto de \$1151.76 dólares.

Tabla 4: Proyecto SMED-evaluación

<b>PROYECTO SMED CAMBIO DE CABEZALES TURCOS TUBERA LAC</b>		
DATOS	UNIDAD	VALOR
Tiempos promedio SET UP	Horas	0.99
Tiempos promedio SET UP Meta	Horas	0.34
<b>Horas reducidas en SET UP</b>	<b>Horas</b>	<b>0.65</b>
Promedio de ejecución de SET UP por mes	UN	6
Beneficio obtenido con la reducción de SET UP	HORAS	3.90
Productividad	TN/Horas	4.30
<b>Toneladas ganadas mes</b>	<b>TN/Horas</b>	<b>16.77</b>
Costo por tonelada	USD/TM	\$1,010.00
Margen de rentabilidad	%	6.80%
<b>Margen por tonelada</b>	<b>USD/TM</b>	<b>68.68</b>
<b>Margen bruto (TN ganadas x MargenTN)</b>	<b>Subtotal</b>	<b>\$1,151.76</b>
<b>Ahorro Mensual</b>		<b>\$1,151.76</b>
<b>Ahorro Anual</b>		<b>\$13,821.16</b>

Fuente: Elaboración propia

- La siguiente tabla muestra la proyección estimada para la reducción de tiempo de SET UP (Cambio de familia), una generación de 4 horas de disponibilidad para la línea LAC (Laminado en caliente). De tal manera que se logró obtener 17.20 Toneladas fabricadas en dicho tiempo de obtenido. Con un margen bruto \$1181.30 dólares.

Tabla 5: Proyecto Kaizen-Cambio de familia

PROYECTO KAIZEN (CAMBIO DE FAMILIA)-TUBERA LAC		
DATOS	UNIDAD	VALOR
Tiempos promedio SET UP (Cambio de familia)	Horas	30.00
Tiempos promedio SET UP Meta (Cambio de familia)	Horas	26.00
<b>Horas reducidas en SET UP (Cambio de familia)</b>	<b>Horas</b>	<b>4.00</b>
Beneficio obtenido con la reduccion de SET UP(Familia de familia)	HORAS	4.00
Productividad	TN/Horas	4.30
<b>Toneladas ganadas mes</b>	<b>TN/Horas</b>	<b>17.20</b>
Costo por tonelada	USD/TM	\$1,010.00
Margen de rentabilidad	%	6.80%
<b>Margen por tonelada</b>	<b>USD/TM</b>	<b>68.68</b>
<b>Margen bruto (TN ganadas x MargenTN)</b>	<b>Subtotal</b>	<b>\$1,181.30</b>
<b>Ahorro Mensual</b>		<b>\$1,181.30</b>
<b>Ahorro Anual</b>		<b>\$14,175.55</b>

Fuente: Elaboración propia

- La siguiente tabla muestra la proyección estimada para la reducción de tiempo de parada (Fallas operacional) una generación de 6 horas de disponibilidad de línea para la línea LAC (Laminado en caliente). De tal manera que se logró obtener 25.80 Toneladas fabricadas en dicho tiempo de obtenido. Con un margen de \$1771.94 dólares

Tabla 6: Proyecto Kaizen-Horas de parada

PROYECTO KAIZEN (Horas de parada)-TUBERA LAC		
DATOS	UNIDAD	VALOR
Tiempos promedio horas de paradas(Fallas operacionales)	Horas	16.00
Tiempos promedio horas de paradas Meta (Fallas operacionales)	Horas	10.00
<b>Horas reducidas en horas de paradas(Fallas operacionales)</b>	<b>Horas</b>	<b>6.00</b>
Beneficio obtenido con la reduccion de horas de paradas(Fallas operacionales)	HORAS	6.00
Productividad	TN/Horas	4.30
<b>Toneladas ganadas mes</b>	<b>TN/Horas</b>	<b>25.80</b>
Costo por tonelada	USD/TM	\$1,010.00
Margen de rentabilidad	%	6.80%
<b>Margen por tonelada</b>	<b>USD/TM</b>	<b>68.68</b>
<b>Margen bruto (TN ganadas x MargenTN)</b>	<b>Subtotal</b>	<b>\$1,771.94</b>
<b>Ahorro Mensual</b>		<b>\$1,771.94</b>
<b>Ahorro Anual</b>		<b>\$21,263.33</b>

Fuente: Elaboración propia

- La siguiente tabla muestra la proyección estimada para la reducción de merma. Se espera reducir en 7 toneladas la producción disconforme(merma). Generando un margen bruto de \$480.76 dólares.

Tabla 7:Proyecto Kaizen-Merma

<b>PROYECTO KAIZEN (MERMA)-TUBERA LAC</b>		
DATOS	UNIDAD	VALOR
Promedio de MERMA (Fallas operacionales)	TONELADAS	27.00
Promedio de MERMA META (Fallas operacionales)	TONELADAS	20.00
<b>MERMA reducidas</b>	TONELADAS	<b>7.00</b>
Costo por tonelada	USD/TM	\$1,010.00
<b>Margen (TN ganadas x costo)</b>	USD	<b>\$7,070.00</b>
Margen de rentabilidad	%	6.80%
<b>Margen bruto</b>	<b>Subtotal</b>	<b>\$480.76</b>
<hr/>		
<b>Ahorro Mensual</b>		<b>\$480.76</b>
<b>Ahorro Anual</b>		<b>\$5,769.12</b>

Fuente: Elaboración propia

## **CAPÍTULO VI: PRUEBA DE DISEÑO Y JUSTIFICACION DE LA PROPUESTA**

### 6.1 Justificación de la propuesta elegida

Las propuestas mostradas para la implementación en la línea LAC (laminado en caliente) son viables para el proyecto, por la obtención de resultados presentados en el análisis de costo beneficio. Dichas implementaciones ayudarán a la reducción de merma, disminución de horas de parada (Fallas operativas), Orden y limpieza y reducción de SET UP (Cambio de familia y rectificadores)

Con el fin de Explicar y sustentar la elección de las tres propuestas mencionadas. Se mostrará los beneficios esperados.

Tabla 8:Conceptos lean manufacturing

KAIZEN	SMED	5s
Para la implementación de la metodología se dispone de técnicas adecuadas para el personal administrativo y operario	Reducción del tiempo de preparación de maquina	Incrementa la eficiencia de la línea
Tiene un plazo de implementación de 1 a 3 meses para ver los beneficios esperados	Reducir costos de operaciones	Contribuye a desarrollar buenos hábitos
Busca eliminar tiempos improductivos, desperdicios y costos en M. O	Aumento de productividad en la línea aplicada	Propicia un ambiente amigable y confiable
Su mejora abarca el análisis de método, maquina, material, mano de obra, medición y medio ambiente	Tiempos de entrega más cortos	Involucra a los trabajadores en el proceso de mejora

Fuente: Lean Manufacturing conceptos y técnicas-Escuela de la organización industrial

Según el cuadro mostrado se elige desarrollar con la metodología Lean Manufacturing, para el presente trabajo. Usaremos las herramientas que nos brinda Lean Manufacturing SMED, KAIZEN,5S. debido a su practicidad, ya que son métodos sencillos. Por otro lado, abarca todo tipo aristas que pueden reducir los tiempos de desperdicio y hacer el proceso se las optimo y productivo.



## 6.2 Desarrollo de la propuesta elegida

### 6.2.1. instructivo de izaje de fleje y acumulación en la zona de empalme

las siguientes figuras detallan paso a paso los procedimientos que se tiene que realizar para el izaje de fleje, soldado de punta y cola del fleje y acumulación de fleje en el pozo.

figura 20: instructivo de zona de empalme 1



Fuente: Elaboración propia

figura 21: instructivo de zona de empalme 2




Fuente: Elaboración propia

figura 23:instructivo de zona de empalme 3

<b>PASO 3</b>	<b>Verificar rebarbas de flejes</b>
	
<p>Una vez enganchado se moverá el fleje hasta la altura del mandril del debobinador.</p>	<p>Verificar los fillos del fleje, si estos son lisos, la punta del fleje se colocará en la mordaza por debajo, si es áspero se colocará en la mordaza por arriba.</p>

Fuente: Elaboración propia

figura 22:instructivo de zona de empalme 4

<b>Filos lisos o rebarba hacia abajo</b>	<b>Filos ásperos o rebarba hacia arriba</b>
	
<p>El inicio del fleje saldrá desde la parte inferior del fleje hacia el "sujetador de fleje".</p>	<p>El inicio del fleje saldrá desde la parte superior del fleje hacia el "sujetador de fleje".</p>

Fuente: Elaboración propia

figura 25:instructivo de zona de empalme 5



Fuente: Elaboración propia

figura 24:instructivo de zona de empalme 6



Fuente: Elaboración propia

figura 27:instructivo de zona de empalme 7

### PASO 6



Se procede a colocar el cabezal del fleje donde irá sujeto el mismo, esto se realiza con la perilla CABEZAL DE FLEJE "ENTRAR".

### PASO 7



Con el brazo sujetador ya colocado, se comenzará a rotar con la finalidad de colocar la punta del fleje 30cm. debajo del rodillo del brazo sujetador y a su vez, que el operador no corra riesgo de un golpe, esto con la perilla RODILLO DE BRAZO.

Fuente: Elaboración propia

figura 26:instructivo de zona de empalme 8

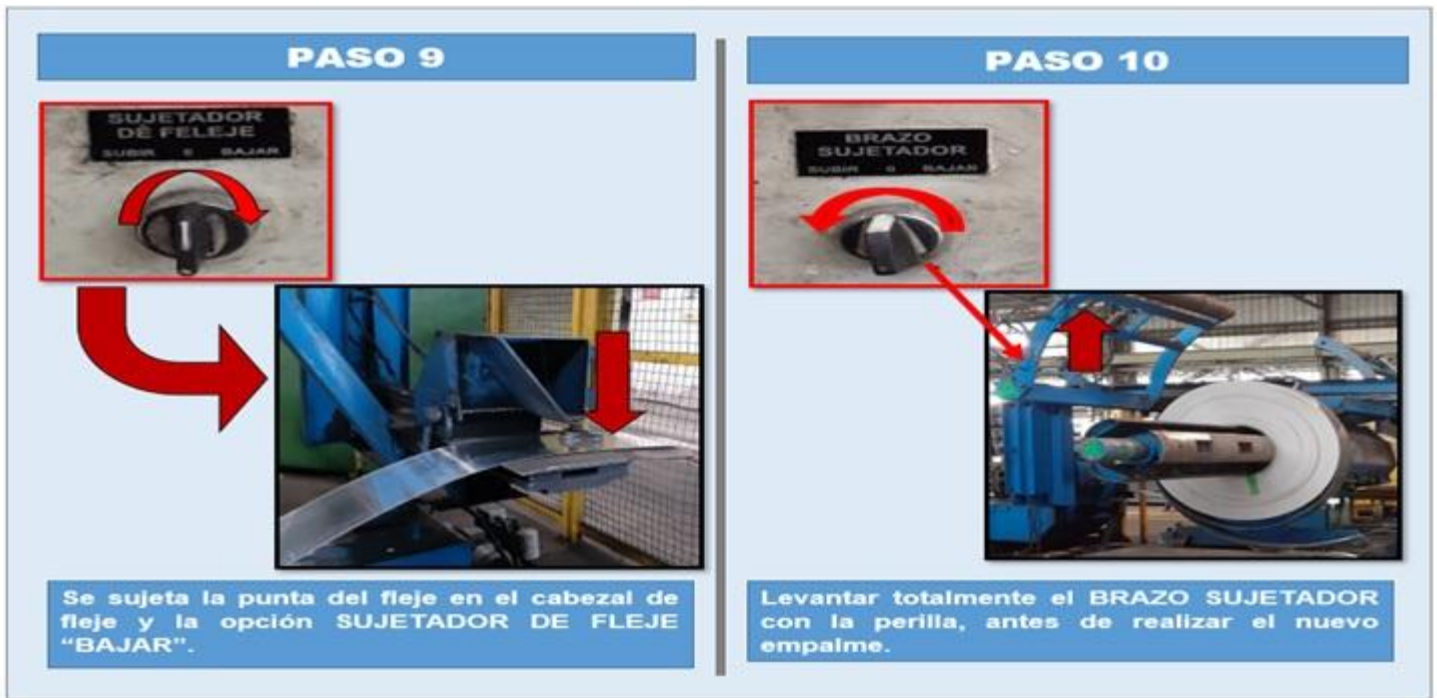
### PASO 8



Se corta la cinta de seguridad con el esmeril, la punta del fleje es colocada en el cabezal de fleje y con ayuda de la perilla "GIRO MANDRIL" calcular la distancia de 20cm. que sobresaldrá del cabezal.

Fuente: Elaboración propia

figura 29:instructivo de zona de empalme 9



Fuente: Elaboración propia

figura 28:instructivo de zona de empalme 10



Fuente: Elaboración propia

figura 31:instructivo de zona de empalme 11

**PASO 10**



Tomar una regla y medir la distancia del fleje que se mandará al pozo, esto variará de acuerdo al SKU que se trabajará. Para ello se hará uso de la "Tabla de acumulación".

**Instrumentos**



**Tabla**



**Regla**



**Spray**

Fuente: Elaboración propia

figura 30:instructivo de zona de empalme 12

**PASO 11**



Distancia en la que se comenzará a acumular en el pozo, esto variará de acuerdo al SKU que se esté trabajando, además de la velocidad de línea la cual se puede encontrar en el Tablero de Control 3.



Para medir la distancia a pintar, se ubicará la regla desde el interior de la bobina del fleje hacia afuera, tal como se muestra en la siguiente imagen.

Fuente: Elaboración propia

74

figura 33:instructivo de zona de empalme 13

PASO 12	PASO 13
	
<p>Cuando se acabe el fleje que se estaba trabajando, se girará el debobinador 180°, esto para que el fleje recién colocado comience a ser trabajado.</p>	<p>Se accionará la "Guarda del fleje" del Tablero de Control 2 para que el fleje colocado no tienda a caerse o perder su posición.</p>

Fuente: Elaboración propia

figura 32:instructivo de zona de empalme 14

PASO 14	PASO 15
 	 
 	 
<p>Accionar el RODILLO DE SALIDA "BAJAR" para sujetar el fleje, y con ayuda de la perilla MOTOR DE SALIDA "AVANZAR" colocar el fleje hasta la posición de la prensa 2.</p>	<p>Accionar PRENSA #2 "BAJAR" para que el fleje quede sujeto, a su vez colocar el RODILLO DE SALIDA en la opción "SUBIR".</p>

Fuente: Elaboración propia

figura 35:instructivo de zona de empalme 15

PASO 16	PASO 17
 <div data-bbox="548 184 776 436"> <p><b>MOVIMIENTO PRENSA #2</b> POS 1 0 POS 2</p>  </div>	<div data-bbox="841 184 1052 436"> <p><b>MOVIMIENTO PRENSA #2</b> POS 1 0 POS 2</p>  </div> <div data-bbox="1068 184 1474 457">  </div> <div data-bbox="841 478 1052 709"> <p><b>MOTOR ALIMENTADOR</b> AVAN &amp; RETRO</p>  </div> <div data-bbox="1068 478 1474 709">  </div>
<p>Se accionará MOVIMIENTO DE PRENSA #2 para colocar el fleje antes de la mesa de soldado, en esa posición el soldador martillará el fleje hacia abajo para obtener una mejor precisión al momento del empalme.</p>	<p>Se moviliza la prensa N° 2 con la opción MOVIMIENTO DE PRENSA #2 "POS. 1" para posicionar el fleje sobre la mesa de empalme, mientras que con la acción MOTOR ALIMENTADOR "AVANZAR" se posiciona el fleje enfrente a la mesa de soldado.</p>

Fuente: Elaboración propia

figura 34:instructivo de zona de empalme 16


PASO 18	PASO 19
	
<p>El proceso para alinear el fleje tiene que ser rápido, el ayudante deberá posicionar el fleje entrante junto a la cola del fleje saliente, si el espesor es mayor a 2mm. la distancia entre los flejes deberá ser 1mm.</p>	<p>El soldador realizará dos puntos de soldadura entre los flejes para que el ayudante se dirija al pozo para avisar si resta poca acumulación de fleje con la alarma del pozo.</p>

Fuente: Elaboración propia



figura 37:instructivo de zona de empalme 17

### PASO 20



**NOTA:** EL **TIEMPO DE CICLO** COMIENZA DESDE QUE LA COLA DEL FLEJE ANTERIOR ES DETENIDO POR LA MORDAZA HASTA EL MOMENTO EN QUE LA LÍNEA SE LLEVA EL FLEJE PARA SER TRABAJADO.

PARAMETROS DE SOLDADURA			
ESPEJOR	Material	AMPERAJE	Electrodo
1.2	LAF	80 A	<b>Soldadura sellocorp 3/32"</b>
1.5	LAC/GALV	105 A	
1.8	LAC/GALV	115 A	
2	LAC/GALV	135 A	
2.5	LAC	150 A	<b>Soldadura sellocorp 1/8"</b>
3	LAC	180 A	

Se procederá a realizar el empalme del extremo del fleje con la "cola" del anterior, para lo cual el soldador tiene que calibrar los parámetros de soldadura de acuerdo al tipo de material que se trabaje, el tiempo de esta acción varía de acuerdo al tipo de material y espesor, pero en promedio **NO DEBERÍA SUPERAR LOS 2 min.**

Fuente: Elaboración propia

figura 36:instructivo de zona de empalme 17

### PASO 21

**Instrumento**



**Esmeril**

El soldador procede a realizar el acabado del cordón de soldadura con el esmeril, esto se realizará por ambas caras del fleje.



**IMPORTANTE:**  
Se tiene que garantizar un cordón "A" y penetración "B" de soldadura.





Fuente: Elaboración propia

figura 39:instructivo de zona de empalme 19

PASO 22	PASO 23
	
<p>El soldador deberá seguir el empalme realizado por la línea, llegando a un primer sensor antes de las estaciones formadoras, <b>se deberá accionar el sensor cuando</b> el empalme esté a 1 metro de él.</p>	 <p>Después de ello, dirigirse a la zona después de la cortadora a accionar el botón de las mariposas para separar el tubo de los empaquetados.</p>

Fuente: Elaboración propia

figura 38:instructivo de zona de empalme 20

OJO			
			
<p>Se deberá regular el tope con cada tipo de desarrollo de fleje entrante, la abertura de estos topes será del desarrollo del fleje más 4 cm. repartiendo esa distancia en los lados del fleje.</p>		<p>La abertura del pozo tiene que ser 16 cm mayor al desarrollo del fleje (DESARROLLO + 16cm), esta acción se puede realizar con la perilla de POZO del Tablero de Control 2.</p>	

Fuente: Elaboración propia

figura 41:instructivo de zona de empalme 21

**PASO 22**



Una vez empalmado, la línea comenzará a debobinar el fleje, e inmediatamente se tendrá que colocar la guarda para que se eviten posibles colapsos de fleje. Esto con el botón GUARDA DE FLEJE del TC 2.

Fuente: Elaboración propia

figura 40:instructivo de zona de empalme 22

**EVITAR**

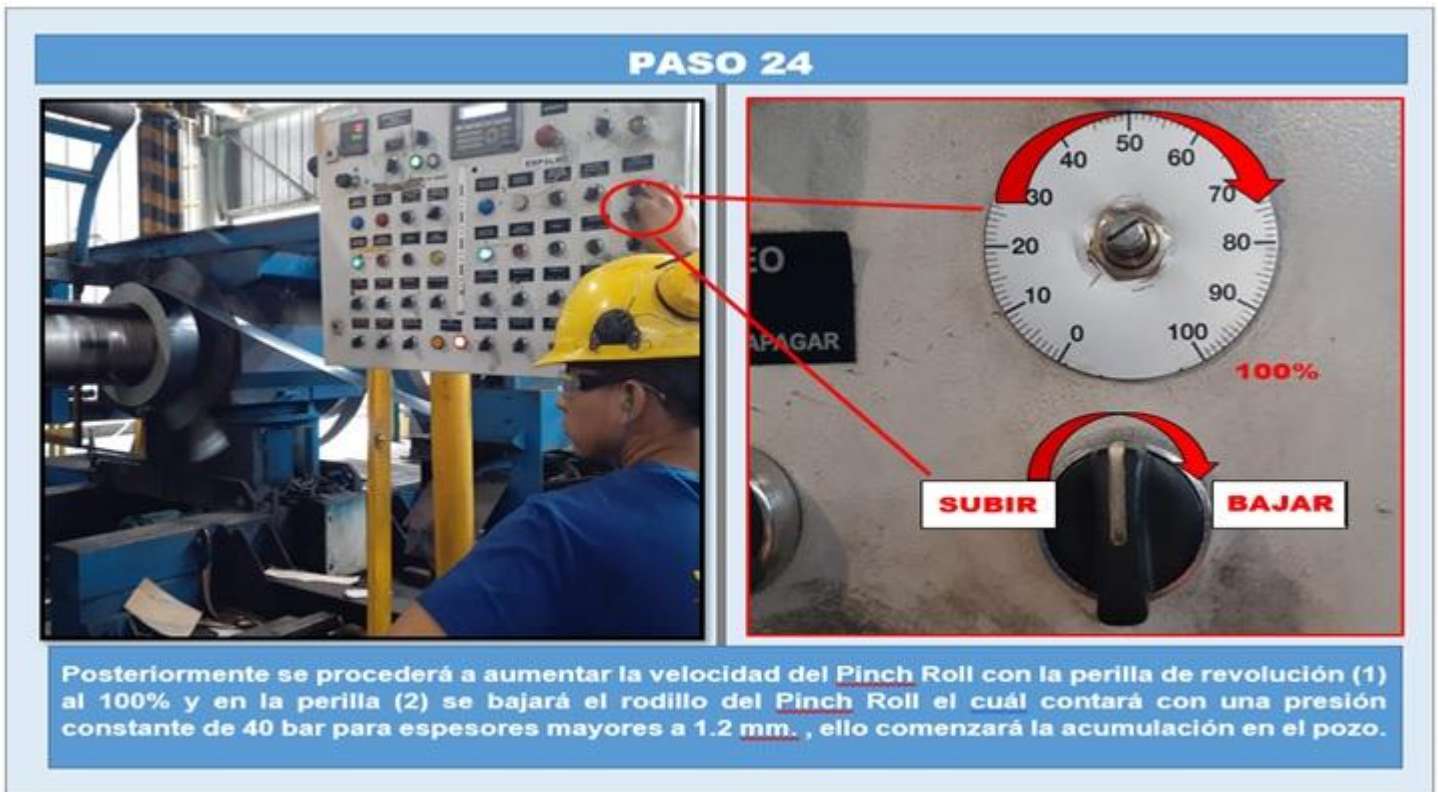


**COLAPSO DE FLEJE EN DEBOBINADOR POR RETIRAR GUARDA ANTES DE TIEMPO**

**PASO 23**

Después de cierto tiempo y cuando el soldador note que el fleje está llegando al límite sombreado para comenzar a debobinar, se retirará la guarda del fleje con la perilla GUARDA DE FLEJE.

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

### **6.2.2. instructivo de montaje y desmontaje de estaciones de la zona de formado**

las siguientes figuras detallan paso a paso los procedimientos que se tiene que realizar para el desmontaje y montaje de las estaciones de la zona de formado, a su vez la calibración previa al ingreso del fleje y las herramientas necesarias para su ejecución. Teniendo como prioridad reducir obtener el menor tiempo del SET UP (Preparación) y la merma obtenida por calibración o complicaciones en el proceso.

figura 46: Instructivo de zona de formado 1



Fuente: Elaboración propia

figura 45: Instructivo de zona de formado 2

**INSTRUCTIVO PARA EL UTILERO (Armar La Familia A Entrar)**

**Eje de la caja reductora**

**Ejes de las cajas reductoras**

Estación	Dimensión del eje útil
ST 1	485 mm
ST 2	480 mm
ST 3	360 mm
ST 4	360 mm
ST 5	360 mm
ST 6	360 mm
ST 7	360 mm
ST 8	360 mm

**Eje de la caja reductora**

Estación	Eje	Punto centro del eje a tope del eje útil (familia 60 a al 127)	Punto centro del eje a (familia 48)
1	superior	205	214
	inferior	208	211
2	superior	208	212
	inferior	207	211
3	superior	202	211
	inferior	204	206
4	superior	205	213
	inferior	205	210
5	superior	206	212
	inferior	207	210
6	superior	207	214
	inferior	207	208
7	superior	203	210
	inferior	205	210
8	superior	206	214
	inferior	206	212
9	superior	199	207
	inferior	200	206

**Fórmula para los separadores**

*Longitud del separador interiores =*

→  $\frac{\text{longitud del rodillos}}{2} - \text{la distancia del punto centro al tope del Eje}$

*Longitud del separador exterior =*

→  $\frac{\text{longitud del rodillos}}{2} - \text{la distancia del punto centro al tope del Eje} - \text{Diámetro del eje útil}$

Fuente: Elaboración propia

figura 48: Instructivo de zona de formado 3

### INSTRUCTIVO PARA EL UTILERO (Armar La Familia A Entrar)

#### Reconocimiento del área de trabajo


Fuente: Elaboración propia

figura 47: Instructivo de zona de formado 4

### INSTRUCTIVO DE DESMONTAJE DE RODILLOS






#### Desmontaje de las estaciones

**Nota:** cada cambio de familia verificar manualmente con un movimiento vertical los ejes de la caja reductora si en caso tiene juego o movimiento, avisar a Mantenimiento para el ajuste respectivo.



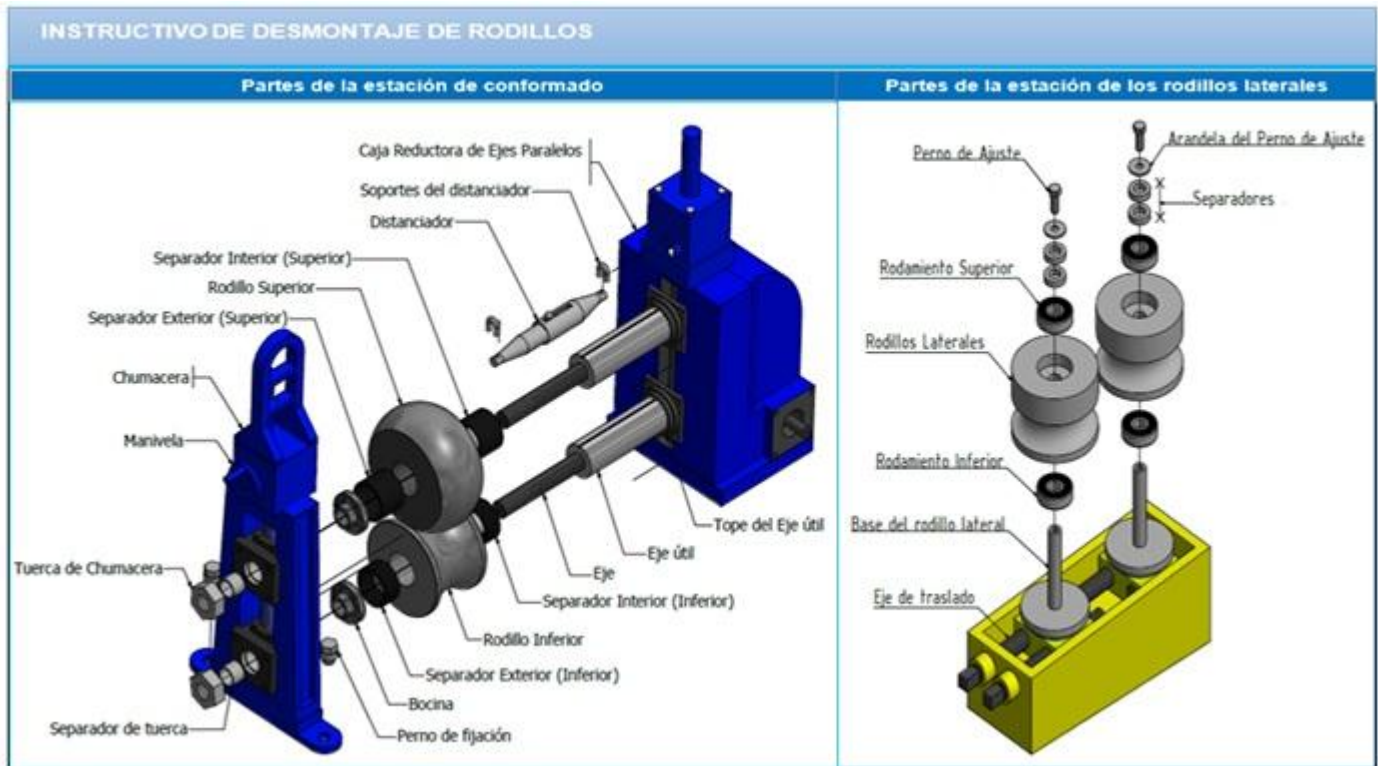
N°	Nombre	Herramienta	Descripción
1	Tuercas de la chumacera	Fuista de impacto -dado (100 mm)	Alojar las dos tuercas de la chumacera, alzar la tuerca superior hacia la izquierda y tuerca inferior hacia la derecha, seguido retirar las tuercas a la mesa de montaje.
2	Separadores de la chumacera	Manual	Retirar los separadores de la chumacera inferior y superior en la mesa de montaje.
3	Manivela	Manual	Subir la manivela hasta el tope (ligro hacia la izquierda), para retirar con facilidad los rodillos formadores.
4	Pernos de fijación	Llave de boca (N° 28 mm)	Retirar los dos pernos de fijación de la chumacera con ayuda de la llave de boca y colocarlos en la mesa de montaje.
5	Soporte del distanciador	Manual	Extraer el soporte del distanciador para retirar libremente la chumacera.
6	Chumacera	Tecla (2Tn)	Retirar la chumacera con ayuda del tecla, poner el cancho del tecla al cabeza de la chumacera y colocarlo en el piso.
7	Separador internos de la chumacera	Manual	Extraer del eje los separadores y colocarlos en el interior de la chumacera.
8	Bobina	Manual	Extraer del eje las bobinas y colocarlos en la mesa de montaje.
9	Separadores externos de rodillos (superior e inferior)	Manual /Combo/ Barreta	Retirar los separadores con ayuda de Combo/ Barreta (pequeños golpes y/o desplazamiento con la barreta) en caso no poder extraer manualmente, colocarlos en los pinochos (ST 3-5) y estante de rodillos (6-9).
10	Rodillos (superior e inferior)	Manual /tecla (2Tn)/ Extensores del eje	Retirar los rodillos ayuda del tecla (rodillos pesados)/ Extensores del eje (acople de los pinochos con el eje de la caja reductora) en caso no poder extraer manualmente, colocarlos en los pinochos (ST 3-5) y estante de rodillos (6-9).
11	Separadores externos de rodillos (superior e inferior)	Manual /Combo/ Barreta	Retirar los separadores con ayuda de Combo/ Barreta (pequeños golpes y/o desplazamiento con la barreta) en caso no poder extraer manualmente, colocarlos en los pinochos (ST 3-5) y estante de rodillos (6-9).

#### Herramientas de uso

				
Pinochos (Negro-Desmontaje y Coleste-Montaje)	Combo	Llave de boca	Barreta	Tecla de 2 Tn

Fuente: Elaboración propia

figura 50:Instructivo de zona de formado 5



Fuente: Elaboración propia

figura 49:Instructivo de zona de formado 6

**INSTRUCTIVO DE DESMONTAJE DE RODILLOS**

**Desmontaje de las estaciones**

**Nota:** los rodillos separadores serán cambiados desde la estación 5-6 de acuerdo a la familia.

N°	Nombre	Herramienta	Descripción
1	Pernos de fijación	Llave de boca (N° 28 mm)	Alojar las dos tuercas de fijación, aflojar la tuerca hacia la izquierda, luego retirar las tuercas a la mesa de montaje.
2	Arandela del perno de fijación	Manual	Retirar las arandelas y colocar en la mesa de montaje.
3	Separadores	Manual	Retirar los separadores y colocar en la mesa de montaje.
4	Rodamiento	Manual	Retirar los rodamientos junto al rodillo lateral
6	Rodillos laterales	Manual/combo	Retirar los rodillos laterales del eje con ayuda del combo si en caso es necesario y colocar en el estante de rodillos formadores.
7	Rodamiento	Manual	Retirar los rodamientos junto al rodillo lateral
8	Eje base	Manual	Verificar los hilos donde van los pernos de fijación (desgastados).

Herramientas de uso	Forma de uso
<p>Llave boca (N° 28 mm)</p>	<p>Ajuste con llave de boca 28 mm, en el punto "A" hacia la izquierda la base de los rodillos laterales se desliza hacia atrás y si es hacia la derecha para adelante y en el punto "B" viceversa</p>
<p>Combo</p>	

Fuente: Elaboración propia



INSTRUCTIVO DE MONTAJE DE RODILLOS									
<b>TABLA DE ALTURAS DE RODILLOS SUPERIORES EN CADA ESTACIÓN Y FAMILIA</b>									
		FAMILIAS							
Estaciones		48	60	65	76	89	96	114	127
Conformadora	1	22.5		25.9	25.5	25.9	26	24.8	24
	2	26		26	25.8	25.8	25.3	24.9	24.5
	3	25		22.5	22.2	22.5	22.5	24.5	24.2
	4	25.5		23.7	23.6	23.5	23.6	23.2	24.5
	5	24		24	23.9	22.3	22.7	21.5	22.8
	6	24.5		22.2	21.6	19.5	19	20.7	22.7
	7	26		24.5	22.1	20.8	20.3	19.5	19.9
	8	27		24.9	22.5	22.4	22.3	19.8	20
	9	26.5		25.4	23.3	22	22.8	19.6	19.2
Calibradora	10	24.5		25.3	25.5	22.6		19	16.9
	11	24.5		25.4	26.1	22.6		19.5	17.1
	12	24		24.8	26	21.8		18.6	16.6
	13	23.5		24.4	24.8	21.5		18	16.6

La variación de estos datos puede ser de un máximo de +/-1.5mm. Debido a la variación de espesores.

Fuente: Elaboración propia

figura 51:Instructivo de zona de formado 8

INSTRUCTIVO DE MONTAJE DE RODILLOS		
PASO 1	PASO 2	PASO 3
 <p>Se retiran los pernos de fijación de las chumaceras para que se pueda retirar la estación, esto se realizará con la llave de boca N°28mm., colocar los pernos en la mesa de montaje.</p>	 <p>Con la pistola de impacto-dado de 100mm. retirar las tuercas de la chumacera, aflojar la tuerca superior hacia la izquierda, y la inferior hacia la derecha, colocar las tuercas en la mesa de montaje.</p>	 <p>Retirar los separadores de la chumacera superior e inferior manualmente, después, subir la manivela (giro a la izquierda) hasta el tope para retirar los rodillos formadores con facilidad.</p>

Fuente: Elaboración propia

figura 54: Instructivo de zona de formado 9

INSTRUCTIVO DE MONTAJE DE RODILLOS		
PASO 4	PASO 5	NOTA
 <p>Extraer el soporte del distanciador para retirar libremente la chumacera, a su vez, retirar los separadores internos que se encuentran dentro de la misma.</p>	 <p>Retirar las bocinas internas de las chumaceras y colocarlas en la mesa de montaje, después de ello se extraerán los separadores externos de los rodillos y los rodillos, colocándolos en el estante de rodillos.</p>	 <p>De no poder retirar los separadores externos y/o rodillos de las estaciones manualmente se pueden retirar con el combo o barreta deslizándolos hacia los pinochos.</p>

fuelle: Elaboración propia

figura 53: Instructivo de zona de formado 10

INSTRUCTIVO DE MONTAJE DE RODILLOS		
PASO 6	PASO 7	NOTA
 <p>Colocar los rodillos y bocinas correspondientes a la familia entrante de acuerdo a lo que digan los Planos de las Familias.</p>	 <p>Los rodillos y/o bocinas entrantes se encontrarán colocados en el estante de rodillos, listos para ser colocados en sus respectivas posiciones</p>	 <p>Si los rodillos son pesados, se encontrarán en los pinochos, estos se desplazarán manualmente o con ayuda del combo hacia sus posiciones en su respectivo eje/estación.</p>

fuelle: Elaboración propia

figura 56:Instructivo de zona de formado 11

**INSTRUCTIVO DE MONTAJE DE RODILLOS**

PASO 8	PASO 9	PASO 10
		
<p>Se colocarán los rodillos superiores e inferiores con las bocinas y/o arandelas en cada estación. Posteriormente se colocará la chumacera.</p>	<p>Se ajustarán las tuercas de las chumaceras con la llave de boca N° 28mm. A su vez, se colocarán las tuercas para los rodillos superiores e inferiores, los cuáles serán ajustados con la pistola neumática.</p>	<p>Una vez colocados los rodillos a trabajarse, se procederá a calibrar la altura de cada rodillo superior con la manivela en cada estación, de acuerdo a la tabla de altura por estaciones.</p>

Fuente: Elaboración propia

figura 55:Instructivo de zona de formado 12

**INSTRUCTIVO DE MONTAJE DE RODILLOS LATERALES**

### POSICIÓN DE LOS RODILLOS LATERALES SEGÚN CODIGO EN CADA FAMILIA

CODIGOS												
RODILLOS LATERALES DE CONFORMADO									RODILLOS LATERALES DE CALIBRADO			
FAMILIA	1--2	2--3	3--4	4--5	5--6	6--7	7--8	8--9	10--11	11--12	12--13	
88	3-4 D60	GUÍA ENTRADA	1-2 SR 1743 D-2	2-3 SR 1743 D-2	*****	5-6 SR 1743 D-2	4-5 SR 1743-001 D-2	*****	S2T2 OO 1743 D-2	S182 OO 1743 D-2	S3T2 OO 1743 D-2	
60	3-4 D60	2-3 SR 1743 D-2	6-7 D114	6-7 D114	6-7 D60	6-7 D65	7-8 D59	8-9 D59	TA - 12 - D56	TA - 11 - D56	TA - 10 - D56	
85	3-4 D60	2-3 SR 1743 D-2	6-7 D114	6-7 D114	***** (6-7 D76)	6-7 D65	7-8 D60	8-9 D60	TA - 10 - D87	TA - 10 - D57	TA - 12 - D57	
76	3-4 D60	2-3 SR 1743 D-2	6-7 D114	6-7 D114	***** (6-7 D76)	7-8 D83	7-8 D76	8-9 D76	10 OV D76	12 OV S D76	12 OV S D76	
89	3-4 D60	2-3 SR 1743 D-2	6-7 D114	6-7 D114	6-7 D83	*****	*****	*****	*****OV D89	*****OV D89	*****OV D89	
96	3-4 D60	2-3 SR 1743 D-2	6-7 D114	7-8 D114	6-7 D83	D102 7-8	OV D114	OV D83	8-9 S083	OV D96	OV D102	
114	3-4 D60	2-3 SR 1743 D-2	6-7 D114	6-7 D114	*****	D102 7-8	6-7 S083	OV D114	OV D114	OV D114	OV D114	
127	3-4 D60	1746 D-2	6-7 D114	7-8 D114	4-5 D60	6-7 D83	OV D114	5-6 D83	*****	*****	*****	

**\*\*\*\*\* = De cabeza / () = Acuñaado**

Fuente: Elaboración propia

figura 58: Instructivo de zona de formado 13

INSTRUCTIVO DE MONTAJE DE RODILLOS LATERALES																		
PASO 1				PASO 2				PASO 3										
<b>CODIGOS</b>	RODILLOS DE PULIDO DE CONJUNTO			RODILLOS DE PULIDO DE BANC														
	1000	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6							6-7	7-8	8-9	10-11	11-12	12-13
	1	1000	1000000	1000000	1000000	1000000							1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
	2	1000	1000000	1000000	1000000	1000000							1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
	3	1000	1000000	1000000	1000000	1000000							1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
	4	1000	1000000	1000000	1000000	1000000							1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
	5	1000	1000000	1000000	1000000	1000000							1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
	6	1000	1000000	1000000	1000000	1000000							1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
	7	1000	1000000	1000000	1000000	1000000							1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
	8	1000	1000000	1000000	1000000	1000000							1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
	9	1000	1000000	1000000	1000000	1000000							1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000
	10	1000	1000000	1000000	1000000	1000000							1000000	1000000	1000000	1000000	1000000	1000000

Verificar en la tabla de Rodillos Laterales la posición de los mismos de acuerdo a la familia entrante, si la posición del rodillo no cambia NO retirar el rodillo lateral.

Si la posición del rodillo es distinta o cambia, prosiga con desajustar los pernos superiores que ajustan los rodillos con las bocinas y/o arandelas al porta rodillos.

Retirar las arandelas y/o bocinas de los rodillos laterales y colocarlos en el estante de rodillos.


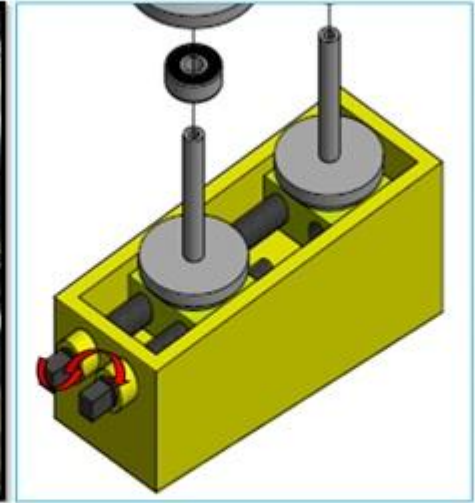

Fuente: Elaboración propia

figura 57: Instructivo de zona de formado 14

INSTRUCTIVO DE MONTAJE DE RODILLOS LATERALES		
PASO 4	PASO 5	PASO 6
	 <p style="text-align: center;"><b>Rodamientos en buen estado (rodamientos operativos).</b></p>	
<p>Retirar los rodillos laterales de acuerdo a lo que indique la tabla de Rodillos Laterales y colocar las bocinas necesarias para el Rodillo Lateral.</p>	<p>Colocar el rodamiento nuevo y engrasado (grasa SKF 2/5 negra) al rodillo lateral entrante y colocarlos sobre los porta rodillos.</p>	<p>Colocar arandelas y/o bocinas sobre los rodillos laterales necesarias para que alcancen la longitud del perno y ajustar el perno de fijación con la llave de boca N°28 mm.</p>

Fuente: Elaboración propia

figura 60: Instructivo de zona de formado 15

INSTRUCTIVO DE MONTAJE DE RODILLOS LATERALES		
PASO 7	PASO 8	PASO 9
		
<p>Una vez colocados ambos rodillos laterales en cada posición entre las estaciones, se procederá a pasar el tubo a trabajar por cada uno de ellos.</p>	<p>Se deberán ajustar las tuercas que se encuentran en la cara posterior de la base con la llave de boca 28mm, si se gira hacia la izquierda, el rodillo se moverá hacia atrás, y si es a la derecha se moverá hacia adelante.</p>	<p>El operador de la línea deberá verificar que el fleje pase por en medio de ellos para que pueda irse formando.</p>

Fuente: Elaboración propia

figura 59: Instructivo de zona de formado 16

INSTRUCTIVO PARA LA ALINEACIÓN DEL FLEJE		
<p><b>Alineación del fleje para el correcto conformado</b></p> 		
<p>Alinear el centro del fleje con el centro del rodillo y el Angulo soldado en la mesa de montaje, esto se realizará con los rodillos guía en primer lugar y luego con los regular los rodillos laterales, en cada estación deberá avanzar lentamente el fleje para ver que en efecto está en el centro de los rodillos (control de movimiento manual), en el mismo momento alinear al centro del fleje al centro del rodillo soldador, todo esto alineación se verifica visualmente de no estar alineados los rodillos se utilizará la línea entre el rodillos y los separadores.</p>		
<p><b>Alineación Frontal</b></p> 		
<p>Alinear los extremos del desarrollo (fleje) con forme van avanzando en las estaciones, los extremos del desarrollo se levantarán paralelamente realizando el tuno como se muestra en las fotos, si en caso no ocurra esto tendrán que verificar la alineación del centro del fleje y el centro del rodillos o alinear bien los rodillos laterales, esto se realizará una verificación visual.</p>		
 <p>Manivela</p>	 <p>Choque de rodillos</p>	 <p>Tuerca</p>
<p>Mover la manivela hasta que el rodillos superior aplastar el fleque con el rodillos inferior para poder formar el fleje en las estaciones 1 – 6 y de la 7 – 9 tenemos que mover la manivela hasta que los dos rodillos choquen entre sí para dar el formado final o rectificado, (rectificado) ya que estas tienen el diámetro requerido.</p>		<p>Ajustar la tuerca para el lado derecho es para levantar la base de los laterales y para el lado izquierdo estas bajar, esto depende de la alineación de fleje para tener unos tobos no curvos</p>

Fuente: Elaboración propia

**INSTRUCTIVO PARA EL UTILERO (Rodamientos)**

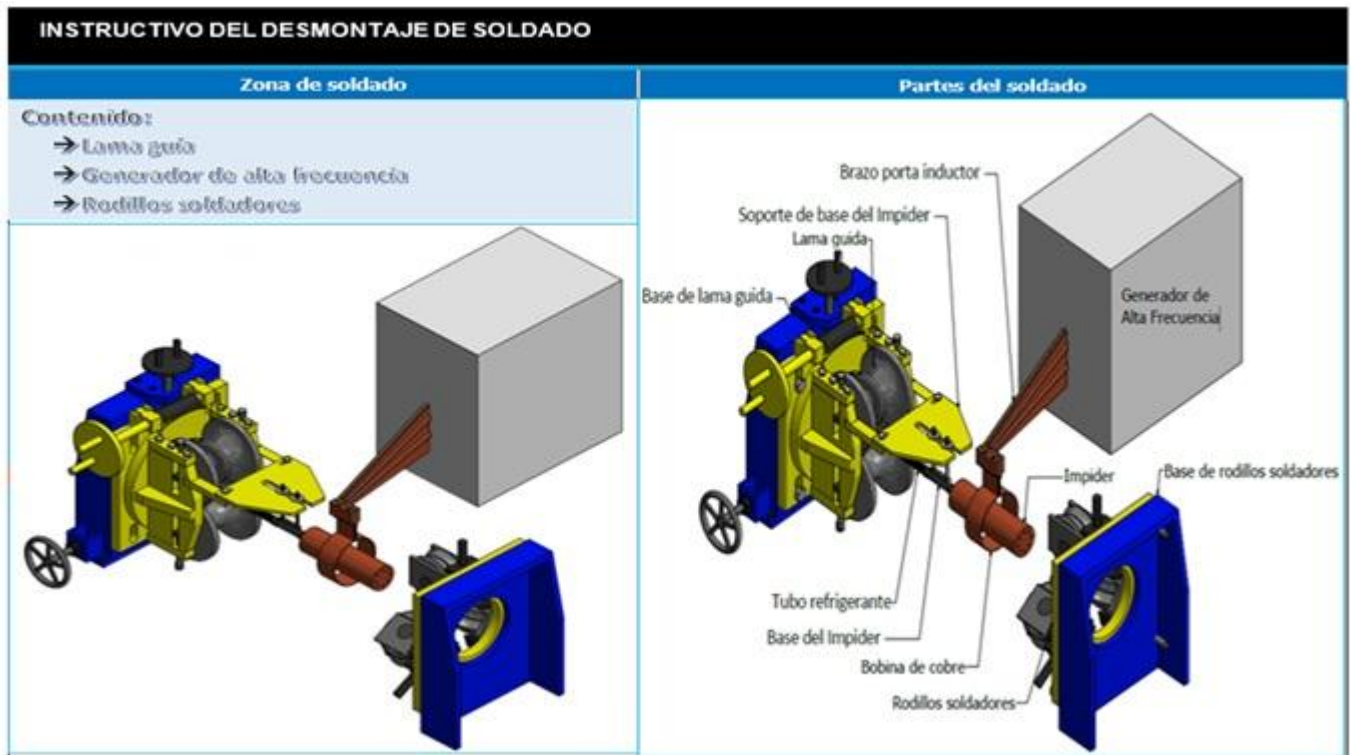
Rodamientos					Función de la línea	
<b>RODAMIENTOS EN LOS DIFERENTES RODILLOS</b>						
Nº	Uso	Diámetro	Espesor	Código		
1	Rodillos laterales	100 mm	21 mm	6211		
2	Lama Guía	100 mm	21 mm	6211		
3	Rectificado	100 mm	21 mm	6211		
4	Rodillos soldadores	100 mm	25 mm	NJ2213		
<b>Mantenimiento Del Rodamiento</b>						
<p>Rodamientos en buen estado (rodamientos operativos).</p>		<p>Verificar que los rodamientos giren sin problemas (cilindros en mal estado)</p>				
<p>Engrasar los Rodamientos (Grasa SKF 2/5 Negra) y guárdalo.</p>		<p>Rodamientos en mal estado.</p>				

Fuente: Elaboración propia

### 6.2.2. instructivo de montaje y desmontaje de la zona de soldado

las siguientes figuras detallan paso a paso los procedimientos que se tiene que realizar para el desmontaje y montaje de las estaciones de la zona de soldado, a su vez la calibración de la Magüida, rodillos soldadores, Impider, Con las herramientas necesarias para su ejecución. Teniendo como prioridad reducir el menor tiempo del SET UP y la merma obtenida por calibración o complicaciones en el proceso.

figura 63:Instructivo zona de soldado 1



Fuente: Elaboración propia

figura 62:Instructivo zona de soldado 2

**INSTRUCTIVO DE DESMONTAJE DE RODILLOS**

Desmontaje del Impider		Desmontaje de la Lama Guía	
N°	Nombre	Herramienta	Descripción
1	Impider	Llave de boca (N° 19 mm)	Aflojar la tuerca de la base de Impider (hacia abajo como lo muestra la figura), luego retirar el Impider y guardarlo en estante del Impider y bobina inductora.
2	Manguera	Llave de boca (N° 19 mm)	Aflojar la tuerca de la base de Impider (hacia arriba como lo muestra la figura), dejar libre la base de Impider para retirarlo.
3	Pernos de la base del Impider	Llave de boca (N° 19 mm)	Retirar las tuercas de la base de Impider, con cuidado de no tumbar la base del Impider y que no sufra ningún daño en los hilos donde van las tuercas del Impider y tubo refrigerante.
4	Base del Impider	Manual	Retirar la Base del Impider y colocarlo en la mesa de montaje

N°	Nombre	Herramienta	Descripción
5	Pernos de fijación	Llave de boca (N° 28 mm)/Teclé 2Tn/ Ingulla	Aflojar los cuatro pernos de fijación, con el apoyo del teclé y una soguilla anclada a la muestra superior, para aflojar la presión del perno para poder retirar los pernos con facilidad y ponerlos en la mesa de montaje.
6	Lama guía	Teclé 2Tn	Con apoyo del teclé retirar la Lama Guía y colocarlo en la mesa de trabajo.

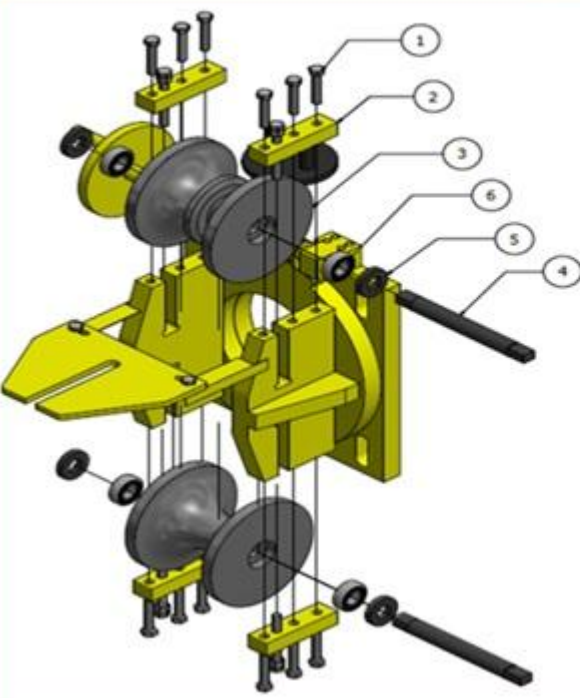
Herramientas de uso		
<p>Teclé de 2Tn</p>	<p>Llave de boca N° 19 v 28 mm</p>	<p>Faja</p>

Fuente: Elaboración propia

figura 65:Instructivo zona de soldado 3


### INSTRUCTIVO DE DESMONTAJE DE RODILLOS

#### Desmontaje de la Lama Guida




N°	Nombre	Herramienta	Descripción
1	Pernos que soporta el brazo con el eje de los rodillos	Llave de boca (N° 19 mm)	Aflojar los seis pernos que soporta el brazo del eje de los rodillos con ayuda de la llave de boca N° 19 (de ambos rodillos), y colocarla en la mesa de trabajo.
2	Brazo con el eje de los rodillos	Manual	Retirar los brazos con el eje de los rodillos y colocarlos en la mesa de trabajo (de ambos rodillos).
3	Eje de los rodillos Lama Guida	Manual	Retirar el eje con los Rodillos Lama Guida a la mesa de trabajo (de ambos rodillos).
4	Rodillos Lama Guida y separadores	Manual	Retirar el eje de los rodillos Lama Guida y separadores, luego colocarlos en la mesa de trabajo (de ambos rodillos).
5	Rodamientos	manual	Retirar los rodamientos de Rodillos Lama Guida, limpiar los Rodillos Lama Guida y guardar los Rodillos Lama Guida, Separadores y rodamientos en su respectivo lugar (de ambos rodillos).


#### Lugar para guardar



Estante de separadores de rodillos Lama Guida y Soldadores



Estante rodamientos de rodillos Lama Guida y Soldadores



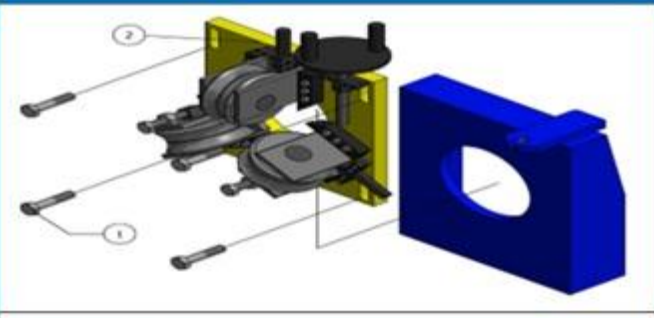
Caja rodillos Lama Guida

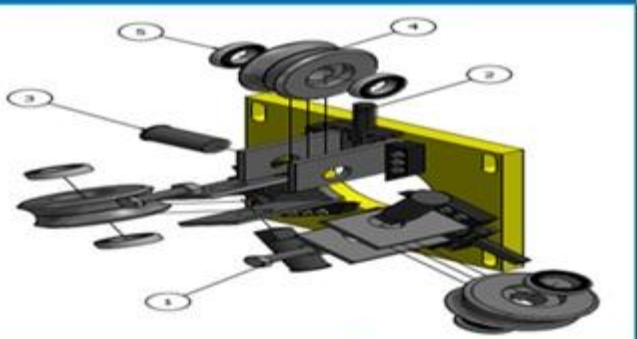
Fuente: Elaboración propia

figura 64:Instructivo zona de soldado 4

### INSTRUCTIVO DE DESMONTAJE DE RODILLOS


#### Desmontaje de los rodillos soldadores






N°	Nombre	Herramienta	Descripción
1	Pernos de fijación	Llave de boca (N° 28 mm) / Tache 2Tn / siquilla	Aflojar los cuatro pernos de fijación, con el apoyo del tache y una siquilla anclada a la manija superior, para aflojar la presión del perno para poder retirar los pernos con facilidad y ponerlos en la mesa de montaje.
2	Porta base de los rodillos soldadores	Tache 2Tn	Con apoyo del tache retirar Porta base de los rodillos soldadores y colocarlo en la mesa de trabajo

N°	Nombre	Herramienta	Descripción
1	Tornillos de ajustes	Llave de boca (N° 1 1/8")	Aflojar los tornillos de ajuste con ayuda de la llave de boca, para poder liberar el eje de los rodillos soldadores, no sacar los tornillos dejarlos en la tuerca (solo aflojarlo).
2	brazo de ajuste del rodillo	Llave de boca (N° 32)	Aflojar los brazos de ajustes de los rodillos para poder facilitar la extracción del eje de los rodillos soldadores.
3	Eje de los rodillos soldadores	Manual / Llave de boca (N° 32)	Retirar el eje de los Rodillos soldadores a la mesa de trabajo, esto se realizara con ayuda de la llave de boca con pequeños golpes al eje para su posterior retiro.
4	Rodillos soldadores	Manual	Retirar los Rodillos soldadores con el rodamiento, luego colocarlos en la mesa de trabajo (cada uno de los rodillos).
5	Rodamientos y separadores	manual	Retirar los rodamientos de los Rodillos soldadores, limpieza de los Rodillos, después guardar los Rodillos en el estante de rodillos soldadores, Separadores y rodamientos en su respectivo lugar.



Estante de rodillos soldadores



Mesa de trabajo

Fuente: Elaboración propia



figura 67: Instructivo zona de soldado 5

### INSTRUCTIVO PARA LA ALINEACIÓN DE LAMA GUIDA

**ALINEACIÓN DE LAMA GUIDA**

Verificar que los rodillos lama guida conformen una circunferencia perfecta

Observar que la abertura del tubo debe pasar por la pastilla de los rodillos Lama Guida guiando la dirección del tubo hacia el soldado

**Operación**

N°	Nombre	Descripción
1	Manija Superior (Rojo)	Girar la Manija Superior en sentido horario para subir Lama Guida y en sentido anti horario para bajar.
2	Manija Lateral Superior (Azul)	Girar la Manija Lateral Superior en sentido horario Para inclinar hacia el lado izquierdo Lama Guida y en sentido anti horario para inclinar hacia el lado derecho.
3	Manija Lateral Inferior (Azul claro)	Girar la Manija Lateral Inferior en sentido horario para que Lama Guida se mueva hacia afuera y en sentido anti horario para que se mueva hacia adentro.

Alineación de la Lama Guida, guiada a los rodillos soldadores

Fuente: Elaboración propia

figura 66: Instructivo zona de soldado 6

### INSTRUCTIVO DE ALINEACIÓN DEL FLEJE POR LA LAMA GUIDA

**Alineación de Lama Guida**

La Lama Guida ayuda a guiar al tubo paralelamente hasta llegar a la zona de soldado por Alta Frecuencia.

**Para la alineación:**

- Verificar que sea paralelo el borde del tubo cuando pasa dentro de los rodillos de Lama Guida.
- Verificar que la pastilla esté alineada dentro de la abertura del tubo hacia el centro del rodillo soldador.

**Posición del tubo en los rodillos Lama Guida**

Posición correcta de la abertura del tubo junto con la pastilla.

**Alineación del tubo**

**Alinear del tubo:**

- Verificar que el tubo esté como se muestra en la figura antes de pasar por la soldadora de AF.
- Verificar que el borde del fleje (filos) no se mueva a un lado o al otro, sino que encuentre paralelos.

Fuente: Elaboración propia

figura 69:Instructivo zona de soldado 7

### INSTRUCTIVO DE LA ZONA DE SOLDADO

#### Desmontaje De La Bobina Inductora

#### Relación entre Diámetro de Tubo y Diámetro de Bobina de Cobre

Diámetro del tubo (familia) en mm	Diámetro int. De bobina de cobre
48	68
60	85
65	90
76	100
89	115
96	121
114	142
127	157

Estos diámetros están establecidos de acuerdo al rendimiento de las bobinas. Los diámetros de la bobina debe ser mayor al diámetro del tubo para la inducción, mayor en 20, 25 y 30 mm

#### ALINEACIÓN DEL BRAZO DE BOBINA INDUCTORA

N°	Nombre	Descripción
1	Manija Superior	Girar la Manija Superior en sentido horario para mover hacia la derecha el variador de A.F y en sentido anti horario para el izquierdo.
2	Manija Inferior	Girar la Manija Inferior en sentido horario para que suba el variador de A.F y en sentido anti horario para que se mueva hacia abajo.

N°	Nombre	Herramienta	Descripción
1	Pernos y tuerca de fijación (cobre)	2 Llave de boca (N° 24)	Alojar los pernos con ayuda de las llaves de boca y retirar las tuercas del perno.
2	Sistema de refrigeración	Manual	Retirar el sistema de refrigeración de los pernos de fijación y brazo porta inductor.
3	Bobina	Manual	Se procede a retirar la Bobina del Brazo Porta inductor también los pernos de fijación (guardar en el estante de bobinas y Impider).

#### ALINEACIÓN DE LA BOBINA INDUCTORA

##### Alineación correcta

Fuente: Elaboración propia

figura 68:Instructivo zona de soldado 8

### INSTRUCTIVO DE LA ZONA DE SOLDADO

#### Alineación del Impider

#### Posición del Impider frente a la Bobina Inductora de Cobre y Rodillos

Letra	Descripción
A	Distancia entre el centro de los Rodillos inferiores y el Inductor
B	Impider
C	Distancia entre el Inductor y el Impider
CL	El eje central de la tuerca superior, separa en 1/2" de separación del centro de los Rodillos inferiores
E	Distancia de los Rodillos inferiores
CL	Longitud del Inductor
CID	Distancia entre el Inductor y el tubo
CID	Distancia entre el Inductor y la Bobina

La alineación del Impider debe ser al centro del tubo con tendencia hacia abajo, para que la inducción sea concentre en la parte superior del tubo, para centra el Impider debemos ajustar o desajustar los pernos de la base del Impider, si deseamos bajar tendremos que desajustar las tuercas superiores y ajustar las tuercas inferiores y si deseamos subir viceversa.

#### Relación entre Diámetro de Tubo y Diámetro de Impider (macho)

Diámetro Tulo (Familia) en mm	Diámetro Ext. x Largo de Impider (mm)
48	29 x 230 conector 5/8"
60	39 x 330 conector 7/8"
65	41 x 330 conector 7/8"
76	51 x 330 conector 7/8"
89	60 x 330 conector 7/8"
96	65 x 330 conector 7/8"
114	86 x 330 conector 7/8"
127	111 x 330 conector 7/8"

Fuente: Elaboración propia

figura 71:Instructivo zona de soldado 9



Fuente: Elaboración propia

figura 70:Instructivo zona de soldado 10

**PASO 1.**  
 Buscar en la gaveta de la línea LAC del área de los rodillos formadores el tipo de Impider y bobina inductora que se utilizarán de acuerdo al tipo de familia que se va a armar, para ello verificar la

FAMILIAS	TIPOS DE TUBO	IMPIDER	BOBINA INDUCTORA
FAM 48	D38 D48 36 50x25 65x25	25	68
FAM 60	D60	35	85
FAM 65	50x2" 60x40	35	90
FAM 76	D76 80x40	49	100
FAM 89	D89	61	115
D96	75 100x50	63	121
FAM 114	D114	76	142
FAM 127	100 150x50	85	157

Fuente: Elaboración propia

figura 73:Instructivo zona de soldado 11



Fuente: Elaboración propia


figura 72:Instructivo zona de soldado 12



Fuente: Elaboración propia

figura 75:Instructivo zona de soldado 13

**PASO 4.**  
Una vez pasado el tubo, se procede a medir que la tangente inferior del tubo con la mesa de trabajo en el punto 1 para que los puntos 2 y 3 tengan su misma longitud. Este procedimiento se puede realizar con una regla o wincha.



**1**  
En medio de la estación 9 y el rodillo Lama Guida

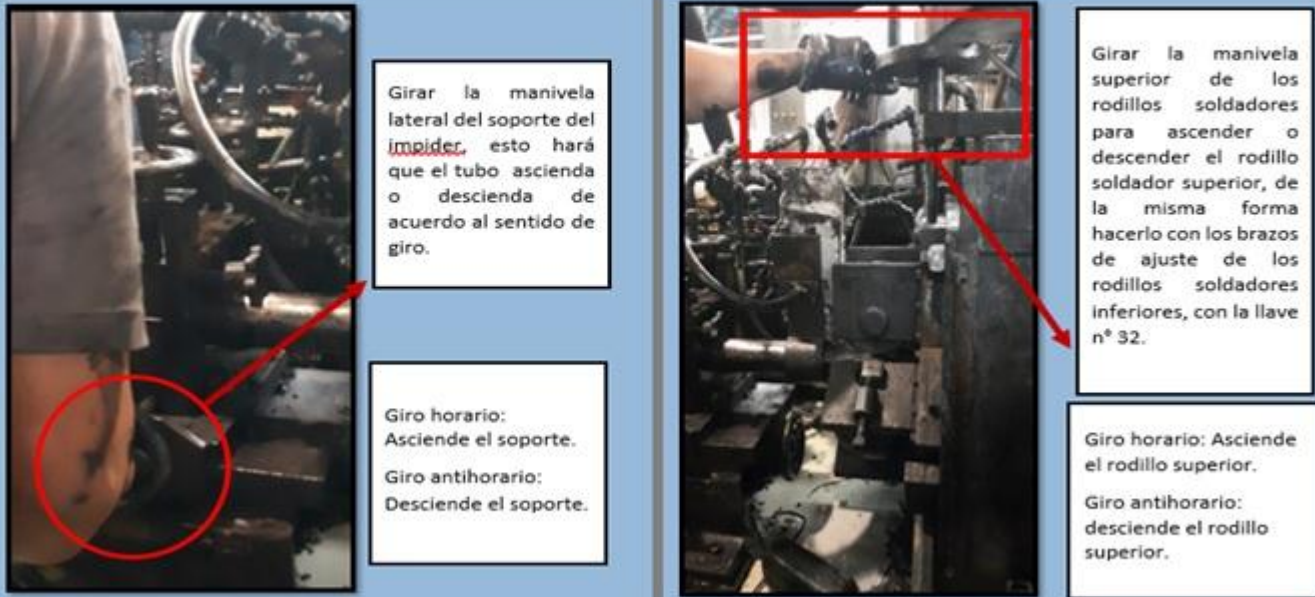
**2**  
En medio del rodillo Lama Guida y el soporte de Impider

**3**  
En medio de la Bobina Inductora y los rodillos soldadores

Fuente: Elaboración propia

figura 74:Instructivo zona de soldado 14

**PASO 5.**  
En el caso que la longitud sea distinta en el punto dos y/o tres, se ajustará con sus respectivas manivelas. Esto se realizará manualmente o con ayuda de una palanca.



Girar la manivela lateral del soporte del Impider, esto hará que el tubo ascienda o descienda de acuerdo al sentido de giro.

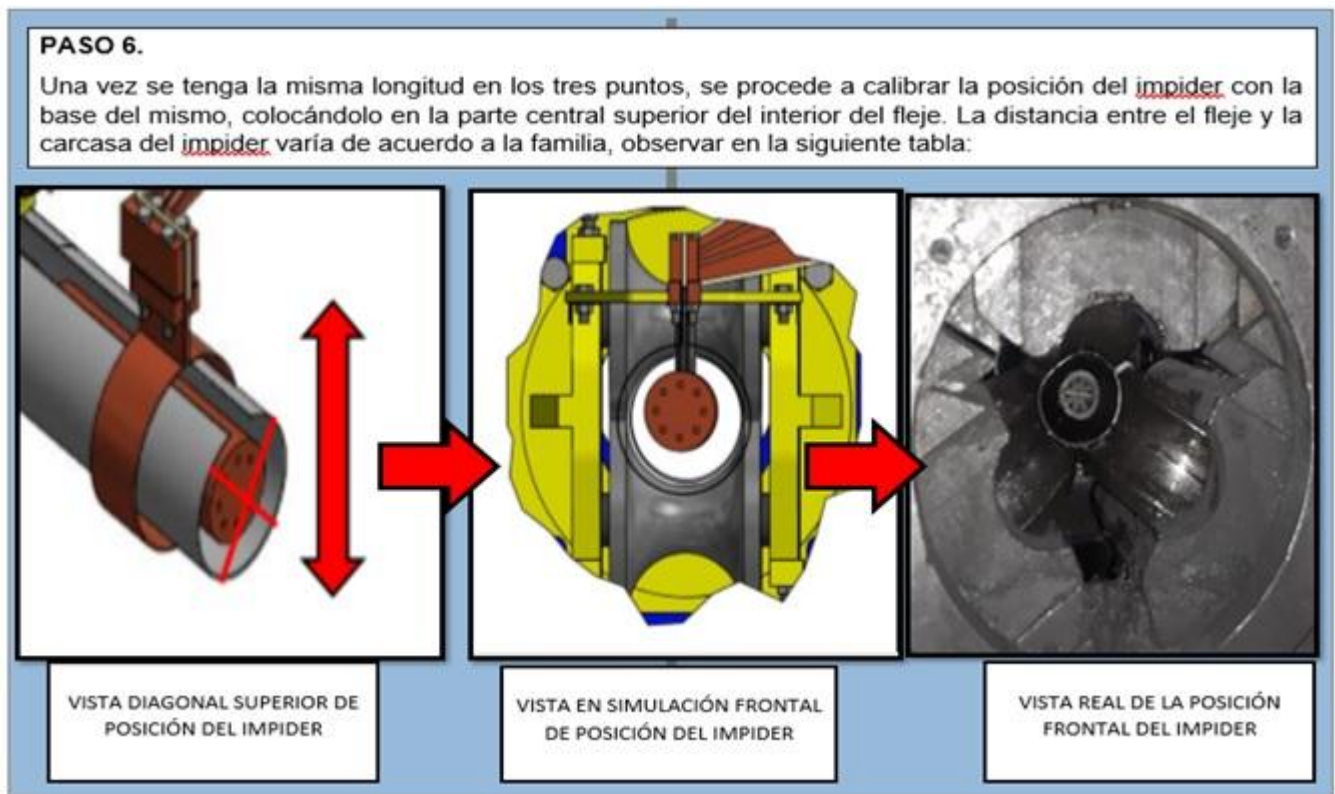
Giro horario:  
Asciende el soporte.  
Giro antihorario:  
Desciende el soporte.

Girar la manivela superior de los rodillos soldadores para ascender o descender el rodillo soldador superior, de la misma forma hacerlo con los brazos de ajuste de los rodillos soldadores inferiores, con la llave n° 32.

Giro horario: Asciende el rodillo superior.  
Giro antihorario: descende el rodillo superior.

Fuente: Elaboración propia

figura 77:Instructivo zona de soldado 15



Fuente: Elaboración propia

figura 76:Instructivo zona de soldado 16



Fuente: Elaboración propia

<p><b>PASO 9.</b> Si la medida entre fleje e <u>impeder</u> no llegase a coincidir con lo que dice la tabla, se puede variar la altura del <u>impeder</u> con las manivelas superiores de la base del <u>impeder</u>.</p>	<p><b>PASO 10.</b> Una vez se encuentren en la posición acorde a la tabla de posición de <u>impeder</u>, se procederá a pasar el resto de fleje por las estaciones de calibrado y rectificado.</p>	
	<p>Estas manivelas permitirán un desplazamiento vertical (de arriba hacia abajo o viceversa), si se giran en sentido horario, irán hacia arriba, y si el sentido es antihorario irán hacia abajo.</p>	

Fuente: Elaboración propia

### 6.2.3. instructivo de montaje y desmontaje de la zona de rectificado y cambio de cabezales turcos

- **SMED LAC - Cambio de cabezales turcos**

La finalidad de los cabezales turcos de BACK UP, ofrecería a la línea LAC (Laminado en caliente) el trabajo con dos estaciones de rectificado en paralelo. De tal manera que una ingresa a línea para realizar su función en el proceso, El segundo juego de estaciones estarían en preparación para la familia entrante. Con esta implementación se reduce el SET UP (preparación) del cambio de rectificadores en 3.90 horas. Que se convierten en horas productivas para la línea LAC (laminado en caliente). Para la instalación y compra de la nueva estructura, se realizará la gestión con una empresa tercera especialista en temas de estructuras e instalación de ellas para máquinas industriales.

La puesta en marcha requiere la aprobación de gerencia para el financiamiento del proyecto. Una vez aprobado la compra de los cabezales turcos y los trámites administrativos, Con Previamente se coordina con el área de planeamiento para que contemplé el tiempo de instalación de la mejora propuesta. La empresa tercera está solicitando unos tres días de instalación. La cual contempla la instalación y pruebas de los cabezales turcos.

Una vez instalada y probada, se procede a la capacitación de los operarios involucrados en el proceso. Los pasos a seguir, serían:

- Desmontaje de la estructura, mediante la manipulación del puente grúa.
- Colocación de la estructura saliente de línea en la zona destinada, Que estaría al lado a la espalda de las cajas reductoras.
- El Montaje de la estructura que ingresaría a línea. mediante la manipulación del puente grúa.
- Ajustes y validación de una correcta instalación de la estructura.
- Calibración de los cabezales y puesta en marcha.

Como complemento de la capacitación se realizará un feedback y auditorias programadas, para asegurar la confiabilidad del proceso y la durabilidad de la estructura implementada.

Las siguientes imágenes muestran, la vista superior y la vista isométrica de ambas estructuras. Podemos observar la que cada estructura trabaja de forma dependiente, debido a que cada una de ellas cuenta con tres estaciones y cinco juegos de rodillos.



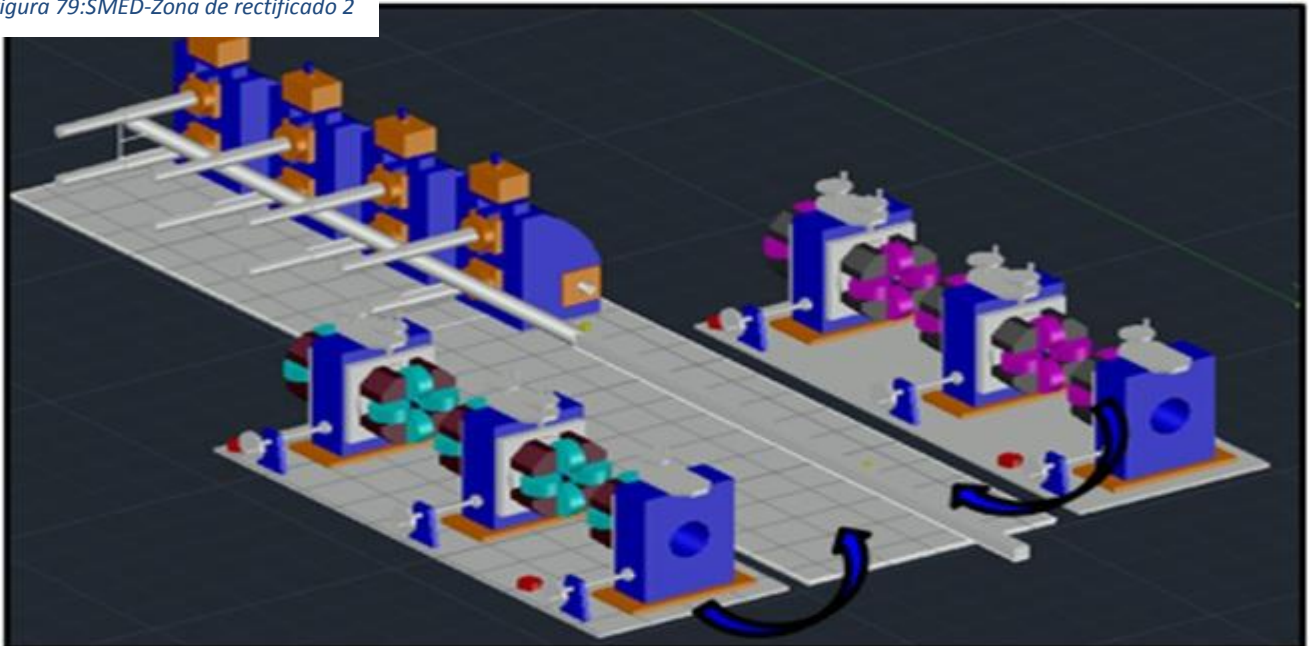
figura 80:SMED-Zona de rectificado 1



## Vista superior Cambio de cabezales Turcos

Fuente: Elaboración propia

figura 79:SMED-Zona de rectificado 2



## Vista isométrica Cambio de cabezales Turcos

Fuente: Elaboración propia

- **Instructivo de montaje y desmontaje de la zona de rectificado**

En las siguientes figuras detallan paso a paso los procedimientos que se tiene que realizar para un SET UP (Preparación) de la zona de rectificado, montaje y desmontaje de las estaciones.

figura 81: Instructivo de zona de rectificado 1

INSTRUCTIVO DE RODILLOS RECTIFICADORES	
Zona de Rectificado	Herramientas y equipos
	
(HERRAMIENTAS Y EQUIPOS)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llave ALLEN 5/8</li> <li>- Llave 28</li> <li>- Pie de rey</li> <li>- Pistola neumática</li> <li>- Tecla (Cap. 2 TN)</li> <li>- Rache de 30mm</li> </ul>	
<b>PASO 1</b>	 <p>Engrasar el rodamiento y colocar al centro del rodillo</p>
<b>PASO 2</b>	 <p>Colocar el eje en la parte central del rodillo</p>
<b>PASO 3</b>	 <p>Verificar el ancho del separador interno (Usar pie de rey)</p>
<b>PASO 4</b>	 <p>Colocar el separador interno</p>
<b>PASO 5</b>	 <p>Colocar los 4 rodillos encima de cabezal turco</p>
<b>PASO 6</b>	 <p>Alinear el eje de los rodillos rectificadores</p>

Fuente: Elaboración propia

## INSTRUCTIVO DE RODILLOS RECTIFICADORES

PASO 7



PASO 8



PASO 9



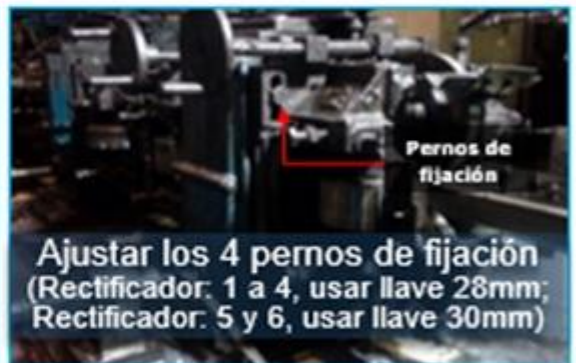
PASO 10



PASO 11



PASO 12



PASO 13



PASO 14



Fuente: Elaboración propia

## INSTRUCTIVO DE RODILLOS RECTIFICADORES

**PASO 15**



**Girar la manija lateral superior para calibrar el tubo**

**PASO 16**



**Verificar el diámetro del tubo (Usar pie de rey)**

Tipo de tubo	Descripción
	Si el tubo indicado en la Orden de Fabricación (OF) es Redondo se instala solo dos rectificadores el 2do y 3er Rectificador.
	Si el tubo indicado en la Orden de Fabricación (OF) es Cuadrado se instala el 1er, 2do, 3er, 4to, 5to y 6to Rectificador.
	Si el tubo indicado en la Orden de Fabricación (OF) es Rectangular se instala el 1er, 2do, 3er, 4to, 5to y 6to Rectificador.

**NOTA:** Los rodillos rectificadores tienen la función de darle las medidas exactas al tubo antes de pasar por la Cortadora.

Estación de Rectificado	Descripción
	<p><b>Manija Superior:</b> Girar en sentido horario para subir el rectificador y en sentido anti horario para bajar el rectificador.</p> <p><b>Manija lateral superior:</b> Girar en sentido horario para inclinar hacia el lado izquierdo el Rectificador y en sentido anti horario para inclinar hacia el lado derecho el Rectificador.</p> <p><b>Manija lateral inferior:</b> Girar en sentido horario para el rectificador y en sentido anti horario para entrar el Rectificador.</p>

Rodamiento de Rectificado				
Tipo	Formato	Código	Diámetro (mm)	Longitud (mm)
Cilindro	Cuadrado/Rectangular	NJ 2213	120	31
Cilindro	Cuadrado/Rectangular	NJ 313	140	33
Cilindro	Cuadrado/Rectangular	NJ 2211	100	25
Bola	Redondo	6211	100	21

Fuente: Elaboración propia

## 6.2.4. instructivo de montaje y desmontaje de la zona de corte

En las siguientes figuras detallan paso a paso los procedimientos que se tiene que realizar para un SET UP (Preparación) de la zona de corte, montaje y desmontaje de las de la mordaza y disco de corte. Asu vez detalla los parámetros que se ingresan al sistema de corte.

figura 84:Instructivo zona de corte 1

### INSTRUCTIVO DE LAS MORDAZAS DE LA MÁQUINA DE CORTE


Mordaza de la máquina de corte	Herramientas		
			
HERRAMIENTAS A UTILIZAR			
<ul style="list-style-type: none"><li>- Llaves: 24", 28" y 1- 1/2"</li><li>- Llave hechiza</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Llave Allen 3/8"</li><li>- Llave Allen 12"</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Combo metálico</li><li>- Cíncel</li></ul>	
<b>PASO 1</b>	 <p style="text-align: center;"><b>Aflojar los 2 pernos de fijación</b> (Usar la llave 28 mm)</p>	<b>PASO 2</b>	 <p style="text-align: center;"><b>Aflojar los pernos 4 de fijación</b> (Usar la llave Allen 12")</p>
<b>PASO 3</b>	 <p style="text-align: center;"><b>Aflojar los dos pernos de fijación</b> (Usar la llave 1-1/2 mm)</p>	<b>PASO 4</b>	 <p style="text-align: center;"><b>Retirar las 4 mordazas</b></p>
<b>PASO 5</b>	 <p style="text-align: center;"><b>Retirar las 4 bases de las mordazas</b></p>	<b>PASO 6</b>	 <p style="text-align: center;"><b>Guardar las mordazas en su respectiva caja</b></p>

Fuente: Elaboración propia

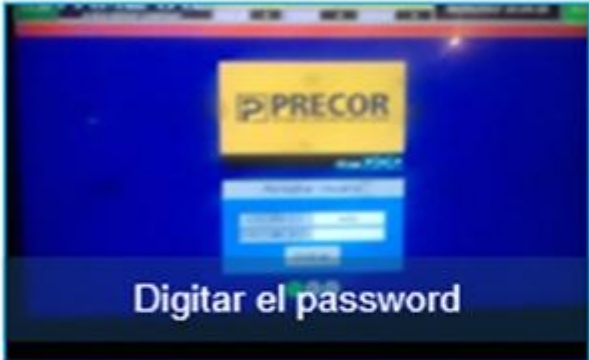
# INSTRUCTIVO DEL SISTEMA DE CORTE

SISTEMA DE CORTE

➔




PASO 1




Digitar el password

PASO 2




Menú principal

PASO 3




Seleccionar la figura de tubos

PASO 4




Seleccionar el tipo de tubo a fabricar

PASO 5



Seleccionar "Diámetro"

PASO 6





Cambiar el diámetro del tubo

Fuente: Elaboración propia

## INSTRUCTIVO DEL SISTEMA DE CORTE





<b>PASO 7</b>	 <p>Guardar el cambio de diámetro</p>	<b>PASO 8</b>	 <p>Seleccionar "Largo Tubo"</p>
<b>PASO 9</b>	 <p>Cambiar y guardar el nuevo largo del tubo</p>	<b>PASO 10</b>	 <p>Seleccionar "Espesor"</p>
<b>PASO 11</b>	 <p>Cambiar el espesor del tubo</p>	<b>PASO 12</b>	 <p>Guardar el nuevo espesor del tubo</p>
<b>PASO 13</b>	 <p>Volver al menú principal y seleccionar "Ajuste"</p>	<b>PASO 14</b>	 <p>Pulsar 3 veces en la flecha</p>

# INSTRUCTIVO DEL SISTEMA DE CORTE

<b>PASO 15</b>	 <p>Selección "Disco A"</p>	<b>PASO 16</b>	 <p>Selección y cambiar el nuevo diámetro de disco</p>
<b>PASO 17</b>	 <p>Guardar el nuevo diámetro del disco</p>	<b>PASO 18</b>	 <p>Selección el disco</p>
<b>PASO 19</b>	 <p>Selección "LISTADO"</p>	<b>PASO 20</b>	 <p>Selección "Disco A" y guardar</p>
<b>PASO 21</b>	 <p>Selección el botón "Iniciar" para calibra el disco</p>	<b>PASO 22</b>	 <p>Volver al menú y seleccionar "POS 0"</p>



## INSTRUCTIVO DEL SISTEMA DE CORTE

<b>PASO 23</b>	 <p>Seleccionar "Auto" para cambiar a "Manual"</p>	<b>PASO 24</b>	 <p>Subir y/o bajar la altura deseada (La altura debe ser 2cm)</p>
<b>PASO 25</b>	 <p>Capturar la altura deseada</p>	<b>PASO 26</b>	 <p>Seleccionar "Manual" para cambiar a "Automático"</p>
<b>PASO 27</b>	 <p>Volver al menú principal y seleccionar "A/M"</p>	<b>PASO 28</b>	 <p>Seleccionar "INICIAR"</p>
<b>PASO 29</b>	 <p>Seleccionar "ACEPTAR"</p>	<b>PASO 30</b>	 <p>Seleccionar "MANUAL"</p>

## INSTRUCTIVO DEL CAMBIO DE HOJA DE SIERRA

Máquina de corte	Herramientas		
			
<b>HERRAMIENTAS A UTILIZAR</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llaves: 24", 28" y 1"1/2</li> <li>- Llave hechiza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Llave ALLEN 3/8"</li> <li>- Llave ALLEN 12"</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Combo metálico</li> <li>- Cincel</li> </ul>	
<b>PASO 1</b>	 <p style="text-align: center; background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px;">Aflojar las dos tuercas (Usar la llave 24 mm)</p>	<b>PASO 2</b>	 <p style="text-align: center; background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px;">Abrir la guardia</p>
<b>PASO 3</b>	 <p style="text-align: center; background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px;">Aflojar la tuerca (Usar la llave hechiza y el combo metálico)</p>	<b>PASO 4</b>	 <p style="text-align: center; background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px;">Retirar la brida y el separador</p>
<b>PASO 5</b>	 <p style="text-align: center; background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px;">Retirar la hoja de sierra</p>	<b>PASO 6</b>	 <p style="text-align: center; background-color: #0070C0; color: white; padding: 5px;">Afilar la hoja de sierra desgastada</p>

## 6.2.5. Aplicación de la metodología 5s en la línea LAC (laminado en caliente)

Basándonos en la metodología 5s, se realizó un correcto orden y limpieza en la línea LAC (Laminado en caliente), para el almacenamiento de rodillos superiores e inferiores, rodillos laterales y herramientas usadas para la preparación de línea. las actividades a realizar:

- Se Realizar el pintado de pinchos, para devolver a su estado original
- Demarcación de lugar de colocación de rodillos de ingreso y salida
- Un correcto uso de herramientas, para realizar de forma óptima la preparación
- Promover la Cultura de orden y limpieza

figura 90:5s 1



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO VII: IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

### 7.1 Propuesta económica de implementación

Para la propuesta económica del proyecto tomaremos los datos mostrados en las tablas # ,##,##, tal y como, se pudo ver en el análisis de COSTO – BENEFICIO. Como condición de una implementación económica para la empresa PRECOR S.A. Como condición de inversión la empresa tiene como requisito que el retorno de inversión sea de máximo 18 meses.

#### 7.1.1. Presupuesto SMED LAC- Cambio de cabezales turcos

Las siguientes tablas muestran el presupuesto requerido para la compra e instalación de la nueva estructura de cabezales turcos para la línea LAC (Laminado en caliente). Para este presente cálculo se considerara la tasa de descuento de 15%, El cual la empresa determina para todo proyecto de inversión. Como podemos apreciar en el VAN del proyecto el retorno de inversión se da en el mes 15 y el TIR está en 28%. Por lo cual la propuesta es viable y genera rentabilidad.

Tabla 9: Presupuesto SMED

PRESUPUESTO SMED LAC-CAMBIO DE CABEZALES TURCOS				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (USD)	COSTO TOTAL (USD)
FABRICACION DE ESTRUCTURA PARA BASES DE CABEZALES	2		850	1700
FABRICACION DE SOPORTES PARA CABEZALES	6		420	2520
FABRICACION DE SISTEMAS DE REGULACION PARA CABEZALES	3		320	960
MONTAJE DE CABEZALES ANTIGUOS EN PLACA BASE NUEVA	1		450	450
INSTALACIÓN DE PERNOS DE SUJECIÓN PARA BASE DE CABEZAL	1		550	550
FABRICACIÓN DE SISTEMA DE IZAJE Y ESLINGAS	2		320	640
SUMINISTRO DE HERRAMIENTAS NEUMATICAS Y ACCESORIOS	1		750	750
ADECUACIONES Y CONTIGENCIAS	1		757	757
CAPACITACION SOBRE NUEVA SECUENCIA DE ACTIVIDADES DE SET UP (PREPARACION) DE LA ZONA DE RECTIFICADO	7 PERSONAS	1 HORA POR SEMANA POR 2 MESES	Se considera 7 Operarios (S/ 14.85x hora)	831.6
DISEÑO DE PROPUESTA DE CABEZALES TURCOS	1 PERSONA	48	Se considera 1 personal ADM (S/ 15.6 x hora)	748.8
<b>TOTAL USD</b>				<b>9907.4</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: VAN y TIR-SMED

	PROYECTO SMED CAMBIO DE CABEZALES TURCOS TUBERA LAC															
	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
Inversion	\$9,907.40															
Ahorros		\$1,152.00	\$1,152.00	\$1,152.00	\$1,152.00	\$1,152.00	\$1,152.00	\$1,152.00	\$1,152.00	\$1,152.00	\$1,152.00	\$1,152.00	\$1,152.00	\$1,153.00	\$1,154.00	\$1,155.00
Depreciación (10%)		\$115.20	\$115.20	\$115.20	\$115.20	\$115.20	\$115.20	\$115.20	\$115.20	\$115.20	\$115.20	\$115.20	\$115.20	\$115.30	\$115.40	\$115.50
Flujo antes del impuesto		\$1,036.80	\$1,036.80	\$1,036.80	\$1,036.80	\$1,036.80	\$1,036.80	\$1,036.80	\$1,036.80	\$1,036.80	\$1,036.80	\$1,036.80	\$1,036.80	\$1,037.70	\$1,038.60	\$1,039.50
IR (29.5%)		\$339.84	\$339.84	\$339.84	\$339.84	\$339.84	\$339.84	\$339.84	\$339.84	\$339.84	\$339.84	\$339.84	\$339.84	\$340.14	\$340.43	\$340.73
Flujo despues del impuesto		\$696.96	\$696.96	\$696.96	\$696.96	\$696.96	\$696.96	\$696.96	\$696.96	\$696.96	\$696.96	\$696.96	\$696.96	\$697.96	\$698.96	\$699.96
Flujo Neto	\$9,907.40	\$9,210.44	\$8,513.48	\$7,816.52	\$7,119.56	\$6,422.60	\$5,725.64	\$5,028.68	\$4,331.72	\$3,634.76	\$2,937.80	\$2,240.84	\$1,543.88	\$845.92	\$146.96	-\$553.00
TIR	28%															

Fuente: Elaboración propia

### 7.1.2. Presupuesto de la implementación de la metodología KAIZEN,5s en la línea LAC-Estandaricen del proceso

Las siguientes tablas muestran el presupuesto requerido para la implementación de la metodología Kaizen. para la línea LAC (Laminado en caliente). Para el cálculo del flujo de caja se tomó como referencia el escenario de una curva de aprendizaje en la metodología propuesta. Por lo cual se tomará los primeros 6 meses el 31% del total de ahorro a generar. Como podemos proyectar el retorno de inversión se da en el mes 6 Por lo cual la propuesta es viable y genera rentabilidad.

Tabla 11: Presupuesto Kaizen

PRESUPUESTO KAIZEN LAC-ESTANDARIZACION DEL PROCESO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO (SOLES)	COSTO TOTAL (USD)
LEVANTAMIENTO DE DATA Y DISEÑO DE PROPUESTA DE INSTRUCTIVOS	1 PERSONA	480 HORAS	Se considera 1 personal ADM (\$/ 15.6 x hora)	S/ 7,488.00
COMPRA DE LICENCIA DEL PROGRAMA AUTOCAD	1	6 MESES	150 DOLARES (TIPO DE CAMBIO 3.45)	S/ 3,105.00
COMPRA DE MURALES, PARA LA COLOCACION DE LA AYUDA VISUAL 220x120 METROS	4	UND	S/ 230.00	S/ 920.00
IMPRESIÓN DE Y ADECUACION DE INFORMACION PARA LA PUBLICACION DE AYUDAS VISUALES	4	UND	S/ 30.00	S/ 120.00
CAPACITACION Y FEEDBACK, SOBRE LOS INSTRUCTIVOS PROPUESTOS	7 PERSONAS	2 HORA POR SEMANA ,POR 6 MESES	Se considera 7 Operarios (\$/ 14.85x hora)	S/ 4,989.60
TOTAL SOLES				S/ 16,622.60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Flujo de caja

	PRESUPUESTO KAIZEN LAC-ESTANDARIZACION DEL PROCESO						
	MES 0	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
Inversion	S/ 16,622.60						
Ahorros (31% del valor total)		S/ 2,961.17	S/ 2,961.17	S/ 2,961.17	S/ 2,961.17	S/ 2,961.17	S/ 2,961.17
Flujo Neto	S/ 16,622.60	S/ 13,661.43	S/ 10,700.26	S/ 7,739.09	S/ 4,777.92	S/ 1,816.75	-S/ 1,144.42

Fuente: Elaboración propia

### 7.1.3 Indicadores de ahorro de forma cuantificada

En los siguientes cuadros se muestran los resultados obtenidos por la mejora propuesta. De forma cuantificada podemos observar el ahorro que se generó debido a la implementación de la metodología lean manufacturing.

Tabla 13: indicador de ahorro

ZONAS	HORAS DE PARADA	TNxHORA	TN QUE NO SE PRODUJERON	COSTO	MARGEN
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE EMPALME	10.6	4.30	45	\$45,949	\$3,125
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE FORMADO	25.0		108	\$108,575	\$7,383
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE SOLDADO	12.0		52	\$52,116	\$3,544
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE RECTIFICADO	13.0		56	\$56,459	\$3,839
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE CORTE	11.0		47	\$47,773	\$3,249
TOTAL ACTUAL	71.6		308	\$310,872	\$21,139
ACUMULADO DEL 2019	168.3		740	\$747,836	\$50,853
<b>AHORRO LOGRADO</b>	<b>96.7</b>		<b>433</b>	<b>\$436,964</b>	<b>\$29,714</b>
<b>AHORRO DE FORMA MENSUAL</b>	<b>8.9</b>		<b>38.5</b>	<b>\$38,859</b>	<b>\$2,642</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Indicador de ahorro 2

ZONAS	TONELADAS	MARGEN	COSTO
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE EMPALME	3.9	\$69	\$268
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE FORMADO	9		\$618
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE SOLDADO	3		\$206
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE RECTIFICADO	0.9		\$62
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE CORTE	1		\$69
TOTAL	17.8		\$1,222
ACUMULADO DEL 2019	40.1	\$28,457	
<b>AHORRO LOGRADO</b>	<b>22.3</b>		<b>\$27,235</b>
<b>AHORRO DE FORMA MENSUAL</b>	<b>2.8</b>		<b>\$3,404</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Indicador de ahorro

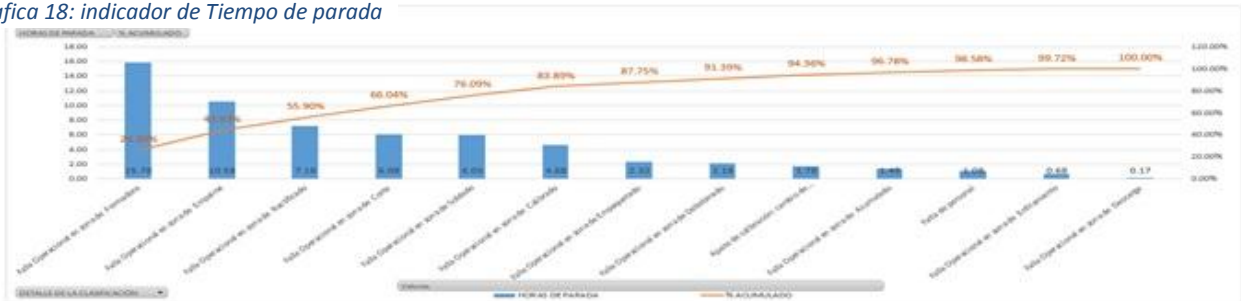
ZONAS	HORAS REALIZADAS	HORAS DE SET UP PLANIFICADAS	DIFERENCIA	TNxHORA	TN GANADAS	COSTO
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE EMPALME	194.66	259	64	4.40	283.096	\$19,443
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE FORMADO						
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE SOLDADO						
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE RECTIFICADO						
FALLAS OPERACIONAL EN ZONA DE CORTE						
<b>AHORRO POR MES</b>			<b>8.04</b>		<b>35.4</b>	<b>\$2,430</b>

Fuente: Elaboración propia

### 7.1.4 Indicadores después de productividad 2020

Los gráficos mostrados, pertenecen al periodo del 2020. Podemos observar una reducción considerable en tiempos de parada, merma. A su vez se logró obtener y dar sostenibilidad al indicador de productividad que se maneja en el área (OOE).

Grafica 18: indicador de Tiempo de parada



Fuente: Elaboración propia

Grafica 19: Indicador de merma



Fuente: Elaboración propia

Grafica 20: Indicador OOE



Fuente: Elaboración propia



## 7.2 Calendario de actividades y recursos

Se muestra a continuación, el cronograma que se dará los 6 meses proyectados para la implementación de cada herramienta Lean Manufacturing. se hará seguimiento según calendario. No se requieren recursos externos para el desarrollo de las actividades por lo cual no se detalla lista de recursos a utilizar.

Tabla 16:Gannt

Metodología a implementar	Actividades	Meses																							
		Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
SMED	Aprobación y validación del financiamiento	█	█																						
	Tramites administrativos y gestion de recursos			█	█																				
	Confirmacion a la empresa que realizara la fabricacion de los cabezales turcos,					█	█	█																	
	Instalacion y puesta en marca							█																	
	Capacitacion sobre montaje y desmontaje de los cabezales turcos							█																	
5S	Rehubicacion de herramental			█																					
	Pintado y limpieza de herramientas y rotulacion									█															
	Capacitacion sobre cuidado y uso herramental										█														
KAIZEN	Compra de tableros e instalacion				█																				
	Publicacion de los instructivos en linea					█																			
	Capacitacion sobre la zona de empalme	█	█	█	█																				
	Capacitacion sobre la zona de formado				█	█	█	█																	
	Capacitacion sobre la zona de soldado								█	█	█	█													
	Capacitacion sobre la zona de calibrado												█	█	█	█									
	Capacitacion sobre la zona de corte																█	█	█	█					
	Feedback y auditorias sobre las capacitaciones.																					█	█	█	█

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 Conclusiones

1. Al realizar el análisis de la situación actual de la empresa PRECOR S. A, Se evidenció una ausencia en la estandarización de los procesos de la línea LAC (laminado en caliente). esto influye directamente en la generación de horas improductivas, merma obtenida en el proceso y demora al realizar SET UP en la línea.
2. Al proponer la implementación y aplicación de la herramienta de Lean Manufacturing en el proceso de la línea LAC (Laminado en caliente), Se logró una reducción de horas improductivas en un 39%.las cuales eran generadas por fallas operativas. Obteniendo 8.9 horas de disponibilidad de máquina que se traducen en un ahorro mensual de \$2642 Dólares.
3. Se disminuyó en un 27% el SET UP para las zonas de formado, soldado, corte. Que se traduce en la obtención de 8 horas disponibles que se sumarían a la producción. obteniendo un ahorro \$2430 dólares mensuales.
4. A su vez se redujo en 33% la merma obtenida por recalibraciones y fallas operativas. obteniendo en promedio 2.8 toneladas/mes de producto conforme con un valor de \$3404 dólares al mes.
5. Con la herramienta SMED se generó una reducción de 34% del tiempo de SET UP (Preparación de maquina) para la zona de rectificado. La cual generó un beneficio de 3.90 horas disponibles. Que se traducen en \$1151.76 Dólares mensuales de ahorro.

## 8.2 Recomendaciones

1. Para que los resultados proyectados se logren, se requiere de un involucramiento de las áreas responsables en el proceso. Para tomar el compromiso con el cambio respecto a la implementación de las herramientas Lean Manufacturing. Se requiere el seguimiento de las personas responsables, Solo así se obtendrá los resultados esperados.
2. Se recomienda tener KPIS de gestión y control de las mejoras propuestas. Con el fin de mostrar los logros obtenidos y los puntos a mejorar donde aún no se logra llegar a la meta propuesta.
3. Se recomienda realizar charlas mensuales o bimensuales. Para la comunicación de resultados y planes a futuro para la línea. de esta manera se busca generar conciencia y compromiso con el equipo.
4. Realizar una supervisión y auditorías internas de forma diaria, Para validar el correcto uso de las metodologías implementadas. Mediante los Check list y formatos de producción.

## CAPÍTULO IX: BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

### 9.1 BIBLIOGRAFÍA

- Lean Manufacturing conceptos y técnicas-Escuela de la organización industrial (2013)
- Caballero A. (2014). *Metodología Integral Innovadora para planes y tesis*. México. Editorial: CENGAGE LEARNING.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). “Metodología de la Investigación”. México: Editorial Mc Graw-Hill.
- Rajadell, M., Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing: La evidencia de una necesidad*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos
- Atehortúa T Yeison A. (2010). *Estudio y aplicación del Kaizen*. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial. Universidad tecnológica de Pereira Facultad de Ingeniería Industrial Pereira
- Ballesteros S. Pedro P. (2008). *Algunas Reflexiones Para Aplicar La Manufactura Esbelta En Empresas Colombianas. Some Reflections to Apply the Lean Manufacturing in Colombian Companies*. Scientia et Technica Año XIV, No 38, Junio. Universidad Tecnológica de Pereira. Pp. 223- 228
- Editorial Blanecolor SAS. *Manual de Gestión de Calidad* (2012)
- Bautista Arroyo, J., Bautista Campillo, A., & Rosas Campillo, S. (2010). *Metodologia Para La Implementacion De La Manufactura Esbelta En Los Procesos Productivos Para La Mejora Continua*. MÉXICO D.F.: INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL - ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA.

- Jesus, C. (2015). Ingenieria Industrial. Lima: Publicaciones Adventure
- Lema Calluchi, H. (2014). propuesta de mejora del proceso productivo de la línea de productos de papel tisú mediante el empleo de herramientas de manufactura esbelta. Lima: Pontifici Universidad Católica del Perú
- Paredes, F. (2009). Introducción al “Lean Manufacturing”: Iniciando la Gestión del Flujo de valor. Lima: Lean Manufacturing Center
- Ramos Flores, J. (2012). Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de fideos en una empresa de consumo masivo mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Lima: Pontificia Universidad Catolica del Perú
- Rey, F. (2005). Las 5´s: Orden y Limpieza en el puesto de trabajo. Madrid: Fundación Confemetal
- Marcela Paz Araneda Duran. (2016) Propuesta de un plan de mejora de la eficiencia de los procesos en una empresa metal mecánica. Universidad Técnica Federico Santa María.
- Francisco Javier (2016) caro mansilla. Análisis de layout en el contexto de lean manufacturing en muelle de la naviera transmarko s.a. Puerto montt –chile. Universidad Austral de chile
- Danna Viviana días Méndez Edgar esteban Bermúdez tobar (2018). Planteamiento de un modelo lean manufacturing para el mejoramiento de calidad y procesos, en la empresa abs cromosol ltda (para optar al título de ingeniero civil industria). Bogotá-Colombia. Universidad agustiniana facultad de ingeniería.

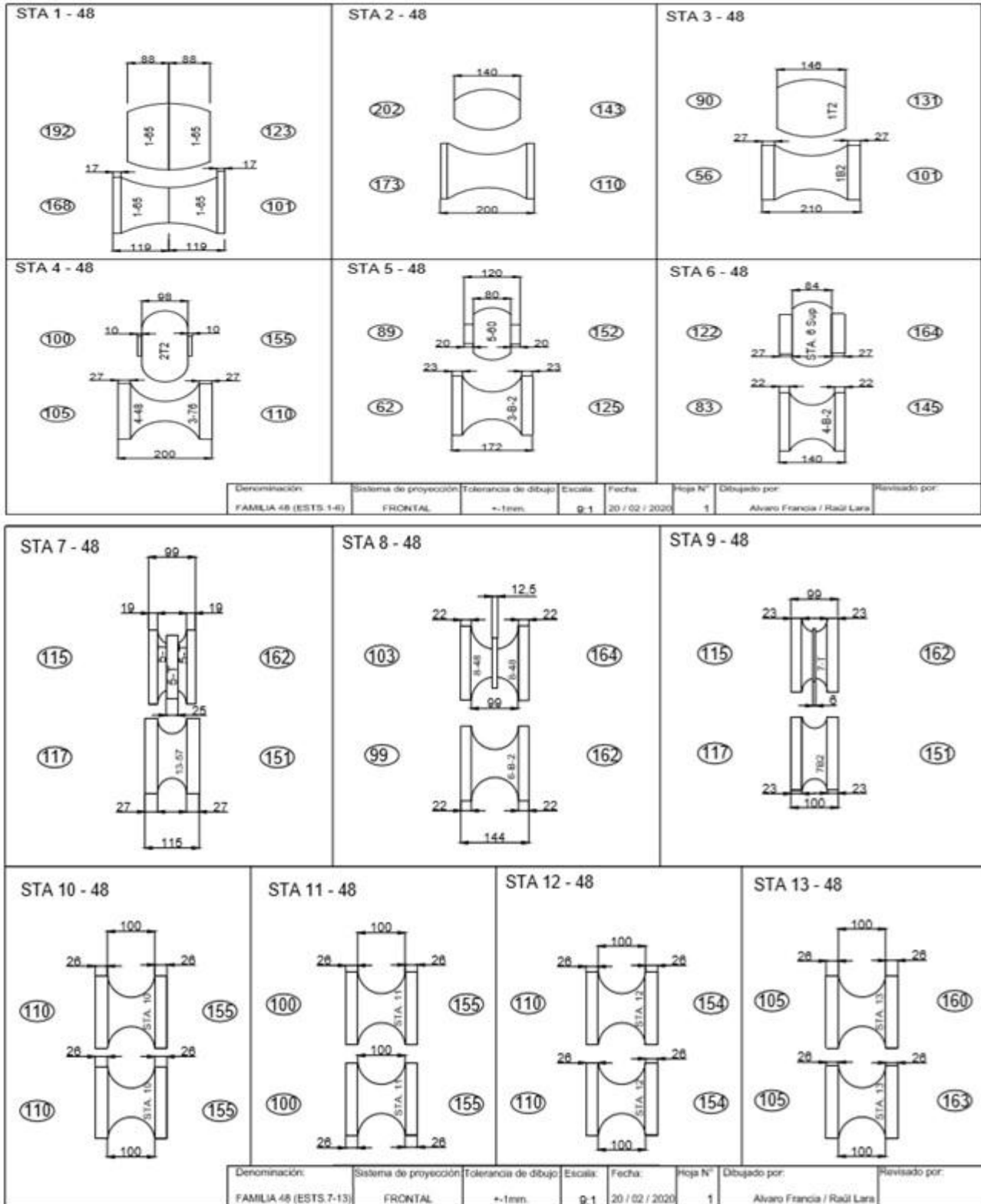
- Nelson Augusto ARROYO PAREDES (2018). Implementación de Lean Manufacturing para mejorar el sistema de producción en una empresa de metalmecánica. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos,
- Carlos Shigyo Ortiz (2016). Aplicación del Lean Manufacturing, para la mejora de la productividad en una empresa manufacturera (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial). Lima-Perú universidad nacional mayor de san marcos facultad de ingeniería industrial.

## 9.2 OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

- Cuatrecasas A. Lluís (2008). Cómo Implantar realmente el Lean Management (a): El Valor. De Instituto Lean Management. [www.institutolean.org](http://www.institutolean.org).
- Suarez, M., Miguel, J., & Castillo, L. (15 de 04 de 2011). La aplicación del Kaizen en las organizaciones mexicanas. Un estudio empírico. Obtenido de <https://gcg.universia.net/article/view/398/aplicacionkaizen-organizaciones-mexicanas-estudio-empirico->
- Fuente: Rodrigo Aguilar Over (2018). Herramientas lean manufacturing para la mejora continua de la productividad del área de producción del molino castillo s.a.c Lambayeque 2018  
<http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/5535/Rodrigo%20Aguilar%20Over.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

# **ANEXOS**

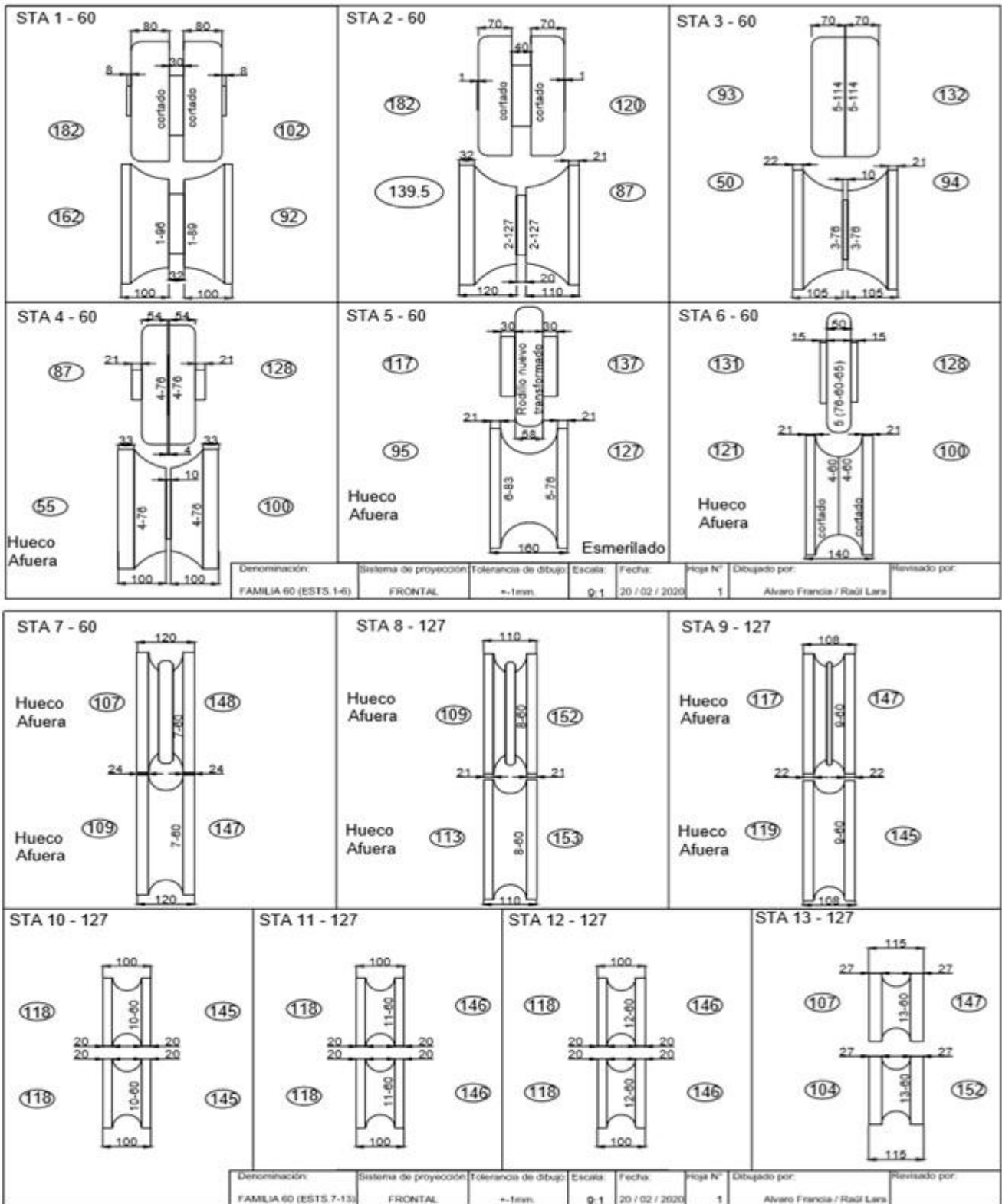
Anexo1: Medidas de Rodillos para la familia 48



Fuente: PRECOR S.A

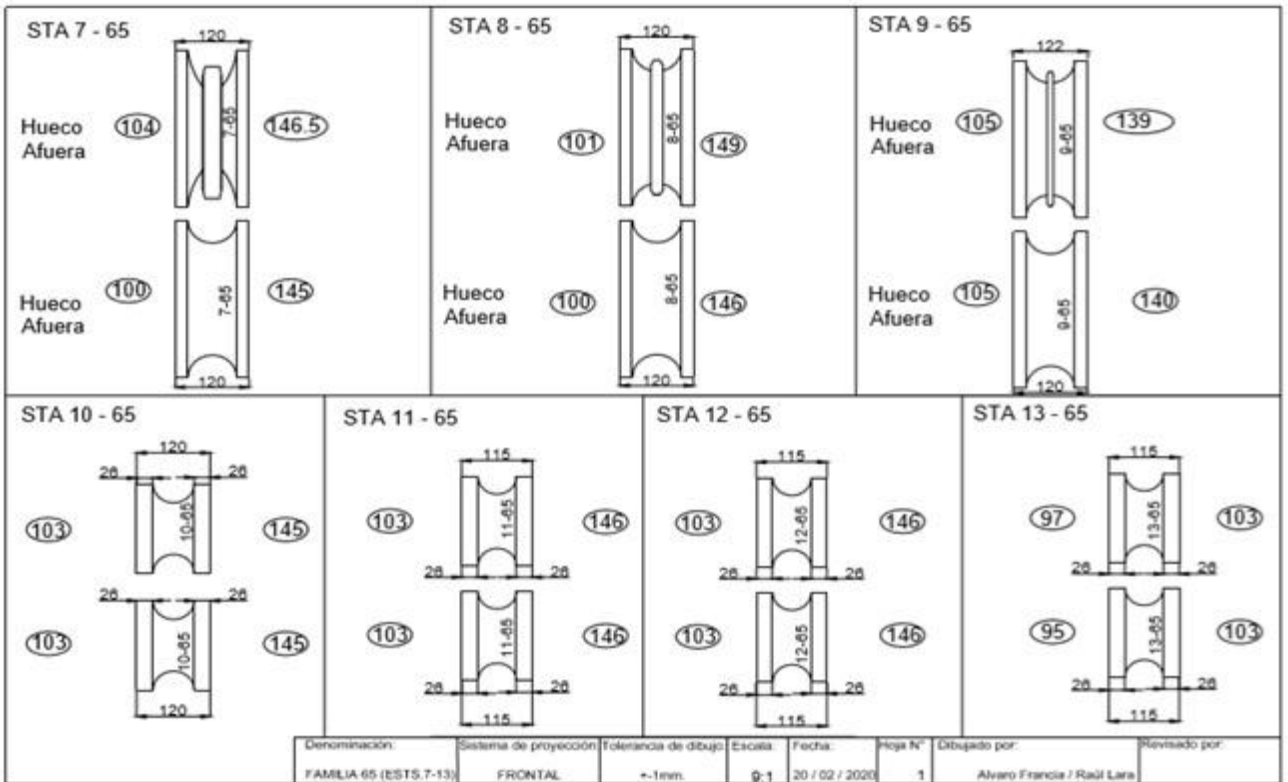
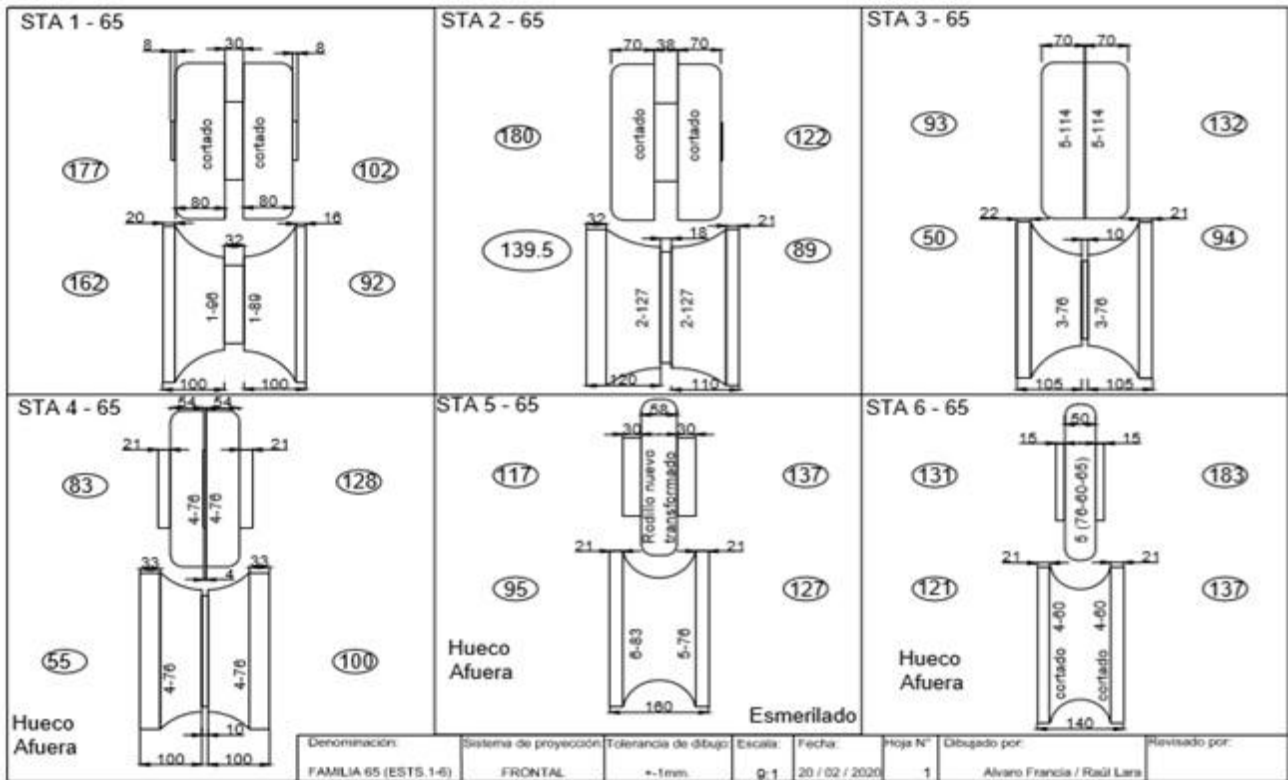


Anexo 2: Medidas de Rodillos para la familia 60



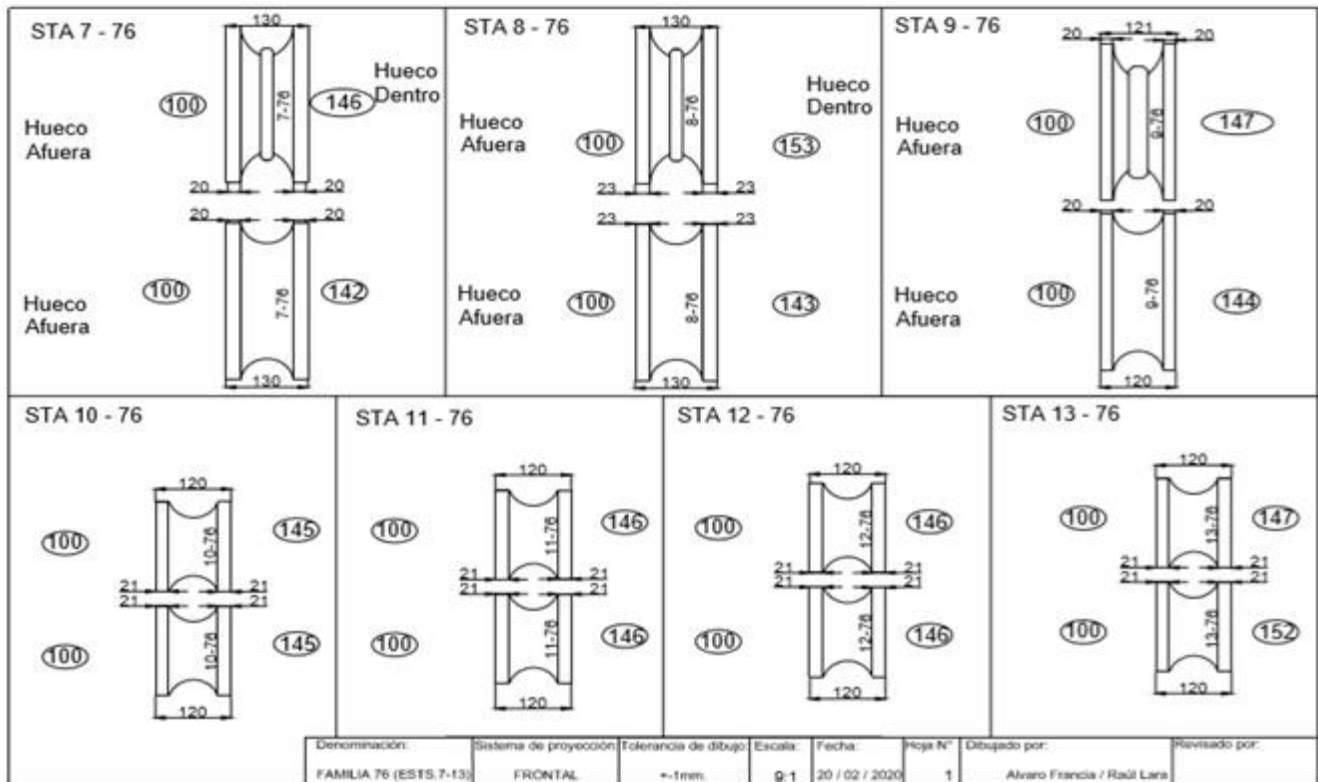
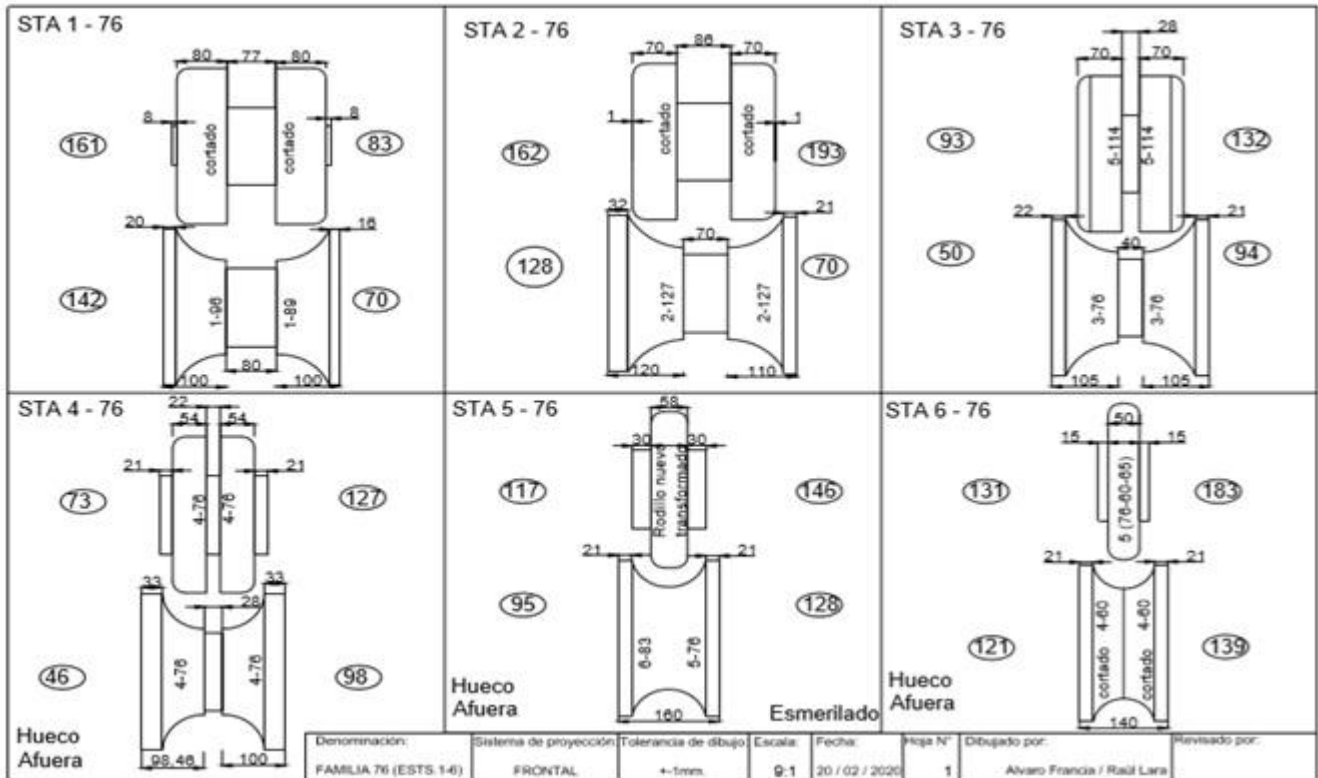
Fuente: PRECOR S.A

Anexo 3: Medidas de Rodillos para la familia 65



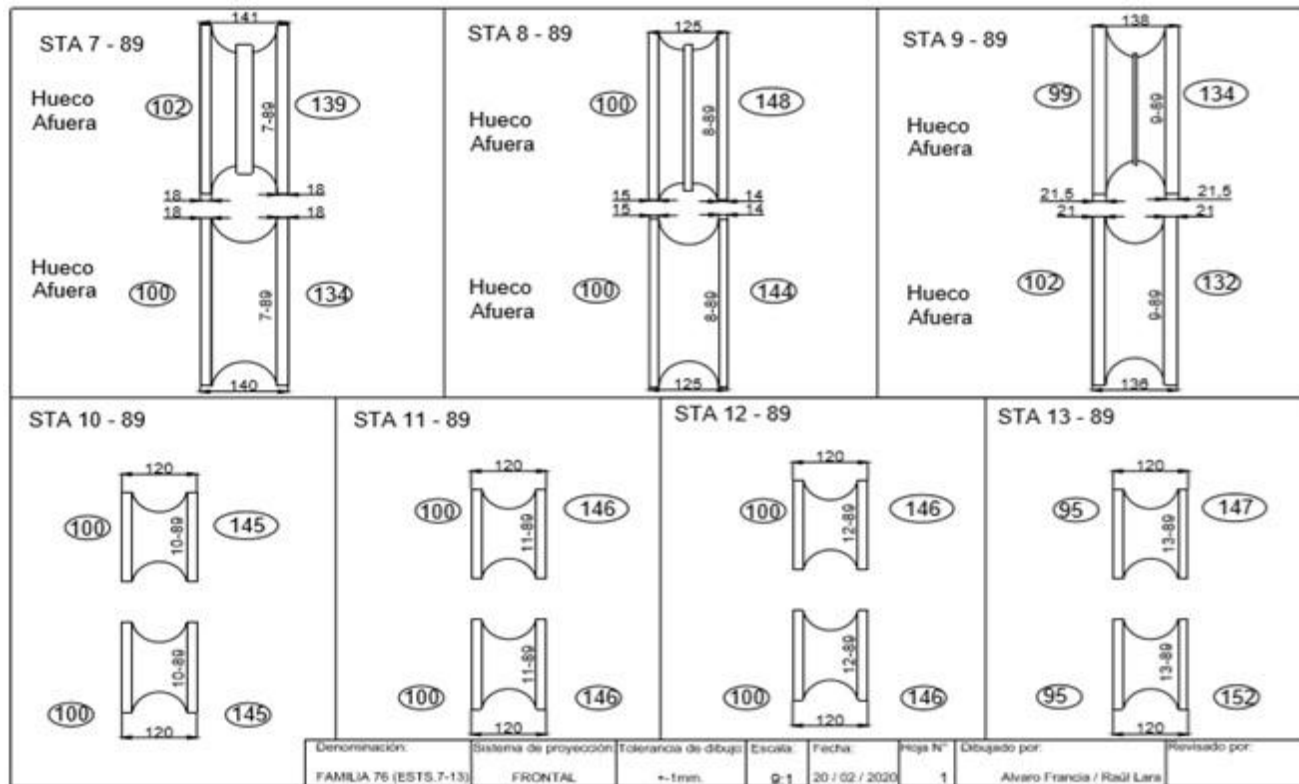
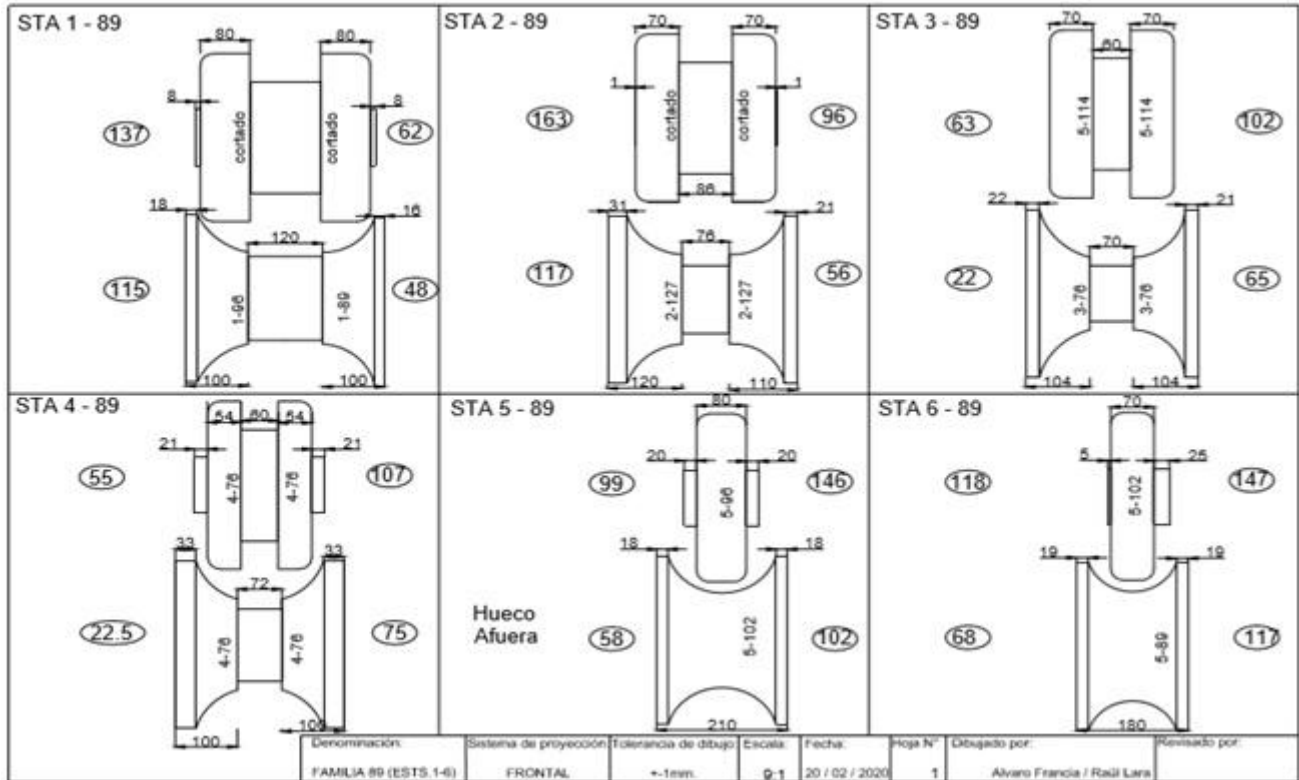
Fuente: PRECOR S.A

Anexo 4: Medidas de Rodillos para la familia 76



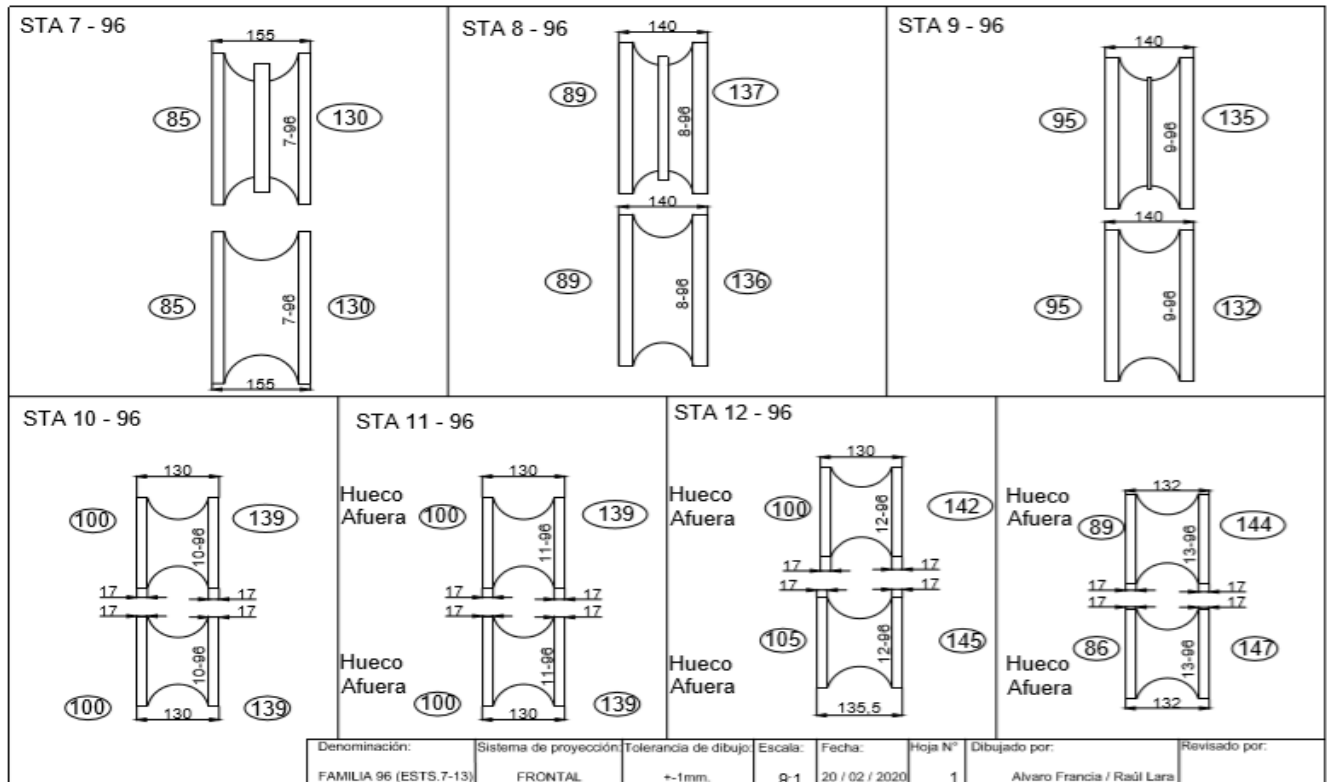
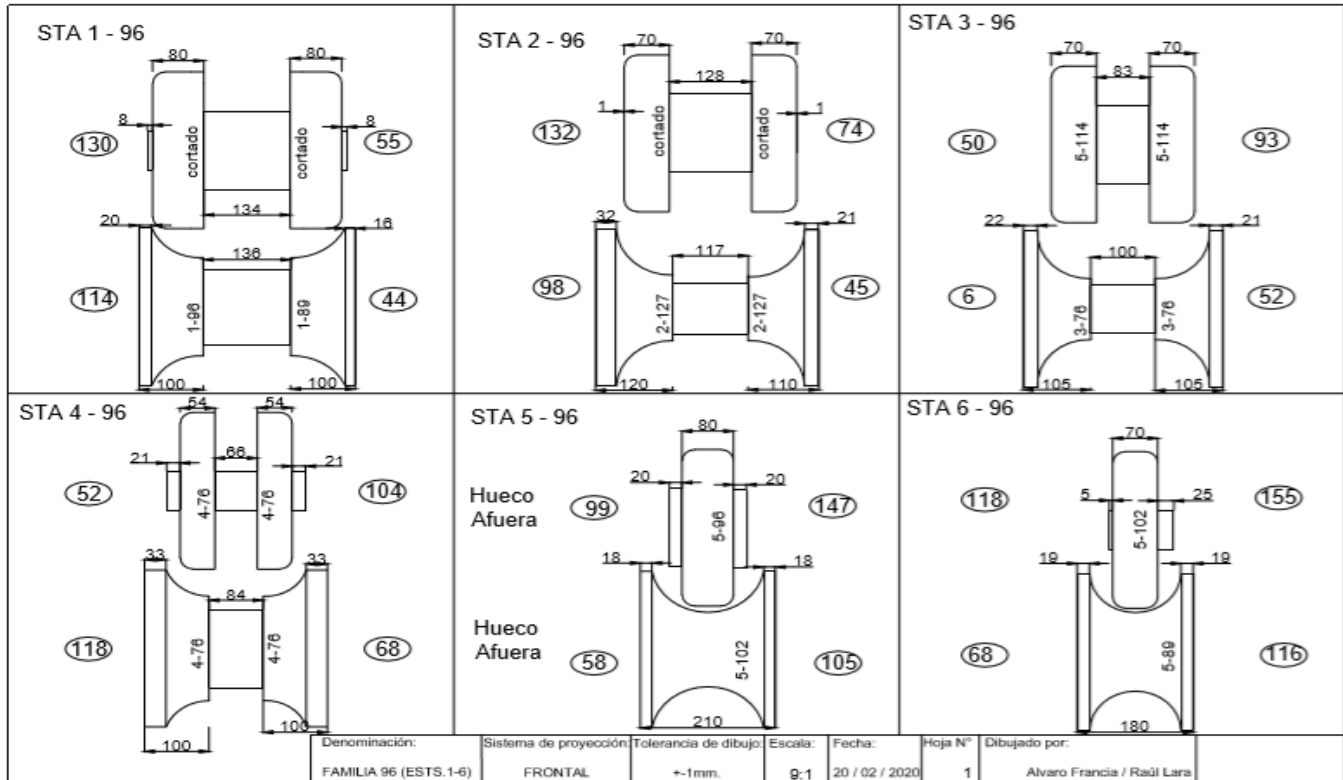
Fuente: PRECOR S.A

Anexo 5: Medidas de Rodillos para la familia 89



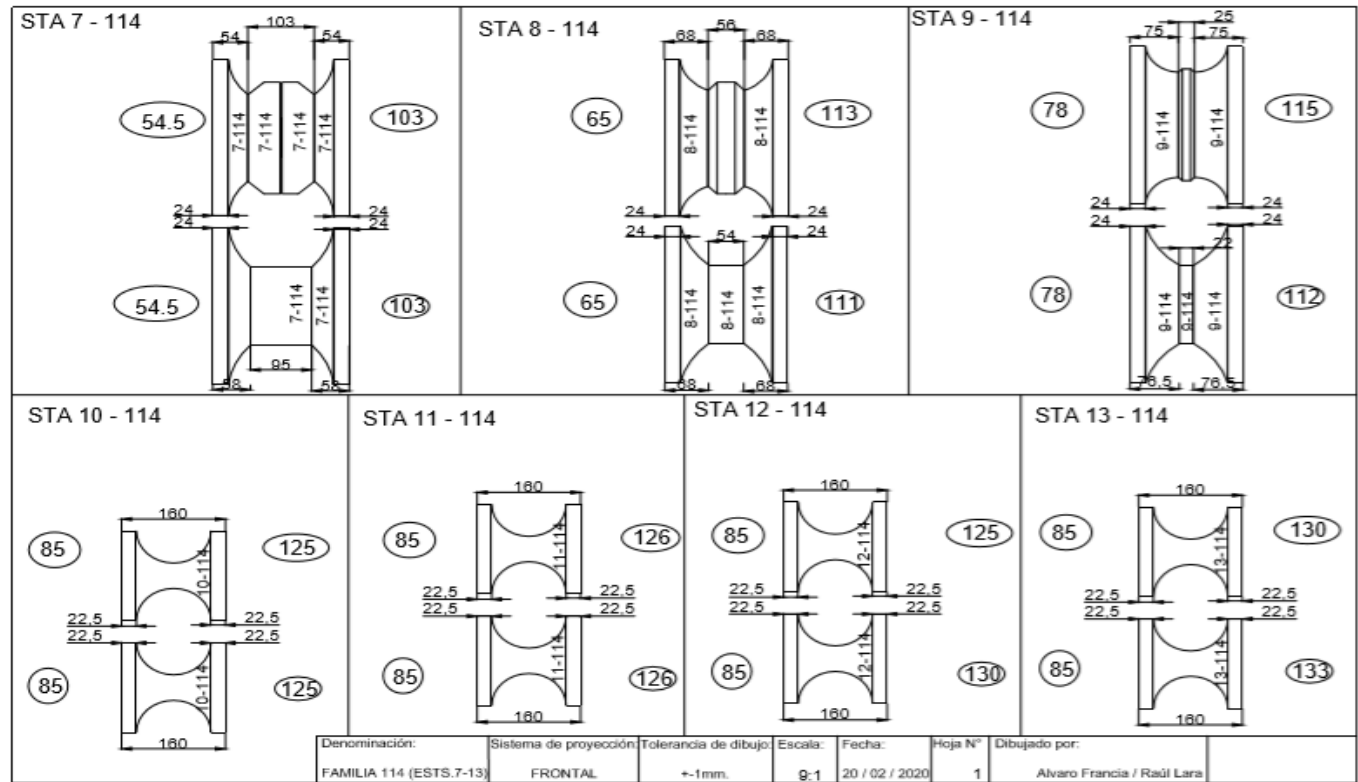
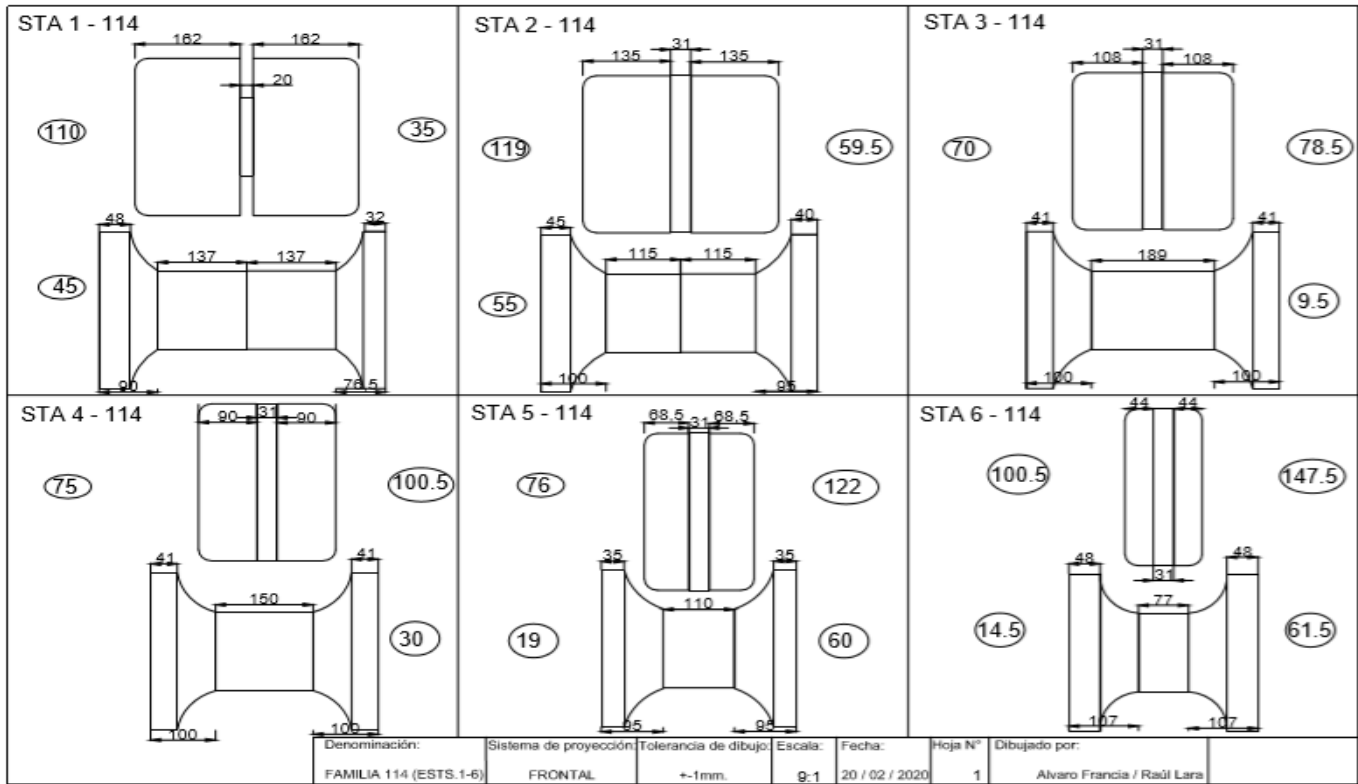
Fuente: PRECOR S.A

### Anexo 6: Medidas de Rodillos para la familia 96



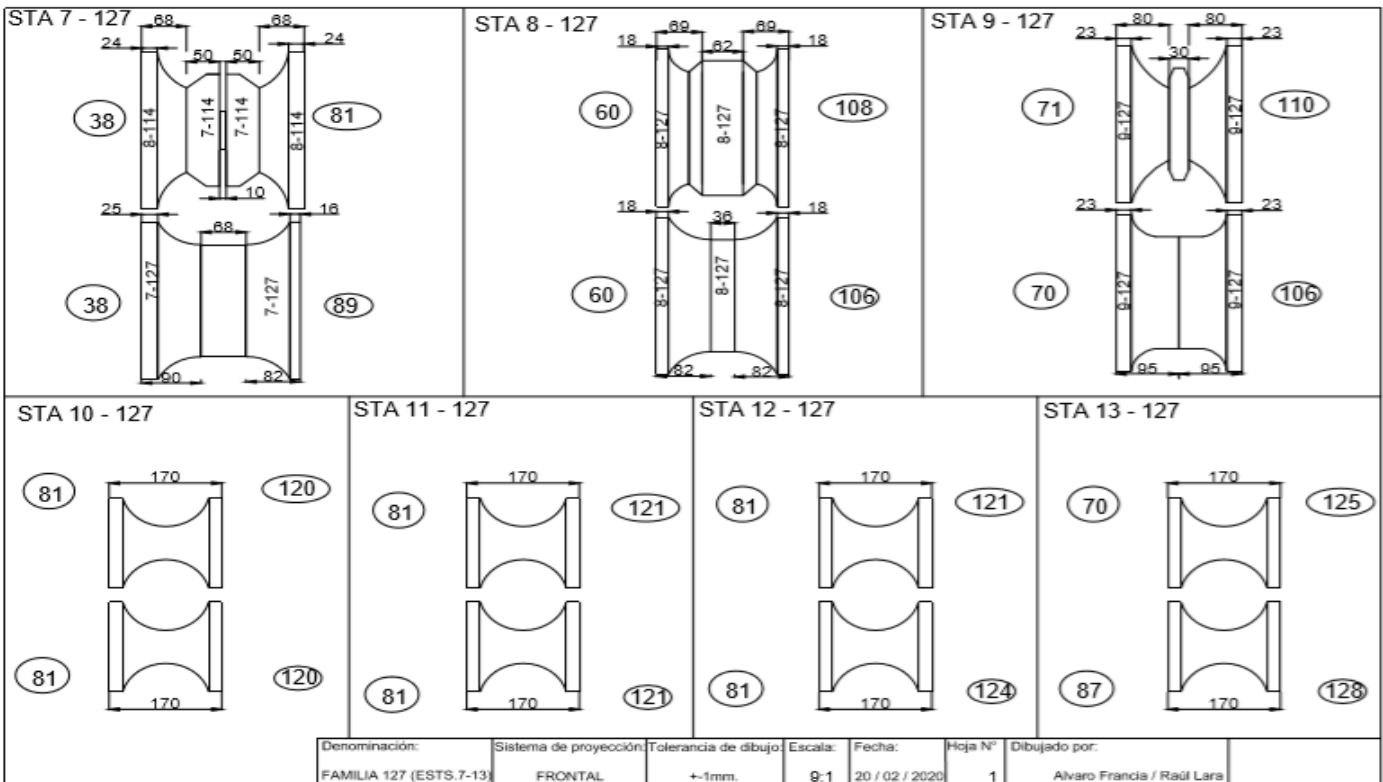
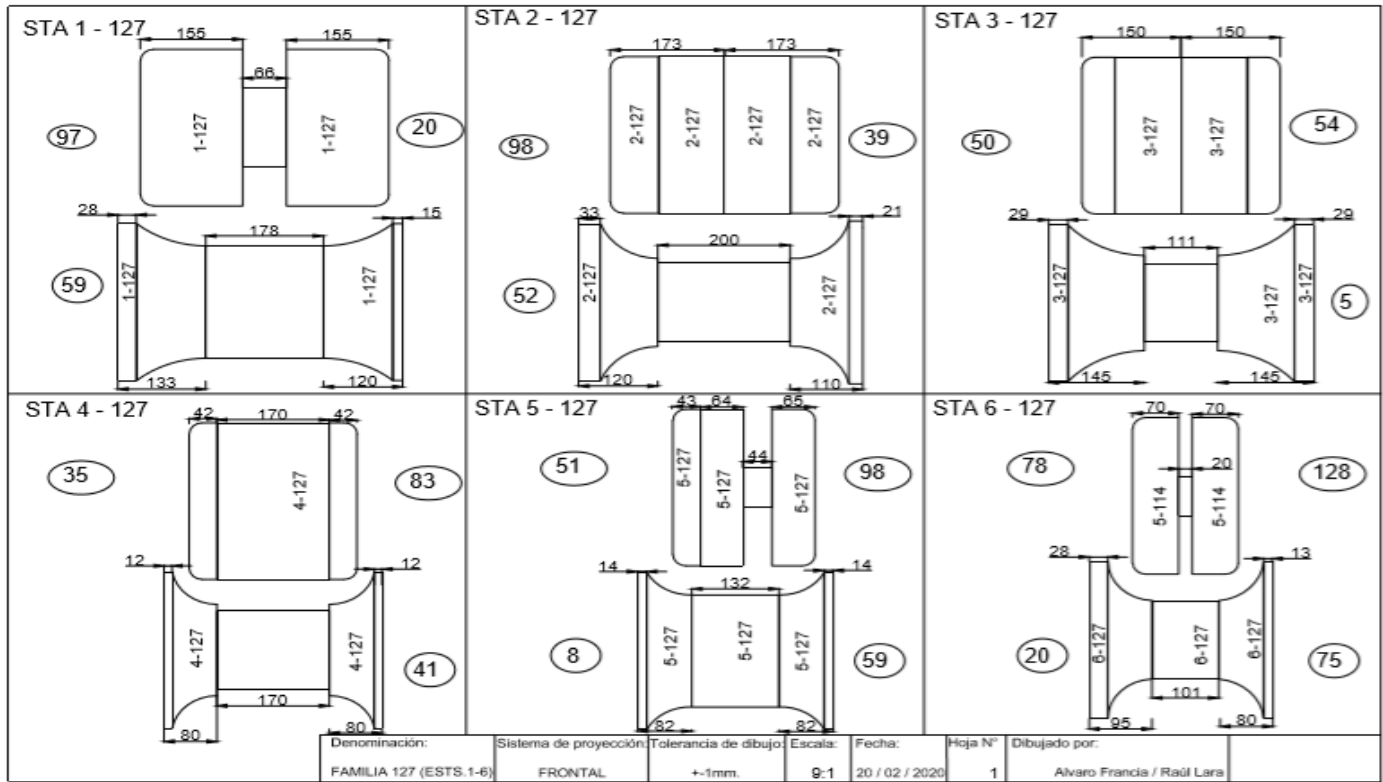
Fuente: PRECOR S.A

### Anexo 7: Medidas de Rodillos para la familia 114



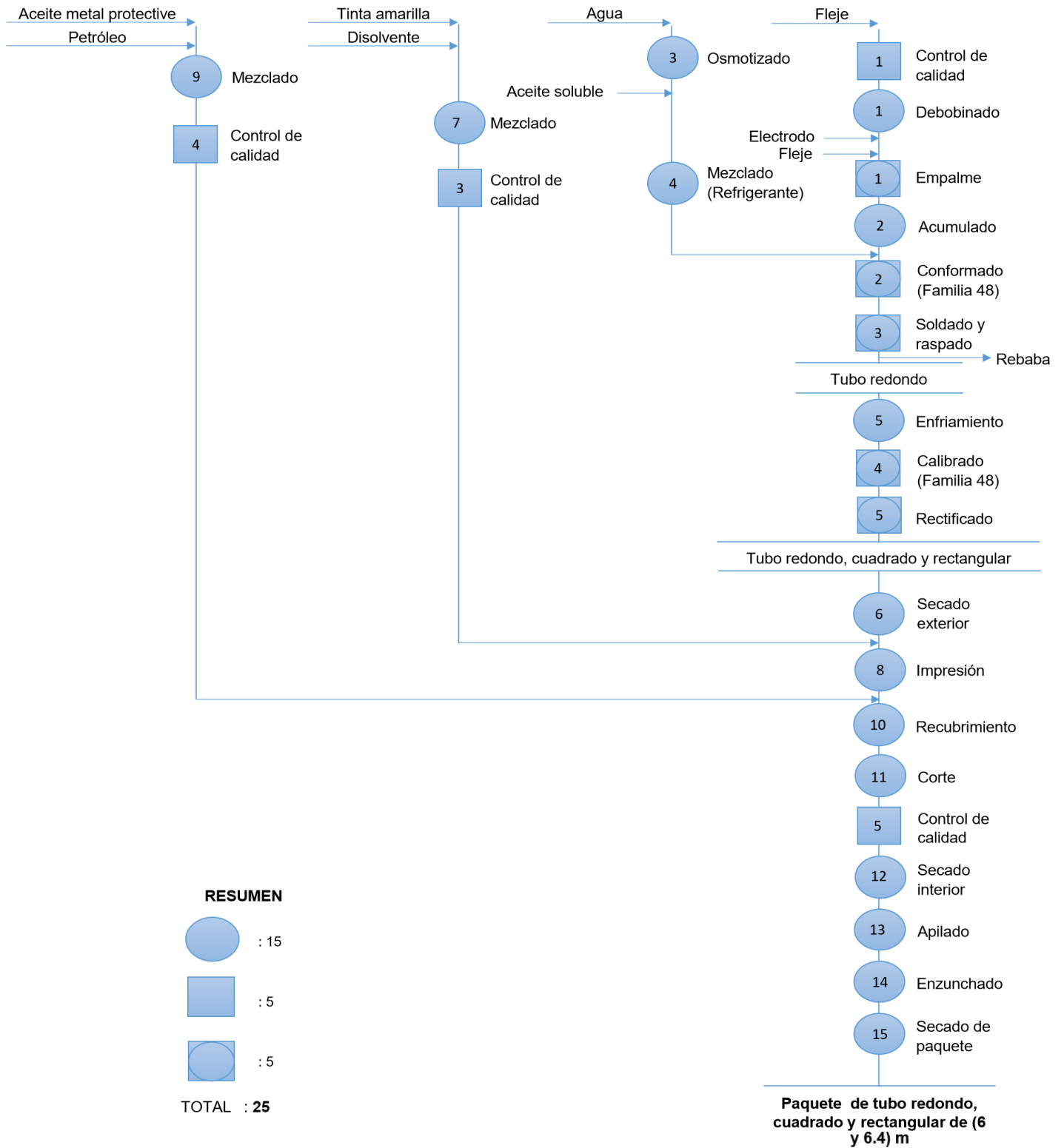
Fuente: PRECOR S.A

Anexo 8: Medidas de Rodillos para la familia 127



Fuente: PRECOR S.A

### Anexo 9: Diagrama de operaciones de proceso para la familia 48



Fuente: PRECOR S.A



Anexo 9: Diagrama analítico de proceso para la familia 48

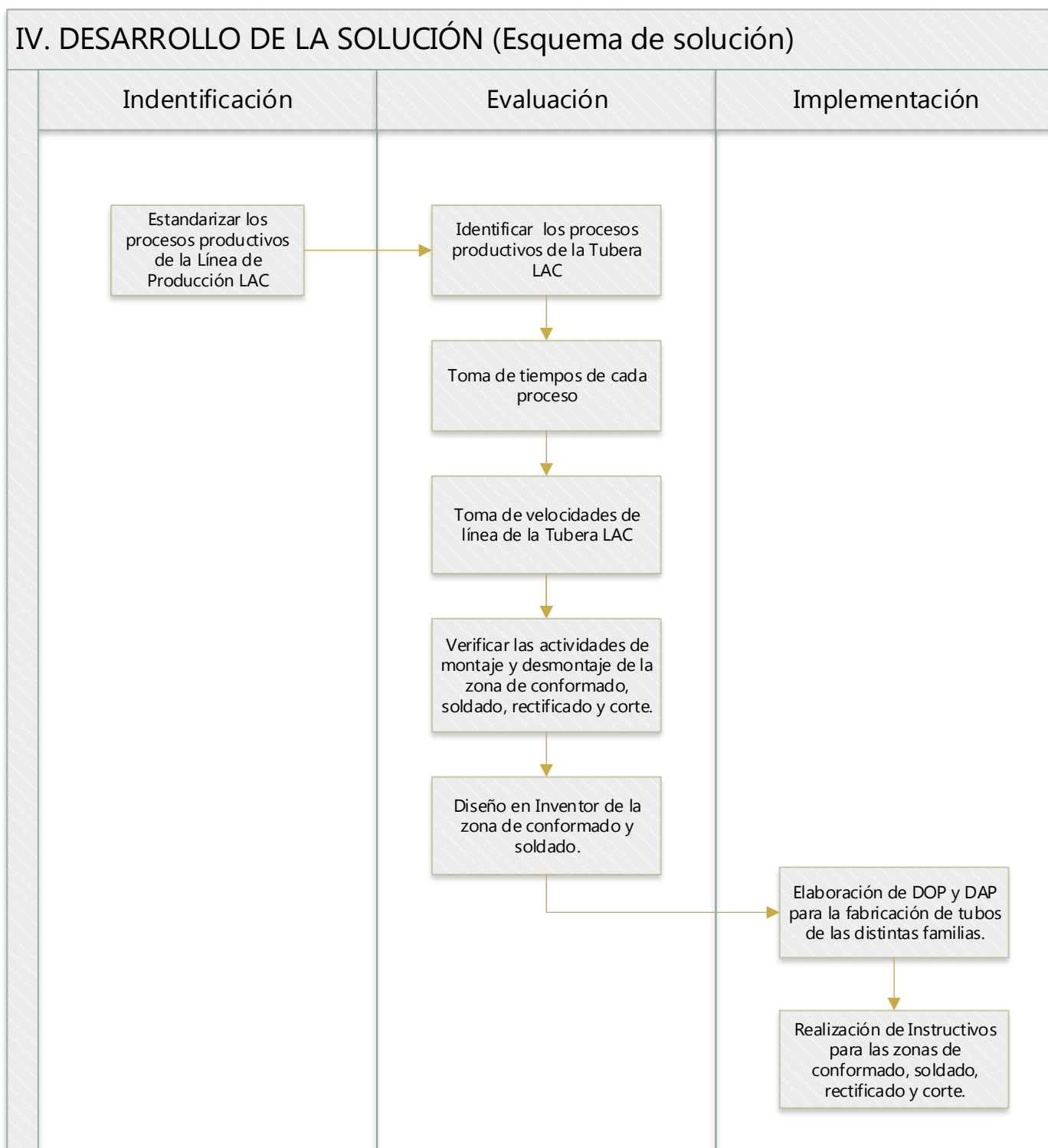
DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO					PRECOR SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN EN ACERO					
Empresa:	PMP Holding									
Diagrama	N° 1	RESUMEN								
Objeto:	TUBO	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Proceso:	Tubo de Acero LAC	Operación ○	19							
Operarios:		Transporte ⇨	2							
Fecha:	03/07/2017	Espera □	0							
Actividad:		Inspección ◻	9							
		Almacenamiento ▽	1							
Compuesto por:		Distancia:								
		Tiempo:	12.35							
Aprobado por:		Costo:								
		Mano de Obra:								
		Material:								
		TOTAL:	31							
Descripción		Cant.	Distancia	Tiempo	Símbolo					Observaciones
					○	⇨	□	◻	▽	
1	Transporte de flejes a la línea de producción			1.02						Se realiza el traslado de los flejes con el montacarga
2	Control de calidad de los flejes									Se verifica si el fleje estas con golpes, oxidado.
3	Colocar el fleje en el eje del debobinador			5.33						Se realiza el giro del debobinador para ejecutar el cambio de bobina (0.56 min)
4	Debobinado de los flejes									
5	Empalme de flejes			2.66						El empalme se realiza con soldadura por arco eléctrico (cola y punta de los flejes)
6	Acumula del flejes									Se realiza el acumulado del fleje, para que la línea no pare en el momento del empalme
7	Refrigerante									Mezcla de agua (70%) y aceite soluble (30%)
8	Conformado									Se agrega refrigerante y el fleje va tomando forma del tubo de acuerdo a la familia de rodillos (Familia 48).
9	Soldado del tubo									Unión de los extremos del desarrollo
10	Raspado									Se retira la rebaba
11	Enfriamiento									Se realiza el cambio de temperatura con el refrigerante
12	Calibrado									
13	Rectificado									Forma del tubo redondo, cuadrado, rectángulo. (Familia 48)
14	Secado Exterior									Secado exterior del tubo para la impresión
15	Impresión									Se imprime el nombre de la empresa y las características del producto
16	Recubrimiento									Se recubre con una mezcla de aceite metal protective y petróleo
17	Corte									El corte se realiza de 6 o 6.40 metros
18	Control de calidad de los tubos									Se controla los tubos defectuosos y las uniones de los flejes
19	Secado									El secado de los tubos con aire comprimido
20	Apilado de los tubos									Se apila de acuerdo a la forma: cuadrado, rectángulo y hexagonal
21	Enzunchado de los tubos									
22	Secado									El secado de los paquetes con aire
23	Transportar al almacén									
24	Almacén									
<b>Total</b>					19	2	0	9	1	

Eficiencia

61.29032

Fuente: PRECOR S.A

Anexo 9: Desarrollo de la solución



Fuente: PRECOR S.A