

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“ELABORACIÓN DEL PLAN DE MEJORA EN LA LÍNEA DE  
PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA CARTONERA UBICADA EN LURÍN”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

CANDIA ROMERO, ROGER ROYER

**ASESOR**

CHAVEZ ZUBIETA, ALVARO ENRIQUE

**Villa El Salvador**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi padre por su sacrificio y su enseñanza que, durante todo este tiempo, forjaron al profesional que soy.

A mi madre, aunque ya no me acompañe, siempre estará presente en mi corazón en todas las metas que consiga.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi casa de estudios, la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, por todo lo enseñado durante mi etapa universitaria.

Especialmente a mi asesor de este trabajo, al Mgtr. Alvaro Enrique Chavez Zubieta, por orientarme en todo el proceso de elaboración del trabajo de suficiencia.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN .....	vii
INTRODUCCIÓN .....	viii
CAPÍTULO I ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. Contexto .....	1
1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo .....	1
1.3. Objetivos .....	2
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	3
2.1. Antecedentes .....	3
2.2. Bases teóricas.....	6
2.2.1. Plan de mejora .....	6
2.2.2. Estudio de tiempos.....	6
2.2.3. Lean Manufacturing .....	8
2.3. Definición de términos básicos.....	16
CAPÍTULO III DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL.....	18
3.1. Determinación y análisis del problema .....	18
3.2. Modelo de solución propuesto.....	22
3.2.1. Identificación de incidencias que afectan la producción.....	22
3.2.2. Análisis de las horas perdidas en la producción .....	28
3.3. Resultados .....	33
CONCLUSIONES .....	38
RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXOS .....	42
Anexo 1. Planilla de la producción e incidentes .....	42
Anexo 2. Captura de pantalla de la base de datos de la producción .....	43
Anexo 3. Planilla de la cantidad de planchas y cajas en mal estado .....	44
Anexo 4. Captura de pantalla de la base de datos de mal estado .....	45

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> : Etapas de la metodología SMED .....	13
<b>Figura 2</b> : Diagrama de flujo de la línea de producción .....	18
<b>Figura 3</b> : Gráfico del promedio de golpes por turno .....	19
<b>Figura 4</b> : Lay out de línea de producción .....	20
<b>Figura 5</b> : Leyenda del lay out .....	21
<b>Figura 6</b> : Cambio de producto para puesta en marcha .....	23
<b>Figura 7</b> : Planchas de cartón en mal estado .....	24
<b>Figura 8</b> : Partes del apilador .....	25
<b>Figura 9</b> : Atascamiento de cajas por fallas mecánicas .....	27
<b>Figura 10</b> : Mal apilamiento por falla eléctrica .....	27
<b>Figura 11</b> : Fallas operativas .....	28
<b>Figura 12</b> : Gráfico de Pareto .....	34
<b>Figura 13</b> : Diagrama de Gantt de plan de acciones de puesta en marcha	36
<b>Figura 14</b> : Cronograma de capacitación al personal.....	37

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Promedio de golpes por turno durante un mes .....	19
<b>Tabla 2</b>	Descripción de partes de la máquina apilador .....	26
<b>Tabla 3</b>	Actividades para puesta en marcha .....	29
<b>Tabla 4</b>	Trabajador con su respectiva actividad a realizar .....	30
<b>Tabla 5</b>	Duración del personal en las actividades .....	31
<b>Tabla 6</b>	Duración promedio de parada por planchas en mal estado .....	32
<b>Tabla 7</b>	Duración de parada por tipo de falla mecánica-eléctrica .....	32
<b>Tabla 8</b>	Duración de parada por tipo de falla operativa .....	33
<b>Tabla 9</b>	Incidencias con su respectiva ubicación .....	33
<b>Tabla 10</b>	Incidencias con su porcentaje de participación .....	33
<b>Tabla 11</b>	Actividades para puesta en marcha propuesta .....	35

## RESUMEN

El presente informe de suficiencia profesional “Elaboración del plan de mejora en la línea de producción de una empresa cartonera ubicada en Lurín” se planteó el objetivo de identificar las incidencias que afectan la producción, para luego ser analizadas las horas perdidas como el segundo objetivo. Esto como fin de elaborar un plan de mejora con el análisis respectivo previamente.

Para identificar y hacer el análisis de las paradas en la línea de producción se usó la herramienta SMED como parte de la metodología del Lean Manufacturing, tomando la base de datos de producción que se recolectaron a diario durante 4 meses.

Se obtiene como resultado, que la demora en la puesta en marcha de la producción, planchas en mal estado, fallas mecánicas-eléctricas en la máquina apilador y fallas operacionales; tienen como tiempo promedio de parada en minutos en un día de 105, 46, 39 y 30 respectivamente.

Se concluye que existen cuatro incidencias que son: Demora en la puesta en marcha de la producción, planchas en mal estado, fallas mecánicas-eléctricas en la máquina apilador y fallas operacionales. También se concluye que al analizar las horas perdidas de estas incidencias se logra determinar que la demora en la puesta en marcha de la producción presenta el 48% de participación en tiempos de parada. Lo cual el plan de mejora está enfocado en disminuir este incidente aplicando la metodología ya antes mencionada.

## INTRODUCCIÓN

La empresa cartonera al que se hace mención en el trabajo de suficiencia profesional, presenta niveles de productividad mucho menor a lo que fue diseñado, esto por la existencia de muchas paradas de producción.

Se planteó el objetivo de identificar las incidencias que afectan la producción, para luego ser analizadas las horas perdidas como el segundo objetivo. Esto como fin de elaborar un plan de mejora con el análisis respectivo.

El presente trabajo de suficiencia profesional consta de 3 capítulos. En el capítulo 1 tendremos el contexto, la delimitación espacial y la delimitación temporal del trabajo, así como los objetivos. En el capítulo 2 se definirán los antecedentes de tesis a nivel internacional y nacional; como también las bases teóricas relacionadas con el tema del plan de mejora en una línea productiva. En el capítulo 3 se describirá la problemática a detalle y la solución propuesta con la metodología Lean Manufacturing.

Este trabajo tiene finalidad en el ámbito académico como aportación de fuente bibliográfica para futuros trabajos relacionado a la problemática en la industria de fabricación de cajas de cartón corrugado.

# **CAPÍTULO I**

## **ASPECTOS GENERALES**

### **1.1. Contexto**

La empresa cartonera como parte de un grupo importante; nace en 1980 en Argentina con la finalidad de fabricar envases de cartón corrugado. Tiene como visión ser una de las empresas líderes de materiales de empaques en Latinoamérica, reconocida por la seguridad en sus procesos, la calidad de sus productos y servicios, la innovación permanente y excelencia en la atención al cliente. Como misión brindar a sus clientes soluciones innovadoras y sustentables en materiales de empaque, estando a la vanguardia de las tendencias del mercado mundial.

Actualmente cuenta con 18 plantas industriales en Argentina, Chile y Perú. En Perú inaugura en diciembre del 2020 su primera planta de fabricación ubicada en el distrito de Lurín, sus principales clientes son del sector agroindustrial de nuestro país. La empresa ya se encontraba en el mercado peruano hace 11 años dando servicio de la venta de cajas importadas de las sucursales que tenía la compañía y dando un armado de cajas automática ubicadas en los mismos fundos agropecuarios.

La empresa tuvo su reciente inicio de actividades productivas lo cual cuenta con diversos problemas de marcha continua en la fabricación, por consiguiente, este trabajo de suficiencia profesional estará avocado en plantear una solución viable.

### **1.2. Delimitación temporal y espacial del trabajo**

#### **Delimitación temporal**

El presente trabajo se delimita temporalmente, al periodo de agosto a diciembre del 2021.

#### **Delimitación espacial**

Desde el punto de vista espacial está ubicada en el distrito de Lurín, provincia de Lima, Perú.

### **1.3. Objetivos**

- O1.** Identificar las incidencias que afectan la producción para la elaboración del plan de mejora en la línea de producción de una empresa cartonera ubicada en Lurín.
- O2.** Analizar las horas perdidas en la producción para la elaboración del plan de mejora en la línea de producción de una empresa cartonera ubicada en Lurín.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **Antecedentes Internacionales**

Naranjo (2009), en su tesis, Desarrollo de un modelo de operación para reducir los desperdicios; tiempos y mejorar los métodos en la preparación de imprentas flexográficas de conversión de cajas de cartón en Procarsa, de la Universidad de Guayaquil. Concluye que la determinación del tiempo estándar antes de realizar la implementación del SMED, del proceso de preparación de imprenta, realizado por medio de la técnica muestreo de trabajo y medición de tiempos, permitió determinar los tiempos estándares de cada uno de los subprocesos que forman el proceso de preparación, los cuales son el punto de partida para los análisis realizados en cada una de las etapas siguientes de la implementación del SMED.

Garcia (2015), en su tesis, Mejora continua de los procesos de producción mediante sistemas Kanban en industria cartonera asociada Incasa S.A, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Concluye que Mediante la aplicación del sistema Kanban y un análisis de rotación de inventarios se establece un flujo de materia prima en las cantidades mínimas para la producción y con la calidad necesaria que no afecte a la calidad final del producto, en un tiempo establecido para rotación necesaria.

Espinoza (2015), en su tesis, Propuesta de un plan de mejoras para reducir desperdicios de producción en Industria Cartonera Ecuatoriana S.A. aplicando manufactura esbelta, de la Universidad de Guayaquil. Concluye que el desarrollo realizado a lo largo del presente trabajo permitió establecer una guía o modelo metodológico en el que se estructuran de forma lógica los pasos a seguir para lograr una implantación exitosa de herramientas de manufactura esbelta (5S y KAIZEN) en Industria Cartonera Ecuatoriana S.A. Esto viabiliza que el modelo propuesto sea repetible en otras líneas de producto y que cada una de las herramientas pueda llegar a ser aplicada en un mayor número de áreas de trabajo.

## **Antecedentes Nacionales**

Coronado y Cueva (2019), en su tesis, Propuesta de implementación del planeamiento y control de la producción de la planta de conversión de Trupal – sede evitamiento para la producción de resmas, cintas de cartón pardo, claro y test liner, tucos y esquineros de cartón pardo, de la Universidad Antonio Ruiz De Montoya. Concluye que las propuestas de solución del Plan Agregado y en base a la mejor opción posteriormente se mostrará la implementación del Plan Maestro y MRP relacionado con la Programación de operaciones e implantación del Planeamiento y control de la producción, los cuales tienen un análisis económico que justifica las propuestas.

Ramos y Tantaleán (2018), en su tesis, Propuesta de un plan de mejora en el proceso de pilado de arroz, utilizando las herramientas de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del área de producción en la molinera San Nicolás S.R.L, Lambayeque – 2018, de la Universidad Señor de Sipán. Concluye Se realizó un diagnóstico de la situación actual del área de producción de la empresa Molinera San Nicolás S.R.L., mediante el uso de la herramienta diagrama de Ishikawa, la aplicación de entrevistas al jefe de Producción y las técnicas de observación y análisis documental. En el diagnóstico se pudo se pudo conocer que los problemas que más afectan a la empresa están relacionados con la falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo, las frecuentes paradas de las máquinas, los desperdicios en el proceso productivo y la falta de planificación. Las máquinas que presentan mayor número de paradas son la descascaradora y la pulidora de piedra BHZ. Conocida la problemática y revisando la literatura técnica se llegó a la conclusión que utilizando las herramientas de Lean Manufacturing como las 5s, el TPM, y Kaizen se logra incrementar la productividad de la empresa.

Gutiérrez y Vega (2017), en su tesis, Plan de mejora para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Josatex - *Chiclayo 2017*, de la Universidad Señor de Sipán. Concluye que se elaboró un plan de mejoras, estableciendo aplicar algunas herramientas como: la elaboración de los diagramas de proceso, que permitió estandarizar los procesos y que además sirvieron para realizar el estudio de tiempos, con lo que obtuvieron

los tiempos estándar, que permitieron elaborar los planes de producción de mano de obra. El estudio de tiempos permite una reducción de los tiempos de fabricación de 155,55 minutos en promedio, es decir, 2 horas y 35,55 minutos. Por otro lado, con los diagramas de proceso se establecieron los recursos materiales necesarios por cada actividad, lo que se utilizó para aplicar la planificación de requerimientos de materiales. La estandarización de materiales, también ha permitido una reducción en los consumos de los materiales de 1,466 soles en promedio por cada unidad fabricada.

Garate (2016), en su tesis, Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la línea de producción de cajas de cartón dúplex en la empresa Ronald Graf, Breña, 2016, de la Universidad Cesar Vallejo. Concluye que la ejecución de las soluciones planteadas permitió analizar el estado actual del área de producción, y proponer mejoras tangibles e intangibles, con la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing, como las 5'S y el Trabajo Estandarizado, y para lo cual se estableció un plan de mejora que permitió medir los resultados en cuanto a la productividad de la cadena productiva, además de los beneficios y resultados obtenidos a partir de las mismas.

Rosales (2018), en su tesis, Plan de mantenimiento autónomo para optimizar el rendimiento en el área de producción en la empresa Cartones del Perú S.A.C, de la Universidad Privada del Norte. Concluye que el Mantenimiento Autónomo es una herramienta eficaz para asegurar el cuidado de las máquinas, detectando desde un comienzo en muchas ocasiones las anomalías, teniendo como principal objetivo la incrementación de la productividad y así mismo elevar la moral de los trabajadores por sus logros y buenos hábitos de trabajos alcanzados.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Plan de mejora**

Según Proaño, Gisbert y Pérez (2017), el plan de mejora se podría caracterizar de que es una herramienta muy útil para las empresas que desean mejorar sus servicios, productos o procesos lo que les va a permitir permanecer en el mercado, crecer y ser competitivos. Su aplicación es muy útil y fácil e involucra a todos los niveles de la organización dependiendo del área o proceso a mejorar, lo importante para lograr los éxitos esperados en la aplicación de esta técnica es definir de manera exacta el área a mejorar, definiendo claramente los problemas a solucionar, y en función de estos estructurar el plan de acción a seguir definiendo objetivos claros, actividades, responsables e indicadores que permita evaluar el proceso de mejora todo esto dentro de un periodo determinado y bien definido.(p.50)

También mencionan que la metodología a utilizar consiste en el análisis de las áreas a mejorar, definiendo los problemas a solucionar, y en función de estos estructurar un plan de acción, que esté formado por objetivos, actividades, responsables e indicadores de gestión que permita evaluar constantemente, este proceso debe ser alcanzable en un periodo determinado; y para ello el Plan de mejora deberá seguir los siguientes pasos:

- 1) Análisis de las posibles causas que han provocado problemas en el tiempo
- 2) Propuesta y planificación del plan
- 3) Implementación y seguimiento.
- 4) Evaluación.

### **2.2.2. Estudio de tiempos**

Según García (2010), el estudio de tiempos es una técnica para determinar con mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido.

Es necesario emplear para un correcto estudio del tiempo:

- 1) Cronómetro

- 2) Formato de llenado de datos
- 3) Una hoja y un lápiz
- 4) Formatos de limpieza
- 5) Implementos de seguridad

Según Orozco (2016), existen seis etapas para determinar el estudio de tiempos luego de haber elegido el trabajo a analizar:

- 1) Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
- 2) Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en “elementos”.
- 3) Examinar su desglose para verificar si se están utilizando los mejores métodos y movimientos, y determinar el tamaño de la muestra.
- 4) Medir el tiempo con un instrumento apropiado (generalmente se usa un cronometro), y registrar el tiempo invertido por el operario en llevar a cabo cada “elemento” de la operación.
- 5) Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que debe ser el ritmo de trabajo.
- 6) Convertir los tiempos observados en los tiempos básicos.

Según Orozco (2016) define los tiempos como:

### **Tiempo real**

Se define como el tiempo medio del elemento empleado realmente por el operario durante el estudio.

### **Tiempo Normal**

Se describe como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

### **Tiempo estándar**

Es una estimación de tiempo para operaciones individuales y de máquina, a partir de los cuales se puede deducir el tiempo total de manufactura. También el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente planificado y adiestrado adecuadamente trabajando a ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempo.

Luego que concluye el estudio de tiempo se procede a determinar el Tiempo Estándar. Primeramente, se calcula el Tiempo Normal, el cual viene dado por:

$$TN = TPS * CV \quad (1)$$

Donde:

**TN:** Tiempo Normal

**TPS:** Tiempo Promedio Seleccionado

**CV:** Calificación de Velocidad

Luego de obtener el Tiempo Normal (TN), se calcula el Tiempo Estándar (TE), el cual se expresa de la manera siguiente:

$$TE = TN * \%Tolerancia \quad (2)$$

Donde:

$$TN * \% Tolerancias = Factor de tolerancia \quad (3)$$

### **2.2.3. Lean Manufacturing**

Según Rajadell (2010), citado por Ramos y Tantalean (2017), se entiende por Lean Manufacturing, la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La producción ajustada (también llamada Toyota Production System), puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollaron en Japón inspiradas en parte en los principios de William Edwards Deming.

#### **A. Principios de Lean Manufacturing**

Según Matias y Vizan (2013), citado por Ramos y Tantalean (2017), los principios son los que se ve en la listan a continuación:

- 1) Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ.
- 2) Formar líderes de equipos que asuman el sistema y lo enseñen a otros.
- 3) Interiorizar la cultura de “parar la línea”.
- 4) Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y la mejora.
- 5) Desarrollar personas involucradas que sigan la filosofía de la empresa.
- 6) Respetar a la red de suministradores y colaboradores ayudándoles y proponiéndoles retos.
- 7) Identificar y eliminar funciones y procesos que no son necesarios.
- 8) Promover equipos y personas multidisciplinarios.
- 9) Descentralizar la toma de decisiones.
- 10) Integrar funciones y sistemas de información.
- 11) Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.

## **B. Beneficios de la Filosofía Lean Manufacturing**

Según Hernandez y Vizan (2013), citado por Ramos y Tantalean (2017), manifiestan que los beneficios son:

- 1) Reducción de costos de producción.
- 2) Reducción de inventarios.
- 3) Reducción del tiempo de entrega
- 4) Mejor Calidad.
- 5) Menos mano de obra
- 6) Mayor eficiencia de equipo.

## **C. Los 8 desperdicios de Lean Manufacturing**

Según Ramos (2017), los desperdicios se definen de la siguiente manera:

- 1) Sobreproducción: Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se considera como el principal desperdicio y la causa de la mayoría de los otros desperdicios.
- 2) Exceso de inventario o stock: Excesivo almacenamiento de materia prima o materiales, producto en proceso y producto terminado.

- 3) Esperas y paros: Personal esperando por información, instrucciones de trabajo, materiales, piezas o herramientas necesarias para realizar su trabajo; clientes o visitantes esperando a ser atendidos; piezas esperando para continuar su procesamiento; maquinaria parada por averías, etc.
- 4) Transporte y envíos: Mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o producto terminado hacia/desde el almacén, o hacia/desde otras áreas o procesos.
- 5) Desplazamientos y movimientos: Cualquier movimiento físico o desplazamiento que el personal realice que no agregue valor al producto o servicio, p. ej. Cuando las personas deben bajar y subir documentos, desplazarse para buscar materiales, entre otros.
- 6) Sobre procesamiento y actividades que no agregan valor: Realizar procedimientos innecesarios o que no agregan valor: contar, acomodar, inspeccionar, revisar o duplicar procesos. Utilizar herramienta o equipo inapropiado, desarrollar características o funciones en los productos que no son valoradas por los clientes, etc.
- 7) Rechazos, fallos y defectos: Corrección de errores y retrabajo derivado de la identificación de no conformidades o por devoluciones del cliente, destruir o reprocesar productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad, etc.
- 8) Talento humano: No aprovechar la creatividad e inteligencia de los colaboradores, sus competencias y potencial para eliminar desperdicios, mejorar la productividad, resolver los problemas de calidad e innovar.

#### **D. Herramientas asociadas a Lean Manufacturing**

Según Villaseñor y Galindo (2010), mencionan que los conceptos de herramientas de la producción ajustada se dividen en tres estados o pasos: Demanda, flujo y nivelación.

##### **1) Demanda**

Las herramientas y técnicas a utilizar son: Takt time, Pitch (lote controlado), Takt Imagen, Andon, Mapeo del proceso (value stream mapping). Entre las más usadas están:

### **a) Andón**

Para Hernández y Vizán (2013), lo definen como:

Dispositivo de control visual y/o auditivo que permite saber el estado actual del sistema de producción alertando a los equipos de trabajo sobre el surgimiento de problemas, desencadenando una reacción inmediata para la corrección de anomalías. Permite conocer con facilidad si las condiciones de funcionamiento de los equipos son o no las óptimas, informando sobre el tipo de anomalía. (p.158)

### **b) Mapeo del proceso (value stream mapping)**

Según Fernández (2006), define que:

El Value Stream Mapping o análisis del mapa de proceso es un mapa donde se muestran todas las acciones (con y sin valor añadido) necesarias, en términos de flujo del material físico y de información, para entregar un producto al cliente que cumpla con sus exigencias. Este mapa nos permitirá ver las ineficiencias y permitirá planificar un mapa futuro más simple, más reducido y, por tanto, con un coste menor. En otras palabras, estamos ante una herramienta estratégica y operativa que permite visualizar la realidad actual y, a la vez, mostrar los puntos clave de mejora con el fin de llegar a un estado óptimo en cuanto a la generación de valor. (p.108)

## **2) Flujo**

Según Orozco (2015), determina que:

Las herramientas y técnicas a utilizar son : Flujo continuo, Célula de Manufactura, Trabajo estandarizado, Cambios rápidos (Smed), Mantenimiento autónomo, Mantenimiento productivo Total (TPM), Jidoka, Justo a tiempo (JIT) , Sistemas de kanban, Primeras entradas primeras salidas (FIFO: First in, first out), 5 'S (Separar innecesarios, situar necesarios, suprimir suciedad, señalar anomalías, seguir mejorando), Fábrica y

administración visual, Eliminación de errores (Poke Yoke), Kaizen, Hoshin kanri. (p.22)

#### **a) Cambios rápidos (Smed).**

Según Cuatrecasas (2011), menciona que:

El enfoque SMED, que viene a ser el “cambio de matriz en minutos de un dígito”, trata de conseguir reducciones de tiempos de cambio para la preparación de fabricaciones de un solo dígito, es decir, como muchos inferiores a 10 minutos. El sistema se ha ido implantando en todas las empresas en las que su tipo de producción y los sistemas de gestión adoptados lo exigían, en Japón y en el resto del mundo. (p.135)

Según Gil, Sanz, De Benito, & Galindo (2012), menciona que siguiendo la “regla del 80/20” o ley de Pareto, han definido un procedimiento que pretende conseguir el 80% de la ganancia del SMED empleando para ello el 20% de los recursos que precisa la metodología original (los recursos esenciales) y, al mismo tiempo, contribuir a la formación del personal de la empresa de manera efectiva. (p.48)

#### **Metodología**

Según Gil, Sanz, De Benito, & Galindo (2012), afirma que el método se apoya en el conocimiento que tienen los operarios y en la capacidad del coordinador para liderar el equipo en la utilización de los mecanismos o herramientas propias del SMED. Dicho coordinador necesita poseer competencias propias de un ingeniero industrial o de organización industrial a fin de garantizar la consecución de los objetivos marcados: capacidad de motivación, liderazgo, coordinación de equipos, etcétera. Otro elemento clave es la comunicación entre los integrantes del grupo de trabajo, por lo que se necesita un soporte documental o mural que todos los participantes puedan observar y que guíe el comportamiento del equipo durante el proceso. (p.48)

El autor citado en párrafo anterior menciona que tal metodología presenta etapas a seguir si se quiere alcanzar el objetivo planteado tal como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1:** Etapas de la metodología SMED

*Fuente: Gil, M., Sanz, P., De Benito, J., & Galindo, J. (2012). Definición de una metodología para una aplicación práctica del SMED. Técnica Industrial, 298, 48*

## b) Mantenimiento autónomo

De acuerdo a Madariaga (2013), afirma que:

El Mantenimiento autónomo es el pilar más importante del TPM, es una metodología importante para el lean manufacturing. La filosofía del mantenimiento autónomo es opuesta al pensamiento de la fábrica tradicional, donde las funciones producir y mantener están separadas: “Yo produzco, tu reparas” El fin del mantenimiento autónomo es enseñar y transferir a los operarios de producción tareas sencillas, frecuentes e

importantísimas del mantenimiento preventivo – limpieza, inspección, ajuste y lubricación- que en la fábrica tradicional no se realizan, algo que se debe, en parte, al desconocimiento, y en parte a que el personal especializado de mantenimiento generalmente escaso, se encuentra ocupado en “apagar fuegos”. Mediante las tareas diarias de mantenimiento autónomo, los operarios detectan situaciones anómalas – fabrica oculta- y evitan la entrada del equipo en deterioro acelerado. (p.53)

### **c) Mantenimiento productivo total (TPM)**

Según Cuatrecasas y Torrel (2010), citado por Orozco (2016), afirma que:

El TPM o mantenimiento productivo total supone un nuevo concepto de gestión del mantenimiento, que trata de que este sea llevado a cabo por todos los empleados y a todos los niveles a través de actividades en pequeños grupos, todo lo cual, según Ichizoh takagi, miembro del Japan Institute for Planning Maintenance, incluye los siguientes objetivos: Participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta. Incluir a todos y cada uno de ellos para alcanzar el objetivo con éxito. Creación de una cultura corporativa a la obtención de la máxima eficiencia en el sistema de producción y gestión de equipos. (p.673)

### **d) Jidoka**

Para Hernández y Vizán (2013), citado por Orozco (2016), define que:

Jidoka es un término japonés, que significa automatización con un toque humano o automación. Este término, que no debe confundirse con automatización, define el sistema de control autónomo propuesto por el Lean Manufacturing. Bajo la perspectiva Lean, el objetivo radica en que el proceso tenga su propio autocontrol de calidad, de forma que, si existe una anomalía durante el proceso, este se detendrá, ya sea automática o manualmente por el operario, impidiendo que las piezas defectuosas avancen en el proceso. Dado que sólo se producirán piezas con cero defectos, se minimiza el número de piezas defectuosas a reparar y la posibilidad de que éstas pasen a etapas posteriores del proceso.

Con este sistema máquinas y operarios se convierten en un inspector de calidad. No hay distinción entre empleados de la línea (que fabrican los artículos) e inspectores de calidad (que comprueban la bondad de la fabricación).

### **3) Nivelación**

Según Orozco (2015), determina que:

Las herramientas y técnicas a utilizar son: Heijunka (nivelación de carga), Caja heijunka, Runner.

#### **a) Heijunka (nivelación de carga)**

Para Hernández y Vizán (2013), citado por Orozco (2016), mencionan lo siguiente:

Es una técnica que se utiliza para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un periodo de tiempo, normalmente un día o turno de trabajo. Esta herramienta no es aplicable si hay nula o poca variación de tipos de producto. La gestión práctica del Heijunka requiere un buen conocimiento de la demanda de clientes y los efectos de esta demanda en los procesos y, a su vez, exige una estricta atención a los principios de estandarización y estabilización.

Para la aplicación del Heijunka existen una serie de técnicas que, integradas en su conjunto, permiten conseguir un sistema avanzado de producción con flujo constante, ritmo determinado y trabajo estandarizado, lo que proporciona unas ventajas muy significativas desde el punto de vista de la optimización de mano de obra, minimización de inventarios y tiempos de respuesta al cliente.

### 2.3. Definición de términos básicos

**Apilador:** Máquina que su función principal es la correcta separación de cajas y acomodarlas para formar paquetes de una cantidad determinada.

**Cartón corrugado:** El cartón corrugado está compuesto por papel distribuidas en capas pegadas unas con otras con diferentes combinaciones lo cual determina su resistencia.

**Empresa cartonera:** Dedicada a la fabricación de cajas de cartón corrugado.

**Cliché:** Es la plantilla de polímero con el arte aprobado por el cliente para la impresión.

**Diagrama de Gantt:** Gráfico que permite la distribución actividades con sus respectivos recursos en una línea de tiempo establecido.

**Extendo:** Puente móvil que permite el traslado de planchas desde la máquina Prealimentador hasta la máquina mesa de alimentación.

**Golpes productivos:** Cantidad de veces que el troquel hace contacto con la plancha de cartón.

**Lay boy:** Fajas de la máquina vibradora-secadora que permite la separación de cajas después de la salida del troquelado.

**Lay out:** Es el diseño de la ubicación de máquinas en una determinada planta.

**OT:** Orden de trabajo para la fabricación de un modelo cajas de cartón corrugado.

**Productividad:** La productividad se encarga de determinar la cantidad producida en un determinado tiempo comparado con un determinado modelo.

**PLC:** Controlador Lógico Programable.

**Sensor de proximidad:** Es un módulo eléctrico que detecta objetos y manda una señal al PLC para el conteo de cajas.

**Set up:** Tiempo de parada de máquina para hacer el cambio de calibración de un producto determinado.

**SMED:** Metodología que permite que en la parada de máquina se haga el cambio de un producto en el tiempo mínimo.

**Troqueladora Rotativa:** Máquina el cual su función es troquelado de planchas de cartón corrugado.

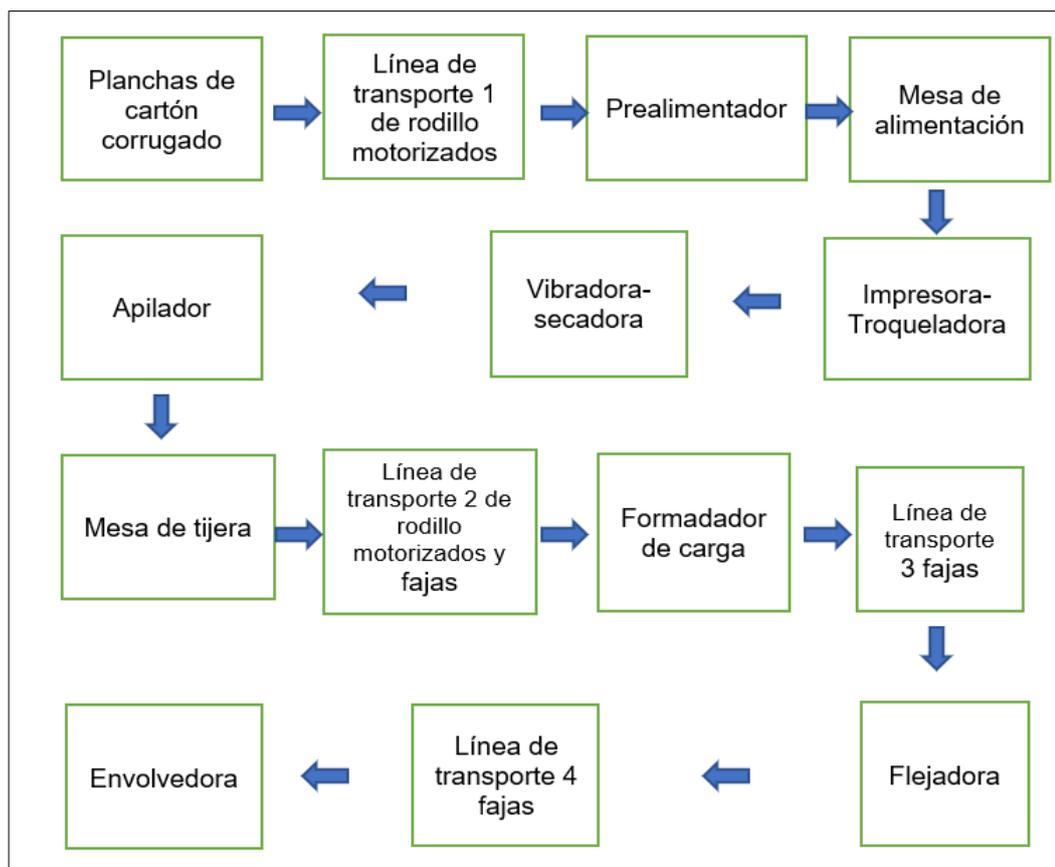
**Zona:** Sector específico enumerado de la planta donde se encuentra una máquina de la línea de producción.

### CAPÍTULO III

## DESARROLLO DEL TRABAJO PROFESIONAL

### 3.1. Determinación y análisis del problema

La línea de producción tal como se muestra en la Figura 2 fue proyectada para alcanzar un promedio diario de 20000 golpes por turno de 8 horas. Como podemos ver en la Tabla 1 y Figura 3, los promedios mensuales de golpes por turno, no alcanzan ni a la mitad de su capacidad diseñada. Este promedio se debe a que hay incidencias que afectan a la producción que ocasionan muchas paradas en línea productiva. Estos incidentes se deben diferentes factores: capacitación de personal, fallas de máquinas, materia prima en mal estado y automatización de máquinas con deficiencia en su programación y diseño mecánico.



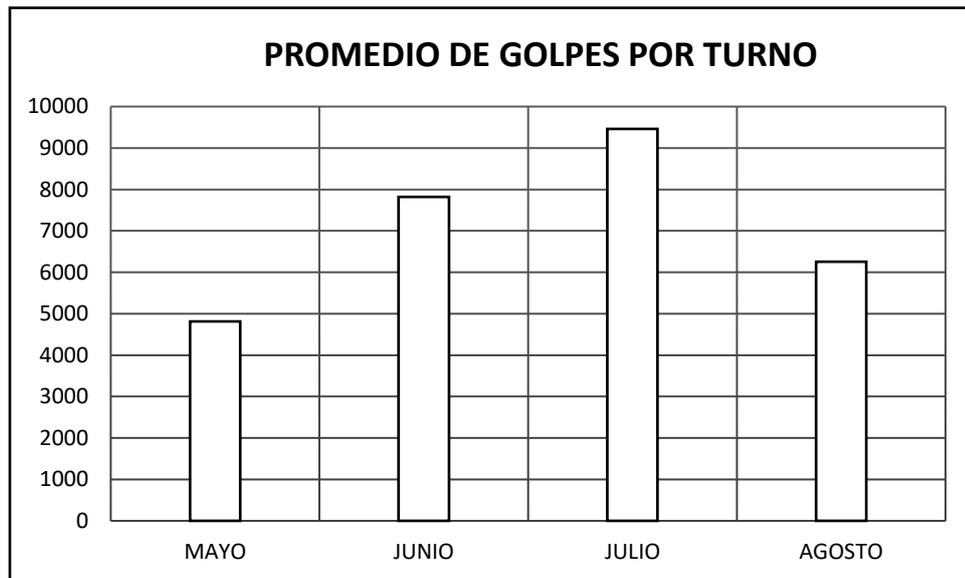
**Figura 2:** Diagrama de flujo de la línea de producción

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 1**  
*Promedio de golpes por turno durante un mes*

<b>MES</b>	<b>Golpes/Turno</b>
MAYO	4817
JUNIO	7823
JULIO	9464
AGOSTO	6254

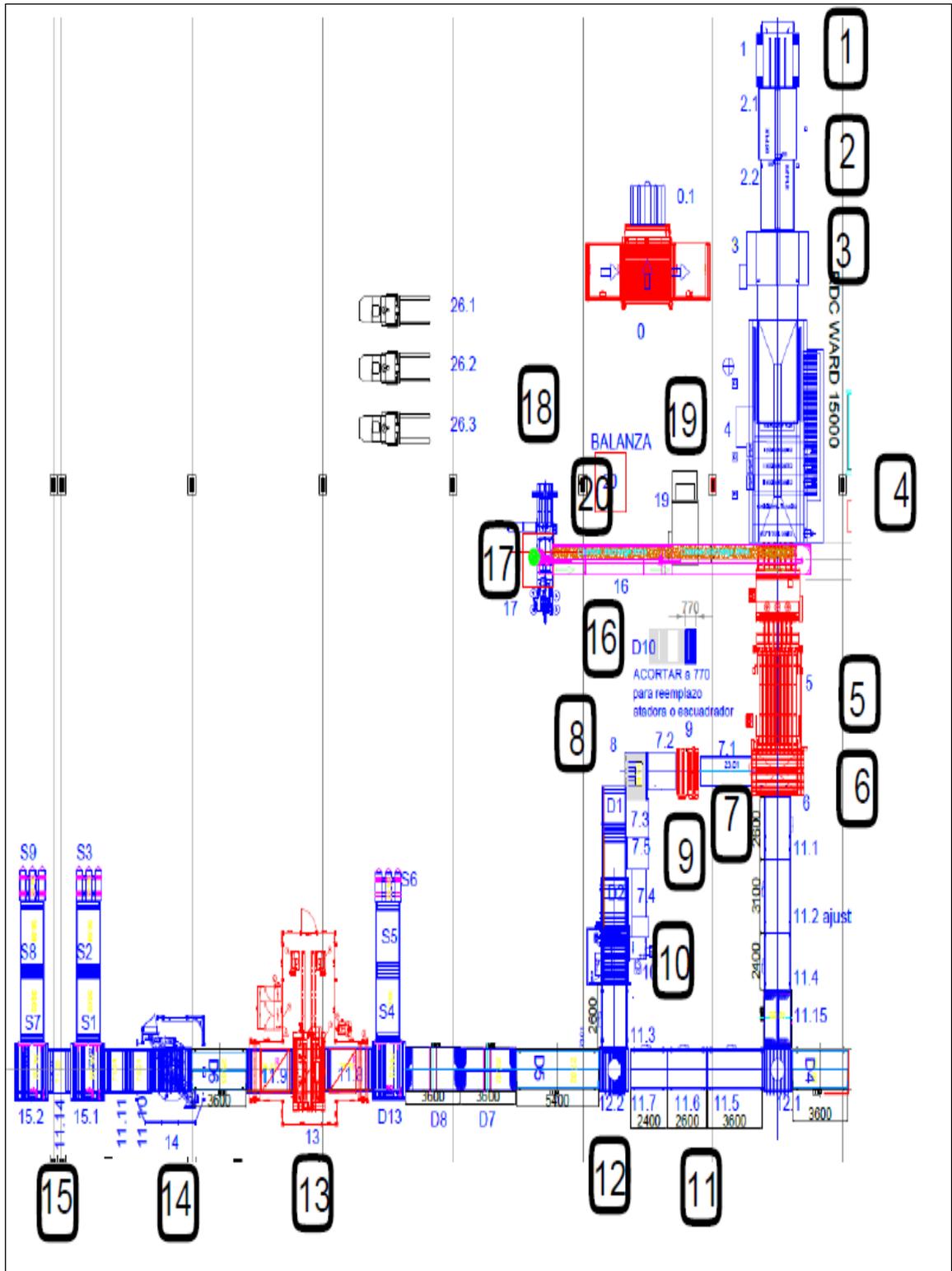
*Fuente: Elaboración propia*



**Figura 3:** *Gráfico del promedio de golpes por turno*

*Fuente: Elaboración propia*

En la Figura 4 y Figura 5 se logra observar la ubicación de las máquinas de la línea de producción, siendo las máquinas que condicionan mucho la producción, la máquina Ward 15000 que es una impresora y troqueladora (zona 4), apilador (zona 5), la tijera elevadora (zona 6) y la enfardadora (zona 17). Si una de estas máquinas se presenta un mal funcionamiento, esta incidencia genera una parada de la línea de producción.



**Figura 4:** Lay out de línea de producción

Fuente: Planos de ubicación de máquinas de la empresa cartonera

Ref	
1	Carril de entrada
2	Transportador de planchas
3	Prealimentador ASC(Máquina para alimentar automáticamente con planchas a la troqueladora)
4	Troqueladora Ward 15000( Máquina impresora y troqueladora)
5	Apilador
6	Tijera elevadora con desviador(transportador en dos sentidos con rodillos y correas, sobre plataforma elevadora)
7	Transportador a fajas y rodillos
8	Transportador desviador a rodillos y bandas
9	Flejadora de paquetes y escuadrador
10	Load Former (formador de carga para paletizado semi automático)
11	Transpordor a fajas motorizado
12	Introductor a cadenas (transportador en dos direcciones con rodillos y cadenas)
13	Flejadora c/cruz, doble cabezal y lanza (Máquina para flejar cargas paletizadas)
14	Envolvedora (Máquina para envolver cargas paletizadas con film stretch)
15	Transportes salidas (empujador sobre rodillos locos en pendiente)
16	Bandas p/refile Algar (Transportador a banda para trozos de cartón)
17	Enfardadora. (Máquina para hacer fardos con los trozos de cartón)
18	Salida enfardadora(plataforma de chapa lisa por donde salen los fardos de cartón)
19	Trozadora c/ventilador (Picadora de planchas de cartón)
20	Ciclon P/trozador

**Figura 5:** Leyenda del lay out

*Fuente: Planos de ubicación de máquinas de la empresa cartonera*

Por tal motivo la importancia de tener un plan de mejora, ya que es necesario reducir los tiempos de parada de las máquinas que condicionan mucho la productividad mencionados anteriormente. Un plan de mejora tiene que ser proyectado a corto y a mediano plazo, ya que actualmente debido al inicio de producción temprana de la planta, presenta ventas relativamente bajas; pero con proyecciones a la capacidad de producción diseñadas no se podrá lograr el objetivo deseado sin ninguna mejora.

Se tiene que tomar en cuenta la importancia de las etapas del plan de mejora que permite a una correcta organización en los procedimientos de trabajo, tener claro los responsables de cada actuación. La importancia de cada etapa que permita desde su primera instancia en determinar las causas de los problemas más relevantes y de acuerdo a eso enfocarse en ello. Implementando metodologías tanto organizacional como mejora en diseño de las máquinas(mecánico-eléctrico).

En la empresa cartonera como primera etapa en el plan de mejora se estaría implementando un registro de incidencias que afectan al proceso de producción. Luego se procedería a hacer el análisis de los problemas con el diagrama de Pareto para ubicar la incidencia más relevante y enfocarse en ello. Por consiguiente, se elabora una serie de procedimiento implementado metodologías como Lean manufacturing para el procedimiento de trabajo, tomando en cuenta el análisis de paradas.

### **3.2. Modelo de solución propuesto**

#### **3.2.1. Identificación de incidencias que afectan la producción**

Para la identificación de incidencias se tomará como base teórica la metodología SMED. Donde se estará tomando la primera etapa, que consiste en Preparar.

Lo cual esta etapa contiene actividades a realizar tales como:

**Elegir el problema:** Paradas en la línea de producción

**Observar la situación actual:** Se observa que existen 4 zonas críticas de la línea de producción ya descritas en capítulo anterior que influyen mucho en la productividad. Se genera una plantilla de obtención de datos de la producción y las observaciones que se dieron en el proceso productivo durante un día. Ver anexo (1)

De este formato se obtienen las incidencias que se describen a continuación:

- Demora en la puesta en marcha de la producción.
- Planchas de cartón en mal estado.
- Sistema de la maquina apiladora con fallas mecánicas eléctricas.
- Fallas operativas.

#### **A. Demora en la puesta en marcha de la producción**

En la puesta en marcha de producción hay una incidencia con el tiempo de armar la máquina, está consta de una serie de acciones que necesita la participación de los maquinistas y ayudantes de la máquina impresora y troqueladora (zonas 4). En resumidos pasos se trata de:

- Cambiar y/o colocar el troquel en el rodillo porta troquel.
- Cambiar y/o colocar el cliché en el rodillo porta cliché en el cuerpo impresor 1, 2 y 3 si es necesario.

- Ajustar los jaladores de acuerdo al tipo de cartón que va ingresar.
- Ajustar la mesa de alimentación con el tamaño del cartón va ingresar.
- Acercar los baldes de tintas y colocarlos en el cuerpo impresor 1, 2 y 3 si es necesario.

Tal incidencia de tiempo también es afectada por la rotación de personal en la empresa y la falta de uno de los participantes. En la Figura 6 se logra mostrar parte de las actividades mencionadas anteriormente.



**Figura 6:** Cambio de producto para puesta en marcha

*Fuente: Elaboración propia*

## **B. Planchas de cartón en mal estado**

Las planchas de cartón es nuestra “materia prima” para la realización de nuestros productos. Estas planchas son importadas de la misma empresa ubicada en Chile; ya que aquí la empresa no cuenta con una corrugadora. Por esta razón las planchas al transportarse largas distancias se dañan y la mayoría de casos se tiende a pandear.

Las planchas en mal estado no logran ingresar correctamente a la máquina generando atascos y pérdidas de tiempo en producción. En la Figura 7 se logra mostrar los distintos tipos de planchas de cartón en condiciones pésimas.



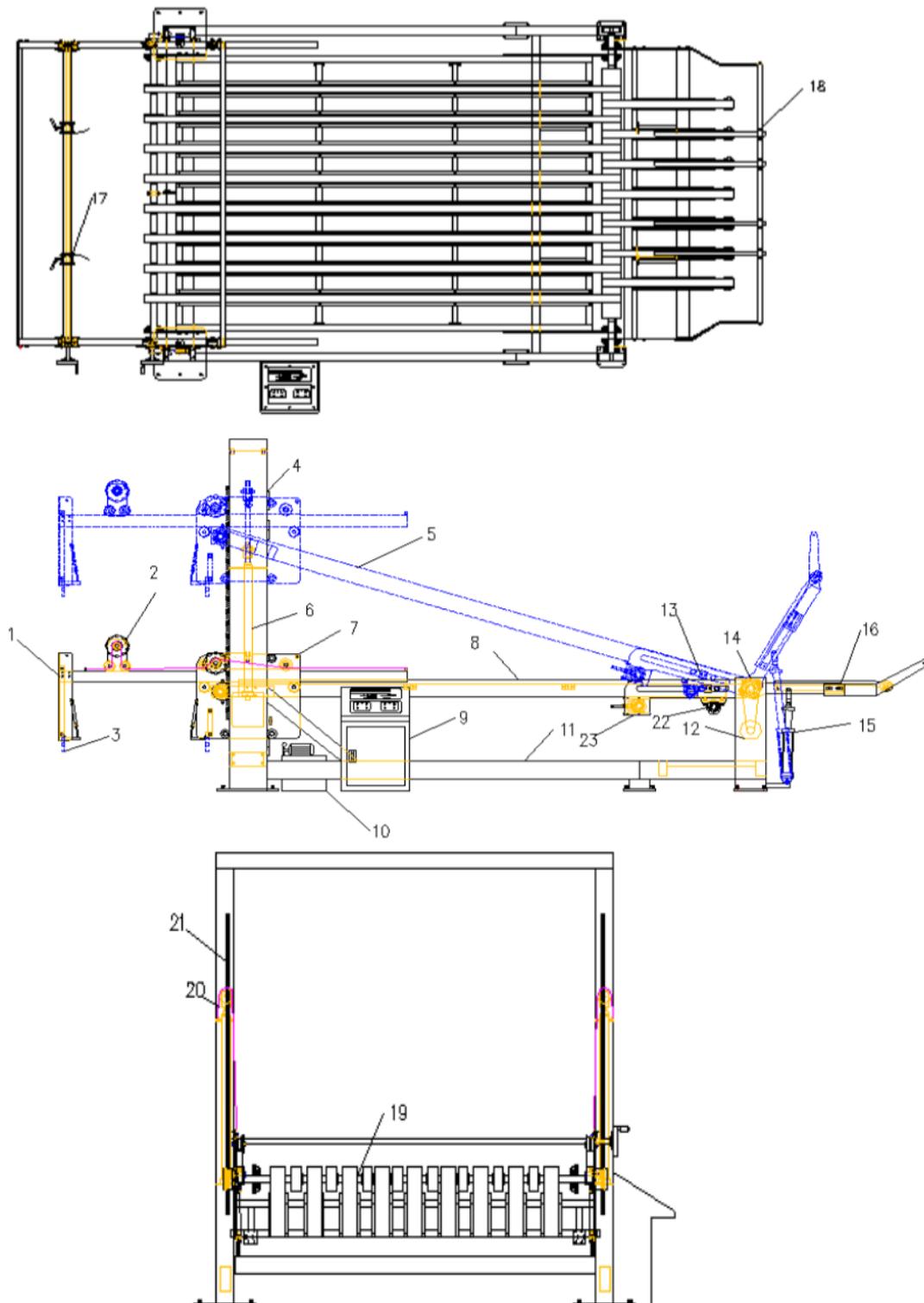
**Figura 7:** *Planchas de cartón en mal estado*

*Fuente: Elaboración propia*

### **C. Sistema de la máquina apiladora con fallas mecánicas-eléctricas**

El sistema de la máquina apiladora consiste en: Bandas de transporte de la salida de troquel, Vibradora-Secadora, bandas de transporte de salida de la Vibradora-Secadora y el apilador. Si se necesita un nuevo formato de caja se tiene que calibrar este respectivo sistema; una mala calibración en una

de ellas se tiene un sin número de paradas por atasco. En la Figura 8 y Tabla 2 se muestra las partes del apilador y descripción respectivamente.



**Figura 8:** Partes del apilador

Fuente: Manual de instrucciones de operación del apilador de papel, Guangzhou Hengli Máquina de Embalaje Co., Ltd

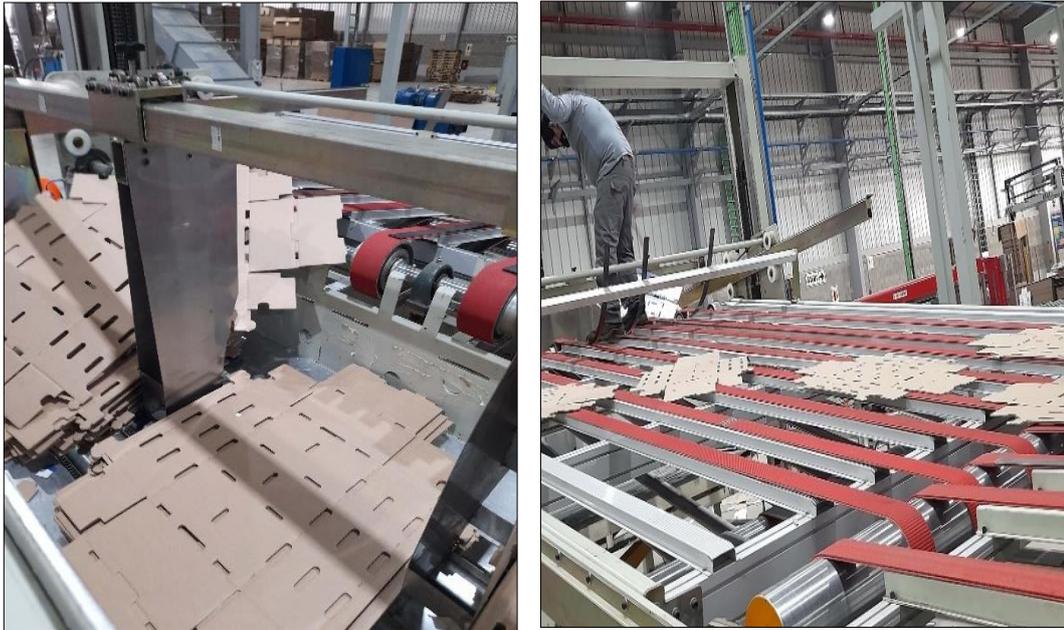
**Tabla 2**  
*Descripción de partes de la máquina apilador*

<b>Número</b>	<b>Descripción</b>
1	Placa de recogida posterior
2	Soporte de deflector divisor
3	Placa de recogida de rotación
4	Sensor de proximidad de límite
5	Varilla de soporte de la plataforma de transporte
6	Cilindro hidráulico
7	Placa lateral de soporte
8	Plataforma de transporte
9	Panel de control
10	Bomba hidráulica
11	Varilla de soporte
12	Motor
13	Corredera de conexión
14	Eje principal
15	Cilindro de soporte de papel receptor
16	Plataforma receptora de papel
17	Divisor de cartón
18	Banda de presión
19	Eje de equilibrio
20	Cadena
21	Cremallera cinturón
22	Eje de tensión del cinturón
23	Eje de tensión del cinturón 2

*Fuente: Elaboración propia*

Con respecto a las fallas por diseño mecánico de este sistema de apilado, consiste:

- Las cajas de dimensiones largas tienden a pandearse por la gravedad debido dificultando su apilamiento y generando atascos, ya que no cuentan con soportes más largos en la placa de recogida de rotación. Se logra mostrar en la Figura 9 el atascamiento de cajas por pandeo de cajas.
- Las bandas de presión que generan el correcto desplazamiento de las cajas no es el adecuado, ya que las cajas tienden a moverse y caer mal apiladas.



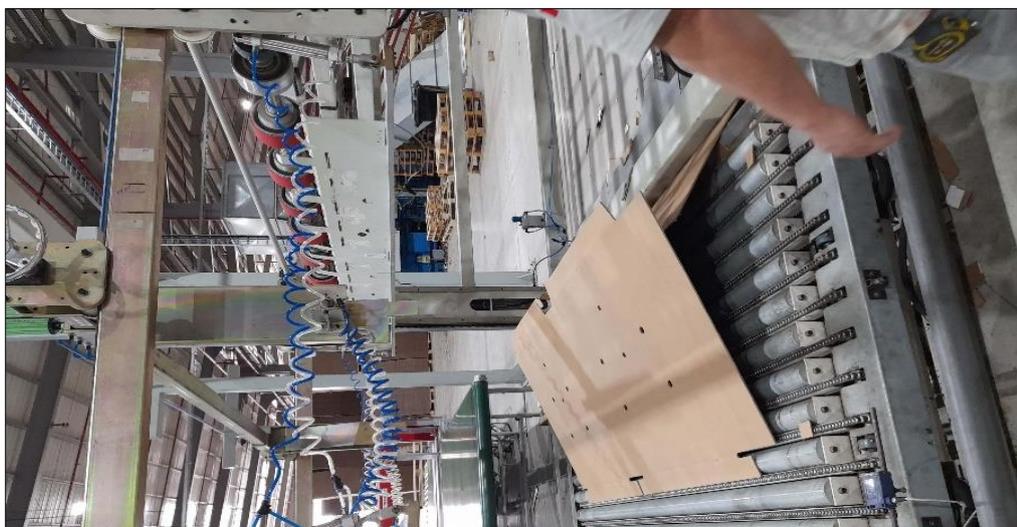
**Figura 9:** Atascamiento de cajas por fallas mecánicas

*Fuente: Elaboración propia*

Con respecto a las fallas por diseño eléctrico de este sistema de apilado, consiste:

-El sensor de proximidad mal calibrado al momento del conteo de cajas, estas cajas cuentan con agujeros en el mismo espacio que pasa el sensor; ocasionando sobre apilado.

-La activación electroneumática de los soportes de cajas desincronizada con la velocidad de las fajas de transporte tal como se puede mostrar en la Figura 10.



**Figura 10:** Mal apilamiento por falla eléctrica

*Fuente: Elaboración propia*

## D. Fallas operativas

Las fallas operativas son por olvido de los procedimientos del correcto funcionamiento de las máquinas. Los operarios generan estos fallos, si es en las tres máquinas críticas logran ocasionar paradas en línea de producción.

Estas fallas son en su gran mayoría:

-No encender la máquina vibradora-secadora cuando se ha parado anteriormente por algún incidente, ocasionando que se amontonen cajas en la faja de transporte a la salida del troquel tal como se muestra en la Figura 11 en el lado izquierdo. Esto a su vez conlleva a que se pare la línea para poder retirar el tumulto de cajas.

-Encender la máquina Ward 15000 sin el lavado correcto de los cuerpos de impresión, ocasionando que las cajas tengan defectos de impresión y por consiguiente se procede a parar la línea para lavar nuevamente los cuerpos de impresión, tal como se muestra en la Figura 11 en el lado derecho.

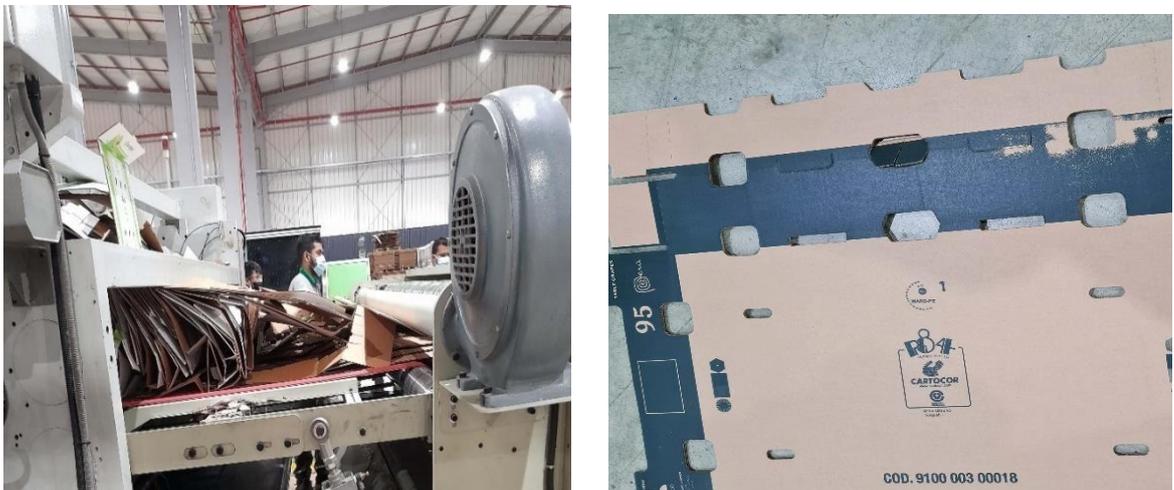


Figura 11: Fallas operativas

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2. Análisis de las horas perdidas en la producción

#### A. Demora en la puesta en marcha de la producción

Aplicando SMED en la incidencia, ya que está implica cambio de formato en las paradas. En esta incidencia se puede aplicar todas las etapas del SMED, como nos encontramos en el análisis se está aplicando la etapa de preparar

con todas sus actividades a diferencia de la identificación de incidencias que tenían un alcance de las actividades de la primera etapa.

De acuerdo a sus etapas de esta metodología que son:

## 1) Preparar

### Elección del problema

Demora en la puesta en marcha de la producción

### Observar la situación actual

A continuación, se menciona en la Tabla 3 las actividades a desarrollar para la puesta en marcha con su tiempo promedio de ejecución con su tipo de operación.

**Tabla 3**  
*Actividades para puesta en marcha*

ACTIVIDADES	DURACIÓN PROMEDIO (min)	TIPO DE OPERACIÓN
Pedir planchas	1	Interno
Acercar troquel a máquina	2	Interno
Corroborar especificaciones de la orden	1	Externo
Pedir tintas	2	Interno
Acercar clichés a máquina	2	Interno
Acercar tintas a máquina	3	Interno
Subir extendo	1	Interno
Abrir máquina	3	Interno
Cerrar OT anterior e iniciar OT a fabricar	5	Interno
Ajustar lay boy	15	Interno
Ajustar Apilador	15	Interno
Sacar troquel OT anterior	10	Interno
Poner troquel OT a fabricar	18	Interno
Ajustar parámetros en alimentador	5	Interno
Sacar clichés Impresor 1, 2 y 3. Ubicar en atril	10	Interno
Lavar cuerpos impresores	40	Interno
Poner clichés a fabricar Impresor 1,2 y 3	15	Interno
Instalar tintas impresor 1, 2 y 3	4	Interno
Medir viscosidad de tintas	1	Interno
Cerrar máquina	3	Interno
Bajar extendo	1	Interno

Fuente: *Elaboración propia*

### **Análisis de las causas**

Se determina las actividades de cada operador en la Tabla 4 y en la Tabla 5 la duración de cada trabajador ejecutando estas actividades.

**Tabla 4**  
*Trabajador con su respectiva actividad a realizar*

<b>ACTIVIDADES</b>	<b>TRABAJADORES</b>
Pedir planchas	Maquinista 1
Acercar troquel a máquina	Maquinista 1
Corroborar especificaciones de la orden siguiente	Maquinista 1
Pedir tintas	Maquinista 1
Acercar clichés a máquina	Ayudante 1
Acercar tintas a máquina	Ayudante 1
Subir extendo	Ayudante 2
Abrir máquina Ward 15000	Maquinista 2
Cerrar OT anterior e iniciar OT a fabricar	Maquinista 1
Ajustar lay boy	Maquinista 1
Ajustar Apilador	Maquinista 1
Sacar troquel OT anterior	Ayudante 2
Poner troquel OT a fabricar	Ayudante 2
Ajustar parámetros en alimentador	Ayudante 2
Sacar clichés Impresor 1, 2 y 3. Ubicar en atril de lavado	Maquinista 1
Lavar cuerpos impresores	Ayudante 1
Poner clichés a fabricar Impresor 1,2 y 3	Maquinista 2
Instalar tintas impresor 1, 2 y 3	Ayudante 2
Medir viscosidad de tintas	Maquinista 1
Cerrar máquina	Maquinista 2
Bajar extendo	Ayudante 1
Calzar caja	Maquinista 1

Fuente: *Elaboración propia*

**Tabla 5**  
*Duración del personal en las actividades*

<b>TRABAJADOR</b>	<b>DURACIÓN</b>
Maquinista 1	56 min
Maquinista 2	21 min
Ayudante 1	46 min
Ayudante 2	38 min
<b>Set up</b>	<b>105 min</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## **B. Planchas de cartón en mal estado**

Las planchas de cartón en mal estado han estado presentes desde el inicio de la producción siendo los defectos más comunes que ocasionan paradas.

**-Planchas con pandeo convexo (comba hacia arriba):** Este defecto de la plancha si presenta alto porcentaje de curvatura ocasiona que en la mesa de alimentación no permita el ingreso a la máquina. Trayendo como consecuencia que se tenga que parar la producción para que se tenga que retirar dichas planchas.

**-Planchas con pandeo cóncavo (comba hacia abajo):** Este defecto de la plancha

si presenta alto porcentaje de curvatura ocasiona disminución de velocidad de producción, en algunos casos paradas para corregir problemas de registro de impresión y troquelado.

**-Planchas con ampollas de aire:** Este tipo de plancha no es admisible para el ingreso a la máquina ya que trae problemas en la calidad del producto tanto en impresión y troquelado. Se tiene que hacer parada de producción para poder retirar.

**-Planchas mal cortadas** Este tipo de planchas traen tiras de cartón pequeñas, a la hora de ingresar a la máquina quedan adheridas en los clichés trayendo como consecuencia parar la producción para lavar los clichés.

En la Tabla 6 se muestra tiempo promedio de duración en un día evaluado en un mes por cada tipo de plancha en mal estado.

**Tabla 6**  
*Duración promedio de parada por planchas en mal estado*

<b>Tipo de plancha en mal estado</b>	<b>DURACIÓN</b>
Planchas con pandeo convexo	20 min
Planchas con pandeo cóncavo	6 min
Planchas con ampollas de aire	12 min
Planchas mal cortadas	8 min
<b>Total</b>	<b>46 min</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### **C. Sistema de la máquina apiladora con fallas mecánicas-eléctricas**

En la Tabla 7 se puede mostrar los distintos tipos de falla con su respectiva duración promedio de parada evaluados en un mes.

**Tabla 7**  
*Duración de parada por tipo de falla mecánica-eléctrica*

<b>Descripción</b>	<b>Tipo de falla</b>	<b>Duración</b>
Bandas de presión inadecuadas	mecánica	7 min
Fajas de transporte a la salida del Troquel mal diseñadas	mecánica	15 min
Placa de rotación no diseñada para cajas más largas a 1 m	mecánica	2 min
Sobre apilamiento de cajas por mal funcionamiento de sensor de proximidad para el conteo de cajas	eléctrica	10 min
Defectos de programación en el PLC del apilador	eléctrica	5 min
<b>Total</b>		<b>39 min</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### **D. Fallas operativas**

En la Tabla 8 se logra mostrar las dos fallas operativas más comunes con su duración promedio de parada evaluados en un mes.

**Tabla 8**  
*Duración de parada por tipo de falla operativa*

<b>Descripción</b>	<b>Duración</b>
No encender el apilador luego de un incidente	5 min
Encender la máquina Ward 15000 sin el correcto lavado de los cuerpos impresores	25 min
<b>Total</b>	<b>30 min</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3. Resultados

#### A. Resultados de la Identificación de incidencias que afectan la producción

**Tabla 9**  
*Incidencias con su respectiva ubicación*

<b>Incidencias</b>	<b>Zona</b>
Demora en puesta en marcha	4
Planchas en mal estado	4
Apilador con fallas mecánicas-eléctricas	5
Fallas operativas	4

*Fuente: Elaboración propia*

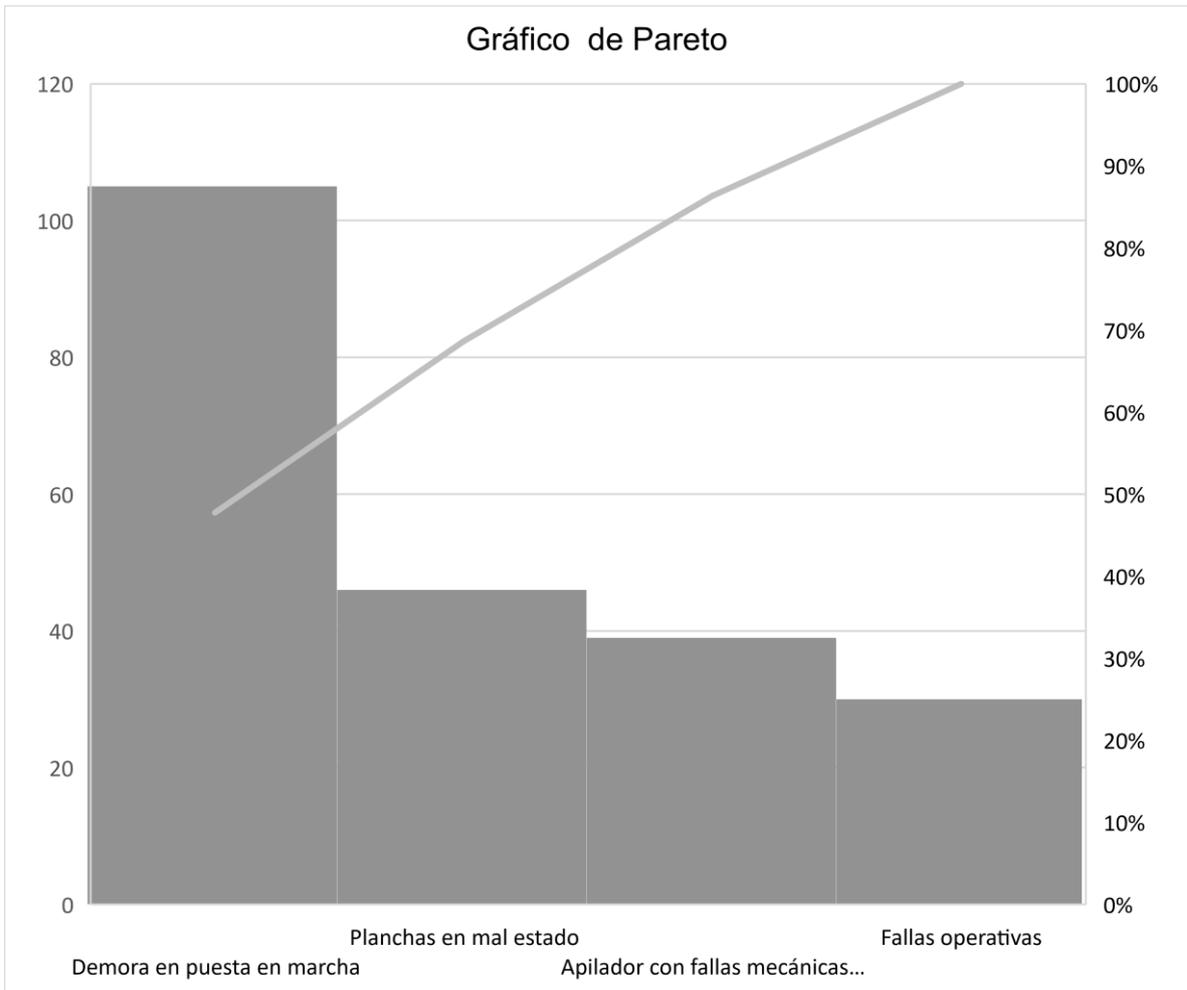
#### B. Resultados del análisis de horas perdidas en la producción

**Tabla 10**  
*Incidencias con su porcentaje de participación*

<b>Incidencias</b>	<b>Duración(min)</b>	<b>Porcentaje</b>
Demora en puesta en marcha	105	48%
Planchas en mal estado	46	21%
Apilador con fallas mecánicas-eléctricas	39	18%
Fallas operativas	30	14%
<b>Total</b>	<b>220</b>	<b>100 %</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Se puede ver en la Figura 12 que se muestra de acuerdo a la Tabla 10, la incidencia que más causa horas perdidas en la línea de producción.



**Figura 12:** Gráfico de Pareto

Fuente: Elaboración propia

### C. Plan de mejora

De acuerdo a la Tabla 10 se logra obtener que el plan de mejora se debe enfocar en la incidencia de la demora en puesta en marcha de la máquina. La metodología SMED determina que para mejorar los tiempos de cambio de producto se tiene que transformar en mayor medida las operaciones internas en externas y tratar de racionalizarlas. En la Tabla 11 se logra mostrar el cuadro de actividades de cada personal propuesta transformando la gran mayoría de actividades internas en externas posibles, ya que estas actividades se pueden realizar antes de la parada para puesta en marcha.

**Tabla 11**  
*Actividades para puesta en marcha propuesta*

ACTIVIDADES	DURACIÓN	TIPO
	PROMEDIO	DE
	min	OPERACIÓN
Pedir planchas	1	Externo
Acercar troquel a máquina	2	Externo
Corroborar especificaciones de la orden	1	Externo
Pedir tintas	2	Externo
Acercar clichés a máquina	2	Externo
Acercar tintas a máquina	3	Externo
Subir extendo	1	Interno
Abrir máquina	3	Interno
Cerrar OT anterior e iniciar OT a fabricar	5	Interno
Ajustar lay boy	5	Interno
Ajustar Apilador	4	Interno
Sacar troquel OT anterior	10	Interno
Poner troquel OT a fabricar	15	Interno
Ajustar parámetros en alimentador	5	Interno
Sacar clichés Impresor 1, 2 y 3. Ubicar en atril	10	Interno
Lavar cuerpos impresores	13	Interno
Poner clichés a fabricar Impresor 1,2 y 3	10	Interno
Instalar tintas impresor 1, 2 y 3	4	Interno
Medir viscosidad de tintas	1	Externo
Cerrar máquina	3	Interno
Bajar extendo	1	Interno
Calzar caja	8	Interno

*Fuente: Elaboración propia*

### **Aplicar las mejoras**

Aplicando la segunda etapa de metodología SMED. Se presenta un plan de detallado de las actividades a desarrollar por cada participante con objetivo de que la máquina esté detenida 32 minutos.

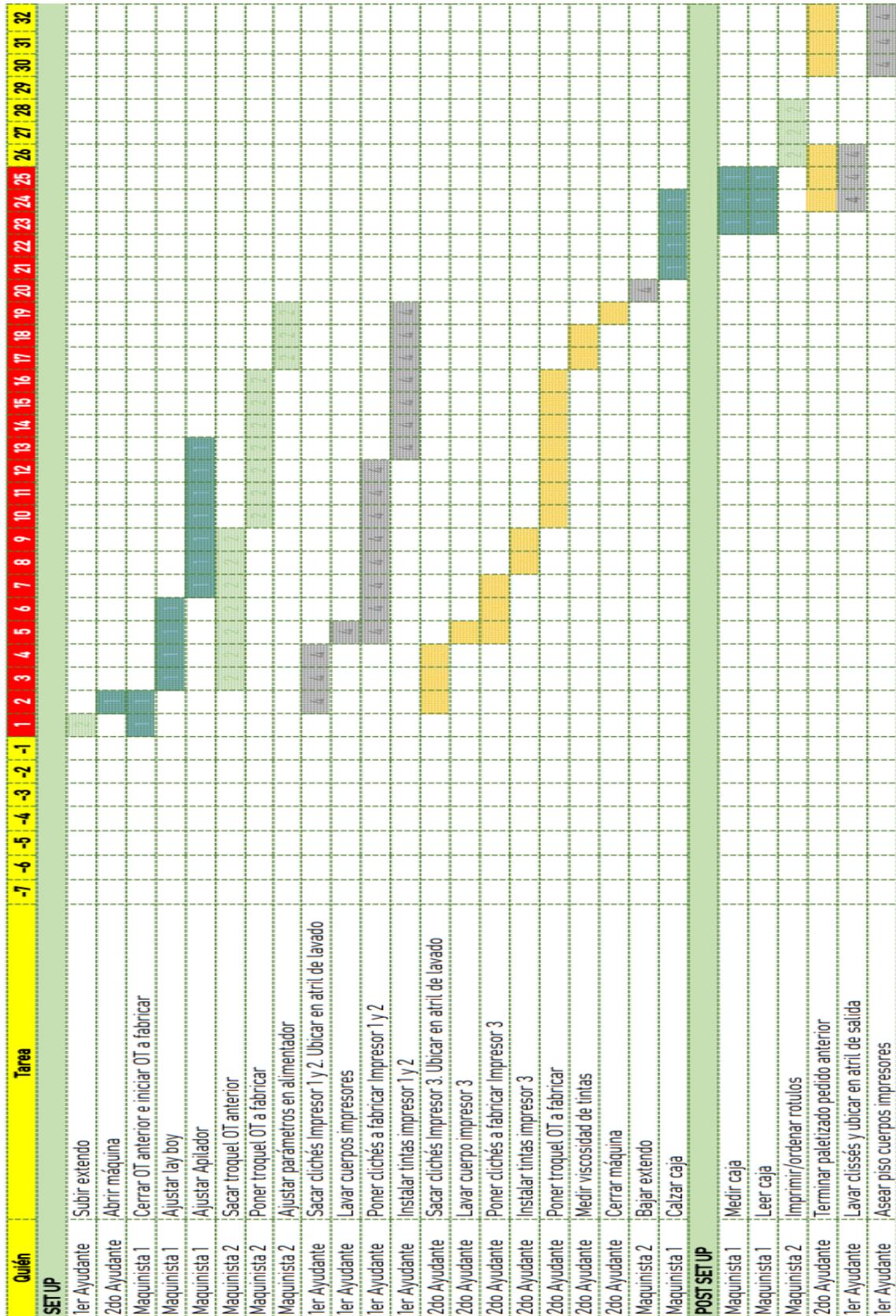


Figura 13: Diagrama de Gantt de plan de acciones de puesta en marcha

Fuente: Elaboración propia

## Comprobar

Es la etapa después de haber planificado, aplicando el estudio de tiempos para corroborar el tiempo estimado por cada persona.

## Asegurar

Es la etapa de que se realice capacitaciones constantes para seguir mejorando. A continuación, se muestra en la Figura 14 el cronograma de capacitaciones para recortar los tiempos de paradas de los distintos incidentes mencionados dando como prioridad la Metodología SMED, ya que se necesita la reducción de tiempo de puesta en marcha de la línea de producción.

		Cronograma de capacitación	Versión 1.0
<b>Cronograma de Capacitaciones al Personal</b>			
TEMA	PERSONAL OBJETIVO	OBJETIVOS DE LA CAPACITACIÓN	Fecha de programación
Metodología SMED	PERSONAL DE LA MÁQUINA WARD 15000	Identificar las incidencias en el proceso de puesta en marcha	6/12/2021
		Desarrollar el plan de acciones partiendo del primer propuesto	10/12/2021
		Evaluar y sistematizar el nuevo plan de acciones para una mejora continua	13/12/2021
TEMA	PERSONAL OBJETIVO	OBJETIVOS DE LA CAPACITACIÓN	Fecha de programación
Calidad de planchas de cartón corrugado	TODO EL PERSONAL QUE REINICIE ACTIVIDADES	Identificar los defectos de calidad de planchas	17/12/2021
		Aprender los efectos en la producción por ingreso de planchas en mal estado	17/12/2021
		Identificar las tolerancias de calidad de las planchas	17/12/2021
TEMA	PERSONAL OBJETIVO	OBJETIVOS DE LA CAPACITACIÓN	Fecha de programación
Jidoka herramienta Lean Manufacturing como identificador de calidad	TODO EL PERSONAL QUE REINICIE ACTIVIDADES	Desarrollar criterio de identificación de incidencias en el proceso productivo	20/12/2021
TEMA	PERSONAL OBJETIVO	OBJETIVOS DE LA CAPACITACIÓN	Fecha de programación
Poka yoke herramienta para evitar fallas operativas	TODO EL PERSONAL QUE REINICIE ACTIVIDADES	Desarrollar un plan de acciones para identificación de fallas operativas.	27/12/2021

**Figura 14:** Cronograma de capacitación al personal

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

1. Se logra concluir que existen cuatro incidencias que afectan la producción, los cuales son: Demora en la puesta en marcha de la producción, planchas en mal estado, fallas mecánicas-eléctricas en la máquina apilador y fallas operacionales; todas estas ubicadas en su mayoría en la zona 4 de la línea de producción.
2. Al analizar las horas perdidas de estas incidencias se logra determinar que la demora en la puesta en marcha de la producción presenta el 48% de participación en tiempos de parada. Lo cual el plan de mejora está enfocado en disminuir este incidente con una proyección de reducir 73 min como objetivo del plan.

## **RECOMENDACIONES**

- 1.** Se recomienda realizar un estudio de tiempos para implementar los indicadores de mantenimiento, ya que permite una mejor correlación con las paradas de producción y paradas mantenimiento.
- 2.** Implementar un programa automatizado para obtención de la base de datos de paradas de máquina y el tiempo que conlleva al arranque.
- 3.** Realizar constantemente capacitaciones para retroalimentar y conseguir una mejora continua.
- 4.** Para tener un plan de mejora a nivel macro se tendría que implementar progresivamente todas las herramientas de Lean Manufacturing.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coronado, M., & Cueva, R. (2019). *Propuesta de implementación del planeamiento y control de la producción de la planta de conversión de trupal – sede evitamiento para la producción de resmas, cintas de cartón pardo, claro y test liner, tucos y esquineros de cartón pardo*. Lima-Perú: Universidad Antonio Ruiz de Montoya.
- Cuatrecasas, L. (2011). *Organización de la producción y dirección de operaciones. Sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. Madrid: Díaz Santos.
- Espinoza, S. (2015). *Propuesta de un plan de mejoras para reducir desperdicios de producción en Industria Cartonera Ecuatoriana SA aplicando manufactura esbelta*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil.
- Fernández, R. (2006). *Sistema de gestión de la calidad ambiental y prevención de riesgos laborales. Su integración*. España: Club Universitario.
- Garate, J. (2016). *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la línea de producción de cajas de cartón dúplex en la Empresa Ronald Graf, Breña, 2016*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Garcia, G., & Roberto, J. (2015). *Mejora continua de los procesos de producción mediante sistemas kanban en Industria Cartonera Asociada INCASA S.A. Quito- Ecuador*. Quito: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Gil, M., Sanz, P., De Benito, J., & Galindo, J. (2012). Definición de una metodología para una aplicación práctica del SMED. *Técnica Industrial*, 298,46-54.
- Gutiérrez, E., & Vega, S. (2017). *Plan de mejora para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Josatex - Chiclayo 2017*. Chiclayo.
- Madariaga, F. (2013). *Exposicion adaptada a la fabricacion repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Madrid: Bukok Publishing.
- Naranjo, O. (2009). *Desarrollo de un modelo de operación para reducir los desperdicios; tiempos y mejorar los métodos en la Preparación de imprentas flexográficas de conversión de cajas de cartón en Procarsa*. Guayaquil-Ecuador.

- Orozco, E. (2016). *Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa confecciones deportivas Todo Sport. Chiclayo – 2015*. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán.
- Proaño, D., Gisbert, V., & Bernabeu, E. (2017). Metodología para elaborar un plan de mejora continua. *3C Empresa*, 50-55.
- Ramos, M., & Tantaleán, K. (2018). *Propuesta de un plan de mejora en el proceso de pilado de arroz, utilizando las herramientas de Lean Manufacturing, para incrementar la productividad del área de producción en la molinera San Nicolás S.R.L, Lambayeque – 2018*. Lambayeque.
- Rosales, E. (2019). *Plan de mantenimiento autónomo para optimizar el rendimiento en el área de producción en la empresa Cartones del Perú S.A.C*. Lima: Universidad Privada del Norte.
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2010). *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. México: Editorial Limusa.

# ANEXOS

## Anexo 1. Planilla de la producción e incidentes

DATOS DE LA ORDEN		HERRAMIENTAS		TINTAS		
CLIENTE	SAN MIGUEL FRUITS	TROQUEL	1011387	IMP1	G-2081-VERDE	
PRODUCTO	P84-IL 608x406x125-LVA 91G-SMF	CLISE	156569-00-00	IMP2	G-40-MAGENTA	
ET	96577000057			IMP3	G-90-NEGRO	
PLANCHAS	6106800125	COMPRESIÓN	1,300kgf			
DESCRIP PL	PL. 1726X987-EBW.13K1					

FECHA:	5/12/2021
TURNO:	Mañana
MAQUINISTA:	Vazquez, Jorge

TURNO ANTERIOR	
A PRODUCIR:	8000
CANTIDAD SOLICITADA:	8000
CANTIDAD CONFORME:	
Pallets completos:	15 Cant 520
PALLETIZADO R2	
TPO PALLET 800x900	Saldo: 200

PROXIMO PROCESO:	EXPEDICION
------------------	------------

	INICIO	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	8500	9000	9500	10000	
PUNTOS A CONTROLAR																						
IMPRESIÓN																						
HENDIDOS (REVENTAMIENTO)																						
REGISTRO DE TROQUELADO (UBICACIÓN RELATIVA DE LA IMPRESIÓN / DEFECTOS)																						
DESCARTONADO																						
ARMADO																						

Indique C cuando la inspección sea Conforme y NC cuando sea No Conforme

RECHAZOS SEMIELABORADO	
Cantidad	Motivo Observaciones

PRODUCTO NO CONFORME	
Cantidad	Motivo Observaciones

Firma: \_\_\_\_\_

## Anexo 2. Captura de pantalla de la base de datos de la producción

CONTROL DE PRODUCCIÓN - WARD 1500																			
DATOS PROGRAMACION					PRODUCCION						PRODUCTIVIDAD				MATERIA PRIMA - SEMIELABORAD				
ET	FECHA	MAQ	OT	Doble Proces	PT	SCRAP PT	SCRAP SE	GOLPES	Sup (m <sup>2</sup> ) Caja	m <sup>2</sup> Tot	Bultos	HS DISP	G/TURNO	M2/H	M2/G	ET SE	Sup (m <sup>2</sup> ) SE	Gramaje (kg/m <sup>2</sup> )	
10	96577000004	5/08/2021	Melendez,A		10580	220	239	3600	0.91	9875.5	31.1	2.5	11520	3950.2	2.74	6206800070	2.74	1.122	
11	96577000012	6/08/2021	Melendez,A		11668	20		3896	0.65	7556.1	17.7	3	10389	2518.7	1.94	6106800081	1.94	1.041	
12	96577000012	6/08/2021	Melendez,A		3970	6		1988	0.65	4251.4	6.0	4	3976	1062.9	1.94	6106800082	2.14	1.041	
13	96577000012	7/08/2021	Melendez,A		2560	6		1283	0.65	2743.7	3.9	4	2566	685.9	1.94	6106800082	2.14	1.041	
14	96577000012	9/08/2021	Melendez,A		11960	8	150	5984	0.65	12797.0	18.1	5	9574	2559.4	1.94	6106800082	2.14	1.041 877286/8747	
15	96577000016	9/08/2021	Melendez,A		730	8	5	738	5.65	2084.5	9.1	1	5904	2084.5	5.65	6206800069	2.82	1.808 866293	
16	96577000016	10/08/2021	Melendez,A		830	5	9	835	5.65	2358.5	10.4	1	6680	2358.5	5.65	6206800069	2.82	1.808 866293	
17	96577000019	10/08/2021	Melendez,A		15180	108	35	5096	0.65	9883.5	23.0	4	10192	2470.9	1.94	6106800090	1.94	1.041 49273/46515	
18	96577000003	11/08/2021	Melendez,A	6316593	X	3650	29	69	3679	1.00	11045.1		3	9811	3681.7	3.00	6206800075	3.00	1.082 876409
19	96577000036	12/08/2021	Melendez,A		9730	301	235	10031	0.94	9439.3	60.8	9	8916	1048.8	0.94	6106800072	0.94	1.122 875277/8761	
20	96577000021	13/08/2021	Melendez,A		6092	200	228	6292	0.84	5281.4	10.2	3.5	14382	1509.0	0.84	6106800084	0.84	0.956 841829	
21	96577000012	17/08/2021	Vasquez,J	6332433		13632	640		7136	0.65	15260.6	20.7	8	7136	1907.6	1.94	6106800082	2.14	1.041 841829/8418
22	96577000019	19/08/2021	Vasquez,J		15180	196	66	7688	0.65	15180.9	23.0	5	12301	3036.2	1.94	6106800086	1.97	1.041	
23	96577000036	19/08/2021	Vasquez,J		256	26	0	282	0.94	265.4	1.6	0.2	11280	1326.8	0.94	6106800072	0.94	1.122 876142	
24	96577000017	20/08/2021	Vasquez,J		3070	25	28	3095	1.12	3454.6	5.5	2	12380	1727.3	1.12	6206800071	1.12	0.487	
25	96577000039	20/08/2021	Vasquez,J		2954	27	19	2981	5.58	8315.7	36.9	4	5962	2078.9	5.58	6106800103	2.79	1.808 886741	
26	96577000012	23/08/2021	Vasquez,J		2206	150	7	1178	0.65	2447.9	3.3	3	3141	816.0	1.94	6106800078	2.08	1.041	
27	96577000039	23/08/2021	Vasquez,J		2650	12	27	2662	5.58	7425.8	33.1	2	10648	3712.9	5.58	6106800103	2.79	1.808	
28	96577000012	24/08/2021	Vasquez,J		4130	238		2184	0.65	4538.3	6.3	5	3494	907.7	1.94	6106800078	2.08	1.041	
29	96577000012	24/08/2021	Vasquez,J		3564	288		1284	0.65	3854.8	5.4	3	3424	1284.9	1.94	6206800075	3.00	1.041	
30	96577000019	31/08/2021	Melendez,A		15180	1042		8111	0.65	16016.2	23.0	9	7210	1779.6	1.94	6106800086	1.97	1.041 836576/8400	

### Anexo 3. Planilla de la cantidad de planchas y cajas en mal estado

<b>SCRAP</b>														
<b>SECTOR EMISOR PLANTA</b>														
W15		2P		PM		CLD								
Ward 15000		Pegadora		Pegado Manual		Calidad								
<b>SECTOR EMISOR PRODUCTO</b>														
DESA		2P												
Desarrollo Producto		At. Cliente												
<b>SECTOR EMISOR PRODUCTO REVENTA</b>														
LOG		DEVE												
Logística transporte		Devolución externa												
<b>CLASIFICACIÓN</b>														
PLANCHAS					CAJAS									
ET N°	1		2		3									
	MOTIVO	CANTIDAD (Unidades)												
		OT 1	OT 2	OT 3										
1	COMBA (Scrap causado por planchas con comba)													
2	DESPEGADO (Scrap causado por planchas despegadas)													
3	PLANCHAS CON PROBLEMAS DE PAPEL (Decapado, rulos, falta Onda 0 Liner)													
4	CORTE DEFECTUOSO (Planchas mal refiladas en Corrugadora)													
5	PLANCHAS CON ERROR DE MEDIDA (Mal corte, mal hendidos 0 plancha corta)													
6	BAJA COMPRESIÓN (Cajas y planchas con Baja Compresión)													
7	SET UP TERMINADORAS (Cajas de puesta a punto de OT)													
8	DEVOLUCIONES EXTERNAS (Devoluciones del cliente)													
9	RECUPERACIÓN DE PLANCHAS (por retrazado de planchas)													
10	EXCESOS (Planchas y cajas buenas fabricadas en exceso)													
11	ERROR DE OPERACIÓN (Scrap por errores operativos <b>Detallar !!!</b> )													
12	HENDIDOS REVENTADOS (Rotura de liner interior y/o exterior al doblar)													
13	PROBLEMAS DE CIERRE (Falsa escuadra, cola de pescado, variación de cierre)													
14	FALLA DE EQUIPO (causado por equipo, <b>Detallar!!!</b> )													
15	COMERCIAL (Problemas de Revisión de Contrato)													
16	TALLER ARMADO-DESARROLLO (Problemas de tinta, cliché, troquel. <b>Detallar!!!</b> )													
17	ÚLTIMA PLANCHA DE LA ESTIBA (Plancha de debajo de estiba)													
18	SUCIAS (Planchas y cajas sucias por manipuleo <b>Detallar !!!</b> )													
19	ROTAS (Planchas y cajas rotas por manipuleo <b>Detallar !!!</b> )													
20	LAMINADO OFF-SET (Planchas o cajas laminadas con papel pre-impreso)													
21	ENSAYOS DE CALIDAD (Compresión, medidas y atributos, etc)													
22	DEFECTOS DE IMPRESIÓN (Scrap por defectos de impresión <b>Detallar!!!</b> )													
23														
FECHA		TURNO		APELLIDO Y FIRMA										
<b>CONTROL TROZADORA</b>					<b>PESO (kg)</b>									
FECHA		LEGAJO												
APELLIDO														
<b>Detalles a informar :</b>														
.....														

#### Anexo 4. Captura de pantalla de la base de datos de mal estado

Planchas y cajas con defectos (Scrap)			
ET	TIPO	PESO (KG)	FECHA
96577000019	PRODUCCIÓN	140	2/09/2021
96577000036	PRODUCCIÓN	124	2/09/2021
96577000004	PRODUCCIÓN	155	2/09/2021
96577000019	PRODUCCIÓN	206	2/09/2021
96577000019	PRODUCCIÓN	52	2/09/2021
	TECHOS	76	2/09/2021
96577000003	PLANCHAS	1289	2/09/2021
96577000003	PLANCHAS	863	2/09/2021
96577000003	PLANCHAS	1388	2/09/2021
96577000003	PLANCHAS	1283	2/09/2021
96577000003	PLANCHAS	1255	2/09/2021
96577000003	PLANCHAS	1200	2/09/2021
96577000038	PRODUCCIÓN	56	3/09/2021
96577000039	PRODUCCIÓN	95	3/09/2021
96577000003	PLANCHAS	777	3/09/2021
96577000003	PLANCHAS	1330	3/09/2021
96577000003	PLANCHAS	1316	3/09/2021
96577000003	PLANCHAS	1474	3/09/2021
96577000038	PRODUCCIÓN	199	3/09/2021
	PLANCHAS	230	3/09/2021
	PRODUCCIÓN	39	3/09/2021
	PLANCHAS	41	3/09/2021
	PLANCHAS	104	3/09/2021
96577000020	PRODUCCIÓN	63	3/09/2021
	PLANCHAS	239	6/09/2021

INFORME (2)

FARDOS

SALIDA DE FARDOS

Ingreso datos (2)

Septiembre