

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Análisis de procesos, inventarios y costos en una empresa de producción de empaques de papel para alimentos con el fin de aumentar su rentabilidad

Trabajo de graduación presentado por Diego Benjamín Cuellar Klingenberger para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala,

2021

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Análisis de procesos, inventarios y costos en una empresa de producción de empaques de papel para alimentos con el fin de aumentar su rentabilidad

Trabajo de graduación presentado por Diego Benjamín Cuellar Klingenberg para optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Industrial

Guatemala,

2021

Vo.Bo. Asesor



Ing. Mardoquea Velázquez Gómez

Vo.Bo. Terna Examinadora



Ing. Mardoquea Velázquez Gómez



Ing. Ingrid de León Vilaseca



Ing. Vivian Sigüenza Tobias

Fecha de Aprobación: 24 de Junio 2021

Prefacio

Debo agradecer a una gran cantidad de personas por el apoyo constante durante toda mi carrera universitaria. Pero principalmente a mis padres Carlos Cuellar y Cindy Klingenberger, por permitirme estudiar y siempre apoyarme en todas las decisiones que he tomado. Por esa razón les dedico este trabajo de graduación. También a mis hermanos Jorge Mario Ramirez y Carlos Ricardo Cuellar por ser ejemplos de vida y perseverancia. También un agradecimiento especial a toda mi familia, en especial a mi abuelo Aroldo Cuellar por ser un ejemplo que con la voluntad de aprender y trabajar no hay límites para nuestras aspiraciones y mi abuela Gloria de Cuellar por enseñarme a ser más humano y el valor de la compasión.

También un agradecimiento a mis compañeros estudiantes que me apoyaron durante todo este proceso. Así como a la Sociedad de Debate UVG por permitir mi crecimiento profesional y vivir experiencias extraordinarias. También a la AEUVG 2020, a Newton por ser un excelente equipo de trabajo al cual ni siquiera una pandemia pudo hacer que nos perdiéramos y dejar de buscar el bien para todos los estudiantes.

A todos mis profesores, en mi etapa escolar, como universitaria, pero en especial a Mardoqueo Velásquez, por apoyarme durante el desarrollo de este trabajo.

Gracias a todos y a Dios por la oportunidad de estudiar y vivir la experiencia UVG.

ÍNDICE

Prefacio	i
ÍNDICE	ii
LISTA DE CUADROS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
Resumen	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. Objetivos	2
A. Objetivo general	2
B. Objetivos específicos	2
III. Justificación	3
IV. Marco teórico	4
A. Inventarios	4
B. Estudio de tiempos y movimientos	6
C. Estrategias	6
D. Costos:	9
V. Marco contextual	10
A. Evaluación de procesos de Renepack S.A.	10
B. Alcance del estudio de trabajo:	11
VI. Formulación y análisis de situación actual	12
A. Estado actual del proceso:	12
B. Análisis de posibles áreas de mejora	31
C. Costos actuales	32
VII. Análisis de la demanda e inventarios	34
A. Análisis inicial de la demanda	34
B. Realizar predicción de la demanda	35
C. Optimización de costos de inventarios:	38
VIII. Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo	40
A. Estudio del procesos productivos clave	40
IX. Propuesta de plan de mejora	63
A. Selección de acciones de mejora	63
B. Mejoras propuestas para el manejo de inventarios:	64
C. S&OP:	64
D. Impacto previsto del plan de mejoras	68
E. Planificación de implementación	73
F. Rentabilidad sobre ventas	74

X.	CONCLUSIONES	76
XI.	RECOMENDACIONES	77
XII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
XIII.	ANEXOS	80
XIV.	GLOSARIO	82

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 - Clasificación de familias de productos.....	12
Cuadro 2 Costos proporcionados.....	32
Cuadro 3 - Costos mano de obra.....	32
Cuadro 4 - Costos de materia prima trimestrales.....	33
Cuadro 5 - Tiempos de configuración de cilindro.....	40
Cuadro 6 - Leyenda de colores.....	41
Cuadro 7 - Análisis SMED configuración de cilindro.....	45
Cuadro 8 - Tiempos de proceso productivo de cilindro.....	46
Cuadro 9 - Análisis SMED proceso productivo de cilindro.....	48
Cuadro 10 - Tiempos de configuración de pegado manual.....	50
Cuadro 11 - Análisis SMED configuración de pegado manual.....	54
Cuadro 12 - Tiempos de configuración de pegado en máquina.....	56
Cuadro 13 - Análisis SMED configuración de pegado en máquina.....	61
Cuadro 14 - Selección de acciones de mejora.....	63
Cuadro 15 - S&OP.....	65
Cuadro 16 - Estructura del costo de implementar plan de mejora y S&OP.....	66
Cuadro 17 - Producción actual de un lote 15,000 loncheras pegado manual.....	68
Cuadro 18- Producción optimizada de un lote 15,000 loncheras pegado manual.....	69
Cuadro 19 - Producción actual de un lote 50,000 cajas pegado en máquina.....	69
Cuadro 20 - Producción optimizada de un lote 50,000 cajas pegado en máquina.....	69
Cuadro 21 - Eficiencia actual del proceso.....	70

Cuadro 22 - Eficiencia mejorada del proceso	70
Cuadro 23 - Evaluación de ahorro de costos.....	71
Cuadro 24 - Cronograma de implementación de mejoras.....	73
Cuadro 25 - Rentabilidad sobre ventas de la empresa.....	74
Cuadro 26 - Anexo ventas Renepack 2019 y 2020	80
Cuadro 27 - Anexo pronóstico de ventas regresión lineal.....	81
Cuadro 28 - Anexo pronóstico de ventas ARIMA.....	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - DOP del proceso de producción de pegado manual.....	16
Figura 2 - Diagrama de recorrido de pegado manual.....	17
Figura 3 - DOP de procesos de pegado manual con impresión y barnizado UV.....	21
Figura 4 - DOP del proceso de producción de pegado en máquina.....	25
Figura 5 - Diagrama de recorrido pegado en máquina.....	26
Figura 6 -DOP de pegado en máquina con impresión y barnizado UV.....	30
Figura 7 - Ishikawa de producción.....	31
Figura 8 - Ishikawa de manejo de inventarios.....	31
Figura 9 - Demanda actual.....	34
Figura 10 - Análisis de la demanda actual.....	35
Figura 11 - Pronóstico de la demanda 2021.....	36
Figura 12 - Pronóstico de la demanda 2021 modelo ARIMA.....	37
Figura 13 - Optimización de compra de resmas de cartón.....	38
Figura 14 - Optimización de producción con faltantes.....	39
Figura 15 - SMED configuración de cilindro.....	41
Figura 16 - Diagrama de espaguete configuración de cilindro.....	45
Figura 17 - SMED proceso productivo de cilindro.....	46
Figura 18 - Diagrama de espaguete operación de cilindro	49
Figura 19 - SMED pegado manual.....	51
Figura 20 - Diagrama de espaguete pegado manual.....	55
Figura 21 - SMED configuración de máquina de pegado.....	57
Figura 22 - Diagrama de espaguete configuración de pegado en máquina.....	62

Figura 23 - Esquema de flujo de comunicación..... 67

Figura 24 - Cálculo de ahorro en mano de obra..... 72

Resumen

Con el objetivo de aumentar la rentabilidad de la empresa Renepack S.A. se realizó un estudio de la situación actual de la empresa, específicamente en los rubros de gestión logística, proceso productivo y costos dentro de la empresa. De forma que al entender realmente cómo funciona la empresa y las necesidades existentes poder buscar la forma de aumentar la rentabilidad de la empresa mejorando indicadores de eficiencia, productividad y los costos acumulados de la misma.

A partir de la información recolectada, se trabajó un análisis de cada una para detectar áreas de oportunidad de mejora. De forma que se pudiese redactar un plan para mejorar las necesidades más críticas, desde la principal materia prima hasta estrategias empresariales y de producción para hacer cambios en la comunicación de departamentos en la empresa y reducir los tiempos de configuración del proceso productivo. Para realizar este estudio, se hicieron entrevistas preliminares con los responsables de la empresa, para conocer sus puntos de vista y necesidades de la empresa en el estudio.

Con el plan de mejoras redactado se logró confirmar que es posible pasar de tener pérdidas a convertir a una empresa rentable con el aumento de la productividad, eficiencia y reducción de costos a partir de mejoras puntuales y así lograr una rentabilidad del 18%. Por lo que se le recomienda a los dirigentes de la empresa implementar el plan y darle un seguimiento de forma que estos beneficios se vean prolongados a lo largo del tiempo.

Para entender el alcance de esta investigación se debe informar que todos los cálculos en este estudio son antes de impuestos ya que no se tuvo acceso a la información fiscal de la empresa.

I. INTRODUCCIÓN

Renepasck S.A. es una empresa que se dedica a producir empaques de papel o cartón para alimentos. Hoy en día no es una empresa rentable, lo cual causa dudas a sus dirigentes sobre el futuro de la empresa. Con la llegada de la pandemia Covid-19 y el aumento de la demanda de materiales de empaque para alimentos preveía un crecimiento considerable en las ventas, y por lo tanto en la rentabilidad de la empresa. En especial con la ventaja de proveer productos amigables con el ambiente. Pero aunque las ventas han aumentado la empresa arrastra problemas de planificación y funcionamiento que lastran la rentabilidad.

Con el fin de aumentar la rentabilidad de la empresa sin realizar grandes inversiones se planteó este estudio. Este busca aumentar la productividad y eficiencia en los procesos productivos así como mejorar el manejo de la cadena de suministros, reduciendo el impacto en los costos acumulados de la empresa. A partir de los resultados obtenidos se redactó un plan de mejoras con las acciones a realizar y el impacto que estas pueden llegar a tener al aplicarlas.

Las estrategias de ingeniería industrial utilizadas para redactar este plan de mejora varían desde el análisis y gestión de procesos, siendo las principales, SMED y S&OP, hasta la gestión logística de manejo de inventarios Calculando el lote óptimo de producción y pedidos en la empresa junto con predicciones de la demanda usando el modelo ARIMA. A partir de herramientas como el estudio de tiempos y movimientos o diagramas de Ishikawa se identificaron las raíces de los problemas en Renepack S.A.

Los indicadores en una empresa son necesarios no solo para saber cuál es el estado actual de la empresa sino para evaluar cómo está evolucionando la empresa y si los problemas de esta están siendo solucionados o no. De forma que se ejecuten cambios para poder mantener una mejora continua. A partir de este plan, la empresa puede pasar de tener pérdidas a aumentar un 18% su rentabilidad. Este sería un paso importante para el futuro, ya que durante 2020 tiene pérdidas mayores al medio millón de quetzales y este plan de mejora puede ayudar a empezar a generar utilidades durante el 2021

II. Objetivos

A. Objetivo general

Aumentar la rentabilidad de Renepack S.A. por medio del aumento de la productividad en los procesos productivos y cadena de suministro.

B. Objetivos específicos

1. Evaluar el estado actual del proceso productivo y gestión logística mediante un estudio de tiempos, y análisis del manejo de inventarios para medir la eficiencia y la productividad en la línea de producción
2. Identificar áreas de mejora en el proceso productivo y gestión logística, para preparar un plan de mejoras en la empresa a partir de la información recopilada en el primer objetivo.
3. Medir el impacto del plan de mejoras en la línea de producción y gestión logística, mediante indicadores de eficiencia, productividad y costos acumulados para aumentar la rentabilidad de la empresa.

III. Justificación

Renepack S.A. tiene hoy en día una capacidad de producción instalada de 1.5 millones de unidades de empaques para alimentos (desde bandejas hasta cajas de papel) y cuyo punto de equilibrio se alcanza al vender 0.8 millones de unidades. Hasta el momento los productos vendidos no corresponden con los productos producidos, lo cual genera faltantes y sobrantes a lo largo del año, dando como resultado costos innecesarios en el proceso. Con el afán de reducir estos costos se pretende realizar predicciones de la demanda optimizando así el manejo de inventarios.

Actualmente la empresa tiene dos formas de venta, la primera contra pedido (MTO - Make to order) donde existe un acercamiento con los clientes y estos dan sus necesidades y especificaciones, que pasan luego a producción y se les entrega de acuerdo a sus requerimientos. La segunda (MTS - Make to stock) es por medio del mercado de consumo general donde se venden productos genéricos a tiendas para que los clientes finales puedan llegar a comprar. En ambos casos existen problemas en predecir la cantidad exacta creando costos por excedentes y faltantes.

Hoy en día surgen oportunidades por las necesidades que surgen en el mercado, completamente distintas a las tendencias tradicionales de precio y conveniencia. Incluso distintas a las más modernas como la sustentabilidad. Sino tendencias como la higiene, servicio a domicilio y ventas en línea crean una línea de oportunidades para el negocio, especialmente el empaque de alimentos ya que los clientes de esta industria están viviendo una transición muy fuerte al servicio a domicilio; por lo que necesitan de productos que cumplan con las características antes mencionadas. (Feber, Kobeli, & Lingqvist, 2020)

Es por estos cambios que es necesario que Renepack S.A. pueda adaptarse al mercado, tarea que será aún más complicada si no hay capacidad de respuesta para el cliente, o producción para satisfacer esta demanda. Por lo que es necesaria la implementación del proyecto para resolver sus principales problemas de cara al futuro.

IV. Marco teórico

A. Inventarios

Los inventarios representan en las empresas un mal necesario. Ya que si estos se acumulan representan un costo de almacenaje que eleva el costo unitario de cada producto de la empresa, mientras que si no hay suficiente el factor de “*good will*” (*costo de no tener*) de la empresa es el que sufre así como sus ventas. (Carro, 2009)

Es por eso que una de las razones por las que el objeto de este estudio (Renepack S.A.) ha tenido problemas, ya que trabaja con productos de papel que pierden su valor de forma exponencial a lo largo del tiempo. Por ejemplo, son muy susceptibles al ambiente como la humedad que puede hacer que pierdan características estructurales o resistencia, así como se tornen a un color poco agradable para el cliente. De igual forma las faltas de inventario causan disgustos al cliente así como un efecto látigo en la producción.

1. Modelos deterministas de producción

Indica en qué momento se debe realizar el pedido o producción de un producto para minimizar los costos de forma que se reduzcan los costos relacionados al inventarios, a partir de factores o elementos estáticos. Como por ejemplo una demanda determinada. También se debe decidir si se va a trabajar con un modelo con o sin faltante. Esto según si la empresa está dispuesta o no a vender con o sin faltante. (Carro, 2009) (Taha, 2012)

a. ¿Cómo funcionan?

A partir de las necesidades de la empresa se pueden generar estándares para compra o producción de unidades. En el caso de Renepack se buscará hacer un plan para materia prima (el cartón) y el plan de producción para productos sin imprimir.

1) Modelo de lote óptimo de producción

Modelo donde la demanda que sobrepasa la capacidad de producción de la planta se pierde debido a que la venta no se realiza por la falta de inventario aumentando así el costo de “*goodwill*” o buena voluntad. En caso se decida hacer la venta a pesar de todo se debe incurrir en costos extra de tercerización o producción no calendarizada para completar el pedido. (Fanjul, 2008)

2) Modelo de Lote Óptimo de Producción con Faltantes

En este caso la demanda no satisfecha queda pendiente a ser abastecida hasta que se vuelva a producir este producto y se pueda despachar en su totalidad. Con este modelo el “goodwill” de los clientes se ve afectado por la espera del producto. Este fenómeno es cuantificado en un costo aproximado o simbólico para ser tomado en cuenta en los cálculos. (Fanjul, 2008)

2. Modelos probabilísticos:

Estos modelos son considerados más precisos a los anteriormente mencionados debido a que en lugar de darle un valor establecido a la demanda o el tiempo de entrega o producción del producto, se calcula la distribución que mejor se ajusta con la el histórico de la demanda. Además de esto también se puede utilizar la distribución en el tiempo de entrega o distribución para hacer del cálculo un predicción más exacta. (Taha, 2012)

a. ¿Cómo funcionan?

Renepack cuenta con un historial de ventas de los últimos 2 años por lo que se pueden utilizar modelos probabilísticos que ayudan a obtener resultados más exactos con el fin de ampliar y aclarar el panorama de la empresa.

1) Demanda Variable y “Lead Time” constante

A pesar de contar con los datos históricos de la demanda no hay registro del tiempo de entrega de proveedores o producción en especial por la actual pandemia donde todos los factores “normales” se vieron afectados. Por lo tanto se trabajará con una demanda variable de acuerdo a la distribución que mejor se ajuste. Esto permite no solo producir de acuerdo a las necesidades del cliente sino mantener los costos al mínimo. De forma que se disminuyan los posibles contratiempos de los clientes y poder mejorar el “goodwill” de la empresa. (Taha, 2012) (Richard, Jacobs, & Aquilano, 2009)

B. Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y movimientos es un método de observación directa, donde con un cronómetro se observa la operación de un equipo u operario para tomar datos de forma aleatoria. Para esto se deben de seguir las siguientes reglas:

- Definir los elementos a medir.
- Si la maquinaria y el operario funcionan de forma independiente, dividir las operaciones de cada uno como elementos distintos.
- Definir las demoras de los elementos.

Luego se deben sumar los promedios de cada operación y así calcular el tiempo total de ciclo de un operario o elemento para luego ponderar y asignar el desempeño del operario. (Chase & Jacobs, 2011)

C. Estrategias

A partir de los datos obtenidos del estudio de tiempos y movimientos se podrán observar las áreas de mejora en el proceso productivo. Tanto de forma intuitiva así como analítica respaldada por el estudio previo. A partir de las entrevistas previas con la empresa se requiere un análisis de los tiempos muertos y de configuración dentro del proceso por lo que se aplicarán las siguientes metodologías con el fin de mejorar los procesos productivos de la empresa.

1. SMED

“Single Minute Exchange of Die” o SMED por sus siglas en inglés es una técnica o estrategia que busca reducir lo más posible los tiempos de configuración durante la producción con el objetivo de aumentar el tiempo productivo del operario o maquinaria para optimizar la producción. Tomando en cuenta el factor humano, en otras palabras trabajar de forma inteligente para reducir en la medida de lo posible el esfuerzo. (Salazar, 2010)

a. Fase No.1

Identificar todas las operaciones de un proceso de cambio o configuración así como su secuencia y metros recorridos. Etapa que va muy de acuerdo con los datos a recolectar del estudio de tiempos y movimientos. (Palacios, 2017)

b. Fase No.2

Identificar las actividades internas y externas del proceso de cambio. Las actividades internas son realizadas mientras la máquina está detenida. Mientras que las externas se pueden realizar con la máquina en movimiento. por lo tanto el tiempo total de configuración está definido por la suma de los tiempos de las actividades internas y externas. (Palacios, 2017)

c. Fase No.3

Transformar las actividades internas a externas, este es probablemente el factor más importante en esta metodología. De esta forma se podrá reducir el tiempo de configuración en el proceso haciéndolo más eficiente. (Palacios, 2017)

d. Fase No.4

Implementar los cambios realizados y estandarizar procedimientos de forma que los cambios empiecen a dar resultados. Algunos de estos cambios pueden ser:

- Reducir la duración de operaciones externas
- Realizar operaciones paralelas, como reducir los tiempos y trabajo por movimientos innecesarios promoviendo la cooperación entre operarios.

A partir de esto se deben observar las posibles mejoras en el sistema y la correcta implementación de los cambios. (Salazar, 2010) (Palacios, 2017)

2. Reingeniería de procesos

Esta técnica busca mejorar un proceso para satisfacer las necesidades del cliente, tanto en calidad, tiempo, servicio y necesidades. Para cumplir estos objetivos se proponen las siguientes reglas especificadas a continuación. (Chase & Jacobs, 2011)

a. Regla 1:

Organizarse por resultados, no por tareas. Combinar tareas especializadas donde participen varias personas y se combinen en una sola labor. Esta será desempeñada por un individuo o equipo de caso. Con el objetivo de generar un resultado ya definido. Esto evita la tarea de delegar y genera rapidez y productividad hacia el cliente con un solo punto de contacto experto. (Chase & Jacobs, 2011)

b. Regla 2

Quienes utilizan el resultado del proceso desempeñen las tareas necesarias; significa que el trabajo debe ser realizado de forma de dar más independencia a las personas, como darle la potestad al equipo de realizar compras pequeñas sin pasar por el área de compras o que los proveedores regulen el inventario de forma que se aligere la carga en el equipo y se pueda centrar en operaciones que generen valor al producto. (Chase & Jacobs, 2011)

c. Regla 3

Combinar el trabajo de procesamiento de la información con el trabajo real que produce información. Las personas que recopilan la información también deben de procesarla. Esto reduce los errores en interpretación y comunicación, así como la velocidad en que la información se trabaja. (Chase & Jacobs, 2011)

d. Regla 4

Tratar los recursos geográficamente dispersos como si estuvieran centralizados. Utilizar la tecnología disponible hoy en día para laborar como si todos los recursos estuvieran centralizados. De forma que se realicen actividades paralelas y obtener un mejor control de la empresa. Como resultado las economías de escala son más accesibles y hay mayor flexibilidad en la empresa. También mejora la respuesta al cliente. (Chase & Jacobs, 2011)

e. Regla 5

Vincular las actividades paralelas en vez de integrar resultados. En lugar de tener dos partes trabajando de forma paralela, coordinar las partes elimina que se realice el mismo trabajo dos veces. Aumentando así la productividad de la empresa. (Chase & Jacobs, 2011)

f. Regla 6

Situar la toma de decisiones en donde se desempeñen el trabajo e incluir el control en el proceso; tomar decisiones de acuerdo al trabajo que se realiza. Utilizando tecnología para incluir los controles del proceso dando como resultado una comprensión vertical aumentando la capacidad de respuesta de la empresa. (Chase & Jacobs, 2011)

g. Regla 7

Capturar la información una sola vez, en la fuente; la información se debe ingresar a la base de datos desde el lugar donde se generó para evitar errores en el ingreso de los mismos. (Chase & Jacobs, 2011)

3. S&OP:

“*Sales and Operations Plan*” o planeación de ventas y operaciones es un concepto que busca reducir los conflictos entre los departamentos de producción y ventas. O dicho de otra forma alinear la demanda con la planeación de suministros y producción. El fin de esta herramienta es poder tomar decisiones en cada departamento que no afecten al uno o el otro. Cabe mencionar que este plan no es útil para tomar decisiones a corto o mediano plazo sino decisiones tácticas a largo plazo y reducir posibles conflictos. (Hermida, 2019)

El proceso para poder ejecutar un S&OP es el siguiente:

- Plan de la demanda: crear una demanda esperada para un período
- Plan de suministros: crear un plan de compras para satisfacer esta demanda
- Pre Junta S&OP: alinear objetivos y comunicar las necesidades de cada departamento.
- Junta S&OP: reuniones periódicas para resolución de problemas y toma de decisiones

(Hermida, 2019).

D. Costos:

1. Costos indirectos de fabricación

Los costos indirectos de fabricación o CIF por sus siglas, son en el rubro dentro de la contabilidad de costos que no pueden rastrearse dentro de la fabricación. Por lo tanto dificultan el procesos contable, además de hacerlo impreciso porque en muchas ocasiones no puede ser determinado por lo que se usan aproximaciones o estimados para ser sumados al costo real. Como por ejemplo la cantidad de energía eléctrica se invierte por una unidad, que es realmente imposible de calcular con exactitud y precisión. (Lazo, 2013)

2. Acumulación de costos

La acumulación de costos es la recolección organizada de costos por medio de un sistema o procedimiento con el fin de clasificar y organizar estos datos en categorías. Con el fin de generar una base de datos que facilite el hacer pronósticos desde el precio de venta a fijar hasta la cantidad de unidades a producir. Dónde un sistema periódico permite llevar un control por cortos períodos de tiempo para determinar el costo de los productos listos para la venta, aunque siempre necesita un ajuste al final de año para determinar el coste real de los productos. (Lazo, 2013)

V. Marco contextual

A. Evaluación de procesos de Renepack S.A.

El proceso productivo de Renepack S.A. consta de cuatro estaciones de trabajo en las cuales existe una máquina en cada una pero por la crisis actual sólo están laborando tres empleados. Las estaciones son las siguientes:

- Troquel o corte
- Pegadora
- Contadora
- Empacado

Estas estaciones pueden variar según el producto. Por ejemplo una bandeja para “hotdog” con paredes pasa por las cuatro estaciones mientras que una caja de pollo que se entrega desarmada al cliente no pasa por el proceso de pegado. También se puede agregar otra estación, la de diseño del producto. Pero esta última no se trabaja en el área de producción sino en el departamento de diseño de la empresa por lo que no se tomará en cuenta en este estudio.

1. Troquel o corte:

Esta estación consiste del corte de los pliegos de papel en la troqueladora. Primero, se coloca el troquel del producto que se quiere trabajar (bandejas, cajas, etc...). Luego se colocan los pliegos de papel en área de abastecimiento (tamaño varía según troquel). Después se inicia la operación de máquina, el operario debe esperar en la parte trasera para tomar el material troquelado cada cierto número de unidades para evitar que la máquina se atasque. En la mesa de trabajo los paquetes son armados y pasan a la siguiente estación.

2. Pegadora

Los paquetes que llegan del área de pegado son colocados en la alimentación de la máquina de pegado esta toma los pliegos troquelados. De forma automática la máquina dobla y coloca pegamento el papel según la programación. Estas partes son presionadas luego por rodillos para asegurar los pliegues. El producto terminado es colocado por la máquina en la parte trasera y deben ser transportados a la siguiente estación antes de que se llene la máquina y esta se atasque. La máquina debe ser detenida periódicamente para rellenar de pegamento los rodillos y se garantiza la calidad del producto.

3. Contadora

Una vez se acumulan suficientes productos terminados en esta estación se colocan en la máquina contadora y se programa en esta la cantidad de unidades debe tener cada paquete. La máquina coloca una tira papel para dividir los paquetes que se forman. Este proceso toma algunos segundos. Luego el operario coloca los paquetes en la mesa de empaçado.

4. Empacado

En esta estación se empaçan de forma manual los paquetes de producto terminado. Primero se toman los paquetes ya contados y se colocan dentro de una bolsa de tamaño adecuado. Luego se utiliza una selladora para cerrar el paquete y se colocan en cajas para el transporte y almacenaje del producto. cabe mencionar que para las dos últimas estaciones se tiene un solo operario.

B. Alcance del estudio de trabajo:

Dentro de las limitaciones en este estudio se encuentra la falta de información fiscal de la empresa por lo que todos los datos trabajados en este estudio son antes de impuestos. De forma que la utilidad utilizada no cuenta con los posibles ahorros en impuestos que se puedan generar a partir de la implementación de este estudio.

VI. Formulación y análisis de situación actual

A. Estado actual del proceso:

Actualmente se trabaja con distintas familias de productos, que pueden ser más o menos complejas según la cantidad de “pegues” que son los puntos donde se aplica pegamento. Por ejemplo una bandeja para “hotdog” solo tiene 4 puntos donde se agrega pegamento mientras que una caja de hamburguesa posee hasta 8 puntos. y una lonchera o caja para pollo, puede llegar a tener 12 o más según los requerimientos del cliente. Por lo tanto para este estudio se acoplaron estas familias según el proceso que llevan. Siendo este el resultado:

Clasificación	Descripción	Proceso de pegado	Clasificación para estudio en este trabajo
Lonchera (para pollo, con agarradores),	Tienen cierre ajustado y orejas para facilidad al cargarlas armadas	Pegado manual	Loncheras y productos de pegado manual con impresión
			Loncheras y productos de pegado manual Sin impresión
Cajas (hamburguesas, papas fritas, etc ...)	Cierre simple, distintas orejas	Pegado en máquina	Cajas y bandejas de pegado en máquina con impresión
Bandeja (“hotdog”, bandejas para servir, etc...)	No contiene cierre, pegado simple		Cajas y bandejas de pegado en máquina sin impresión

Cuadro 1 - Clasificación de familias de productos

Esta clasificación muestra que, a pesar de tener características distintas, las familias de cajas y bandejas tienen un mismo proceso de pegado por lo que es aún más sencillo hacer el análisis por tener procesos muy similares. A continuación se explica el desarrollo de estos procesos y cómo cambian entre sí, así como los cambios si hay necesidad de impresión o barnizado UV.

1. Proceso de pegado manual sin impresión ni barnizado UV

- Ajuste de medidas en guillotina:
Este proceso es opcional, se realiza solo si es necesario cortar los pliegos de cartón para ajustarse al proceso final. Los pliegos de cartón son colocados en el área de alimentación de la guillotina donde se corta según sean necesarias las dimensiones. Este proceso es muy poco común ya que se suele realizar en su mayoría para corte de manteles.
- Troquelado en cilindro:
Se alista el cilindro, primero se debe engrasar y asegurarse de su funcionamiento. Luego se coloca el troquel en la parte baja y se ajusta con cuñas. Luego se coloca el cito, una cinta con pegamento que sirve para proteger el cilindro, y los relieves del troquel, así como la protección del cartón al momento del corte. Se realizan pruebas para verificar la posición del troquel y si se deben de mover las cuñas para obtener el ajuste correcto. Los pliegos ya cortados son entarimados y alistados para la siguiente operación.
- Despenicado:
Los pliegos a pesar de haber sido cortados aún no tienen las rebabas del cartón por lo que no pueden ser doblados ni pegados. Para realizar el despeinado se utiliza una pistola de aire comprimido con dientes que permiten retirar estas rebabas. Primero se debe preparar el tanque de aire comprimido para luego utilizar la pistola. se crea una gran cantidad de desperdicio por lo que el operario debe trabajar de forma limpia y ordenada.
- Pegado manual:
Este proceso se realiza en las mesas de trabajo, primero se realiza el predoblado. Este proceso es necesario ya que una vez con pegamento es más complicado realizar los dobleces. Luego del predoblado se coloca el pegamento y se aplica presión para realizar el pegue. Inmediatamente después se limpia el exceso de pegamento. Una vez pegadas las piezas se cuentan y se arman paquetes.
- Almacenado y embalaje:
Los paquetes son colocados en cajas para ser almacenados en la bodega o cargados al transporte y entregados a los clientes.

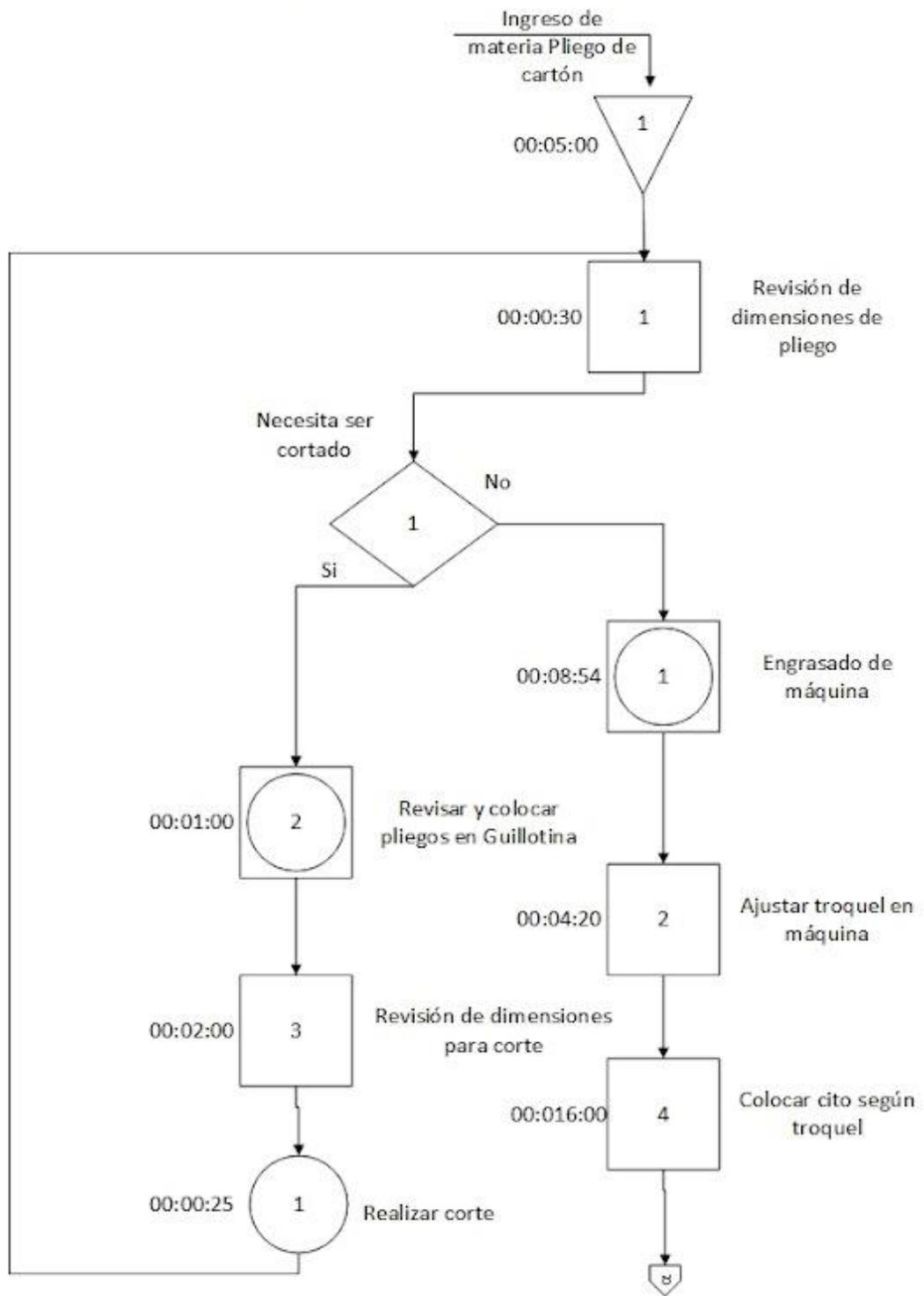
Diagrama de operación de procesos:

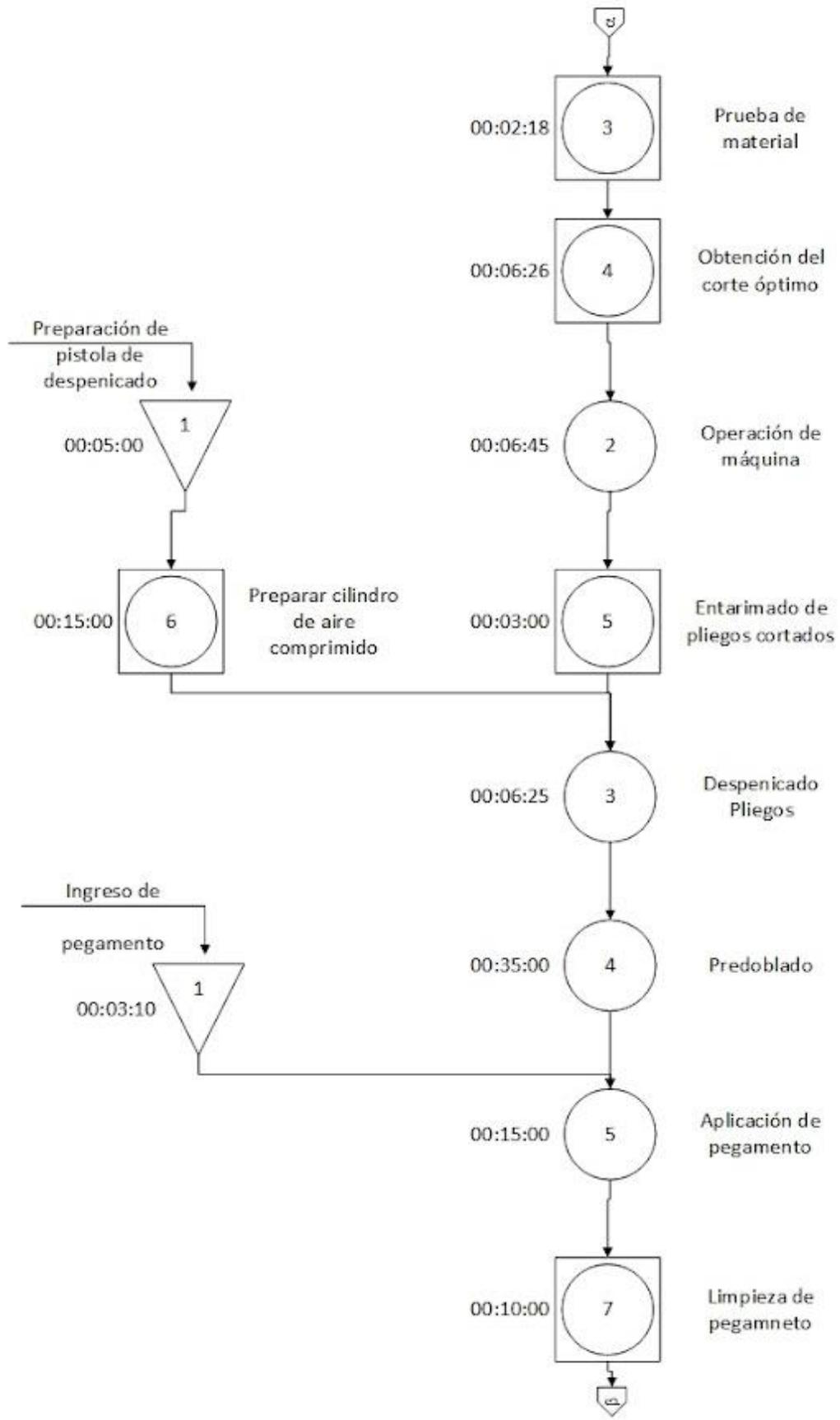
Diagrama de Operaciones de Proceso: Producción de Renepack Con Pegado Manual
Método Actual

Fecha de Elaboración: 09 de Octubre del 2020

Elaborado por: Diego Cuellar

Producción de una caja de producto terminado desde el ingreso de materia prima hasta almacenaje





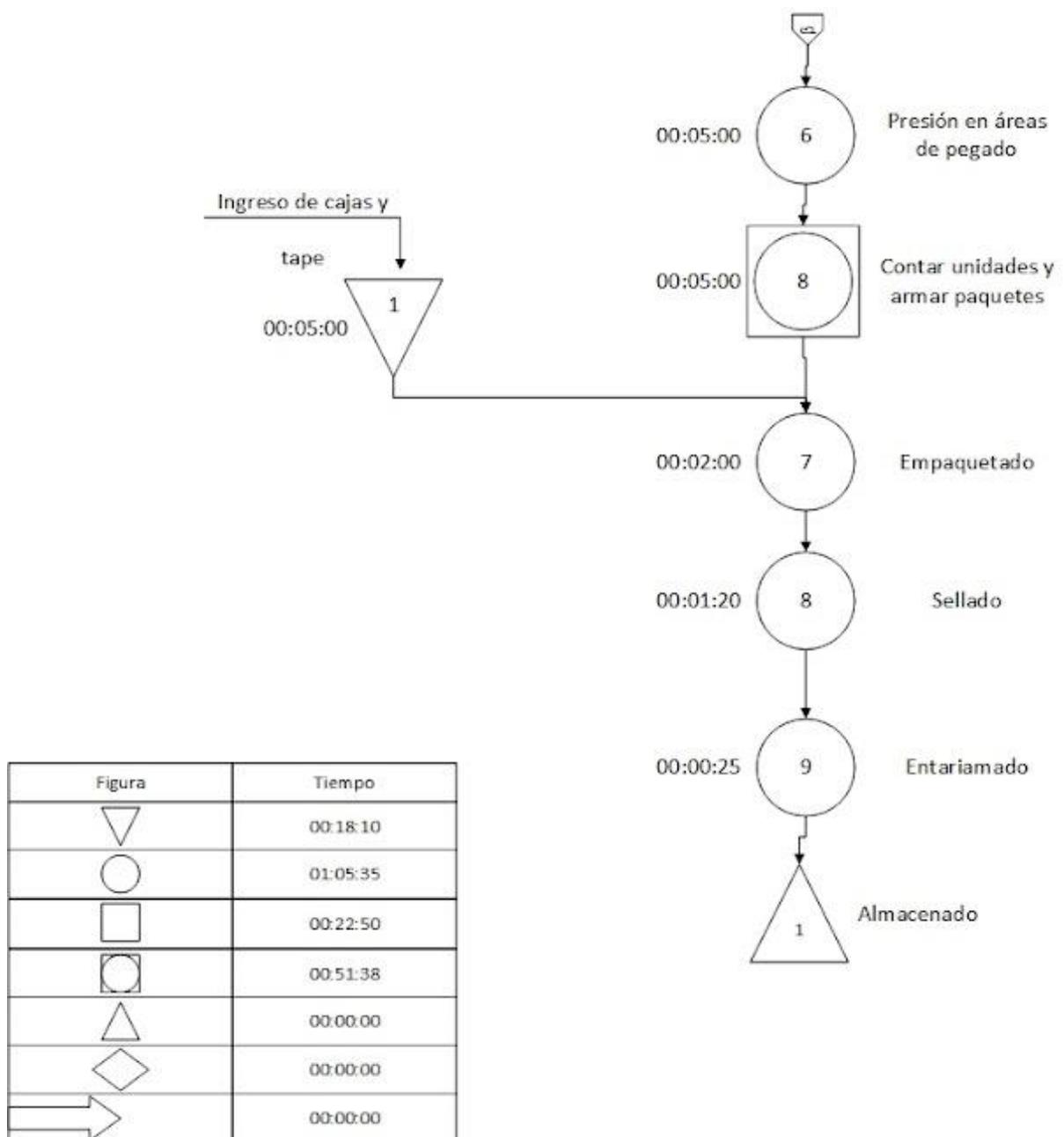


Figura 1 - DOP del proceso de producción de pegado manual

2. Proceso de pegado manual con impresión y barnizado UV:

- El proceso es sumamente similar cuando hay impresión o barnizado que cuando no lo hay. La diferencia sustancial se encuentra luego de la revisión del tamaño de los pliegos y el uso de la guillotina en caso sea necesaria.
- Impresión y barnizado:

Actualmente la empresa no cuenta con la maquinaria necesaria para realizar impresiones o el barnizado UV por lo que estos procesos se tercerizan. Se embala el material a imprimir con indicaciones de las medidas y diseño necesarias. Luego una vez el material es entregado pasa al proceso de corte y sigue el proceso normal sin cambios.

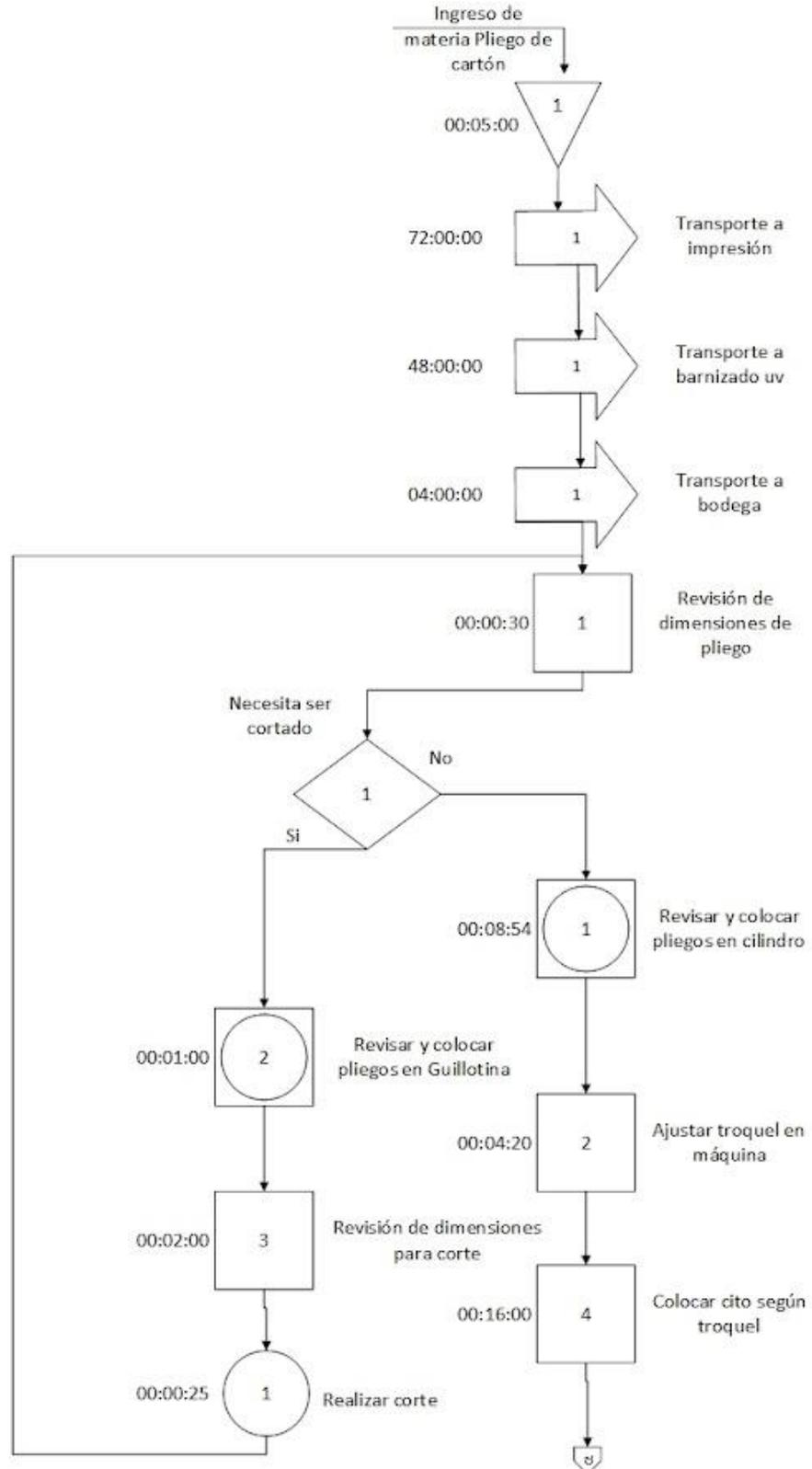
Diagrama de operación de procesos:

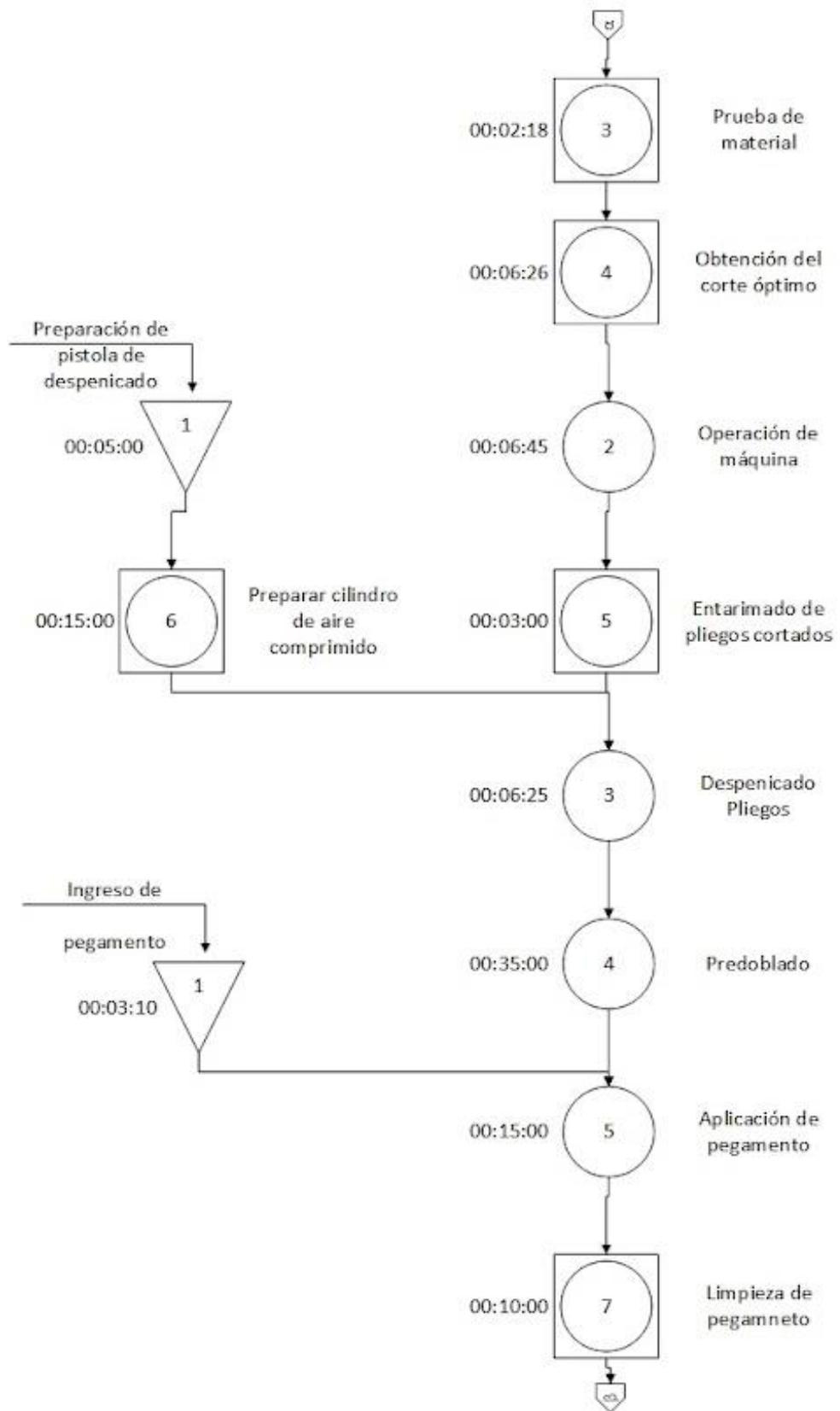
Diagrama de Operaciones de Proceso: Producción de Renepack Con Pegado Manual, Impresión y Barnizado UV
Método Actual

Fecha de Elaboración: 09 de Octubre del 2020

Elaborado por: Diego Cuellar

Producción de una caja de producto terminado desde el ingreso de materia prima hasta almacenaje





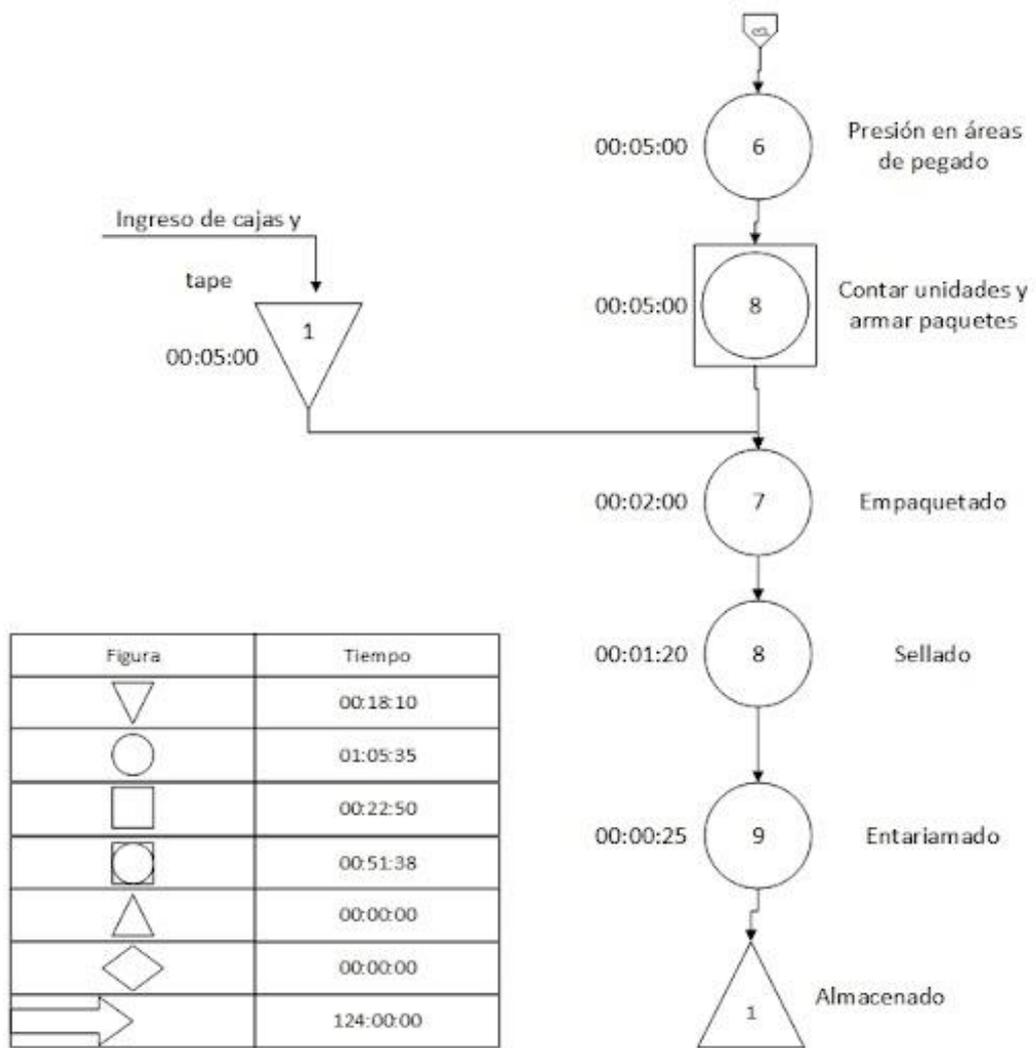


Figura 3 - DOP de procesos de pegado manual con impresión y barnizado UV

3. Proceso de pegado en máquina sin impresión ni barnizado UV:

- Ajuste de medidas en guillotina:

Este proceso es opcional, se realiza sólo si es necesario cortar los pliegos de cartón para ajustarse al proceso final. Los pliegos de cartón son colocados en el área de alimentación de la guillotina donde se corta según sean necesarias las dimensiones. Este proceso es muy poco común ya que se suele realizar en su mayoría para corte de manteles.

- Troquelado en cilindro:

Se alista el cilindro, primero se debe engrasar y asegurarse de su funcionamiento. Luego se coloca el troquel en la parte baja y se ajusta con cuñas. Luego se coloca el cito, una cinta con pegamento que sirve para proteger el cilindro, y los relieves del troquel, así como la protección del cartón al momento del corte. Se realizan pruebas para verificar la posición del troquel y si se deben de mover las cuñas para obtener el ajuste correcto. Los pliegos ya cortados son entarimados y alistados para la siguiente operación.

- Despenicado:

Los pliegos a pesar de haber sido cortados aún no tienen las rebabas del cartón por lo que no pueden ser doblados ni pegados. Para realizar el despeinado se utiliza una pistola de aire comprimido con dientes que permiten retirar estas rebabas. Primero se debe preparar el tanque de aire comprimido para luego utilizar la pistola. se crea una gran cantidad de desperdicio por lo que el operario debe trabajar de forma limpia y ordenada.

- Pegado en máquina:

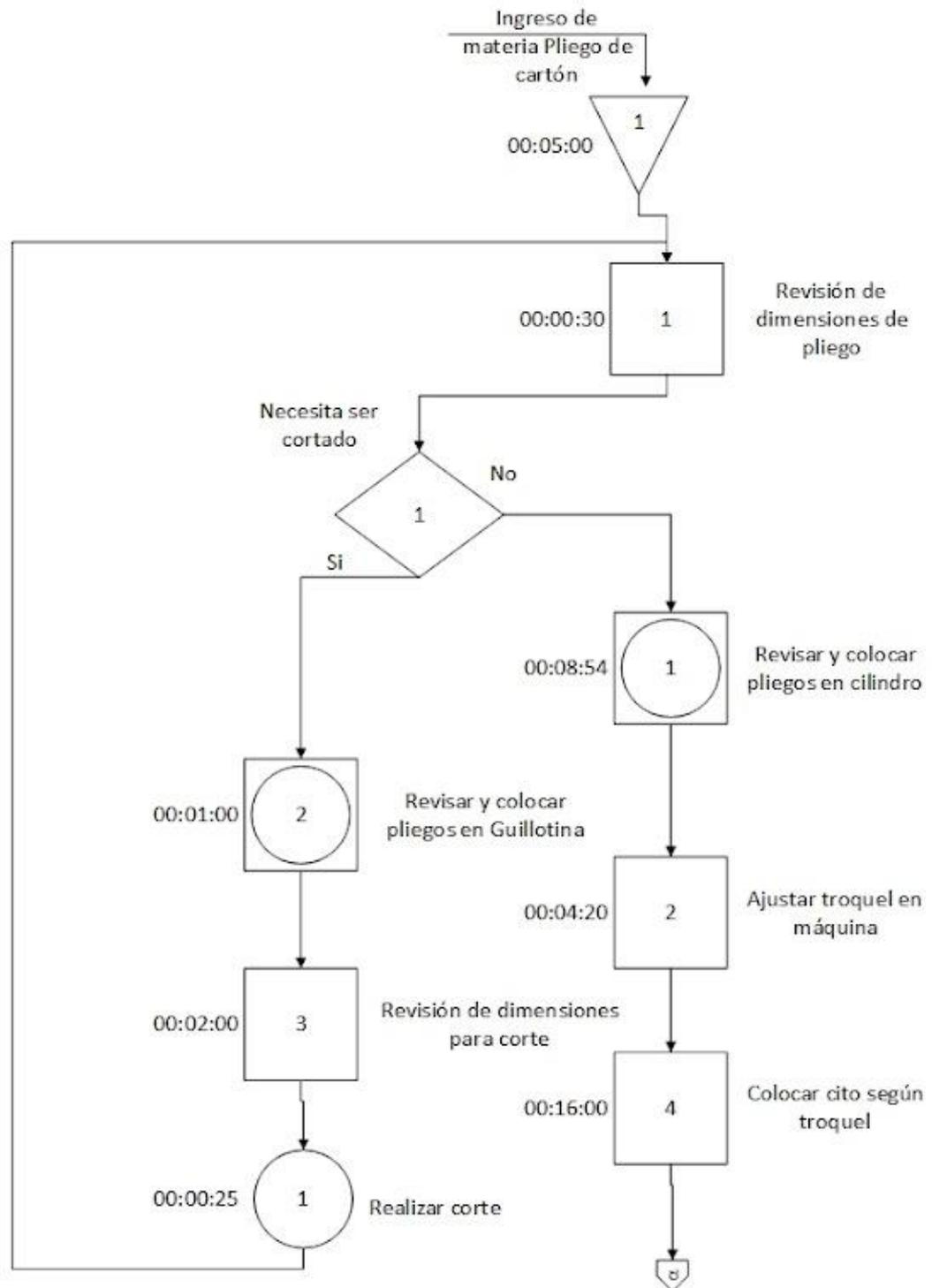
Una vez desbarbado el material, pasa a la máquina de pegado. Este proceso inicia con la configuración de máquina, que puede llevar de 4 a 6 horas según la complejidad del producto y la cantidad de pruebas que se requieran. Una vez lista, se colocan los pliegos de papel en la alimentación par que se realice el proceso de pegado. Conforme las piezas van saliendo pegadas pasan por un proceso de revisión para encontrar posibles errores de pegado o manchas dentro del cartón. Ya aprobadas las piezas son contadas y se arman paquetes según la cantidad y características del producto.

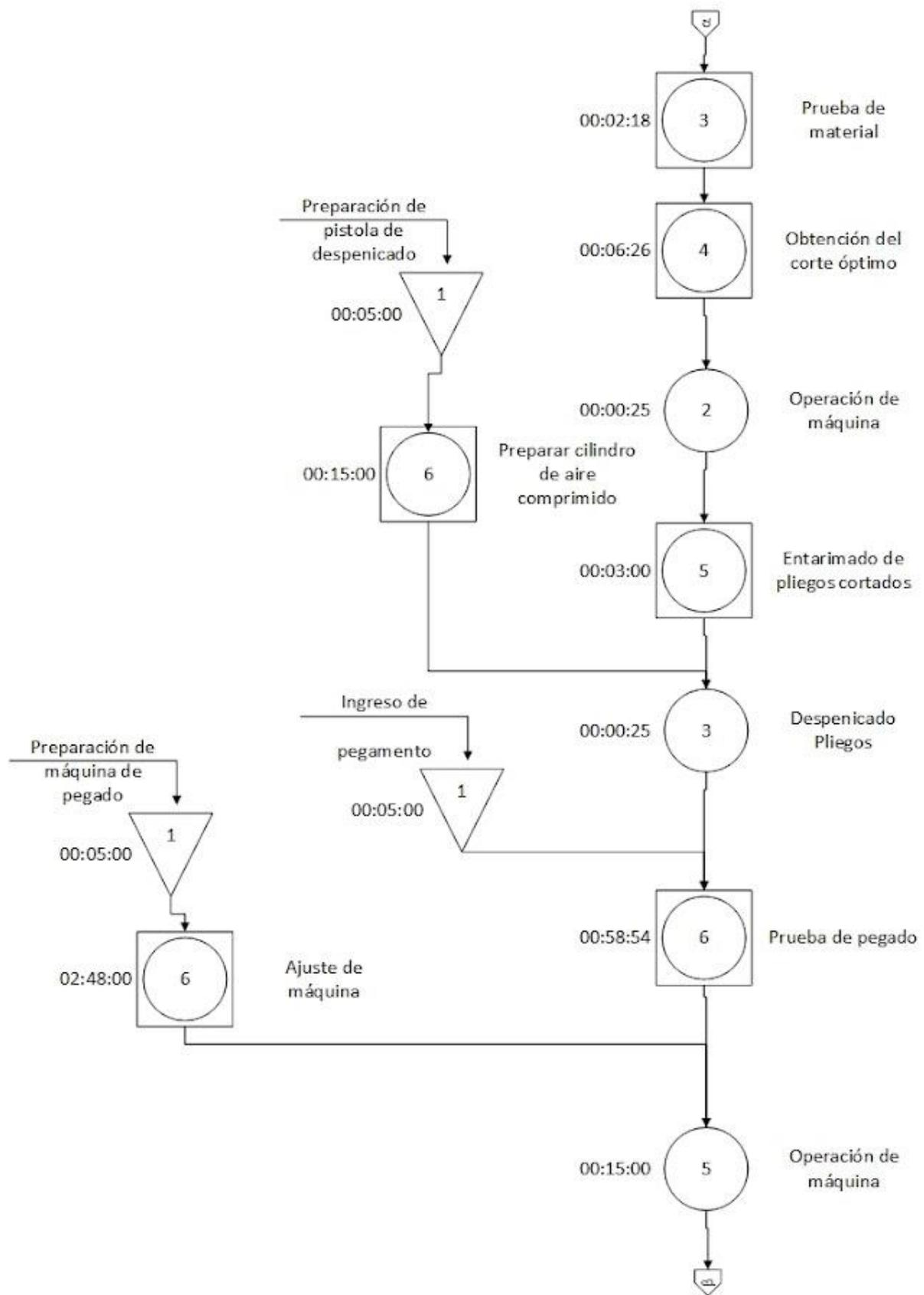
- Almacenado y embalaje:

Los paquetes son colocados en cajas para ser almacenados en la bodega o cargados al transporte y entregados a los clientes.

Diagrama de operación de procesos:

Diagrama de Operaciones de Proceso: Producción de Renepack Con Pegado en Máquina
Método Actual
Fecha de Elaboración: 09 de Octubre del 2020
Elaborado por: Diego Cuellar
Desde ingreso de materia prima hasta almacenaje de producto terminado





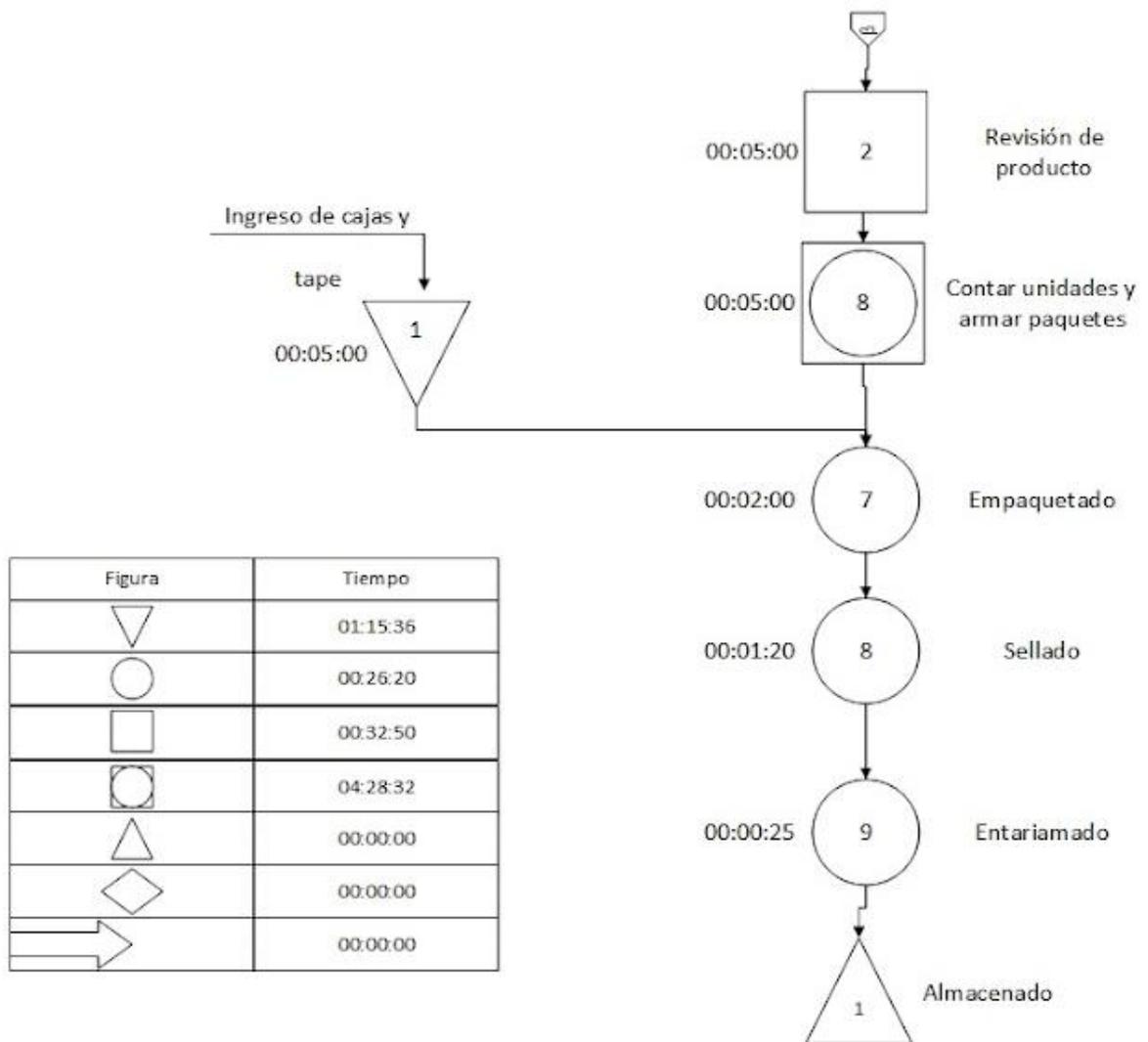


Figura 4 - DOP del Proceso de producción de pegado en máquina

Diagrama de recorridos:

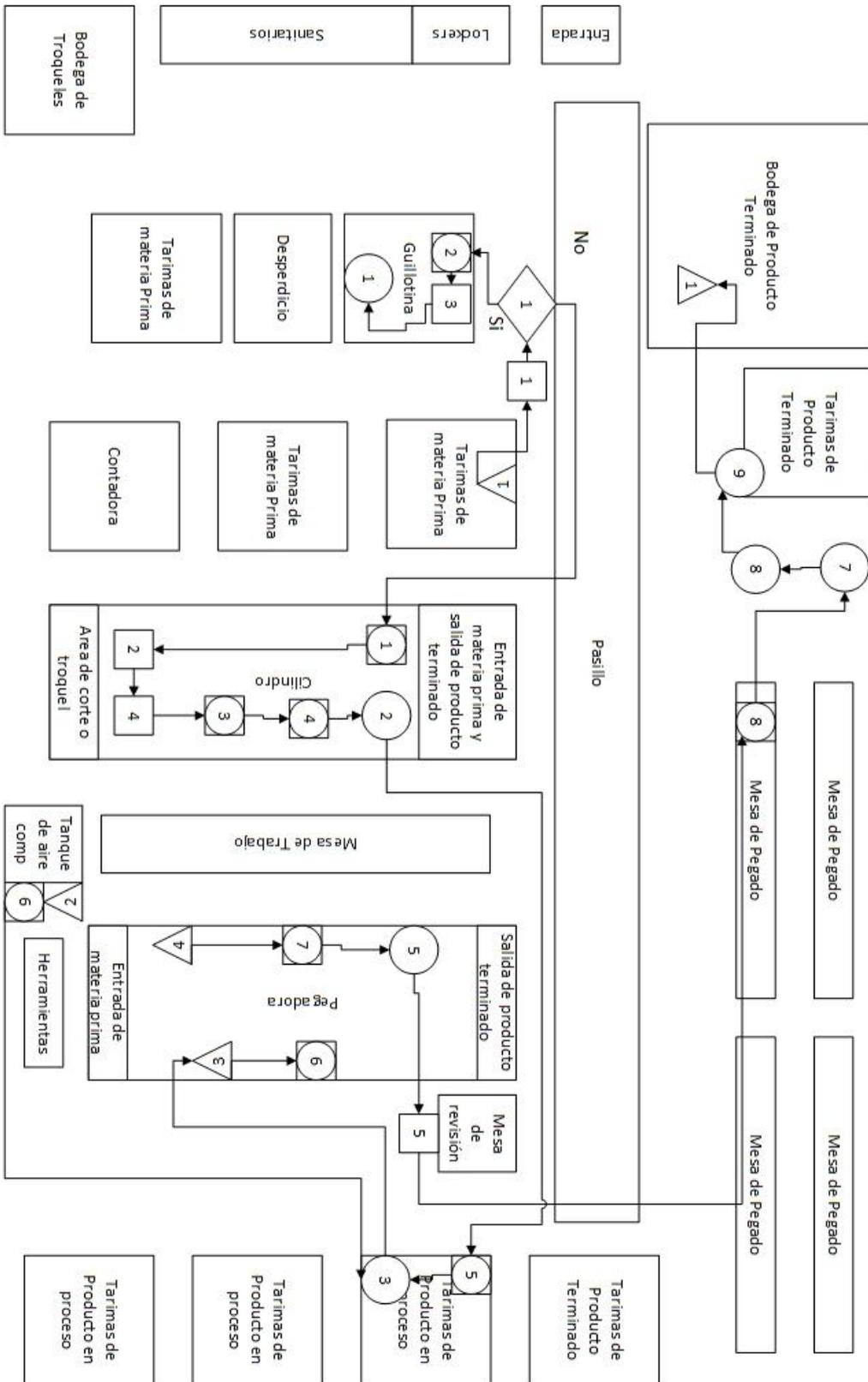


Diagrama de Recorrido: Producción de Renepack Con Pegado en Máquina,
Método Actual

Fecha de Elaboración: 09 de Octubre del 2020
Elaborado por: Diego Cuellar

Desde Ingreso de materia prima hasta almacenaje de producto terminado

Figura 5 - Diagrama de recorrido pegado en máquina

4. Proceso de pegado en máquina con impresión y barnizado UV:

- El proceso es sumamente similar cuando hay impresión o barnizado que cuando no lo hay. La diferencia sustancial se encuentra luego de la revisión del tamaño de los pliegos y el uso de la guillotina en caso sea necesaria.
- Impresión y barnizado:
Actualmente la empresa no cuenta con la maquinaria necesaria para realizar impresiones o el barnizado UV por lo que estos procesos se tercerizan. Se embala el material a imprimir con indicaciones de las medidas y diseño necesarias. Luego una vez el material es entregado pasa al proceso de corte y sigue el proceso normal sin cambios.

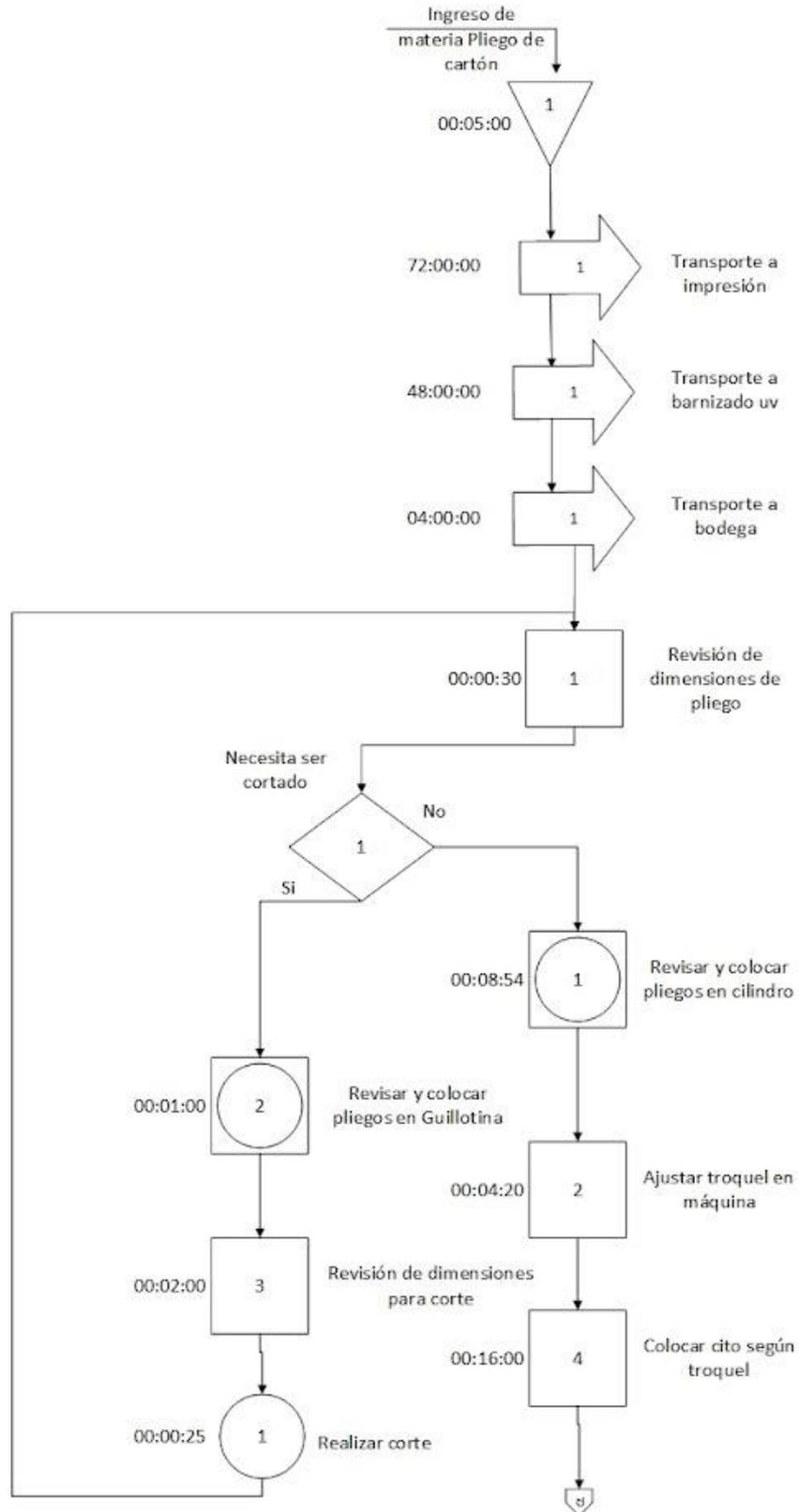
Diagrama de operación de procesos:

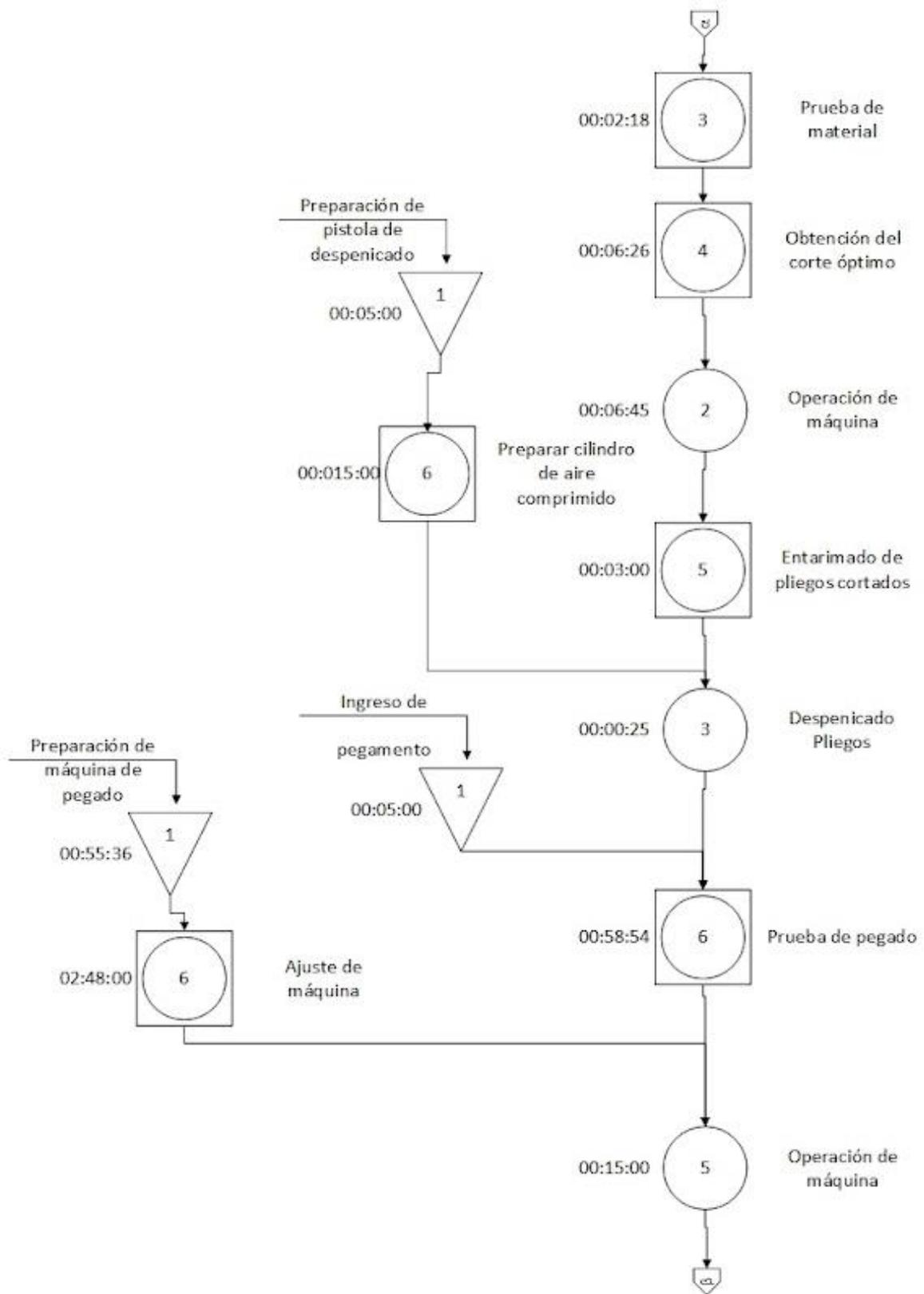
Diagrama de Operaciones de Proceso: Producción de Renepack Con Pegado en Máquina, impresión y barnizado uv
Método Actual

Fecha de Elaboración: 09 de Octubre del 2020

Elaborado por: Diego Cuellar

Desde ingreso de materia prima hasta almacenaje de producto terminado





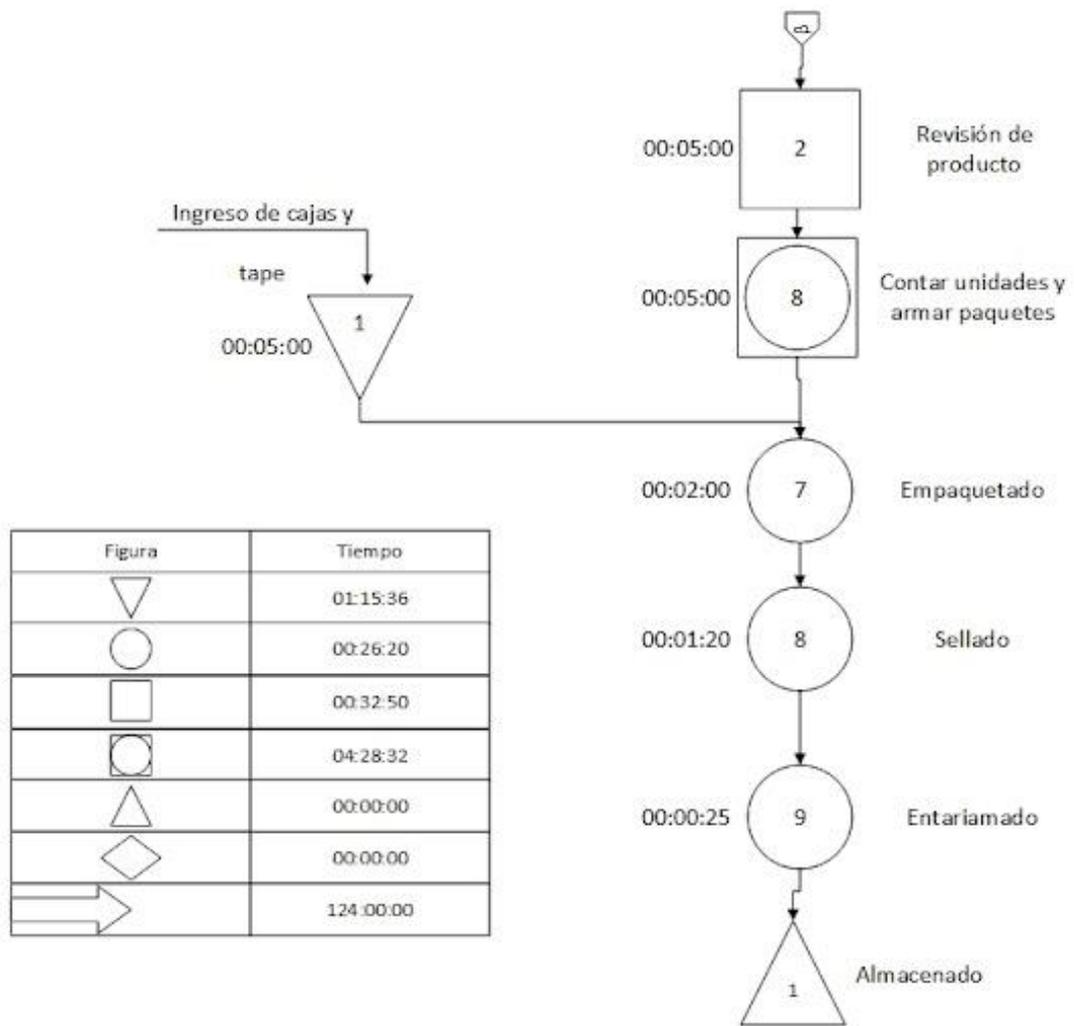


Figura 6 -DOP de pegado en máquina con impresión y barnizado UV

B. Análisis de posibles áreas de mejora

1. En los procesos productivos

Ishikawa:



Figura 7 - Ishikawa de producción

2. En el manejo de inventarios

Ishikawa

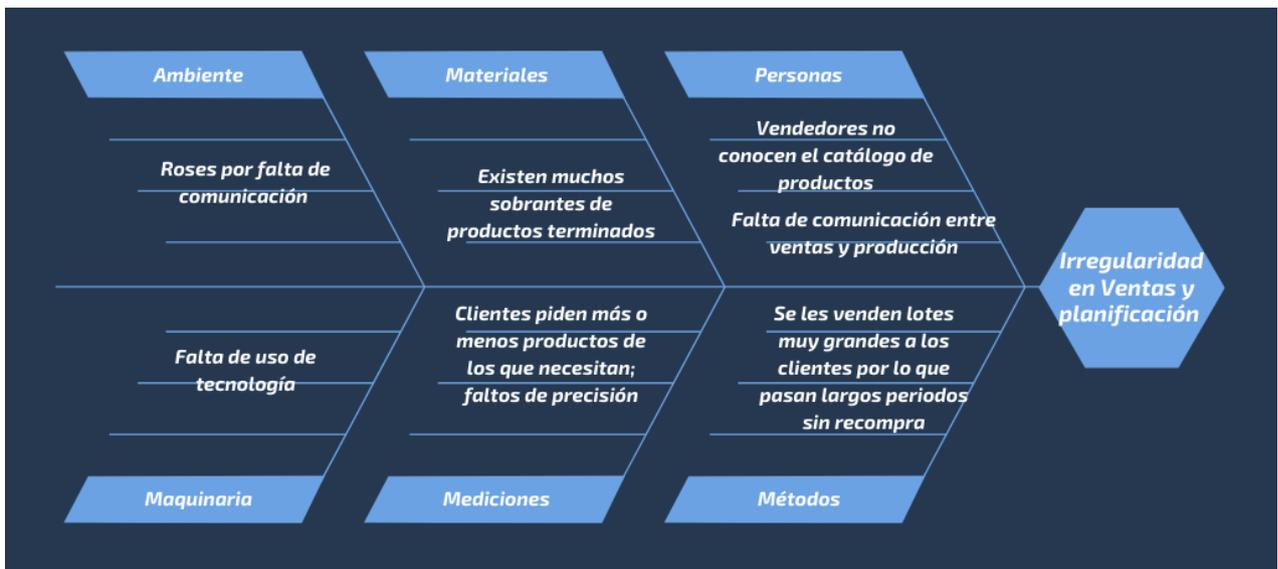


Figura 8 - Ishikawa de manejo de inventarios

C. Costos actuales

Los costos proporcionados por la empresa se muestran de la siguiente forma:

Tipo de costo	Monto
Costo de materia prima	Q 348,935.33
Costo de mano de obra	Q 98,529.86
Costos primos	Q447,465.19
Costo unitario promedio	0.67 Q/producto

Cuadro 2 Costos proporcionados

El costo de la materia prima es elevado, principalmente, por la compra de pliegos de cartón localmente, posteriormente se hará un desglose de la materia prima y un análisis sobre cómo reducir este costo. Al igual se provee el costo de mano de obra, este se ve inflado por el pago de horas extra, de la misma forma se verá desglosado más adelante. A partir de estos costos la empresa también proporcionó el costo unitario promedio del producto terminado en la planta.

En cuanto a los costos de mano de obra destacan los costos de troquelado, pegado manual y en máquina:

Tipo de costo	Monto
Costo de troquelado	Q 5,778.27
Costo de pegado manual	Q 36,743.68
Costo de pegado en máquina	Q 933.00
Empacado	Q9,845.00
Tercerizado	Q12,415.00
Costo de hora por persona adicional	Q30.00

Cuadro 3 - Costos mano de obra

En el costo de troquelado se destaca que gran parte de este está compuesto del salario del operario pero también es inflado por el desperdicio que se produce y la cantidad de pliegos que puede cortar por hora. El costo de pegado manual destaca por ser el más alto en planta, porque la gran mayoría de productos a vendidos requieren de este producto. Mientras que el pegado en máquina es el más bajo. Esto demuestra que se tiene un activo sub-utilizado y durante su tiempo ocioso debe ayudar a los operarios en pegado manual de forma que reduce el costo de pegado en máquina y aumenta el costo de pegado manual. Es por estas razones que estos tres procesos serán analizados en el estudio SMED para poder reducir los costos y aumentar la capacidad productiva. Además la baja producción en la máquina de pegado se debe a una falta de demanda de productos, por lo que también se abordará este problema en la sección de plan de mejoras.

Otra razón por la cual se evaluará el proceso de pegado mediante la estrategia SMED es porque estos operarios también realizan el empaclado. Por lo que sí pueden ser más productivos se reducirán las horas extra y, por lo tanto, reducir el coste de empaclado de forma simultánea.

Costos de materia prima:

Tipo materia prima	Monto
Resmas de cartón	Q 304,498.00
Moldes de troquel	Q 12,126.00
Adhesivos (pegamentos)	Q 14,986.00
Material de empaque	Q17,325.33

Cuadro 4 - Costos de materia prima trimestrales

Debido a que las resmas de cartón son la materia prima, no solo más cara y que ocupa un gran espacio en almacenamiento. Se trabajará un análisis de optimización de inventarios para calcular el lote óptimo de pedido y cuántos pedidos se deben hacer al año para mantener los costos al mínimo. (Incluyendo los costos de almacenamiento).

VII. Análisis de la demanda e inventarios

A. Análisis inicial de la demanda

Para realizar el análisis de la demanda se tomaron los datos proporcionados por la empresa de las ventas realizadas durante el año 2019 y datos recogidos hasta septiembre del 2020, En el caso de los meses de octubre, noviembre y diciembre se utilizaron las ventas previstas por la empresa. A partir de estos datos se realiza un análisis de series de tiempo y las respectivas predicciones a partir de este (La tabla de Datos Original puede ser observada en el Anexo #1).

A continuación se presenta la tendencia de cómo la demanda ha evolucionado en este período de tiempo.

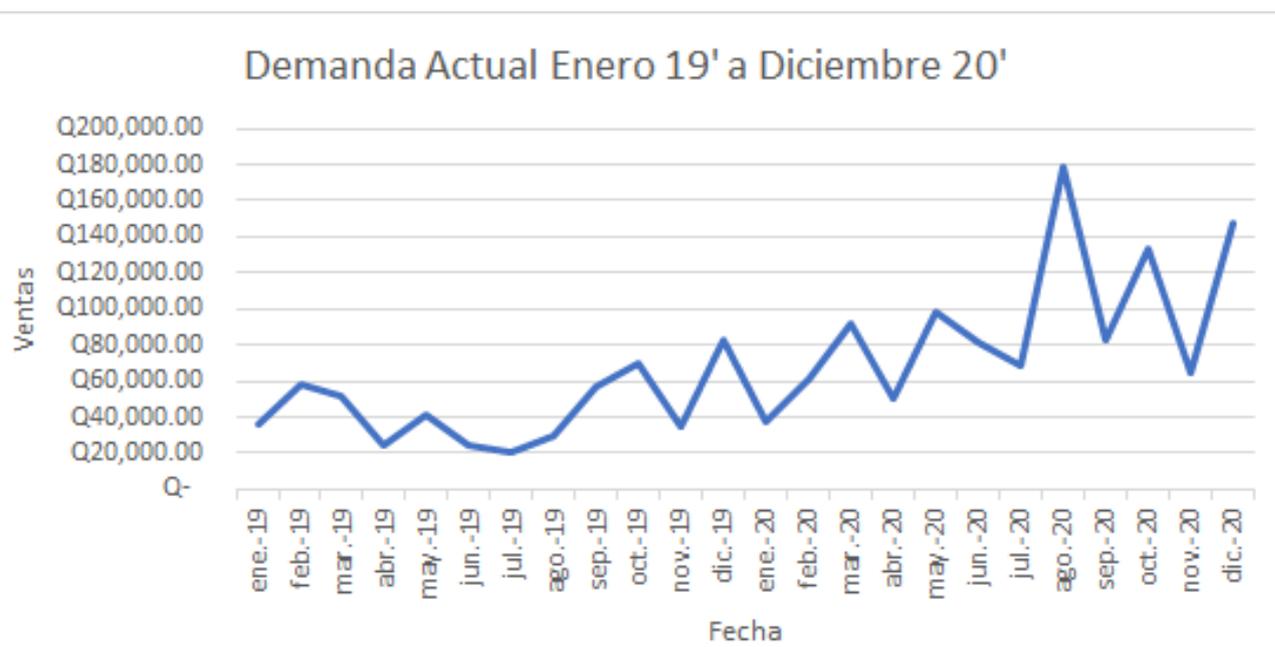


Figura 9 - Demanda actual

Según los datos proporcionados se puede observar cómo la empresa ha aumentado sus ventas a lo largo del tiempo. En el caso del mes 15 que representa a marzo del 2020 existe uno de los picos de la demanda. Esto se puede explicar por la incertidumbre de la pandemia Covid -19 crea este pico, Pero al comprar tantos productos los clientes no requieren de más productos los siguientes meses. Esto nos muestra de nuevo un problema en la comunicación de planta y ventas debido a lo irregular de la demanda en un momento donde el uso de empaques de alimentos aumentó en Guatemala y el Mundo.

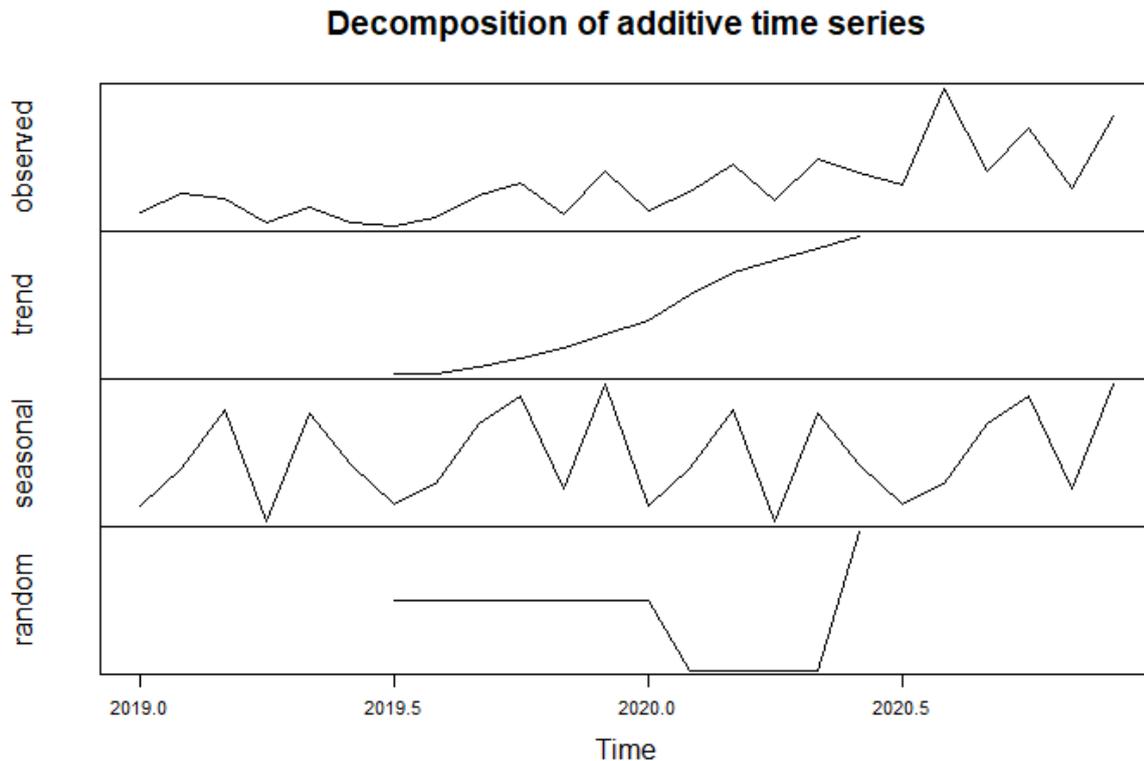


Figura 10 - Análisis de la demanda actual

En la primera parte tenemos los datos observados (incluidos los pronósticos de la empresa para el último trimestre de 2020). Luego en el segundo renglón tenemos la tendencia de estos datos. La cual es ascendente y como se mencionó anteriormente en 2020 se ve cómo empieza a aumentar de forma pronunciada que con anterioridad debido al cambio de la demanda. En el renglón número 3 se analiza si existe algún tipo de periodicidad visible. Según los datos cada 2 meses habrá un pico y el mes inmediato a ese pico una reducción considerable que se recupera lentamente en 2 meses para generar de nuevo un pico y repetir el patrón. El último renglón representa la existencia de datos atípicos o poco probables en la muestra tomando que los hubieron en la segunda parte del 2019 y hay un repunte alrededor de abril de 2020 estos muestra la tendencia que había en la empresa en años anteriores de aumentar sus ventas en el segundo semestre. En cuanto al repunte de 2020 es congruente con lo obtenido anteriormente de la existencia de un aumento considerable de la demanda a partir de la pandemia y la necesidad de usar empaques desechables para los alimentos.

B. Realizar predicción de la demanda

A partir de la herramienta Rstudio, se trabajó el pronóstico, en la que se trabajaron dos modelos diferentes para obtener los resultados necesarios para obtener la mayor precisión posible en los resultados.

- El primer modelo a estudiar es un “forecast” a partir de una regresión lineal y obtener un pronóstico en base a estos así como sus márgenes de error.

Forecasts from ETS(M,N,N)

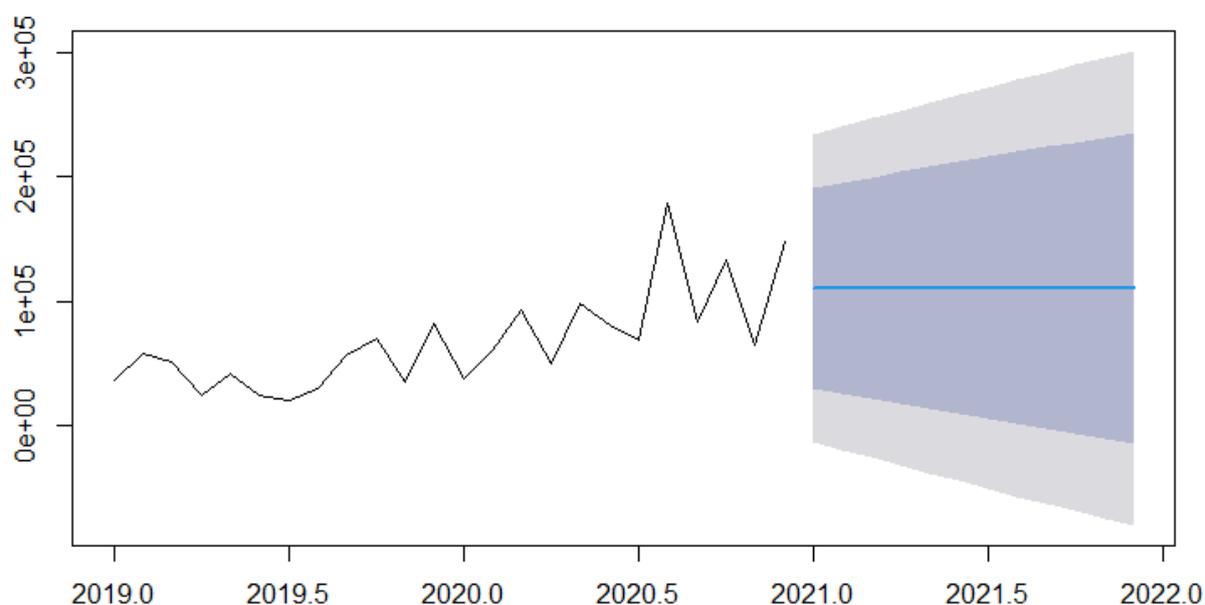


Figura 11 - Pronóstico de la demanda 2021

La línea de color azul representa el pronóstico de la demanda, la sombra oscura el margen de error como es más probable que los datos varían en, y la sombra clara donde los datos pueden variar pero es aún más improbable. El problema con este modelo es la falta de datos que no le permiten hacer una predicción más precisa dando una línea recta que representa un promedio de ventas en 2021 y no las variación de ventas durante el año. Aunque sí podemos inferir información valiosa de esta simulación. Las sombras no muestran una tendencia recta sino van en aumento, esto es importante de mantener en cuenta ya que es muy probable que la demanda siga creciendo durante 2021. (para ver los datos específicos generados en la simulación ver el anexo #2).

- El siguiente modelo utilizado es el modelo ARIMA (modelo autorregresivo integrado de medias móviles por sus siglas en inglés) que utiliza distintas regresiones según la estacionalidad de los datos para generar predicción más precisas en las series de tiempo, por lo tanto se espera genere datos más precisos para la predicción de la demanda a pesar de tener pocos datos.

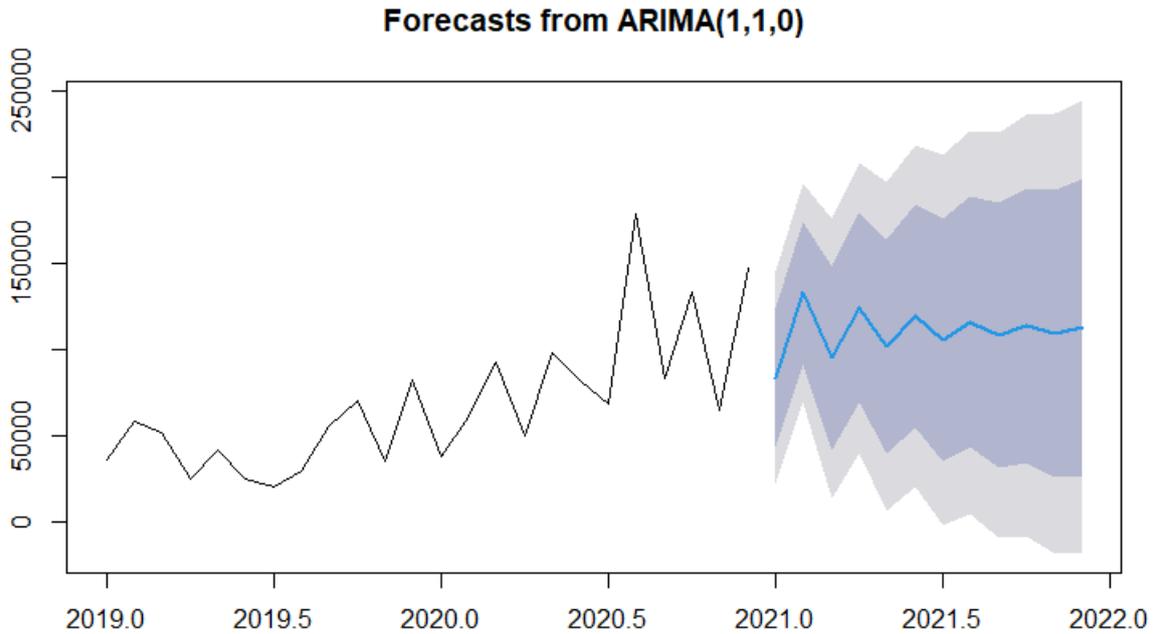


Figura 12 - Pronóstico de la demanda 2021 modelo ARIMA

Este modelo nos muestra que busca su estado estable prolongado en el tiempo. Iniciando con una baja en la demanda a principios de 2021 para luego tener picos según la periodicidad de los datos. Al igual que en el modelo anterior las sombras nos muestran un aumento constante de la demanda a pesar que el promedio busque un estado estable cercano al promedio. Para solucionar esto se recomienda ir alimentando los nuevos resultados al modelo cada mes y así aumentar la precisión de la predicción en los meses consiguientes (para ver los datos específicos generados en la simulación ver el anexo #3).

Ambos modelos muestran que aunque es muy probable que la demanda siga en aumento también los valles pueden ser muy pronunciados, dificultando así el crecimiento de la empresa. Por lo tanto, se trabajará dentro del plan de mejoras una estrategia "S&PO" para mejorar la comunicación entre ventas y producción. De forma que la empresa sea capaz de aprovechar el crecimiento de la demanda y atender a esos posibles clientes sin exceder la capacidad de producción de la empresa.

C. Optimización de costos de inventarios:

Según la base de datos proporcionada la materia prima más importante son los pliegos de Cartón, estos son comprados en resmas. Se realizó un análisis de cuantas resmas deben ser compradas para minimizar el costo total de estas y reducir los costos de almacenaje de las mismas.

$Co := 1$	Costo de Colocar un Pedido en \$/pedido
$D := 483.4$	Demanda (generalmente en base anual)
$i := 0.07$	Tasa de costo de posesión
$Cu := 589.04$	Costo unitario del artículo en \$/unidad
$n := 300$	Número de días hábiles/año
$Ch := i \cdot Cu$	Costo de mantener 1 unidad en inventario por año
$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot Co}{Ch}}$	$Q = 9.6805$ Tamaño Optimo de Pedido
$\frac{D}{Q} = 199.5768$	Número de Pedidos por año
$CT := 0.5 \cdot Ch \cdot Q + Co \cdot \frac{D}{Q} + Cu \cdot D$	$CT = 1.1384 \cdot 10^6$ Costo Total Anual
$T := \frac{n}{\left(\frac{D}{Q}\right)}$	$T = 1.5032$ Tiempo de Ciclo en días
$d := \frac{D}{n}$	Demanda diaria
$l := 5$	Lead Time (tiempo de entrega) en días
$r := l \cdot d$	$r = 32.2$ Punto de reorden (unidades)

Figura 13 - Optimización de compra de resmas de cartón

En promedio se utilizan 483 resmas de cartón trimestralmente en la producción sin que haya realmente costos significativos de colocar el pedido. La tasa del costo de posesión fue proveída por la empresa, así como el costo unitario de cada resma (todos los costos se calcularon en quetzales). A partir de estos datos se utilizó un modelo de pedidos sin faltantes. Dando como resultado que el lote óptimo de pedido (Q) es de 10 resmas (ya aproximado) realizando 200 pedidos al año. Esto nos daría un Costo total de Q1,138,400.00 anual por la compra y almacenaje de los pliegos de cartón.

En cuanto al modelo de optimización de producción se utilizó un modelo de venta con faltantes ya que la empresa si acepta productos a pesar de no tener inventario para ser entregados en una fecha posterior.

$P := 1500000 \cdot 12$	Capacidad instalada de producción anual
$D := 641000 \cdot 4$	Demanda (generalmente en base anual)
$i := 0.2$	Tasa de costo de posesión
$Cs := 120$	Costo de setup (preparación) de una corrida de producción
$Cu := 0.67$	Costo unitario del artículo en \$/unidad
$n := 300$	Número de días hábiles/año
$Ch := i \cdot Cu$	Costo de mantener 1 unidad en inventario por año
$Cb := 6$	Costo de mantener 1 unidad en backorder (faltante) por año

$$Q := \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot Cs}{Ch \cdot \left(1 - \frac{D}{P}\right)} \cdot \frac{Ch + Cb}{Cb}} \quad Q = 73990.7382 \quad \text{Tamaño Óptimo de Pedido}$$

$$S := \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot \left(1 - \frac{D}{P}\right) \cdot Cs \cdot Ch}{Cb \cdot (Ch + Cb)}} \quad S = 1386.1194 \quad \text{Nivel Máximo de Faltantes}$$

$$\frac{D}{Q} = 34.653$$

$$CT := Cs \cdot \frac{D}{Q} + 0.5 \cdot Ch \cdot \frac{\left(Q \cdot \left(1 - \frac{D}{P}\right) - S\right)^2}{Q \cdot \left(1 - \frac{D}{P}\right)} + 0.5 \cdot Cb \cdot \frac{S^2}{Q \cdot \left(1 - \frac{D}{P}\right)} + Cu \cdot D \quad CT = 1.7262 \cdot 10^6$$

Figura 14 - Optimización de producción con faltantes

Según la capacidad instalada en planta y la demanda promedio que se maneja actualmente el lote óptimo de pedido es de 73,991 unidades cuando se produzca bajo un modelo “*made to stock*” de los productos que tienen este comportamiento, esto para no aumentar el costo de almacenaje en la empresa y optimizar la utilización del espacio. De forma que cuando llegue un pedido que sobrepase este inventario se pueda dar un tiempo prudencial para terminar de entregar el producto al cliente. Según este lote óptimo se debe de producir 35 veces durante el año esta clase de productos. Esto representa un costo total de Q.1,726,200.00, tomando en cuenta el costo de mantener guardado, y el costo de no tener al aceptar ventas con faltantes.

VIII. Estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo

A. Estudio del procesos productivos clave

A partir de las necesidades observadas en el proceso productivo las áreas críticas donde se puede recuperar más tiempo son en el troquelado y el pegado tanto manual como en máquina. Por esta razón se realizó un estudio de tiempos específico en cada una de estas operaciones. Estos procesos son realizados todos los días mientras que otros como el despeinado de pliegos o uso de la guillotina no representan un uso de tiempo tan prolongado ni repetitivo como los procesos estudiados.

1. Estudio del proceso de troquelado

Toma de tiempos:

Máquina: Cilindro

Operario: Josué Pérez

Procesos: Configuración de Cilindro

Tiempos en segundos

Operación / Corrida	1	2	3	4	5	Tiempo promedio (s)
Colocar cito	896	1,006	955	974	962	960
Engrasado	601	466	536	522	542	534
Prueba de funcionamiento de engrasado	186	177	194	184	178	186
Ajuste de Troquel	268	248	226	288	272	260
Prueba de Máquina	139	143	128	115	165	138

Cuadro 5 - Tiempos de configuración de cilindro

SMED

Observar:

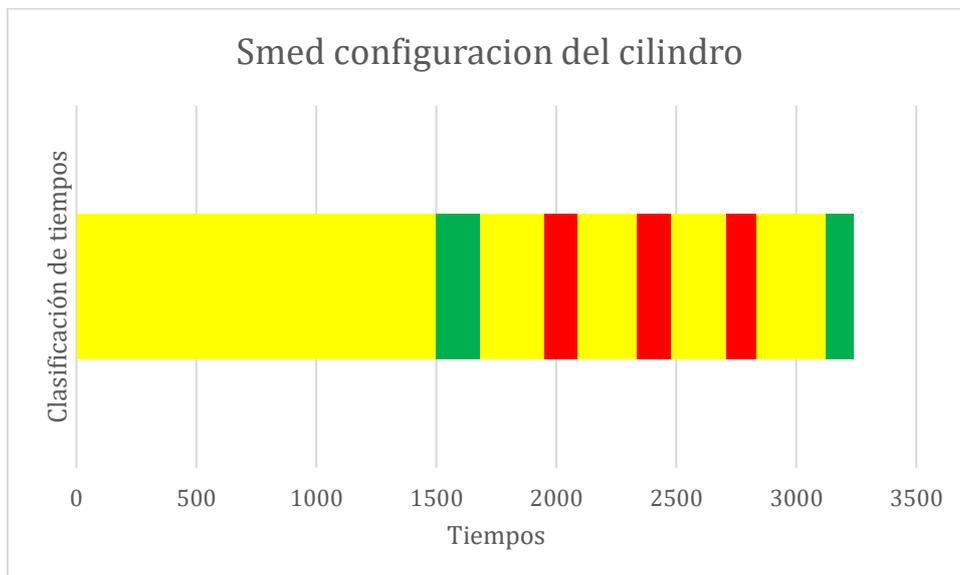


Figura 15 - SMED configuración de Cilindro

Leyenda	
	Tiempos de configuración
	Tiempos de operación
	Tiempos muertos

Cuadro 6 - Leyenda de colores

Identificar y separar

Tiempos de configuración	
Operación	Clasificación
Colocado de cito	Interna
Engrasado	Interna
Ajuste de troquel	Interna

Tiempos muertos	
Operación	Clasificación
Prueba de máquina	Interna

Convertir:

Operaciones internas	¿Convertible?	Operaciones externas	¿Convertible?
Colocado de cito	Si, el cito puede ser colocado sobre el troquel mientras la máquina esté en funcionamiento con otro troquel.	Pruebas de máquinas.	No, si las pruebas se realizan sin materia prima no se puede saber si está bien configurada.
Engrasado	No, por seguridad del operario no se puede engrasar mientras la máquina esté en funcionamiento.		
Ajuste de troquel	No, la máquina no puede estar en funcionamiento mientras se ajusta el troquel por seguridad del operario.		

Optimizar:

Operación	Objetivos	Recomendación
Colocado de cito	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Según la planificación de la producción se puede saber qué tipo de troquel se utilizará cada día por lo que se puede colocar el cito del día siguiente al finalizar el turno. - Con apoyo de otro operario colocar el cito en el troquel mientras se sigue produciendo.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Operación	Objetivos	Recomendación
Engrasado	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Las áreas que se deben engrasar de forma diaria ya están señaladas. Realizar este proceso al mismo tiempo que se coloca el troquel y sus cuñas para realizar las pruebas de ambos al mismo tiempo. - Se suele perder tiempo rellenando el contenedor del aceite. Verificar que esté lleno al finalizar el turno y dejarlo lleno. No al principio del turno del día siguiente.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Operación	Objetivos	Recomendación
Ajuste de troquel	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere de varias pruebas hasta que el corte óptimo se obtenga. Realizar al mismo tiempo que el engrasado para disminuir el número de pruebas - Colocar reglas para utilizar las medidas para colocar el troquel de forma que el troquel se pueda colocar de forma precisa más rápido. Así se reducirán la cantidad de pruebas de forma sustancial.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Operación	Objetivos	Recomendación
Pruebas de máquinas	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Actualmente se realizan más de 5 pruebas de máquina ya sea por engrasado o ajuste de troquel. - No se puede reducir en cantidad de tiempo ya que requiere el arranque de máquina. - Se puede reducir el número de pruebas si se aplican las recomendaciones de engrasado y ajuste de troquel.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Estandarizar:

Operación	Acción	Tiempo original (s)	Tiempo mejorado (s)
Colocado de cito	Realizar al finalizar turno para el troquel del día siguiente.	960	320 s para revisar el ajuste del día anterior
Engrasado	Engrasar al mismo tiempo que se ajusta el troquel.	534	540 segundos para realizar ambas operaciones.
Ajuste de troquel	Utilizar regletas para reducir hacer más preciso el ajuste del troquel.	260	
Pruebas de máquina	Reducir el número de pruebas realizando pruebas de engrasado y ajuste al mismo tiempo.	De 5 a 6 pruebas por configuración.	Reducir de 2 a 3 pruebas por configuración.

Cuadro 7 - Análisis Smed configuración de cilindro

Diagrama de espagueti:

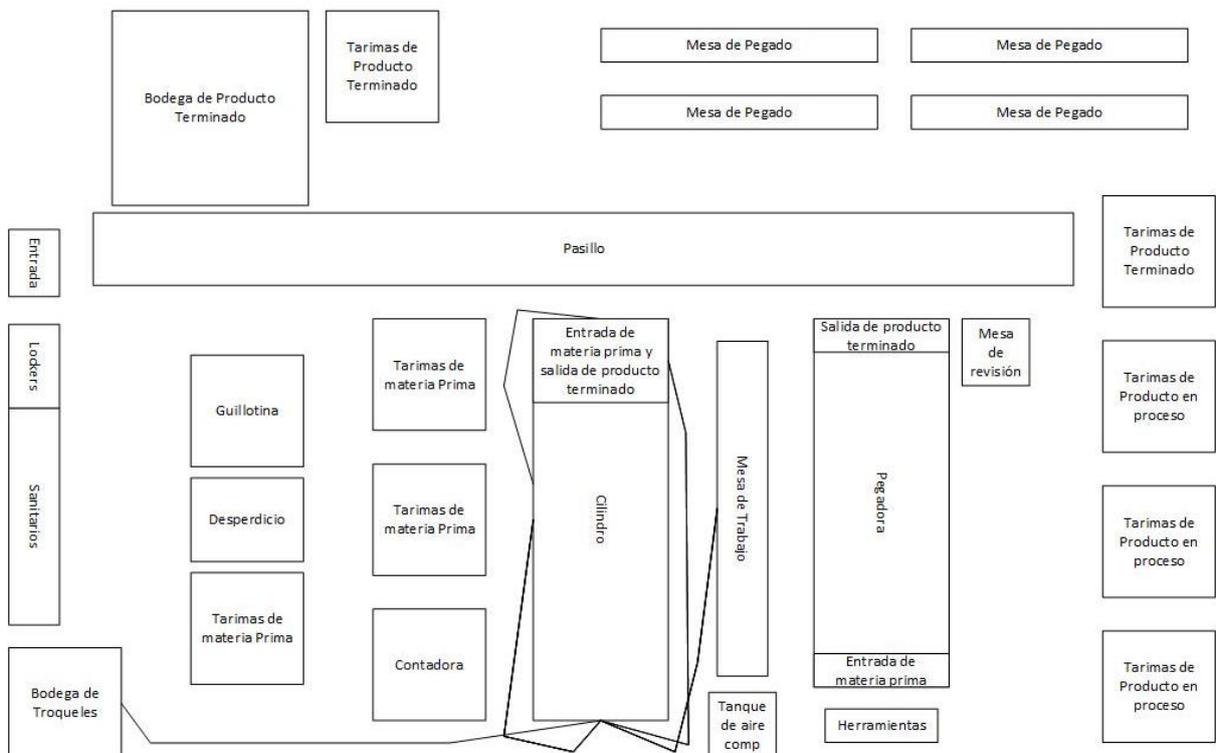


Figura 16 - Diagrama de Espagueti configuración de cilindro

Se puede observar que el operario repite varios movimientos a lo largo de la máquina, esto debido a la cantidad de pruebas que debe realizar y le obligan a repetirlos.

Procesos: Proceso productivo de cilindro

Operación / Corrida	1(s)	2(s)	3(s)	4(s)	5(s)	Tiempo promedio (s)
Operación de máquina	148	120	45	196	62	115
Alimentación de máquina	238	302	266	274	242	265
Atasco del cartón	10	30	5	12	16	15

Cuadro 8 - Tiempos de proceso productivo de cilindro

SMED

Observar:

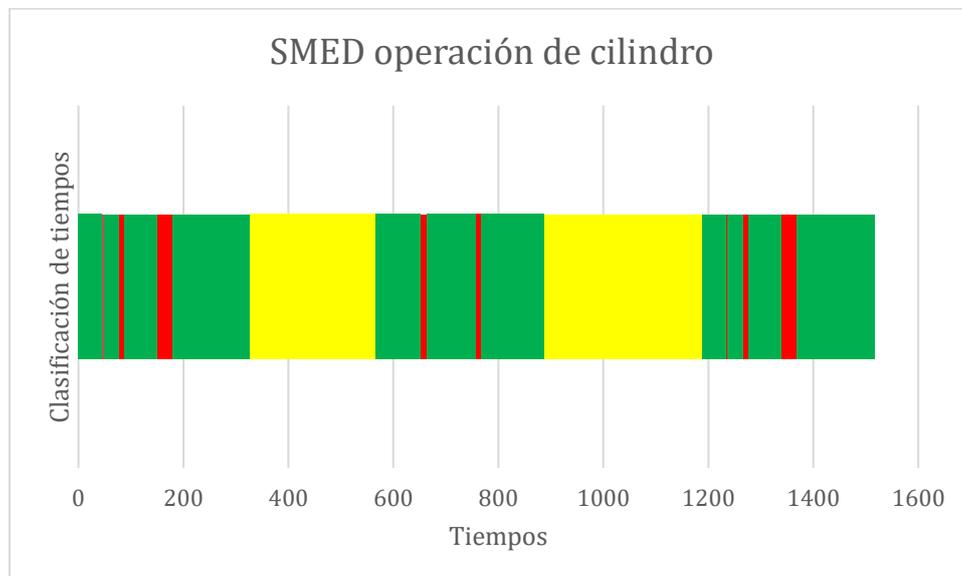


Figura 17 - SMED proceso productivo de cilindro

Leyenda	
	Tiempos de configuración
	Tiempos de operación
	Tiempos muertos

Cuadro 6 - Leyenda de colores

Identificar y separar

Tiempos de configuración	
Operación	clasificación
Alimentación de máquina	interna

Tiempos muertos	
Operación	Clasificación
Atasco de cartón	Externa

Convertir:

Operaciones internas	¿Convertible?	Operaciones externas	¿Convertible?
Alimentación de máquina	No, no se puede alimentar la máquina mientras está en funcionamiento por seguridad del operario.	Atasco de cartón	El cartón puede ser desatascado mientras la máquina está en funcionamiento. Por lo que no es necesario detener la máquina. Aunque si no se detecta a tiempo la máquina debe ser detenida para evitar daños en el equipo.

Optimizar:

Operación	Objetivo	Recomendación
Alimentación de máquina	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Este proceso es delicado, por lo que se recomienda tener el batch ya preparado antes de para la máquina. así minimizar la cantidad de tiempo que el cilindro se encuentra detenido.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Operación	Objetivo	Recomendación
Atasco de máquina	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - La razón de los atascos es que las ventosas que toman los pliegos de cartón no son adecuadas. Se recomienda cambiar las ventosas.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Estandarizar:

Operación	Acción	Tiempo original (s)	Tiempo mejorado (s)
Alimentación de máquina	Prepara el batch con el que se alimentara la máquina.	265s por cada alimentación.	120 s por cada alimentación.
Atasco de máquina	Cambiar las ventosas que toman los pliegos de cartón.	de 3 a 6 de ocurrencias de 15s por cada batch.	Eliminar atascos en la máquina.

Cuadro 9 - Análisis Smed proceso productivo de cilindro

Diagrama de espagueti:

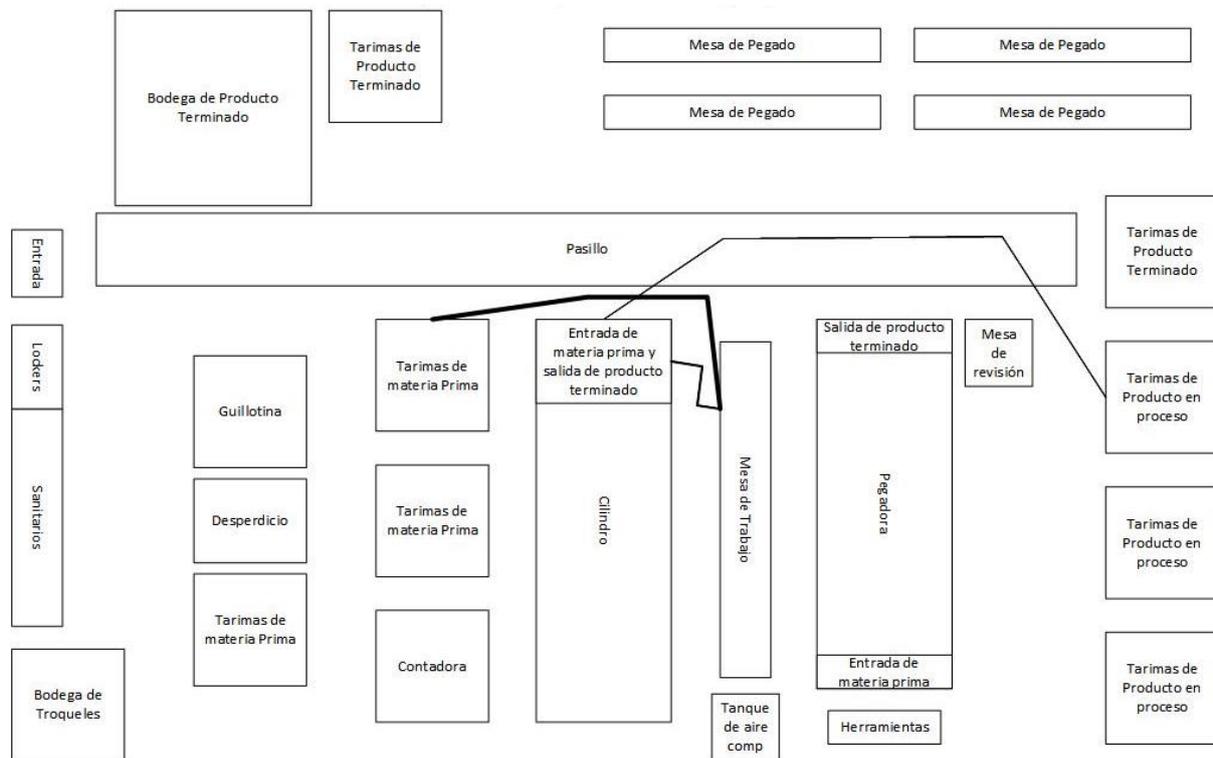


Figura 18 - Diagrama de espagueti operación de cilindro

El movimiento más repetido es el de regresar para tomar los pliegos de papel y luego alimentar la máquina. Así como desatascar cuando es necesario. El movimiento menos repetido es el de transportar los pliegos hacia las tarimas de producto en proceso para que sea despeinado.

2. Estudio del proceso de pegado manual

Toma de tiempos:

Máquina: Mesas de trabajo

Operario: Equipo de 4 personas

Proceso: Pegado manual

Operación / corrida	1(s)	2(s)	3(s)	4(s)	5(s)	Tiempo promedio(s)
Preparación de herramientas	770	732	804	759	762	768
Medición de pegamento	146	182	157	136	189	186
Preparación de puestos	753	778	723	886	746	738
Operación (Pre doblado, pegado, limpieza y presionado)	2880	4980	5026	3659	4887	4286
Cambio de puestos	288	148	266	258	306	253
Contado y armado de paquetes	2856	2561	3129	2762	2659	2793

Cuadro 10 - Tiempos de configuración de pegado manual

SMED

Observar:

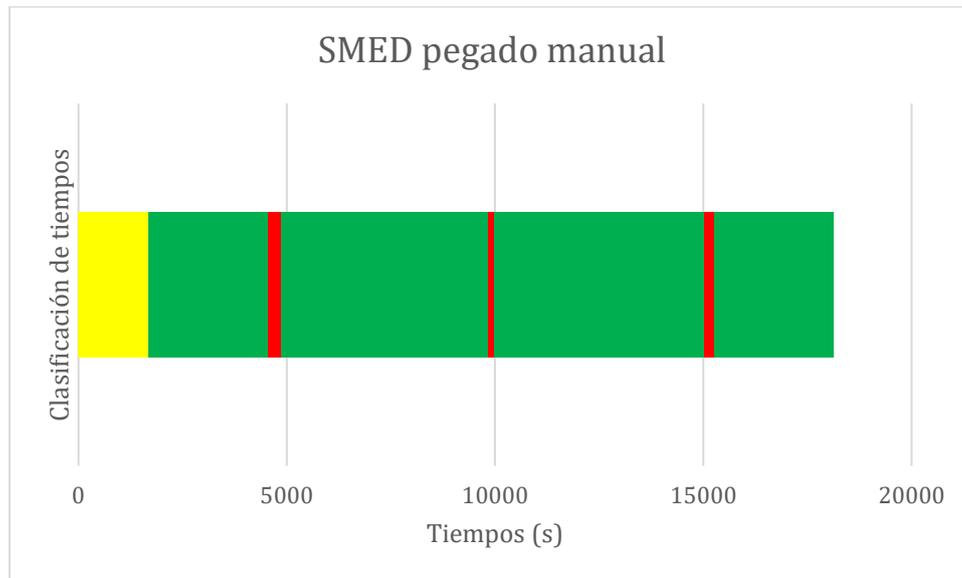


Figura 19 - SMED pegado manual

Leyenda	
	Tiempos de configuración
	Tiempos de operación
	Tiempos muertos

Cuadro 6 - Leyenda de colores

Identificar y separar

Tiempos de configuración	
Operación	Clasificación
Preparación de herramientas	Interna
Medición de pegamento	Interna
Preparación de puestos	Interna

Tiempos muertos	
Operación	Clasificación
Cambio de puestos	Externa

Convertir:

Operaciones internas	¿Convertible?	Operaciones externas	¿Convertible?
Preparación de herramientas	No, no se puede iniciar la producción sin herramientas.	Cambio de puestos	No puede permanecer como externa porque se puede mantener la producción mientras cambian de puestos.
Medición de pegamento	No, no se puede iniciar la producción sin pegamento.		
Preparación de puestos	No, si los puestos y tareas no están definidas no se puede iniciar la producción.		

Optimizar:

Operación	Objetivo	Recomendación
Preparación de herramienta	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Estas varían según el tipo de producto a trabajar. Se recomienda realizar esta operación al mismo tiempo que las otras labores de configuración para reducir tiempos.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Operación	Objetivo	Recomendación
Medición de pegamento	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar recipientes graduados de forma que solo se tenga que servir el pegamento y no pesarlo o calcular cuánto se sirvió. De forma que el procedimiento sea más veloz y exacto.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Operación	Objetivo	Recomendación
Preparación de puestos	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Se acoplan las labores según las habilidades de los operarios y la cantidad de trabajo. Pero se hacen arreglos durante el proceso productivo. Se debe mejorar este proceso para evitar más tiempos muertos. - Realizar al mismo tiempo la preparación de herramientas para reducir tiempo de configuración.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Operación	Objetivo	Recomendación
Cambio de puestos	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Proponer metas a cada uno de los operarios según su labor para aumentar productividad y reducir cambios durante el proceso. - No detener producción al realizar cambios sino mantener la producción con cambios paulatinos.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Estandarizar:

Operación	Acción	Tiempo original (s)	Tiempo mejorado (s)
Preparación de herramientas	Trabajar al mismo tiempo que la medición de pegamento y preparación de puestos. Asignar una labor a cada operario para que la realice de forma simultánea con sus compañeros. Utilizar recipientes graduados para la medición del pegamento.	768s	750s para realización de las tres operaciones.
Medición de pegamento		186s	
Preparación de puestos		738s	
Cambio de puestos	No detener el proceso productivo al momento de realizar un cambio.	253s	Eliminar este tiempo muerto manteniendo la producción en todo momento.

Cuadro 11 - Análisis Smed configuración de pegado manual

Diagrama de espagueti:

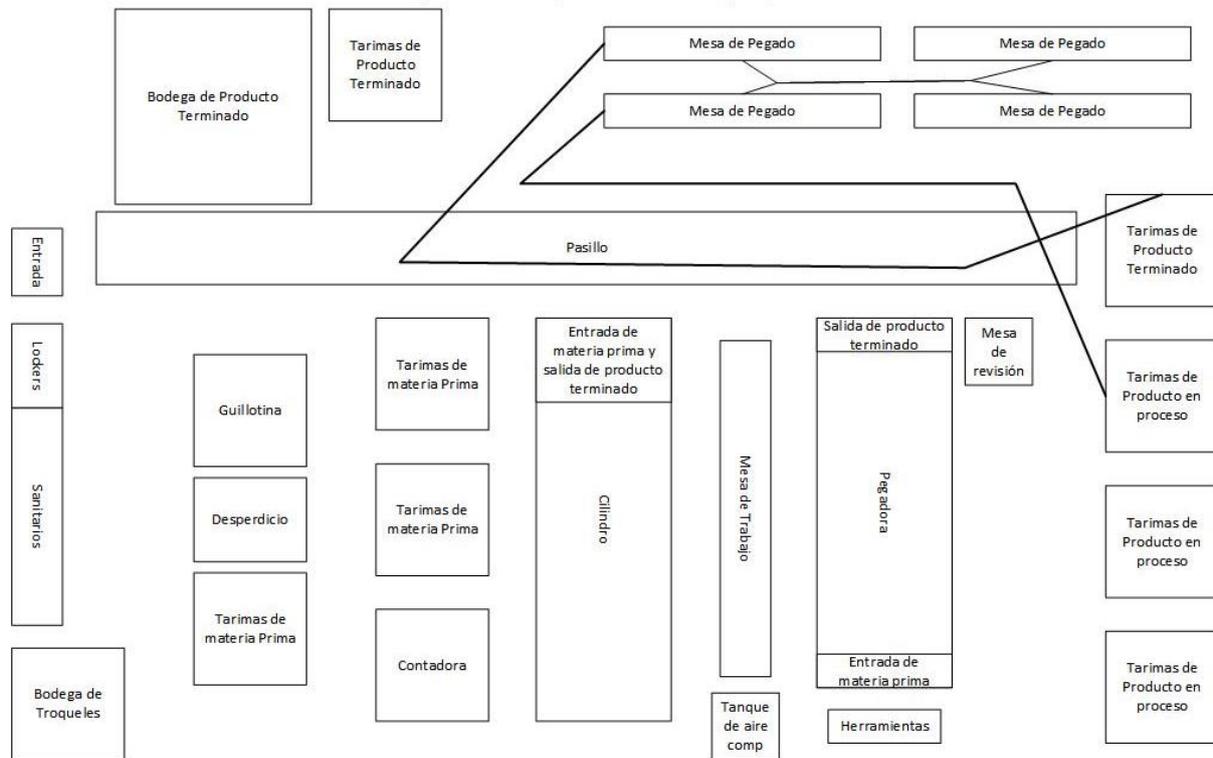


Figura 20 - Diagrama de espagueti pegado manual

Los movimientos más largos son los realizados para mover productos a trabajar y luego mover los productos terminados realizados con carretillas por el peso que representa. Los movimientos entre mesas son mínimos, se realizan durante los cambios de posición en el proceso productivo.

3. Estudio del proceso de pegado en máquina

Toma de Tiempos:

Máquina: Cilindro

Operario: Fidel Sumalé

Procesos: Configuración de máquina de pegado

Operación / corrida	1(s)	2(s)	3(s)	4(s)	5(s)	Tiempo promedio (s)
Limpieza de máquina	621	550	766	668	734	667
Ajuste de barras	11280	9623	8955	7665	10664	9637
Ajuste de fajas	3480	2998	3266	3548	3338	3326
Prueba de pegado	586	612	763	1403	1115	895
Ajuste de medidas	266	455	774	386	468	470

Cuadro 12 - Tiempos de configuración de pegado en máquina

SMED

Observar:

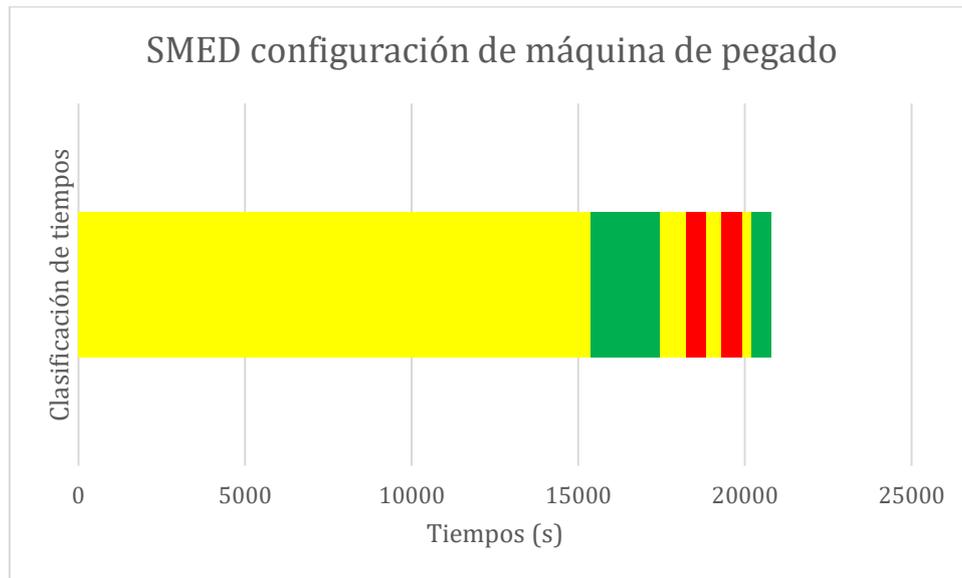


Figura 21 SMED configuración de máquina de pegado

Leyenda	
	Tiempos de configuración
	Tiempos de operación
	Tiempos muertos

Cuadro 6 - Leyenda de colores

Identificar y separar

Tiempos de configuración	
Operación	Clasificación
Limpieza de máquina	Interna
Ajuste de barras	Interna
Ajuste de fajas	Interna
Ajuste de medidas	Interna

Tiempos muertos	
Operación	Clasificación
Prueba de pegado	Externa

Convertir:

Operaciones internas	¿Convertible?	Operaciones externas	¿Convertible?
Limpieza de máquina	No, no se puede limpiar mientras está en movimiento por seguridad del operario.	Prueba de pegado	No, es mejor que se puedan realizar pruebas mientras la máquina está en funcionamiento.
Ajuste de barras	No, no se puede realizar ajuste mientras se opera la máquina por seguridad del operario.		
Ajuste de fajas	No, no se puede realizar ajuste mientras se opera la máquina por seguridad del operario.		
Ajuste de medidas	No, no se puede realizar ajuste mientras se opera la máquina por seguridad del operario.		

Optimizar:

Operación	Objetivo	Recomendación
Limpieza de máquina	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar la limpieza al finalizar el turno para ahorrar tiempo durante la configuración de máquina.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Operación	Objetivo	Recomendación
Ajuste de barras	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Esta operación varía en gran medida según el tamaño de producto a pegar. - Se recomienda iniciar ajuste según la planificación de producción al mismo tiempo que la limpieza al finalizar el turno para reducir tiempo.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Operación	Objetivo	Recomendación
Ajuste de fajas	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Al momento de realizar este estudio se notó el desgaste en las fajas. También el operario comentó que al estar desgastadas es más difícil de configurar y pueden dañar el material. - Se recomienda hacer el cambio de fajas para reducir el tiempo de configuración y calidad de productos pegados.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Operación	Objetivo	Recomendación
Ajuste de medidas	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar reglas para medir ajuste en máquina y apuntarlos. - de forma que se utilicen medidas de cada producto al realizar ajuste y no calcularlo. - Se realizará de forma más veloz y reducirá la cantidad de pruebas a realizar.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Operación	Objetivo	Recomendación
Prueba de pegado	Identificar y organizar herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar medidas establecidas para aumentar la precisión y reducir la cantidad de pruebas a realizar.
	Simplificar operaciones.	
	Revisar disposición de materia prima.	
	Mejorar transporte.	
	Eliminar desplazamientos y esperas.	

Estandarizar:

Operación	Acción	Tiempo original (s)	Tiempo mejorado (s)
Limpieza de máquina	Realizar al finalizar el turno	667s	Se realizará el día anterior
Ajuste de barras	Realizar según planificación de producción. Iniciar al mismo tiempo la limpieza para reducir tiempo de configuración.	9637s	Reducir a 6000s la configuración y ajuste de barras
Ajuste de fajas	Cambio de fajas desgastadas	3326s	2500s
Ajuste de medidas	Utilización de reglas para estandarizar proceso de ajuste	470s	300s
Prueba de pegado	Reducir número de pruebas con estandarización de ajuste	895s	Reducir el número de pruebas para recortar el tiempo general de configuración.

Cuadro 13 - Análisis smed configuración de pegado en máquina

Diagrama de espagueti:

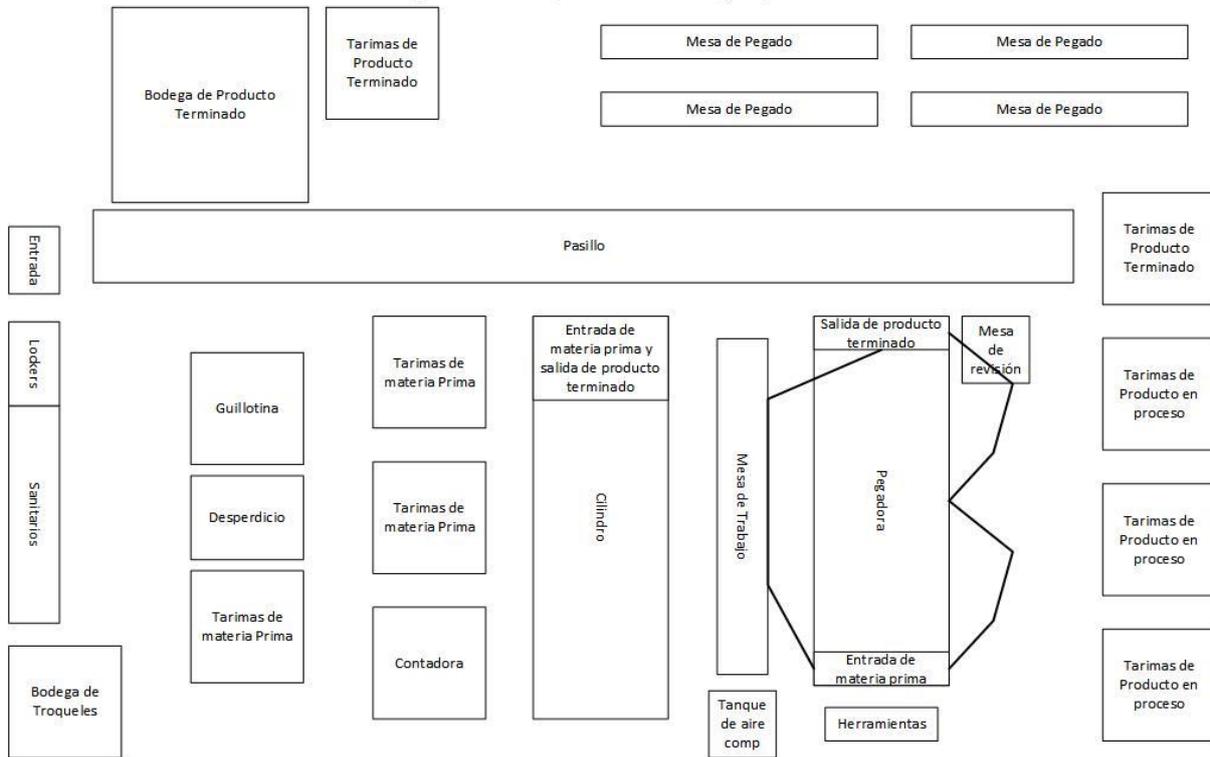


Figura 22 - Diagrama de espagueti configuración de pegado en máquina

Durante la configuración de la máquina hay un gran cantidad de movimientos por el número de repeticiones que se deben realizar. En caso de realizar menos pruebas se pueden reducir los movimientos del operario.

IX. Propuesta de plan de mejora

A. Selección de acciones de mejora

Acción	Desarrollo	Operación	Tiempo a ahorrar
Iniciar procesos de configuración al finalizar los turnos de los operarios según la planificación de la producción.	Tanto la configuración del cilindro como la máquina de pegado requieren de largos procesos de configuración que pueden ser iniciados al final del turno para facilitar el proceso al día siguiente.	Colocado del cito.	640 segundos por corrida.
		Ajuste de barras en pegado.	3,000 segundos por corrida.
Realizar procesos al mismo tiempo para reducir la necesidad de pruebas en máquina.	La necesidad existente de realizar pruebas para cerciorarse de la correcta configuración de máquinas aumenta los tiempos de producción. con esta acción se podrán reducir el número de pruebas a realizar.	Engrasado y ajuste de troquel en cilindro.	1,200 segundos por configuración.
		Prepara batch de alimentación de troquel mientras está produciendo para reducir tiempo detenido.	700 segundos de ahorro por producción.
		Pegado manual realizar los procedimientos de configuración al mismo tiempo.	900 segundos por producción.
		Cambios durante la producción de pegado sin detener la producción.	750 segundos por producción.
Cambio de piezas y/o compra de herramientas.	Facilitar el trabajo a los operarios para reducir tiempos de configuración o eliminar tiempos muertos.	Usar regla en el ajuste de troquel para hacerlo más preciso.	450 segundos por configuración.
		Cambio de ventosas en cilindro para evitar atascos de máquina.	150 segundos por producción.
		Recipientes graduados para el pegamento usado por operarios.	150 segundos por producción.
		Compra de fajas nuevas para máquina de pegado.	800 segundos por configuración.
		Reglas para medir ajustes de configuración y requerir menos pruebas de pegado.	1800 segundos por configuración.

Cuadro 14 - Selección de acciones de mejora

B. Mejoras propuestas para el manejo de inventarios:

Inventarios:

Según los cálculos realizados en la sección de análisis de la demanda e inventarios y los resultados obtenidos de la optimización de inventarios, se recomienda:

Para Resmas de cartón:

- Inventario mínimo: 33 resmas de cartón, con el fin de mantener los inventarios al mínimo y poder producir por 5 días en caso se retrasen las entregas del proveedor.
- Inventario máximo: 53 resmas en caso pasen más de dos días sin producir por lo que se deberán de retrasar o parar los pedidos
- Inventario de seguridad: 27 resmas de cartón en caso haya algún atraso en las entregas aún hayan 4 a 5 días de producción

Para producto terminado:

- Inventario mínimo: 42,700 unidades, con el fin de mantener los inventarios al mínimo y poder producir por 5 días en caso se retrase la producción.
- Inventario máximo: 53 resmas en caso pasen más de dos días sin producir por lo que se deberán de retrasar o parar los pedidos
- Inventario de seguridad: 17,100 unidades en bodega como inventario de seguridad que es suficiente para atender la demanda por dos días sin producir.

C. S&OP:

Un plan que mejore la comunicación entre el área de ventas y producción de forma que se puedan reducir los inventarios y las ventas en la empresa no tenga bajones repentinos y puedan tener un crecimiento más estable. De lo contrario es muy probable que el crecimiento predicho en la sección de demanda no pueda ser conseguido. Por lo tanto se propone el siguiente plan con el fin de mejorar la comunicación en base al estudio de la demanda y los ishikawas realizados anteriormente.

La implementación consistirá en coordinar criterios y esfuerzos con el fin de mantener las ventas activas. Al haber comunicación será más sencillo para ventas colocar sus metas y para producción poder planificar la producción. Ya que actualmente sin comunicación, es más difícil atender a los clientes y aumenta los costos de producción internos.

Problema	Solución	Impacto
Conocimiento del catálogo por parte de la fuerza de ventas.	Talleres para dar a conocer tipos, y características ofrecidas por la empresa.	Poder ofrecer a los clientes cuál es la mejor opción de la gama de productos y exista un mejor acompañamiento
Mejora de comunicación entre ventas y producción.	Realizar reuniones mensuales donde se planteen soluciones a posibles problemas.	Obligar la comunicación de forma que los problemas se vean reducidos en gran medida.
Largos periodos sin recompra de los clientes.	Realizar un estudio de lote óptimo de pedido.	Dar acompañamiento a clientes para reducir la cantidad de material en inventario tanto de ellos como en la empresa para reducir costos y normalizar la demanda.
Sobrantes de productos terminados y comunicación con el cliente.	Agilizar comunicación con el cliente mediante contactos con producción y el cliente siendo ventas el intermediario.	Realizar pedidos más precisos y reducir el inventario de sobrantes en planta.
Conciliar planes de demanda, suministros y finanzas.	A partir de las predicciones realizadas de demanda realizar planificación de suministros y financiera.	Que todos los departamentos tengan un mismo objetivo a cumplir para unificar esfuerzos.

Cuadro 15 - Solución de problemas por medio de S&OP

1. Estructuración:

- Frecuencia de reuniones: una reunión al mes
- Agenda de reuniones(1 hora y 30 minutos):
 - Presentación de resultados: 10 minutos para ventas y 10 minutos para producción.
 - Evaluación de resultados: 20 minutos
 - Detección de problemas: 10 minutos
 - Lluvia de ideas para soluciones: 30 minutos
 - Consolidación de propuestas y objetivos para el próximo mes: 20 minutos
- Las capacitaciones se darían durante la primera semana de enero y se repetirían cada 3 meses. diferente horario a las reuniones anteriormente descritas.

2. Costos de capacitación:

A continuación se presenta una aproximación de los costos de oportunidad en los que se incurriría al realizar las capacitaciones propuestas para implementar el plan de capacitación.

Rubro	Explicación	Costo
Operador de troquel (1)	3 Horas de explicación de nuevo modelo de configuración	Q84.00
Operador de pegadora (1)	3 Horas de explicación de nuevo modelo de configuración	Q84.00
Personal de pegado manual (5)	1.5 Horas de explicación de nuevo modelo de configuración	Q190.00
Gerente de producción	5 horas para dar talleres a personal de ventas	Q170.00
Personal de ventas (2)	5 horas para recibir el taller de capacitación	Q333.00
Material para taller	Fotocopias y muestras	Q25.00
Costo total		Q882.00

Cuadro 16 - Estructura del costo de implementar plan de mejora y S&OP

3. Flujo de comunicación:

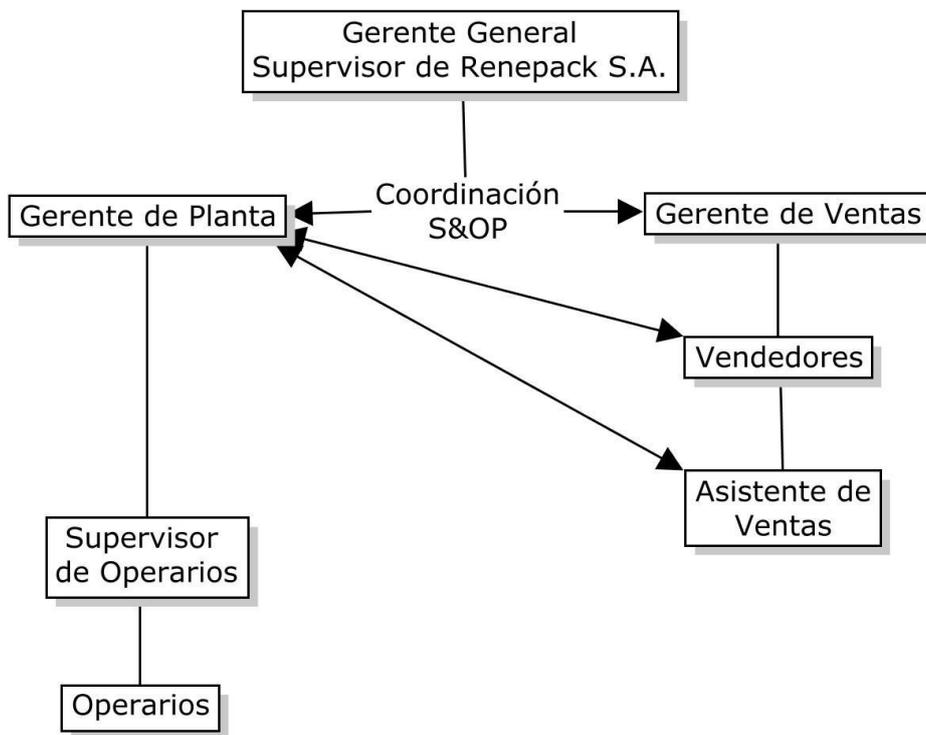


Figura 23 - Diagrama de flujo de comunicación

- Comunicación vertical: La implicación en el S&OP y todas las demás propuestas realizadas en este trabajo deben ser estructuradas y adoptadas por toda la empresa de forma que el gerente general debe exigir a los colaboradores el trabajar en equipo para mejorar la comunicación. Así como el presentar resultados para que exista una motivación de realizar el trabajo y una retroalimentación constante.
- Comunicación ascendente: Debe haber retroalimentación y presentación de los resultados de los colaboradores hacia sus superiores de forma que exista una mejora continua y afinar el funcionamiento del plan y por consiguiente la empresa.
- Comunicación horizontal: Es crucial la comunicación entre colaboradores al mismo nivel en especial entre gerentes de producción y ventas. La falta de esta es precisamente la razón por la que se propone realizar un S&OP. De forma que está diseñado para mejorar este ámbito.
- Comunicación cruzada: Es esencial que los vendedores, y asistentes de ventas puedan comunicarse con el gerente para tener conocimiento de inventarios, flujos y posibles fechas de entrega. De forma que a mejor se comuniquen más problemas se podrán prever. También tomar en cuenta que la fuerza de ventas debe ser capacitada por esa razón deben mantener un canal abierto para resolución de dudas.

D. Impacto previsto del plan de mejoras

Al implementar el plan de mejora se pueden esperar las siguientes mejoras dentro de la empresa. Desde la mejora de su productividad y eficiencia, hasta la reducción de costos. Los datos utilizados son los obtenidos a partir del estudio de tiempos y movimientos, así como los costos actuales brindados por la empresa y cómo estos se pueden reducir con un mejor manejo de inventarios explicados en el análisis de demanda e inventarios.

1. Productividad y eficiencia

a. Productividad

Para una mejor visualización, se compara cada proceso de pegado de forma individual iniciando con el pegado manual. Se utiliza una producción estándar de 15,000 unidades de lonchera que es la misma utilizada en el estudio de tiempos y movimientos. Primero se toma el proceso utilizado actualmente y se suman las horas necesarias para completarlo, tomadas del estudio de tiempos y movimientos. Luego se divide la cantidad de unidades, entre la suma total de horas que tomó la producción para obtener la productividad. En el segundo escenario se toman los datos del tiempo mejorado por medio de SMED y luego se calcula la productividad para realizar la comparación y análisis.

Luego se realiza el mismo procedimiento para el mismo procedimiento para el pegado en máquina, pero en lugar de utilizar una producción de loncheras el estándar es de una producción de 50,000 unidades de cajas para hamburguesa.

Pegado Manual Método Actual:

Unidades producidas	Proceso	Horas utilizadas	Productividad
15,000	Troquelado	9.2 h	233 Unidades por hora
	Despenicado	3.4 h	
	Pegado manual (con empacado)	48.8 h	

Cuadro 17 - Producción actual de un lote 15,000 loncheras pegado manual

Pegado manual método con mejoras:

Unidades producidas	Proceso	Horas utilizadas optimizadas	Productividad
15,000	Troquelado	8.1 h	251 Unidades por hora
	Despenicado	3.4 h	
	Pegado manual (con empacado)	48.3 h	

Cuadro 18 - Producción optimizada de un lote 15,000 loncheras pegado manual

Al implementar las mejoras planteadas a través de Smed y la reducción de tiempos que esta conlleva. Se puede observar un aumento de productividad de 22 unidades por hora o bien un 7.33 % al reducir los tiempos de configuración en el proceso de pegado manual.

Pegado en máquina:

Unidades producidas	Proceso	Horas utilizadas	Productividad
50,000	Troquelado	9.7 h	670 Unidades por hora
	Despenicado	14.5 h	
	Pegado en máquina (con empacado)	50.5 h	

Cuadro 19 - Producción actual de un lote 50,000 cajas pegado en máquina

Unidades producidas	Proceso	Horas utilizadas optimizadas	Productividad
50,000	Troquelado	7 h	711 Unidades por hora
	Despenicado	14.5 h	
	Pegado en máquina (con empacado)	48.9 h	

Cuadro 20 - Producción optimizada de un lote 50,000 cajas pegado en máquina

Con el pegado en máquina existe un aumento de la productividad aún mayor, con 41 unidades por hora o 6.11% más productivo, mejorando los tiempos de configuración del proceso.

b. Eficiencia:

Para el cálculo de la eficiencia también se toman las producciones estándar de loncheras y cajas de hamburguesa. Primero se toman las unidades totales divididas por el tiempo total que se utilizaron para producirlas, dando como resultado cuántas unidades se producen por hora. Luego se toman las unidades que hay en capacidad instalada. Luego con una regla de tres para obtener la eficiencia del proceso. Se utilizan los datos de producción actual primero y luego los de producción optimizada con SMED para comparar si hay o no una mejora en la eficiencia.

Producto	Producción real (en 8 horas)	Capacidad productiva (en 8 horas)	Eficiencia
Loncheras (pegado manual)	1,864	3,000	62.1 %
Cajas de hamburguesa (pegado en máquina)	5,360	7,000	71.5%

Cuadro 21 - Eficiencia actual del proceso

Producto	Producción mejorada (en 8 horas)	Capacidad productiva (en 8 horas)	Eficiencia
Loncheras	2,008	3,000	67 %
Cajas de hamburguesa	5,688	7,000	75.8%

Cuadro 22 - Eficiencia mejorada del proceso

Mediante las mejoras propuestas se puede aumentar la eficiencia del proceso productivo de productos de pegado manual en un 4.9% y los productos de pegado en máquina en un 4.3%.

2. Reducción de costos:

El costo actual de las resmas de cartón es el costo trimestral proyectado a un año más el costo de mantener guardado. De la misma forma, el costo total del producto terminado está calculado en base al costo unitario promedio proyectado para un año más el costo de mantener en inventario y el costo de no tener. El costo mejorado de ambos es el costo obtenido a partir de manejar las compras y producción según la sección de optimización de costos de inventarios. El costo de mano de obra también es proyectado a un año y respecto a los ahorros de tiempo de SMED se calculó cuántas horas se ahorrarían durante el proceso y se les agregó un valor según el costo de mano de obra.

Rubro	Costo actual (año 2020)	Costo con mejoras aplicadas (Año 2021)	Diferencia de costos (ahorro)
Costo total de resmas de cartón	Q. 1,217,992.00	Q.1,138,400.00	Q. 79,592.00
Costo de mano de obra (Q30.00 por hora)	Q. 394,120.00	Q. 383,392.00	Q10,728.00
Costo total de producto terminado	Q.1,789,860.76	Q. 1,726,200.00	Q. 63,660.00
Costo de implementación de mejoras			(Q. 882.00)
Ahorro total			Q. 153,097.00

Cuadro 23 - Evaluación de ahorro de costos

Para el cálculo del ahorro del costo de resmas de cartón con mejoras aplicadas se obtiene a partir de la figura 13 donde se optimiza la compra de esta materia prima. A partir del dato proporcionado por la empresa Q. 1,217,992.00 menos el costo optimizado Q.1,138,400.00 se obtiene el ahorro. Al igual que para calcular el costo del producto terminado se utilizó el proporcionado por la empresa en el cuadro 2 de Q 447,465.19 que está dado trimestralmente por lo que se multiplicó por los cuatro trimestres del año para un total de Q.1,789,860.76, el dato con mejoras aplicadas es calculado en la figura 14 donde la resta de ambos proporciona el ahorro indicado en el cuadro.

En cuanto el ahorro de mano de obra este se obtiene con los datos de la tabla 14 donde se muestra la cantidad de segundos a ahorrar por corrida, configuración o producción. Por lo tanto se obtienen la cantidad de veces que cada uno ocurre al mes este ahorro es de 58,110 segundos. Luego se obtiene el costo por hora de los empleados actuales y los empleados contratados adicionales a partir del cuadro 3 este es de Q25.38. Así como el costo por hora de cada persona adicional si se necesita contratar, Q30.00.

$$\begin{aligned}
 58100 \text{ segundos} \div 60 &= 968.5 \text{ minutos} \div 60 = 16.15 \text{ horas} * 12 \\
 &= 193.7 \text{ horas ahorradas al año} \\
 193.7 \text{ horas ahorradas} \times Q25.38 &= Q4,916.29 \\
 193.7 \text{ horas ahorradas} \times Q30.00 &= Q5,811.00 \\
 Q4,916.29 + Q5,811.00 &= Q10,727.29
 \end{aligned}$$

Figura 24 - Cálculo de ahorro en mano de obra

A partir de optimizar los procesos productivos y manejo de inventarios, haciendo a la empresa más productiva, esto se ve reflejado en en la reducción de costos, desde un mejor manejo de las resmas de cartón y reducir las horas empleadas para la producción así como el manejo de inventarios de productos terminados.

Para lograr este ahorro, también se debe seguir el plan de unificación de la fuerza de ventas con la producción de forma que la demanda predecida se pueda cumplir y no haya un estancamiento del crecimiento de la empresa.

E. Planificación de implementación

Semana	Tema	Meta
Semana 01	Iniciar capacitación de fuerza de ventas.	Concientizar sobre la importancia de conocer el catálogo de productos.
Semana 02 y 03	Planificación de suministros 2021.	Determinar los pedidos y cantidades según predicción de la demanda hecha y lote óptimo de pedidos.
Semana 03	Capacitaciones a operarios sobre cambios Smed.	Operarios deben de ser capaces de entender y ejecutar los métodos nuevos así como instalar piezas recomendadas.
Semana 04 y 05	Reuniones mensuales con ventas y producción.	Acordar metas y necesidades de cada uno de los departamentos.
Semana 06 y 07	Evaluar desempeño de operarios y pedidos de suministros.	Medir tiempos para cumplir con metas de tiempos. Evaluar planificación de pedidos y realizar ajustes.
Semana 08 y 09	Reuniones mensuales con ventas y producción.	Evaluar resultados y ajustar metas.
Semana 09 y 10	Evaluar desempeño de operarios y pedidos de suministros.	Medir tiempos para cumplir con metas de tiempos. Evaluar planificación de pedidos y realizar ajustes.
Continuar con el plan de mejoras y evaluar resultados. Una vez se haya alcanzado un funcionamiento óptimo, replantear metas y costos para una mejora continua.		

Cuadro 24 - Cronograma de implementación de mejoras

F. Rentabilidad sobre ventas

Como se explicó en la predicción de la demanda mediante el modelo ARIMA, existen varios escenarios posibles que serán comparados. Para esto se usará la utilidad del escenario y las ventas para luego con una regla de tres obtener la rentabilidad sobre ventas del escenario para poder realizar una comparación y análisis. En primer lugar tenemos el escenario 2020 donde se usan las ventas proporcionadas y los gastos incurridos en este período. Después tenemos el escenario pesimista del pronóstico, este es el menos probable ya que representaría reducir las ventas a más de la mitad del año anterior, tomando unos costos iguales a los del 2020 porque no se emplearían mejoras de ningún tipo.

En el siguiente escenario es donde no se realiza ninguna mejora pero la empresa mantiene un pequeño aumento de ventas de acuerdo a la tendencia ascendente de la demanda. Y por último el escenario optimista, donde se aplican las mejoras recomendadas en este trabajo para aprovechar el aumento de la demanda y se reducen los costos de la operación de la empresa.

Escenario	Utilidad (anual)	Costo esperado (anual)	Ventas (anuales)	Rentabilidad sobre ventas
2020	-Q. 690,775.14	Q. 1,789,860.76	Q. 1,099,085.62	-63%
2021 Pesimista	-Q. 540,051.25	Q. 1,080,728.25	Q. 540,677.02	-99.8%
2021 Sin mejoras	-Q. 464,387.48	Q. 1,837,191.07	Q. 1,325,473.28	-47%
2021 con Plan de mejoras	Q 384,069.53	Q.1,726,200.00	Q. 2,110,269.53	18%

Cuadro 25 Rentabilidad sobre ventas de la empresa

La cantidad de ventas se calculan a partir del pronóstico realizado en ARIMA cuyos datos anuales según cada probabilidad se encuentran en el anexo 3. Para el escenario con mejoras se considera que la empresa tiene la capacidad para atender el aumento de ventas ya que no tendrá productos en inventario de forma constante sino se adaptará mejor a las necesidades del cliente, por eso los costos se ven reducidos ya que también se emplean los ahorros descritos en el cuadro 22 con un valor de Q.1,726,200.00 dando como resultado una rentabilidad del 18%.

Los costos en los escenarios pesimistas y sin mejoras de 2021 son proporcionales a las ventas. Es por eso que se calculan a partir de la cantidad de ventas que muestra el pronóstico realizado con el modelo ARIMA y los cuadros se encuentran en anexos 2 y el costo unitario del cuadro 2 con valor de 0.67Q/producto y el precio de venta promedio según las ventas.

Escenario 2021 pesimista:

$$Q540,677.02 \div 0.34 \text{ Q/producto} = 1,613,027 \text{ Unidades}$$
$$1,613,027.24 \text{ Unidades} * 0.67 \text{ Q/producto} = Q1,080,728.25$$

Escenario 2021 sin mejoras:

$$Q1,325,473.28 \div 0.48 \text{ Q/producto} = 2,742,076 \text{ Unidades}$$
$$2,742,076 \text{ Unidades} * 0.67 \text{ Q/producto} = Q1,837,191.25$$

El precio de venta (0.34Q/producto y 0.48Q/producto) es menor al costo unitario debido a que se toma en cuenta que muchos productos quedan en el inventario y no se venden por lo que afectan al precio de venta promedio utilizado en el cálculo. Por lo tanto varía según la cantidad de unidades que no fueron vendidas por esa razón no es uniforme.

En los primeros escenarios se puede apreciar que no hay una rentabilidad sobre ventas, debido a que la empresa está perdiendo dinero, a pesar de esto si la empresa no realiza cambios, (comparando escenario 2020 y 2021 sin mejoras) la brecha de pérdidas se podría ver reducida de un -63% a un 47% debido a al crecimiento de mercado. Tomando en cuenta que el escenario pesimista no solo significa mantener los vicios del mercado sino perder el espacio de mercado donde la empresa operaba aunque se reduzcan los gastos al comprar menos materia prima la rentabilidad es aún más baja.

Pero si se implementan las mejoras propuestas no sólo se reducen los costos de la empresa sino se pueden aumentar las ventas rebasando el punto de equilibrio de la empresa y empezar obtener utilidades haciendo la empresa rentable. Una mejora hasta del 81%.

X. CONCLUSIONES

- a) A partir del estudio de tiempos y movimientos se determinó que la productividad actual del proceso productivo es de 233 Unidades/hora en el pegado manual y 670 Unidades/hora en el pegado con máquina. Y una eficiencia en los procesos del 62.1% y 71.5% respectivamente.
- b) No se encontró una política de inventarios en la empresa limitando la productividad y eficiencia de la empresa. Esto se traduce en la creación de costos de materia prima que llegan a Q.1,217,992.00 y de Q.1,789,860.76 del producto terminado, lo cual genera una pérdida para el año 2020 alrededor de Q. 690,775.14 a la empresa.
- c) Las áreas de mejora más relevantes son: Control de inventario de resmas de papel y producto terminado mediante la implementación de software como el modelo ARIMA, Manejo de tiempos de configuración en estaciones de pegado manual y en máquina además de cilindro para corte del material, Flujo de comunicación y planificación entre ventas y producción. Por lo que se redactó un plan de mejoras con la implementación de un control de inventarios para resmas y producto terminado, Proceso SMED para reducción de tiempos de configuración, plan S&OP para mejorar planificación y comunicación en la empresa. Junto con un calendario de 3 meses para la implementación del plan de mejoras.
- d) A partir de la implementación del plan de mejora la productividad en el proceso productivo de la empresa puede mejorar en un 7.33% en el pegado manual y un 6.11% en el pegado de máquina. Mientras que la mejora en eficiencia de esas mismas áreas es del 4.9% y 4.3% respectivamente. Esto se traduce en un ahorro de Q.10,728.00 anuales al necesitar menos horas para producir. Con la mejora en el manejo de inventarios de resmas hay un ahorro de Q.79,592.00 y para el inventario de producto terminado es de Q.63,660.00.
- e) Actualmente Renepack S.A. no es una empresa rentable, por lo tanto es necesario implementar las mejoras. Con los aumentos de productividad y eficiencia, así como la reducción de costos y la mejora de comunicación y planificación entre los departamentos de ventas y producción planteadas en este trabajo, la empresa puede empezar a ser rentable hasta en un 18% para sentar las bases de un crecimiento constante.

XI. RECOMENDACIONES

- a) Todos los miembros de la empresa se deben comprometer a seguir el plan de mejoras ya que requiere de la colaboración de varios departamentos de la empresa.
- b) Se deben de tomar tiempos de forma constante para asegurarse que los tiempos tanto de operación como de configuración no se eleven de forma repentina.
- c) Se recomienda repasar las normas de seguridad industrial para que los operarios no tomen decisiones que los pongan en riesgo con tal de reducir tiempos.
- d) Realizar correcciones respecto a los pedidos de materia prima y producción a lo largo del año para minimizar costos al adecuar pronósticos.
- e) Ajustar las predicciones de la demanda para aumentar la precisión del modelo a partir de generar un histórico de ventas más amplio.
- f) Adaptar el funcionamiento de la empresa a un modelo Make to order en lugar del actual modelo híbrido donde se fabrican productos para tener stock aunque esto no sea necesario.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carro, R. (2009). *Investigación de Operaciones en la Administración*. Mar de Plata: Pincu.
- Chase, R., & Jacobs, R. (2011). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros*. México DF: Mc Graw Hill.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones, Producción y cadena de suministros*. México DF: Mc Graw Hill.
- Fanjul, J. R. (2008). *Implementación de un Modelo de Pedido Sugerido para Optimización de Inventarios en Distribuidoras de Productos de Consumo Masivo*. Ciudad de Guatemala: Universidad del Valle de Guatemala.
- Feber, D., Kobeli, L., & Lingqvist, O. (15 de julio de 2020). *The Coronavirus Pandemic has Reshaped Industry Megatrends in Ways that will Have Major short- and long - term Implications of Packaging design*. Obtenido de McKinsey&Company: <https://www.mckinsey.com/industries/paper-forest-products-and-packaging/our-insights/beyond-covid-19-the-next-normal-for-packaging-design>
- Galindo, Mariana y Viridiana Ríos (2015) "Productividad" en Serie de Estudios Económicos, Vol. 1, Agosto 2015. México DF: México ¿cómo vamos?
- Hermida, Á. (2019). *Forbes*. Obtenido de S&OP: El proceso para la ejecución de la estrategia de negocio: <https://www.forbes.com.mx/brand-voice/sop-el-proceso-para-la-ejecucion-de-la-estrategia-de-negocio/>
- Lam, R. M., & Hernández, P. (2008). *Los términos: eficiencia, eficacia y efectividad*. Obtenido de Scielo: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-02892008000200009
- Lazo, M. (2013). *Contabilidad de Costos I*. Lima: Imprenta Unión de la Universidad Peruana Unión.
- Marroquín, R. (16 de 09 de 2020). Procesos y Materiales de Renepack. (D. Cuellar, Entrevistador)

- Palacios, R. (2017). *Aplicación de la Técnica SMED para Mejorar la Productividad Del Área de Etiquetado de la Empresa Industrias Alimentarias S.A.C.* Lima: Universidad César Vallejo.
- Salazar, L. (2010). *Metodología SMED para Mejorar la Productividad de la Línea de Galletas Dulces en la Planta de Producción de Colombina del Cauca S.A.* Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente.
- Sevilla, A. (2019). *Rentabilidad.* Obtenido de Econimipedia: <https://economipedia.com/definiciones/rentabilidad.html>
- Taha, H. (2012). *Investigación de Operaciones.* México DF: Pearson
- Van Donk, D. P. (2001). *Make to stock or make to order: The decoupling point in the food processing industries.* Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527300000359>

XIII. ANEXOS

1. Anexo #1: Ventas de 2019 y 2020:

Ventas Totales realizadas en 2019		Ventas Totales en 2020 hasta la fecha del estudio	
Mes	Ventas	Mes	Ventas
ene-19	Q 36,652.76	ene-20	Q 37,913.63
feb-19	Q 58,453.40	feb-20	Q 61,235.44
mar-19	Q 51,925.03	mar-20	Q 92,492.18
abr-19	Q 24,953.47	abr-20	Q 50,558.93
may-19	Q 41,588.01	may-20	Q 98,633.35
jun-19	Q 25,056.24	jun-20	Q 81,501.24
jul-19	Q 21,135.11	jul-20	Q 68,469.87
ago-19	Q 29,730.55	ago-20	Q 178,790.75
sep-19	Q 56,319.54	sep-20	Q 83,311.53
oct-19	Q 70,455.08	oct-20	Q 133,471.43
nov-19	Q 35,484.20	nov-20	Q 65,020.46
dic-19	Q 83,045.46	dic-20	Q 147,686.81

Cuadro 26 - Anexo ventas Renepack 2019 y 2020

Cifras proporcionadas por la empresa de las ventas en 2019 y 2020 utilizadas para realizar Figuras 9 y 10 sobre la evolución de las ventas en este periodo. Así como se utilizaron para hacer los pronósticos de la demanda para 2021.

2. Anexo #2:

	Point.Forecast	Lo.80	Hi.80	Lo.95	Hi.95
Jan 2021	Q 110,741.17	Q 30,304.25	Q 191,178.08	-Q 12,276.48	Q 233,758.82
feb-21	Q 110,741.17	Q 25,925.97	Q 195,556.37	-Q 18,972.49	Q 240,454.82
mar-21	Q 110,741.17	Q 21,652.40	Q 199,829.94	-Q 25,508.35	Q 246,990.69
Apr 2021	Q 110,741.17	Q 17,466.27	Q 204,016.06	-Q 31,910.48	Q 253,392.81
may-21	Q 110,741.17	Q 13,353.49	Q 208,128.84	-Q 38,200.43	Q 259,682.76
jun-21	Q 110,741.17	Q 9,302.36	Q 212,179.98	-Q 44,396.10	Q 265,878.44
jul-21	Q 110,741.17	Q 5,303.02	Q 216,179.32	-Q 50,512.57	Q 271,994.90
Aug 2021	Q 110,741.17	Q 1,347.06	Q 220,135.27	-Q 56,562.68	Q 278,045.01
sep-21	Q 110,741.17	-Q 2,572.75	Q 224,055.08	-Q 62,557.51	Q 284,039.85
oct-21	Q 110,741.17	-Q 6,462.72	Q 227,945.05	-Q 68,506.71	Q 289,989.04
nov-21	Q 110,741.17	-Q 10,328.39	Q 231,810.73	-Q 74,418.75	Q 295,901.08
Dec 2021	Q 110,741.17	-Q 14,174.68	Q 235,657.01	-Q 80,301.13	Q 301,783.47
Total Anual	Q 1,328,894.00	Q 91,116.27	Q 2,566,671.74	-Q 564,123.69	Q 3,221,911.69

Cuadro 27 - Anexo pronóstico de ventas regresión lineal

Resultados de pronóstico por regresión lineal. Datos de .80 representas la sombra oscura del gráfico siendo más probable que el valor esté entre estos valores y .95 sombra clara que es menos probable. Son el límite de donde el pronóstico no debería de variar.

3. Anexo #3:

	Point.Forecast	Lo.80	Hi.80	Lo.95	Hi.95
Jan 2021	Q 83,968.87	Q 43,679.78	Q 124,257.96	Q 22,352.02	Q 145,585.71
feb-21	Q 133,081.68	Q 91,747.75	Q 174,415.61	Q 69,866.89	Q 196,296.47
mar-21	Q 95,226.28	Q 42,228.09	Q 148,224.47	Q 14,172.55	Q 176,280.02
Apr 2021	Q 124,404.64	Q 69,399.84	Q 179,409.44	Q 40,282.06	Q 208,527.22
may-21	Q 101,914.41	Q 39,760.00	Q 164,068.82	Q 6,857.45	Q 196,971.38
jun-21	Q 119,249.53	Q 54,546.46	Q 183,952.60	Q 20,294.73	Q 218,204.33
jul-21	Q 105,887.89	Q 35,995.03	Q 175,780.75	-Q 1,004.01	Q 212,779.79
Aug 2021	Q 116,186.84	Q 43,511.39	Q 188,862.28	Q 5,039.34	Q 227,334.34
sep-21	Q 108,248.57	Q 31,413.86	Q 185,083.27	-Q 9,259.97	Q 225,757.11
oct-21	Q 114,367.26	Q 34,696.47	Q 194,038.06	-Q 7,478.70	Q 236,213.23
nov-21	Q 109,651.07	Q 26,429.41	Q 192,872.73	-Q 17,625.48	Q 236,927.61
Dec 2021	Q 113,286.24	Q 27,268.93	Q 199,303.55	-Q 18,265.88	Q 244,838.36
Total Anual	Q 1,325,473.28	Q 540,677.02	Q 2,110,269.53	Q 125,230.98	Q 2,525,715.57

Cuadro 28 - Anexo Pronóstico de ventas ARIMA

Resultados de pronóstico por medio del modelo Arima. Datos de .80 representas la sombra oscura del gráfico siendo más probable que el valor esté dentro de este rango y .95 sombra clara que es menos probable. Son el límite donde el pronóstico no debería de variar.

XIV. GLOSARIO

- a) Made to stock: Hecho para almacenar por su traducción es la clasificación de un proceso productivo para determinar que su modelo es producir varios productos similares y almacenarlos. (Van Donk, 2001)
- b) Made to order: Hecho por pedido por su traducción es la clasificación de un proceso productivo para determinar que su modelo es producir cuando el cliente realiza un pedido con características particulares. (Van Donk, 2001)
- c) Lead time: Tiempo de ciclo o tiempo de entrega es el tiempo que un proveedor necesita para poder entregar el producto a partir de la orden de compra. (Richard, Jacobs, & Aquilano, 2009)
- d) Lote óptimo (Q): Cantidad óptima de unidades a producir o comprar dentro de una empresa. (Fanjul, 2008)
- e) SMED: Por sus siglas en inglés "*Single minute exchange of die*" es un método o estrategia para reducir los tiempos de configuración en un proceso productivo. (Salazar, 2010)
- f) Barnizado UV: Es una mezcla de resinas en un disolvente. Esto forma una capa sobre el material. Permite proteger el papel o cartón de la acción del agua o grasa. Utilizado principalmente para empaque de alimentos. (
- g) Productividad: Es la cantidad de unidades producidas durante cierta cantidad de tiempo previamente determinada para realizar la medición. (Galindo & Ríos, 2015)
- h) Eficiencia: Es la razón producción real dividida por la capacidad teórica de producción multiplicada por 100 para darnos el porcentaje de eficiencia del sistema o proceso. (Lam & Hernández, 2008)
- i) Rentabilidad: Para este trabajo se utiliza el concepto de rentabilidad sobre ventas. Esta es la razón entre los productos vendidos y los costos de producir dichos productos. (Sevilla, 2019)