

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

"Diseño de un Sistema de Control de Producción Pull basado en
condiciones de Proceso de una Empresa PYME Ecuatoriana"

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

INGENIEROS INDUSTRIALES

Presentado por:

Johnny Fernando Bailón Andrade

Maité Nicole Estupiñán Chaw

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2017

AGRADECIMIENTOS

De Maité Estupiñán

A Dios por bendecirme, cuidarme e iluminarme en este punto de mi vida.

A mis padres Carlos Estupiñán y Gisella Chaw, a mis hermanos Guillermo y Emily, por el amor y todo el apoyo brindado durante este proceso.

A Johnny Bailón por su comprensión, paciencia, apoyo y sentido de responsabilidad, permitiéndonos trabajar en equipo y resolver cualquier dificultad que pudiese presentarse.

De Johnny Bailón

A Dios porque sin el nada de esto hubiese sido posible.

A mi Familia por su apoyo incondicional durante todas mis desiciones que contribuyeron a mi formación personal y profesional, en especial durante esta etapa de titulación.

A Maité Estupiñan por su comprensión, paciencia, apoyo y sentido de responsabilidad, permitiéndonos trabajar en equipo y resolver cualquier dificultad que pudiese presentarse.

De Ambos

A nuestro tutor Ph. D. Marcos Buestán por su guía durante el desarrollo de el proyecto de Materia Integradora, por compartirnos sus conocimientos y retroalimentación que fueron claves para realizar un excelente trabajo.

DECLARACIÓN EXPRESA

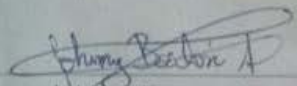
"La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la Materia Integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Johnny Fernando Bailón Andrade

Maité Nicole Estupiñán Chaw

Ph.D. Marcos Nicolajeef Buestán Benavides

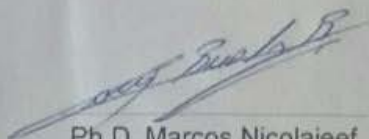
Y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".



Johnny Fernando
Bailón Andrade
AUTOR 1



Maité Nicole
Estupiñán Chaw
AUTOR 2



Ph.D. Marcos Nicolajeef
Buestán Benavides
TUTOR DE MATERIA
INTEGRADORA

RESUMEN

El presente proyecto está basado en una empresa plástica denominada para efectos del estudio "Plásticos S.A.". Esta empresa es una PYME ecuatoriana especializada en productos plásticos como rollos, fundas y láminas de polietileno y polipropileno naturales e impresas desde 1979.

Llegando a ser reconocidos por su estrategia "Puntualidad garantizada", la cual pudo ser ofrecida gracias a la implementación de la teoría de restricciones (TOC) bajo la asesoría de Eliyahu M. Goldratt en el año 2007. Convirtiendo la puntualidad de sus entregas en una ventaja competitiva que les permita satisfacer hasta a sus clientes más exigentes, así como disminuir sus niveles de inventario.

Mediante la utilización del sistema de control tambor-amortiguador-cuerda simplificado (S-DBR) con gerencia de amortiguadores lograron mantener sus niveles de servicio más arriba que los competidores del mercado, pero con el paso del tiempo la metodología requiere de ciertos ajustes en base a las restricciones que tienen las PYME en el Ecuador, viéndose reflejado en el indicador de entregas a tiempo que se encuentra en un promedio de 90%.

El objetivo de este proyecto fue evaluar mediante un modelo de simulación las diferentes alternativas que ayuden a incrementar el indicador de entregas a tiempo. Para el desarrollo de estas alternativas se utilizó información de la base de datos de la empresa para determinar cuales factores influyen en el cumplimiento de las fechas prometidas.

Las alternativas que se evaluaron fueron: diseñar un sistema de control de producción basado en las restricciones actuales, adquirir nuevas máquinas y diseñar un buffer tipo supermercado para productos que generan atrasos.

Con las diferentes alternativas se realizaron comparaciones en donde se determinó que implementando el sistema propuesto con SDBR y creando un supermercado para los productos con más atrasos, se logra incrementar el indicador de entregas a tiempo a un 99.52%.

Palabras Clave: TOC (Teoría de Restricciones), SDBR (Sistema Tambor Amortiguador Cuerda), PYME, Gerencia de Amortiguadores.

ABSTRACT

This project is based in a company named for this study as "Plásticos S.A. This company is an Ecuadorian SME specialized in plastic products as natural and printed plastic rolls, plastic bags and sheets of polyethylene and polypropylene since 1979.

Being recognized by their competitive advantage "Guaranteed Punctuality", which could be offered to their customers thanks to the implementation of the theory of constraints (TOC) under the advice of Eliyahu M. Goldratt in 2007. Making the punctuality of their deliveries a competitive advantage that allows to satisfy the needs of their more exigent customers, and reducing their inventory level.

Using Simplified Dum Buffer Rope with Buffer Management they reached a service level higher than their rivals of the market, but over the years the method need adjustments depending on the constraints of the Ecuadorian SMEs giving as a result an on-time deliveries indicator of 90% on average.

The aim of this project was to to evaluate through a simulation model different alternatives that helps to increase the on-time deliveries indicator.

To the development of this alternatives data base of the company were used to get information to determine the factors that could influence in the fulfillment of delivery dates. The evaluated alternatives were: design a production control system under the actual constraints, acquire new resources and design of a supermarket of products that could cause delays.

With the different alternatives many comparisons were made, and implementing the SDBR proposed system with a supermarket of products with more delays we could increase the on-time deliveries indicator to 99.52%.

Keywords: TOC (Theory of Constraints), SDBR (Simplified Dum Buffer Rope), PYME, Buffer Management.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Variable de Interés	3
1.4 Alcance.....	4
1.5 Restricciones.....	6
1.6 Resumen Ejecutivo.....	6
1.7 Marco teórico.....	7
CAPÍTULO 2.....	14
2. Metodología	14
2.1 Fase de Medición	14
2.1.1 Plan de Recolección de datos.....	14
2.1.2 Plan de Análisis de Datos	17
2.1 Fase de Análisis	23
2.1.1 Levantamiento de Información.....	23
2.1.2 Validación de Datos	26

2.1.3	Modelo de Simulación de la Situación Actual de la Empresa	29
2.1.4	Plan de Verificación de Causas	42
2.2	Fase de Mejora.....	50
2.2.1	Soluciones Propuestas para las causas raíces.....	50
2.2.2	Evaluación y Selección de Soluciones.....	52
2.2.3	Plan de Implementación de Soluciones	54
CAPÍTULO 3.....		57
3.	Resultados.....	57
3.1	Solución Propuesta 1	57
3.2	Solución Propuesta 2	61
3.3	Solución Propuesta 3	66
3.4	Análisis de las Soluciones Propuestas	69
CAPÍTULO 4.....		72
4.	Discusión y Conclusiones.....	72
4.1	Conclusiones.....	72
4.2	Recomendaciones.....	72
BIBLIOGRAFÍA.....		73
APÉNDICES.....		74

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
TOC	Teoría de Restricciones
VOC	Voice of Customers
DBR	Drum Buffer Rope
S-DBR	Simplified Drum Buffer Rope
CCR (RCR)	Recurso de Capacidad Restringida
PYME	Pequeña y Mediana Empresa
SME	Small and Medium Enterprises
MTO	Make to Order
MTA	Make to Available
GO	Gastos Operativos
I	Inventarios
T	Trúput

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Hallazgos del Voice of Customers.....	2
Figura 1.2 Indicador de Entregas de Tiempo.....	4
Figura 2.1 Frecuencia de recurso dominante de todas las familias de productos	20
Figura 2.2 Frecuencia de recurso dominante para las familias de productos Tipo A	21
Figura 2.3 Frecuencia de ventas de las familias de productos.....	23
Figura 2.4 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambio de Impresora Comexi.....	26
Figura 2.5 Gráfica de Probabilidad para Tiempo de Cambio Impresora Comexi.....	28
Figura 2.6 Análisis de Paros No Planeados de la Impresora Comexi	29
Figura 2.7 Diagrama del Proceso de Producción de rutas por familias de productos ...	29
Figura 2.8 Descripción de las entidades.....	31
Figura 2.9 Descripción de las locaciones	37
Figura 2.10 Modelo de Simulación de la empresa Plásticos S.A.....	40
Figura 2.11 Programación del modelo.....	41
Figura 2.12 Indicador de Entregas a Tiempo del Modelo Inicial	42
Figura 2.13 Reuniones para generación de lluvia de ideas.....	44
Figura 2.14 Diagrama Ishikawa (Espina de Pescado).....	45
Figura 2.15 Árbol de Decisiones.....	46
Figura 2.16 Matriz de Priorización de Causas	48
Figura 2.17 Reunión para lluvia de ideas de requerimientos para el sistema.....	50
Figura 2.18 Matriz de Priorización de Soluciones.....	53
Figura 2.19 Diagrama de Implementación del sistema de control de Producción	54
Figura 3.1 Capacitación con los distintos Departamentos sobre la Metodología TOC ..	58
Figura 3.2 Representación del análisis de las cargas de las máquinas	59
Figura 3.3 Interfaz para determinar rutas para los productos y tiempo de producción estándar.....	60
Figura 3.4 Indicador de Entregas a tiempo del Sistema Propuesto.....	60
Figura 3.5 Gráfica de las utilizaciones de las máquinas del Sistema inicial	61
Figura 3.6 Indicador de Entregas a tiempo modelo Sistema + 2 Extrusoras 1	62
Figura 3.7 Gráfica de las utilizaciones de las máquinas del Sistema inicial + 2Extrusora 1	62
Figura 3.8 Indicador de Entregas a tiempo sistema inicial + 2 Extrusoras 8	63

Figura 3.9 Gráfica de las utilizaciones de las máquinas del sistema inicial + 2 Extrusoras 8	63
Figura 3.10 Indicador de Entregas a tiempo sistema inicial + 2 Extrusora 1 y Extrusora 8	64
Figura 3.11 Gráfica de las utilizaciones de las máquinas del sistema inicial + 2 Extrusoras 1 y Extrusoras 8.....	64
Figura 3.12 Indicador de Entregas a tiempo sistema propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1	65
Figura 3.13 Indicador de Entregas a tiempo sistema propuesto SDBR + 2 Extrusoras 8	65
Figura 3.14 Indicador de Entregas a tiempo sistema propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1 y Extrusoras 8	66
Figura 3.15 Representación gráfica del sistema de supermercado.....	67
Figura 3.16 Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial + Supermercado	68
Figura 3.17 Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Propuesto SDBR + Supermercado	69
Figura 3.18 Comparación del Indicador de Entregas a Tiempo con todas las alternativas	69
Figura 3.19 Análisis de las capacidades de las máquinas.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Diagrama SIPOC del Proceso de solicitud, planificación y liberación del pedido	5
Tabla 1.2 <i>Project Charter</i> del Trabajo de Titulación	6
Tabla 2.1 Plan de Recolección de Datos.....	15
Tabla 2.2 Análisis ABC de las Familias de Productos en base al Trúput	18
Tabla 2.3 Análisis de la frecuencia de recurso dominante de todas las familias de productos.....	19
Tabla 2.4 Análisis de la frecuencia de recurso dominante para las familias de productos Tipo A.....	20
Tabla 2.5 Análisis ABC de las familias de productos que se han vendido con mayor frecuencia hasta mayo del 2017.....	21
Tabla 2.6 Diagrama de Procesos Familia de Productos – Rollos Superiores 1.6 m.....	24
Tabla 2.7 Diagrama de Procesos Familia de Productos – Fundones E1	25
Tabla 2.8 Descripción de máquinas	30
Tabla 2.9 Descripción de Procesos	31
Tabla 2.10 Descripción de atributos de las órdenes.....	37
Tabla 2.11 Matriz de Medición de Impacto.....	47
Tabla 2.12 Análisis 5 ¿Por Qué's?	49
Tabla 2.13 Soluciones Propuestas para cada causa raíz.....	50
Tabla 2.14 Requerimientos para las soluciones propuestas	51
Tabla 2.15 Soluciones Propuestas	51
Tabla 2.16 Matriz de Dificultad de Implementación.....	52
Tabla 2.17 Plan de Implementación de Soluciones.....	55
Tabla 3.1 Análisis Costo – Beneficios de las diferentes alternativas	70

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Plásticos S.A. es una industria ubicada en Guayaquil - Ecuador dedicada a la fabricación de rollos, fundas y láminas plásticas naturales o impresas desde 1979. Caracterizada por la experiencia y seriedad prestada a todos sus clientes ofreciendo un servicio eficiente, ágil y personalizado.

Abarcando el sector industrial, agrícola, exportador comercial y el de las industrias alimenticias.

Plásticos S.A. implementa TOC en el 2007 buscando obtener ventaja competitiva en el mercado, logrando reducir sus tiempos de entrega de manera considerable lo cual le permite aumentar su nivel de servicio, estableciendo así su estrategia comercial denominada Puntualidad Garantizada. Esta consiste en ofrecer tiempos de entrega menores a los de la competencia y en caso de existir atrasos se compromete a compensar al cliente, convirtiéndose así en líder en la elaboración de fundas, rollos y láminas plásticas.

Al tener esta estrategia tan estricta es necesario que el sistema de control y planificación utilizado contemple todas las restricciones que existen en Ecuador para una PYME, de manera que no se vea afectado el nivel de servicio que se ofrece al mercado, ya que es pilar fundamental para competir con las demás empresas.

Utilizando un Sistema Tambor-Amortiguador-Cuerda Simplificado (S-DBR) y administración de amortiguadores, se tiene que para liberar una orden se debe establecer un buffer de tiempo equivalente a la mitad del tiempo estándar establecido para dicho producto y en base a esto promete una fecha de entrega que sea segura y así no existan atrasos.

Convirtiéndose entonces en un referente en la elaboración de productos plásticos, debido a sus bajos tiempos de producción, bajos niveles de inventario y alta calidad que siempre los ha caracterizado.

1.1 Descripción del problema

Plásticos S.A ofreciendo puntualidad garantizada ha logrado ser reconocido como una gran industria dedicada a la elaboración de rollos, laminas y fundas plásticas, y de las pocas industrias que han logrado implementar TOC de manera exitosa. Motivo por el cual realiza seguimiento de manera constante a la satisfacción de sus clientes basándose en su estrategia comercial utilizando un indicador denominado porcentaje de pedidos que se entregan a tiempo.

Durante el último año ha existido una variación en el indicador de entregas a tiempo siendo en promedio 90%, generando así una alerta de que existe algún factor que se encuentra provocando dicho comportamiento y debido a la política que tienen sobre las órdenes que se encuentran atrasadas, el impacto económico que representan dichas variaciones es bastante importante.

En base a esta alerta, se realiza un análisis en cada uno de los departamentos que participan en la programación y planificación de las órdenes para obtener así una lluvia de ideas que nos lleven a definir el problema, como se detalla en la figura 1.1.

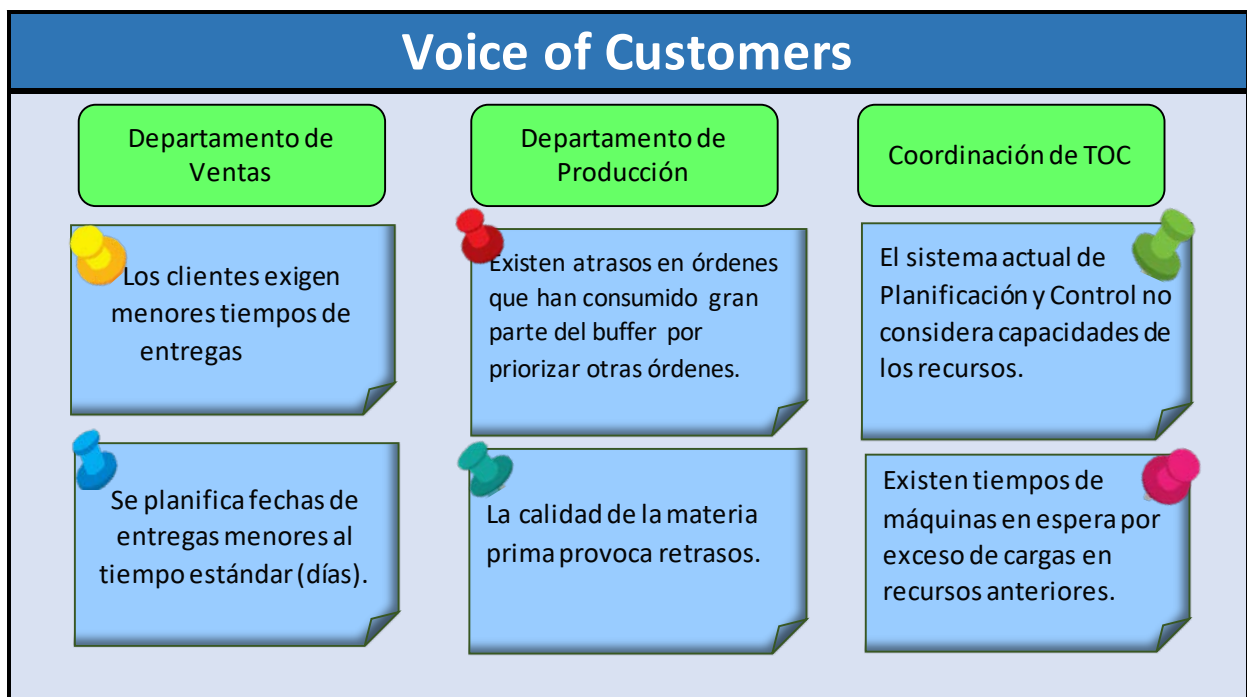


Figura 1.1 Hallazgos del Voice of Customers

Elaboración propia

En la figura 1.1 se encuentra los hallazgos descritos en las diferentes áreas claves de la empresa, notándose que en todas las áreas concuerdan con que el sistema de planificación y control actual no considera todas las restricciones que se tenían cuando se implementó la Teoría de Restricciones (TOC) y el Sistema Tambor – Amortiguador – Cuerda Simplificado (S-DBR) son diferentes a las actuales para una PYME Ecuatoriana.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar mediante un modelo de simulación un Sistema de Control de la Producción Pull basado en las restricciones de una PYME Ecuatoriana.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Elaborar un modelo de simulación que represente la situación actual de una PYME Ecuatoriana.
- ✓ Diseñar una estrategia de Control de la Producción Pull que permite alcanzar un indicador de entregas a tiempo mayor del 99%.
- ✓ Elaborar un modelo de simulación que representa la estrategia propuesta para verificar que el porcentaje de órdenes entregadas a tiempo puede ser alcanzado.
- ✓ Realizar una comparación entre la estrategia actual utilizada en la PYME Ecuatoriana con la estrategia de Control de Producción propuesta.

1.3 Variable de Interés

Porcentaje de órdenes entregadas a tiempo: El indicador es calculado teniendo en consideración el total de órdenes que fueron entregadas a tiempo dividido para el número de órdenes planificadas que debían ser entregadas.

Este indicador es calculado mensualmente y de manera manual por el coordinador de TOC.

$$\% \textit{Entregas a tiempo} = \frac{\textit{Números de órdenes entregadas a tiempo}}{\textit{Número de órdenes planificadas}} \quad (1.1)$$

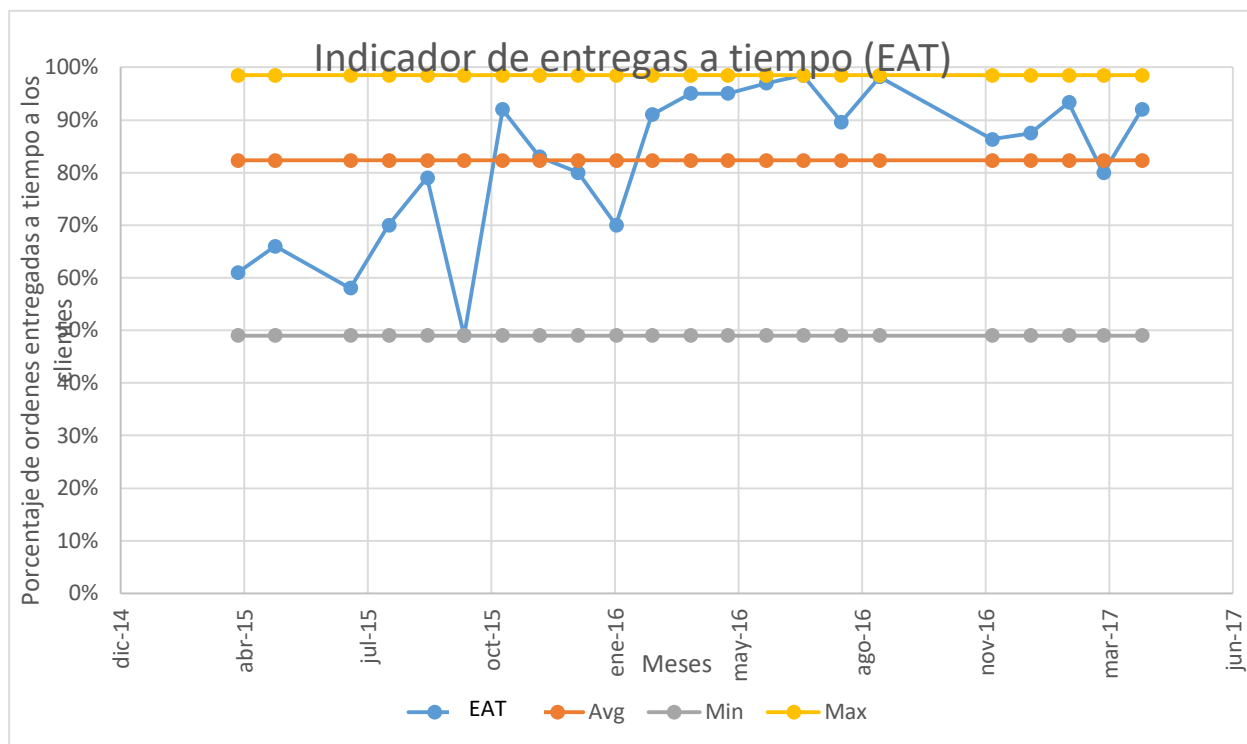


Figura 1.2 Indicador de Entregas de Tiempo

Fuente: Plásticos S.A.

En la figura 1.2 se muestra que el indicador de entregas a tiempo es 90% en promedio desde enero del 2016 en las familias de productos que utilizan la extrusora 1 (Gloucester 115), extrusora 2 (Covex 60), extrusora 4 (Carnevalli 70), extrusora 8 (Carnevalli coextrusora) e impresora 3 (Comexi E101), en lugar del 100% de entregas a tiempo que ofrecen a sus clientes.

1.4 Alcance

En base al proceso que debe seguir un pedido desde que la solicita el cliente hasta que esta es finalizada y en la importancia que tiene la fecha de entrega, como se observa en la Tabla 1.1. La coordinación de la orden, el sistema de planificación y control son los procesos claves para que se puedan obtener los resultados esperados por la empresa convirtiéndose en el tema principal para el desarrollo proyecto.

Además, en base a la voz del cliente y el análisis posterior para verificar los hallazgos, se tiene que asociado a la planificación y control de la producción hay que tener controles

adicionales para los procesos de extrusión e impresión particularmente en las máquinas que tienen mayor utilización.

Tabla 1.1 Diagrama SIPOC del Proceso de solicitud, planificación y liberación del pedido

Proceso de solicitud, planificación y liberación de pedido				
Suppliers (Providers of the Required Resources)	Input (Resources Required by the Process)	Process (Top level description of the activity)	Outputs (Deliverables from the Process)	Customers (Person receives the outputs)
<ul style="list-style-type: none"> • Cliente 	<ul style="list-style-type: none"> • Llamada al Departamento de Ventas 	Solicitar el pedido	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimientos y Especificaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Ventas
<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Ventas • Planificador de Producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimientos y Especificaciones 	Coordinar la fecha de entrega del pedido	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha de entrega del pedido 	<ul style="list-style-type: none"> • Cliente • Coordinador de Producción
<ul style="list-style-type: none"> • Planificador de Producción • Coordinador de Producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Requerimientos y Especificaciones • Niveles de inventario de los clientes • Carga asignada de los recursos 	Planificar la Producción	<ul style="list-style-type: none"> • Fecha de liberaciones de órdenes • Requerimientos de Materia Prima • Plan de Producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Departamento de Ventas • Departamento de Producción
<ul style="list-style-type: none"> • Importadores (USA, Brasil y Corea) • Coordinador de Producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Pellet • Plan de Producción 	Extrusión	<ul style="list-style-type: none"> • Rollos de plástico Natural 	<ul style="list-style-type: none"> • Área de Impresión • Área de Corte • Cliente
<ul style="list-style-type: none"> • Área de Extrusión • Coordinador de Producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Rollos de plástico Natural • Plan de Producción 	Impresión	<ul style="list-style-type: none"> • Rollos de plástico Impresos 	<ul style="list-style-type: none"> • Área de Corte • Área de Laminado
<ul style="list-style-type: none"> • Área de Extrusión • Área de Impresión • Coordinador de Producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Rollos de plástico Natural • Rollos de plástico Impresos • Plan de Producción 	Laminado	<ul style="list-style-type: none"> • Rollos de plástico Natural • Rollos de plástico Impresos 	<ul style="list-style-type: none"> • Área de Corte • Cliente
<ul style="list-style-type: none"> • Área de Extrusión • Área de Impresión • Área de Laminado • Coordinador de 	<ul style="list-style-type: none"> • Rollos de plástico Natural • Rollos de plástico Impresos • Plan de Producción 	Corte	<ul style="list-style-type: none"> • Fundas de plástico Natural • Fundas de plástico Impresos 	<ul style="list-style-type: none"> • Área de Sellado • Clientes
<ul style="list-style-type: none"> • Área de Corte • Coordinador de Producción 	<ul style="list-style-type: none"> • Fundas de plástico Natural • Fundas de plástico Impresas • Plan de Producción 	Área de Sellado	<ul style="list-style-type: none"> • Fundas de plástico Natural • Fundas de plástico Impresos 	<ul style="list-style-type: none"> • Cliente

Elaboración propia.

1.5 Restricciones

- Capacidad limitada de los recursos.
- Capacidad de planta instalada máxima de 400 toneladas por mes.
- Los departamentos de ventas planificación y producción no se encuentran alineados correctamente.

1.6 Resumen Ejecutivo

Con ayuda del *Project Charter* mostrado en la Tabla 1.2, se presenta la información clave para la realización del proyecto, en donde se especifica el propósito, objetivos y participantes del proyecto.

Tabla 1.2 *Project Charter* del Trabajo de Titulación

1. General Project Information	
Project Title	Diseño de Control de Producción Pull basado en condiciones de Proceso de una Empresa PYME Ecuatoriana.
Project Leader	Ph.D. Marcos Buestán Benavides
Executive Sponsor	Ms.C. Manuel Romero
Department Sponsor	Producción
Impact of Project	Este proyecto permitira: <ul style="list-style-type: none"> • Controlar la carga asignada a los recursos con mayor utilización. • Aumentar el número de órdenes que se entregan a tiempo. • Mejorar el Sistema de Planificación y Control de la Producción.
2. Project Team	
Project Managers	Johnny Fernando Bailón Andrade Maité Nicole Estupiñán Chaw
Team Members	Ing. Xavier Gómez Ing. Lady Cargua Ing. Raúl Astudillo Ing. María Mercedes Intriago Ing. José San Lucas
3. Stakeholders	
	Jefe de Producción de Calidad
	Jefe de Ventas
	Coordinador de TOC
	Planificador de Producción
	Coordinador de Producción
	Clientes

Continuación de la Tabla 1.2

4. Project Scope Statement	
Problem Statement (Purpose) / Business Justification	El indicador de entregas a tiempo es 90% en promedio desde enero del 2016 en las familias de productos que utilizan la extrusora 8 y la impresora 3, en lugar del 100% de entregas a tiempo que ofrecen a sus clientes.
Objectives (In Business Terms)	Evaluar mediante un modelo de simulación una nueva estrategia de Control de la Producción Pull basado en las restricciones de una Pyme Ecuatoriana.
Scope	El proyecto está enfocado en: <ul style="list-style-type: none"> • La coordinación de fechas de entregas del pedido. • La planificación de la producción
5. Deliverables	
	Modelo de Simulación que represente la situación actual de la empresa.
	Diseñar una estrategia de Control de Producción Pull que permita alcanzar el indicador de entregas a tiempo mayor al 99%.
	Modelo de Simulación que presente la estrategia propuesta para alcanzar el indicador de órdenes entregadas a tiempo mayor al 99%.
6. Major Known Risks (Including significant assumptions)	
Risk Rating	Risk
Alto	Los departamentos de ventas, planificación y producción no se encuentran alineados correctamente.
Medio	Capacidad limitada de los recursos.
Bajo	Capacidad de planta instalada máxima de 400 toneladas por mes.

Elaboración propia.

1.7 Marco teórico

Teoría de Restricciones (TOC)

La Teoría de Restricciones, es una herramienta de gestión organizacional desarrollada en Israel por el Dr. Eliyahu M. Goldratt a principios de los años 80's y es ampliamente utilizada en las industrias para ir mejorando continuamente.

El TOC logra la optimización de los procesos para garantizar una operación de la cadena de suministros exitosa y sincronizada.

Con la ayuda del TOC se puede dar solución a los problemas más críticos de la empresa, y así acercarse a la meta mediante un proceso de mejora continua.

El TOC se basa en la siguiente idea: la meta de cualquier empresa con fines de lucro es ganar dinero de forma sostenible, esto es, satisfacer las necesidades de los clientes,

empleados y accionistas. Si se está ganando una cantidad limitada de dinero es porque algo se lo está impidiendo, ese algo lleva el nombre de restricción.

A partir de este enfoque se pone en práctica un conjunto de pasos que ayudarán un proceso de mejora continua, las cuales son:

Paso 1. Identificar la Restricción del Sistema. Para poder alcanzar el máximo desempeño posible, tenemos que saber qué elemento es el que determina ese máximo. Siempre hay que tener en cuenta que en un sistema no siempre se encontrará una sola restricción, se pueden identificar más pero siempre se debe de atacar a la máquina que produce una mayor utilización. Se debe de analizar la carga y la capacidad de los recursos. (Añón, 2013)

Paso 2. Aprovechar al máximo la capacidad de la restricción. Para lograr el máximo, el elemento restricción debe estar operando a su máximo. En las primeras formulaciones de TOC, se expresaba este paso del proceso con una formulación más poética: “Sacarle el máximo jugo posible a la restricción”. (Añón, 2013)

Paso 3. Coordinar la operación de los elementos restantes para que apoyen la realización del Paso 2. Se debe de operar al ritmo que va marcando la restricción, es decir que la restricción sea el tambor de la empresa.

Estos tres primeros pasos, aseguran que la empresa está operando a su máxima capacidad de logro; por ejemplo, está funcionando en su mayor posibilidad de generar riqueza. La identificada restricción de la empresa está operando a su máximo y todo el sistema está alineado con esa táctica. Pero, la mejora debe continuar. (Añón, 2013)

Paso 4. Aumentar la capacidad de la restricción. El siguiente escalón de mejora se alcanza cuando la empresa incrementa la capacidad del elemento que es la restricción hasta el momento del sistema. Existen diferentes maneras de conseguirlo entras esas opciones están:

- Mejorar la eficiencia general del equipo (OEE).
- Evitar que se procesen en el cuello de botella artículos defectuosos.
- Buscar alguna máquina similar dentro de la fábrica o comprar una nueva.
- Reajustar los tamaños de lotes de procesamientos.
- Subcontratar parte de los pedidos (sólo la operación crítica).
- Puede ser conveniente comprar, en lugar de producir, algún artículo para aliviar el cuello de botella. (Renda, 2015)

Paso 5. Se debe volver al Paso 1. Ahora el sistema se comporta diferente y puede ocurrir que la restricción se encuentre en otro elemento, siendo necesario monitorear continuamente el sistema. (Añón, 2013)

Criterios Financieros del Enfoque de las Teorías de Restricciones (TOC)

Para la teoría de restricciones los criterios financieros son el Trúput (T), Inventario (I) y Gastos Operativos (GO).

Con ayuda de estos criterios financieros se puede llegar a la meta de toda organización, la cual es generar dinero de manera sostenible.

- Trúput: Se lo define como la velocidad por la cual una organización genera dinero, a través de las ventas del producto o servicio. Por lo general para una organización el trúput se lo representa como el dinero que entra en el sistema y es la diferencia entre los ingresos por ventas y los costos operacionales.
- Inventario: La organización define este término como el dinero el cual es invertido en materiales, para producir algún producto o servicio el cual se convertirá en producto terminado y se venderá en cualquier momento.
- Gastos Operativos: Es la cantidad de dinero que la empresa gasta para convertir el inventario en trúput lo cual al final genera utilidad a la empresa. (Correa & Crow, 2011)

Tipos de Restricciones

Cualquier sistema que no logre llegar a la meta la cual es generar dinero, es porque está limitada por restricciones, de las cuales se tienen siguientes categorías.

- Restricción de Mercado: Cuando la demanda del mercado es mucho menor a la capacidad del sistema se considera al mercado la restricción, ya que la demanda máxima del producto está limitada por la restricción del mercado.
- Restricción de Recursos: La falta de recursos o materiales provoca que el trúput esté limitado por la disponibilidad de los materiales los cuales pueden ser personas, equipos o máquinas utilizadas para la realización del producto o servicio.
- Restricción de Capacidad: Es el de tener un equipo el cual se vea limitado por la capacidad que no satisfaga a la demanda requerida.

- Restricción Administrativa: Es un conjunto de estrategias que tiene una organización para definir su presupuesto interno.
- Restricción Política: Esto lo define la organización ya sea mediante documentos o reglas escritas que ayuden a mejorar los procesos internos.
- Restricción de Comportamiento: Estas las define la organización mediante actitudes y comportamientos del personal, para poder desempeñarse mejor y no sea esta una restricción para no poder lograr el éxito.
- Restricción Logística: Se considera una limitación debido a que si existe un mal sistema de control y planificación de producción. (Correa & Crow, 2011)

Sistema Tambor – Amortiguador – Cuerda (DBR)

Es un método desarrollado a partir de los fundamentos de la teoría de restricciones, lo cual propone un sistema de control y planificación de la producción, para poder reducir los tiempos de programación de las operaciones y evitar que ocurran fluctuaciones en el proceso.

Consta de tres elementos:

- **Tambor (*DRUM*):** Es aquel que marca el recurso de capacidad restringida (RCR), ya que da el ritmo al cual se puede trabajar y es aquel que limita la producción total de la organización.
- **Amortiguador (*Buffer*):** Se define como un mecanismo de protección, ya que en un sistema se pueden presentar variaciones o también llamadas fluctuaciones, para evitar esto se utilizan los amortiguadores de tiempo, que ayudarán a mantener un producto en proceso delante del recurso de capacidad restringida (RCR) también llamado cuello de botella, esto permitirá mantener programada la producción.

Existen los siguientes 3 tipos de amortiguadores para el sistema DBR:

- Amortiguador de Restricción: Es utilizada para proteger la restricción y que nunca pare.
- Amortiguador de Embarque: Es utilizado para proteger la fecha de entrega y los procesos anteriores para que la restricción no los impacte.

- Amortiguador de Ensamble: Sirve para proteger el ensamble, cuya vertiente es uno de los procesos que es alimentado por las restricciones y entre otras. (Estrategia Focalizada, 2016)
- **Cuerda (*Rope*):** Es un mecanismo que representa o planifica la liberación de las órdenes, esto lo realiza mediante un sistema de comunicación, lo cual ayudará a que se planifique a la velocidad del recurso de capacidad restringida (RCR).

Componentes de un Sistema DBR

- Nivel de carga en la producción: Esto ayudará a medir la capacidad de los recursos y especialmente tener un mejor control del recurso de capacidad restringida (RCR), lo que dará como resultado una estimación de la carga total de la producción.
- Determinación de fechas de entrega y liberación de las órdenes: Esto se puede determinar mediante las prioridades del piso de producción, ya que con una buena planificación del sistema se podrán dar las fechas de entregas y liberación. Con ayuda de la administración de los amortiguadores se podrá dividir las zonas del amortiguador de tiempo.
- Preparar la orden antes de ser liberada: Esto se realiza para poder tener una planificación de cuando liberar las órdenes, esto ayudara a no perder tiempo antes de que está se comience a producir.
- Sistema de Prioridades por medio de los amortiguadores: Esto ayudará a que cada orden sea asignada por un amortiguador de tiempo cuando producir las órdenes, este se divide en 3 partes iguales de zonas como un semáforo, en donde cada zona está definida por un color, zona 3 (verde), zona 2 (amarilla) y zona 1(rojo) y están definidos de acuerdo a la prioridad del piso de producción. Cada orden es monitoreada para ver su avance en el amortiguador de tiempo.
 - Zona verde: No hacer nada. No se espera que el material este tan rápido en el punto de control (RCR).
 - Zona amarilla: Es utilizada para mejorar el desempeño y prevenir que algo salga mal. Por lo tanto, debemos de enfocarnos en esta zona.
 - Zona roja: Es tomar todas las acciones necesarias para poder terminar la orden a tiempo.

- Establecer un sistema de mejoramiento continuo.

Sistema Tambor – Amortiguador – Cuerda Simplificado (S-DBR)

Sistema tambor amortiguador cuerda simplificado (S-DBR), es más sencillo que un sistema DBR, ya que en este sistema se eliminan 2 tipos de amortiguadores el de ensamble y el de recurso. El único amortiguador que se ve en este sistema, es el de embarque el cual protege la fecha de entrega y los procesos anteriores para que la restricción no los impacte.

El sistema S-DBR se puede aplicar en muchos entornos, se puede decir que la demanda del mercado siempre es una restricción en este sistema.

Hay algunos supuestos en los que se fundamenta el sistema S-DBR; éstos son:

1. La demanda del mercado es la restricción del sistema. Pueden presentarse restricciones internas pero temporales. Cuando se presentan picos en la demanda, pueden aparecer recursos con capacidad restringida que limiten el rendimiento de la compañía, sin embargo, la restricción de la demanda del mercado siempre está presente.
2. Los recursos internos que son restricciones, en ciertos momentos pueden tener exceso de capacidad o estar sobrecargados, lo que trae como consecuencia el incumplimiento en las fechas de entrega y la afectación del nivel de servicio.

(Moreno Arias, 2012)

Sistema Kanban

El sistema de control kanban se lo utiliza para representar por medio de una señalización los flujos de los productos. Kanban significa “signo” o “tarjeta de descripción” en japonés. Este sistema ayuda a tener un control del producto, ya que es posible utilizar contenedores en vez de tarjetas y esto nos ayudará a determinar cada cuanto hay que reponer la cantidad de material que se tiene en el buffer, por medio de un semáforo de colores que nos indica cómo se va consumiendo el contenedor de producto.

Al establecer un sistema de control kanban es necesario determinar la cantidad de tarjetas o contenedores kanban requeridos. El sistema kanban representa la cantidad de material que fluye hacia adelante y hacia atrás entre el proveedor y las áreas de usuarios. Cada contenedor representa la producción mínima a suministrar. Por lo tanto, el número

de contenedores controla directamente la cantidad de inventario de trabajo en proceso en el sistema.

Para determinar el cálculo del número de contenedores, es necesario que el tiempo de entrega este en función del tiempo de procesamiento del contenedor, cualquier tiempo de espera durante el proceso de producción y el tiempo requerido para transportar el material al usuario.

$$k = \frac{\text{Demanda esperada durante el tiempo} + \text{Inventario de Seguridad}}{\text{Tamaño del Contenedor}} \quad (1.2)$$

$$k = \frac{DL + (1 + S)}{Q}$$

Donde:

k= Número de grupos de tarjetas kanban.

D= Número promedio de unidades demandadas por período.

L= Tiempo de entrega de un pedido.

S= Inventario de seguridad expresadas como un porcentaje de la demanda durante el tiempo de entrega.

Q= Tamaño del contenedor.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

En este capítulo se presenta el desarrollo de las fases de Medición, Análisis, Mejora y Control, en donde en cada etapa se detalla las actividades que se realiza en cada uno. En las dos primeras fases de Medición y Análisis se detalla la información necesaria a recolectar para poder determinar posibles causas de un problema, en el caso del proyecto es determinar cuáles son los factores que ocasionan posibles retrasos en los pedidos.

En las fases de Mejora y Control se debe de buscar a detalle las estrategias que ayuden resolver el problema de que existan retrasos en los pedidos, implementando las propuestas con éxito y que sean sostenibles en el tiempo.

2.1 Fase de Medición

En la fase de Medición se debe de levantar toda la información necesaria para identificar cuáles son las características que afectan al problema de retrasos en los pedidos, a partir de esto se realiza un plan de recolección de datos, un análisis de los datos y la validación de estos, para poder determinar qué tan confiable es la data a recolectar.

2.1.1 Plan de Recolección de datos

Para la realización del Plan de Recolección de Datos nos basamos en la técnica de los 5W +1H, ya que por medio de esta podemos recolectar datos confiables que muestren la realidad de la empresa Plásticos S.A.

En la tabla 2.1 Se muestra que esta técnica del 5W+1H permite resolver preguntas claves como quien es el responsable, cual es la información a recolectar, con qué tipos de datos se está trabajando, en que unidades están, cuando se va a recolectar la información y como estos se miden desde el proceso.

Tabla 2.1 Plan de Recolección de Datos

Plan de Recolección de Datos							
Proyecto:	Diseño de Control de Producción Pull basado en condiciones de Proceso de una Empresa PYME Ecuatoriana.			Líder(es) del Proyecto	Johnny Bailón Andrade		
					Maité Estupiñán Chaw		
¿Quién? Responsables	Información a Recolectar			Detalles del Muestreo		¿Porqué es necesario recolectar?	¿Cómo se mide desde el proceso?
	Descripción	Unidades	Tipo de datos	¿Dónde se encuentra la información?	¿Cuándo se va a recolectar?		
<ul style="list-style-type: none"> Líderes del proyecto Coordinador de TOC 	Tiempo de entrega estándar	Días	Continua	En los informes de producción	Desde que se coordina la fecha de entrega hasta que sea liberada	Para tener amortiguadores estándares como base para determinar fechas de entregas seguras	Con ayuda del buffer management, para determinar el tiempo de liberación de una orden
<ul style="list-style-type: none"> Líderes del proyecto Jefe de Producción 	Demanda	Kilogramos	Continua	Por medio de cálculos de distribuciones	Por medio de datos históricos de las ventas	Para determinar las cargas asignadas a las máquinas	Por medio de datos históricos de las ventas / Observación Indirecta
<ul style="list-style-type: none"> Líderes del proyecto Planificadores de Producción 	Tiempo de Paros Planeados Extrusora	Kilogramos /hora	Continua	Máquinas Extrusoras	Durante la planificación de la producción y la medición directa en la línea	Para determinar la frecuencia y duración de los mantenimientos planeados.	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa
<ul style="list-style-type: none"> Líderes del proyecto Planificadores de Producción 	Tiempo de Paros Planeados Impresora	Metros/ minutos	Continua	Máquinas Impresoras	Durante la planificación de la producción y la medición directa en la línea	Para determinar la frecuencia y duración de los mantenimientos planeados.	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa
<ul style="list-style-type: none"> Líderes del proyecto Planificadores de Producción 	Tiempo de Paros Planeados Cortadora	Metros/ minutos	Continua	Máquinas Cortadoras	Durante la planificación de la producción y la medición directa en la línea	Para determinar la frecuencia y duración de los mantenimientos planeados.	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa
<ul style="list-style-type: none"> Líderes del proyecto Planificadores de Producción 	Tiempo de Paros Planeados Selladora	Golpes/ minutos	Continua	Máquinas Selladoras	Durante la planificación de la producción y la medición directa en la línea	Para determinar la frecuencia y duración de los mantenimientos planeados.	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa

<ul style="list-style-type: none"> • Líderes del proyecto • Planificadores de Producción 	Tiempo de Paros no Planeados Extrusora	Kilogramos /hora	Continua	Máquinas Extrusoras	Medición directa durante la producción cuando se presentan los eventos no planificados	Para determinar la duración y la frecuencia en las máquinas	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa
<ul style="list-style-type: none"> • Líderes del proyecto • Planificadores de Producción 	Tiempo de Paros no Planeados Impresora	Metros/ minutos	Continua	Máquinas Impresoras	Medición directa durante la producción cuando se presentan los eventos no planificados	Para determinar la duración y la frecuencia en las máquinas	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa
<ul style="list-style-type: none"> • Líderes del proyecto • Planificadores de Producción 	Tiempo de Paros no Planeados Cortadora	Metros/ minutos	Continua	Máquinas Cortadoras	Medición directa durante la producción cuando se presentan los eventos no planificados	Para determinar la duración y la frecuencia en las máquinas	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa
<ul style="list-style-type: none"> • Líderes del proyecto • Planificadores de Producción 	Tiempo de Paros no Planeados Selladora	Golpes/ minutos	Continua	Máquinas Selladoras	Medición directa durante la producción cuando se presentan los eventos no planificados	Para determinar la duración y la frecuencia en las máquinas	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa
<ul style="list-style-type: none"> • Líderes del proyecto • Planificadores de Producción 	Tiempo de Cambio Extrusora	Kilogramos /hora	Continua	Máquinas Extrusoras	Durante el cambio de formato	Para determinar la duración de un cambio de formato	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa
<ul style="list-style-type: none"> • Líderes del proyecto • Planificadores de Producción 	Tiempo de Cambio Impresora	Metros/ minutos	Continua	Máquinas Impresoras	Durante el cambio de formato	Para determinar la duración de un cambio de formato	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa
<ul style="list-style-type: none"> • Líderes del proyecto • Planificadores de Producción 	Tiempo de Cambio Cortadora	Metros/ minutos	Continua	Máquinas Cortadoras	Durante el cambio de formato	Para determinar la duración de un cambio de formato	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa

<ul style="list-style-type: none"> • Líderes del proyecto • Planificadores de Producción 	Tiempo de Cambio Selladora	Golpes/ minutos	Continua	Máquinas Selladoras	Durante el cambio de formato	Para determinar la duración de un cambio de formato	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa
<ul style="list-style-type: none"> • Líderes del proyecto • Departamento de Sistemas/Coordinador de TOC 	Velocidad Extrusora	Kilogramos /hora	Discreto	Máquinas Extrusoras	Durante el proceso de producción de la línea	Para determinar las capacidades de las máquinas y para definir o comprobar los estándares	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa
<ul style="list-style-type: none"> • Líderes del proyecto • Departamento de Sistemas/Coordinador de TOC 	Velocidad Impresora	Metros/ minutos	Discreto	Máquinas Impresoras	Durante el proceso de producción de la línea	Para determinar las capacidades de las máquinas y para definir o comprobar los estándares	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa
<ul style="list-style-type: none"> • Líderes del proyecto • Departamento de Sistemas/Coordinador de TOC 	Velocidad Cortadora	Metros/ minutos	Discreto	Máquinas Cortadoras	Durante el proceso de producción de la línea	Para determinar las capacidades de las máquinas y para definir o comprobar los estándares	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa
<ul style="list-style-type: none"> • Líderes del proyecto • Departamento de Sistemas/Coordinador de TOC 	Velocidad Selladora	Golpes/ minutos	Discreto	Máquinas Selladoras	Durante el proceso de producción de la línea	Para determinar las capacidades de las máquinas y para definir o comprobar los estándares	Por medio de datos históricos y con la ayuda de un cronómetro para determinar la confiabilidad de los datos / Observación Directa

Elaboración propia.

2.1.2 Plan de Análisis de Datos

Con la data recolectada se pidió información de la base de datos de la empresa Plásticos S.A. para determinar cuáles de las familias de productos se producían más en base al trúpud (dólares/kilogramo).

En la tabla 2.2 se realizó un análisis ABC para determinar a las familias de productos estrellas los de Tipo A para realizar un análisis más profundo y determinar cuál es el problema con los retrasos en los pedidos.

Tabla 2.2 Análisis ABC de las Familias de Productos en base al Trúput

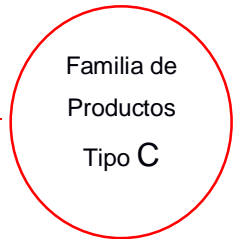
Familias de Producción	Recurso Dominante	Porcentaje	ABC
Exportador de CACAO Fundas AD Pig	S2	0.049751	0.049751
Funda CPP	S2	0.040609	0.090360
Geomembrana	E1	0.038892	0.129252
Termoencogible Impreso	E4	0.035781	0.165032
Fundas CPP Impresas	CO	0.034862	0.199894
Rollos Pigmentados Impresos	E8	0.034860	0.234754
Fundas Tipo Camiseta Impresa	S7	0.034721	0.269476
Fundas Pig Impresas BD	E2	0.034666	0.304142
Funda AD Impresa	E4	0.033274	0.337416
Rollos para empaque de Arroz	E8	0.033108	0.370523
Fundas Pig Impresas AD	E4	0.030204	0.400727
Rollos para Cable	E4	0.029969	0.430695
Fundas Nat de BD Impresas	E2	0.028471	0.459166
Fundas Tipo Camiseta sin Impresión	S7	0.028405	0.487571
Rollos BD Impresos	CO	0.027315	0.514886
Rollos PP Impreso	CO	0.025505	0.540391
Funda Impresa en Linea	E6	0.025321	0.565712
Fundas Ad Natural	S2	0.025273	0.590985
Fundas para Pollo	E8	0.025022	0.616007
Producto para empaque de Papel Higienico	E8	0.024671	0.640679
Fundas PIG BD	E3	0.023688	0.664366
Azucareras	E8	0.022597	0.686963
Carpeta	E2	0.022542	0.709506
Acolchado Blanco / Negro	E8	0.021792	0.731298
Empaque de SAL	CO	0.021581	0.752879
Fundones E1	E1	0.021461	0.774340
Fundas Naturales	E2	0.021143	0.795482
Fundas PIG AD	E4	0.020101	0.815584
Rollos de Lacteos	E8	0.019967	0.835550
UV Verde	E1	0.019705	0.855255
Rollos BD Naturales	E8	0.019154	0.874409
Forros	E2	0.016844	0.891253
Rollos Pigmentados	E2	0.015820	0.907073
Rollos Natural para alimento congelado	E8	0.015757	0.922830
Rollos Pigmentados E1	E1	0.015566	0.938395

Familia de Productos Tipo A

Familia de Productos Tipo B

Continuación de la Tabla 2.2

Termoencogible - Embotelladoras	E4	0.015467	0.953862
Rollos de 3m	E1	0.015071	0.968933
Rollos superiores a 1.6	E1	0.013407	0.982340
Rollos 1.5 y 2 m	E1	0.009288	0.991628
Manta Plástica	E1	0.008372	1.000000



Elaboración propia.

En base a este método se estableció el posible recurso que podía convertirse en cuello de botella y se analizó cuáles de estos eran más propensos a generar retrasos en los pedidos, en la siguiente tabla 2.3 se muestra que tan frecuentemente son utilizados los recursos en las diferentes familias de productos.

Para esto se consideraron todas las familias para determinar por medio de un Diagrama de Pareto mostrado en la figura 2.1, que el 80% del total de las familias de productos son propensas a generar retrasos en los pedidos.

Tabla 2.3 Análisis de la frecuencia de recurso dominante de todas las familias de productos

Recurso Dominante	Frecuencia	Porcentaje	% Acumulado
E8	9	0.225	0.225
E1	8	0.2	0.425
E4	6	0.15	0.575
E2	6	0.15	0.725
CO	4	0.1	0.825
S2	3	0.075	0.9
S7	2	0.05	0.95
E3	1	0.025	0.975
E6	1	0.025	1
S11	0	0	1
Total	40		

Elaboración propia.

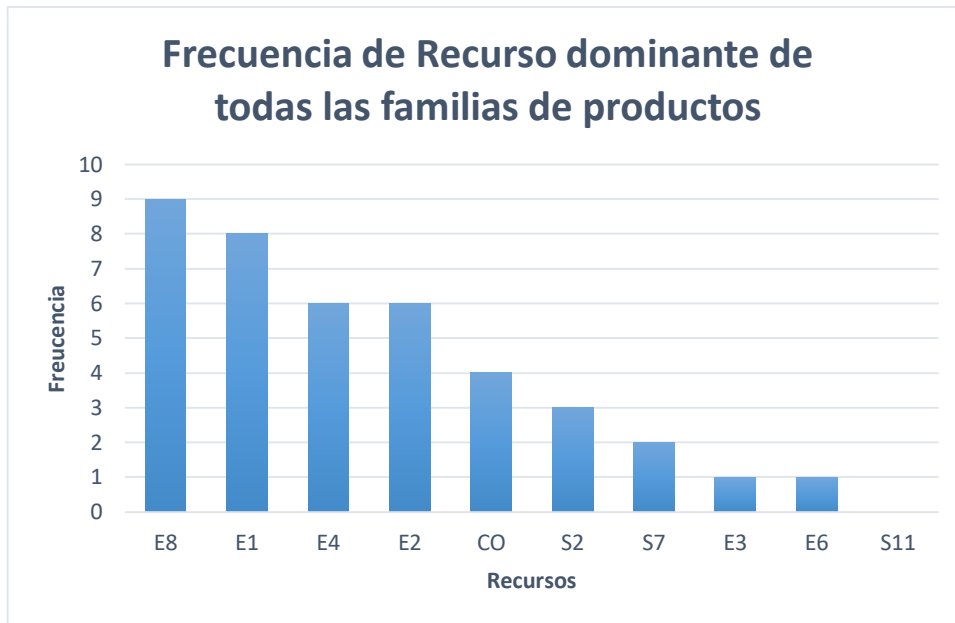


Figura 2.1 Frecuencia de recurso dominante de todas las familias de productos

Elaboración propia.

En base al Análisis ABC, considerando solo las familias de productos Tipo A se determinaron cuáles eran los recursos más propensos a generar retrasos en los pedidos, en la tabla 2.4 se muestra la frecuencia en que tanto son utilizados los recursos.

Se realizó un Diagrama de Pareto mostrado en la figura 2.2, que el 80% de las familias de productos de Tipo A son propensas a generar retrasos en los pedidos.

Tabla 2.4 Análisis de la frecuencia de recurso dominante para las familias de productos Tipo A

Recurso Dominante	Frecuencia	Porcentaje	% Acumulado
E8	5	0.1852	0.1852
E4	4	0.1481	0.3333
CO	4	0.1481	0.4815
E2	4	0.1481	0.6296
S2	3	0.1111	0.7407
E1	2	0.0741	0.8148
S7	2	0.0741	0.8889
E3	1	0.0370	0.9259
E6	1	0.0370	0.9630
S11	1	0.0370	1.0000
Total	27		

Elaboración propia.

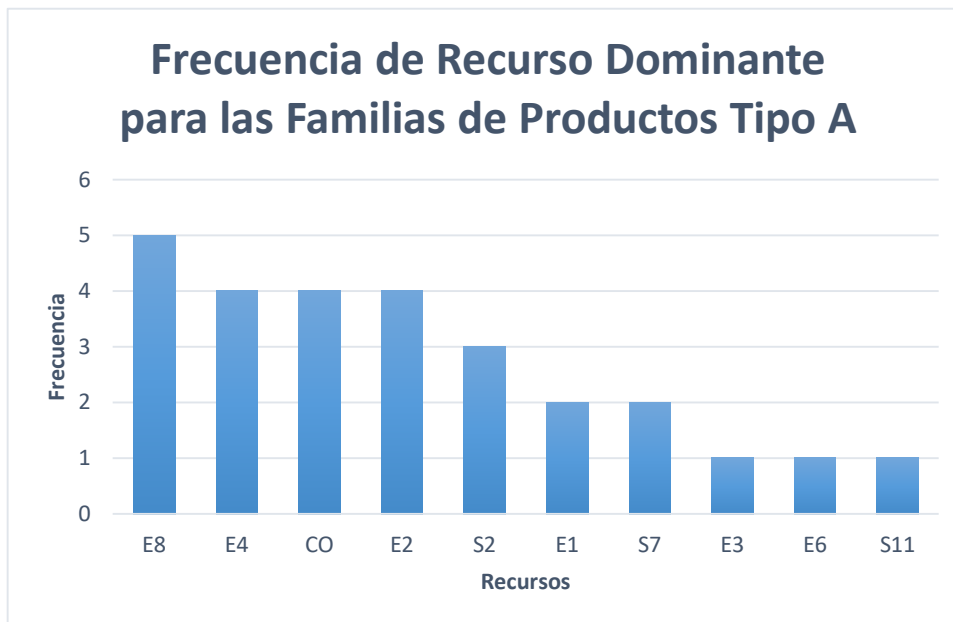


Figura 2.2 Frecuencia de recurso dominante para las familias de productos Tipo A

Elaboración propia.

Además de esto se utilizó la base de datos de las familias de productos que se han vendido con más frecuencia hasta el mes de mayo del 2017, realizando un Análisis ABC mostrado en la tabla 2.5 para determinar cuáles son los pedidos que se han vendido con mayor frecuencia dependiendo de las familias de productos y del recurso.

La frecuencia de venta se ve reflejada en la figura 2.3, donde se muestra cuáles son las familias de productos más vendidas.

Tabla 2.5 Análisis ABC de las familias de productos que se han vendido con mayor frecuencia hasta mayo del 2017

Familias de Productos	%	% Accum
FUNDAS - FUNDAS NATURALES BD IMPRESAS	0.2142	0.2142
FUNDAS - FUNDAS NATURALES BD	0.1107	0.3250
FUNDAS - FUNDAS TIPO CAMISETA IMPRESA	0.0586	0.3836
ROLLOS - ROLLOS 1.5 Y 2 M	0.0457	0.4293
ROLLOS - ROLLOS DE 3M	0.0447	0.4739
ROLLOS - ROLLOS NATURALES BD IMPRESOS	0.0418	0.5157
ROLLOS - AZUCARERAS	0.0410	0.5568
ROLLOS - ROLLOS NATURALES BD	0.0374	0.5942
FUNDAS - FUNDAS NATURAL AD	0.0328	0.6270
ROLLOS - EMPAQUE DE SAL	0.0323	0.6593
ROLLOS - ROLLOS DE BLANCO/NEGRO	0.0323	0.6915



Continuación de la Tabla 2.5.

FUNDAS - FUNDAS PIGMENTADAS BD	0.0310	0.7225	Tipo A
FUNDAS - FUNDA IMPRESA EN LINEA	0.0279	0.7504	
FUNDAS - FUNDONES E1	0.0250	0.7754	
ROLLOS - ROLLOS SUPERIORES A 1.6	0.0199	0.7953	
ROLLOS - ROLLOS PP IMPRESOS	0.0191	0.8144	Tipo B
FUNDAS - FUNDAS NATURALES AD IMPRESAS CON FUELLE	0.0178	0.8322	
FUNDAS - FUNDAS NATURAL AD IMPRESAS	0.0165	0.8487	
ROLLOS - ROLLOS NATURALES PARA ALIMENTO CONGELADO	0.0155	0.8642	
FUNDAS - FUNDAS PP IMPRESAS	0.0147	0.8789	
ROLLOS - ROLLOS PIGMENTADOS BD IMPRESOS	0.0114	0.8903	
ROLLOS - TERMOENCOGIBLE - EMBOTELLADORAS	0.0114	0.9017	
FUNDAS - FUNDAS PIGMENTADAS AD	0.0103	0.9120	
ROLLOS - ROLLOS PARA CABLE	0.0103	0.9223	
ROLLOS - PRODUCTO PARA EMPAQUE DE PAPEL HIGIENICO	0.0098	0.9321	
ROLLOS - ROLLOS PARA EMPAQUE DE ARROZ	0.0098	0.9419	
LAMINADOS - SOLO POLIETILENO	0.0093	0.9512	Tipo C
LAMINADOS - INCLUYE PP	0.0085	0.9597	
FUNDAS - FORROS	0.0083	0.9680	
FUNDAS - FUNDAS PIGMENTADAS BD IMPRESAS	0.0072	0.9752	
LAMINA - CARPETAS	0.0044	0.9796	
FUNDAS - FUNDAS TIPO CAMISETA SIN IMPRESIÃ“N	0.0039	0.9835	
FUNDAS - FUNDAS PARA POLLO	0.0031	0.9866	
FUNDAS - FUNDAS PIGMENTADAS AD IMPRESAS	0.0031	0.9897	
ROLLOS - ROLLOS UV VERDE	0.0026	0.9923	
FUNDAS - FUNDA PP	0.0021	0.9943	
ROLLOS - ROLLOS PIGMENTADOS AD IMPRESOS	0.0015	0.9959	
ROLLOS - ROLLOS PIGMENTADOS BD	0.0015	0.9974	
ROLLOS - ROLLOS PIGMENTADOS E1	0.0015	0.9990	
ROLLOS - TERMOENCOGIBLE IMPRESO	0.0010	1	

Elaboración propia.

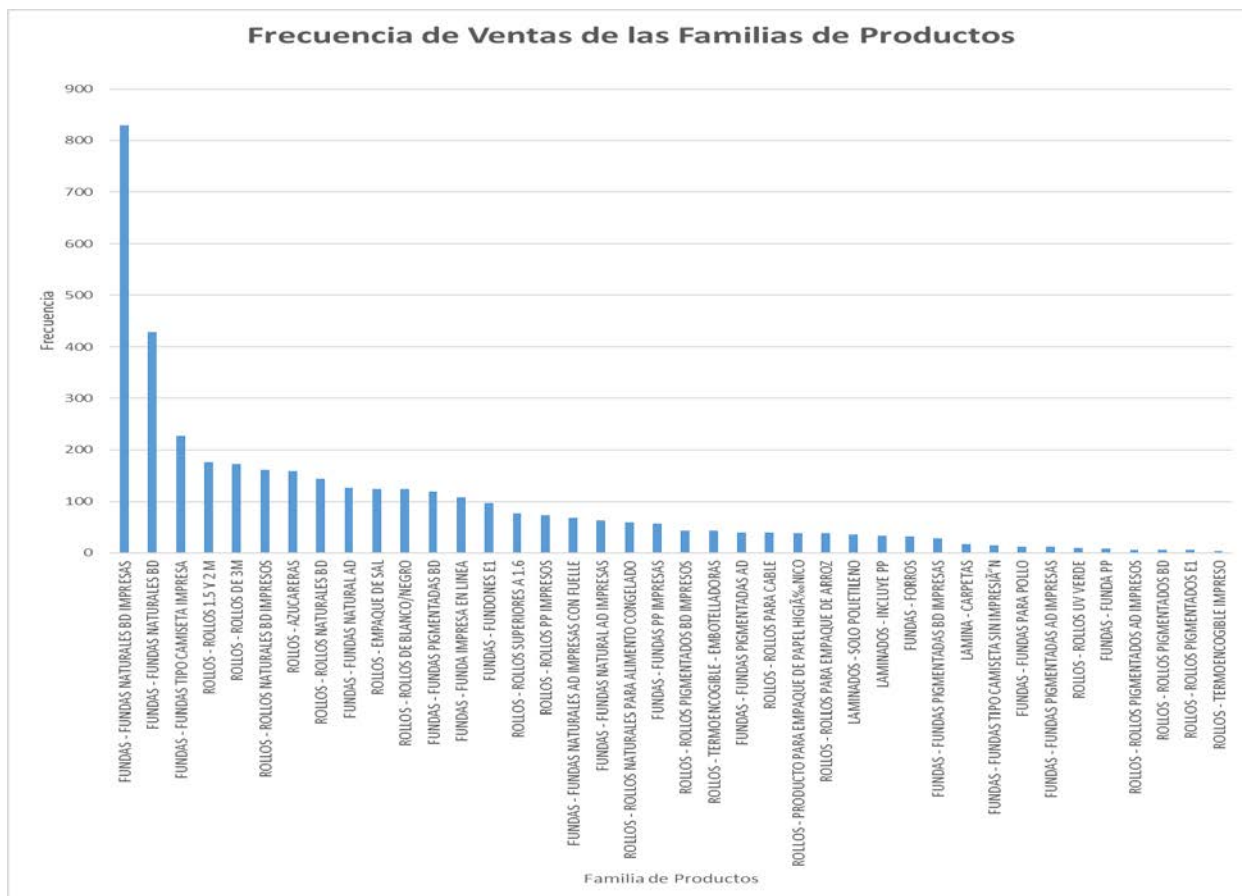


Figura 2.3 Frecuencia de ventas de las familias de productos

Elaboración propia.

2.1 Fase de Análisis

En esta Fase de Análisis se quiere convertir o traducir los datos en información, que permitan encontrar causas raíces y verificar las relaciones de causa y efecto. Para esto se inició con un levantamiento de información de los procesos, se realizó la validación de los datos para comprobar el tipo de Distribución Probabilística y un plan de verificación de causas para determinar el impacto de los factores en las variables.

2.1.1 Levantamiento de Información

Una vez identificadas las Familias de Productos con las que se van a trabajar, se realizaron los Diagramas de Procesos para cada una de ellas con el propósito de identificar porque máquinas pasan los productos, cuál es la velocidad que utiliza cada familia de producto por cada máquina y cuántas son las personas que trabajan en cada

proceso, estos ayudan a determinar cuáles son las actividades de entrada y salida de los procesos.

Los Diagramas de Procesos de todas las Familias de Productos se encuentran en el apéndice y a continuación en las tablas 2.6 y 2.7 se muestran esquemas de levantamientos de procesos de unas Familias de Productos.

Tabla 2.6 Diagrama de Procesos Familia de Productos – Rollos Superiores 1.6 m

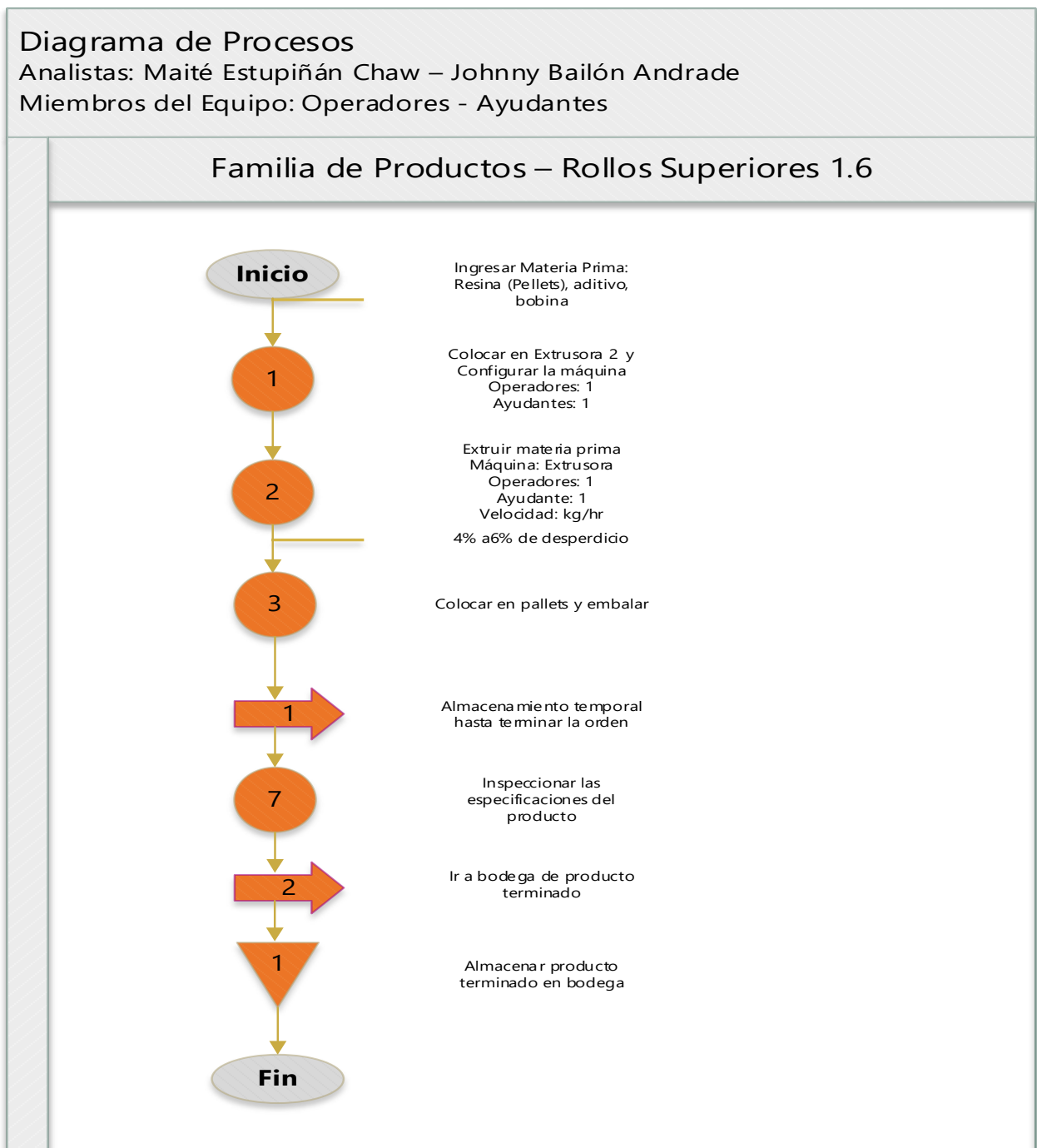


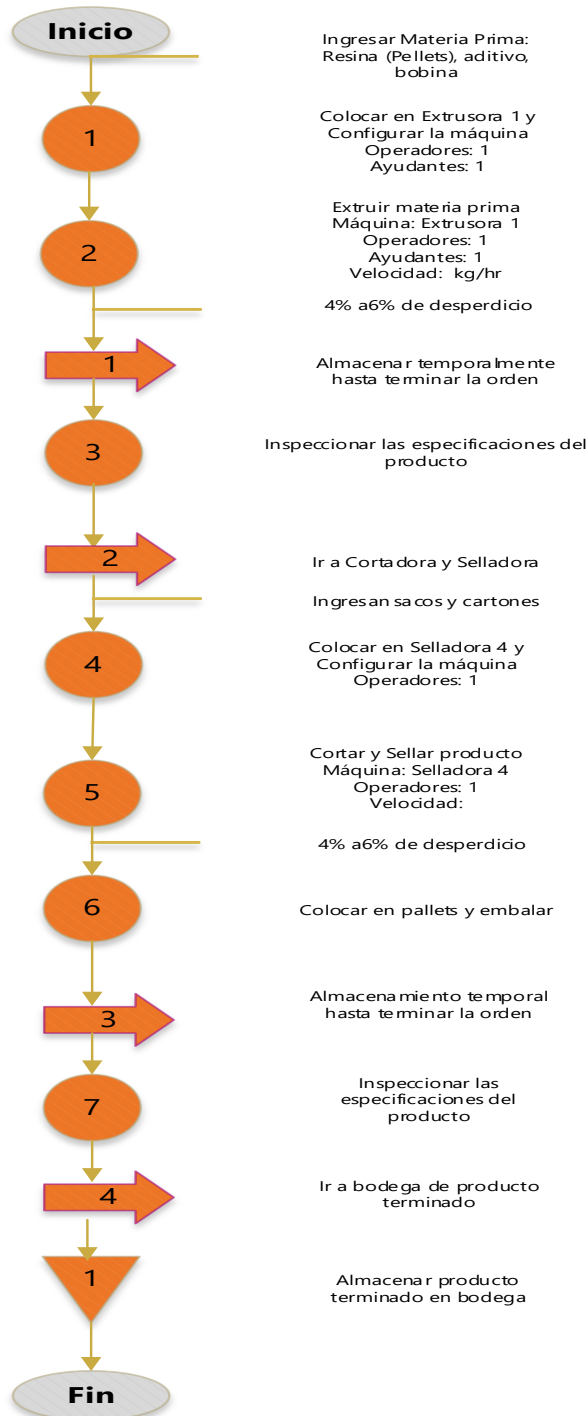
Tabla 2.7 Diagrama de Procesos Familia de Productos – Fundones E1

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Fundones E1



2.1.2 Validación de Datos

A los datos de los Tiempos de Cambios proporcionados por la empresa Plásticos S.A, se les realizó una verificación en el Control Diario de Producción, se utilizó la ayuda del Software Minitab 17 para determinar la Distribución de Probabilidades de las diferentes máquinas que tiene la empresa, entre esas esta las Impresoras Comexi y Novagraff, las Extrusoras, las Selladoras y las Cortadoras.

Antes de realizar las Distribuciones Probabilísticas, se hizo un análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas, como se muestra en la figura 2.4.

Estadísticos descriptivos: Cambios Comexi										
Error estándar de la										
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Cambios Comexi	103	0	102,31	4,95	50,24	10,00	70,00	95,00	125,00	300,00
N para										
Variable	Rango	IQR	Modo	moda						
Cambios Comexi	290,00	55,00	90	7						

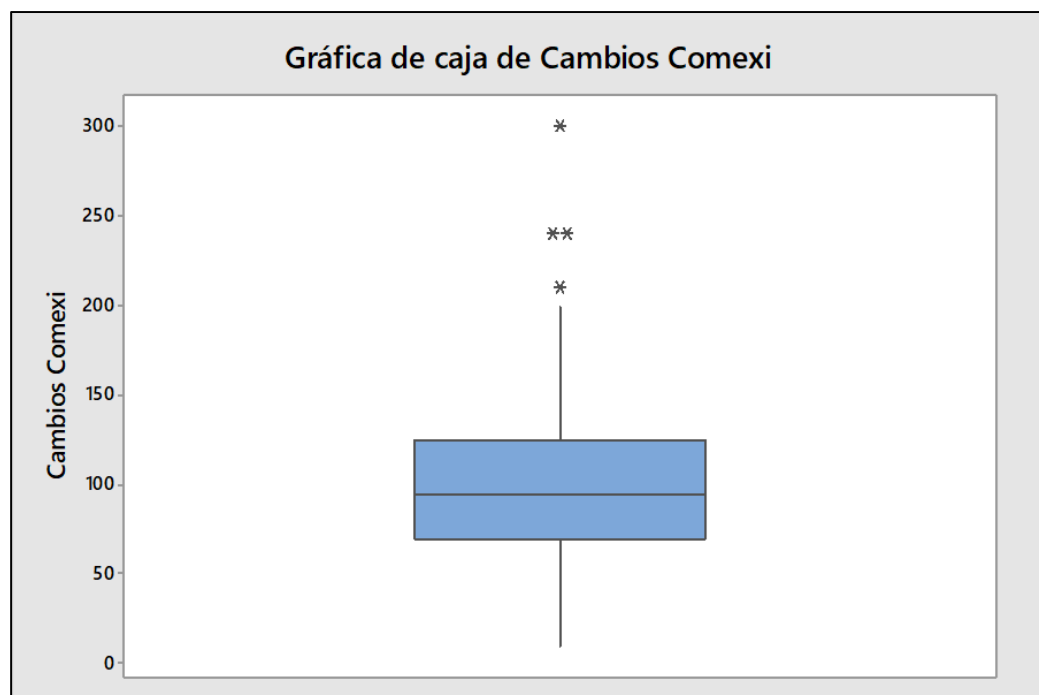


Figura 2.4 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambio de Impresora Comexi

Elaboración propia.

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución Probabilística de los Tiempos de Cambios de Impresora Novagraff, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan los datos como se muestra en la figura 2.5.

Gráfica de ID de distribución para Cambios Comexi

Estadísticas descriptivas

N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
99	0	96,4444	41,0881	92	10	199	0,267640	-0,0579273

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	0,405	0,347
Exponencial	14,654	<0,003
Weibull	0,439	>0,250
Gamma	1,179	<0,005

Estimaciones ML de los parámetros de distribución

Distribución	Valor			
	Ubicación	Forma	Escala	umbral
Normal*	96,44444		41,08806	
Exponencial			96,44444	
Weibull		2,50420	108,43508	
Gamma		4,35873	22,12671	

* Escala: Estimación de ML ajustado

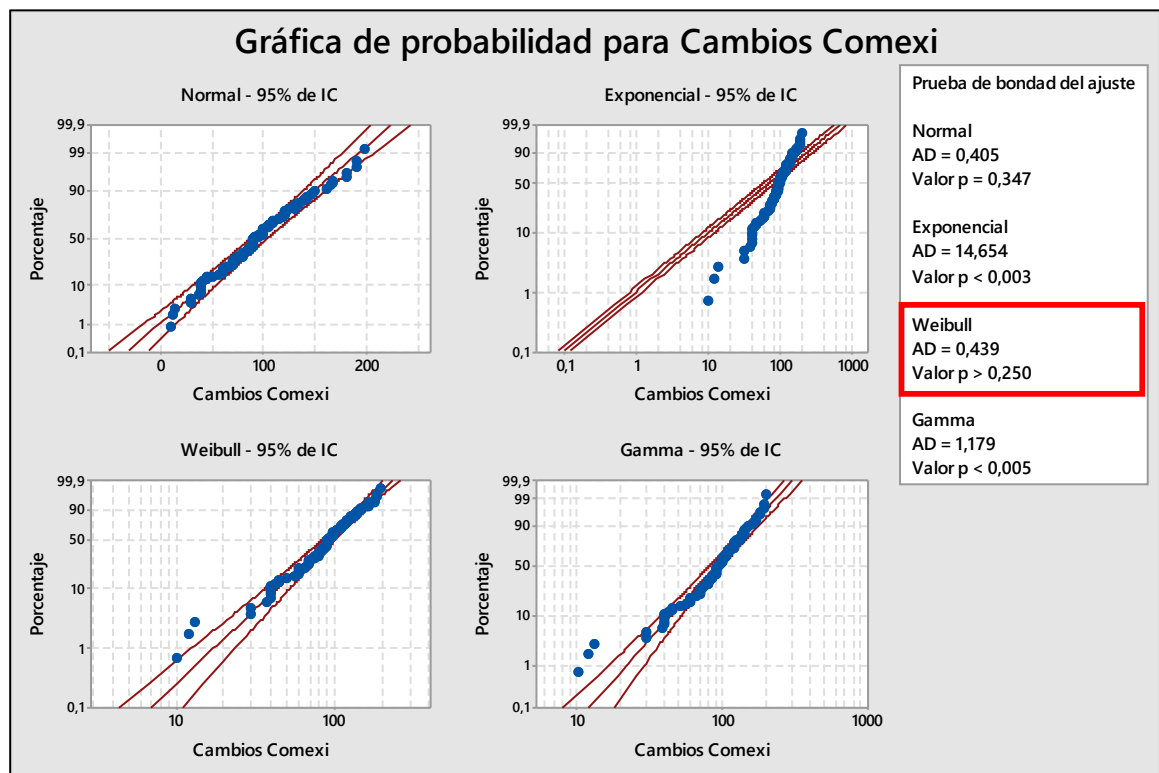


Figura 2.5 Gráfica de Probabilidad para Tiempo de Cambio Impresora Comexi

Elaboración propia.

Con la realización de los Tiempos de Cambios de Impresora Comexi, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Impresora Comexi sigue una Distribución Weibull.

H1: El Tiempo de Cambio de Impresora Comexi no sigue una Distribución Weibull.

En donde a partir de un valor p igual a 0.250 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Impresora Comexi sigue una Distribución Weibull.

Este análisis se realizó para todas las máquinas y se encuentra en el apéndice.

Los mantenimientos de las máquinas son planificados por el Departamento de Producción cuando se envían las órdenes de producción a la planta, de tal forma que están incluidos en la información proporcionada por el área, ya que estos valores se toman como históricos en el plan de recolección de datos.

Se obtuvo de la base de datos de la empresa Plásticos S.A. la información de los Paros No Planeados que ocurrieron en dos meses, en donde se analizaron los datos en el Programa Stat Fit para determinar que tipo de distribución probabilística siguen, en la figura 2.6 se muestra el análisis de la duración de los paros no planeados de la Impresora Comexi.

distribution	rank	acceptance
Exponential[0.42, 1.52]	100	do not reject
Lognormal[0.284, 4.16e-002, 1.04]	79.5	do not reject
Normal[1.94, 1.56]	12.2	do not reject
Uniform[0.42, 6.47]	0.	reject

Figura 2.6 Análisis de Paros No Planeados de la Impresora Comexi

Elaboración propia.

2.1.3 Modelo de Simulación de la Situación Actual de la Empresa

2.1.3.1 Descripción del Caso de Estudio

Para conocer un poco sobre la situación actual de la empresa Plásticos S.A, se va a mostrar en la figura 2.7 la secuencia de cómo es el proceso de producción por donde pasan las familias de productos, las cuales son las fundas naturales, fundas impresas, rollos naturales y rollos impresos.

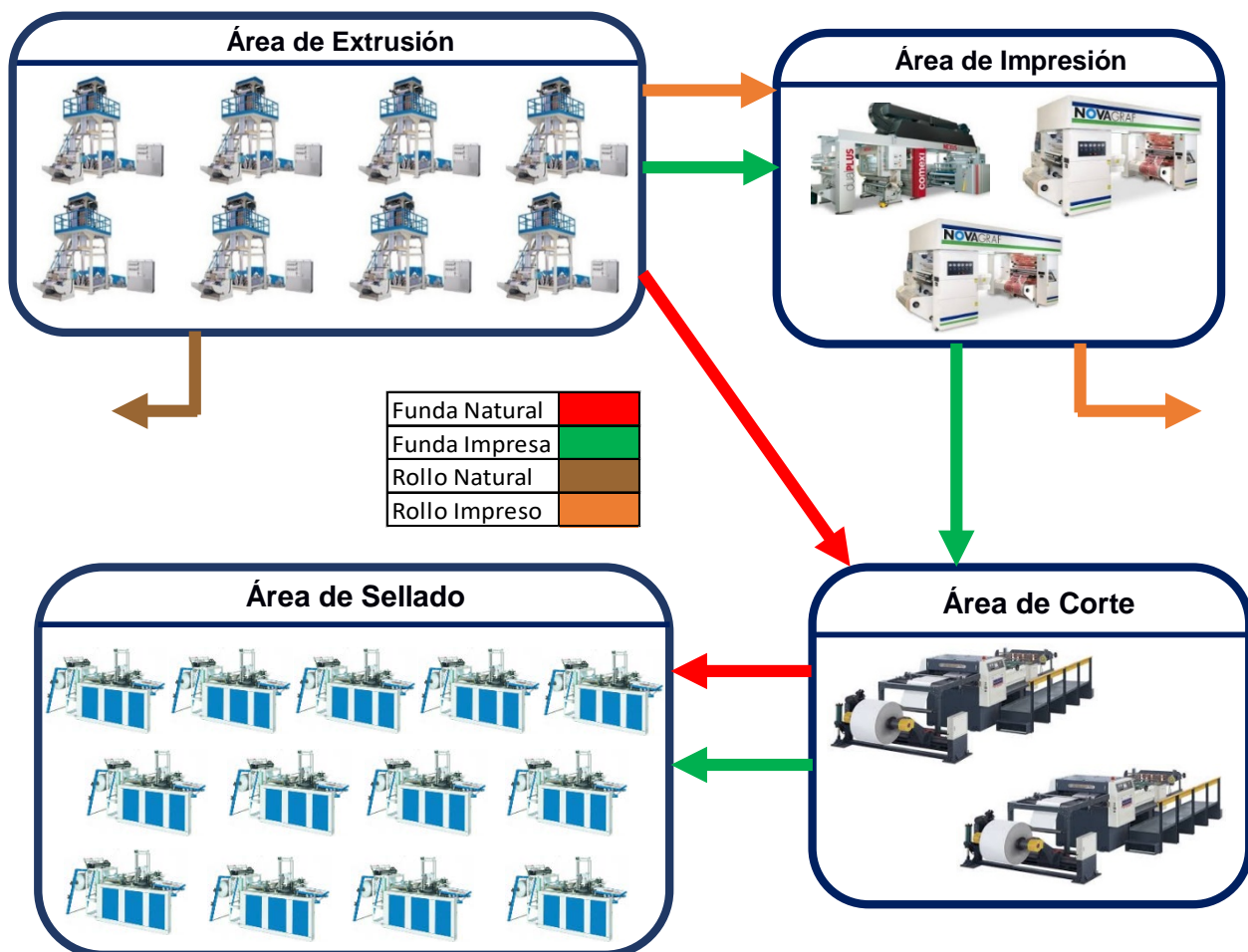


Figura 2.7 Diagrama del Proceso de Producción de rutas por familias de productos

Elaboración propia.

2.1.3.2 Descripción de la maquinaria de la Empresa

El área de producción de la empresa consta de algunas máquinas, las cuales están detalladas en la siguiente tabla 2.8 y en la tabla 2.9 se encuentran los procesos que se realizan en las diferentes máquinas.

Tabla 2.8 Descripción de máquinas

Nombre	Descripción	Tipo de Proceso
E1	Gloucester 115	Extrusión
E2	Covex 60	Extrusión
E4	Carnevalli 70	Extrusión
E5	Covex 45	Extrusión
E6	Fong Kee 55	Extrusión
E7	Matila CT - SH45	Extrusión
E8	Carnevalli Coextrusora	Extrusión
E99	Novagraf E99	Impresión
E100	Novagraf E100	Impresión
E101	Comexi E101	Impresión
E98	Novagraf E98	Corte
E97	Megassteel E97	Corte
S1	Sheldahl B-308 #1	Sellado
S2	NPU 308 B #2	Sellado
S2A	HECE 1100 #2A	Sellado
S4	ROAN 4000 #4	Sellado
S5A	Polimáquina #5A	Sellado
S6A	Polimáquina #6A	Sellado
S11	HECE 700 #11	Sellado
S12	Maquinplast #12	Sellado
S9	Lung Meng #9	Sellado
S7	Camisetera #7	Sellado
S13	Precorte #13	Sellado

Elaboración propia.

Tabla 2.9 Descripción de Procesos

Nombre	Descripción
Extrusión	Proceso de conversión de polietileno a láminas/rollos
Impresión	Proceso de Impresión de Rollos
Corte	Proceso de corte de Rollos
Sellado	Proceso de sellar fundas

Elaboración propia.

2.1.3.3 Descripción del Modelo de Simulación

Creación de las Entidades

Las entidades son cualquier parte o pieza que va a fluir a lo largo del proceso de la simulación. Las entidades se muestran en la figura 2.8.

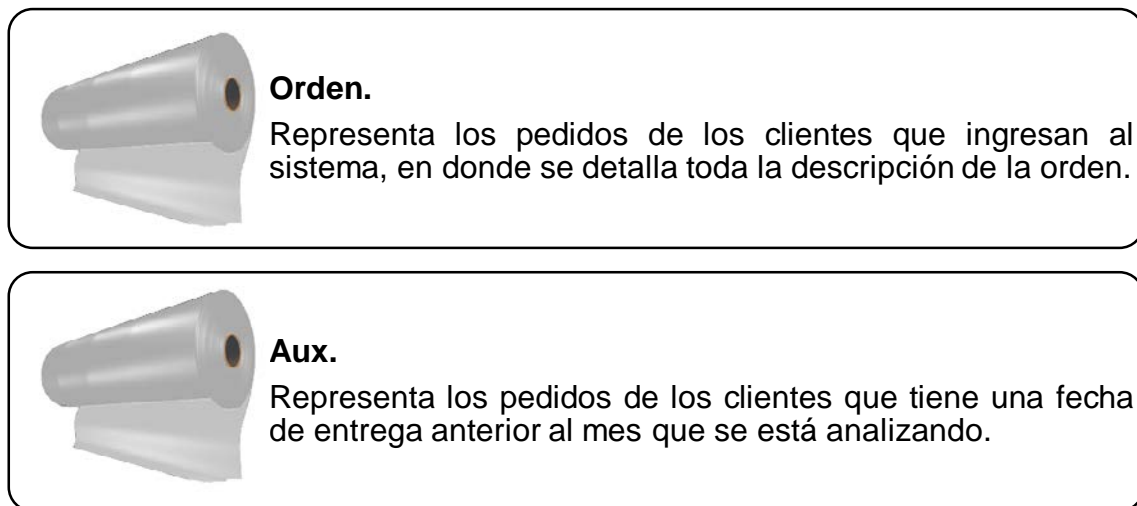


Figura 2.8 Descripción de las entidades

Elaboración propia.

Creación de las Locaciones

Las locaciones están representadas por equipos, máquinas y recursos en donde las entidades serán procesadas en el sistema, como se muestra en la figura 2.9.



Arribo_ordenes.

- Esta locación representa la liberación de las órdenes que serán procesadas.
- Estas órdenes van a ser importadas desde un archivo de excel.



Buffer_Extrusoras.

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por las extrusoras 3,5,6 y 7.



Buffer_Ext1

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la extrusora 1.



Buffer_Ext2

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la extrusora 2.



Buffer_Ext4

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la extrusora 4.



Buffer_Ext8

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la extrusora 8.



Extrusoras

- Esta locación representa a las máquinas extrusoras 3,5,6 y 7.



Extrusora_1

- Esta locación representa la máquina extrusora 1.



Extrusora_2

- Esta locación representa la máquina extrusora 2.



Extrusora_4

•Esta locación representa la máquina estrusora 4.



Extrusora_8

•Esta locación representa la máquina estrusora 8.



Buffer_Impresora1

•Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la impresora 1.



Buffer_Impresora2

•Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la impresora 2.



Buffer_Impresora3

•Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la impresora 3.



Impresora1

•Esta locación representa la máquina impresora 1.



Impresora2

•Esta locación representa la máquina impresora 2.



Impresora3

•Esta locación representa la máquina impresora 3.



Buffer_Cortadora1

•Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la Cortadora 1.



Buffer_Cortadora2

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la Cortadora 2.



Cortadora1

- Esta locación representa la máquina cortadora 1.



Cortadora2

- Esta locación representa la máquina cortadora 2.



Buffer_Selladora1

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la selladora 1.



Buffer_Selladora2

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la selladora 2.



Buffer_Selladora2A

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la selladora 2A.



Buffer_Selladora4

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la selladora 4.



Buffer_Selladora5A

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la selladora 5A.



Buffer_Selladora6A

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la selladora 6A.



Buffer_Selladora7

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la selladora 7.



Buffer_Selladora8

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la selladora 8.



Buffer_Selladora9

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la selladora 9.



Buffer_Selladora10

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la selladora 10.



Buffer_Selladora11

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la selladora 11.



Buffer_Selladora12

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la selladora 12.



Buffer_Selladora13

- Esta locación representa la cola de aquellas ordenes que serán procesadas por la selladora 13.



Selladora1

- Esta locación representa la máquina selladora 1.



Selladora2

- Esta locación representa la máquina selladora 2.



Selladora2A

- Esta locación representa la máquina selladora 2A.



Selladora4

- Esta locación representa la máquina selladora 4.



Selladora5A

- Esta locación representa la máquina selladora 5A.



Selladora6A

- Esta locación representa la máquina selladora 6A.



Selladora7

- Esta locación representa la máquina selladora 7.



Selladora8

- Esta locación representa la máquina selladora 8.



Selladora9

- Esta locación representa la máquina selladora 9.



Selladora10

- Esta locación representa la máquina selladora 10.



Selladora11

- Esta locación representa la máquina selladora 11.

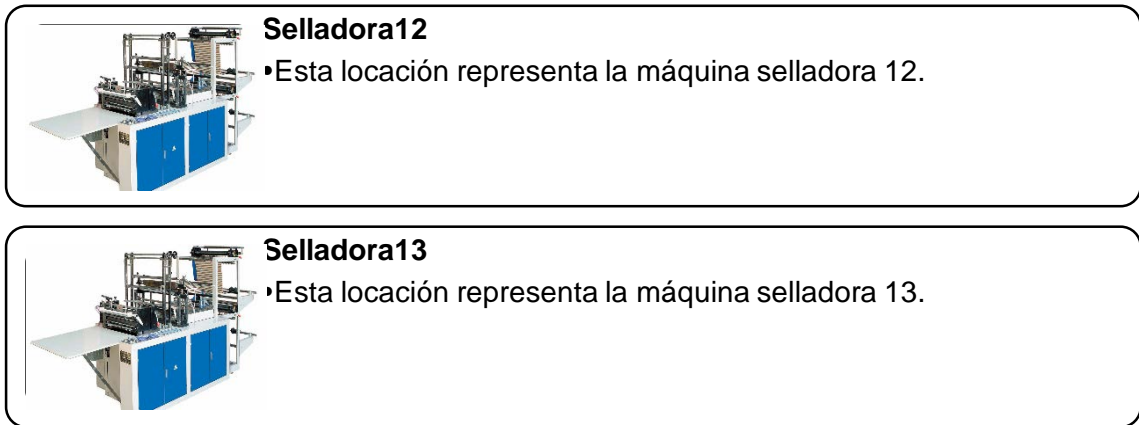


Figura 2.9 Descripción de las locaciones

Elaboración propia.

Creación de los Atributos

Los atributos son una condición inicial, en donde se detalla la descripción de la orden, como se muestra en la tabla 2.10.

Tabla 2.10 Descripción de atributos de las órdenes

Atributo	Tipo	Descripción
Días	Entero	Representa los días en la que tiene una orden debe de ser entregada. (Tiempo de entrega estándar).
Fecha entrega	Entero	Corresponde a la fecha en la que se le debe de entregar al cliente el pedido.
KGorden	Real	Indica la cantidad en kilogramos a procesar de la orden.
MTorden	Real	Indica la cantidad de metros a procesar de la orden.
Fundas orden	Real	Representa la cantidad de fundas a procesar que tiene una orden.

Ext	Entero	Corresponde al número de la extrusora en la cual la orden tiene que ser procesada. (Extrusora 0,1,2,4,8 y 5*). *la extrusora número 5 corresponde a las máquinas extrusoras 3,5,6 y 7.
Imp	Entero	Corresponde al número de la impresora en la cual la orden tiene que ser procesada. (Impresora 1,2 y 3).
Cor	Entero	Corresponde al número de la Cortadora en la cual la orden tiene que ser procesada. (Cortadora 1 y 2).
Sel	Entero	Corresponde al número de la selladora en la cual la orden tiene que ser procesada. (Selladora 1,2,2A,4,5A,6A,7,8,9,10,11,12 y 13).
Velext	Entero	Indica la velocidad en la que debe ser procesada la orden en extrusión.
Velimp	Entero	Indica la velocidad en la que debe ser procesada la orden en impresión.
Velcor	Entero	Indica la velocidad en la que debe ser procesada la orden en la cortadora.

Vessel	Entero	Indica la velocidad en la que debe ser procesada la orden en la selladora.
Cod orden	Entero	Corresponde al código de la orden que llegue al sistema.
Entrada	Real	Indica la hora en la que llega una orden al sistema.
Salida	Real	Indica la hora en la que sale una orden del sistema.

Elaboración propia.

Creación de las Variables

- Contador a tiempo: Cuentas cuando una orden ha sido terminada dentro del tiempo estándar.
- Contar atrasos: Cuentas cuando una orden no ha sido terminada dentro del tiempo estándar.

2.1.3.4 Programación del Modelo de Simulación

Mediante el levantamiento de datos se pudo tomar la información necesaria para representar en un modelo de simulación las condiciones y restricciones bajo las cuales trabaja la empresa.

Es importante que el modelo de simulación tenga el mismo comportamiento al que existe en la empresa para poder asegurar que cualquier cambio que se realice arroje resultados muy cercanos a los que se obtendrían si se llegase a implementar

En el primer modelo se simulará la situación actual de la empresa en el cual se evaluarán los resultados que se obtengan y estos deben ser similares a los que obtuvo la empresa en los últimos meses, principalmente en el Indicador de entregas a tiempo ya que es uno de los más importantes de monitorear por su ventaja competitiva, en la figura 2.10 se muestra un esquema de los recursos que se tienen en la empresa representados en el modelo de simulación.

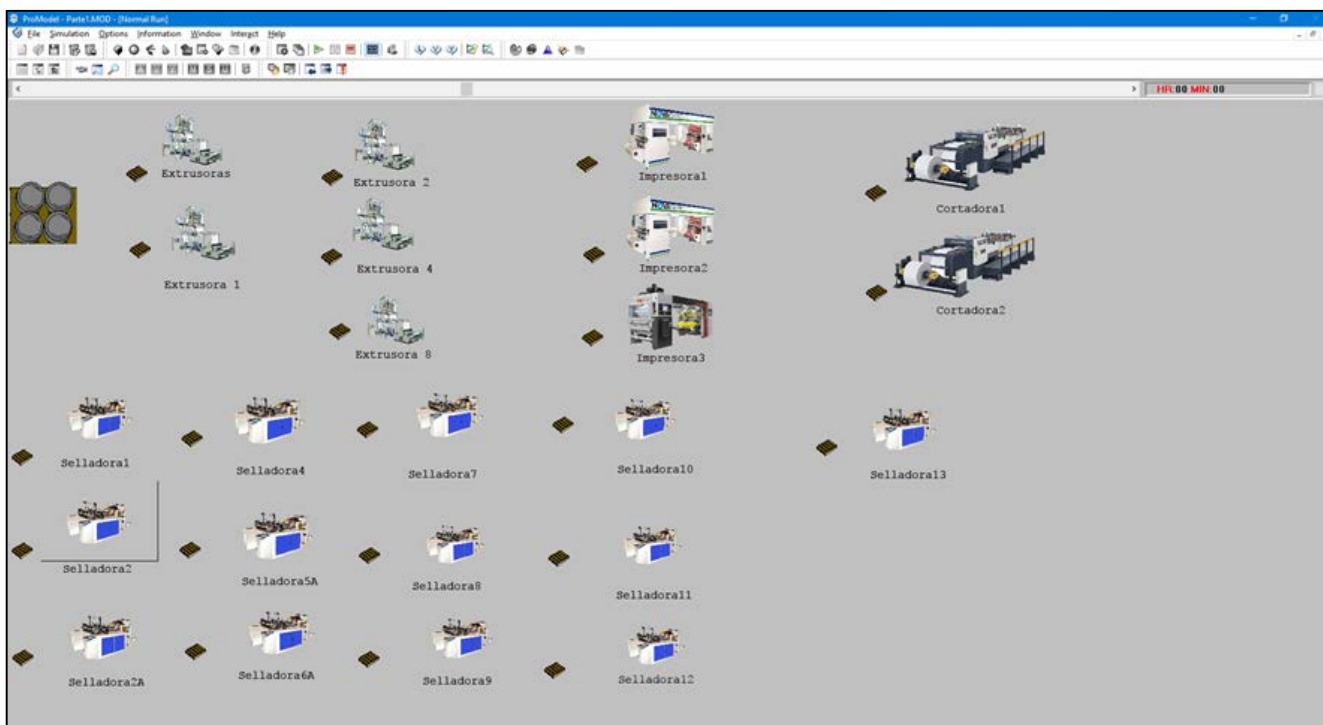


Figura 2.10 Modelo de Simulación de la empresa Plásticos S.A.

Elaboración propia.

En la programación del modelo se definen todas las operaciones y actividades que se realizan para procesar una orden.

La información de las ordenes de producción con todas sus especificaciones son importados de un documento de Excel.

A continuación, en la figura 2.11 se muestra una parte de la programación para comprender el funcionamiento del modelo, en esta parte se muestra cómo se dirigen las órdenes a la máquina donde deben ser procesadas dependiendo de las características del producto, las cuales están detalladas en el archivo Excel del cual son importados los datos.

La programación completa del modelo se encuentra en la parte de anexos en el apéndice.

```

*****
*                               *
*                               Processing                               *
*                               *
*****
*                               Process                               *
*                               Routing                               *
*                               *
Entity Location  Operation      Blk Output Destination  Rule  Move Logic
-----
ALL  arribo_ordenes  if ext=1
                               then route 2
                               else if ext=2
                               then route 3
                               else if ext=4
                               then route 4
                               else if ext=8
  
```

```

then route 5
  if ext=0 then

      BEGIN
          if imp =1
          then route 6
          Else if imp=2
          then route 7
          Else if imp=3
          then route 8
      END

  if ext=5
  then route 1  1  orden  Buffer_Extrusoras  FIRST 1  Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                2  orden  Buffer_Ext1      FIRST 1  Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                3  orden  Buffer_Ext2      FIRST 1  Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                4  orden  Buffer_Ext4      FIRST 1  Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                5  orden  Buffer_Ext8      FIRST 1  Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                6  orden  Buffer_Impresora1 FIRST 1  Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                7  orden  Buffer_Impresora2 FIRST 1  Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                8  orden  Buffer_Impresora3 FIRST 1  Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)

  ALL  Buffer_Extrusoras      1  ALL  Extrusoras      FIRST 1
  ALL  Buffer_Ext1           1  ALL  Extrusora_1    FIRST 1
  ALL  Buffer_Ext2           1  ALL  Extrusora_2    FIRST 1
  ALL  Buffer_Ext4           1  ALL  Extrusora_4    FIRST 1
  ALL  Buffer_Ext8           1  ALL  Extrusora_8    FIRST 1

```

Figura 2.11 Programación del modelo

Se realizaron 15 réplicas para poder calcular el n de réplicas necesario para que los resultados que se obtengan nos den un 95% de confianza estadística, siendo así el número de réplicas a realizar de 122, se realizarán 300 réplicas para tener mayor confiabilidad de los datos.

Con los datos obtenidos a partir de las 300 réplicas se utilizó el Software Minitab para realizar una prueba t de una muestra de diferencia de medias, para determinar si el modelo tenía un comportamiento similar al real de la empresa.

Desde el mes de enero de 2016 a la actualidad se tiene que el indicador de entregas a tiempo es en promedio 90,25%.

Con el modelo inicial se pudo determinar el indicador de entregas a tiempo, mostrado en la figura 2.12.

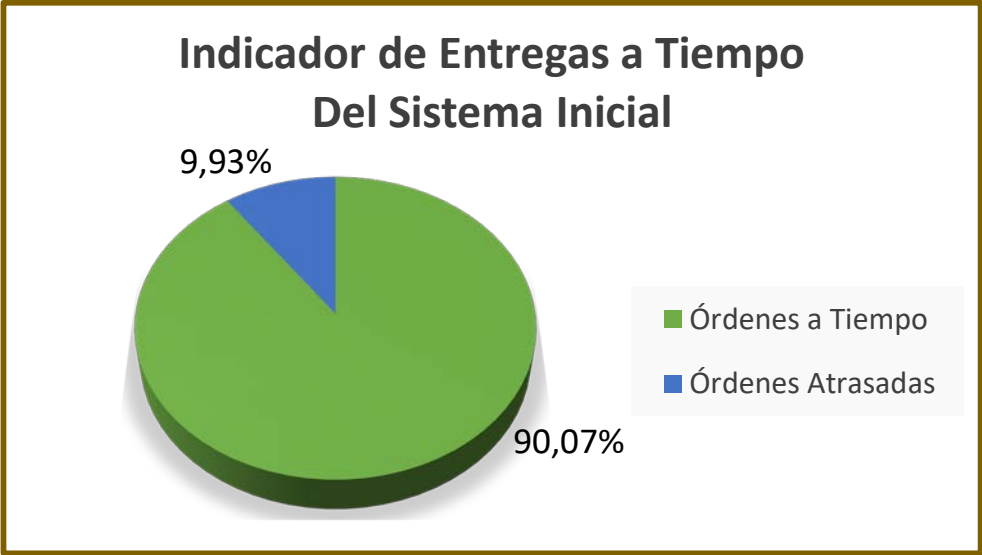


Figura 2.12 Indicador de Entregas a Tiempo del Modelo Inicial

Elaboración propia.

T de una muestra: EAT del Sistema Inicial							
Prueba de $\mu = 90,25$ vs. $\neq 90,25$							
Error estándar de la							
Variable	N	Media	Desv.Est.	media	IC de 95%	T	P
EAT	300	90,076	1,788	0,103	(89,873; 90,280)	-1,68	0,094

Realizando una prueba t-student de diferencia de medias con ayuda del software Minitab se pudo determinar que no existe suficiente evidencia estadística para decir que el indicador de entregas a tiempo del modelo y el obtenido por Plásticos S.A. son diferentes.

2.1.4 Plan de Verificación de Causas

Para el Plan de Verificación de Causas se hizo un análisis de los factores que impactan en el problema de atrasos en las órdenes, se realizó una lluvia de ideas y a cada una de las causas se les hizo diferentes tipos de análisis, para determinar las causas raíces y poder proporcionar una solución. Entre las herramientas para el Plan de Verificación de

Causas tenemos Diagrama Ishikawa, Árbol de Decisiones, Matriz de Medición de Impacto, Matriz de Priorización y el Análisis 5 ¿Por qué?.

2.1.4.1 Lluvia de Ideas

Se realizó una reunión en conjunto con el equipo de trabajo de la empresa Plásticos S.A, entre esos está el Coordinador de TOC, Jefe de Calidad, Planificadora de Producción y Coordinador de Producción.

En donde se juntaron todas las ideas del equipo de trabajo lo cual ayuda a generar ideas sobre el problema de los atrasos en las órdenes.

Lista de la Lluvia de Ideas

- No se realiza monitoreo de cargas para hacer la programación.
- Existen órdenes que no aparecen en el sistema.
- Por escasas de materia prima.
- Por averías de máquinas.
- Falta de mantenimiento predictivo.
- Mala coordinación entre ventas y producción.
- Falta de accesorios de máquinas.
- Restricción en procesos que realizan las máquinas.
- Difícil asignar tiempos de entrega.
- Mala priorización de las órdenes.
- Falta de aprobación de la orden de producción.
- Falta de planos mecánicos.
- El sistema que utilizan no les permitía planificar bien porque no tomaban bien todas las condiciones de las máquinas.
- Cuando hay órdenes muy grandes puede generar tiempos de máquinas ociosas
- Por fallos de máquinas.
- Que cuando el proceso pasa por muchas máquinas suelen atrasar las órdenes.
- El sistema de planificación tiene restricciones.
- Mala programación de órdenes.

- Ventas planifica tiempos en entregas muy rápidos.

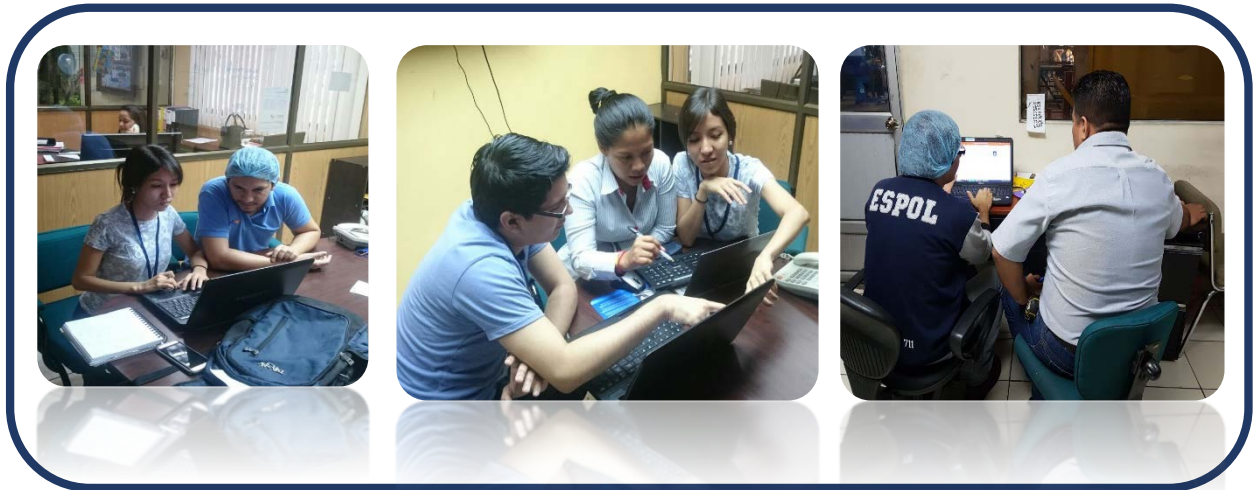


Figura 2.13 Reuniones para generación de lluvia de ideas

2.1.4.2 Diagrama Ishikawa (Espina de Pescado).

Con ayuda de la lluvia de ideas, se elaboró un Diagrama Ishikawa (Espina de Pescado) que represente de forma más organizada las causas del problema, en donde en cada espina del pescado se encuentra un conjunto de sub-factores entre ellos Método, Medio, Materiales y Máquinas.

En la figura 2.14 se muestran las causas encontradas por el problema de retrasos en las órdenes.

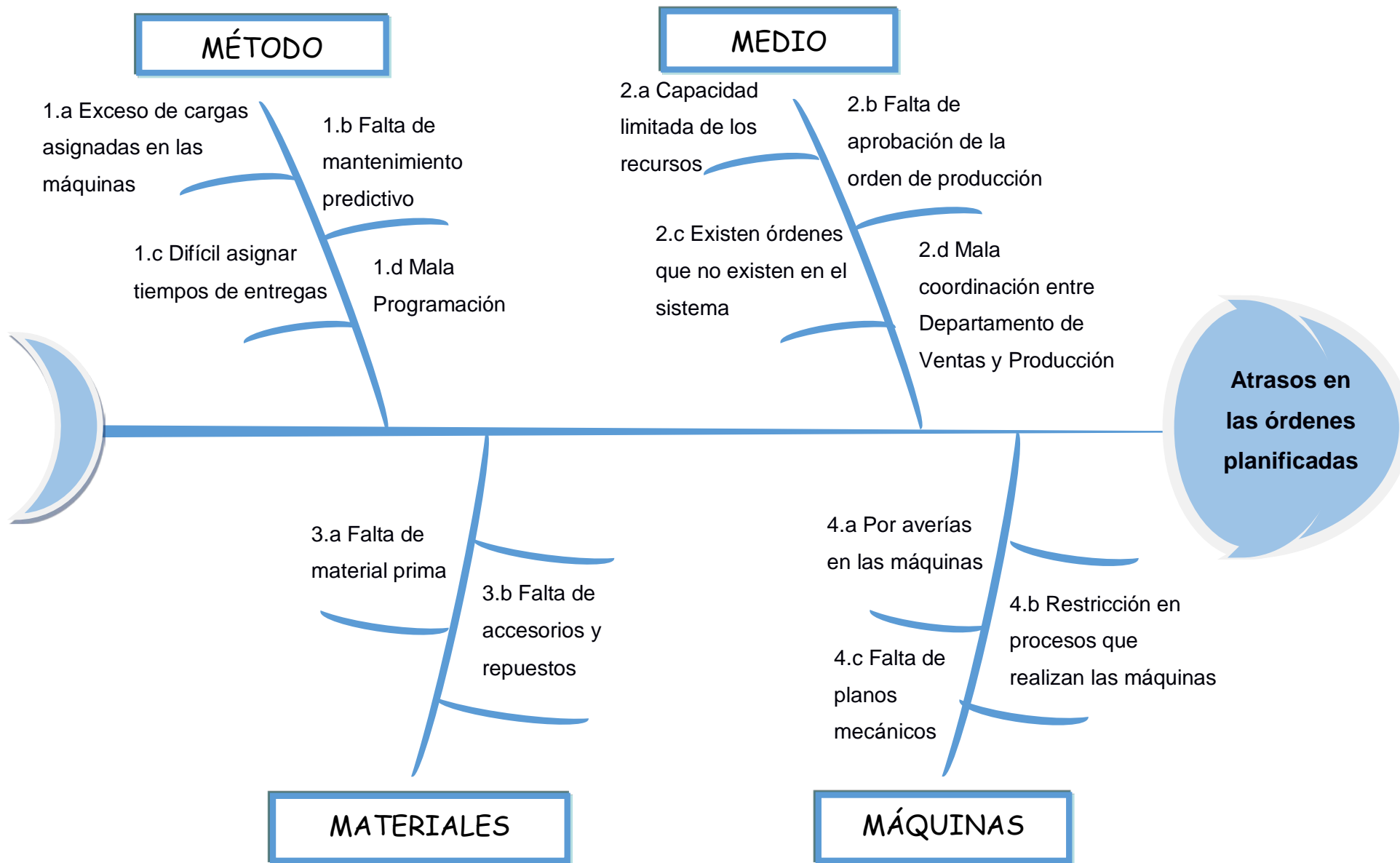


Figura 2.14 Diagrama Ishikawa (Espina de Pescado)

Elaboración propia.

2.1.4.3 Árbol de Decisiones

Esta herramienta ayuda a representar todas las alternativas de forma secuencial para que la toma de decisiones, sea más fácil de interpretar y cada rama representa diferentes alternativas, se muestra en la siguiente figura 2.15 el árbol de decisiones del problema.

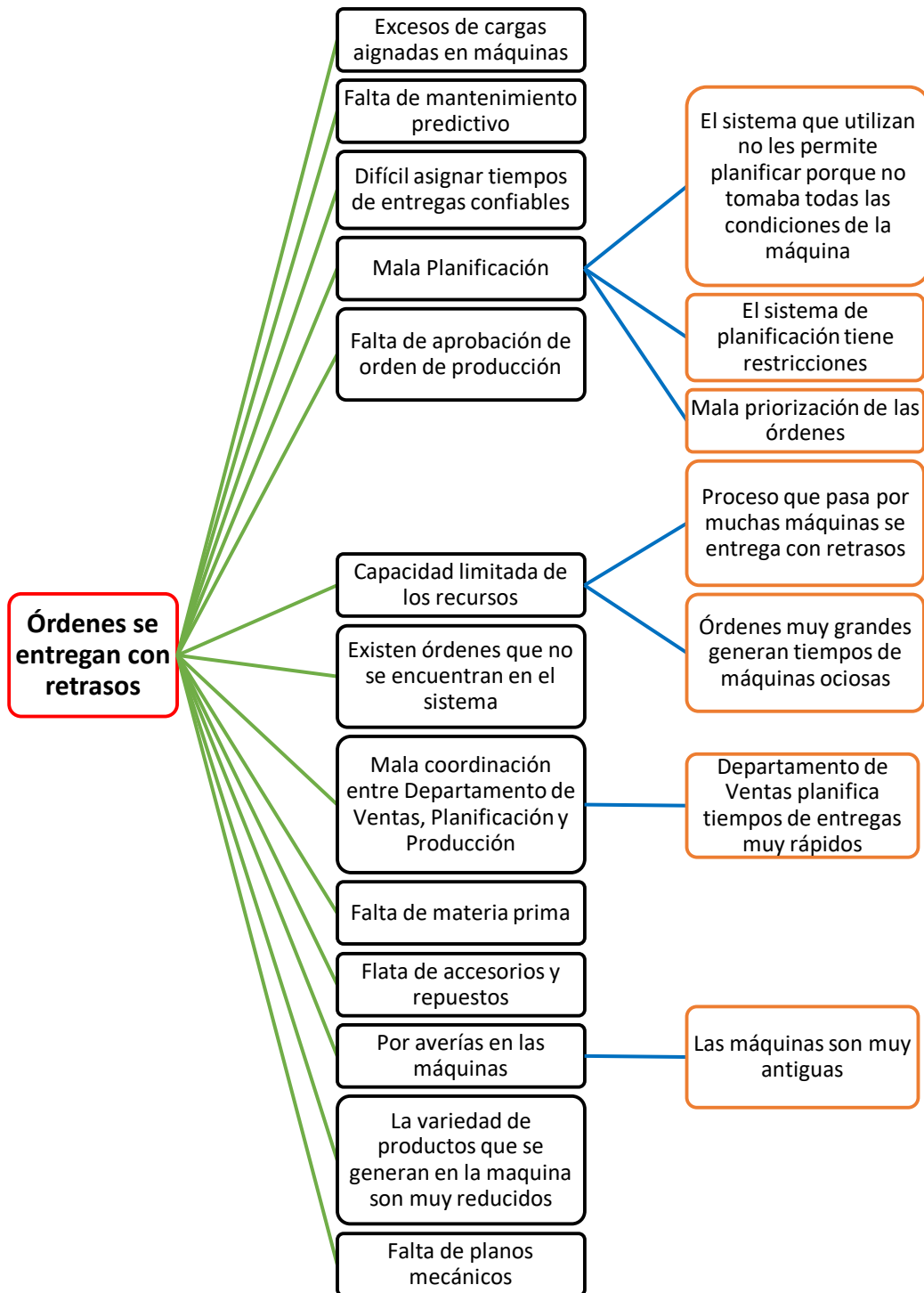


Figura 2.15 Árbol de Decisiones

Elaboración propia.

2.1.4.4 Matriz de Medición de Impacto

Esta herramienta permite medir el impacto de cada una de las causas propuestas por el equipo de trabajo, en donde a las causas se les da un valor por severidad, ocurrencia y costos, los valores máximos y mínimos son cuatro y uno respectivamente.

El valor de impacto se los clasifica en alto impacto y bajo impacto, en donde a los mayores de 32 se los representa como causas potenciales al problema. Como se puede observar en la siguiente tabla 2.11.

Tabla 2.11 Matriz de Medición de Impacto

No.	Causa	Severidad	Ocurrencia	Costos	Impacto
1	Exceso de carga asignada en máquinas.	4	3	3	36
2	Difícil asignar tiempos de entregas confiables.	3	4	3	36
3	Falta de mantenimiento predictivo.	4	2	3	24
4	Mala planificación.	4	4	4	64
5	Capacidad limitada de los recursos.	4	3	3	36
6	Falta de aprobación de la orden de producción.	3	2	2	12
7	Existen ordenes que no se encuentran en el sistema.	3	2	4	24
8	Mala coordinación entre departamento de ventas, planificación y producción.	4	4	3	48
9	Falta de materia prima.	4	2	3	24
10	Falta de accesorios y repuestos.	3	2	3	18
11	Por averías en las máquinas.	3	2	3	18
12	Falta de planos mecánicos.	3	2	2	12
13	Restricción en procesos que realizan las máquinas.	2	2	2	8
Alto Impacto					≥ 32
Bajo Impacto					≤ 32

Elaboración propia.

2.1.4.5 Matriz de Priorización de Causas

Esta herramienta nos permite evaluar las causas para poder determinar cuales tienen mayor impacto, como se puede ver la figura 2.16 entre las que tenemos con alto impacto y fáciles de controlar son:

- Exceso de carga asignada en máquinas.
- Difícil asignar tiempos de entregas confiables.
- Mala planificación.
- Mala coordinación entre Departamento de Ventas, Planificación y Producción.

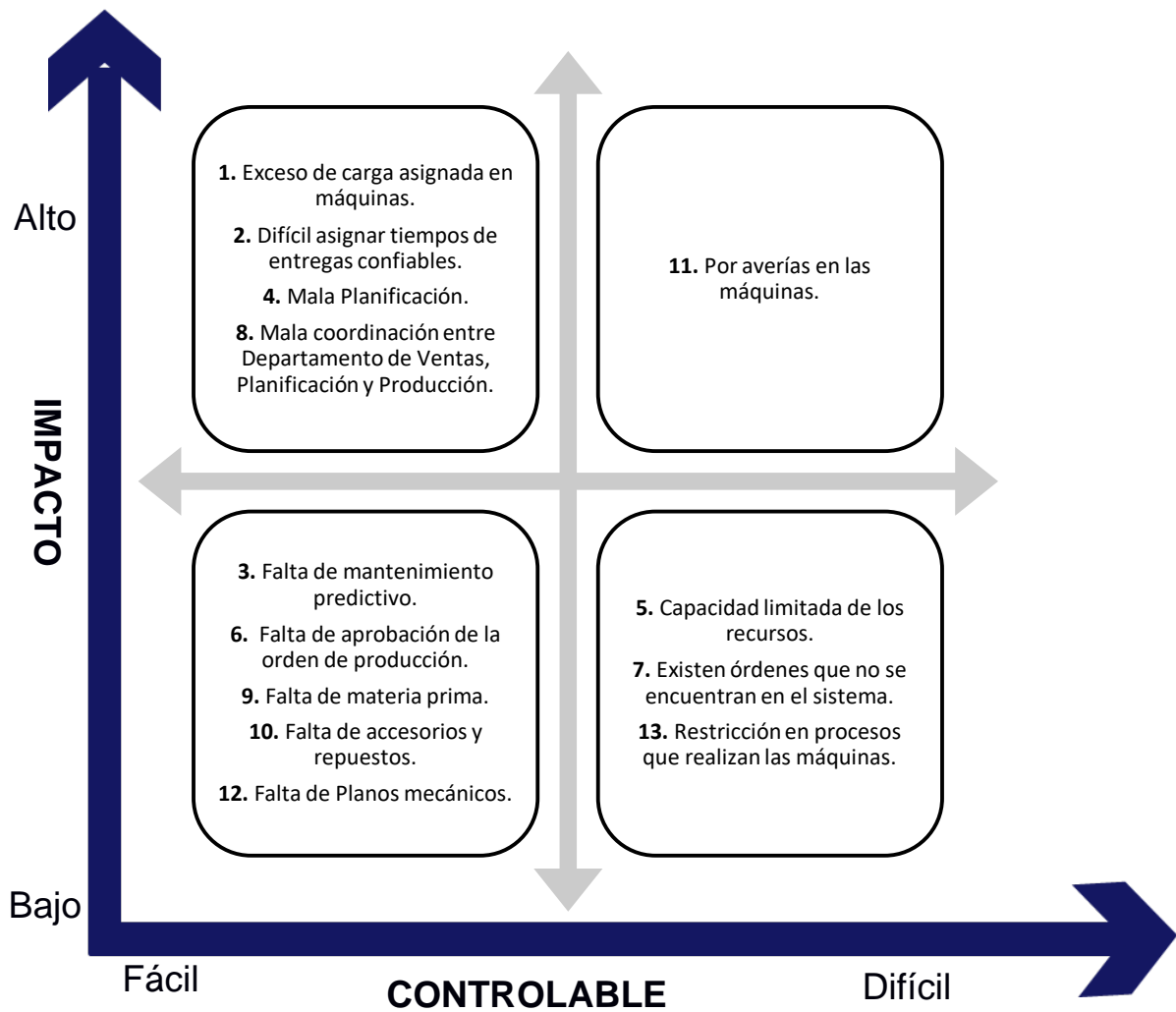


Figura 2.16 Matriz de Priorización de Causas

Elaboración propia.

2.1.4.6 Análisis 5 ¿Por Qué's?

Esta técnica permite realizar preguntas para determinar por qué se genera una causa y encontrar la raíz del problema, entre las causas a priorizar se tomaron las que tienen alto impacto y son fáciles de controlar de la Matriz de Priorización de Causas, el análisis de los 5 ¿Por qué? Pudiéndose observar este análisis en la tabla 2.12.

Tabla 2.12 Análisis 5 ¿Por Qué's?

Análisis 5 ¿Por Qué's?

Problema	Órdenes se entregan con atrasos					
¿Qué?	¿Por qué? 1	¿Por qué? 2	¿Por qué? 3	¿Por qué? 4	¿Por qué? 5	Causa Raíz
Exceso de carga asignada de las máquinas	Porque se programan órdenes en máquinas que ya están al 100% de la capacidad	Porque no hay monitoreo de la carga asignada	Porque el sistema de producción actual no se considera ese factor			Porque no existe un sistema de planificación y control de la producción, que considere todas las restricciones
Difícil de asignar tiempos de entregas confiables	Porque se desconoce si se terminara la orden en el tiempo establecido	Porque no existe un sistema para asociar los tiempos de producción con el tiempo de entrega	Porque se desconoce la necesidad de levantar la información			Porque no existe un sistema de planificación y control de la producción, que considere todas las restricciones
Mala Planificación	Porque solo se toma en cuenta el buffer estándar para programar la liberación de las órdenes	Porque no existe en el sistema la relación entre el tiempo de producción y el buffer estándar				Porque no existe un sistema de planificación y control de la producción, que considere todas las restricciones
Mala coordinación entre el Departamento de Ventas, Planificación y Producción	Porque el Departamento de Ventas ofrece órdenes con tiempos de entrega muy cortos	Porque desconocen desde cuándo pueden liberar órdenes nuevas				Porque no existe un sistema de planificación y control de la producción, que considere todas las restricciones
Capacidad limitada de los recursos	Porque se tiene un número de máquinas fijas					Porque no se han adquirido nuevos equipos

Elaboración propia

2.2 Fase de Mejora

En esta Fase de Mejora hay que proponer alternativas que puedan solucionar las causas raíces encontradas, las dos causas raíces que se determinaron son: porque no existe un sistema de planificación y control de la producción que considere todas las restricciones y la otra es porque no se han adquirido nuevos equipos.

2.2.1 Soluciones Propuestas para las causas raíces

Con el Análisis 5 ¿Por Qué's? se determinaron dos causas raíces, en donde se planteó una alternativa de solución para cada causa raíz, como se muestra en la tabla 2.13.

Tabla 2.13 Soluciones Propuestas para cada causa raíz

Causa Raíz	Soluciones
Porque no existe un sistema de planificación y control de la producción que considere todas las restricciones.	Diseñar un sistema de control de producción basado en las restricciones actuales
Porque no se han adquirido nuevas máquinas.	Adquirir nuevas máquinas

Elaboración propia.

Cada una de las soluciones propuestas se analizó con los miembros del equipo de trabajo para determinar cuáles son aquellos requerimientos que el sistema de control de producción necesita para tomar en cuenta todas las posibles restricciones, como se muestra en la figura 2.17.



Figura 2.17 Reunión para lluvia de ideas de requerimientos para el sistema

Una vez analizados cuales son los requerimientos para el sistema se definió a cuál de las soluciones iba cada requerimiento, como se puede ver en la tabla 2.14.

Tabla 2.14 Requerimientos para las soluciones propuestas

Soluciones	Requerimientos
Diseñar un sistema de control de producción basado en las restricciones actuales.	<ul style="list-style-type: none"> • Considerar carga asignada a las máquinas para definir fechas de entregas confiables. • Alinear tiempos de entrega estándar con los tiempos de producción de las órdenes. • Definir velocidades de producción considerando tipo de producto, ruta y tamaño de la orden. • Capacitar involucrados en la planificación de producción sobre la Metodología TOC, administración de amortiguadores y del sistema de control de producción propuesto.
Adquirir nuevas máquinas.	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar Costo – Beneficio de aumentar capacidad de la planta.

Elaboración propia.

Para los requerimientos del sistema se analizó la opción de implementar y diseñar buffers tipo supermercado para productos que puedan causar atraso, con el propósito de que los productos que requieran de un mayor tiempo de procesamiento siempre se tenga un amortiguador de tiempo que ayude a tenerlos en stock.

Las soluciones propuestas para la implementación se muestran en la tabla 2.15.

Tabla 2.15 Soluciones Propuestas

Soluciones Propuestas
Diseñar un sistema de control de producción basado en las restricciones actuales.
Adquirir nuevas máquinas.
Diseñar buffers tipo supermercado para productos que pueden causar atrasos.

Elaboración propia.

2.2.2 Evaluación y Selección de Soluciones

Las soluciones propuestas son evaluadas en una matriz que mide la dificultad de implementación de cada una de estas, mediante los factores de costo relativo y se lo asocia con un valor de inversión alto, medio y bajo y el factor de esfuerzo que hace referencia a que tanto hay que trabajar para desarrollar la solución, como se puede ver en la tabla 2.16.

Tabla 2.16 Matriz de Dificultad de Implementación

Soluciones Propuestas	Costo Relativo	Esfuerzo	Dificultad de Implementación
Diseñar un sistema de control de producción basado en las restricciones actuales.	1	1	1
Adquirir nuevas máquinas.	5	5	25
Diseñar buffers tipo supermercado para productos que pueden causar atrasos.	3	3	9

Elaboración propia.

Se construyó una matriz de priorización de soluciones como se muestra en la figura 2.18, en donde se la clasificó en dos criterios; el impacto que se refiere a que tanto se puede mejorar el indicador de entregas a tiempo y el criterio de dificultad de implementación se refiere a que tan fácil o difícil es ejecutar la solución.

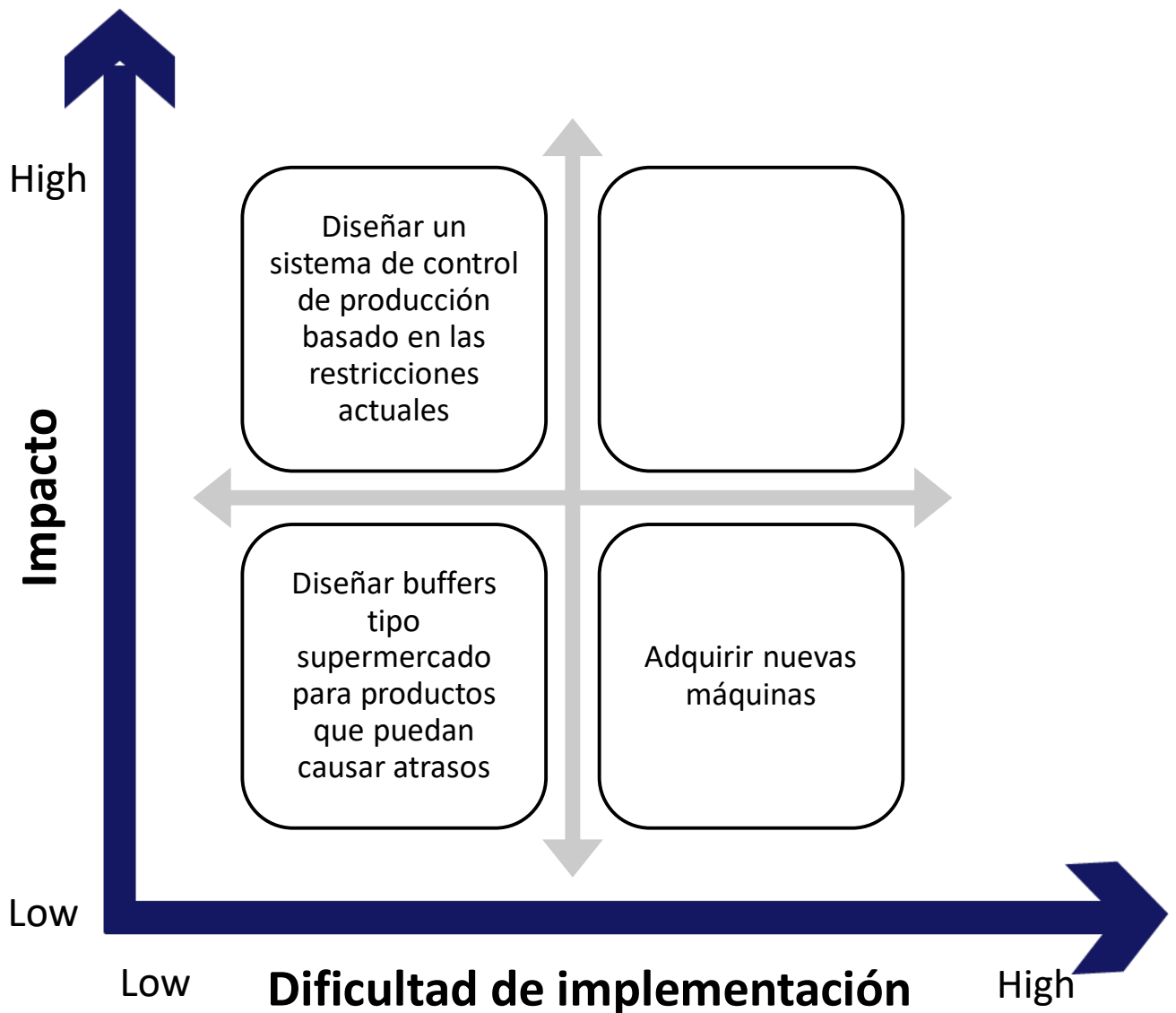


Figura 2.18 Matriz de Priorización de Soluciones

Elaboración propia.

Se elaboró un diagrama sobre la aplicación del nuevo sistema de control de planificación, considerando la información que se necesita ingresar en el mismo y además de esto una propuesta adicional al sistema de control basada en el desarrollo de un supermercado de los productos más críticos en tiempos de producción y uso de capacidad de los recursos, en la figura 2.19 se muestra el diagrama de la implementación del sistema de control de Producción.

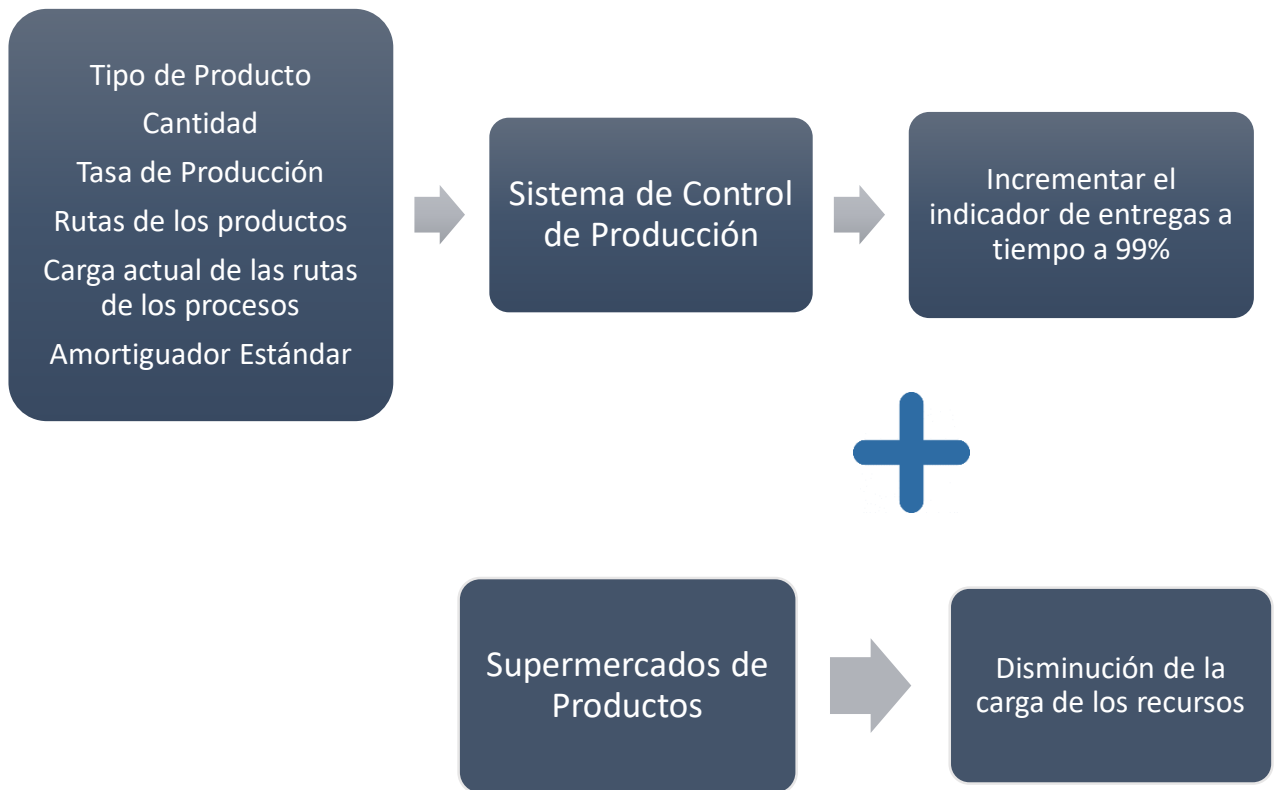


Figura 2.19 Diagrama de Implementación del sistema de control de Producción

Elaboración propia.

2.2.3 Plan de Implementación de Soluciones

Para la realización del Plan de Implementación de Soluciones nos basamos en la técnica de los 5W+1H, ya que este nos permite conocer todos los pasos necesarios para realizar la implementación además de los involucrados, en que parte de la empresa se van a implementar, el porqué y como se van a realizar.

En la tabla 2.17 se detalla todo el proceso para la implementación de las soluciones.

Tabla 2.17 Plan de Implementación de Soluciones

Plan de Implementación de Soluciones							
Proyecto:	Diseño de Control de Producción Pull basado en condiciones de Proceso de una Empresa PYME Ecuatoriana				Líder(es) del Proyecto:	Johnny Bailón Andrade Maité Estupiñán Chaw	
Causa Raíz	Soluciones	Problema	Requerimientos del Sistema	¿Porque Implementar?	¿Cómo Implementarlo?	¿Dónde se va a implementar?	Responsables
Porque no existe un sistema de planificación y control de la producción que considere todas las restricciones.	Diseñar un sistema de control de producción basado en las restricciones actuales.	Exceso de carga asignada a las máquinas.	1. Considerar carga asignada a las máquinas al definir fechas de entregas.	Porque al planificar las órdenes se prometen fechas de entregas que se atrasan porque las maquinas están cargadas.	Diseñar un sistema de control de carga asignada a los recursos.	Departamento de Planificación de Producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Líderes de Proyecto • Coordinador TOC
			2. Diseñar buffer tipo supermercado para productos que puedan generar atrasos.	Porque hay productos que generan muchos desperdicios y tiempos de cambios elevados.	Aplicación de Metodología Lean.	Planta de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Líderes de Proyecto • Coordinador TOC
		Difícil de asignar tiempos de entregas confiables.	3. Alinear tiempos de entrega estándar con los tiempos de producción de las órdenes.	Porque las fechas de entregas solo se asignan con un estándar sin considerar la cantidad pedida por el cliente.	Diseñar un sistema de control que compare estándar con tiempo de producción real de la orden.	Departamento de Planificación de Producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Líderes de Proyecto • Coordinador TOC

Porque no existe un sistema de planificación y control de la producción que considere todas las restricciones.	Diseñar un sistema de control de producción basado en las restricciones actuales.	Mala Planificación.	4. Definir velocidades de producción considerando tipo de producto, ruta y cantidad de la orden para establecer fechas de entregas confiables.	Porque no está levantada la información de a que velocidad se producen las órdenes.	Levantamiento de una base de datos.	Departamento de Planificación de Producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Líderes de Proyecto • Coordinador TOC
		Mala coordinación entre el Departamento de Ventas, Planificación y Producción.	5. Realizar capacitación sobre metodología TOC y administración de amortiguadores a todos los involucrados en la planificación de producción.	Porque el departamento de Ventas desconoce las metodologías que utiliza la empresa y no comprende como establecer fechas de entregas.	Capacitaciones al personal que esté involucrado en la planificación de producción.	Departamento de Ventas, Planificación y Coordinación de Producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Líderes de Proyecto • Coordinador TOC
Porque no se han adquirido nuevas máquinas.	Adquirir nuevas máquinas.	Capacidad limitada de los recursos.	6. Evaluar aumento de capacidad de las máquinas.	Porque existen máquinas antiguas que no permiten tener flexibilidad en productos.	A través de un modelo de simulación.	Planta de producción.	<ul style="list-style-type: none"> • Líderes de Proyecto • Coordinador TOC

Elaboración propia.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

Todas las soluciones propuestas fueron implementadas en el modelo de simulación de la situación actual de la empresa, para poder obtener información de los resultados que se obtendrían al implementarse en la empresa, teniendo así diferentes escenarios a analizar y poder escoger la alternativa que nos ofrezca un indicador de entregas a tiempo más alto considerando el costo-beneficio de dicha implementación.

Para la solución de diseñar un Sistema de Control de la Producción hay que considerar diferentes requerimientos para poder ofrecer fechas de entregas confiables, los cuales están descritos en la tabla 2.17 del Plan de Implementación de Soluciones.

3.1 Solución Propuesta 1

Diseñar un sistema de control de producción basado en las restricciones actuales.

Para diseñar esta solución se consideraron varias restricciones que el sistema anterior no tomaba en cuenta, entre las cuales tenemos el exceso de carga de las máquinas, ya que cuando se planifican las órdenes se suelen prometer fechas dependiendo del tiempo del amortiguador del producto que necesite el cliente sin considerar las velocidades de producción, ni las diferentes rutas por las que los productos pueden tomar para no sobrecargar una sola máquina; además cuando los clientes realizan un nuevo pedido los tiempos de producción que dependen de la cantidad ordenada no se contrastan con los tiempos de entrega estándar, debido a que los departamentos de Ventas y Producción no están alineados y por ello ofrecen fechas de entregas no confiables.

En vista que existe una mala alineación entre los Departamentos de Ventas, Coordinación y Planificación de Producción se realizó una capacitación sobre la metodología TOC para que todos los involucrados puedan comprender cuales son todos los factores que influyen con los tiempos de producción para asignar fechas de entregas confiables.

Al no considerar todos los factores que se necesitan para definir fechas de entregas confiables de los pedidos, se estaban ofreciendo fechas de entregas que no se podían cumplir, viéndose esto reflejado en el indicador de entregas a tiempo. La capacitación fue diseñada porque la empresa tenía la necesidad de que los involucrados en la

planificación (departamentos de Ventas, Planificación y Coordinación de Producción) puedan entender cuáles son todos los factores necesarios al momento de definir fechas de entregas y la importancia que estos tienen para que no existan atrasos en los pedidos. Dentro de los puntos a tratar en la capacitación se tenía el monitoreo de la carga asignada a los recursos, las velocidades a las que pueden trabajar las máquinas y las rutas que los pedidos puedan tomar para la realización de estos. En la figura 3.1 se muestra la charla dictada a los distintos departamentos.



Figura 3.1 Capacitación con los distintos Departamentos sobre la Metodología TOC

Para esta alternativa se debe considerar que la empresa Plásticos S.A, produce con políticas MTO y MTA.

Para los productos MTA el tiempo diario asignado se calcula utilizando un pronóstico de la demanda basado en la información de las ventas del año anterior y el resto del tiempo es utilizado para los productos MTO.

Utilizando el método SDBR se va a realizar una planificación de la producción, considerando las cargas de los recursos para poder definir fechas de entregas confiables a los clientes. Para esto se determinan en que máquinas se generan más atrasos de las

órdenes, siendo estas las máquinas extrusoras 1 y extrusora 8, para la fecha de liberación de los materiales se utilizará un amortiguador de tiempo completo, ya que estas máquinas son consideradas como recursos de capacidad restringida y además son el primer proceso en algunas rutas de los productos, de lo contrario se liberará la orden con medio amortiguador de tiempo, de esta forma se podrán definir las fechas de liberación y las fechas de entrega confiables. En la figura 3.2 se muestra el análisis de la de la carga de una de las máquinas.

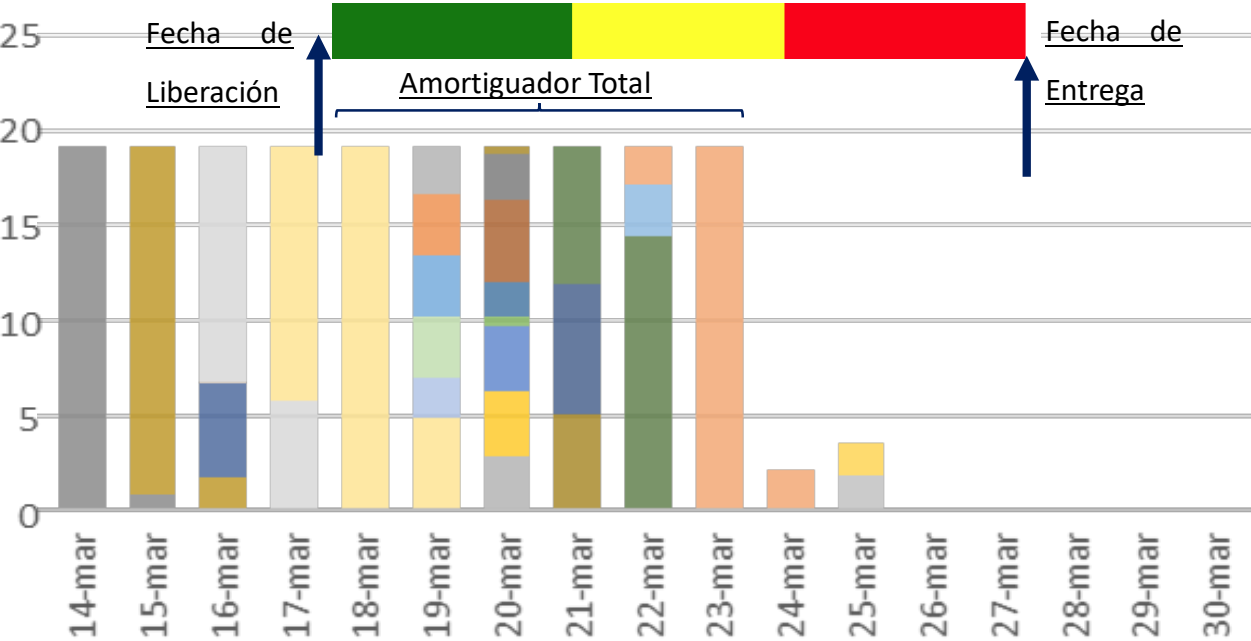


Figura 3.2 Representación del análisis de las cargas de las máquinas

Elaboración propia.

En la figura 3.3 se muestra una interfaz de usuario en la cual se puede ingresar la descripción de la orden como el tamaño del pedido, la categoría a la que pertenece, las rutas que puede tomar el producto y la velocidad a la que se produce para determinar el tiempo de producción estándar de un producto, el cual es necesario para establecer el tiempo estándar de dicha orden.

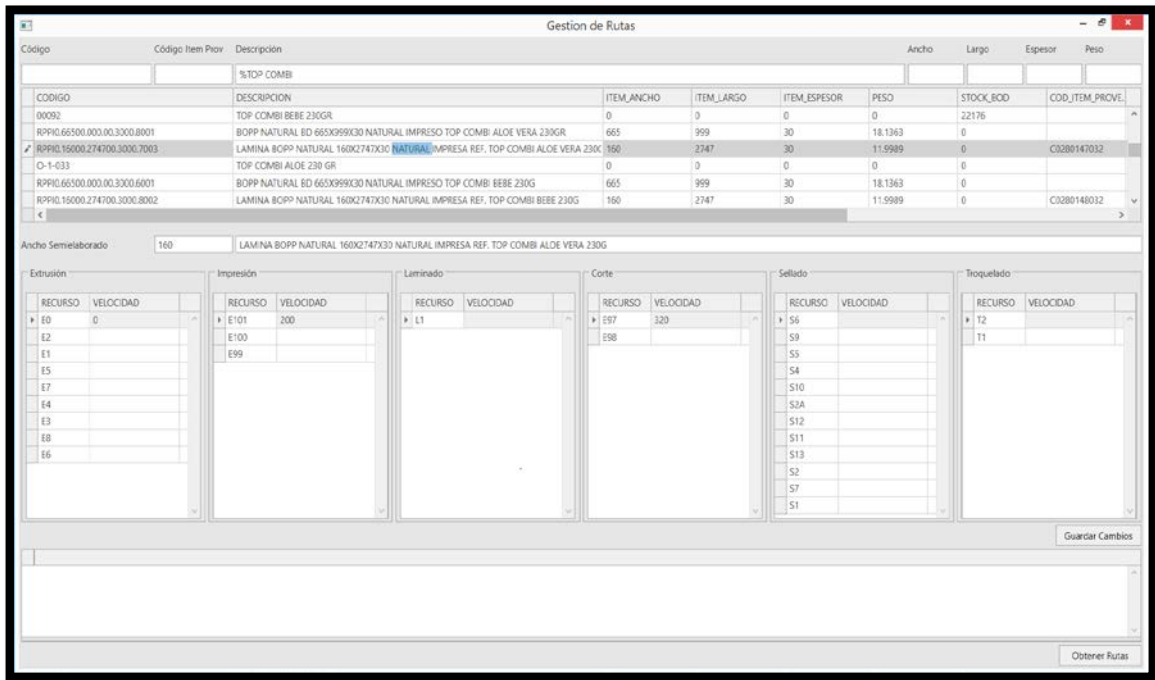


Figura 3.3 Interfaz para determinar rutas para los productos y tiempo de producción estándar

Con los resultados obtenidos en el desarrollo de la simulación con el Sistema Propuesto se determino el indicador de entregas a tiempo, como se muestra en la figura 3.4.

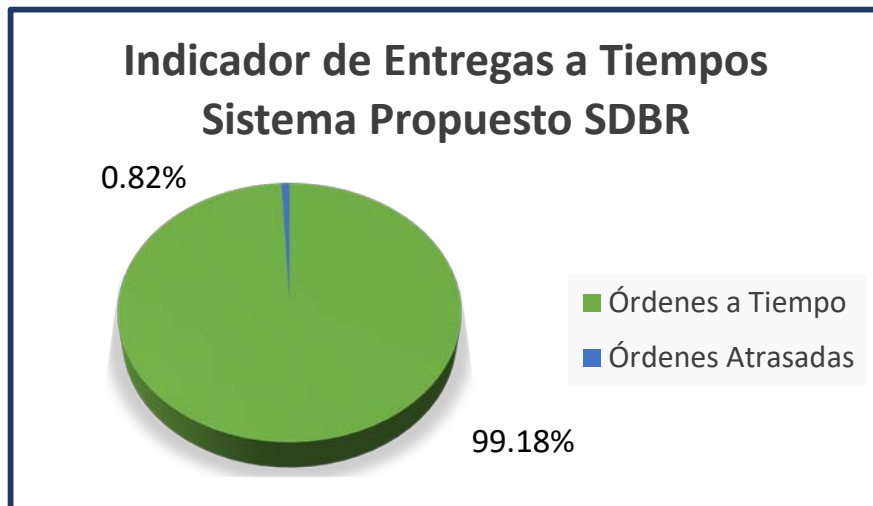


Figura 3.4 Indicador de Entregas a tiempo del Sistema Propuesto
Elaboración propia.

3.2 Solución Propuesta 2

Adquirir máquinas

Esta solución fue propuesta ya que la capacidad de producción de la planta es limitada. Para determinar cuál de las máquinas se debe de comprar, se analizó en los resultados de la simulación del sistema inicial cuáles son los maquinas que tenían mayor utilización y que ordenes se atrasaban con mayor frecuencia.

En base a este análisis se determinaron las máquinas a comprar; las cuales son la extrusora 1 y la extrusora 8 ya que su porcentaje de utilización es alta, y a que la mayoría de los productos que se entregan con atrasos utilizan estas máquinas o tienen tiempos de producción más largos, en la figura 3.5 se muestra un gráfico de las utilizaciones de las máquinas.

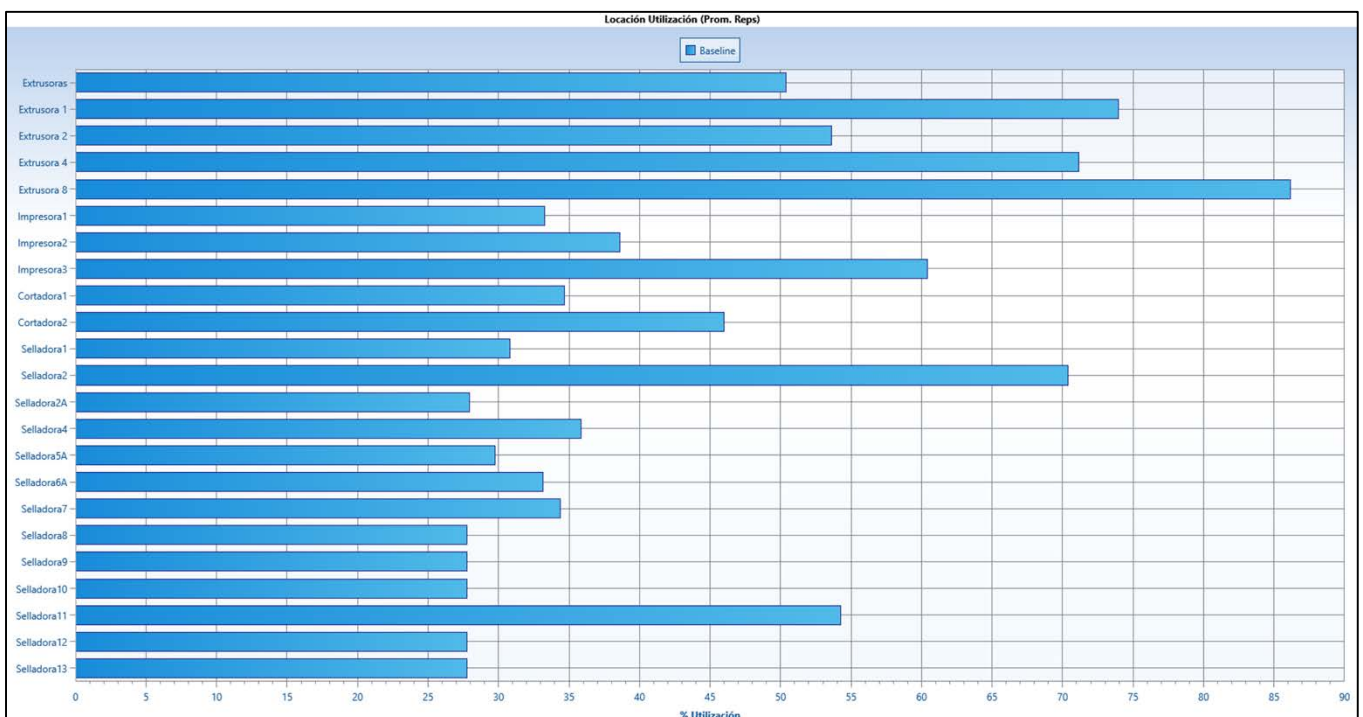


Figura 3.5 Gráfica de las utilizaciones de las máquinas del Sistema inicial

Elaboración propia.

Los resultados del indicador de entregas a tiempo obtenidos en el desarrollo de la simulación del sistema inicial cuando se compra una máquina **Extrusora 1** se muestran en la figura 3.6.

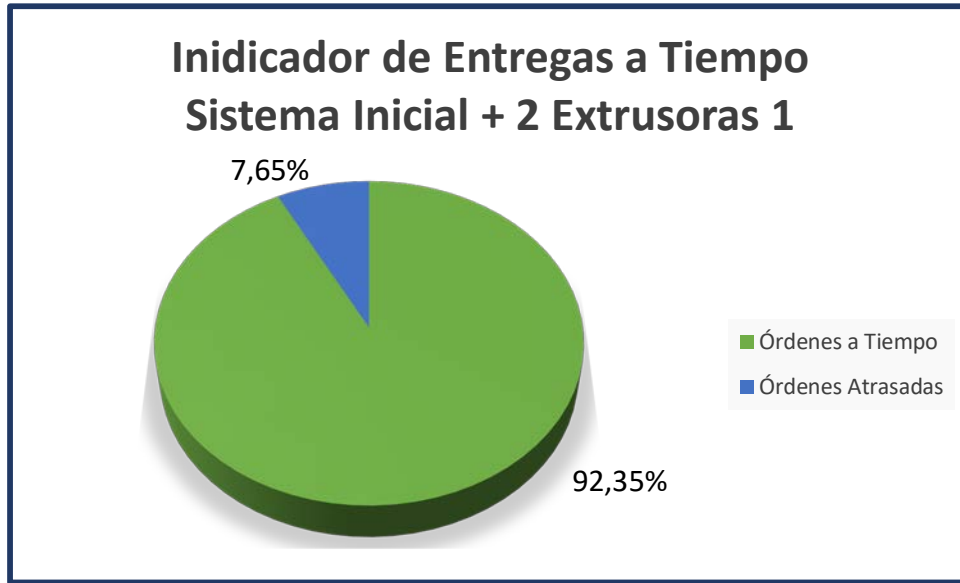


Figura 3.6 Indicador de Entregas a tiempo modelo Sistema + 2 Extrusoras 1

Elaboración propia.

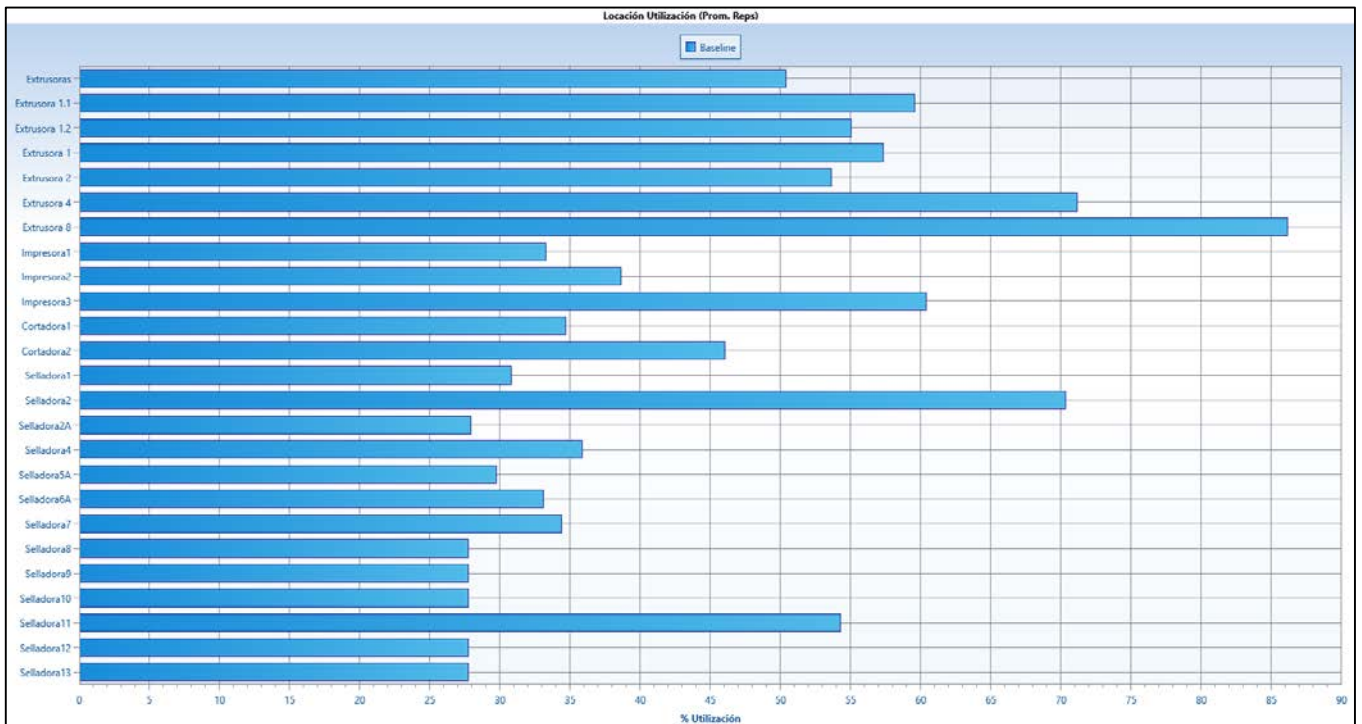


Figura 3.7 Gráfica de las utilizaciones de las máquinas del Sistema inicial + 2Extrusora 1

Elaboración propia.

Los resultados del indicador de entregas a tiempo obtenidos en el desarrollo de la simulación del sistema inicial cuando se compra una máquina **Extrusora 8** se muestran en la figura 3.8.

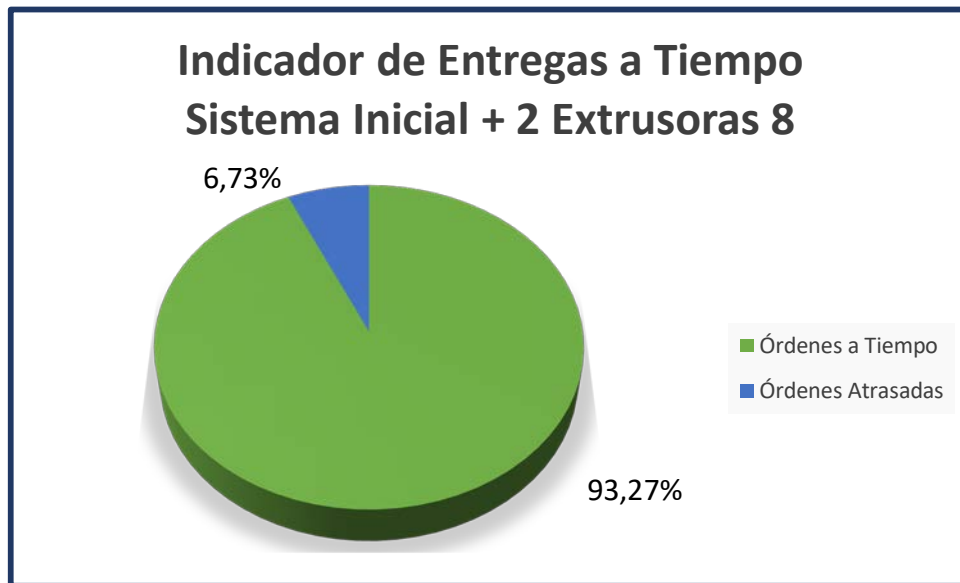


Figura 3.8 Indicador de Entregas a tiempo sistema inicial + 2 Extrusoras 8

Elaboración propia.

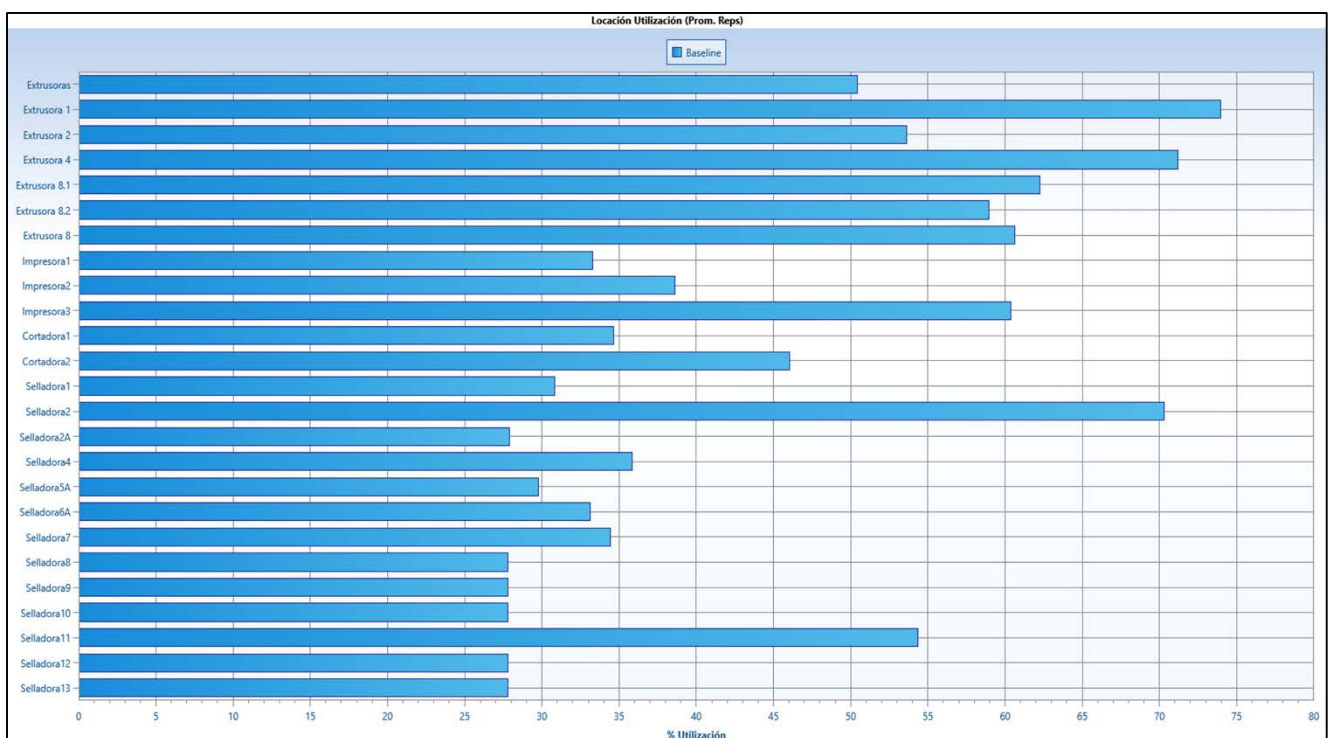


Figura 3.9 Gráfica de las utilizaciones de las máquinas del sistema inicial + 2Extrusoras 8

Elaboración propia.

Los resultados del indicador de entregas a tiempo obtenidos en el desarrollo de la simulación del sistema inicial cuando se compra una máquina **Extrusora 1** y **Extrusora 8** se muestran en la figura 3.10.

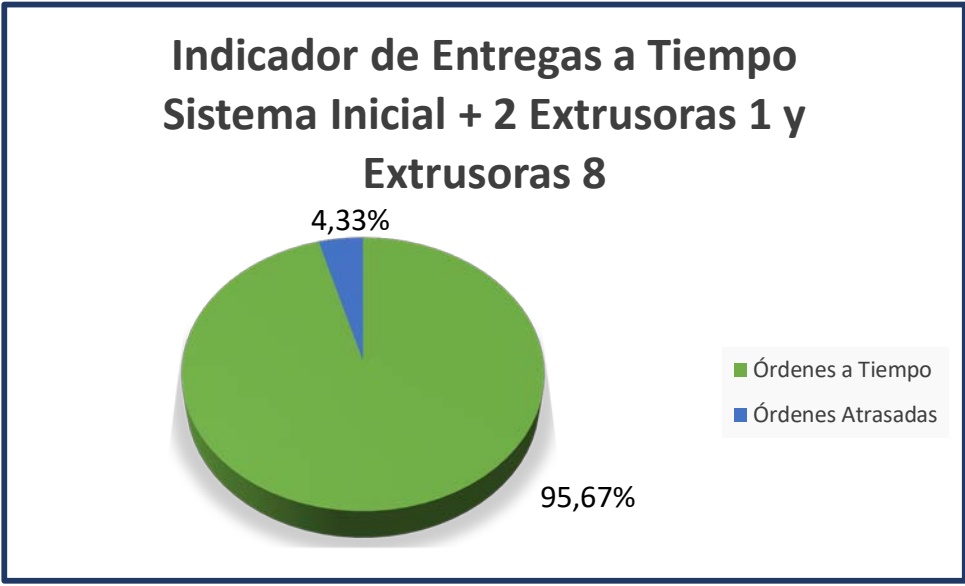


Figura 3.10 Indicador de Entregas a tiempo sistema inicial + 2 Extrusora 1 y Extrusora 8
Elaboración propia.

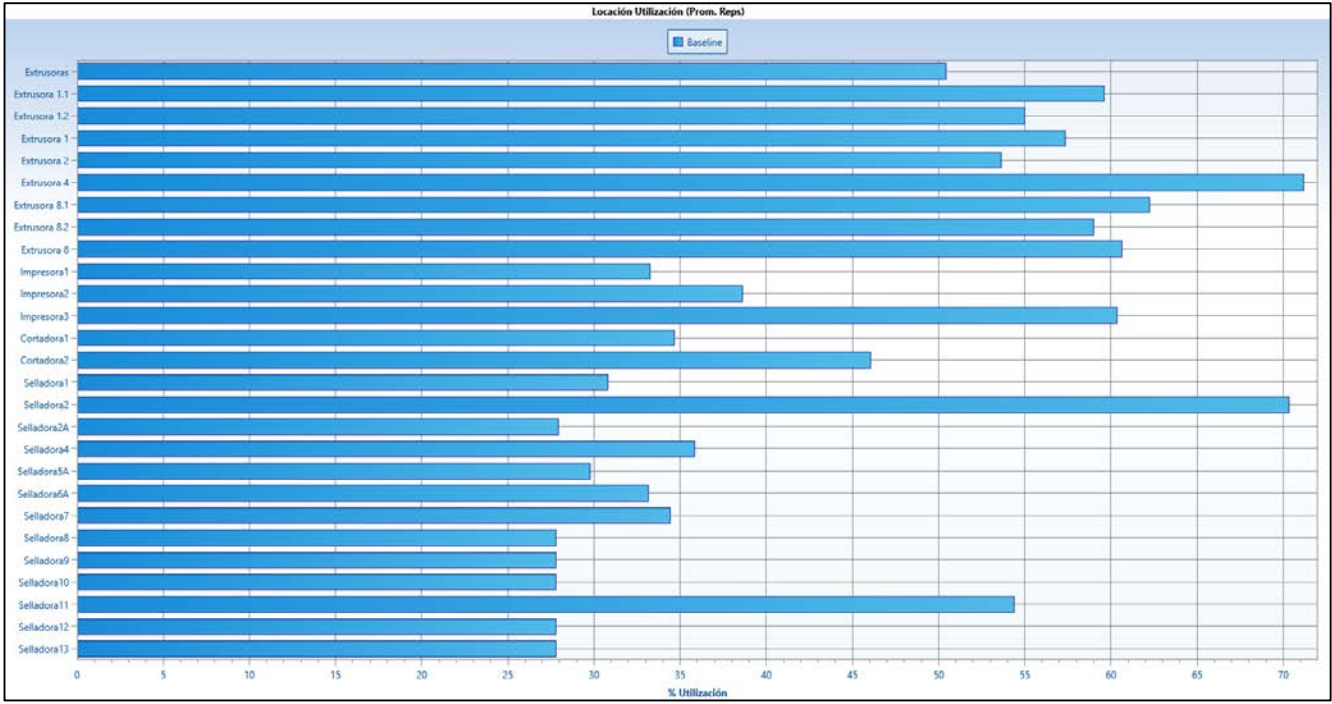


Figura 3.11 Gráfica de las utilizaciones de las máquinas del sistema inicial + 2 Extrusoras 1 y Extrusoras 8
Elaboración propia.

Los resultados del indicador de entregas a tiempo obtenidos en el desarrollo de la simulación del sistema propuesto cuando se compra una máquina **Extrusora 1** se muestran en la figura 3.12.

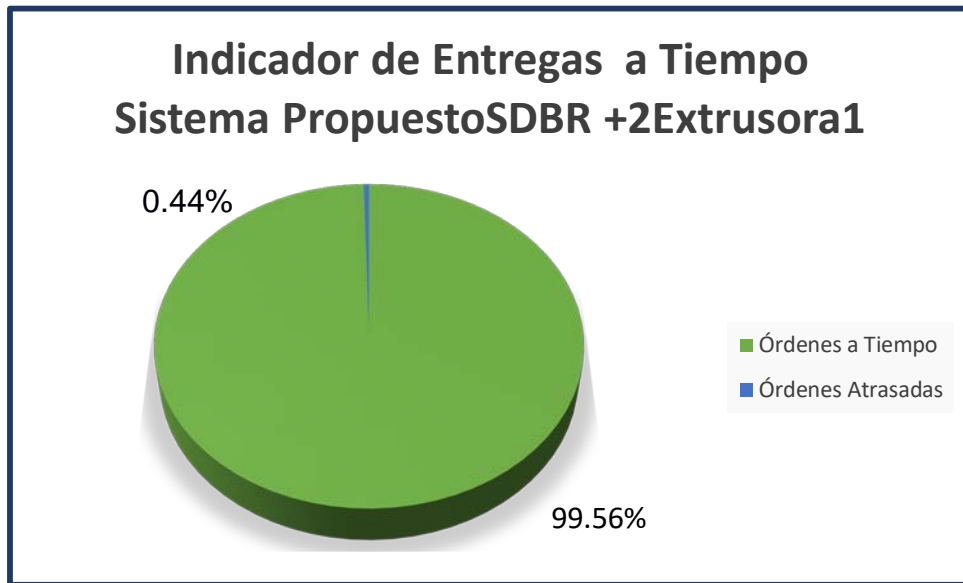


Figura 3.12 Indicador de Entregas a tiempo sistema propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1

Elaboración propia.

Los resultados del indicador de entregas a tiempo obtenidos en el desarrollo de la simulación del sistema propuesto cuando se compra una máquina **Extrusora 8** se muestran en la figura 3.13.

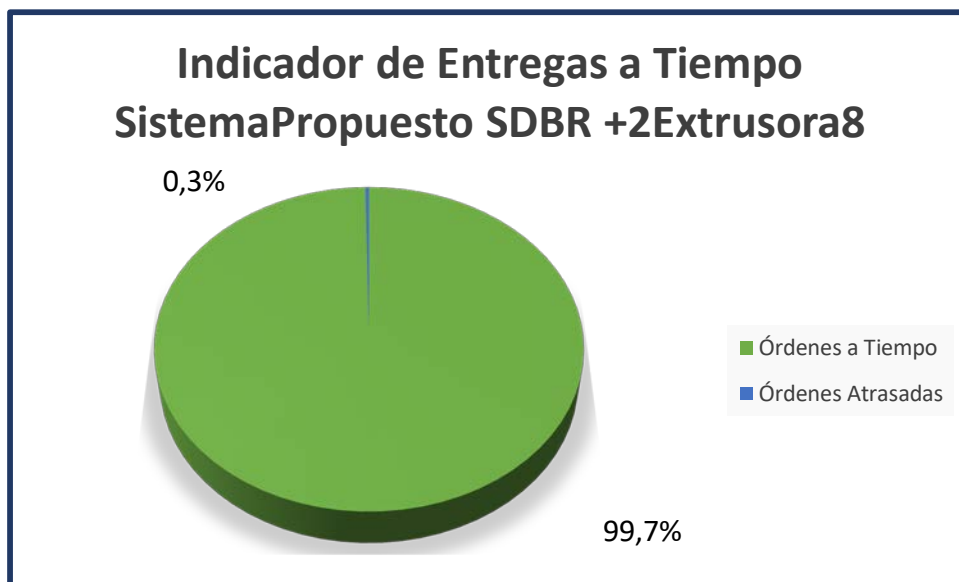


Figura 3.13 Indicador de Entregas a tiempo sistema propuesto SDBR + 2 Extrusoras 8

Elaboración propia.

Los resultados del indicador de entregas a tiempo obtenidos en el desarrollo de la simulación del sistema propuesto cuando se compra una máquina **Extrusora 1** y una **Extrusora 8** se muestran en la figura 3.14.

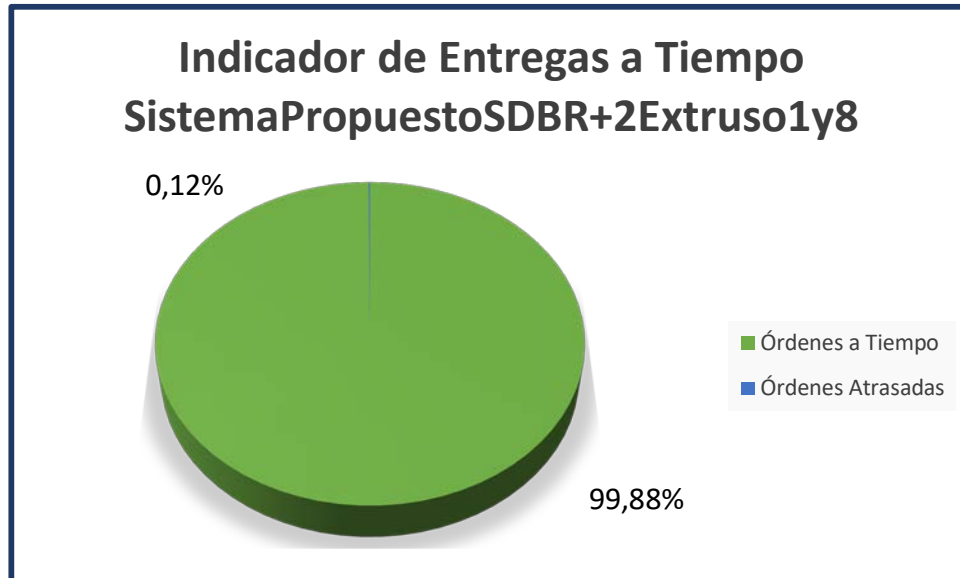


Figura 3.14 Indicador de Entregas a tiempo sistema propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1 y Extrusoras 8
Elaboración propia.

3.3 Solución Propuesta 3

Diseñar Buffer Tipo Supermercado para productos que pueden generar atrasos.

Esta solución fue propuesta para los productos que en el modelo de simulación del sistema actual se entregaban atrasados con mayor frecuencia, sea esto por tiempos de producción o de cambios elevados; por lo cual se propuso mantener un amortiguador en donde se pueda almacenar producto y de esta manera reducir cambios y producción de órdenes pequeñas.

Para el cálculo del supermercado se analizaron los resultados de la simulación del Sistema Actual, para determinar cuáles de los productos se atrasaban con mayor frecuencia, en este caso fueron los productos que pasaban por la extrusora 1.

Para estos productos se les determinó el tamaño de lote del supermercado, el cual fue calculado con la demanda promedio de todas las órdenes de ese producto, la velocidad a la que se trabaja y todos los tiempos involucrados en el proceso, asegurando un inventario de seguridad.

Para determinar la cantidad del tamaño del supermercado se colocó la cantidad que se establece para cada color del semáforo del amortiguador, obtenidos por el cálculo de color verde depende de la frecuencia con la que se producirá el producto. $K=D(\text{Order Frequency})/Q$.

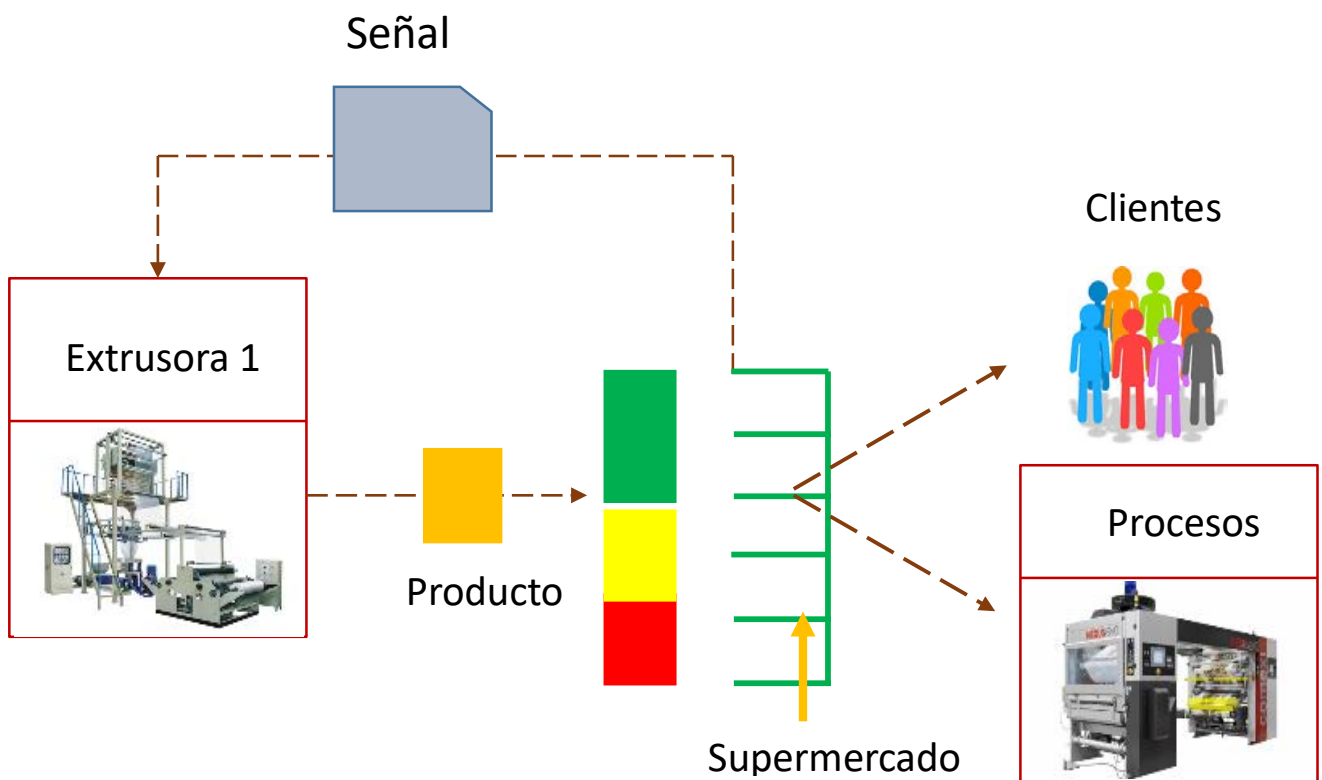
Color amarillo depende de la suma de todos los tiempos involucrados en la producción del producto por la demanda promedio. $K=D(\text{Lead time})/Q$.

Color rojo depende del porcentaje de seguridad a mantener en el supermercado. $K=D(SS)/Q$.

$$K = (3524.37 * 0.5) + (3524.37 * 17.62 * 0.5 * 0.5) + (3524.37 * 0.10) = 5767.38$$

Enviando la señal de reposición cuando se tenga un valor menor a 4005.19 kg.

En la figura 3.15 se muestra una representación gráfica del sistema con un supermercado.



Rollo BD 2000X80X152

Figura 3.15 Representación gráfica del sistema de supermercado

Elaboración propia.

Se analizaron los resultados al utilizar el buffer tipo supermercado con el sistema inicial y con el sistema propuesto, para comparar el indicador de entregas a tiempo en ambos casos y ver el impacto de su implementación. El objetivo del supermercado es el de mantener siempre producto para ser utilizado cuando llegue una orden, y cuando se llegue a un nivel definido se mandará la orden de reaprovisionar dicho supermercado a la maquina correspondiente.

Para estos dos sistemas se tiene como consideración que solo a una máquina, en este caso a la Extrusora 1, se le diseñara el buffer tipo supermercado, debido a que en esta máquina es donde se generan más atrasos.

Los resultados del indicador de entregas a tiempo obtenidos en el desarrollo de la simulación con el sistema inicial + supermercado se muestran en la figura 3.16.

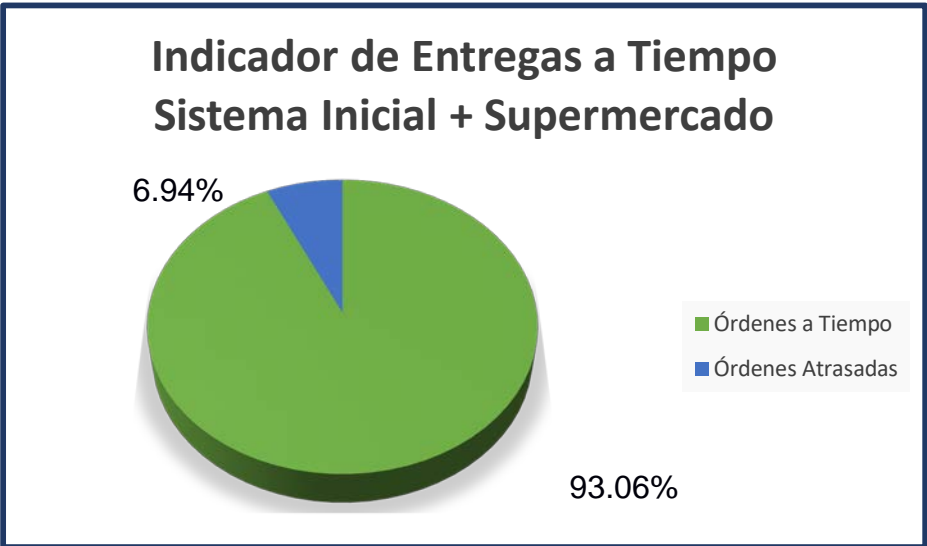


Figura 3.16 Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial + Supermercado

Elaboración propia.

Los resultados del indicador de entregas a tiempo obtenidos en el desarrollo de la simulación con el sistema propuesto SDBR + supermercado se muestran en la figura 3.17.

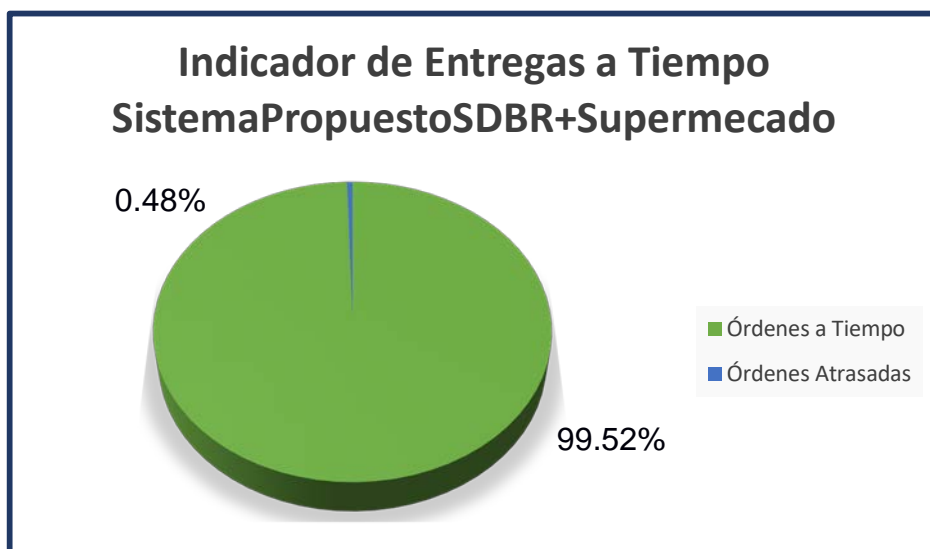


Figura 3.17 Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Propuesto SDBR + Supermercado

Elaboración propia.

3.4 Análisis de las Soluciones Propuestas

En la figura 3.18 se muestra la relación de las alternativas con el sistema el actual y el propuesto, logrando tener como mejor opción elaborar el sistema propuesto SDBR y comprar 2 máquinas la extrusora 1 y la extrusora 8 ya que el indicador se incrementa a un 99.88%.

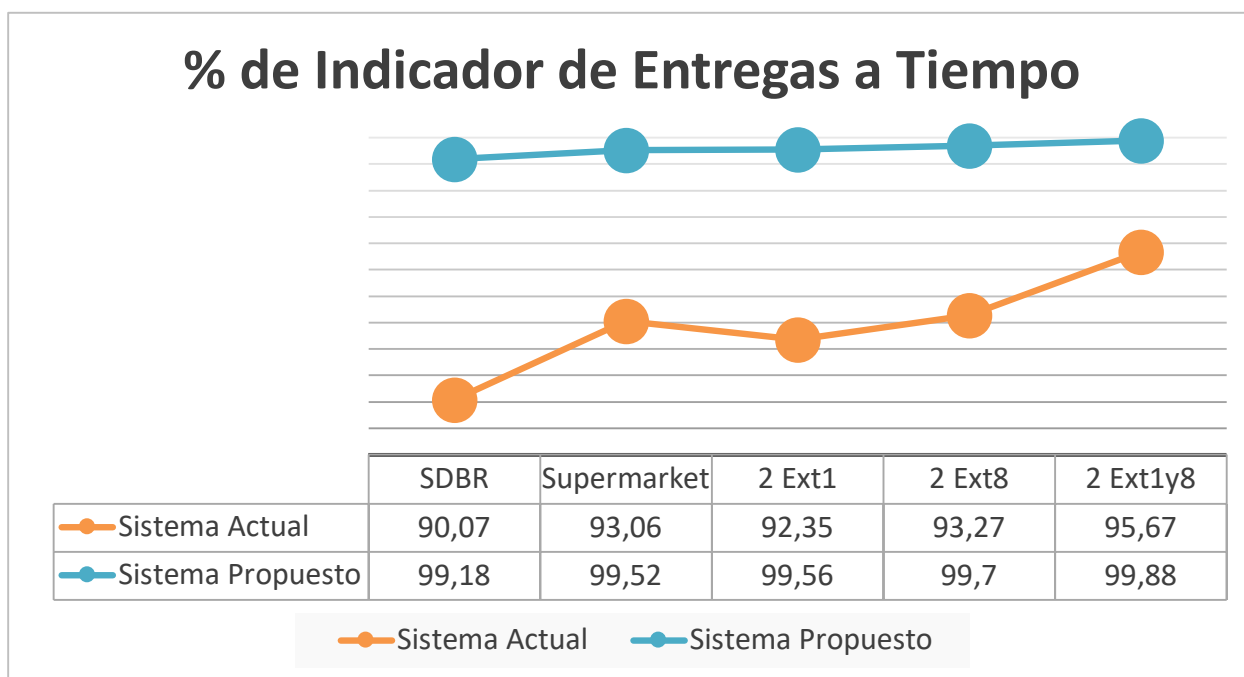


Figura 3.18 Comparación del Indicador de Entregas a Tiempo con todas las alternativas

Elaboración propia.

Analizando las utilizaciones de las máquinas una vez que son adquiridas se puede notar que, en el modelo de simulación, no se alcanza a ocupar su máxima capacidad, lo cual provoca altos costo por la adquisición y bajo nivel de producción como se muestra en la tabla 3.1, por lo cual no es una idea recomendable para la empresa Plásticos S.A.

Tabla 3.1 Análisis Costo – Beneficios de las diferentes alternativas

	Costo Aproximado	% EAT Sistema Actual	% EAT Sistema Propuesto
Propuesto SDBR	\$0,00	90,07	99,08
Supermercado	\$2.628,98	93,06	99,52
Comprar una Ext1	\$200.000,00	92,35	99,56
Comprar una Ext8	\$200.000,00	93,27	99,7
Comprar una Ext1 y una Ext 8	\$400.000,00	95,67	99,88

Elaboración propia.

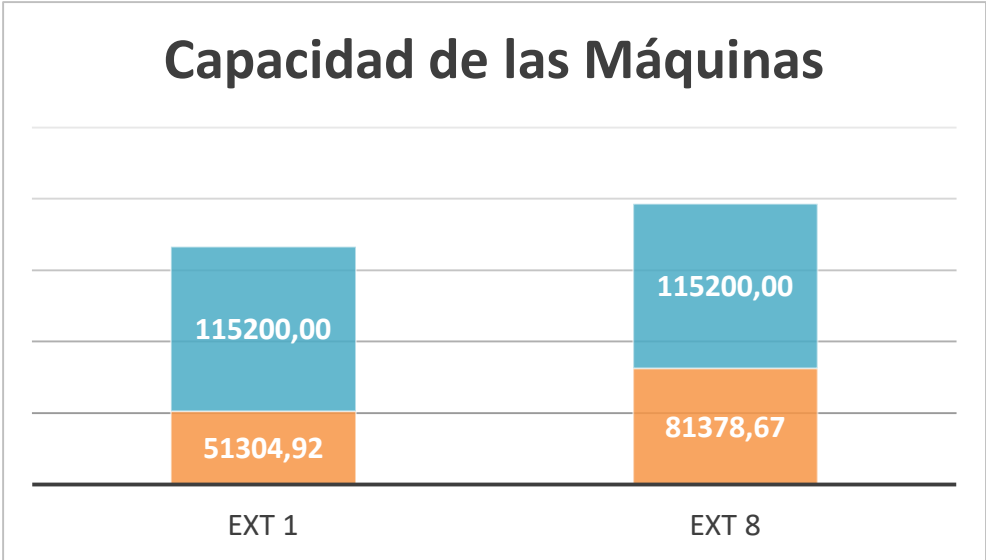


Figura 3.19 Análisis de las capacidades de las máquinas

Elaboración propia.

La otra alternativa de solución es optar por el nuevo sistema de control de producción SDBR y el Supermercado, ya que se alcanzaría un indicador de entregas a tiempo del 99.52%.

Con esta opción se ayudaría a incrementar el indicador, aumentar la satisfacción de los clientes y mantener un supermercado para los productos que tengan tiempos de producción o cambios elevados.

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

- ✓ Se logró desarrollar un modelo de simulación que representara el sistema actual utilizado por la empresa.
- ✓ Mediante el modelo de simulación se logró evaluar las diferentes alternativas para escoger la más adecuada para alcanzar un 99% en el indicador de las entregas a tiempo.
- ✓ Implementando el sistema propuesto SDBR con control de cargas y con un supermercado de productos se logró incrementar el indicador de entregas a tiempo a 99,52%.

4.2 Recomendaciones

- ✓ Realizar ensayos de nuevos productos, para establecer las velocidades a la cual deben ser producidos.
- ✓ Implementar herramientas Lean Manufacturing para reducir los tiempos de preparación, de movimientos y de espera o evitar que se incrementen en el futuro para que el sistema sea sostenible.
- ✓ Realizar actualizaciones en la base de datos de las velocidades de producción de los productos en caso de que exista algún tipo de modificaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Añón, P. (2013, 04 01). *Grupo TRUPUT*. Retrieved from <http://grupotrutuput.com/2012/10/06/5-pasos-de-mejora-continua-de-toc/>
- Correa, G., & Crow, K. (2011). *Estrategias y Tácticas para la implemetación de RAM (Reposición Activada por el Mercado) en una Cadena de Distribución*. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral (Espol).
- Estrategia Focalizada*. (2016). Retrieved from <http://www.estrategiafocalizada.com/produccion-sincronizada/dbr>
- Moreno Arias, M. (2012). *Reestructuración del Ssistema Productivo de una Empresa del sector textil en Medellín*. Medellín: Escuela de Ingeniería de Antioquia .
- Renda, I. D. (2015, Septiembre). *Integración de modelos de fabricación mediante simulación con herramientas informáticas y lean manufacturing*. Pontevedra, España: Universidad de Vigo.
- Richard B.Chase, F. Robert Jacobs, Nicholas J. Aquilano. (2006). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros*. Mc Graw Hill.
- Wallace Hopp, M. L. (n.d.). *Optimize Inventory and Production with Factory Physics*. Irwin McGraw-Hill.

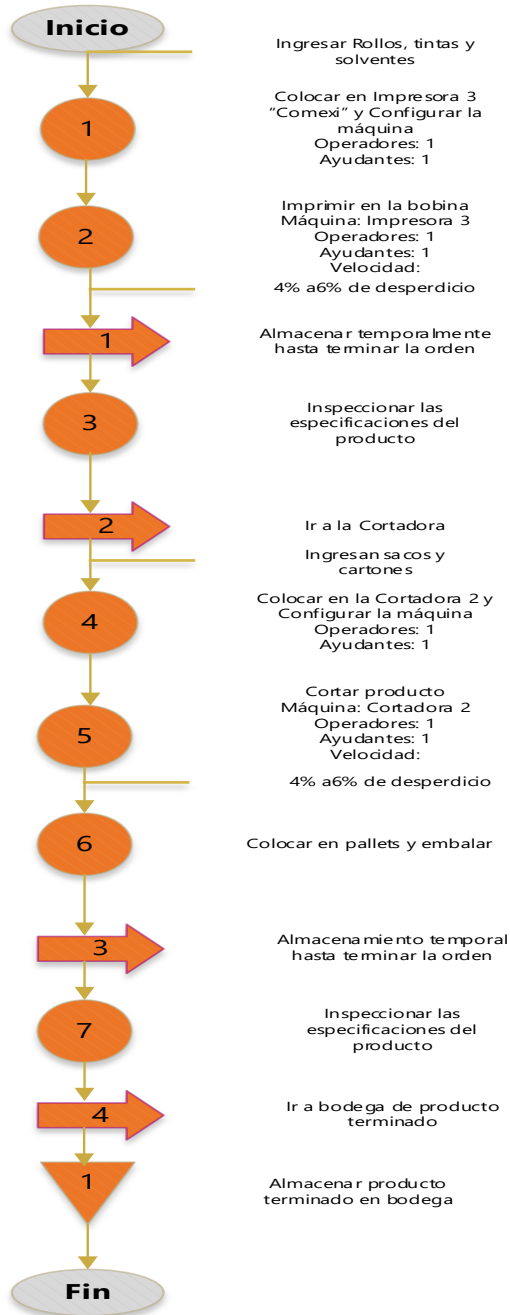
APÉNDICES

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Rollos PP Impresos

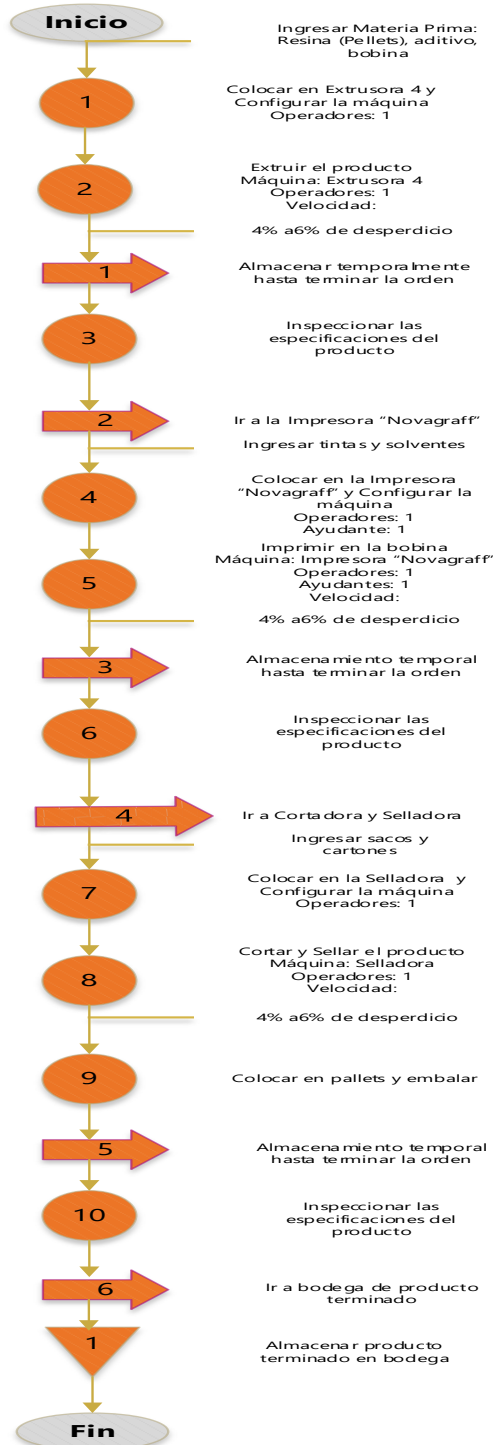


Apéndice A Diagrama de Proceso – Rollos PP Impresos

Elaboración propia.

Diagrama de Procesos
 Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade
 Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Fundas Naturales AD Impresas



Apéndice B Diagrama de Proceso – Fundas Naturales AD Impresas

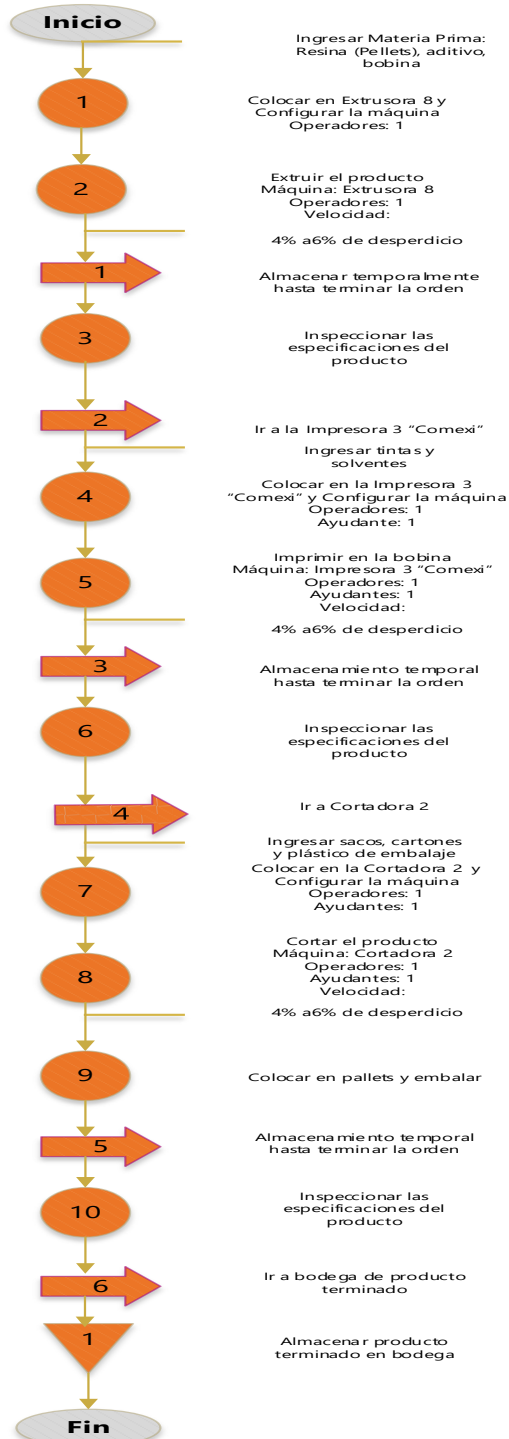
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Rollos Naturales para Alimento Congelado



Apéndice C Diagrama de Proceso – Rollos Naturales para Alimento Congelado

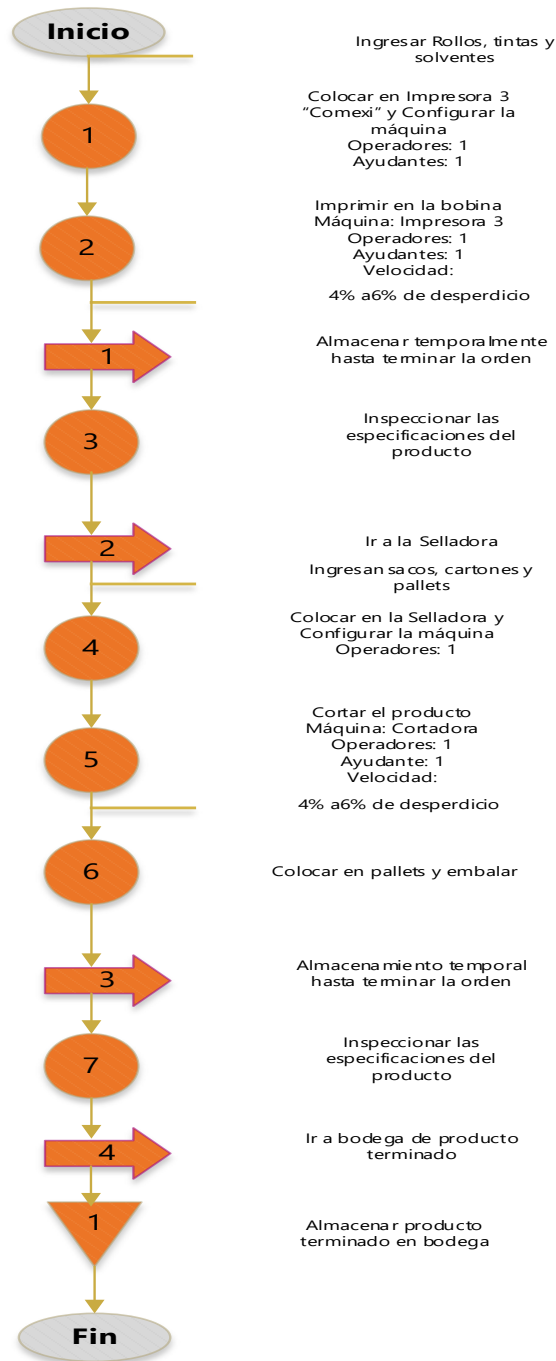
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Fundas PP Impresas

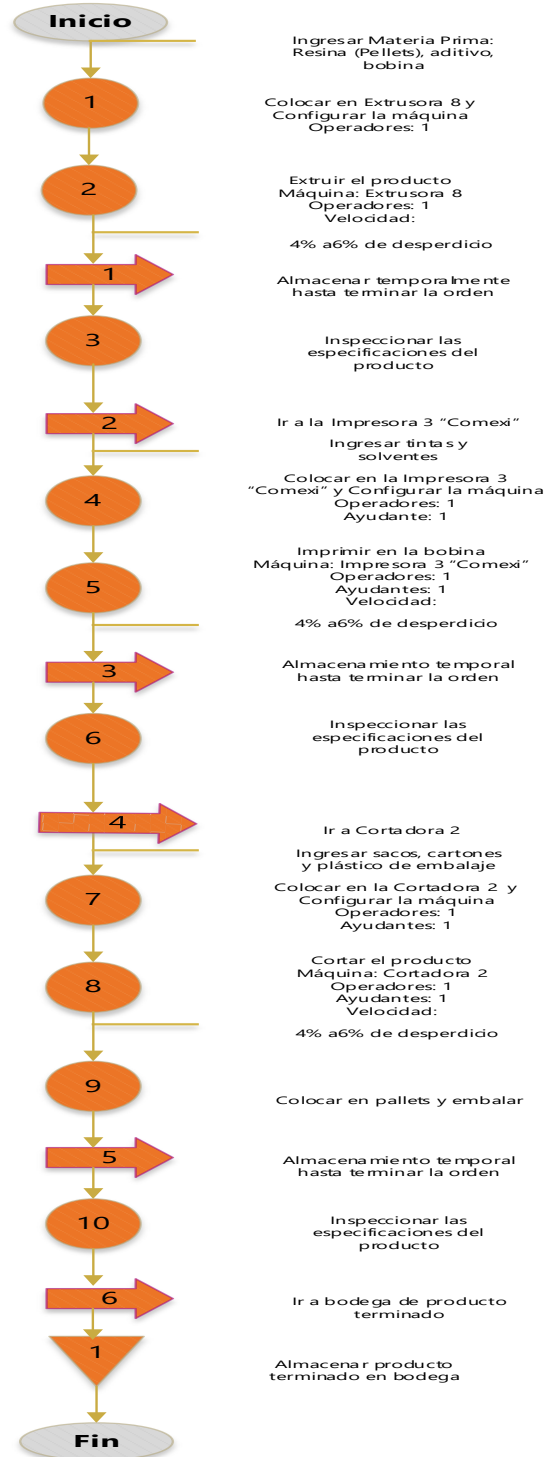


Apéndice D Diagrama de Proceso – Fundas PP Impresas

Elaboración propia.

Diagrama de Procesos
Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade
Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Rollos Pigmentados BD Impresos



Apéndice E Diagrama de Proceso – Rollos Pigmentados BD Impresos

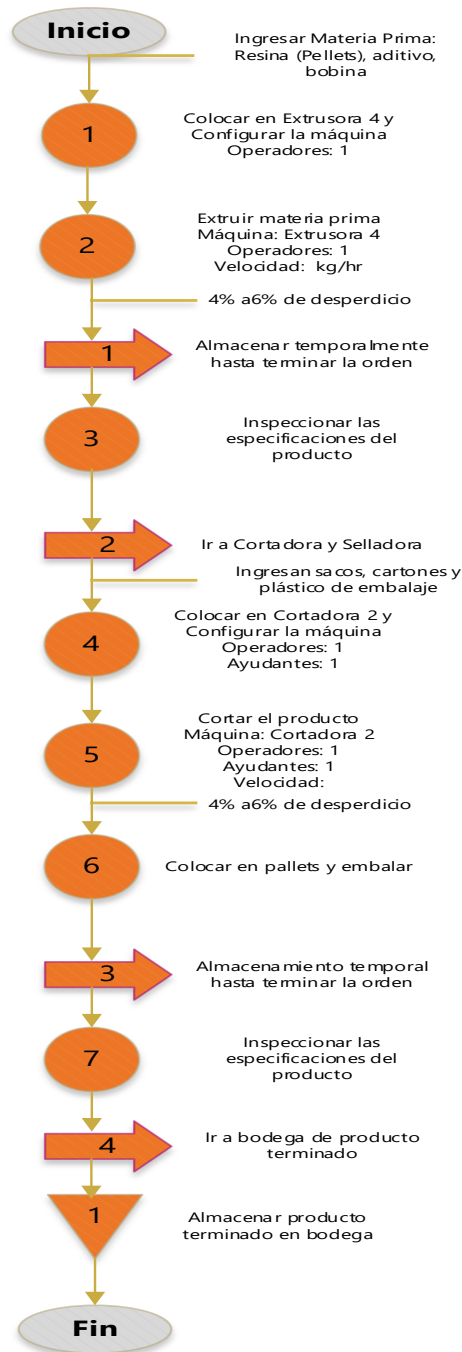
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Termoencogibles Embotelladoras



Apéndice F Diagrama de Proceso – Termoencogibles Embotelladoras

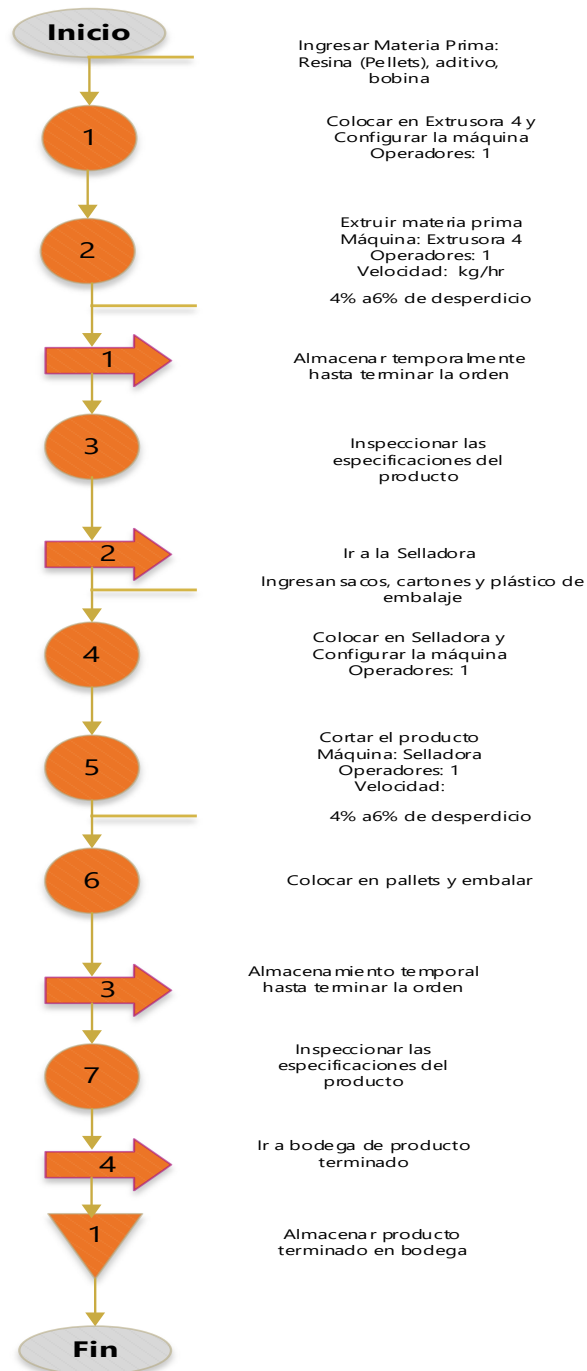
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Fundas Pigmentadas AD

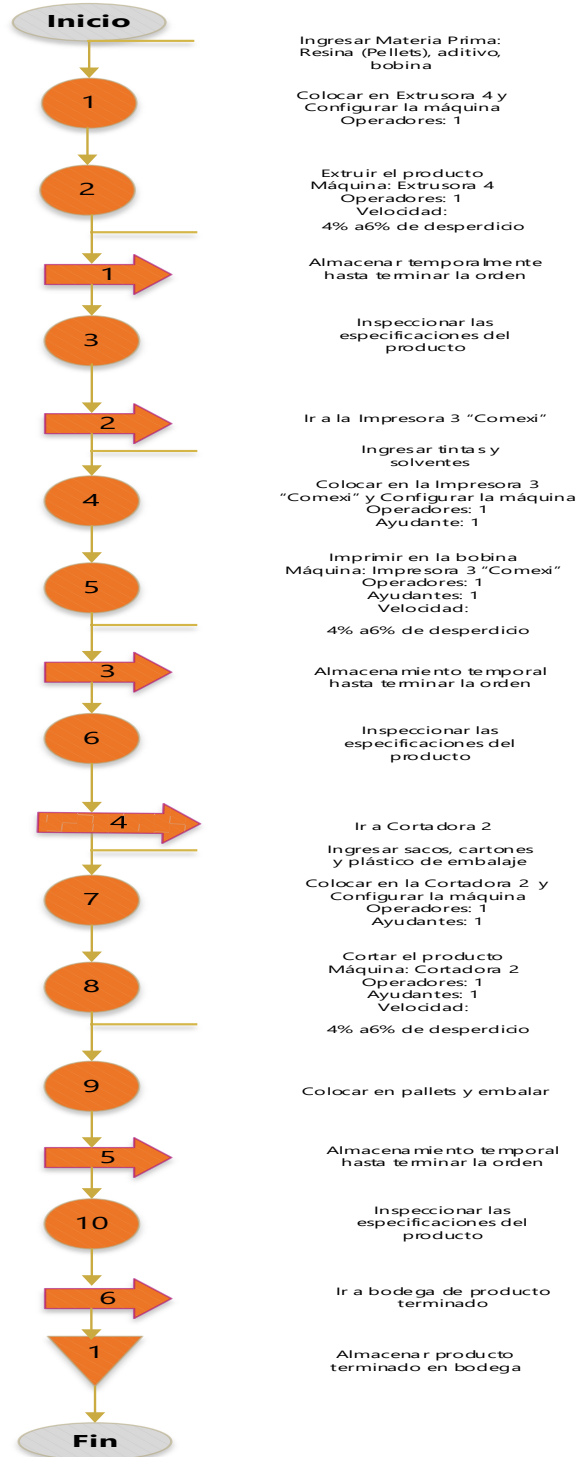


Apéndice G Diagrama de Proceso – Fundas Pigmentadas AD

Elaboración propia.

Diagrama de Procesos
Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade
Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Rollos para Cable



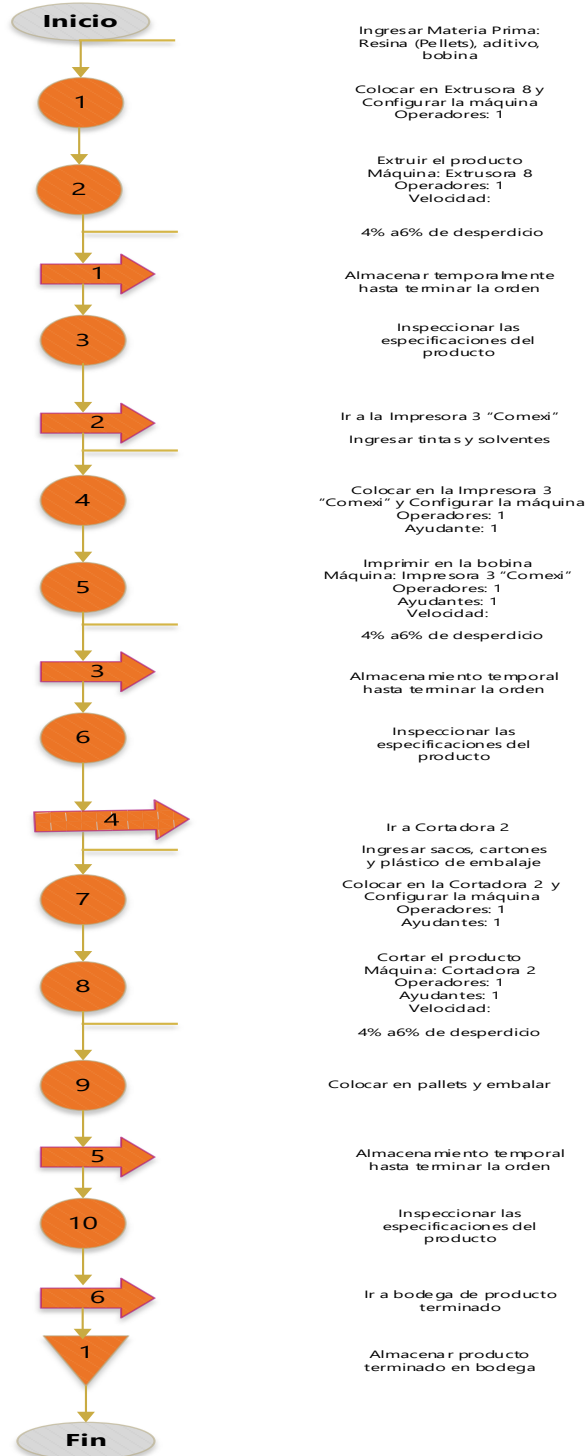
Apéndice H Diagrama de Proceso – Rollos para Cable

Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade
 Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Producto para Empaque de Papel Higiénico



Apéndice I Diagrama de Proceso – Producto para Empaque de Papel Higiénico

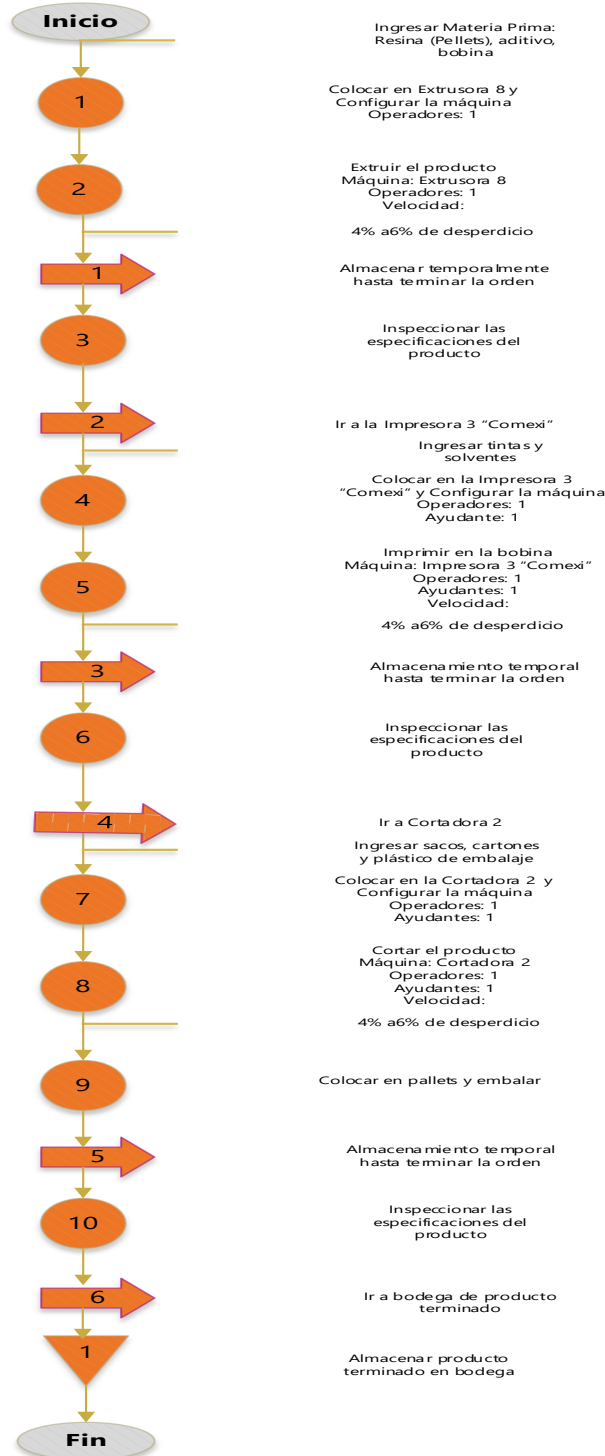
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Producto para Empaque de Arroz



Apéndice J Diagrama de Proceso – Producto para Empaque de Arroz

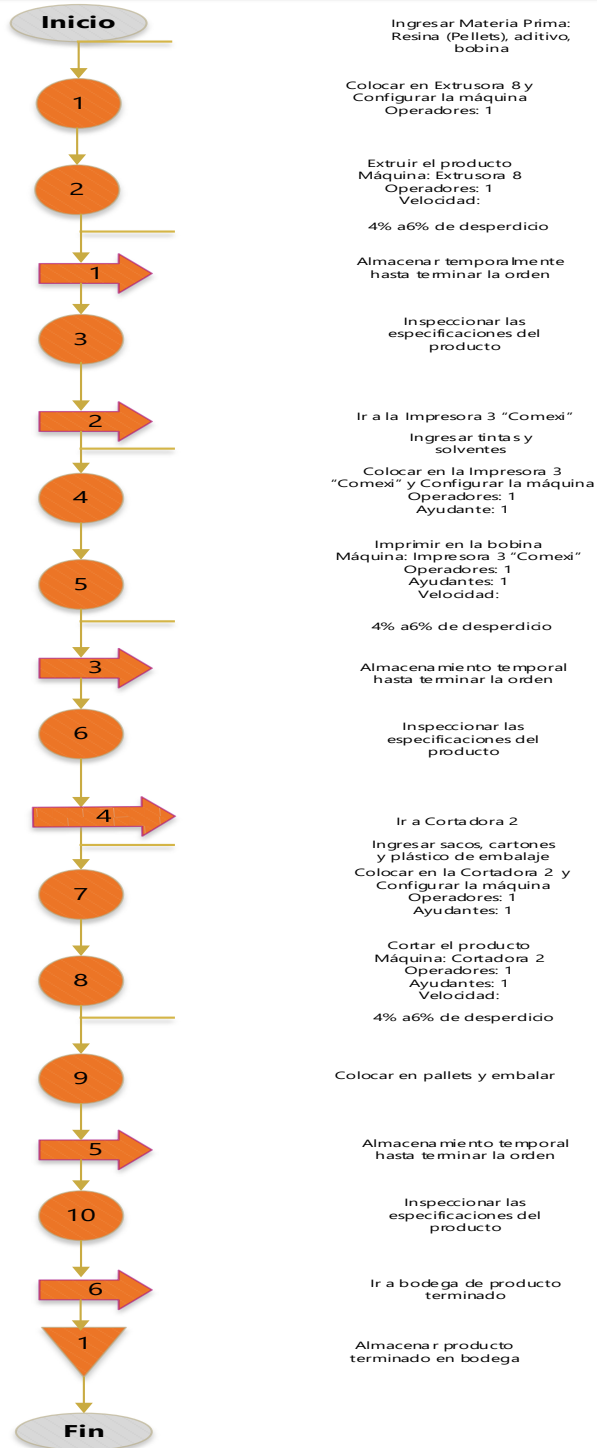
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Rollos de Blanco y Negro



Apéndice K Diagrama de Proceso – Rollos de Blanco y Negro

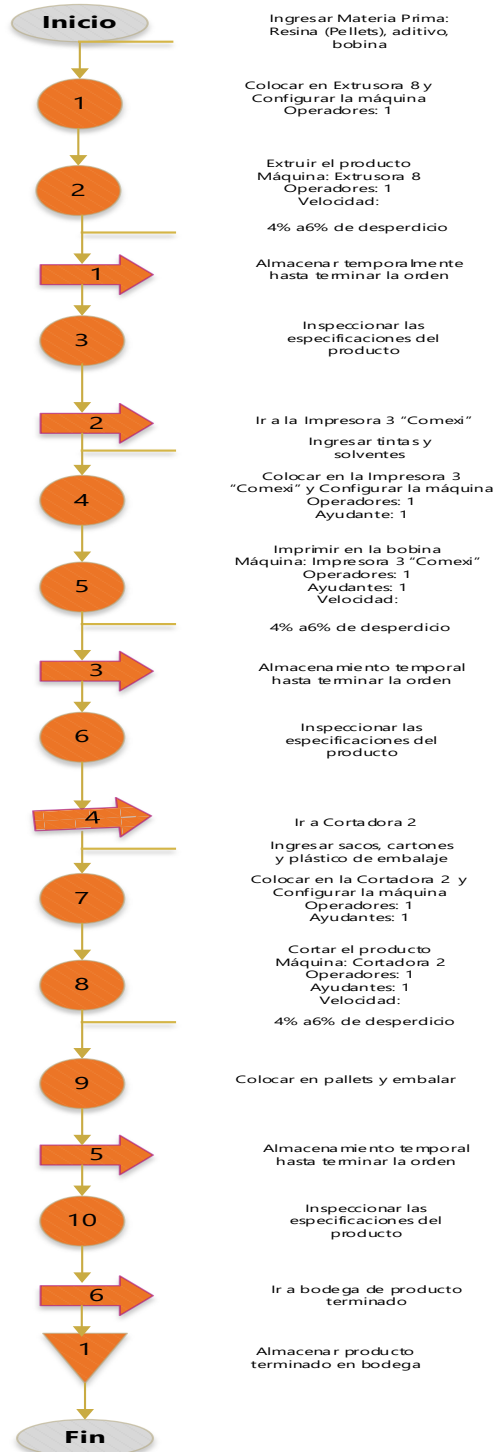
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Empaque de Sal



Apéndice L Diagrama de Proceso – Empaque de Sal

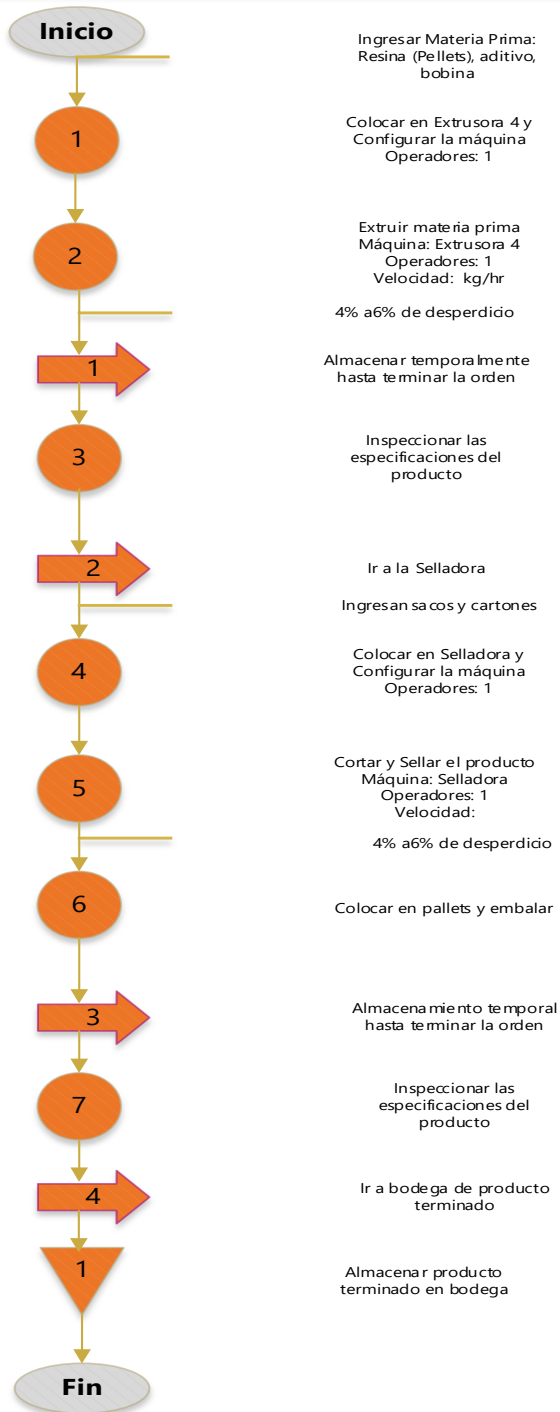
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Fundas Naturales AD



Apéndice M Diagrama de Proceso – Fundas Naturales AD

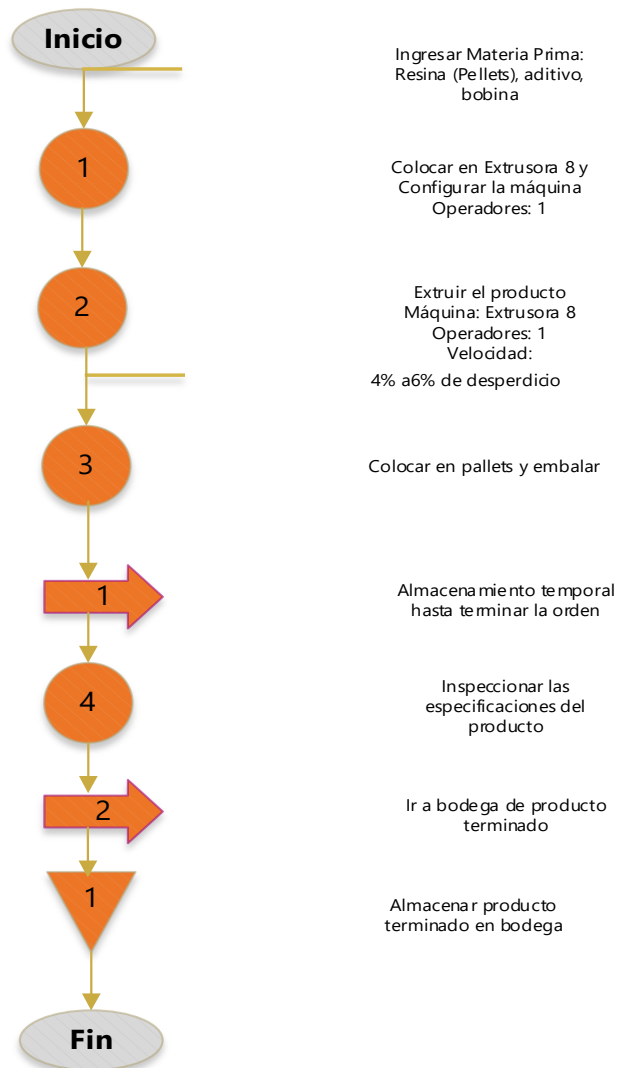
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Rollos Naturales AD



Apéndice N Diagrama de Proceso – Rollos Naturales AD

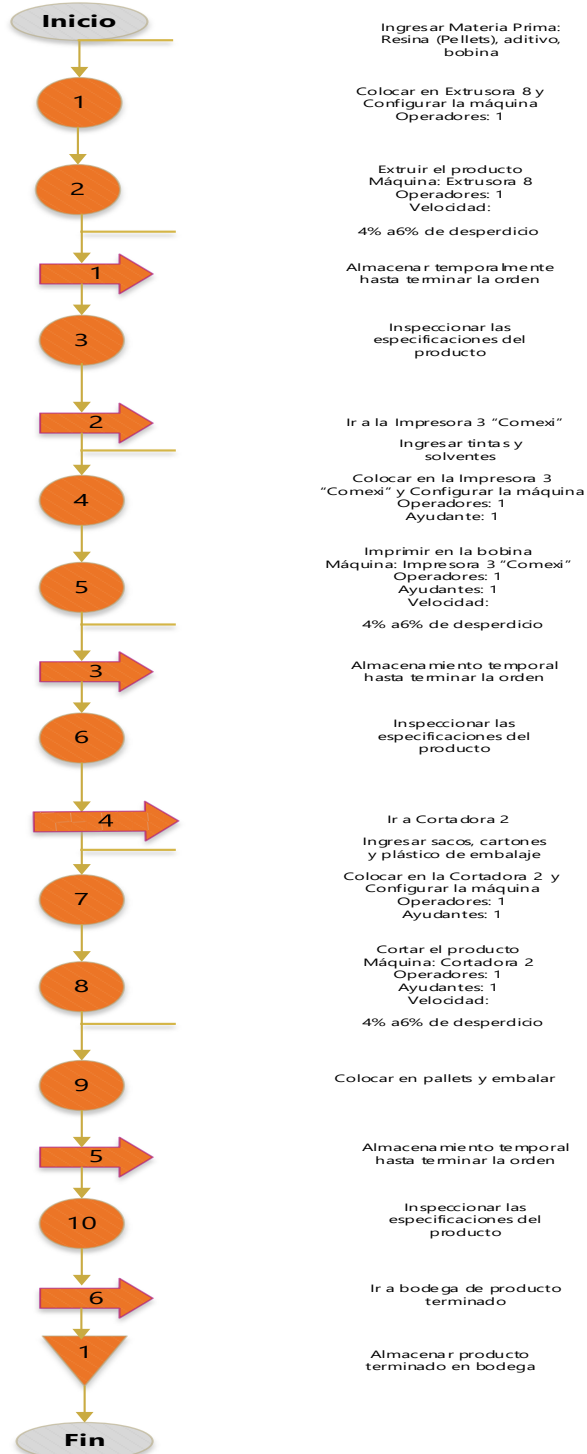
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Azucareras



Apéndice O Diagrama de Proceso – Azucareras

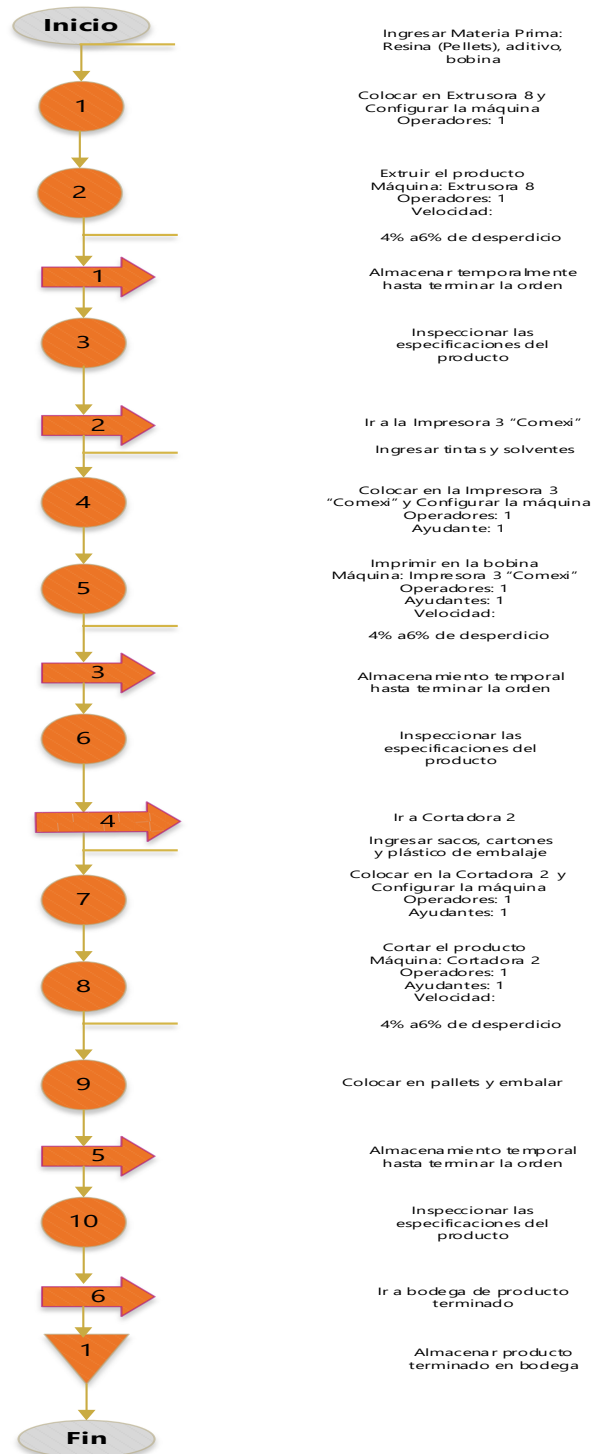
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Rollos Naturales BD Impresos



Apéndice P Diagrama de Proceso – Rollos Naturales BD Impresos

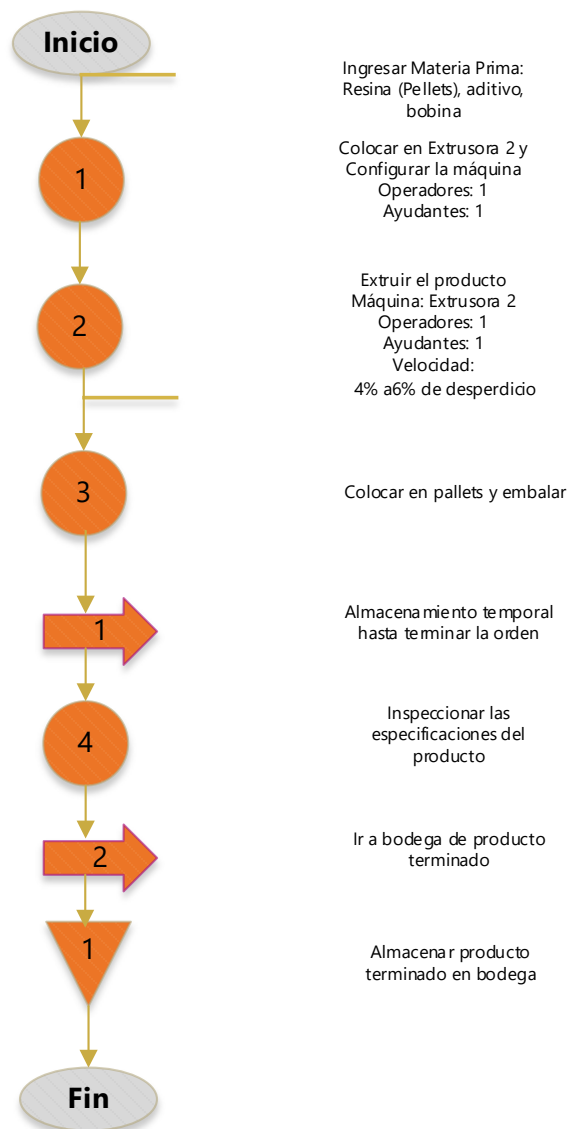
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Rollos de 3 m



Apéndice Q Diagrama de Proceso – Rollos de 3 m

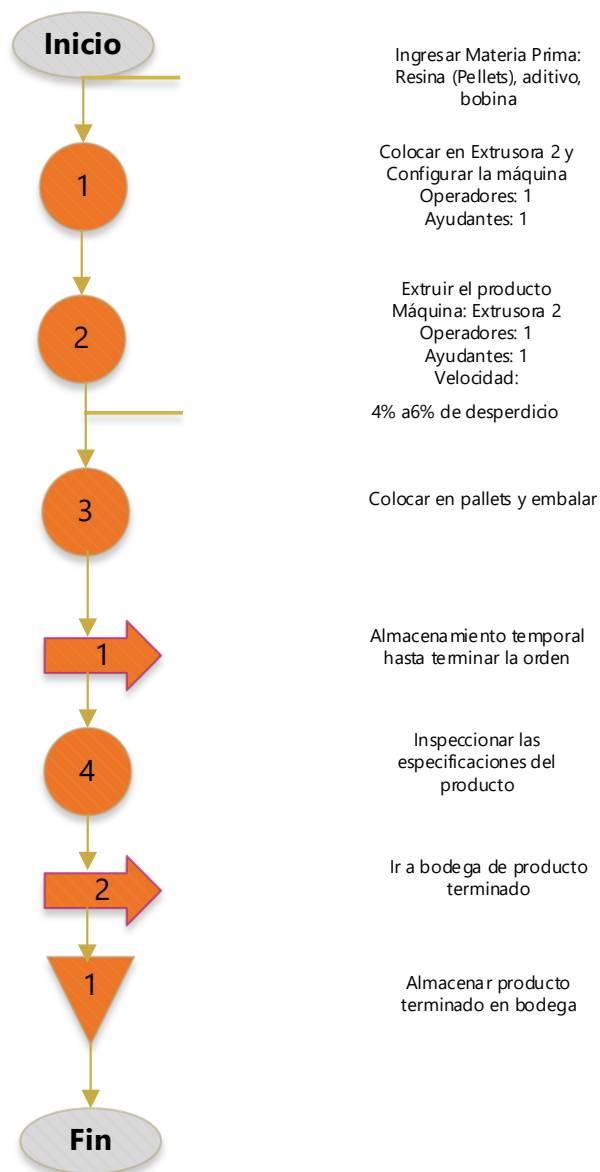
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Rollos de 1.5 y 2 m



Apéndice R Diagrama de Proceso – Rollos de 1.5 y 2 m

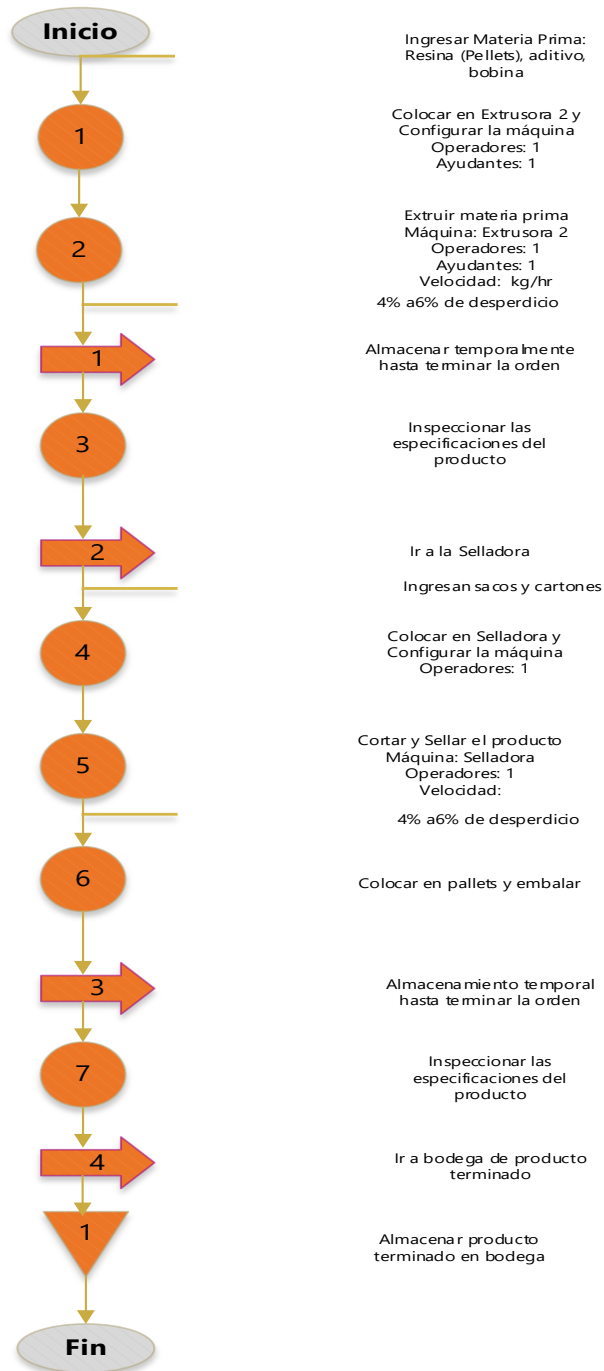
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Fundas Naturales BD



Apéndice S Diagrama de Proceso – Fundas Naturales BD

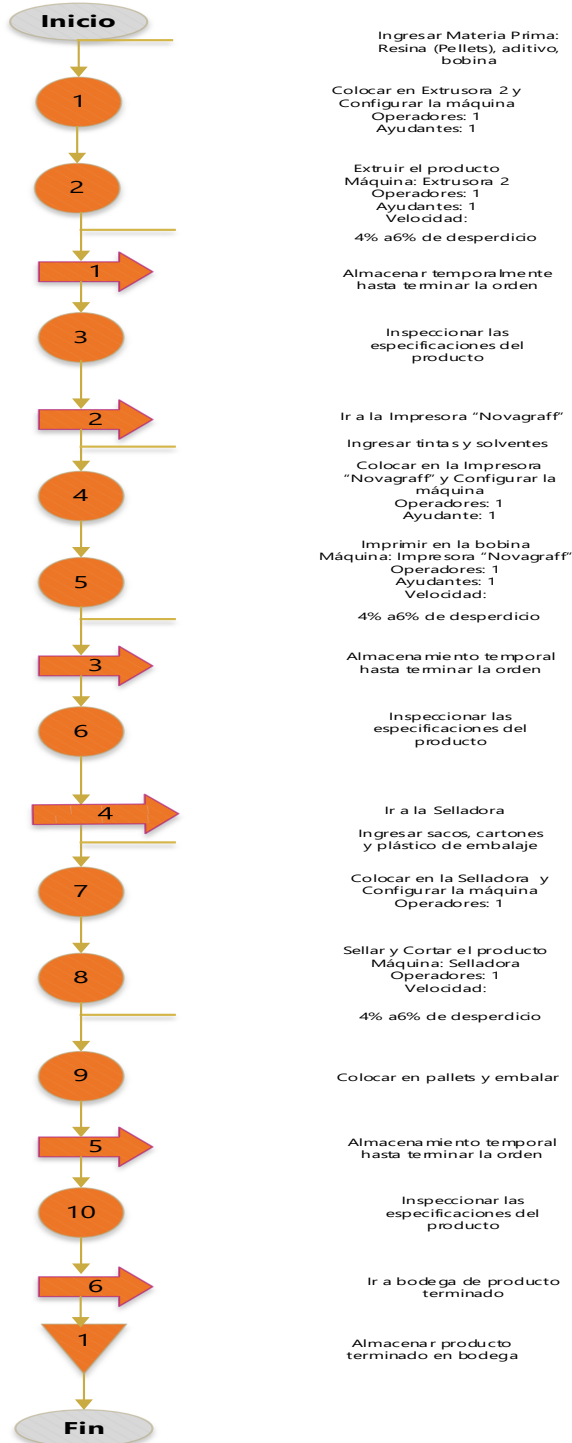
Elaboración propia.

Diagrama de Procesos

Analistas: Maité Estupiñán Chaw – Johnny Bailón Andrade

Miembros del Equipo: Operadores - Ayudantes

Familia de Productos – Fundas Naturales BD Impresas



Apéndice T Diagrama de Proceso – Fundas Naturales BD Impresas

Elaboración propia.

Apéndice U Análisis de los Tiempos de Cambios de las Máquinas

Para los **Tiempos de Cambios de Impresora Novagraff**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios Novagraff									
Error estándar de la									
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Cambios Novagraff	113	0	173,37	9,28	98,61	15,00	95,00	165,00	225,00
N para									
Variable	Máximo	Rango	IQR	Modo	moda				
Cambios Novagraff	480,00	465,00	130,00	120	10				

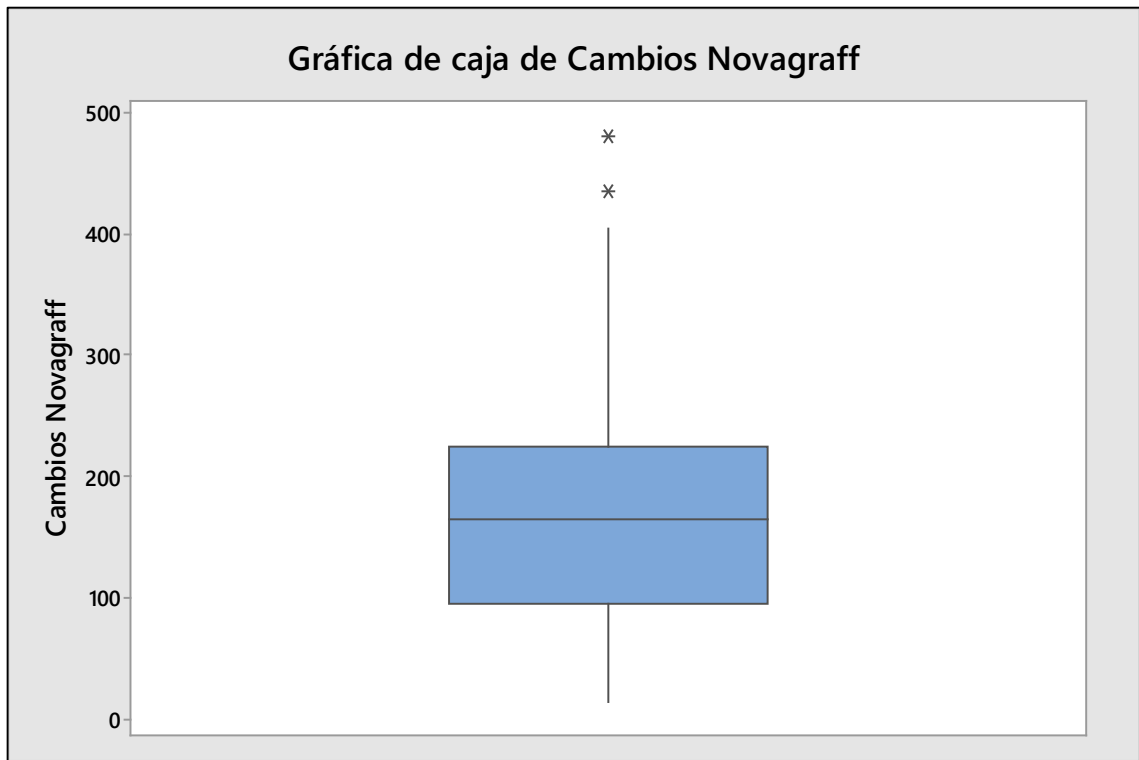


Figura U.1 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Impresora Novagraff

Elaboración propia.

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución Probabilística de los Tiempos de Cambios de Impresora Novagraff, para esto se

consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan los datos.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
111	0	168,252	91,6419	165	15	405	0,552265	-0,198792
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	0,971	0,014						
Exponencial	9,628	<0,003						
Weibull	0,311	>0,250						
Gamma	0,675	0,086						
Valor								
Distribución	Ubicación	Forma	Escala umbral					
Normal*	168,25225		91,64194					
Exponencial			168,25224					
Weibull		1,90587	189,39289					
Gamma		2,77657	60,59708					

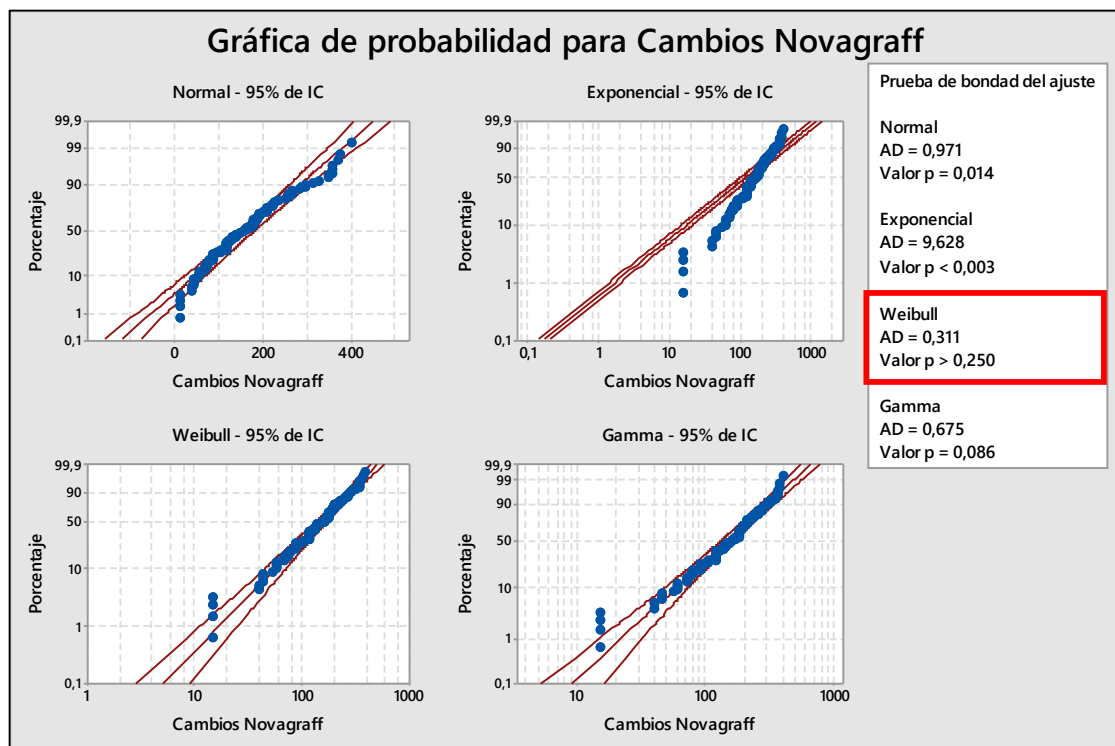


Figura U.2 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Impresora Novagraff

Elaboración propia.

Con los Tiempos de Cambios de Impresora Novagraff, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Impresora Novagraff sigue una Distribución Weibull.

H1: El Tiempo de Cambio de Impresora Novagraff no sigue una Distribución Weibull.

En donde a partir de un valor p igual a 0.250 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Impresora Novagraff sigue una Distribución Weibull.

Para los **Tiempos de Cambios de Corte Jaguar**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios Corte Jaguar									
Error estándar de la									
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Cambios Selladora 1	1	150	30,13	3,87	14,98	10,00	15,00	30,00	45,00
N para									
Variable	Máximo	Rango	IQR	Modo	moda				
Cambios Selladora 1	60,00	50,00	30,00	45	3				

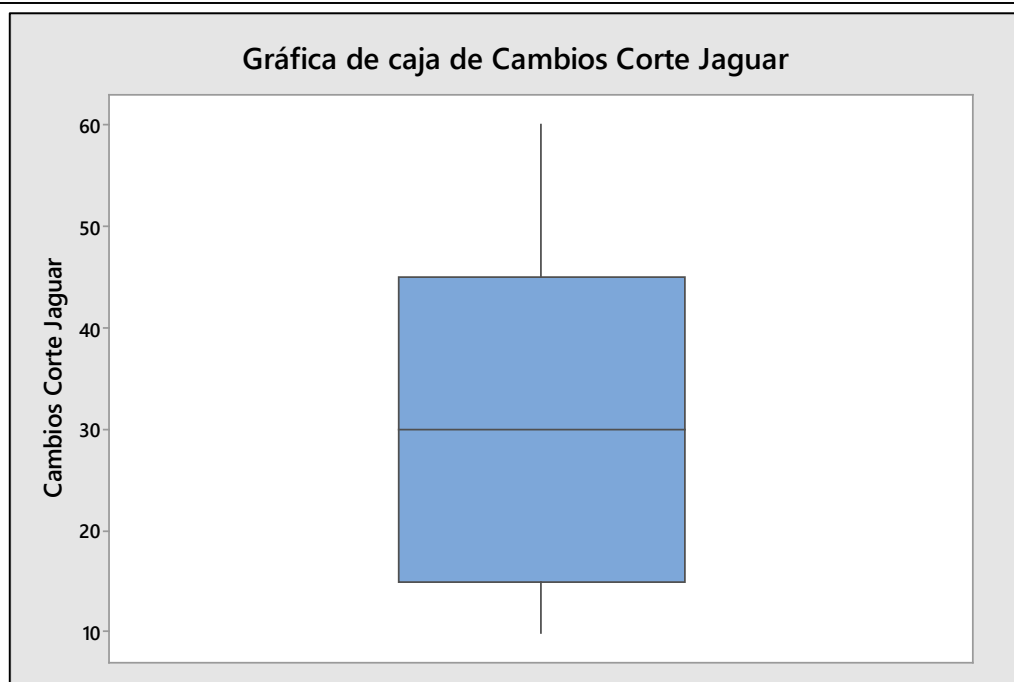


Figura U.3 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Cortadora Jaguar

Elaboración propia

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución de los Tiempos de Cambios de Corte Jaguar, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
15	0	30,1333	14,9755	30	10	60	0,294481	-0,702398
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	0,318	0,504						
Exponencial	1,782	0,013						
Weibull	0,335	>0,250						
Gamma	0,397	>0,250						
Estimaciones ML de los parámetros de distribución								
Distribución	Ubicación	Forma	Escala	umbral				
Normal*	30,13333			14,97554				
Exponencial				30,13333				
Weibull		2,24185		34,12760				
Gamma		3,83591		7,85559				

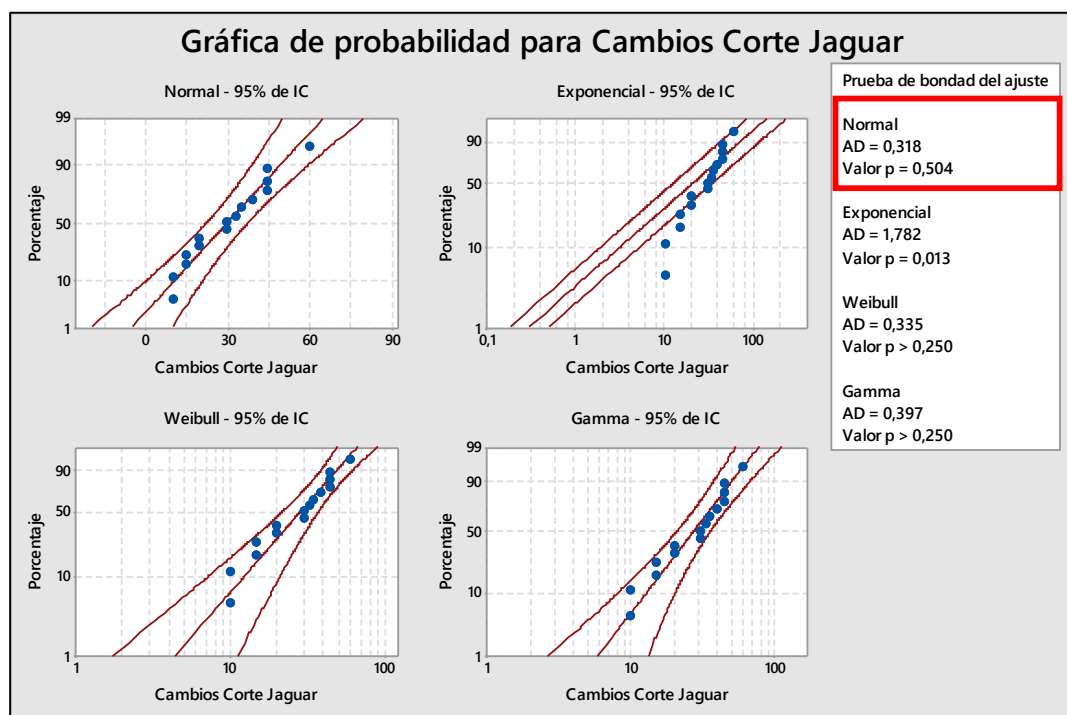


Figura U.4 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Cortadora Jaguar

Elaboración propia.

Con los Tiempos de Cambios de Corte Jaguar, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Corte Jaguar sigue una Distribución Normal.

H1: El Tiempo de Cambio de Corte Jaguar no sigue una Distribución Normal.

En donde a partir de un valor p igual a 0.504 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Corte Jaguar sigue una Distribución Normal.

Para los **Tiempos de Cambios de Corte Novagraff**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios Corte Novagraff										
Error estándar de la										
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	
Cambios Corte Novagraff	20	0	45,7	5,06	22,61	15,00	26,25	42,50	63,75	
Variable	Máximo	N para Rango	IQR	Modo	moda					
Cambios Corte Novagraff	90,00		75,00	37,50	30; 60	3				

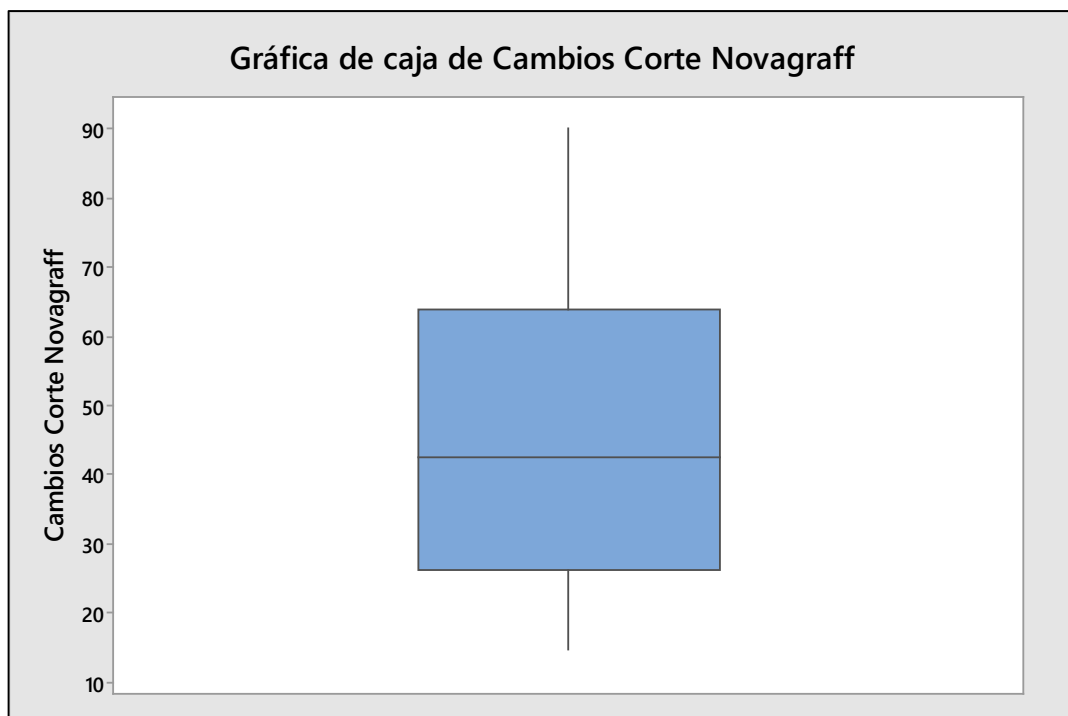


Figura U.5 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Cortadora Novagraff

Elaboración propia

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución Probabilística de los Tiempos de Cambios de Corte Novagraff, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan los datos.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
20	0	45,75	22,6108	42,5	15	90	0,270704	-1,06705
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	0,405	0,320						
Exponencial	2,309	0,004						
Weibull	0,378	>0,250						
Gamma	0,416	>0,250						
Distribución	Ubicación	Forma	Escala umbral					
Normal*	45,75000		22,61084					
Exponencial			45,75000					
Weibull		2,24062	51,84706					
Gamma		3,86708	11,83063					

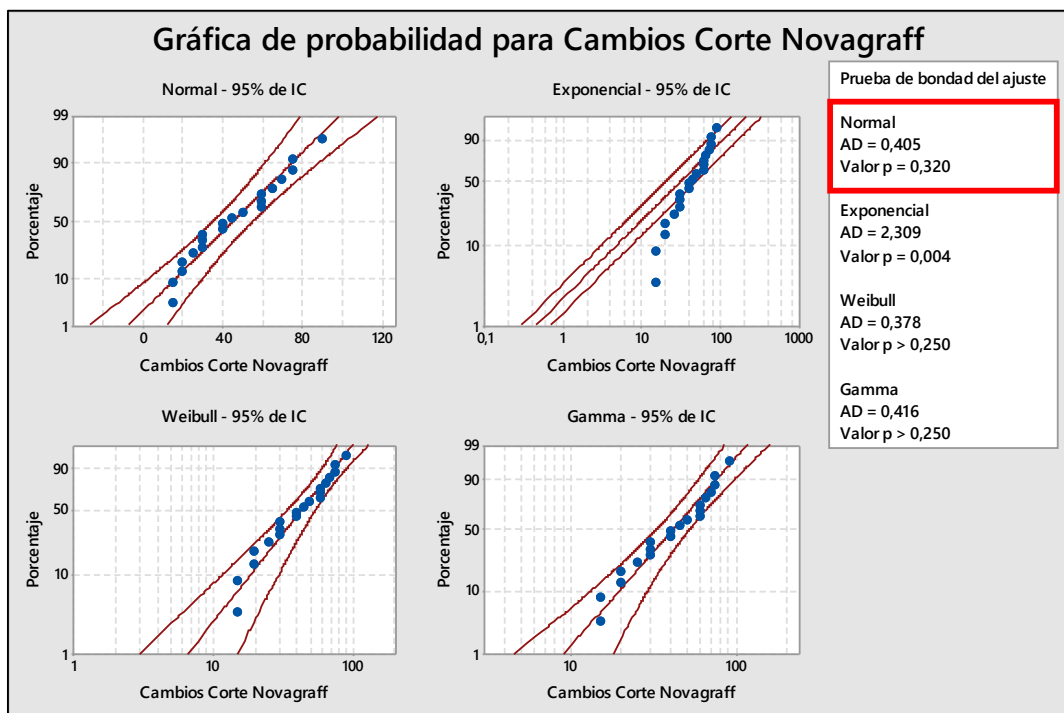


Figura U.6 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Cortadora Novagraff

Elaboración propia

Con los Tiempos de Cambios de Corte Novagraff, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Corte Novagraff sigue una Distribución Normal.

H1: El Tiempo de Cambio de Corte Novagraff no sigue una Distribución Normal.

En donde a partir de un valor p igual a 0.320 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Corte Novagraff sigue una Distribución Normal.

Para los **Tiempos de Cambios de Selladora 1**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios selladora 1									
Error estándar de la									
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Cambios selladora 1	52	0	67,02	5,97	43,03	10,00	36,25	52,50	98,75
Variable	Máximo	N para	Rango	IQR	Modo	moda			
Cambios selladora 1	190,00		180,00	62,50	40; 45; 120	5			

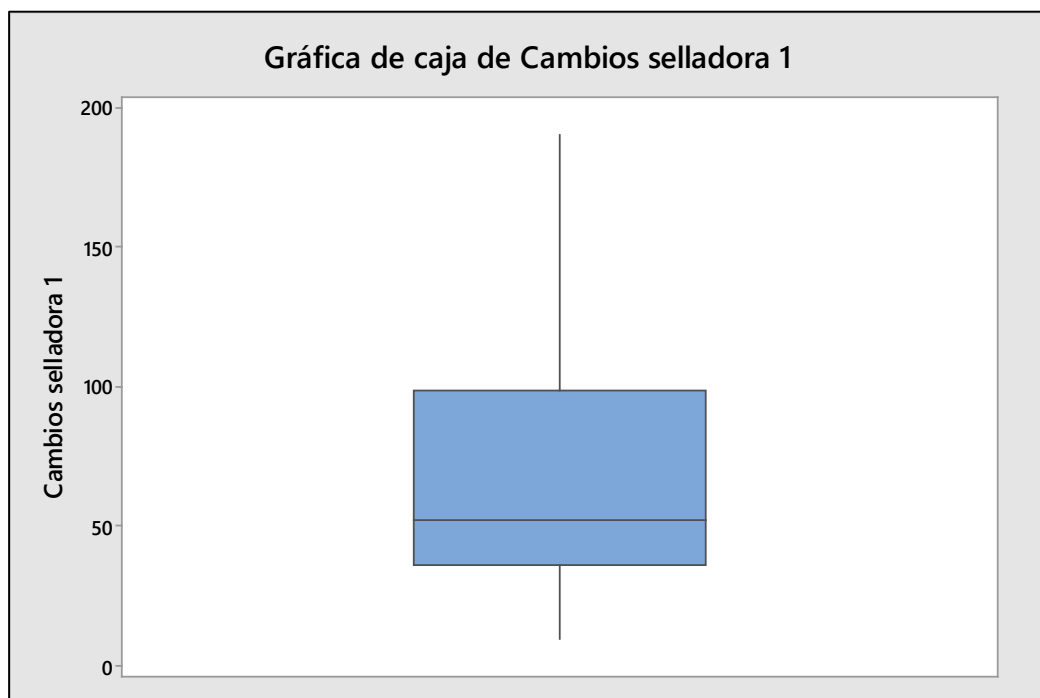


Figura U.7 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Selladora 1

Elaboración propia

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución de los Tiempos de Cambios de Selladora 1, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
52	0	67,0192	43,0260	52,5	10	190	0,878724	0,368435
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	1,206	<0,005						
Exponencial	3,007	<0,003						
Weibull	0,395	>0,250						
Gamma	0,369	>0,250						
Estimaciones ML de los parámetros de distribución								
Distribución	Ubicación	Forma	Escala	umbral				
Normal*	67,01923			43,02598				
Exponencial			67,01923					
Weibull		1,64256		75,18016				
Gamma		2,34535		28,57532				

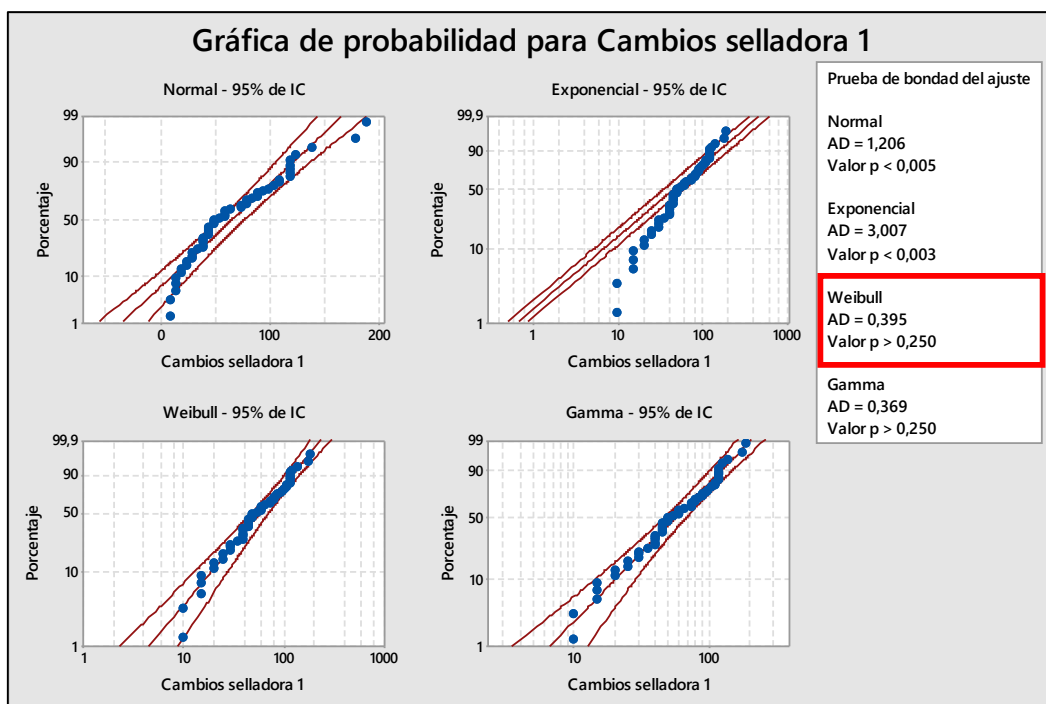


Figura U.8 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Selladora 1

Elaboración propia

Con los Tiempos de Cambios de Selladora 1, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Selladora 1 sigue una Distribución Weibull.

H1: El Tiempo de Cambio de Selladora 1 no sigue una Distribución Weibull.

En donde a partir de un valor p igual a 0.320 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Selladora 1 sigue una Distribución Weibull.

Para los **Tiempos de Cambios de Selladora 2**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios selladora 2									
Error estándar de la									
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Cambios selladora 2	24	0	50,42	6,75	33,07	15,00	21,25	42,50	82,50
Variable	Máximo	N para	Rango	IQR	Modo	moda			
Cambios selladora 2	120,00	105,00	61,25	45	4				

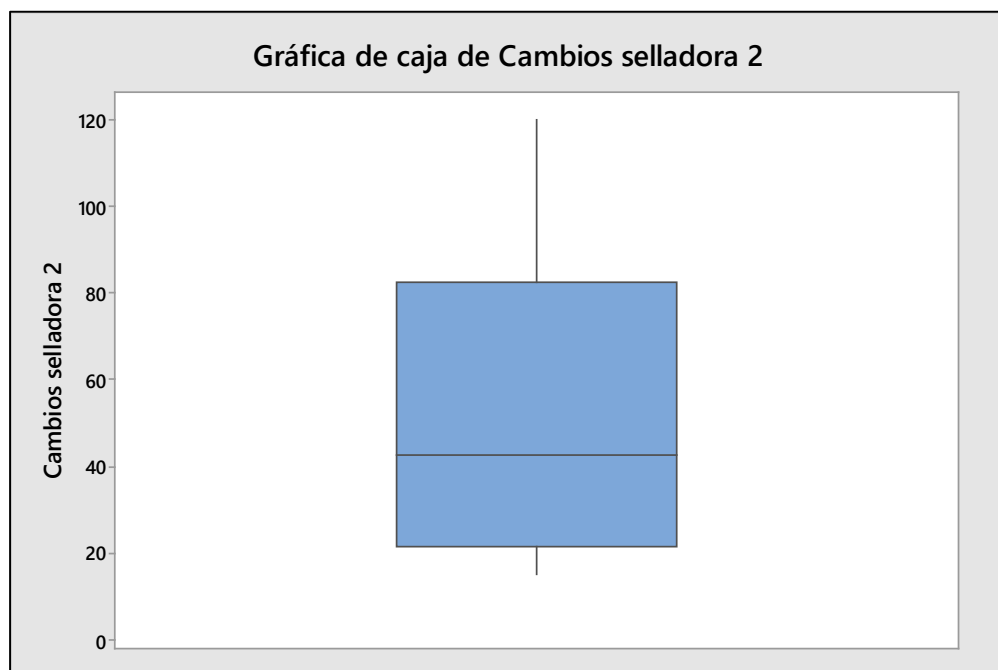


Figura U.9 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Selladora 2

Elaboración propia

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución Probabilística de los Tiempos de Cambios de Selladora 2, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan los datos.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
24	0	50,4167	33,0650	42,5	15	120	0,908688	-0,300453
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	1,160	<0,005						
Exponencial	1,680	0,018						
Weibull	0,617	0,098						
Gamma	0,558	0,175						
Distribución	Ubicación	Forma	Escala	umbral				
Normal*	50,41667			33,06504				
Exponencial				50,41667				
Weibull		1,66218		56,81129				
Gamma		2,56483		19,65692				

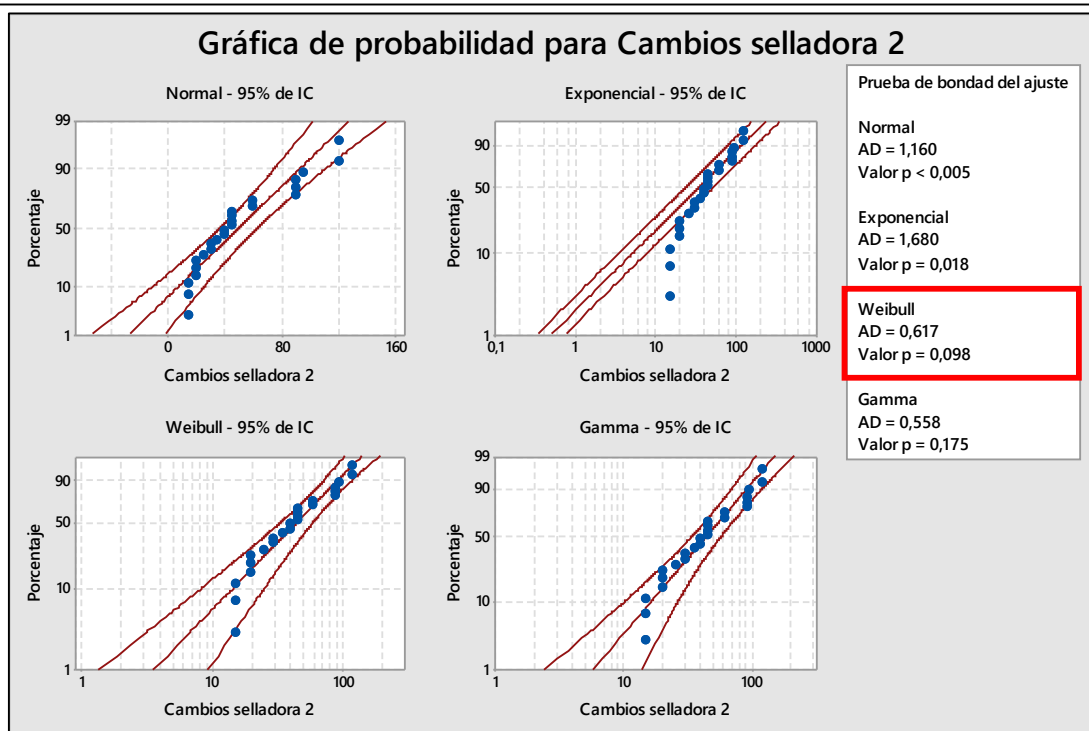


Figura U.10 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Selladora 2

Elaboración propia

Con los Tiempos de Cambios de Selladora 2, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Selladora 2 sigue una Distribución Weibull.

H1: El Tiempo de Cambio de Selladora 2 no sigue una Distribución Weibull.

En donde a partir de un valor p igual a 0.098 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Selladora 2 sigue una Distribución Weibull.

Para los **Tiempos de Cambios de Selladora 2 A**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios selladora 2A									
Error estándar de la									
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Cambios selladora 2A	10	0	34,50	2,29	7,25	30,00	30,00	30,00	45,00
Variable	Máximo	N para	Rango	IQR	Modo	moda			
Cambios selladora 2A	45,00	15,00	15,00	15,00	30	7			

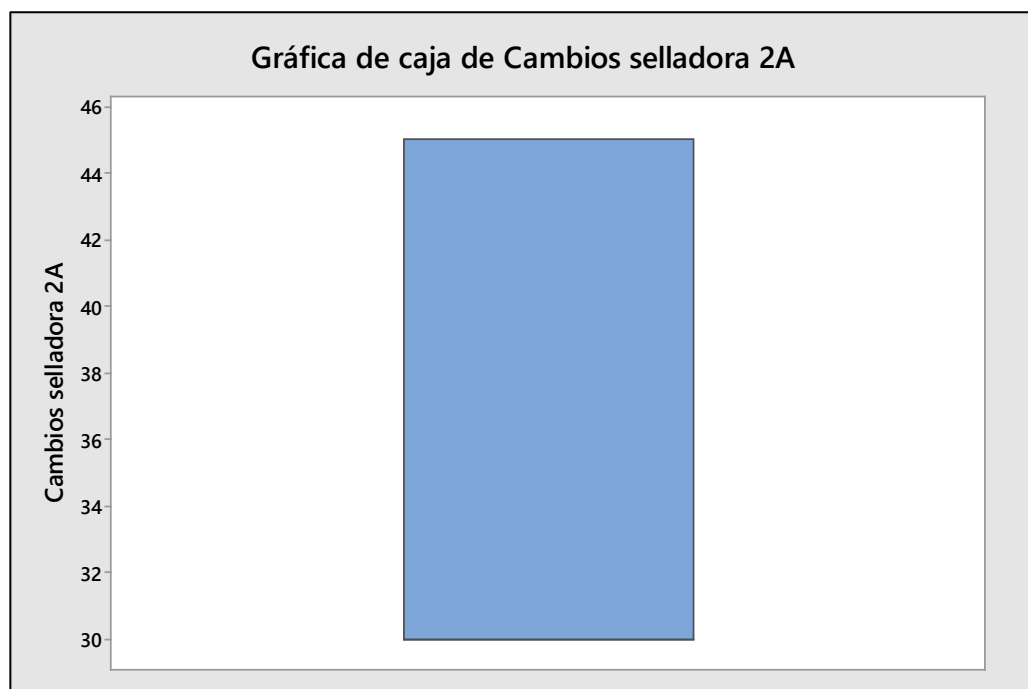


Figura U.11 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Selladora 2A

Elaboración propia

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución Probabilística de los Tiempos de Cambios de Selladora 2 A, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan los datos.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
10	0	34,5	7,24569	30	30	45	1,03510	-1,22449
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	2,033	<0,005						
Exponencial	3,363	<0,003						
Weibull	1,993	<0,010						
Gamma	2,183	<0,005						
Distribución	Ubicación	Forma	Escala	umbral				
Normal*	34,50000			7,24569				
Exponencial				34,50000				
Weibull		5,16952		37,43294				
Gamma		27,75580		1,24298				

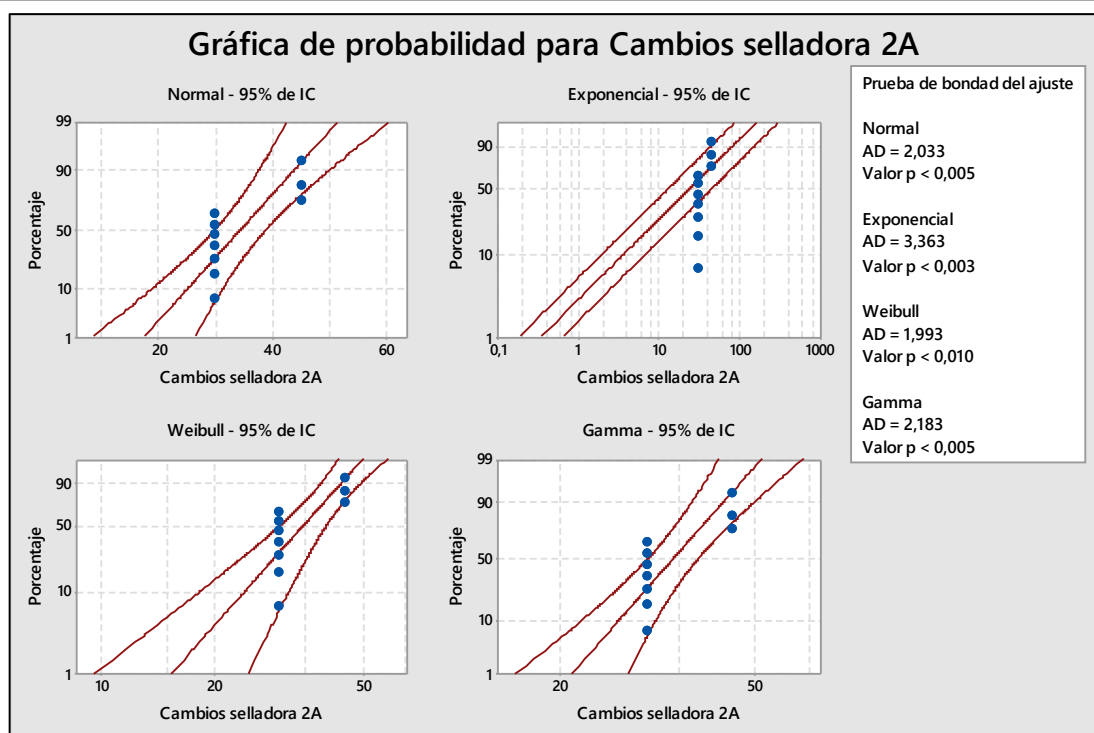


Figura U.12 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Selladora 2A

Elaboración propia

Con los Tiempos de Cambios de Selladora 2 A, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Selladora 2 A sigue una Distribución Weibull.

H1: El Tiempo de Cambio de Selladora 2 A no sigue una Distribución Weibull.

En donde a partir de un valor p igual a 0.010 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar H1, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Selladora 2 A no sigue una Distribución Weibull.

Por lo tanto, se tiene que usaremos una Distribución Triangular.

Para los **Tiempos de Cambios de Selladora 4**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios selladora 4									
Error estándar de la									
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Cambios selladora 4	44	0	63,86	6,39	42,40	10,00	30,00	50,00	90,00
Variable	Máximo	N para	Rango	IQR	Modo	moda			
Cambios selladora 4	230,00	220,00	60,00	90	6				

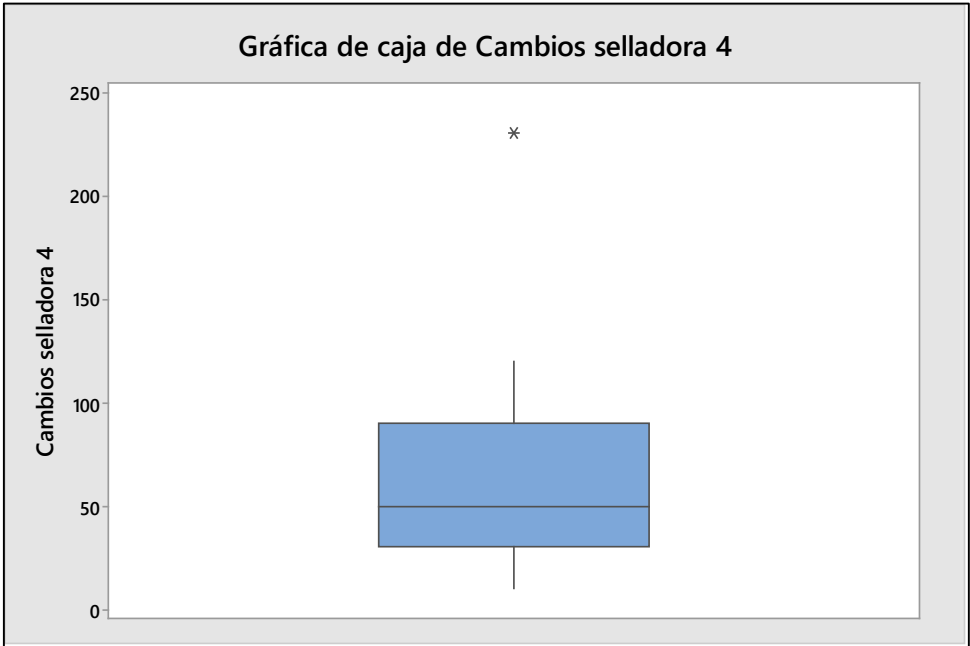


Figura U.13 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Selladora 4

Elaboración propia

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución Probabilística de los Tiempos de Cambios de Selladora 4, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan los datos.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
43	0	60	34,1739	50	10	120	0,289532	-1,14866
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	0,920	0,018						
Exponencial	3,170	<0,003						
Weibull	0,656	0,084						
Gamma	0,675	0,086						
Distribución	Ubicación	Forma	Escala umbral					
Normal*	60,00000		34,17392					
Exponencial			60,00000					
Weibull		1,84590	67,63754					
Gamma		2,62853	22,82641					

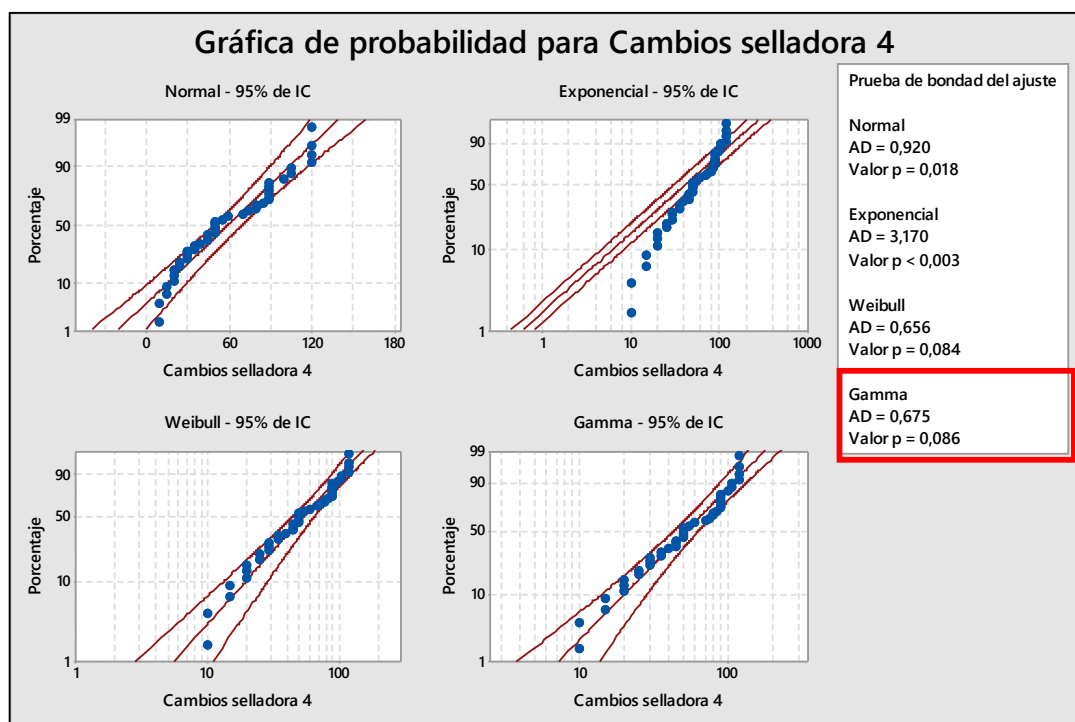


Figura U.14 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Selladora 4

Elaboración propia

Con los Tiempos de Cambios de Selladora 4, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Selladora 4 sigue una Distribución Gamma.

H1: El Tiempo de Cambio de Selladora 4 no sigue una Distribución Gamma.

En donde a partir de un valor p igual a 0.086 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Selladora 4 sigue una Distribución Gamma.

Para los **Tiempos de Cambios de Selladora 5**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios selladora 5									
Error estándar de la									
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Cambios selladora 5	36	0	42,58	6,39	38,32	5,00	16,25	37,50	50,00
Variable	Máximo	N para	Rango	IQR	Modo	moda			
Cambios selladora 5	210,00		205,00	33,75	45	6			

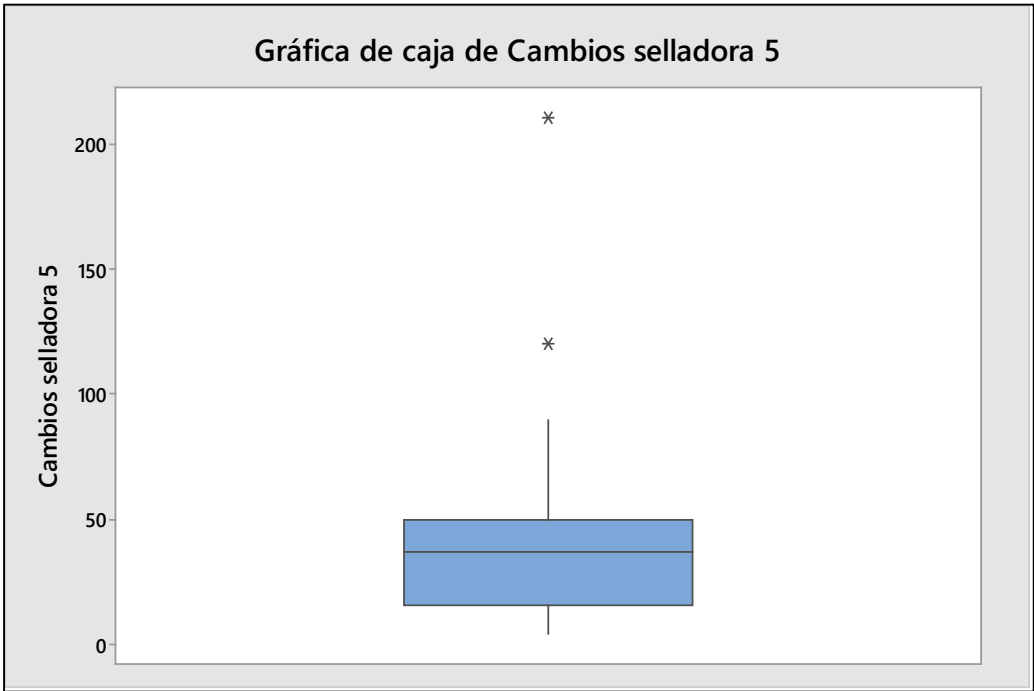


Figura U.15 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Selladora 5

Elaboración propia

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución Probabilística de los Tiempos de Cambios de Selladora 5, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan los datos.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
34	0	35,3824	21,7451	32,5	5	90	0,667215	-0,0359414
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	0,642	0,086						
Exponencial	2,233	0,005						
Weibull	0,446	>0,250						
Gamma	0,531	0,201						
Distribución	Ubicación	Forma	Escala	umbral				
Normal*	35,38235			21,74510				
Exponencial				35,38235				
Weibull		1,71301		39,76356				
Gamma		2,42454		14,59342				

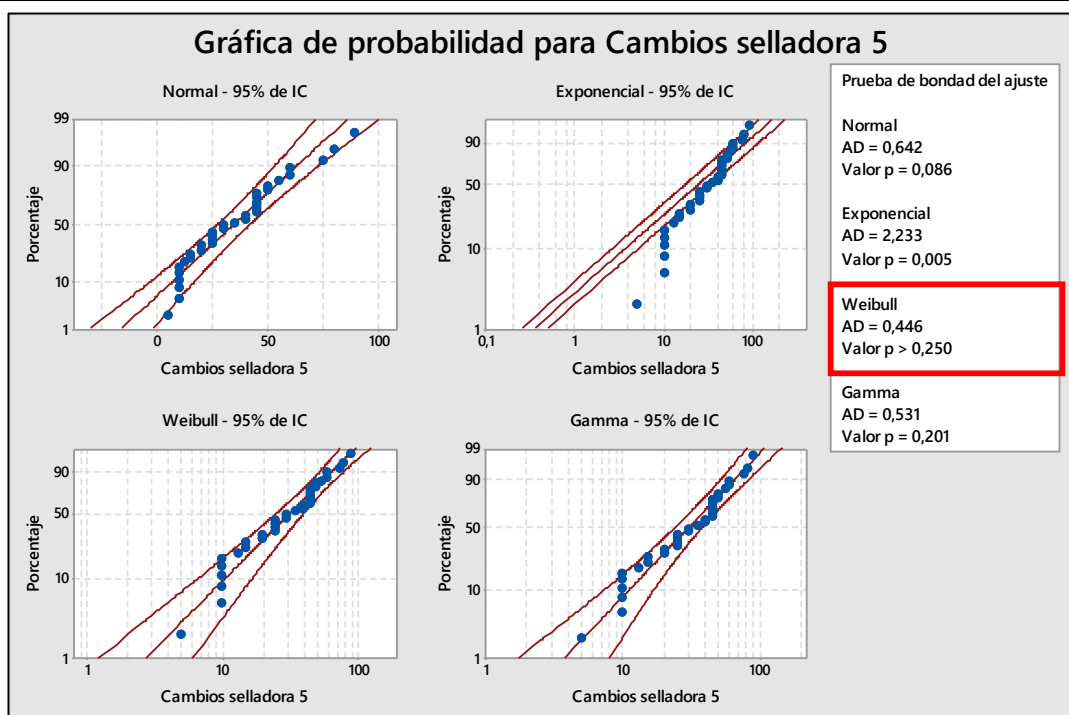


Figura U.16 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Selladora 5

Elaboración propia

Con los Tiempos de Cambios de Selladora 5, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Selladora 5 sigue una Distribución Weibull.

H1: El Tiempo de Cambio de Selladora 5 no sigue una Distribución Weibull.

En donde a partir de un valor p igual a 0.250 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Selladora 4 sigue una Distribución Weibull.

Para los **Tiempos de Cambios de Selladora 6**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios selladora 6									
Error estándar de la									
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Cambios selladora 6	22	0	54,41	9,20	43,13	7,00	20,00	42,50	90,00
Variable	Máximo	N para	Rango	IQR	Modo	moda			
Cambios selladora 6	180,00		173,00	70,00	90	5			

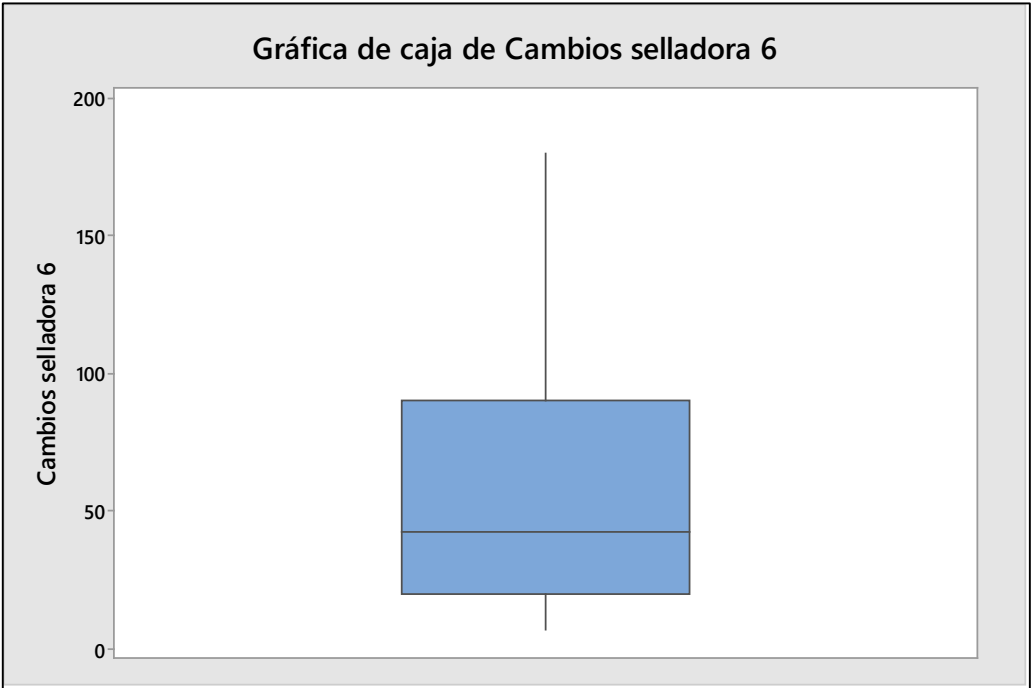


Figura U.17 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Selladora 6

Elaboración propia

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución Probabilística de los Tiempos de Cambios de Selladora 6, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan los datos.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
22	0	54,4091	43,1340	42,5	7	180	1,31099	1,91707
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	0,955	0,013						
Exponencial	0,696	0,266						
Weibull	0,349	>0,250						
Gamma	0,341	>0,250						
Distribución	Ubicación	Forma	Escala	umbral				
Normal*	54,40909			43,13397				
Exponencial				54,40909				
Weibull		1,34262		59,51483				
Gamma		1,69111		32,17358				

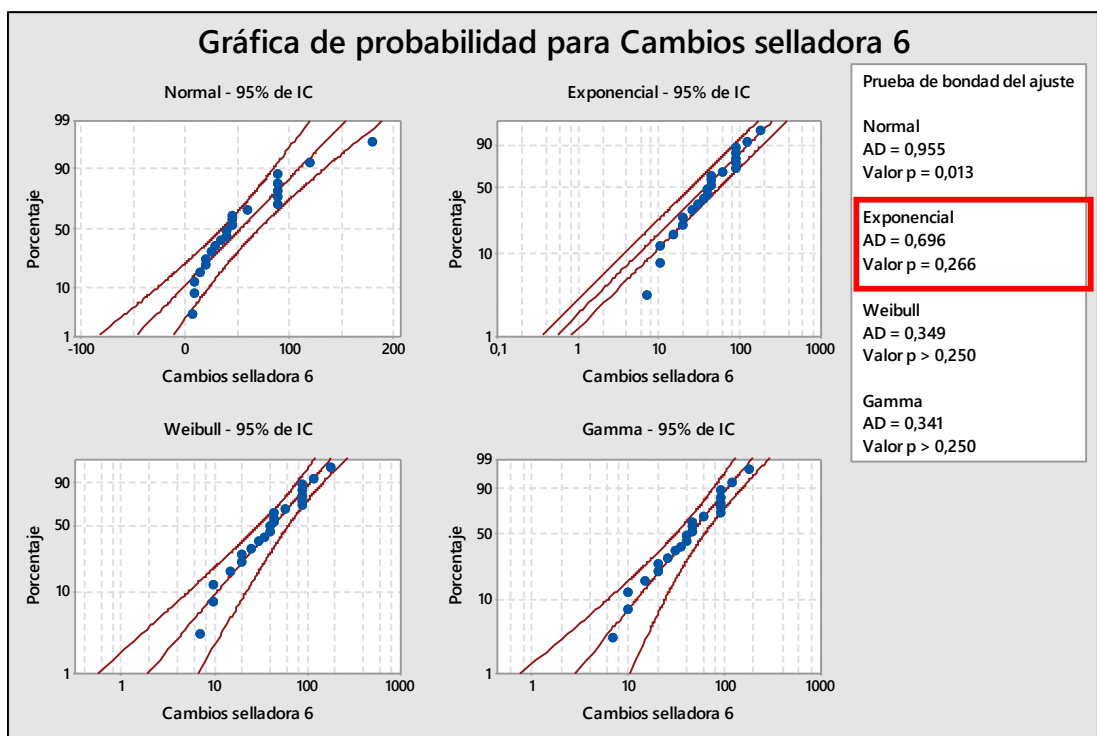


Figura U.18 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Selladora 6

Elaboración propia

Con los Tiempos de Cambios de Selladora 6, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Selladora 6 sigue una Distribución Exponencial.

H1: El Tiempo de Cambio de Selladora 6 no sigue una Distribución Exponencial.

En donde a partir de un valor p igual a 0.266 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Selladora 6 sigue una Distribución Exponencial.

Para los **Tiempos de Cambios de Selladora 7**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios selladora 7									
Error estándar de la									
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Cambios selladora 7	25	1	63,80	7,26	36,32	10,00	32,50	60,00	90,00
Variable	Máximo	N para	Rango	IQR	Modo	moda			
Cambios selladora 7	150,00	140,00	57,50	80	5				

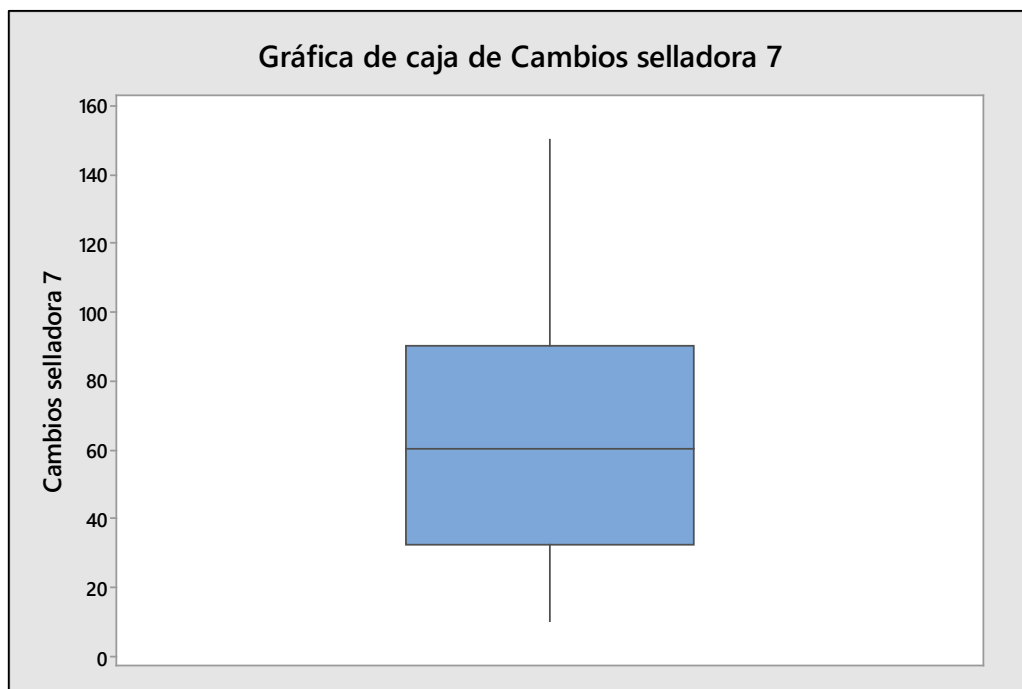


Figura U.19 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Selladora 7

Elaboración propia

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución Probabilística de los Tiempos de Cambios de Selladora 7, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan los datos.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
25	1	63,8	36,3226	60	10	150	0,506832	-0,313500
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	0,579	0,118						
Exponencial	2,106	0,006						
Weibull	0,463	0,243						
Gamma	0,506	0,222						
Distribución	Ubicación	Forma	Escala umbral					
Normal*	63,80000		36,32263					
Exponencial			63,80000					
Weibull		1,87540	72,00365					
Gamma		2,79193	22,85155					

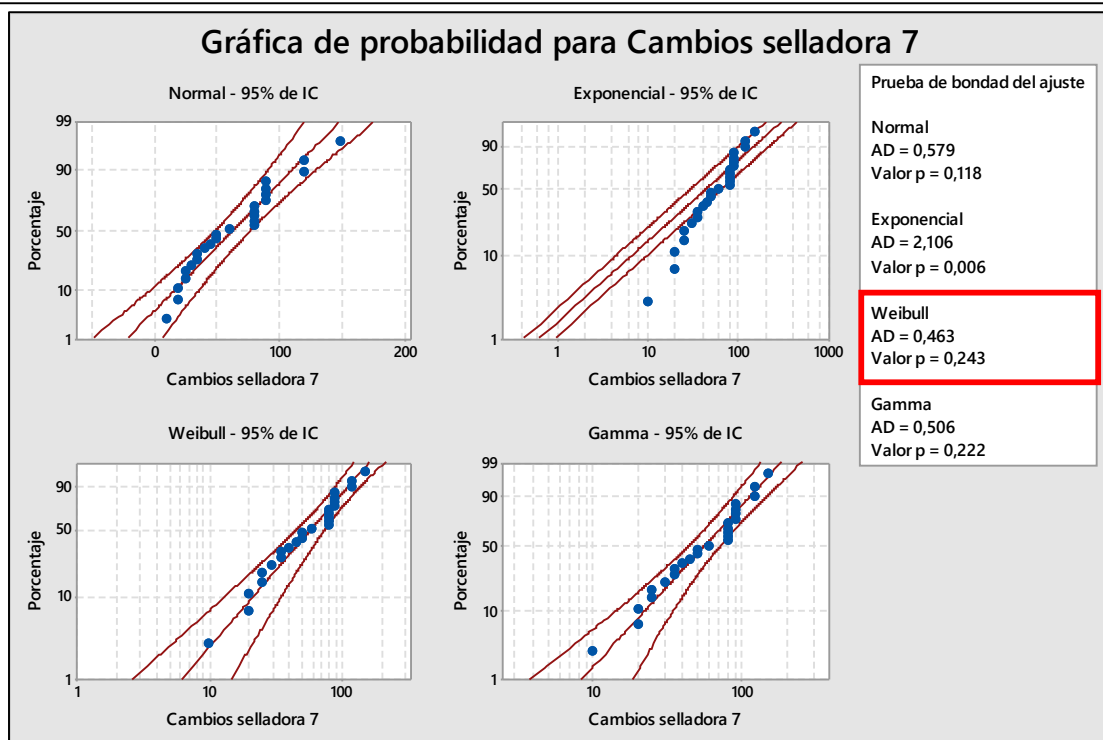


Figura U.20 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Selladora 7

Elaboración propia

Con los Tiempos de Cambios de Selladora 7, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Selladora 7 sigue una Distribución Weibull.

H1: El Tiempo de Cambio de Selladora 7 no sigue una Distribución Weibull.

En donde a partir de un valor p igual a 0.243 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Selladora 7 sigue una Distribución Weibull.

Para los **Tiempos de Cambios de Selladora 9**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios selladora 9									
Error estándar de la									
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Cambios selladora 9	28	0	66,25	9,07	47,97	10,00	25,00	50,00	107,50
Variable	Máximo	N para	Rango	IQR	Modo	moda			
Cambios selladora 9	180,00		170,00	82,50	20; 25; 90; 120	3			

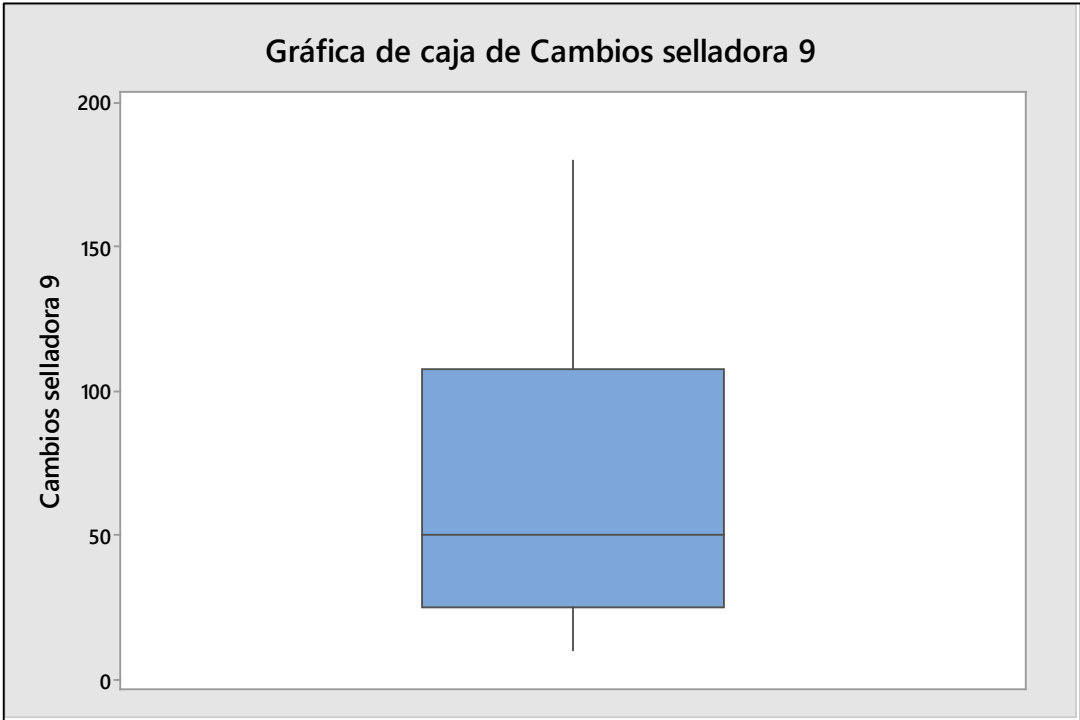


Figura U.21 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Selladora 9

Elaboración propia

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución Probabilística de los Tiempos de Cambios de Selladora 9, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan los datos.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
28	0	66,25	47,9704	50	10	180	0,670020	-0,613268
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	1,061	0,007						
Exponencial	1,080	0,090						
Weibull	0,700	0,063						
Gamma	0,711	0,074						
Distribución	Ubicación	Forma	Escala	umbral				
Normal*	66,25000			47,97038				
Exponencial				66,25000				
Weibull		1,43325		73,21209				
Gamma		1,82880		36,22595				

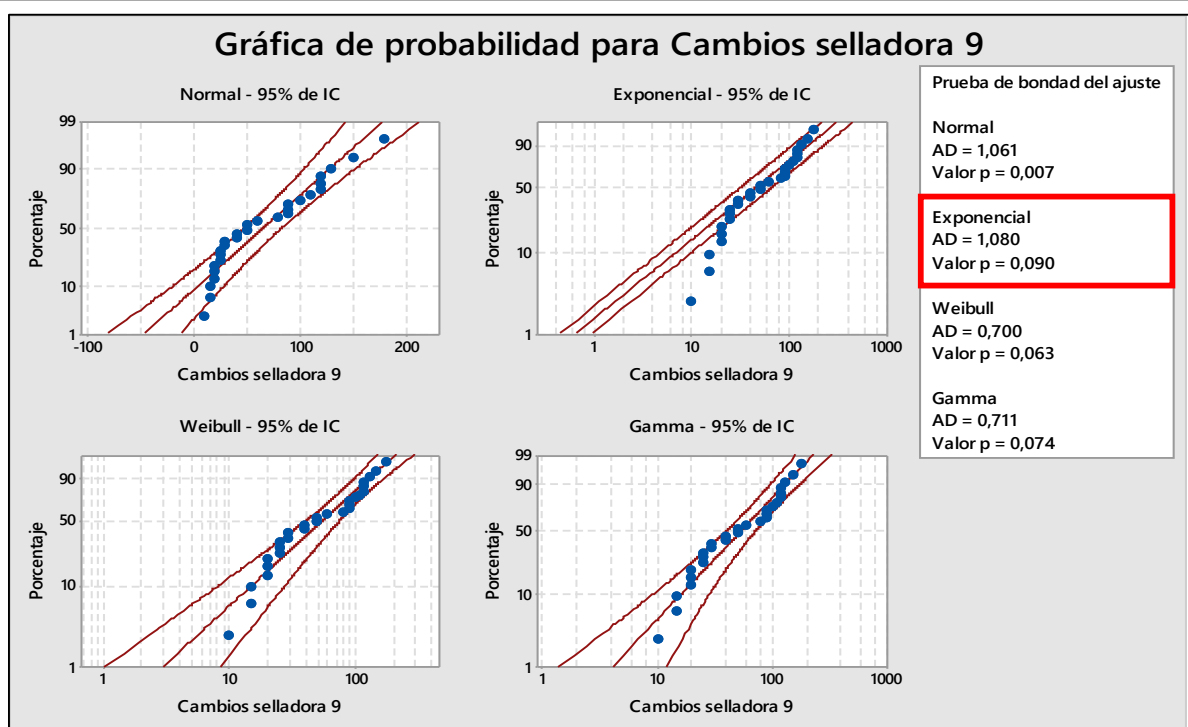


Figura U.22 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Selladora 9

Elaboración propia

Con los Tiempos de Cambios de Selladora 9, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Selladora 9 sigue una Distribución Exponencial.

H1: El Tiempo de Cambio de Selladora 9 no sigue una Distribución Exponencial.

En donde a partir de un valor p igual a 0.090 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Selladora 9 sigue una Distribución Exponencial.

Para los **Tiempos de Cambios de Selladora 11**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios selladora 11									
Error estándar de la									
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
Cambios selladora 11	47	0	79,36	9,47	64,91	10,00	35,00	55,00	120,00
Variable	Máximo	N para Rango	IQR	Modo	moda				
Cambios selladora 11	360,00	350,00	85,00	120	7				

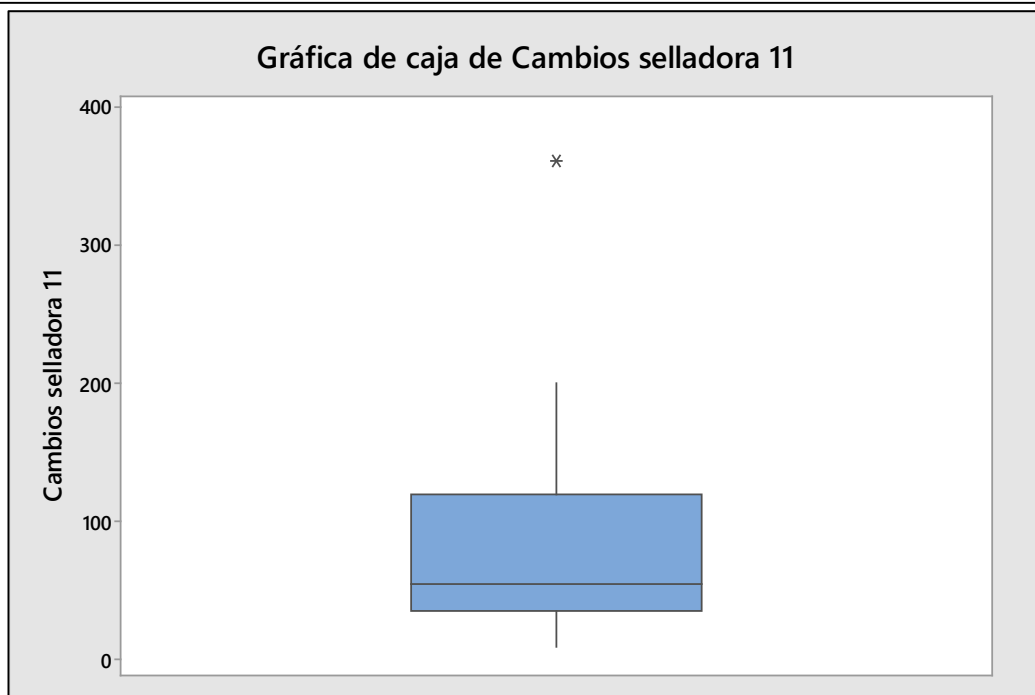


Figura U.23 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Selladora 11

Elaboración propia

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución Probabilística de los Tiempos de Cambios de Selladora 11, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan los datos.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
46	0	73,2609	50,1909	52,5	10	200	0,776589	-0,297555
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	1,458	<0,005						
Exponencial	2,062	0,007						
Weibull	0,645	0,089						
Gamma	0,621	0,120						
Distribución	Ubicación	Forma	Escala	umbral				
Normal*	73,26087			50,19094				
Exponencial				73,26087				
Weibull		1,53115		81,69224				
Gamma		2,07882		35,24155				

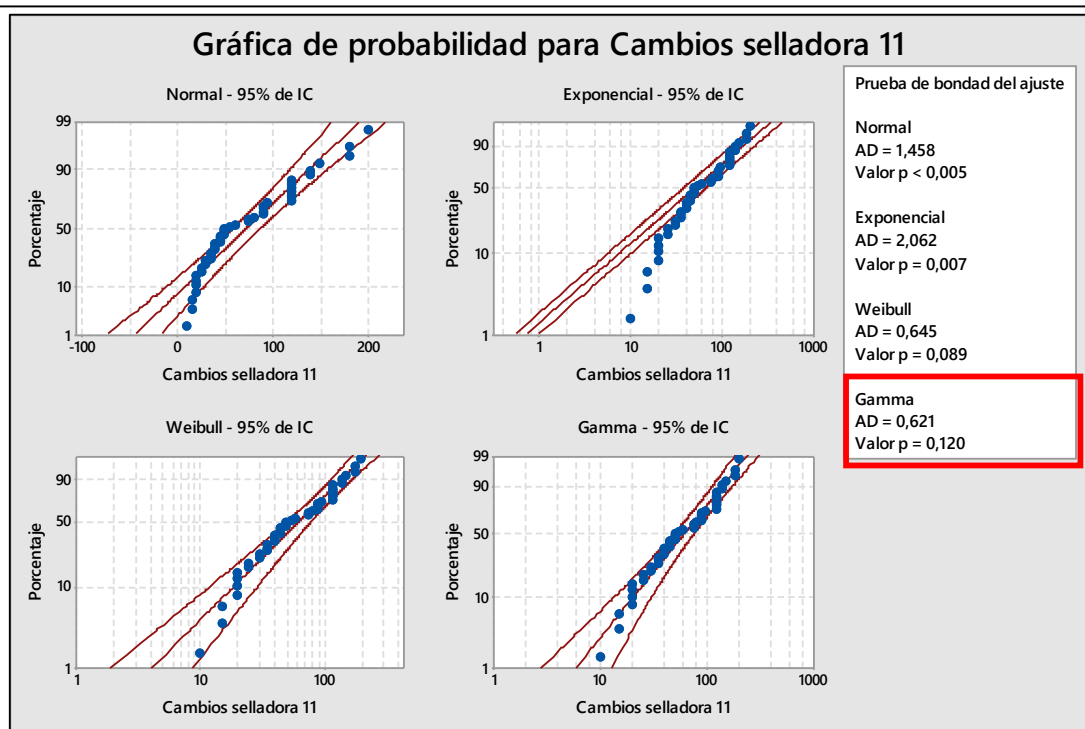


Figura U.24 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Selladora 11

Elaboración propia

Con los Tiempos de Cambios de Selladora 11, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Selladora 11 sigue una Distribución Gamma.

H1: El Tiempo de Cambio de Selladora 11 no sigue una Distribución Gamma.

En donde a partir de un valor p igual a 0.120 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Selladora 11 sigue una Distribución Gamma.

Para los **Tiempos de Cambios de Selladora 12**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios selladora 12										
Error estándar de la										
Variable	N	N*	Media	media	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
Cambios selladora 12	8	0	63,8	13,2	37,4	30,0	30,0	60,0	90,0	120,0
Variable	N para Rango		IQR	Modo	moda					
Cambios selladora 12	90,0		60,0	30	4					

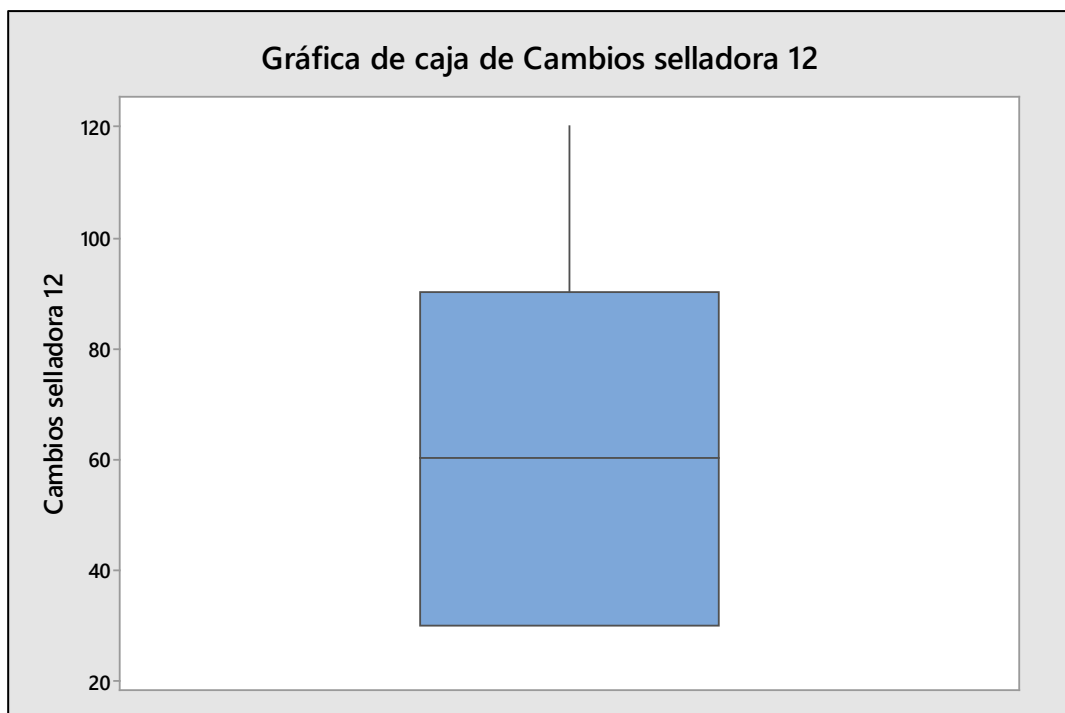


Figura U.25 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Selladora 12

Elaboración propia

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución Probabilística de los Tiempos de Cambios de Selladora 12, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan los datos.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
8	0	63,75	37,3927	60	30	120	0,285875	-1,98430
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	0,880	0,013						
Exponencial	1,127	0,067						
Weibull	1,036	<0,010						
Gamma	1,095	0,008						
Distribución	Ubicación	Forma	Escala	umbral				
Normal*	63,75000			37,39270				
Exponencial				63,75000				
Weibull		1,95431		72,35118				
Gamma		3,12402		20,40641				

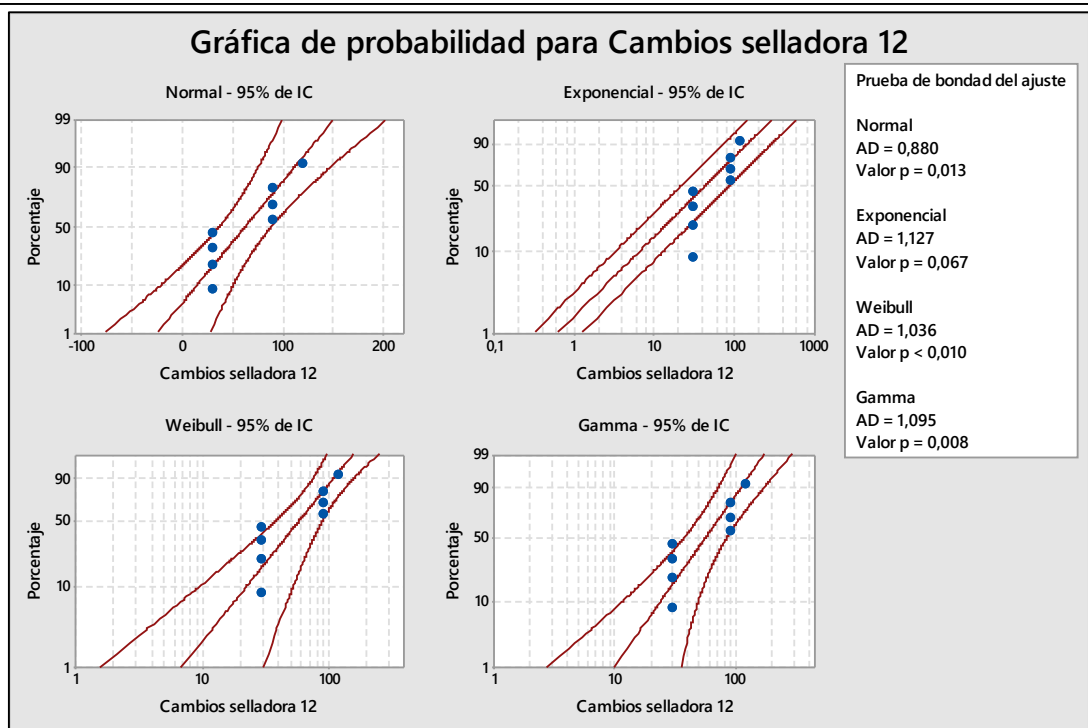


Figura U.26 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Selladora 12

Elaboración propia

Con los Tiempos de Cambios de Selladora 12, se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: El Tiempo de Cambio de Selladora 12 sigue una Distribución Exponencial.

H1: El Tiempo de Cambio de Selladora 12 no sigue una Distribución Exponencial.

En donde a partir de un valor p igual a 0.067 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar H1, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Selladora 12 no sigue una Distribución Exponencial.

Por lo tanto, se tiene que usaremos una Distribución Triangular.

Para los **Tiempos de Cambios de Selladora 13**, se realizó el análisis para determinar los datos atípicos y eliminarlos por medio de un Diagrama de Cajas.

Estadísticos descriptivos: Cambios selladora 13

Variable	N	N*	Error estándar de la		Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3
			Media	media					
Cambios selladora 13	21	0	62,62	9,65	44,20	10,00	30,00	40,00	115,00
Variable	Máximo		N para Rango		IQR	Modo	moda		
Cambios selladora 13	150,00		140,00		85,00	30	6		

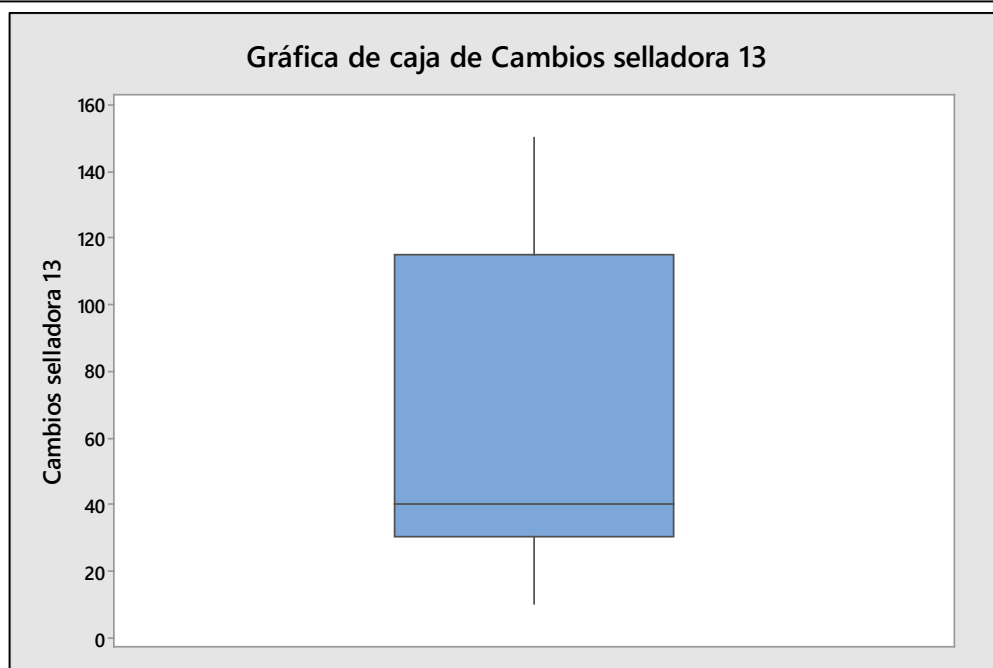


Figura U.27 Gráfica de Caja de Tiempos de Cambios de Selladora 13

Elaboración propia

Una vez eliminados los datos atípicos, se puede determinar cuál es la Distribución Probabilística de los Tiempos de Cambios de Selladora 13, para esto se consideraron las Distribuciones de Normal, Exponencial, Weibull y Gamma, para determinar a cuál de estas se asemejan los datos.

Estadísticas descriptivas								
N	N*	Media	Desv.Est.	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
21	0	62,6190	44,2046	40	10	150	0,610311	-1,17539
Prueba de bondad del ajuste								
Distribución	AD	P						
Normal	1,308	<0,005						
Exponencial	1,215	0,061						
Weibull	0,942	0,015						
Gamma	0,927	0,022						
Distribución	Ubicación	Forma	Escala umbral					
Normal*	62,61905		44,20461					
Exponencial			62,61905					
Weibull		1,50167	69,72526					
Gamma		2,01727	31,04153					

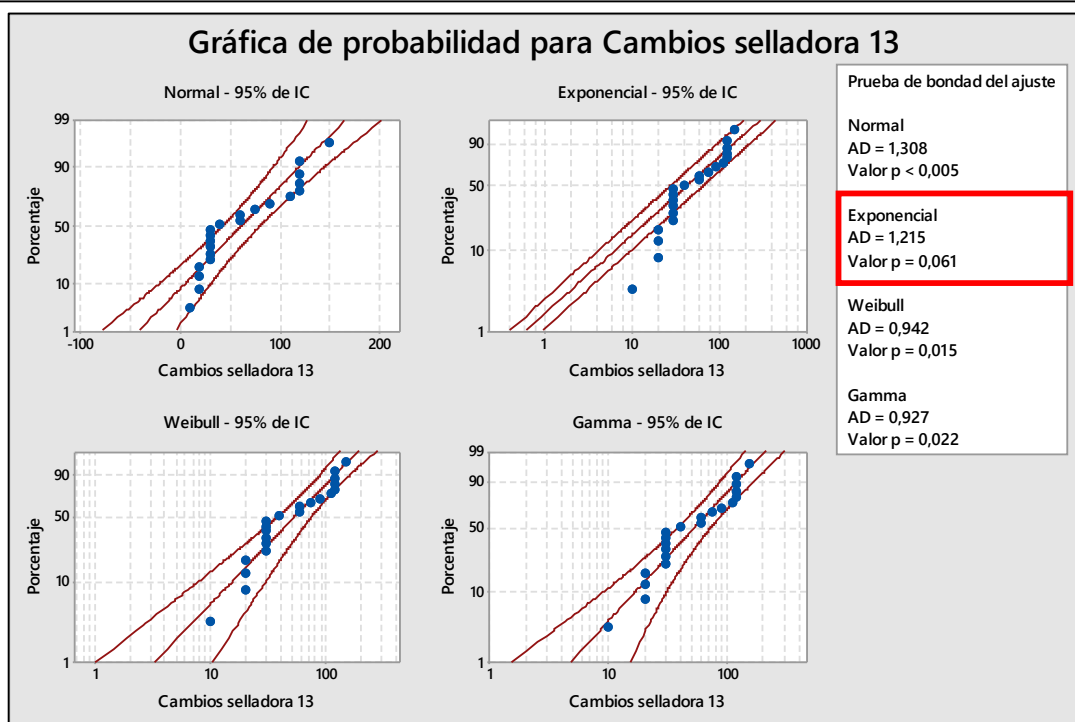


Figura U.28 Gráfica de Probabilidad de Tiempos de Cambios de Selladora 13

Elaboración propia

Con los Tiempos de Cambios de Selladora 13, se postularon las siguientes hipótesis:

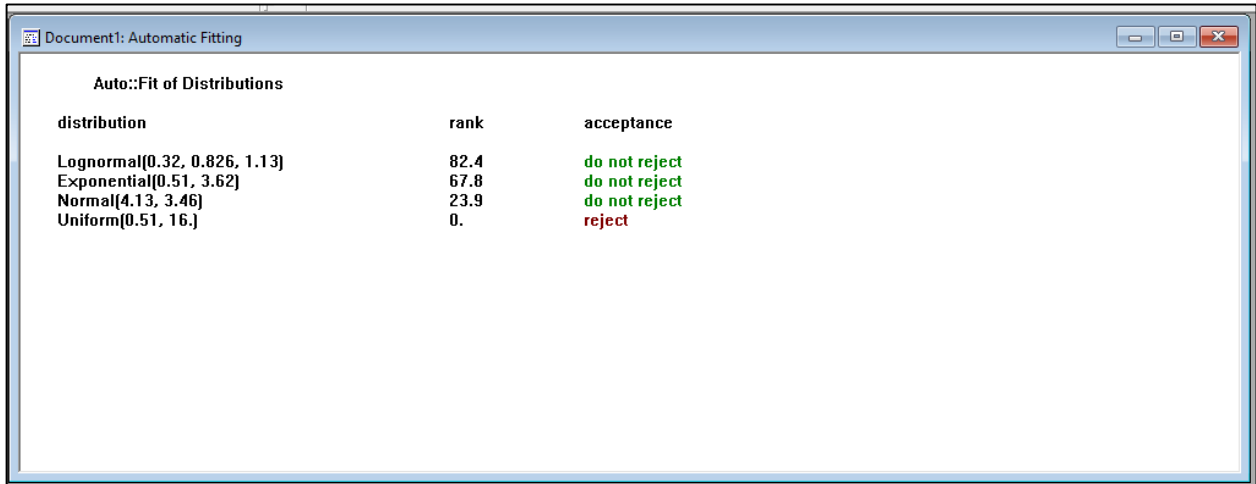
Ho: El Tiempo de Cambio de Selladora 13 sigue una Distribución Exponencial.

H1: El Tiempo de Cambio de Selladora 13 no sigue una Distribución Exponencial.

En donde a partir de un valor p igual a 0.061 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Tiempo de Cambio de Selladora 13 sigue una Distribución Exponencial.

Apéndice V Análisis de los Paros no Planeados de la Máquina

Para el análisis de la duración de los Paros no Planeados de la máquina **Extrusora 1** se utilizó el Programa Stat Fit, para determinar que tipo de distribución probabilística siguen los datos.



Document1: Automatic Fitting

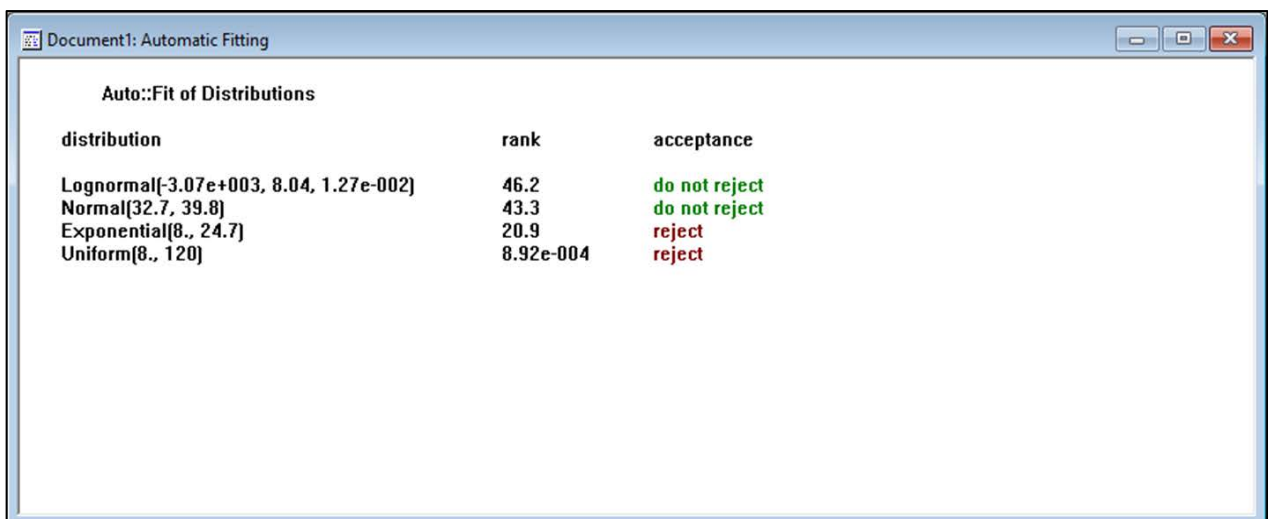
Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Lognormal(0.32, 0.826, 1.13)	82.4	do not reject
Exponential(0.51, 3.62)	67.8	do not reject
Normal(4.13, 3.46)	23.9	do not reject
Uniform(0.51, 16.)	0.	reject

Figura V.1 Análisis de Duración de Paros no Planeados de Extrusora 1

Elaboración propia

Para el análisis de la frecuencia de los Paros no Planeados de la máquina **Extrusora 1** se utilizó el Programa Stat Fit, para determinar que tipo de distribución probabilística siguen los datos.



Document1: Automatic Fitting

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Lognormal[-3.07e+003, 8.04, 1.27e-002]	46.2	do not reject
Normal(32.7, 39.8)	43.3	do not reject
Exponential(8., 24.7)	20.9	reject
Uniform(8., 120)	8.92e-004	reject

Figura V.2 Análisis de Frecuencia de Paros no Planeados de Extrusora 1

Elaboración propia

Para el análisis de la duración de los Paros no Planeados de la máquina **Extrusora 2** se utilizó el Programa Stat Fit, para determinar que tipo de distribución probabilística siguen los datos.

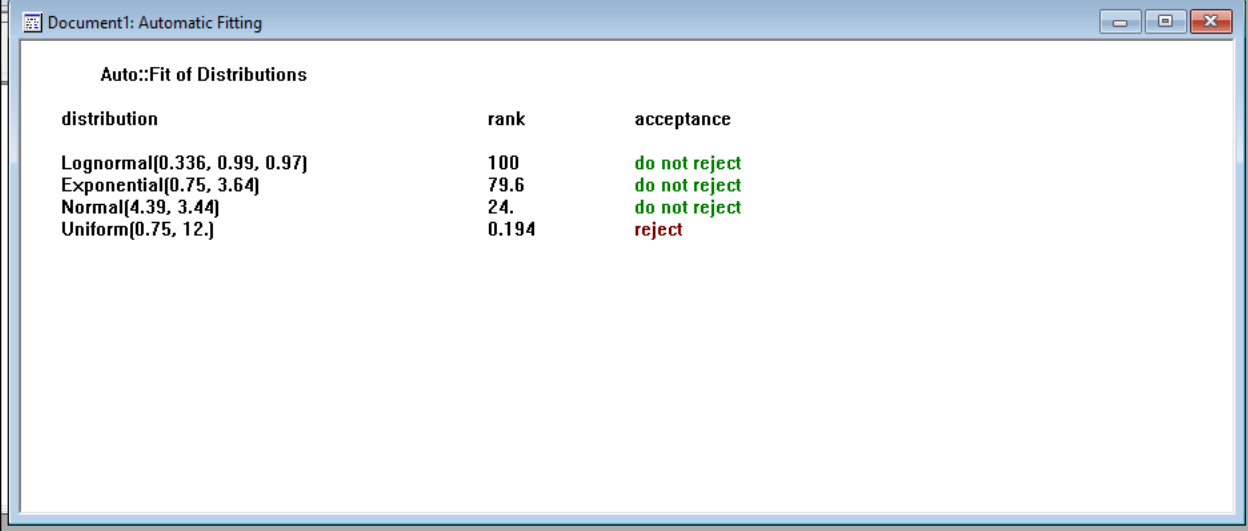


Figura V.3 Análisis de Duración de Paros no Planeados de Extrusora 2

Elaboración propia

Para el análisis de la frecuencia de los Paros no Planeados de la máquina **Extrusora 2** se utilizó el Programa Stat Fit, para determinar que tipo de distribución probabilística siguen los datos.

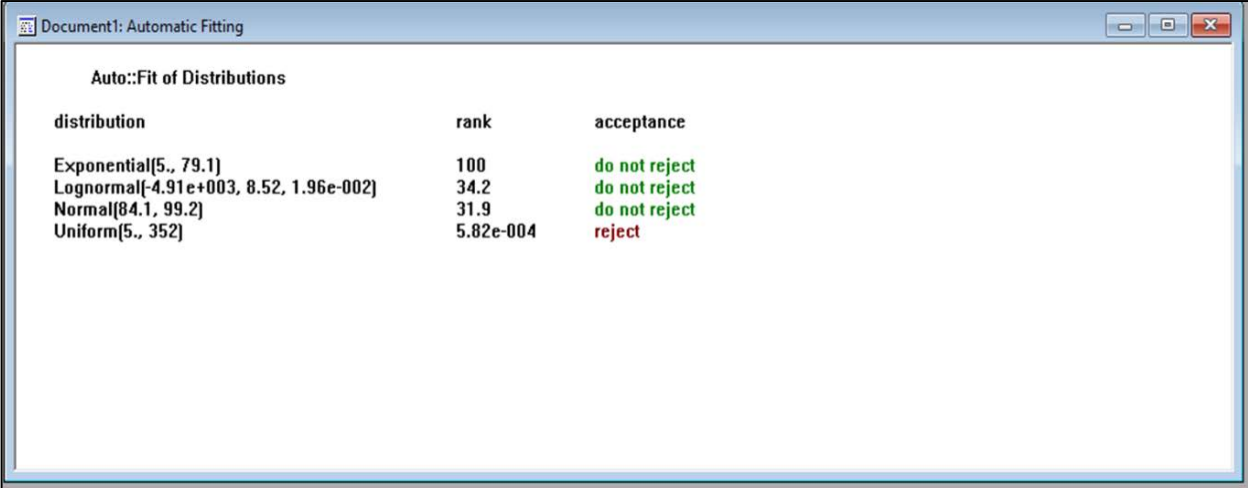
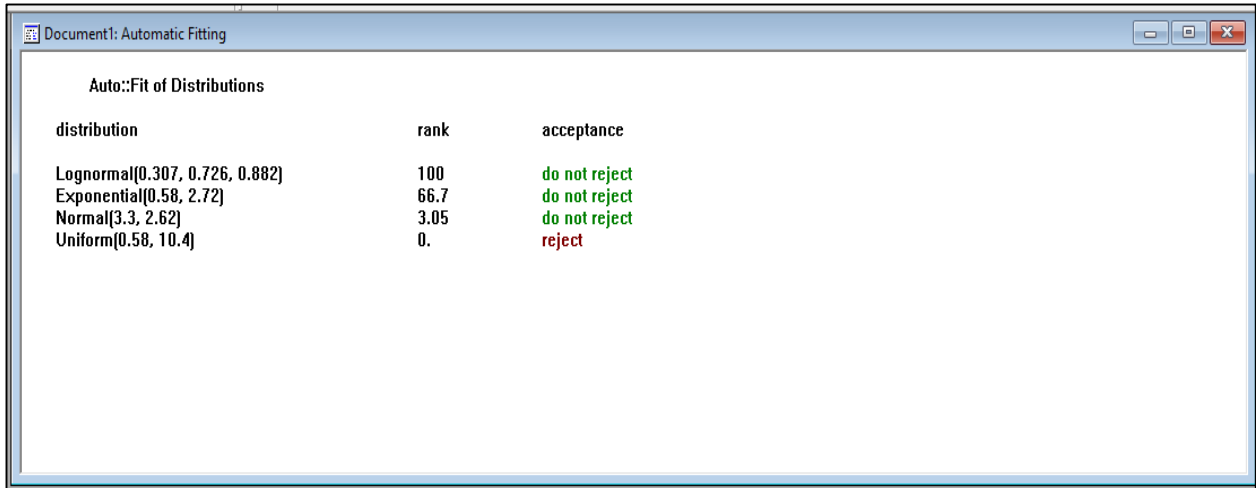


Figura V.4 Análisis de Frecuencia de Paros no Planeados de Extrusora 2

Elaboración propia

Para el análisis de la duración de los Paros no Planeados de la máquina **Extrusora 8** se utilizó el Programa Stat Fit, para determinar que tipo de distribución probabilística siguen los datos.



Document1: Automatic Fitting

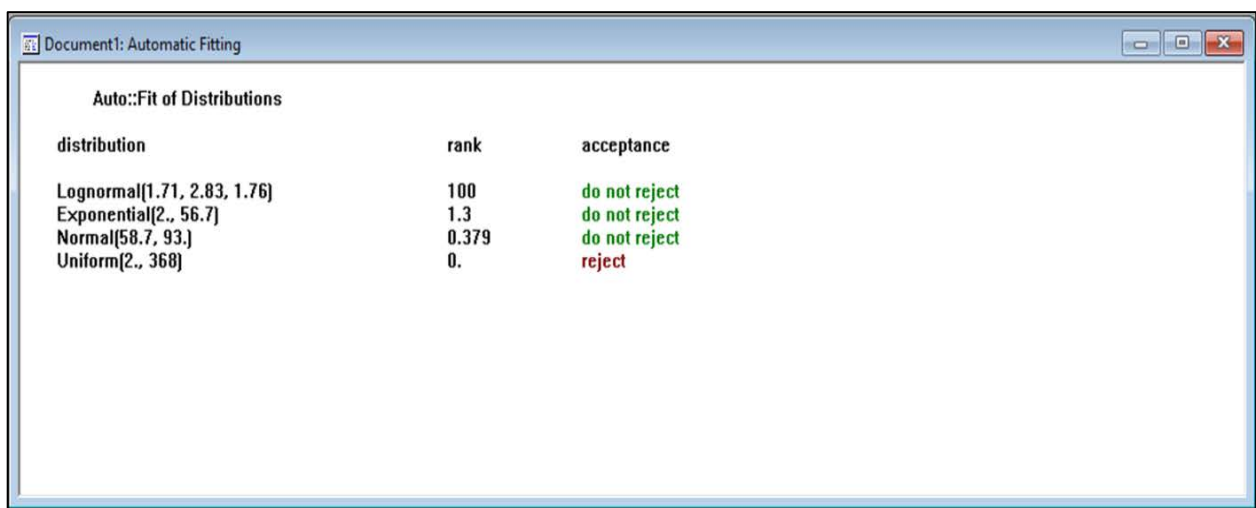
Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Lognormal(0.307, 0.726, 0.882)	100	do not reject
Exponential(0.58, 2.72)	66.7	do not reject
Normal(3.3, 2.62)	3.05	do not reject
Uniform(0.58, 10.4)	0.	reject

Figura V.5 Análisis de Duración de Paros no Planeados de Extrusora 8

Elaboración propia

Para el análisis de la frecuencia de los Paros no Planeados de la máquina **Extrusora 8** se utilizó el Programa Stat Fit, para determinar que tipo de distribución probabilística siguen los datos.



Document1: Automatic Fitting

Auto::Fit of Distributions

distribution	rank	acceptance
Lognormal(1.71, 2.83, 1.76)	100	do not reject
Exponential(2., 56.7)	1.3	do not reject
Normal(58.7, 93.)	0.379	do not reject
Uniform(2., 368)	0.	reject

Figura V.6 Análisis de Frecuencia de Paros no Planeados de Extrusora 8

Elaboración propia

Para el análisis de la duración de los Paros no Planeados de la máquina **Impresora Novagraff 1** se utilizó el Programa Stat Fit, para determinar que tipo de distribución probabilística siguen los datos

distribution	rank	acceptance
Lognormal[0.6, 0.612, 1.2]	100	do not reject
Exponential[0.75, 3.22]	54.4	do not reject
Normal[3.97, 3.4]	6.31	do not reject
Uniform[0.75, 12.]	7.85e-004	reject

Figura V.7 Análisis de Duración de Paros no Planeados de Impresora Novagraff

Elaboración propia

Para el análisis de la frecuencia de los Paros no Planeados de la máquina **Impresora Novagraff 1** se utilizó el Programa Stat Fit, para determinar que tipo de distribución probabilística siguen los datos.

distribution	rank	acceptance
Lognormal[4.79, 3.37, 1.51]	100	do not reject
Exponential[6., 64.6]	41.9	do not reject
Normal[70.6, 71.7]	11.8	do not reject
Uniform[6., 232]	9.62e-004	reject

Figura V.8 Análisis de Frecuencia de Paros no Planeados de Impresora Novagraff

Elaboración propia

Para el análisis de la duración de los Paros no Planeados de la máquina **Impresora Novagraff 2** se utilizó el Programa Stat Fit, para determinar que tipo de distribución probabilística siguen los datos.

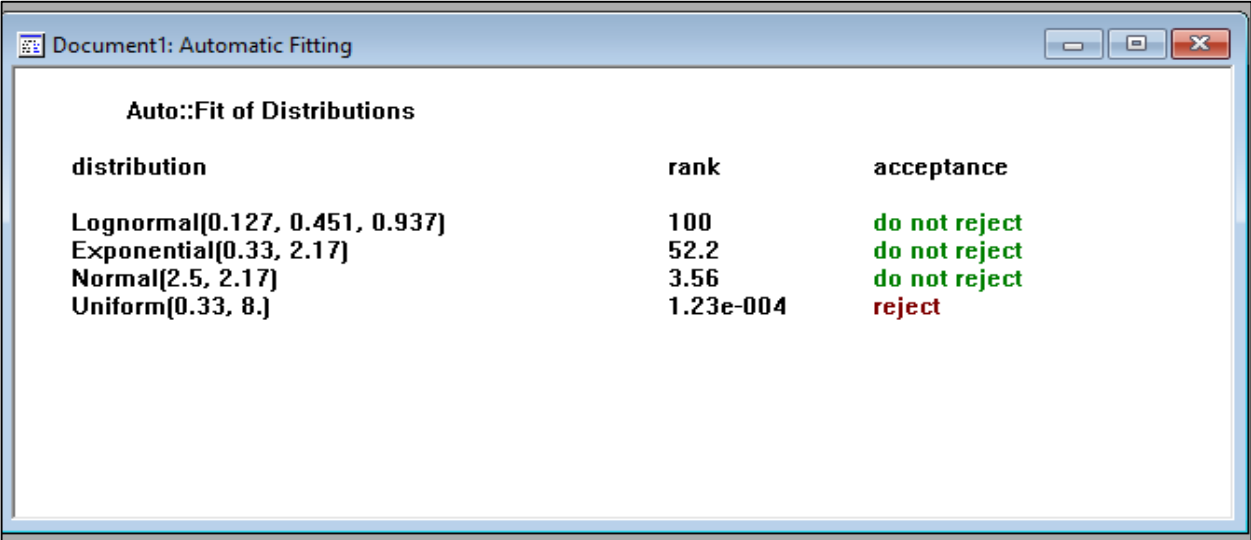


Figura V.9 Análisis de Duración de Paros no Planeados de Impresora Novagraff 2
Elaboración propia

Para el análisis de la frecuencia de los Paros no Planeados de la máquina **Impresora Novagraff 2** se utilizó el Programa Stat Fit, para determinar que tipo de distribución probabilística siguen los datos.

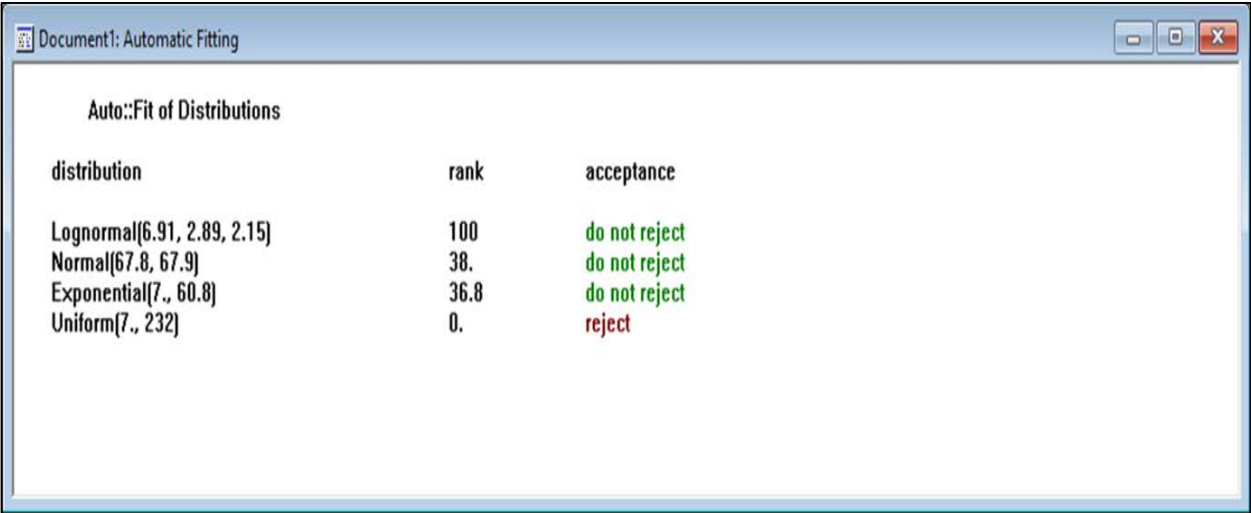


Figura V.10 Análisis de Frecuencia de Paros no Planeados de Impresora Novagraff 2
Elaboración propia

Para el análisis de la frecuencia de los Paros no Planeados de la máquina **Impresora Comexi** se utilizó el Programa Stat Fit, para determinar que tipo de distribución probabilística siguen los datos.

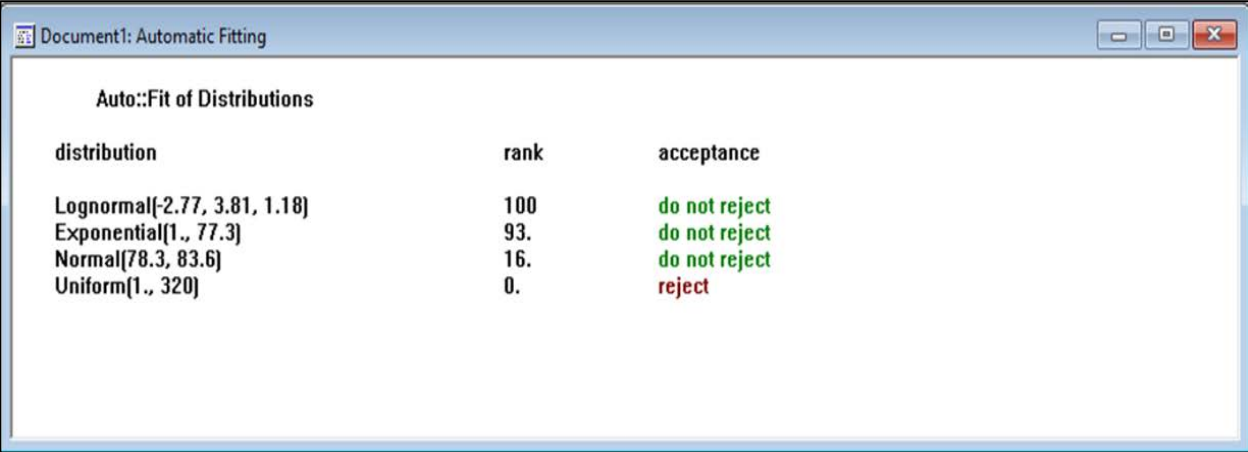


Figura V.11 Análisis de Frecuencia de Paros no Planeados de Impresora Comexi

Elaboración propia

Para el análisis de la duración de los Paros no Planeados de la máquina **Cortadora Novagraff** se utilizó el Programa Stat Fit, para determinar que tipo de distribución probabilística siguen los datos.

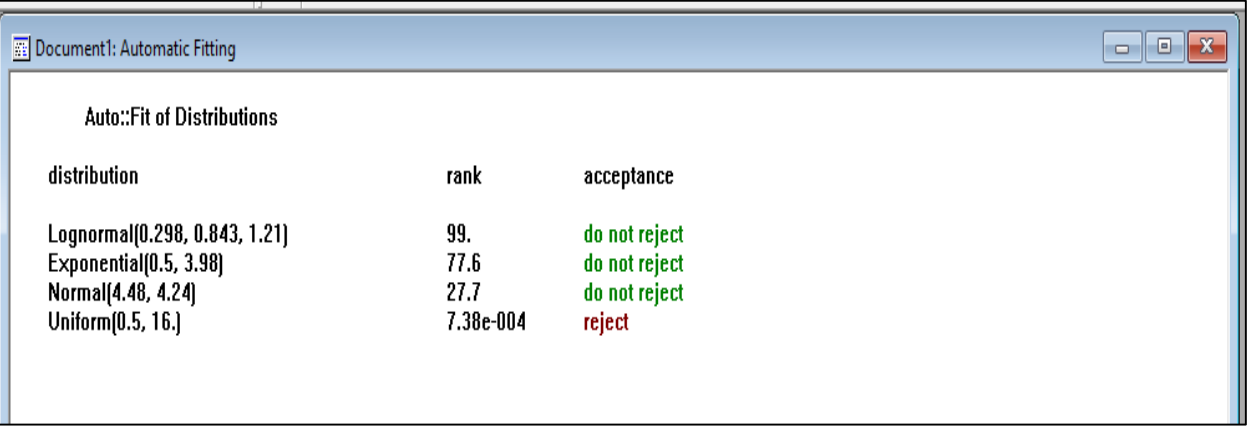
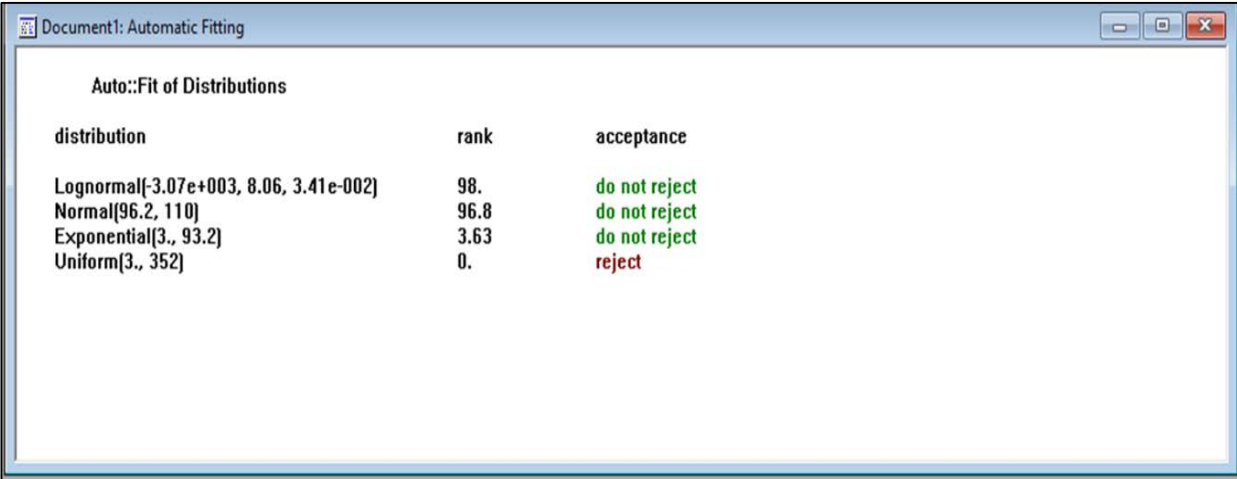


Figura V.12 Análisis de Duración de Paros no Planeados de Cortadora Novagraff

Elaboración propia

Para el análisis de la frecuencia de los Paros no Planeados de la máquina **Cortadora Novagraff** se utilizó el Programa Stat Fit, para determinar que tipo de distribución probabilística siguen los datos.



distribution	rank	acceptance
Lognormal[-3.07e+003, 8.06, 3.41e-002]	98.	do not reject
Normal[96.2, 110]	96.8	do not reject
Exponential[3., 93.2]	3.63	do not reject
Uniform[3., 352]	0.	reject

Figura V.13 Análisis de Frecuencia de Paros no Planeados de Cortadora Novagraff

Elaboración propia

Apéndice W Programación del Modelo de Simulación del Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto SDBR

Se realizó una diferencia de medias entre el Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto SDBR, en donde se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial – Indicador de Entregas Tiempo del Sistema Propuesto SDBR es igual a 0

H1: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial – Indicador de Entregas Tiempo del Sistema Propuesto SDBR no es igual a 0

En donde a partir de un valor p igual a 0.000 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para no rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que la diferencia entre el Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial y el Indicador de Entregas Tiempo del Sistema Propuesto SDBR es diferente de 0.

Prueba T e IC de dos muestras: EAT Sistema Propuesto SDBR; EAT Sistema Inicial

T de dos muestras para EAT Sistema Propuesto SDBR vs. EAT Sistema Inicial

		N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
EAT Sistema Propuesto SD	300	99,19	1,27	0,073	
EAT Sistema Inicial	300	90,08	1,79	0,10	

Diferencia = μ (EAT Sistema Propuesto SDBR) - μ (EAT Sistema Inicial)

Estimación de la diferencia: 9,113

IC de 95% para la diferencia: (8,864; 9,361)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. \neq): Valor T = 71,95 Valor p = 0,000 GL = 539

A continuación, se muestra una gráfica del Diagrama de Cajas y el Diagrama de Valores Individuales del Indicador de Entregas Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto.

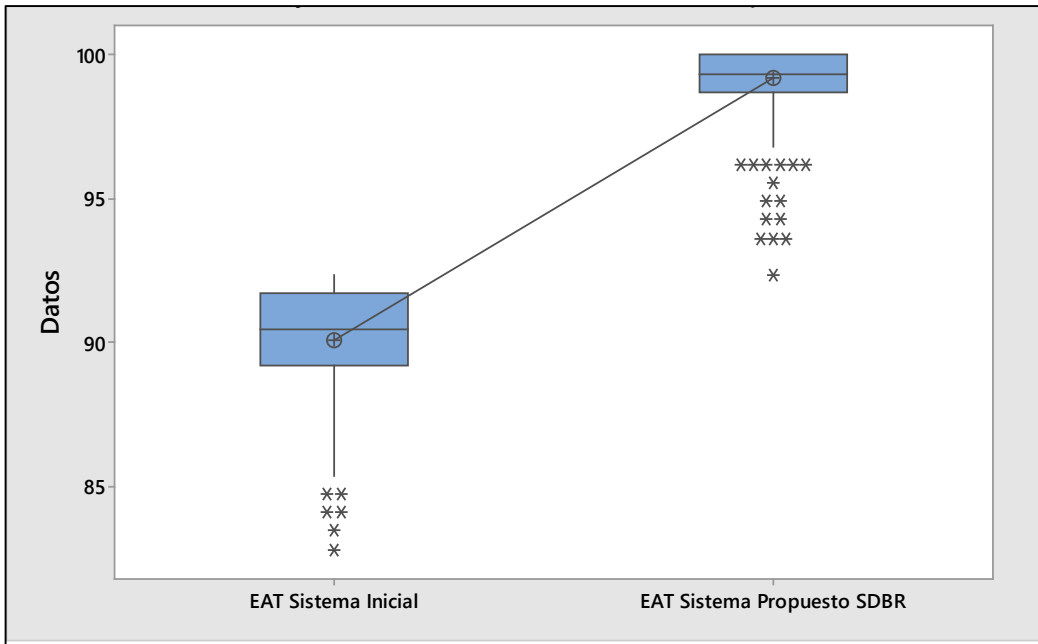


Figura W.1 Diagrama de Cajas del Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto
Elaboración propia

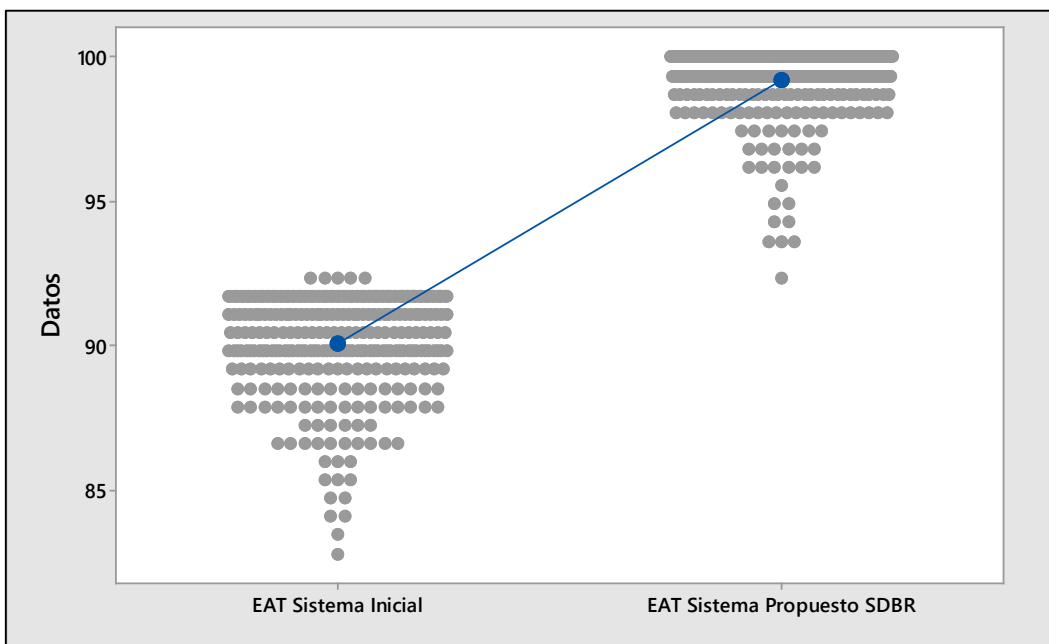


Figura W.2 Diagrama de Valores Individuales del Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto
Elaboración propia

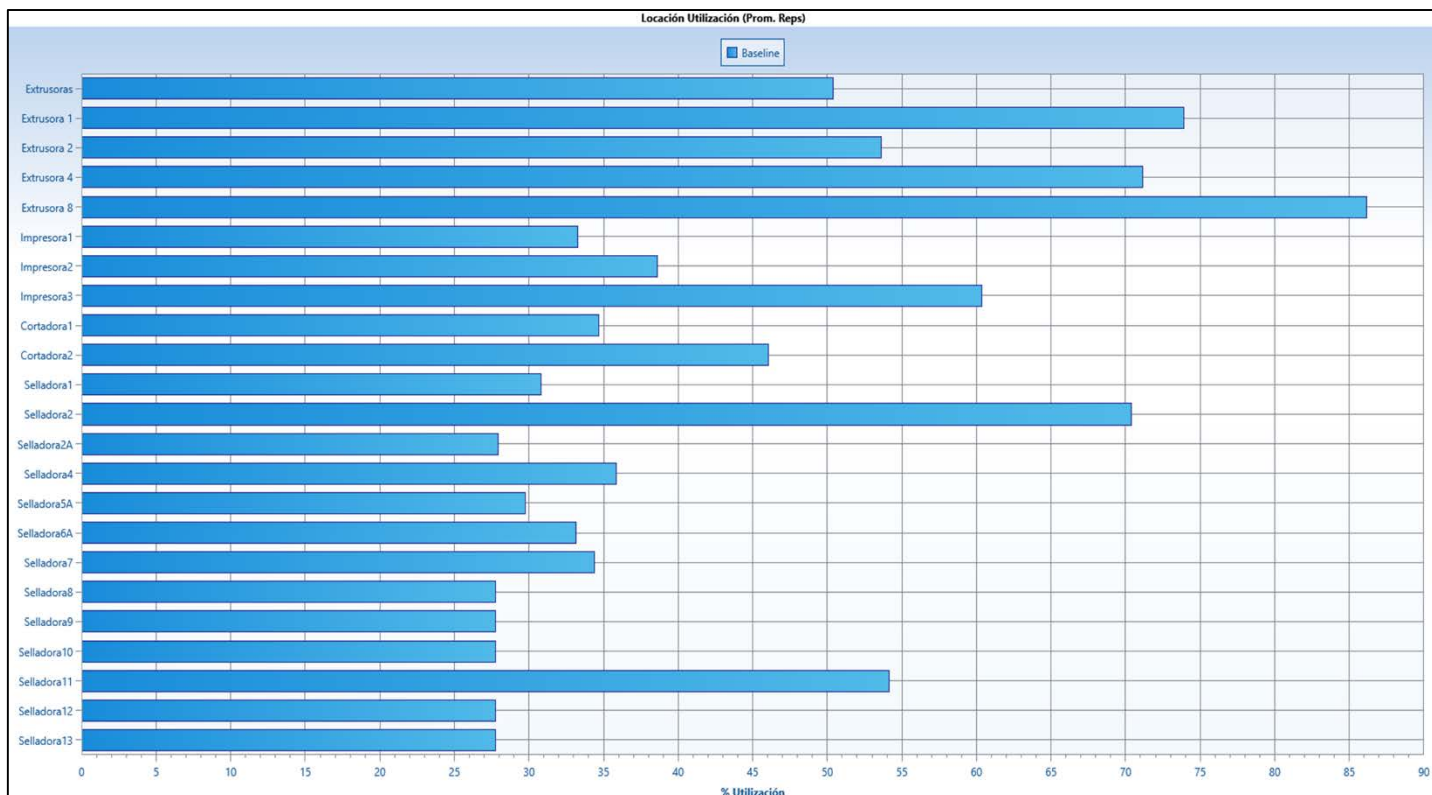


Figura W.3 Gráfica de Utilización de las máquinas en el Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto

Elaboración propia

Apéndice X Programación del Modelo de Simulación del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1

Se realizó una diferencia de medias entre el Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1, en donde se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1 es igual a 0

H1: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1 no es igual a 0

En donde a partir de un valor p igual a 0.000 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para no rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1 es diferente de 0.

Prueba T e IC de dos muestras: EAT Sistema Inicial; EAT Sistema inicial + 2 Ext1

T de dos muestras para EAT Sistema Inicial vs. EAT Sistema inicial + 2 Ext1

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
EAT Sistema Inicial	300	90,08	1,79	0,10
EAT Sistema inicial + 2 E	300	92,36	1,82	0,10

Diferencia = μ (EAT Sistema Inicial) - μ (EAT Sistema inicial + 2 Ext1)

Estimación de la diferencia: -2,280

IC de 95% para la diferencia: (-2,569; -1,991)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. \neq): Valor T = -15,49 Valor p = 0,000 GL = 597

A continuación, se muestra una gráfica del Diagrama de Cajas y el Diagrama de Valores Individuales del Indicador de Entregas Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1.

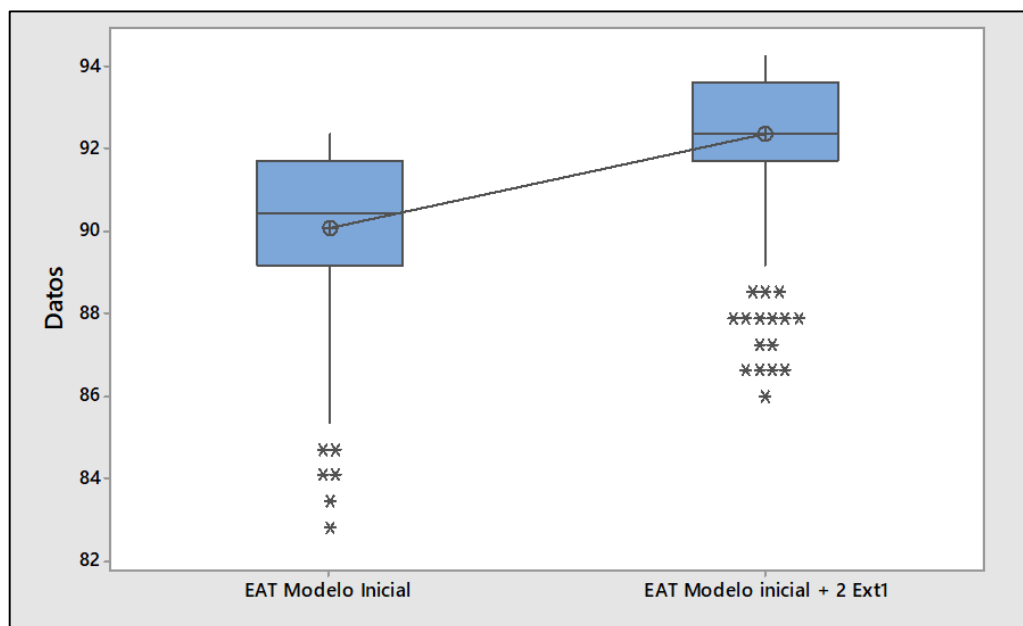


Figura X.1 Diagrama de Cajas del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1

Elaboración propia

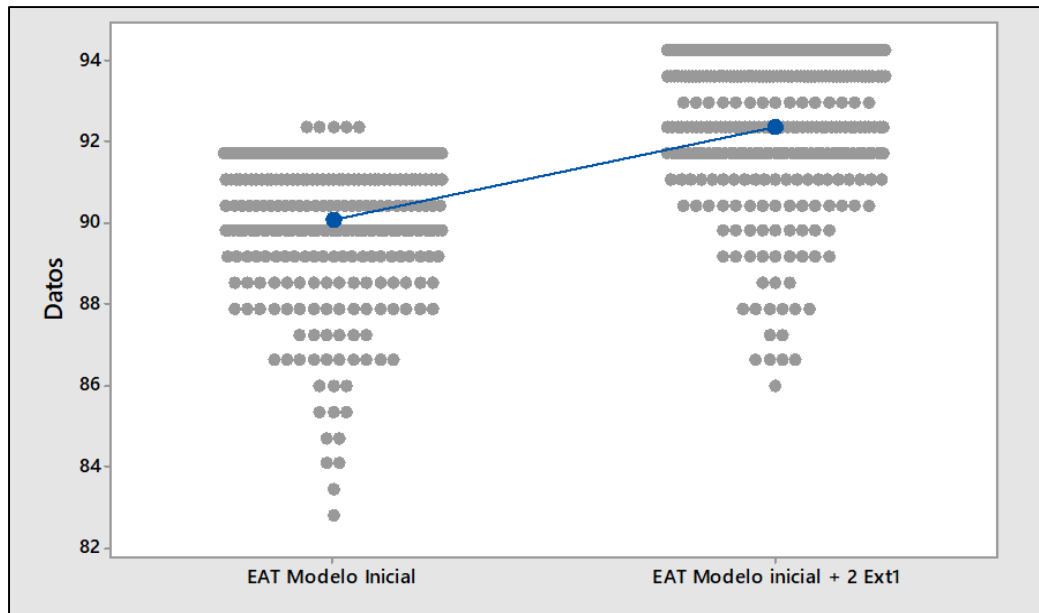


Figura X.2 Diagrama de Valores Individuales del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1
Elaboración propia

Apéndice Y Programación del Modelo de Simulación del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 8

Se realizó una diferencia de medias entre el Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 8, en donde se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 8 es igual a 0

H1: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 8 no es igual a 0

En donde a partir de un valor p igual a 0.000 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para no rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 8 es diferente de 0.

Prueba T e IC de dos muestras: EAT Sistema Inicial; EAT Sistema inicial +

2 Ext8

T de dos muestras para EAT Sistema Inicial vs. EAT Sistema inicial + 2 Ext8

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
EAT sistema Inicial	300	90,08	1,79	0,10
EAT sistema inicial + 2 E	300	93,276	0,922	0,053

Diferencia = μ (EAT sistema Inicial) - μ (EAT sistema inicial + 2 Ext8)
Estimación de la diferencia: -3,200
IC de 95% para la diferencia: (-3,428; -2,971)
Prueba T de diferencia = 0 (vs. \neq): Valor T = -27,55 Valor p = 0,000 GL = 447

A continuación, se muestra una gráfica del Diagrama de Cajas y el Diagrama de Valores Individuales del Indicador de Entregas Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 8.

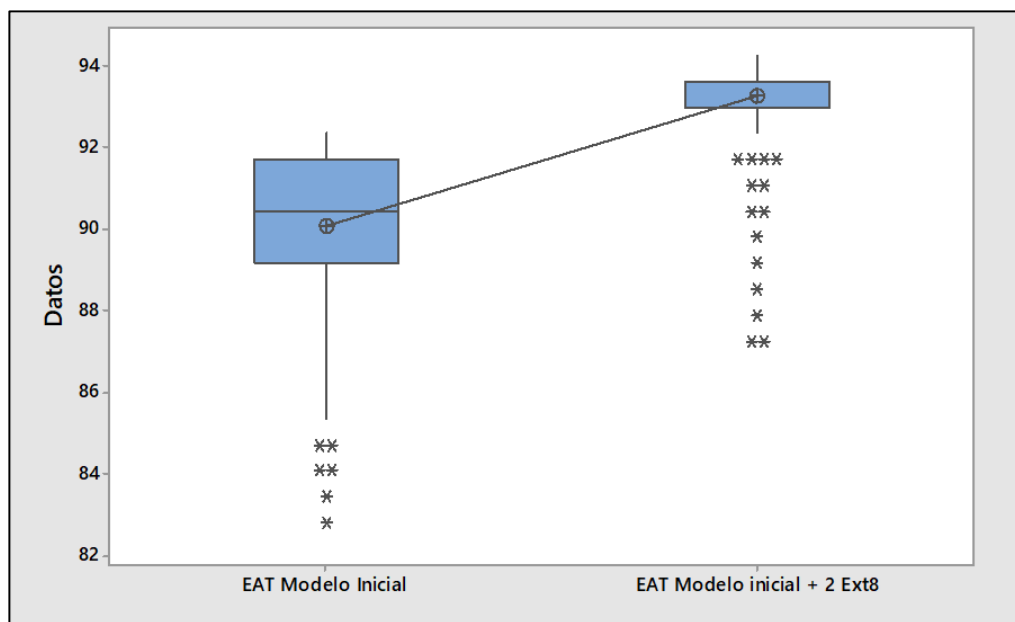


Figura Y.1 Diagrama de Cajas del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 8

Elaboración propia

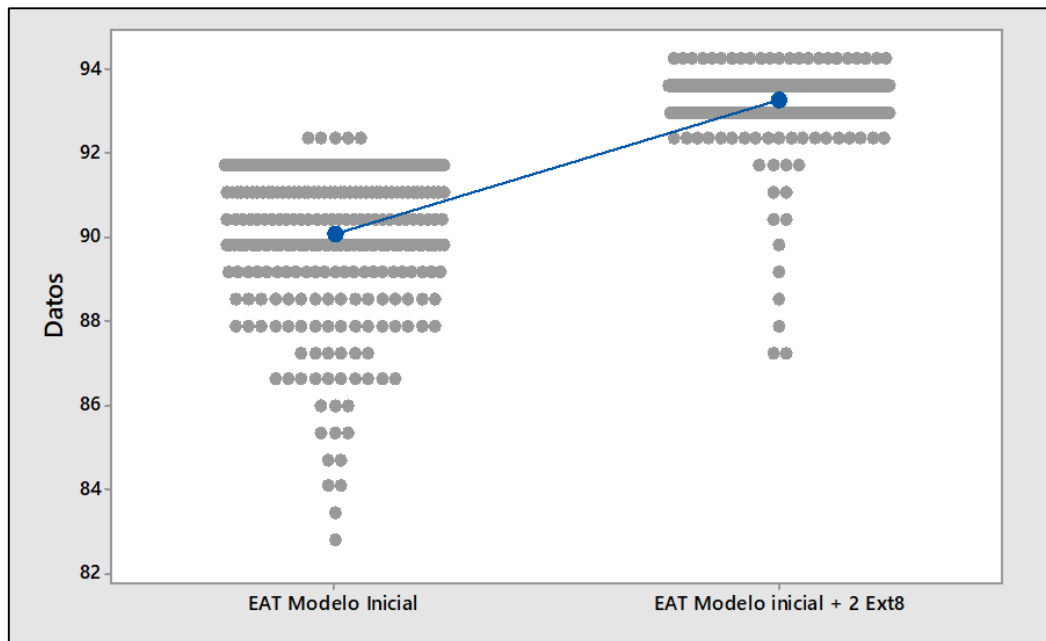


Figura Y.2 Diagrama de Valores Individuales del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 8
Elaboración propia

Apéndice Z Programación del Modelo de Simulación del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1 y 8

Se realizó una diferencia de medias entre el Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1 y 8, en donde se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1 y 8 es igual a 0

H1: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1 y 8 no es igual a 0

En donde a partir de un valor p igual a 0.000 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para no rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1 y 8 es diferente de 0.

Prueba T e IC de dos muestras: EAT Modelo Inicial; EAT Modelo inicial + 2 Ext 1y8

T de dos muestras para EAT Modelo Inicial vs. EAT Modelo inicial + 2 Ext 1y8

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
EAT Modelo Inicial	300	90,08	1,79	0,10
EAT Modelo inicial + 2 E	300	95,669	0,792	0,046

Diferencia = μ (EAT Modelo Inicial) - μ (EAT Modelo inicial + 2 Ext 1y8)

Estimación de la diferencia: -5,592

IC de 95% para la diferencia: (-5,814; -5,370)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. \neq): Valor T = -49,54 Valor p = 0,000 GL = 411

A continuación, se muestra una gráfica del Diagrama de Cajas y el Diagrama de Valores Individuales del Indicador de Entregas Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1 y 8.

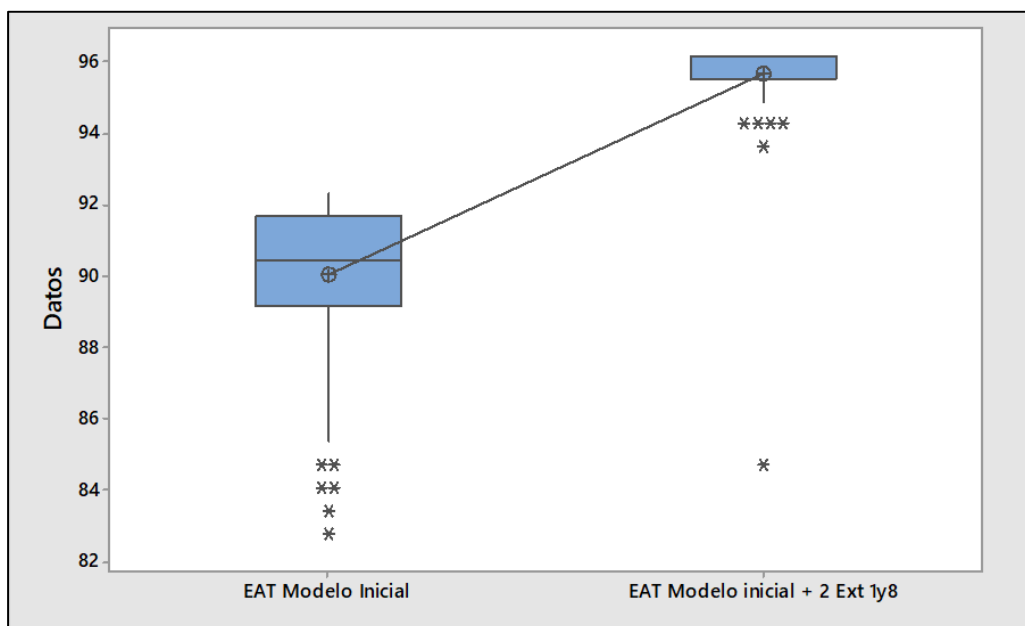


Figura Z.1 Diagrama de Cajas del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1 y 8

Elaboración propia

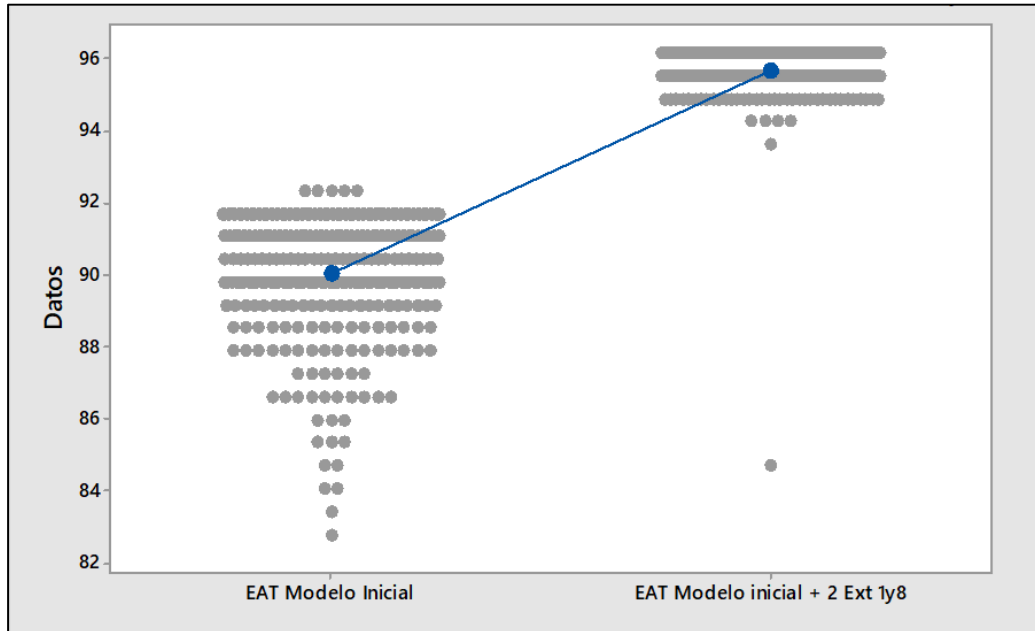


Figura Z.2 Diagrama de Valores Individuales del Sistema Inicial vs. Sistema Inicial + 2 Extrusoras 1 y 8

Elaboración propia

Apéndice AA Programación del Modelo de Simulación del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1

Se realizó una diferencia de medias entre el Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1, en donde se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1 es igual a 0

H1: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1 no es igual a 0

En donde a partir de un valor p igual a 0.000 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para no rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1 es diferente de 0.

Prueba T e IC de dos muestras: EAT Sistema Propuesto SDBR; EAT Sistema Propuesto +2 Ext1

T de dos muestras para EAT Sistema Propuesto SDBR vs. EAT Sistema Propuesto +2 Ext1

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
EAT Sistema Propuesto SD	300	99,19	1,27	0,073
EAT Sistema Propuesto +2 Ext1	300	99,563	0,864	0,050

Diferencia = μ (EAT Sistema Propuesto SDBR) - μ (EAT Sistema Propuesto +2 Ext1)
 Estimación de la diferencia: -0,3737
 IC de 95% para la diferencia: (-0,5481; -0,1993)
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. \neq): Valor T = -4,21 Valor p = 0,000 GL = 526

A continuación, se muestra una gráfica del Diagrama de Cajas y el Diagrama de Valores Individuales del Indicador de Entregas Tiempo del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1.

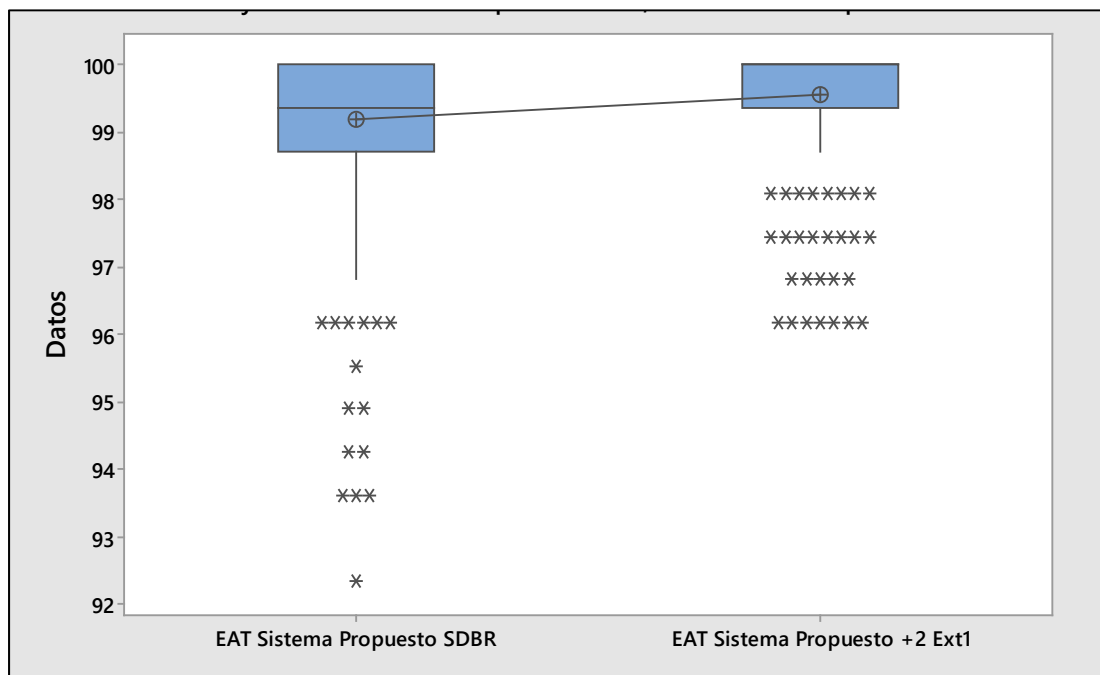


Figura AA.1 Diagrama de Cajas del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1

Elaboración propia

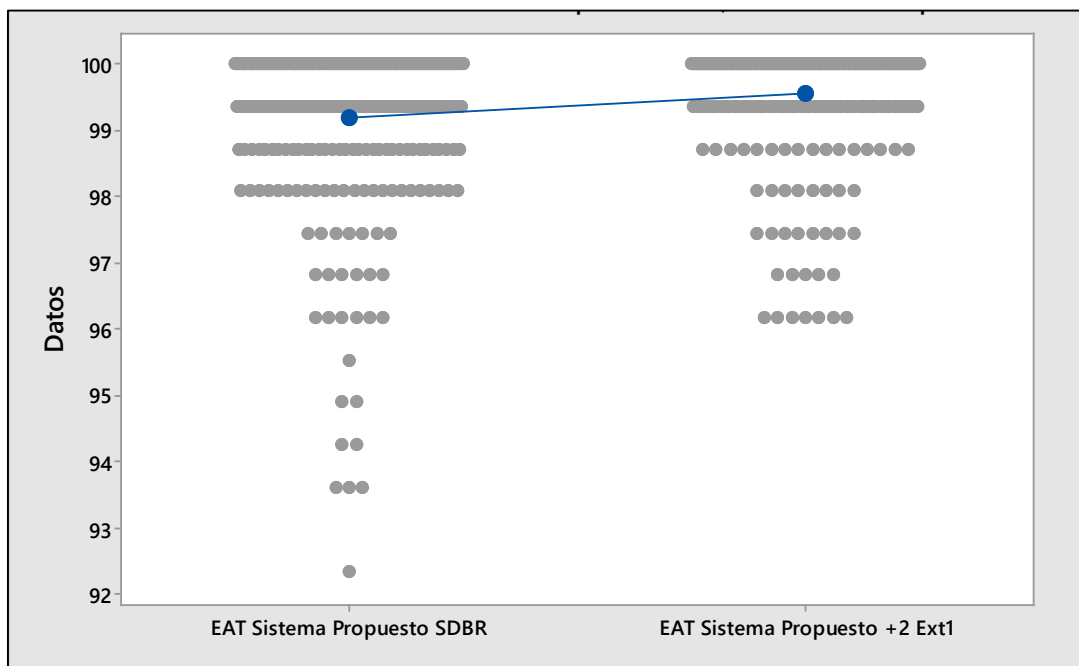


Figura AA.2 Diagrama de Valores Individuales del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1

Elaboración propia

Apéndice AB Programación del Modelo de Simulación del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 8

Se realizó una diferencia de medias entre el Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 8, en donde se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 8 es igual a 0

H1: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 8 no es igual a 0

En donde a partir de un valor p igual a 0.000 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para no rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 8 es diferente de 0.

Prueba T e IC de dos muestras: EAT Sistema Propuesto SDBR; EAT Sistema Propuesto +2 Ext8

T de dos muestras para EAT Sistema Propuesto SDBR vs. EAT Sistema Propuesto +2 Ext8

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
EAT Sistema Propuesto SD	300	99,19	1,27	0,073
EAT Sistema Propuesto +2	300	99,703	0,741	0,043

Diferencia = μ (EAT Sistema Propuesto SDBR) - μ (EAT Sistema Propuesto +2 Ext8)

Estimación de la diferencia: -0,5138

IC de 95% para la diferencia: (-0,6808; -0,3468)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. \neq): Valor T = -6,05 Valor p = 0,000 GL = 481

A continuación, se muestra una gráfica del Diagrama de Cajas y el Diagrama de Valores Individuales del Indicador de Entregas Tiempo del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 8.

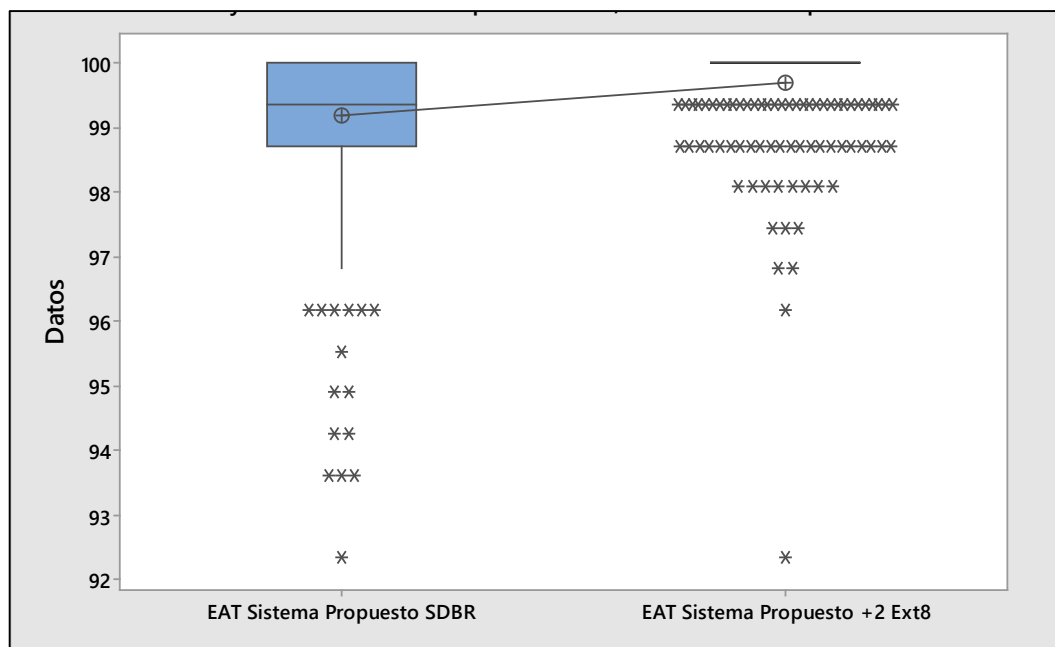


Figura AB.1 Diagrama de Cajas del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 8

Elaboración propia

Prueba T e IC de dos muestras: EAT Sistema Propuesto SDBR; EAT Sistema Propuesto +2 Ext1y8

T de dos muestras para EAT Sistema Propuesto SDBR vs. EAT Sistema Propuesto +2 Ext1y8

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
EAT Sistema Propuesto SD	300	99,19	1,27	0,073
EAT Sistema Propuesto +2 Ext1y8	300	99,890	0,292	0,017

Diferencia = μ (EAT Sistema Propuesto SDBR) - μ (EAT Sistema Propuesto +2 Ext1y8)

Estimación de la diferencia: -0,7006

IC de 95% para la diferencia: (-0,8488; -0,5525)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. \neq): Valor T = -9,30 Valor p = 0,000 GL = 330

A continuación, se muestra una gráfica del Diagrama de Cajas y el Diagrama de Valores Individuales del Indicador de Entregas Tiempo del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1 y 8.

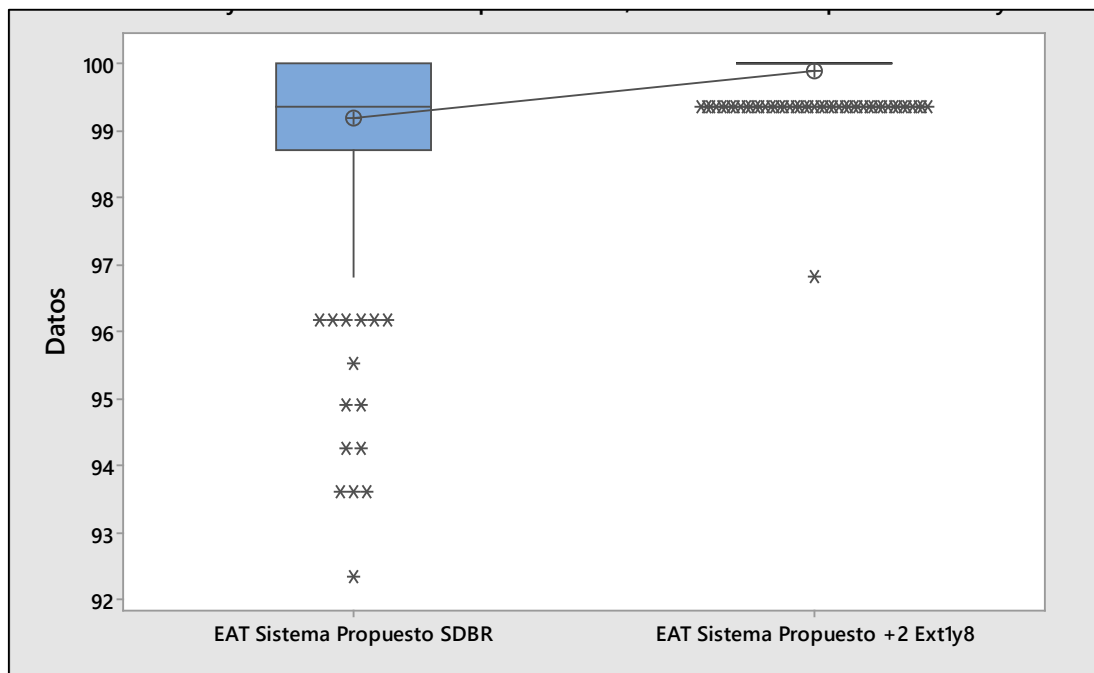


Figura AC.1 Diagrama de Cajas del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1 y 8

Elaboración propia

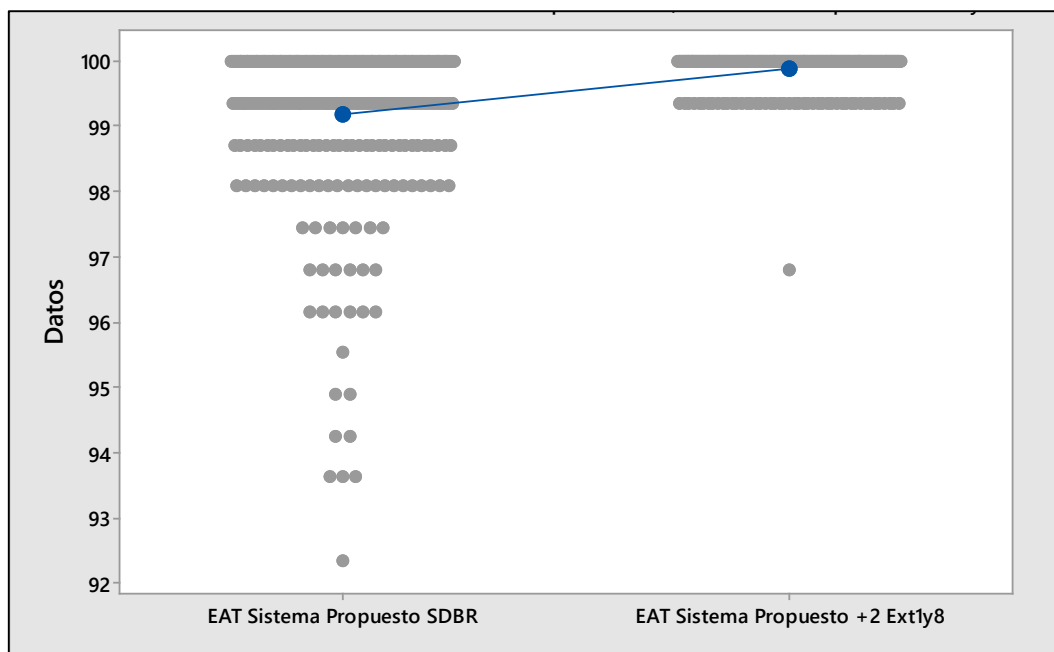


Figura AC.2 Diagrama de Valores Individuales del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + 2 Extrusoras 1 y 8

Elaboración propia

Apéndice AD Programación del Modelo de Simulación del Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado

Se realizó una diferencia de medias entre el Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado, en donde se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado, es igual a 0

H1: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado, no es igual a 0

En donde a partir de un valor p igual a 0.000 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para no rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado, es diferente de 0.

Prueba T e IC de dos muestras: EAT Sistema Inicial; EAT Sistema Propuesto +SMKT

T de dos muestras para EAT Sistema Inicial vs. EAT Sistema Propuesto +SMKT

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
EAT Sistema Inicial	300	90,08	1,79	0,10
EAT Sistema Propuesto +S	300	99,524	0,849	0,049

Diferencia = μ (EAT Sistema Inicial) - μ (EAT Sistema Propuesto +SMKT)
 Estimación de la diferencia: -9,447
 IC de 95% para la diferencia: (-9,672; -9,223)
 Prueba T de diferencia = 0 (vs. \neq): Valor T = -82,68 Valor p = 0,000 GL = 427

A continuación, se muestra una gráfica del Diagrama de Cajas y el Diagrama de Valores Individuales del Indicador de Entregas Tiempo del Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado.

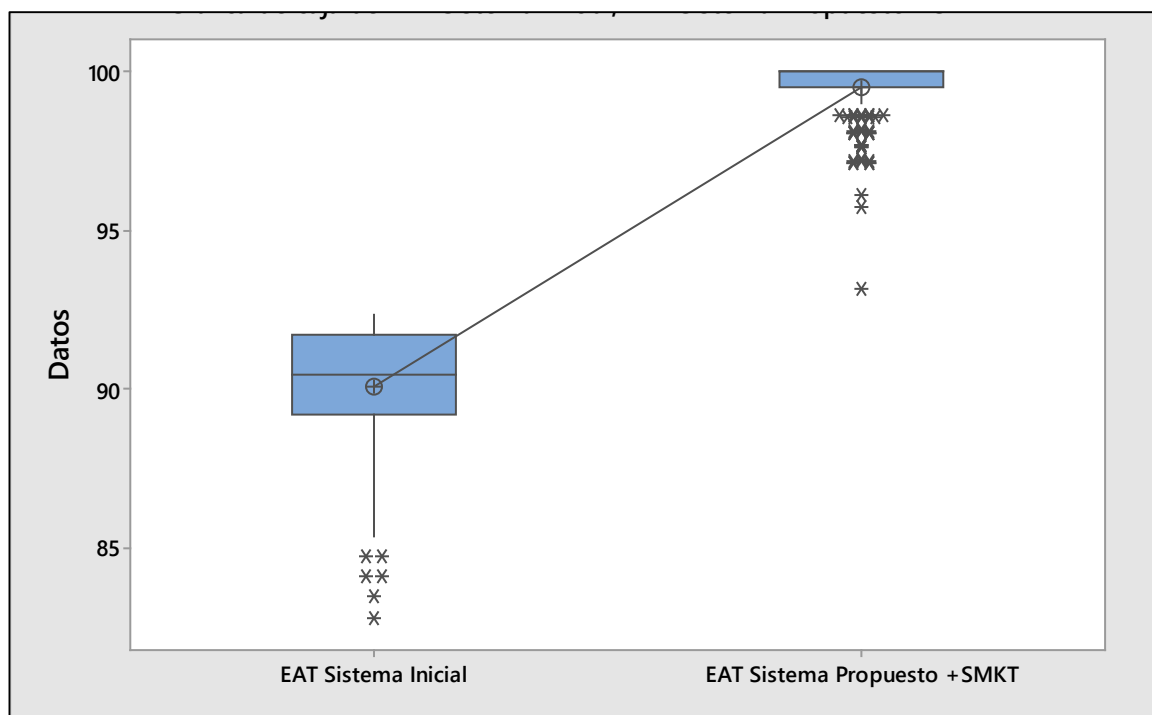


Figura AD.1 Diagrama de Cajas del Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado

Elaboración propia

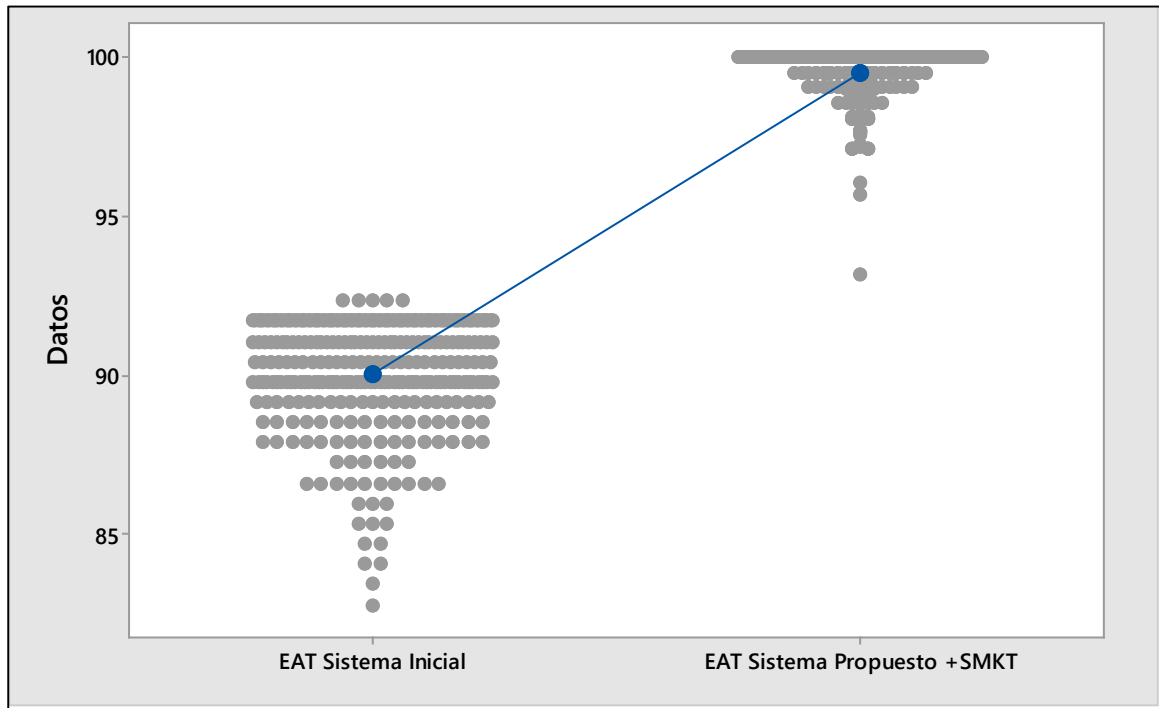


Figura AD.2 Diagrama de Valores Individuales del Sistema Inicial vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado
Elaboración propia

Apéndice AE Programación del Modelo de Simulación del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado

Se realizó una diferencia de medias entre el Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado, en donde se postularon las siguientes hipótesis:

Ho: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado, es igual a 0

H1: Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado, no es igual a 0

En donde a partir de un valor p igual a 0.000 se concluyó que no existe suficiente evidencia estadística para no rechazar Ho, por lo tanto, se tiene que el Indicador de Entregas a Tiempo del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado, es diferente de 0.

Prueba T e IC de dos muestras: EAT Sistema Propuesto SDBR; EAT Sistema Propuesto +SMKT

T de dos muestras para EAT Sistema Propuesto SDBR vs. EAT Sistema Propuesto +SMKT

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
EAT Sistema Propuesto SD	300	99,19	1,27	0,073
EAT Sistema Propuesto +S	300	99,524	0,849	0,049

Diferencia = μ (EAT Sistema Propuesto SDBR) - μ (EAT Sistema Propuesto +SMKT)

Estimación de la diferencia: -0,3346

IC de 95% para la diferencia: (-0,5080; -0,1612)

Prueba T de diferencia = 0 (vs. \neq): Valor T = -3,79 Valor p = 0,000 GL = 521

A continuación, se muestra una gráfica del Diagrama de Cajas y el Diagrama de Valores Individuales del Indicador de Entregas Tiempo del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado.

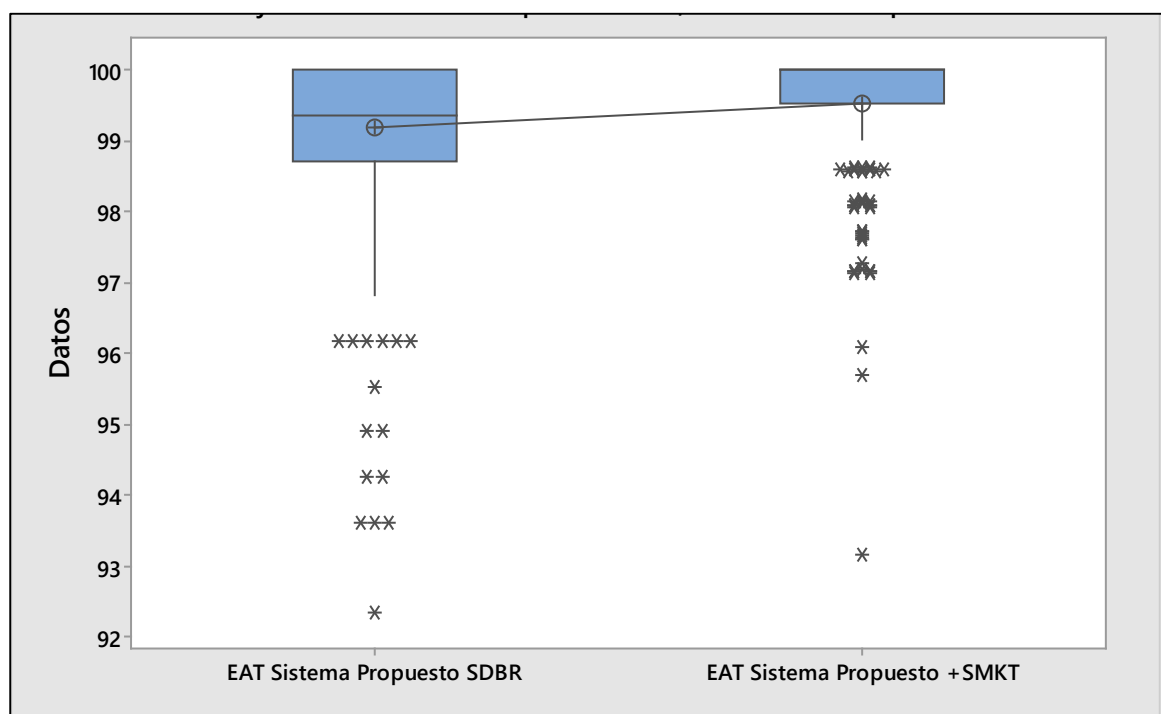


Figura AE.1 Diagrama de Cajas del Sistema Propuesto SDBR vs. Sistema Propuesto SDBR + Supermercado

Elaboración propia

Apéndice AF Programación del Modelo de Simulación del Sistema Inicial

* Formatted Listing of Model: *

* D:\Google Drive\Espo\Integradora\Simulacion\Simulacion inicial\Modelo Inicial\Simulacion inicial.MOD *

*

Time Units: Minutes

Distance Units: Feet

* Locations *

Name	Cap	Units	Stats	Rules	Cost
arribo_ordenes	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Extrusoras	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Ext1	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Ext2	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Ext4	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Ext8	inf	1	Time Series Oldest,		
Extrusoras	1	1	Time Series Oldest,		
Extrusora_1	1	1	Time Series Oldest,		
Extrusora_2	1	1	Time Series Oldest,		
Extrusora_4	1	1	Time Series Oldest,		
Extrusora_8	1	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Impresora1	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Impresora2	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Impresora3	inf	1	Time Series Oldest,		
Impresora1	1	1	Time Series Oldest,		
Impresora2	1	1	Time Series Oldest,		
Impresora3	1	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Cortadora1	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Cortadora2	inf	1	Time Series Oldest,		
Cortadora1	1	1	Time Series Oldest,		
Cortadora2	1	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Selladora1	Inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Selladora2	Inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Selladora2A	Inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Selladora4	Inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Selladora5A	Inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Selladora6A	Inf	1	Time Series Oldest,		

Buffer_Selladora7 Inf 1 Time Series Oldest, ,
 Buffer_Selladora8 Inf 1 Time Series Oldest, ,
 Buffer_Selladora9 Inf 1 Time Series Oldest, ,
 Buffer_Selladora10 Inf 1 Time Series Oldest, ,
 Buffer_Selladora11 Inf 1 Time Series Oldest, ,
 Buffer_Selladora12 Inf 1 Time Series Oldest, ,
 Buffer_Selladora13 Inf 1 Time Series Oldest, ,
 Selladora1 1 1 Time Series Oldest, ,
 Selladora2 1 1 Time Series Oldest, ,
 Selladora2A 1 1 Time Series Oldest, ,
 Selladora4 1 1 Time Series Oldest, ,
 Selladora5A 1 1 Time Series Oldest, ,
 Selladora6A 1 1 Time Series Oldest, ,
 Selladora7 1 1 Time Series Oldest, ,
 Selladora8 1 1 Time Series Oldest, ,
 Selladora9 1 1 Time Series Oldest, ,
 Selladora10 1 1 Time Series Oldest, ,
 Selladora11 1 1 Time Series Oldest, ,
 Selladora12 1 1 Time Series Oldest, ,
 Selladora13 1 1 Time Series Oldest, ,

 * Clock downtimes for Locations *

Loc	Frequency	First Time	Priority	Scheduled	Disable	Logic
Extrusora_1	17 hr	99	Yes	No		wait 7 hr
	8+E(37.3) hr (null)	99	No	No		wait 0.32+L(4.32,6.94) hr
Extrusora_2	19 hr	99	Yes	No		wait 5 hr
	5+E(37.5) HR (null)	99	No	No		WAIT 0.336+L(4.31,5.38) HR
Extrusora_4	14 hr	99	Yes	No		wait 10 hr
Extrusora_8	19 hr	99	Yes	No		wait 5 hr
	1.71+L(79.3,362) HR (null)	99	No	No		WAIT 0.307+L(3.05,3.31) HR
Impresora1	21 hr	99	Yes	No		wait 3 hr
	4.79+L(91,270) HR (null)	99	No	No		WAIT 0.6+L(3.79,6.82) HR
Impresora2	20 hr	99	Yes	No		wait 4 hr
	6.91+L(181,1.83E+003) HR (null)	99	No	No		WAIT 0.127+L(2.44,2.89) HR
Impresora3	18 hr	99	Yes	No		wait 6 hr
	-2.77+L(91.1,159) HR (null)	99	No	No		WAIT 0.42+E(1.52) HR
Cortadora1	19 hr	99	Yes	No		wait 5 hr
Cortadora2	20 hr	99	Yes	No		wait 4 hr

	-3.07E+003+L(3.17E+300,180)HR (null)	99	No	Yes	WAIT 0.298+L(4.84,8.85) HR
Selladora1	22 HR	99	Yes	No	WAIT 2 HR
Selladora2	15 HR	99	Yes	No	WAIT 9 HR
Selladora7	19 HR	99	Yes	No	WAIT 5 HR
Selladora11	17 HR	99	Yes	No	WAIT 7 HR

* Setup downtimes for Locations *

Loc	Entity	Prior Entity	Logic
-----	--------	--------------	-------

Impresora3	orden	orden	WAIT N(65,23.1) MIN
Cortadora1	orden	orden	WAIT -25.3+L(55.5,15) MIN
Cortadora2	orden	orden	WAIT N(45.8,22) MIN

* Entities *

Name	Speed (fpm)	Stats	Cost
------	-------------	-------	------

orden	150	Time Series	
aux	150	Time Series	

* Processing *

Process	Routing
---------	---------

Entity	Location	Operation	Blk Output	Destination	Rule	Move Logic
--------	----------	-----------	------------	-------------	------	------------

ALL	arribo_ordenes	if ext=1				
		then route 2				
		else if ext=2				
		then route 3				
		else if ext=4				
		then route 4				
		else if ext=8				
		then route 5				
		if ext=0 then				
		BEGIN				
		if imp =1				

```

        then route 6
        Else if imp=2
        then route 7
        Else if imp=3
        then route 8
    END
if ext=5
then route 1    1 orden  Buffer_Extrusoras FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                2 orden  Buffer_Ext1    FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)

                3 orden  Buffer_Ext2    FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                4 orden  Buffer_Ext4    FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                5 orden  Buffer_Ext8    FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                6 orden  Buffer_Impresora1 FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                7 orden  Buffer_Impresora2 FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                8 orden  Buffer_Impresora3 FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                writeline Fecha_ingreso, clock (min)
ALL Buffer_Extrusoras      1 ALL Extrusoras      FIRST 1
ALL Buffer_Ext1            1 ALL Extrusora_1  FIRST 1
ALL Buffer_Ext2            1 ALL Extrusora_2  FIRST 1
ALL Buffer_Ext4            1 ALL Extrusora_4  FIRST 1
ALL Buffer_Ext8            1 ALL Extrusora_8  FIRST 1
ALL Extrusoras      BEGIN
    WAIT 30 min
    WAIT (kgorden/velext) hr
    END

if imp=0 and cor=0 and sel=0
then route 4

if imp=1 then route 1
if imp=2 then route 2
if imp=3 then route 3

if imp=0 then

```

```

BEGIN
    if cor=1 then route 18
    if cor=2 then route 19
    if sel=1 then route 5
    if sel=2 then route 6
    if sel=3 then route 7
    if sel=4 then route 8
    if sel=5 then route 9
    if sel=6 then route 10
    if sel=7 then route 11
    if sel=8 then route 12
    if sel=9 then route 13
    if sel=10 then route 14
    if sel=11 then route 15
    if sel=12 then route 16
    if sel=13 then route 17
END
    1 orden Buffer_Impresora1 FIRST 1
    2 orden Buffer_Impresora2 FIRST 1
    3 orden Buffer_Impresora3 FIRST 1
    4 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
        writeline Fecha_salida, clock (min)
        salida=clock(min)
        If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
        {inc contador_atrasos,1
        writeline atrasadas, cod_orden}
        else
        inc contador_atiempo,1
    5 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
    6 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
    7 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
    8 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
    9 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
    10 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
    11 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
    12 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
    13 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
    14 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
    15 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
    16 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
    17 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
    18 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
    19 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1

```

ALL Extrusora_1 BEGIN

```
WAIT 30 min
WAIT (kgorden/velext) hr
END
```

```
if imp=0 and cor=0 and sel=0
then route 4
```

```
if imp=1 then route 1
if imp=2 then route 2
if imp=3 then route 3
```

```
if imp=0 then
    BEGIN
```

```
        if cor=1 then route 18
        if cor=2 then route 19
        if sel=1 then route 5
        if sel=2 then route 6
        if sel=3 then route 7
        if sel=4 then route 8
        if sel=5 then route 9
        if sel=6 then route 10
        if sel=7 then route 11
        if sel=8 then route 12
        if sel=9 then route 13
        if sel=10 then route 14
        if sel=11 then route 15
        if sel=12 then route 16
        if sel=13 then route 17
```

```
    END
    1 orden Buffer_Impresora1 FIRST 1
    2 orden Buffer_Impresora2 FIRST 1
    3 orden Buffer_Impresora3 FIRST 1
    4 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
        writeline Fecha_salida, clock (min)
        salida=clock(min)
        If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
        {inc contador_atrasos,1
        writeline atrasadas, cod_orden}
        else
        inc contador_atiempo,1
    5 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
    6 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
    7 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
    8 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
```

```
9 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
10 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
15 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
16 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
17 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
18 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
19 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1
```

```
ALL Extrusora_2 BEGIN
```

```
    WAIT 30 min
```

```
    WAIT (kgorden/velext) hr
```

```
    END
```

```
    if imp=0 and cor=0 and sel=0
```

```
    then route 4
```

```
    if imp=1 then route 1
```

```
    if imp=2 then route 2
```

```
    if imp=3 then route 3
```

```
    if imp=0 then
```

```
        BEGIN
```

```
            if cor=1 then route 18
```

```
            if cor=2 then route 19
```

```
            if sel=1 then route 5
```

```
            if sel=2 then route 6
```

```
            if sel=3 then route 7
```

```
            if sel=4 then route 8
```

```
            if sel=5 then route 9
```

```
            if sel=6 then route 10
```

```
            if sel=7 then route 11
```

```
            if sel=8 then route 12
```

```
            if sel=9 then route 13
```

```
            if sel=10 then route 14
```

```
            if sel=11 then route 15
```

```
            if sel=12 then route 16
```

```
            if sel=13 then route 17
```

```
        END          1 orden Buffer_Impresora1 FIRST 1
```

```
        2 orden Buffer_Impresora2 FIRST 1
```

```
        3 orden Buffer_Impresora3 FIRST 1
```



```

4 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
5 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
6 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
7 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
8 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
9 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
10 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
15 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
16 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
17 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
18 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
19 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1

```

```

ALL Extrusora_4 BEGIN
    WAIT 30 min
    WAIT (kgorden/velext) hr
    END

    if imp=0 and cor=0 and sel=0
    then route 4

    if imp=1 then route 1
    if imp=2 then route 2
    if imp=3 then route 3

    if imp=0 then
        BEGIN
            if cor=1 then route 18
            if cor=2 then route 19
            if sel=1 then route 5
            if sel=2 then route 6
            if sel=3 then route 7
            if sel=4 then route 8

```

```

        if sel=5 then route 9
        if sel=6 then route 10
        if sel=7 then route 11
        if sel=8 then route 12
        if sel=9 then route 13
        if sel=10 then route 14
        if sel=11 then route 15
        if sel=12 then route 16
        if sel=13 then route 17
END      1 orden Buffer_Impresora1 FIRST 1
        2 orden Buffer_Impresora2 FIRST 1
        3 orden Buffer_Impresora3 FIRST 1
        4 orden EXIT      FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
                               writeline Fecha_salida, clock (min)
                               salida=clock(min)
                               If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
                               {inc contador_atrasos,1
                               writeline atrasadas, cod_orden}
                               else
                               inc contador_atiempo,1
        5 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
        6 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
        7 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
        8 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
        9 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
        10 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
        11 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
        12 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
        13 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
        14 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
        15 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
        16 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
        17 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
        18 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
        19 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1
ALL      Extrusora_8 BEGIN
        WAIT 30 min
        WAIT (kgorden/velext) hr
        END

        if imp=0 and cor=0 and sel=0
        then route 4

```

```
if imp=1 then route 1
if imp=2 then route 2
if imp=3 then route 3
```

```
if imp=0 then
```

```
    BEGIN
```

```
        if cor=1 then route 18
```

```
        if cor=2 then route 19
```

```
        if sel=1 then route 5
```

```
        if sel=2 then route 6
```

```
        if sel=3 then route 7
```

```
        if sel=4 then route 8
```

```
        if sel=5 then route 9
```

```
        if sel=6 then route 10
```

```
        if sel=7 then route 11
```

```
        if sel=8 then route 12
```

```
        if sel=9 then route 13
```

```
        if sel=10 then route 14
```

```
        if sel=11 then route 15
```

```
        if sel=12 then route 16
```

```
        if sel=13 then route 17
```

```
    END      1  orden  Buffer_Impresora1  FIRST 1
```

```
    2  orden  Buffer_Impresora2  FIRST 1
```

```
    3  orden  Buffer_Impresora3  FIRST 1
```

```
    4  orden  EXIT      FIRST 1  Write Fecha_salida, cod_orden
                               writeline Fecha_salida, clock (min)
                               salida=clock(min)
                               If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
                               {inc contador_atrasos,1
                               writeline atrasadas, cod_orden}
                               else
                               inc contador_atiempo,1
```

```
    5  orden  Buffer_Selladora1  FIRST 1
```

```
    6  orden  Buffer_Selladora2  FIRST 1
```

```
    7  orden  Buffer_Selladora2A  FIRST 1
```

```
    8  orden  Buffer_Selladora4  FIRST 1
```

```
    9  orden  Buffer_Selladora5A  FIRST 1
```

```
   10  orden  Buffer_Selladora6A  FIRST 1
```

```
   11  orden  Buffer_Selladora7  FIRST 1
```

```
   12  orden  Buffer_Selladora8  FIRST 1
```

```
   13  orden  Buffer_Selladora9  FIRST 1
```

```
   14  orden  Buffer_Selladora10  FIRST 1
```

```
   15  orden  Buffer_Selladora11  FIRST 1
```

```

16 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
17 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
18 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
19 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1
ALL Buffer_Impresora1 1 ALL Impresora1 FIRST 1
ALL Buffer_Impresora2 1 ALL Impresora2 FIRST 1
ALL Buffer_Impresora3 1 ALL Impresora3 FIRST 1
ALL Impresora1 BEGIN
    WAIT N(65,23.1) MIN
    WAIT (mtorden/velimp) min
    END

    if cor=1 then route 1
    if cor=2 then route 2
    if cor=0 and sel=0 then route 3

    if cor=0 then
    BEGIN
    if sel=1 then route 4
    if sel=2 then route 5
    if sel=3 then route 6
    if sel=4 then route 7
    if sel=5 then route 8
    if sel=6 then route 9
    if sel=7 then route 10
    if sel=8 then route 11
    if sel=9 then route 12
    if sel=10 then route 13
    if sel=11 then route 14
    if sel=12 then route 15
    if sel=13 then route 16
    END
1 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
2 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1
3 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
4 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
5 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1

```



```

else
    inc contador_atiempo,1
4 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
5 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
6 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
7 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
8 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
9 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
10 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
15 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
16 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
ALL Impresora3 BEGIN
    WAIT N(65,23.1) MIN
    WAIT (mtorden/velimp) min
    END

    if cor=1 then route 1
    if cor=2 then route 2
    if cor=0 and sel=0 then route 3

    if cor=0 then
    BEGIN
    if sel=1 then route 4
    if sel=2 then route 5
    if sel=3 then route 6
    if sel=4 then route 7
    if sel=5 then route 8
    if sel=6 then route 9
    if sel=7 then route 10
    if sel=8 then route 11
    if sel=9 then route 12
    if sel=10 then route 13
    if sel=11 then route 14
    if sel=12 then route 15
    if sel=13 then route 16
    END
        1 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
        2 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1
        3 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
        writeline Fecha_salida, clock (min)

```

```

        salida=clock(min)
        If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
        {inc contador_atrasos,1
        writeline atrasadas, cod_orden}
        else
        inc contador_atiempo,1
4 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
5 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
6 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
7 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
8 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
9 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
10 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
15 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
16 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
ALL Buffer_Cortadora1 1 ALL Cortadora1 FIRST 1
ALL Buffer_Cortadora2 1 ALL Cortadora2 FIRST 1
ALL Cortadora1 BEGIN
        WAIT -25.3+L(55.5,15) MIN
        WAIT (mtorden/velcor) min
        END

        IF SEL=0 THEN ROUTE 1
        if sel=1 then route 2
        if sel=2 then route 3
        if sel=3 then route 4
        if sel=4 then route 5
        if sel=5 then route 6
        if sel=6 then route 7
        if sel=7 then route 8
        if sel=8 then route 9
        if sel=9 then route 10
        if sel=10 then route 11
        if sel=11 then route 12
        if sel=12 then route 13
        if sel=13 then route 14
1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)

```

```

                                If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
                                {inc contador_atrasos,1
                                writeline atrasadas, cod_orden}
                                else
                                inc contador_atiempo,1
2 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
3 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
4 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
5 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
6 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
7 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
8 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
9 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
10 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
ALL Cortadora2 BEGIN
    WAIT N(45.8,22) MIN
    WAIT (mtorden/velcor) min
    END

    IF SEL=0 THEN ROUTE 1
    if sel=1 then route 2
    if sel=2 then route 3
    if sel=3 then route 4
    if sel=4 then route 5
    if sel=5 then route 6
    if sel=6 then route 7
    if sel=7 then route 8
    if sel=8 then route 9
    if sel=9 then route 10
    if sel=10 then route 11
    if sel=11 then route 12
    if sel=12 then route 13
    if sel=13 then route 14
1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}

```



```

else
    inc contador_atiempo,1
2 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
3 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
4 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
5 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
6 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
7 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
8 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
9 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
10 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora1 1 ALL Selladora1 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora2 1 ALL Selladora2 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora2A 1 ALL Selladora2A FIRST 1
ALL Buffer_Selladora4 1 ALL Selladora4 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora5A 1 ALL Selladora5A FIRST 1
ALL Buffer_Selladora6A 1 ALL Selladora6A FIRST 1
ALL Buffer_Selladora7 1 ALL Selladora7 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora8 1 ALL Selladora8 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora9 1 ALL Selladora9 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora10 1 ALL Selladora10 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora11 1 ALL Selladora11 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora12 1 ALL Selladora12 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora13 1 ALL Selladora13 FIRST 1
ALL Selladora1 WAIT (fundasorden/vsel) min
1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
ALL Selladora2 WAIT (fundasorden/vsel) min
1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1

```

```

writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
ALL Selladora2A WAIT (fundasorden/vsel) min
1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
ALL Selladora4 WAIT (fundasorden/vsel) min
1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
ALL Selladora5A WAIT (fundasorden/vsel) min
1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
ALL Selladora6A WAIT (fundasorden/vsel) min
1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
ALL Selladora7 WAIT (fundasorden/vsel) min
1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)

```

			<pre> If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else inc contador_atiempo,1 </pre>
ALL	Selladora8	<pre> WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT </pre>	<pre> FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else inc contador_atiempo,1 </pre>
ALL	Selladora9	<pre> WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT </pre>	<pre> FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else inc contador_atiempo,1 </pre>
ALL	Selladora10	<pre> WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT </pre>	<pre> FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else inc contador_atiempo,1 </pre>
ALL	Selladora11	<pre> WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT </pre>	<pre> FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else inc contador_atiempo,1 </pre>
ALL	Selladora12	<pre> WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT </pre>	<pre> FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden </pre>

```

writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1

```

ALL Selladora13 WAIT (fundasorden/vsel) min

```

1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1

```

* Attributes *

ID	Type	Classification
dias	Integer	Entity
fecha_entrega	Integer	Entity
kgorden	Real	Entity
mtorden	Real	Entity
fundasorden	Real	Entity
ext	Integer	Entity
imp	Integer	Entity
cor	Integer	Entity
sel	Integer	Entity
velext	Integer	Entity
velimp	Integer	Entity
velcor	Integer	Entity
vsel	Integer	Entity
cod_orden	Integer	Entity
Entrada	Real	Entity
salida	Real	Entity

* Variables (global) *

ID	Type	Initial value	Stats
Contador_atiempo	Integer	0	Time Series
Contador_atrasos	Integer	0	Time Series

* External Files *

ID	Type	File Name	Prompt
Produccion	Arrival	Array sistema inicial.xls	
Fecha_ingreso	General Write	Tiempo entrada inicial.txt	
Fecha_salida	General Write	Tiempo salida inicial.txt	
atrasadas	General Write	Atrasos Inicial.txt	

Apéndice AG Programación del Modelo de Simulación Con Supermercado

*

```
*           Formatted Listing of Model:           *
*           C:\Users\pc-home\Desktop\Parte supermercado final.MOD           *
*                                           *
```

```
Time Units:           Minutes
Distance Units:       Feet
```

```
*           Locations           *
```

Name	Cap	Units	Stats	Rules	Cost
arribo_ordenes	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Extrusoras	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Ext1	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Ext2	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Ext4	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Ext8	inf	1	Time Series Oldest,		
Extrusoras	1	1	Time Series Oldest,		
Extrusora_1	1	1	Time Series Oldest,		
Extrusora_2	1	1	Time Series Oldest,		
Extrusora_4	1	1	Time Series Oldest,		
Extrusora_8	1	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Impresora1	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Impresora2	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Impresora3	inf	1	Time Series Oldest,		
Impresora1	1	1	Time Series Oldest,		
Impresora2	1	1	Time Series Oldest,		
Impresora3	1	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Cortadora1	inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Cortadora2	inf	1	Time Series Oldest,		
Cortadora1	1	1	Time Series Oldest,		
Cortadora2	1	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Selladora1	Inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Selladora2	Inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Selladora2A	Inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Selladora4	Inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Selladora5A	Inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Selladora6A	Inf	1	Time Series Oldest,		
Buffer_Selladora7	Inf	1	Time Series Oldest,		

```

Buffer_Selladora8 Inf 1 Time Series Oldest, ,
Buffer_Selladora9 Inf 1 Time Series Oldest, ,
Buffer_Selladora10 Inf 1 Time Series Oldest, ,
Buffer_Selladora11 Inf 1 Time Series Oldest, ,
Buffer_Selladora12 Inf 1 Time Series Oldest, ,
Buffer_Selladora13 Inf 1 Time Series Oldest, ,
Selladora1 1 1 Time Series Oldest, ,
Selladora2 1 1 Time Series Oldest, ,
Selladora2A 1 1 Time Series Oldest, ,
Selladora4 1 1 Time Series Oldest, ,
Selladora5A 1 1 Time Series Oldest, ,
Selladora6A 1 1 Time Series Oldest, ,
Selladora7 1 1 Time Series Oldest, ,
Selladora8 1 1 Time Series Oldest, ,
Selladora9 1 1 Time Series Oldest, ,
Selladora10 1 1 Time Series Oldest, ,
Selladora11 1 1 Time Series Oldest, ,
Selladora12 1 1 Time Series Oldest, ,
Selladora13 1 1 Time Series Oldest, ,
supermercadoext1 INFINITE 1 Time Series Oldest, FIFO,
supermercadoext8 INFINITE 1 Time Series Oldest, FIFO,

```

* Clock downtimes for Locations *

Loc	Frequency	First Time	Priority	Scheduled	Disable	Logic
Extrusora_1	17 hr	99	Yes	No		wait 7 hr
	8+E(37.3) hr (null)	99	No	No		wait 0.32+L(4.32,6.94) hr
Extrusora_2	19 hr	99	Yes	No		wait 5 hr
	5+E(37.5) HR (null)	99	No	No		WAIT 0.336+L(4.31,5.38) HR
Extrusora_4	14 hr	99	Yes	No		wait 10 hr
Extrusora_8	19 hr	99	Yes	No		wait 5 hr
	1.71+L(79.3,362) HR (null)	99	No	No		WAIT 0.307+L(3.05,3.31) HR
Impresora1	21 hr	99	Yes	No		wait 3 hr
	4.79+L(91,270) HR (null)	99	No	No		WAIT 0.6+L(3.79,6.82) HR
Impresora2	20 hr	99	Yes	No		wait 4 hr
	6.91+L(181,1.83E+003) HR (null)	99	No	No		WAIT 0.127+L(2.44,2.89) HR
Impresora3	18 hr	99	Yes	No		wait 6 hr
	-2.77+L(91.1,159) HR (null)	99	No	No		WAIT 0.42+E(1.52) HR
Cortadora1	19 hr	99	Yes	No		wait 5 hr
Cortadora2	20 hr	99	Yes	No		wait 4 hr

	-3.07E+003+L(3.17E+300,180)HR (null)	99	No	Yes	WAIT 0.298+L(4.84,8.85) HR
Selladora1	22 HR	99	Yes	No	WAIT 2 HR
Selladora2	15 HR	99	Yes	No	WAIT 9 HR
Selladora7	19 HR	99	Yes	No	WAIT 5 HR
Selladora11	17 HR	99	Yes	No	WAIT 7 HR

* Setup downtimes for Locations *

Loc	Entity	Prior Entity	Logic
-----	--------	--------------	-------

Impresora3	orden	orden	WAIT N(65,23.1) MIN
Cortadora1	orden	orden	WAIT -25.3+L(55.5,15) MIN
Cortadora2	orden	orden	WAIT N(45.8,22) MIN

* Entities *

Name	Speed (fpm)	Stats	Cost
------	-------------	-------	------

orden	150	Time Series	
aux	150	Time Series	
tarjeta1	150	Time Series	
tarjeta2	150	Time Series	
tarjeta3	150	Time Series	
tarjeta4	150	Time Series	
tarjeta5	150	Time Series	
tarjeta6	150	Time Series	
tarjeta7	150	Time Series	
tarjeta8	150	Time Series	
tarjeta9	150	Time Series	
tarjeta10	150	Time Series	
tarjeta11	150	Time Series	
tarjeta12	150	Time Series	

* Processing *

Process	Routing
---------	---------

Entity	Location	Operation	Blk Output	Destination	Rule	Move Logic
--------	----------	-----------	------------	-------------	------	------------

ALL	arribo_ordenes	if ext=1				
-----	----------------	----------	--	--	--	--


```

then route 2
else if ext=2
then route 3
else if ext=4
then route 4
else if ext=8
then route 5
    if ext=0 then
        BEGIN
            if imp =1
            then route 6
            Else if imp=2
            then route 7
            Else if imp=3
            then route 8
        END
    if ext=5
then route 1      1  orden  Buffer_Extrusoras FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                    writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                    2  orden  Buffer_Ext1      FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                    writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                    3  orden  Buffer_Ext2      FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                    writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                    4  orden  Buffer_Ext4      FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                    writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                    5  orden  Buffer_Ext8      FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                    writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                    6  orden  Buffer_Impresora1 FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                    writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                    7  orden  Buffer_Impresora2 FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                    writeline Fecha_ingreso, clock (min)
                    8  orden  Buffer_Impresora3 FIRST 1 Write Fecha_ingreso, cod_orden
                    writeline Fecha_ingreso, clock (min)
ALL Buffer_Extrusoras      1 ALL Extrusoras      FIRST 1
ALL Buffer_Ext1            1 ALL Extrusora_1    FIRST 1 if contents(buffer_ext1)=1 and
supermarket3 =0 then
                    send 1 tarjeta3 to buffer_ext1
                    if contents(buffer_ext1)=1 and supermarket4 =0 then
                    send 1 tarjeta4 to buffer_ext1
                    if contents(buffer_ext1)=1 and supermarket7 =0 then
                    send 1 tarjeta7 to buffer_ext1
                    if contents(buffer_ext1)=1 and supermarket10 =0 then

```

```

        send 1 tarjeta10 to buffer_ext1
        if contents(buffer_ext1)=1 and supermarket11 =0 then
        send 1 tarjeta11 to buffer_ext1
        if contents(buffer_ext1)=1 and supermarket12 <4005 and
contents(supermercadoext1)=1 then
        send 1 tarjeta12 to buffer_ext1

```

```

ALL Buffer_Ext2          1 ALL Extrusora_2    FIRST 1
ALL Buffer_Ext4          1 ALL Extrusora_4    FIRST 1
ALL Buffer_Ext8          1 ALL Extrusora_8    FIRST 1 if contents(buffer_ext8)=1 and
supermarket1 =0 then

```

```

        send 1 tarjeta1 to buffer_ext8
        if contents(buffer_ext8)=1 and supermarket2 =0 then
        send 1 tarjeta2 to buffer_ext8
        if contents(buffer_ext8)=1 and supermarket5 =0 then
        send 1 tarjeta5 to buffer_ext8
        if contents(buffer_ext8)=1 and supermarket6 =0 then
        send 1 tarjeta6 to buffer_ext8
        if contents(buffer_ext8)=1 and supermarket8 =0 then
        send 1 tarjeta8 to buffer_ext8
        if contents(buffer_ext8)=1 and supermarket9 =0 then
        send 1 tarjeta9 to buffer_ext8

```

```

ALL Extrusoras BEGIN
    WAIT 30 min
    WAIT (kgorden/velect) hr
    END

    if imp=0 and cor=0 and sel=0
    then route 4

    if imp=1 then route 1
    if imp=2 then route 2
    if imp=3 then route 3

    if imp=0 then
        BEGIN
            if cor=1 then route 18
            if cor=2 then route 19
            if sel=1 then route 5
            if sel=2 then route 6
            if sel=3 then route 7
            if sel=4 then route 8
            if sel=5 then route 9

```

```

        if sel=6 then route 10
        if sel=7 then route 11
        if sel=8 then route 12
        if sel=9 then route 13
        if sel=10 then route 14
        if sel=11 then route 15
        if sel=12 then route 16
        if sel=13 then route 17
END      1 orden  Buffer_Impresora1 FIRST 1
        2 orden  Buffer_Impresora2 FIRST 1
        3 orden  Buffer_Impresora3 FIRST 1
        4 orden  EXIT          FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
                                         writeline Fecha_salida, clock (min)
                                         salida=clock(min)
                                         If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
                                         {inc contador_atrasos,1
                                         writeline atrasadas, cod_orden}
                                         else
                                         inc contador_atiempo,1
        5 orden  Buffer_Selladora1 FIRST 1
        6 orden  Buffer_Selladora2 FIRST 1
        7 orden  Buffer_Selladora2A FIRST 1
        8 orden  Buffer_Selladora4 FIRST 1
        9 orden  Buffer_Selladora5A FIRST 1
        10 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
        11 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
        12 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
        13 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
        14 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
        15 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
        16 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
        17 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
        18 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
        19 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1
orden  Extrusora_1
        if Atributosupermercado=3 then
        BEGIN
        kgordensupermarket=kgorden-supermarket3
        supermarket3=supermarket3-kgorden
        if supermarket3<0 then
        {supermarket3=0}

        if kgordensupermarket>0 then

```

```
        {WAIT 30 min
        WAIT (kgordensupermarket/velext) hr}
END
```

```
if Atributosupermercado=4 then
BEGIN
kgordensupermarket=kgorden-supermarket4
supermarket4=supermarket4-kgorden
    if supermarket4<0 then
        {supermarket4=0}
```

```
if kgordensupermarket>0 then
    {WAIT 30 min
    WAIT (kgordensupermarket/velext) hr}
END
```

```
if Atributosupermercado=7 then
BEGIN
kgordensupermarket=kgorden-supermarket7
supermarket7=supermarket7-kgorden
    if supermarket7<0 then
        {supermarket7=0}
```

```
if kgordensupermarket>0 then
    {WAIT 30 min
    WAIT (kgordensupermarket/velext) hr}
END
```

```
if Atributosupermercado=10 then
BEGIN
kgordensupermarket=kgorden-supermarket10
supermarket10=supermarket10-kgorden
    if supermarket10<0 then
        {supermarket10=0}
```

```
if kgordensupermarket>0 then
    {WAIT 30 min
    WAIT (kgordensupermarket/velext) hr}
END
```

```
if Atributosupermercado=11 then
BEGIN
```

```
kgordensupermarket=kgorden-supermarket11
supermarket11=supermarket11-kgorden
  if supermarket11<0 then
    {supermarket11=0}
```

```
if kgordensupermarket>0 then
  {WAIT 30 min
  WAIT (kgordensupermarket/velex) hr}
END
```

```
if Atributosupermercado=12 then
BEGIN
kgordensupermarket=kgorden-supermarket12
dec supermarket12, kgorden
  if supermarket12<0 then
    {supermarket12=0}
```

```
if kgordensupermarket>0 then
  {WAIT 30 min
  WAIT (kgordensupermarket/velex) hr}
END
```

```
if atributosupermercado=0 then
BEGIN
WAIT 30 min
WAIT (kgorden/velex) hr
END
```

```
if imp=0 and cor=0 and sel=0
then route 4
```

```
if imp=1 then route 1
if imp=2 then route 2
if imp=3 then route 3
```

```
if imp=0 then
  BEGIN
    if cor=1 then route 18
    if cor=2 then route 19
    if sel=1 then route 5
    if sel=2 then route 6
    if sel=3 then route 7
    if sel=4 then route 8
```

```

if sel=5 then route 9
if sel=6 then route 10
if sel=7 then route 11
if sel=8 then route 12
if sel=9 then route 13
if sel=10 then route 14
if sel=11 then route 15
if sel=12 then route 16
if sel=13 then route 17

```

END

```

1 orden Buffer_Impresora1 FIRST 1
2 orden Buffer_Impresora2 FIRST 1
3 orden Buffer_Impresora3 FIRST 1
4 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
5 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
6 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
7 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
8 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
9 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
10 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
15 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
16 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
17 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
18 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
19 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1

```

aux Extrusora_1

```

if Atributosupermercado=1 then
BEGIN
kgorden=kgorden-supermarket1
WAIT 30 min
WAIT (kgorden/velect) hr
END

```

```
else
BEGIN
WAIT 30 min
WAIT (kgorden/velect) hr
END
```

```
if imp=0 and cor=0 and sel=0
then route 4
```

```
if imp=1 then route 1
```

```
if imp=2 then route 2
```

```
if imp=3 then route 3
```

```
if imp=0 then
```

```
    BEGIN
```

```
        if cor=1 then route 18
```

```
        if cor=2 then route 19
```

```
        if sel=1 then route 5
```

```
        if sel=2 then route 6
```

```
        if sel=3 then route 7
```

```
        if sel=4 then route 8
```

```
        if sel=5 then route 9
```

```
        if sel=6 then route 10
```

```
        if sel=7 then route 11
```

```
        if sel=8 then route 12
```

```
        if sel=9 then route 13
```

```
        if sel=10 then route 14
```

```
        if sel=11 then route 15
```

```
        if sel=12 then route 16
```

```
        if sel=13 then route 17
```

```
    END
```

```
1 orden Buffer_Impresora1 FIRST 1
```

```
2 orden Buffer_Impresora2 FIRST 1
```

```
3 orden Buffer_Impresora3 FIRST 1
```

```
4 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
```

```
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
```

```
{inc contador_atrasos,1
```

```
writeline atrasadas, cod_orden}
```

```
else
```

```
inc contador_atiempo,1
```

```
5 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
```

```

        6 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
        7 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
        8 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
        9 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
       10 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
       11 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
       12 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
       13 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
       14 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
       15 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
       16 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
       17 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
       18 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
       19 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1
tarjeta3 Extrusora_1 wait 14.7 hr
        supermarket3= 3010.28
        1 tarjeta3 supermercadoext1 FIRST 1
tarjeta4 Extrusora_1 wait 8.91 hr
        supermarket4= 1136.57
        1 tarjeta4 supermercadoext1 FIRST 1
tarjeta7 Extrusora_1 wait 36.685 hr
        supermarket7= 11545.82
        1 tarjeta7 supermercadoext1 FIRST 1
tarjeta10 Extrusora_1 wait 3.58 hr
        supermarket10= 185
        1 tarjeta10 supermercadoext1 FIRST 1
tarjeta11 Extrusora_1 wait 6.08 hr
        supermarket11= 814
        1 tarjeta11 supermercadoext1 FIRST 1
tarjeta12 Extrusora_1 wait (kgorden/velect) hr
        inc supermarket12, kgorden
        1 tarjeta12 supermercadoext1 FIRST 1
ALL Extrusora_2 BEGIN
        WAIT 30 min
        WAIT (kgorden/velect) hr
        END

        if imp=0 and cor=0 and sel=0
        then route 4

        if imp=1 then route 1
        if imp=2 then route 2
        if imp=3 then route 3

```



```

if imp=0 then
    BEGIN
        if cor=1 then route 18
        if cor=2 then route 19
        if sel=1 then route 5
        if sel=2 then route 6
        if sel=3 then route 7
        if sel=4 then route 8
        if sel=5 then route 9
        if sel=6 then route 10
        if sel=7 then route 11
        if sel=8 then route 12
        if sel=9 then route 13
        if sel=10 then route 14
        if sel=11 then route 15
        if sel=12 then route 16
        if sel=13 then route 17
    END
    1 orden Buffer_Impresora1 FIRST 1
    2 orden Buffer_Impresora2 FIRST 1
    3 orden Buffer_Impresora3 FIRST 1
    4 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
        writeline Fecha_salida, clock (min)
        salida=clock(min)
        If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
        {inc contador_atrasos,1
        writeline atrasadas, cod_orden}
        else
        inc contador_atiempo,1
    5 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
    6 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
    7 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
    8 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
    9 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
    10 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
    11 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
    12 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
    13 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
    14 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
    15 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
    16 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
    17 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
    18 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1

```

```

19 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1
ALL Extrusora_4 BEGIN
    WAIT 30 min
    WAIT (kgorden/velect) hr
    END

    if imp=0 and cor=0 and sel=0
    then route 4

    if imp=1 then route 1
    if imp=2 then route 2
    if imp=3 then route 3
    if imp=0 then
        BEGIN
            if cor=1 then route 18
            if cor=2 then route 19
            if sel=1 then route 5
            if sel=2 then route 6
            if sel=3 then route 7
            if sel=4 then route 8
            if sel=5 then route 9
            if sel=6 then route 10
            if sel=7 then route 11
            if sel=8 then route 12
            if sel=9 then route 13
            if sel=10 then route 14
            if sel=11 then route 15
            if sel=12 then route 16
            if sel=13 then route 17
        END
    1 orden Buffer_Impresora1 FIRST 1
    2 orden Buffer_Impresora2 FIRST 1
    3 orden Buffer_Impresora3 FIRST 1
    4 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
        writeline Fecha_salida, clock (min)
        salida=clock(min)
        If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
        {inc contador_atrasos,1
        writeline atrasadas, cod_orden}
        else
            inc contador_atiempo,1
    5 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
    6 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
    7 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1

```

```
8 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
9 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
10 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
15 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
16 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
17 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
18 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
19 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1
```

orden Extrusora_8

```
if Atributosupermercado=1 then
BEGIN
kgordensupermarket=kgorden-supermarket1
supermarket1=supermarket1-kgorden
    if supermarket1<0 then
        {supermarket1=0}

if kgordensupermarket>0 then
    {WAIT 30 min
    WAIT (kgordensupermarket/velext) hr}
END
```

```
if Atributosupermercado=2 then
BEGIN
kgordensupermarket=kgorden-supermarket2
supermarket2=supermarket2-kgorden
    if supermarket2<0 then
        {supermarket2=0}

if kgordensupermarket>0 then
    {WAIT 30 min
    WAIT (kgordensupermarket/velext) hr}
END
```

```
if Atributosupermercado=5 then
BEGIN
kgordensupermarket=kgorden-supermarket5
supermarket5=supermarket5-kgorden
    if supermarket5<0 then
        {supermarket5=0}
```

```
if kgordensupermarket>0 then
    {WAIT 30 min
    WAIT (kgordensupermarket/velect) hr}
END
```

```
if Atributosupermercado=6 then
BEGIN
kgordensupermarket=kgorden-supermarket6
supermarket10=supermarket6-kgorden
    if supermarket6<0 then
        {supermarket6=0}
```

```
if kgordensupermarket>0 then
    {WAIT 30 min
    WAIT (kgordensupermarket/velect) hr}
END
```

```
if Atributosupermercado=8 then
BEGIN
kgordensupermarket=kgorden-supermarket8
supermarket8=supermarket11-kgorden
    if supermarket8<0 then
        {supermarket8=0}
```

```
if kgordensupermarket>0 then
    {WAIT 30 min
    WAIT (kgordensupermarket/velect) hr}
END
```

```
if Atributosupermercado=9 then
BEGIN
kgordensupermarket=kgorden-supermarket9
supermarket12=supermarket9-kgorden
    if supermarket9<0 then
        {supermarket9=0}
```

```
if kgordensupermarket>0 then
    {WAIT 30 min
    WAIT (kgordensupermarket/velect) hr}
END
```

if atributosupermercado=0 then

BEGIN

WAIT 30 min

WAIT (kgorden/velect) hr

END

if imp=0 and cor=0 and sel=0

then route 4

if imp=1 then route 1

if imp=2 then route 2

if imp=3 then route 3

if imp=0 then

BEGIN

if cor=1 then route 18

if cor=2 then route 19

if sel=1 then route 5

if sel=2 then route 6

if sel=3 then route 7

if sel=4 then route 8

if sel=5 then route 9

if sel=6 then route 10

if sel=7 then route 11

if sel=8 then route 12

if sel=9 then route 13

if sel=10 then route 14

if sel=11 then route 15

if sel=12 then route 16

if sel=13 then route 17

END 1 orden Buffer_Impresora1 FIRST 1

2 orden Buffer_Impresora2 FIRST 1

3 orden Buffer_Impresora3 FIRST 1

4 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden

writeline Fecha_salida, clock (min)

salida=clock(min)

If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then

{inc contador_atrasos,1

writeline atrasadas, cod_orden}

else

inc contador_atiempo,1

5 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1

6 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1

```
7 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
8 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
9 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
10 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
15 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
16 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
17 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
18 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
19 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1
```

```
aux Extrusora_8 BEGIN
```

```
    WAIT 30 min
```

```
    WAIT (kgorden/velect) hr
```

```
    END
```

```
    if imp=0 and cor=0 and sel=0
```

```
    then route 4
```

```
    if imp=1 then route 1
```

```
    if imp=2 then route 2
```

```
    if imp=3 then route 3
```

```
    if imp=0 then
```

```
        BEGIN
```

```
            if cor=1 then route 18
```

```
            if cor=2 then route 19
```

```
            if sel=1 then route 5
```

```
            if sel=2 then route 6
```

```
            if sel=3 then route 7
```

```
            if sel=4 then route 8
```

```
            if sel=5 then route 9
```

```
            if sel=6 then route 10
```

```
            if sel=7 then route 11
```

```
            if sel=8 then route 12
```

```
            if sel=9 then route 13
```

```
            if sel=10 then route 14
```

```
            if sel=11 then route 15
```

```
            if sel=12 then route 16
```

```
            if sel=13 then route 17
```

```
        END
```

```
1 orden Buffer_Impresora1 FIRST 1
```

```

2 orden Buffer_Impresora2 FIRST 1
3 orden Buffer_Impresora3 FIRST 1
4 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
5 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
6 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
7 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
8 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
9 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
10 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
15 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
16 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
17 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
18 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
19 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1
tarjeta1 Extrusora_8 wait 12.34 hr
supermarket1= 1521.59
1 tarjeta1 supermercadoext8 FIRST 1
tarjeta2 Extrusora_8 wait 21.25 hr
supermarket2= 5974.52
1 tarjeta2 supermercadoext8 FIRST 1
tarjeta5 Extrusora_8 wait 7.2 hr
supermarket1= 753.26
1 tarjeta5 supermercadoext8 FIRST 1
tarjeta6 Extrusora_8 wait 2.75 hr
supermarket6= 175.94
1 tarjeta6 supermercadoext8 FIRST 1
tarjeta8 Extrusora_8 wait 17.61 hr
supermarket8= 2309.78
1 tarjeta8 supermercadoext8 FIRST 1
tarjeta9 Extrusora_8 wait 16.72 hr
supermarket9= 2857.49
1 tarjeta9 supermercadoext8 FIRST 1

```

```

ALL Buffer_Impresora1      1 ALL Impresora1  FIRST 1
ALL Buffer_Impresora2      1 ALL Impresora2  FIRST 1
ALL Buffer_Impresora3      1 ALL Impresora3  FIRST 1

```

```

ALL Impresora1  BEGIN
    WAIT N(65,23.1) MIN
    WAIT (mtorden/velimp) min
    END

```

```

if cor=1 then route 1
if cor=2 then route 2
if cor=0 and sel=0 then route 3

```

```

if cor=0 then

```

```

BEGIN

```

```

if sel=1 then route 4

```

```

if sel=2 then route 5

```

```

if sel=3 then route 6

```

```

if sel=4 then route 7

```

```

if sel=5 then route 8

```

```

if sel=6 then route 9

```

```

if sel=7 then route 10

```

```

if sel=8 then route 11

```

```

if sel=9 then route 12

```

```

if sel=10 then route 13

```

```

if sel=11 then route 14

```

```

if sel=12 then route 15

```

```

if sel=13 then route 16

```

```

END          1 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1

```

```

          2 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1

```

```

          3 orden EXIT          FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
          writeline Fecha_salida, clock (min)
          salida=clock(min)

```

```

          If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then

```

```

          {inc contador_atrasos,1

```

```

          writeline atrasadas, cod_orden}

```

```

          else

```

```

          inc contador_atiempo,1

```

```

          4 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1

```

```

          5 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1

```

```

          6 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1

```

```

          7 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1

```

```

          8 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1

```

```

          9 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1

```



```

10 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
15 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
16 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1

ALL Impresora2 BEGIN
    WAIT N(65,23.1) MIN
    WAIT (mtorden/velimp) min
    END

    if cor=1 then route 1
    if cor=2 then route 2
    if cor=0 and sel=0 then route 3

    if cor=0 then
    BEGIN
    if sel=1 then route 4
    if sel=2 then route 5
    if sel=3 then route 6
    if sel=4 then route 7
    if sel=5 then route 8
    if sel=6 then route 9
    if sel=7 then route 10
    if sel=8 then route 11
    if sel=9 then route 12
    if sel=10 then route 13
    if sel=11 then route 14
    if sel=12 then route 15
    if sel=13 then route 16
    END
        1 orden Buffer_Cortadora1 FIRST 1
        2 orden Buffer_Cortadora2 FIRST 1
        3 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
        writeline Fecha_salida, clock (min)
        salida=clock(min)
        If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
        {inc contador_atrasos,1
        writeline atrasadas, cod_orden}
        else
        inc contador_atiempo,1
        4 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
        5 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1

```



```

else
    inc contador_atiempo,1
4 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
5 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
6 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
7 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
8 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
9 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
10 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
15 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
16 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
ALL Buffer_Cortadora1 1 ALL Cortadora1 FIRST 1
ALL Buffer_Cortadora2 1 ALL Cortadora2 FIRST 1
ALL Cortadora1 BEGIN
    WAIT -25.3+L(55.5,15) MIN
    WAIT (mtorden/velcor) min
    END

    IF SEL=0 THEN ROUTE 1
    if sel=1 then route 2
    if sel=2 then route 3
    if sel=3 then route 4
    if sel=4 then route 5
    if sel=5 then route 6
    if sel=6 then route 7
    if sel=7 then route 8
    if sel=8 then route 9
    if sel=9 then route 10
    if sel=10 then route 11
    if sel=11 then route 12
    if sel=12 then route 13
    if sel=13 then route 14
1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else

```

```

                                inc contador_atiempo,1
2 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
3 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1
4 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
5 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
6 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
7 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
8 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
9 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
10 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1

ALL Cortadora2 BEGIN
    WAIT N(45.8,22) MIN
    WAIT (mtorden/velcor) min
    END

    IF SEL=0 THEN ROUTE 1
    if sel=1 then route 2
    if sel=2 then route 3
    if sel=3 then route 4
    if sel=4 then route 5
    if sel=5 then route 6
    if sel=6 then route 7
    if sel=7 then route 8
    if sel=8 then route 9
    if sel=9 then route 10
    if sel=10 then route 11
    if sel=11 then route 12
    if sel=12 then route 13
    if sel=13 then route 14
        1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
        writeline Fecha_salida, clock (min)
        salida=clock(min)
        If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
        {inc contador_atrasos,1
        writeline atrasadas, cod_orden}
        else
        inc contador_atiempo,1
        2 orden Buffer_Selladora1 FIRST 1
        3 orden Buffer_Selladora2 FIRST 1

```

```

4 orden Buffer_Selladora2A FIRST 1
5 orden Buffer_Selladora4 FIRST 1
6 orden Buffer_Selladora5A FIRST 1
7 orden Buffer_Selladora6A FIRST 1
8 orden Buffer_Selladora7 FIRST 1
9 orden Buffer_Selladora8 FIRST 1
10 orden Buffer_Selladora9 FIRST 1
11 orden Buffer_Selladora10 FIRST 1
12 orden Buffer_Selladora11 FIRST 1
13 orden Buffer_Selladora12 FIRST 1
14 orden Buffer_Selladora13 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora1 1 ALL Selladora1 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora2 1 ALL Selladora2 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora2A 1 ALL Selladora2A FIRST 1
ALL Buffer_Selladora4 1 ALL Selladora4 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora5A 1 ALL Selladora5A FIRST 1
ALL Buffer_Selladora6A 1 ALL Selladora6A FIRST 1
ALL Buffer_Selladora7 1 ALL Selladora7 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora8 1 ALL Selladora8 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora9 1 ALL Selladora9 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora10 1 ALL Selladora10 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora11 1 ALL Selladora11 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora12 1 ALL Selladora12 FIRST 1
ALL Buffer_Selladora13 1 ALL Selladora13 FIRST 1
ALL Selladora1 WAIT (fundasorden/vsel) min
1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
ALL Selladora2 WAIT (fundasorden/vsel) min
1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
ALL Selladora2A WAIT (fundasorden/vsel) min

```

		1 orden EXIT	FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else inc contador_atiempo,1
ALL	Selladora4	WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT	FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else inc contador_atiempo,1
ALL	Selladora5A	WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT	FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else inc contador_atiempo,1
ALL	Selladora6A	WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT	FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else inc contador_atiempo,1
ALL	Selladora7	WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT	FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else

			inc contador_atiempo,1
ALL	Selladora8	WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT	FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else inc contador_atiempo,1
ALL	Selladora9	WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT	FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else inc contador_atiempo,1
ALL	Selladora10	WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT	FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else inc contador_atiempo,1
ALL	Selladora11	WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT	FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1 writeline atrasadas, cod_orden} else inc contador_atiempo,1
ALL	Selladora12	WAIT (fundasorden/vsel) min 1 orden EXIT	FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden writeline Fecha_salida, clock (min) salida=clock(min) If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then {inc contador_atrasos,1

```

writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
ALL Selladora13 WAIT (fundasorden/vsel) min
1 orden EXIT FIRST 1 Write Fecha_salida, cod_orden
writeline Fecha_salida, clock (min)
salida=clock(min)
If ((salida-entrada)/(60*24)) - dias > 0 then
{inc contador_atrasos,1
writeline atrasadas, cod_orden}
else
inc contador_atiempo,1
tarjeta1 supermercadoext8 1 tarjeta1 Buffer_Ext8 SEND 1
tarjeta2 supermercadoext8 1 tarjeta2 Buffer_Ext8 SEND 1
tarjeta3 supermercadoext1 1 tarjeta3 Buffer_Ext1 SEND 1
tarjeta4 supermercadoext1 1 tarjeta4 Buffer_Ext1 SEND 1
tarjeta5 supermercadoext8 1 tarjeta5 Buffer_Ext8 SEND 1
tarjeta6 supermercadoext8 1 tarjeta6 Buffer_Ext8 SEND 1
tarjeta7 supermercadoext1 1 tarjeta7 Buffer_Ext1 SEND 1
tarjeta8 supermercadoext8 1 tarjeta8 Buffer_Ext8 SEND 1
tarjeta9 supermercadoext8 1 tarjeta9 Buffer_Ext8 SEND 1
tarjeta10 supermercadoext1 1 tarjeta10 Buffer_Ext1 SEND 1
tarjeta11 supermercadoext1 1 tarjeta11 Buffer_Ext1 SEND 1
tarjeta12 supermercadoext1 1 tarjeta12 Buffer_Ext1 SEND 1

```

* Arrivals *

Entity	Location	Qty	Each	First Time Occurrences	Frequency	Logic
--------	----------	-----	------	------------------------	-----------	-------

tarjeta1	supermercadoext8	1		1		
tarjeta2	supermercadoext8	1		1		
tarjeta3	supermercadoext1	1		1		
tarjeta4	supermercadoext1	1		1		
tarjeta5	supermercadoext8	1		1		
tarjeta6	supermercadoext8	1		1		
tarjeta7	supermercadoext1	1		1		
tarjeta8	supermercadoext8	1		1		
tarjeta9	supermercadoext8	1		1		
tarjeta10	supermercadoext1	1		1		
tarjeta11	supermercadoext1	1		1		
tarjeta12	supermercadoext1	1		1		kgorden=5767.38

velext=200

* Attributes *

ID	Type	Classification
----	------	----------------

dias	Integer	Entity
fecha_entrega	Integer	Entity
kgorden	Real	Entity
mtorden	Real	Entity
fundasorden	Real	Entity
ext	Integer	Entity
imp	Integer	Entity
cor	Integer	Entity
sel	Integer	Entity
velext	Integer	Entity
velimp	Integer	Entity
velcor	Integer	Entity
velsel	Integer	Entity
cod_orden	Integer	Entity
Entrada	Real	Entity
salida	Real	Entity
Atributossupermercado	Integer	Entity
kgordensupermarket	Real	Entity

* Variables (global) *

ID	Type	Initial value	Stats
----	------	---------------	-------

Contador_atiempo	Integer	0	Time Series
Contador_atrasos	Integer	0	Time Series
supermarket1	Real	0	Time Series
supermarket2	Real	0	Time Series
supermarket3	Real	0	Time Series
supermarket4	Real	0	Time Series
supermarket5	Real	0	Time Series
supermarket6	Real	0	Time Series
supermarket7	Real	0	Time Series
supermarket8	Real	0	Time Series
supermarket9	Real	0	Time Series
supermarket10	Real	0	Time Series
supermarket11	Real	0	Time Series
supermarket12	Real	0	Time Series

* External Files *

ID	Type	File Name	Prompt
	Produccion	Arrival	D:\Google Drive\Espo\Integradora\Simulacion\Simulacion supermarket\Sistema Propuesto SDBR con supermarket\Array modelo propuesto SDBR un mes mas solo 1 supermercado.xls
	Fecha_ingreso	General Write	D:\Google Drive\Espo\Integradora\Simulacion\Simulacion supermarket\Tiempo entrada supermercado.txt
	Fecha_salida	General Write	D:\Google Drive\Espo\Integradora\Simulacion\Simulacion supermarket\Tiempo salida supermercado.txt
	atrasadas	General Write	D:\Google Drive\Espo\Integradora\Simulacion\Simulacion supermarket\Atrasadas supermercado.txt