



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

**“Mejora de la Satisfacción del Cliente en una compañía
de plásticos usando la metodología Lean”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Presentada por:

Stefany Lisseth Triana Vaca

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2021

AGRADECIMIENTO

A Dios por mantenerme con buena salud a pesar de las adversidades que se presentaron en estos años, a mi familia y amigos que me apoyaron y no dudaron de mí durante este proceso, a mi directora de proyecto, la Dra. Ma. Denise Rodríguez que supo guiarme y confiar en mis aptitudes.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi madre por inculcarme a siempre dar un poco más de mí, a mi esposo por su ejemplo de compromiso y disciplina en el trabajo, a mi abuelita y a mi tía por contagiarme su perseverancia y su buena actitud ante cualquier problema.

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ángel Ramírez M., Ph.D.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

María Rodríguez Z., Ph.D.
DIRECTOR DE PROYECTO

María López S., MSc.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Stefany Lisseth Triana Vaca

RESUMEN

El proyecto fue realizado en una empresa de plásticos, en la ciudad de Guayaquil la cual funciona desde 1982. A partir del 2015 fue adquirida por unos nuevos accionistas los cuales con su gestión lograron incrementar las operaciones de la compañía significativamente. Este crecimiento acarrió el incremento en la rentabilidad del negocio, pero con ello también se empezaron a generar quejas y reclamos de clientes porque no se atendían a tiempo sus necesidades.

El resultado de esta falta de atención ocasionó un 62% de reclamos en temas de entregas, porcentaje que antes del 2020 estaba en 0 ya que solo existían de vez en cuando reclamos por temas de especificación del producto. Además, a causa de la insatisfacción se perdieron clientes que antes contribuían significativamente a las ventas mensuales de la compañía.

Con estos antecedentes, se decidió trabajar en un proyecto para disminuir los reclamos de los clientes causados por el servicio de despacho, implementando Lean Manufacturing para estabilizar, estandarizar y mejorar continuamente los procesos de la organización. El resultado deseado con este proyecto fue disminuir los reclamos del 62% a un 30% y ofrecer así un factor diferenciador de servicio entre las demás empresas que compiten en el mercado con el mismo producto.

Para lograr este objetivo, el proyecto se basó en la metodología Lean Manufacturing cuyos principios parten del cliente, especificando lo que este necesita; identificando el valor de los procesos para llevar a cabo el producto o servicio y eliminando todo lo adicional que no aporte valor al producto para posteriormente agregar flujo al proceso, estandarizar actividades y buscar la mejora continua en los procesos. Además, se utilizó técnicas de análisis de problemas para llegar a las causas raíz y establecer soluciones.

Con la implementación de las mejoras, se logró reducir el porcentaje de reclamos por el servicio de despachos de un 62% a un 22%, además de disminuir el lead time de la orden de 13 días a 6 días. Acompañado a estos resultados se tienen procesos más eficientes y organizados, lo cual se vió reflejado en la disminución de desperdicios de un 4.86% a un 2.40% al organizar de mejor manera las secuencias de producción.

La implementación de este proyecto dejó excelentes resultados los cuales se están viendo reflejados, pero es importante que se mantenga el círculo de mejora continua para que la empresa se mantenga competitiva en el mercado y esté preparada para el aumento de sus operaciones a futuro.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	V
CAPÍTULO 1	1
1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Formulación del problema.....	4
1.4. Objetivos.....	4
1.5. Justificación del proyecto	5
CAPÍTULO 2	6
2. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Modelo de gestión tradicional en masa (<i>batch and queue</i>).....	6
2.2. <i>Lean Manufacturing</i>	7
2.3. <i>Muda</i>	7
2.4. Principios de <i>Lean Manufacturing</i>	8
2.5. Mapeo de cadena de valor	9
2.6. Trabajo en Proceso (<i>WIP: Work in Process</i>)	10
2.7. Comparación de modelos <i>batch and queue</i> y <i>lean</i>	10
2.8. <i>Lean</i> y la satisfacción del cliente	11
2.9. Respeto por la gente.....	12
CAPÍTULO 3	14
3. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN.....	14
3.1. Especificar el valor desde el punto de vista del cliente	14
3.2. Identificar la cadena de valor y eliminar el desperdicio del proceso.....	17
3.3. Mapa de Cadena de Valor: Mapeo del Estado Actual	18
3.4. Análisis del problema: Causa raíz	24
3.5. Contramedidas.....	38
3.6. Mapa de Cadena de Valor: Mapeo del Estado Futuro	44
3.7. Implementación de Contramedidas	47
CAPÍTULO 4	60
4. RESULTADOS	60
CAPÍTULO 5	68

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1. Conclusiones	68
5.2. Recomendaciones	68

BIBLIOGRAFÍA**ANEXOS**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Evolución de ventas de la empresa.....	1
Figura 1.2 Categorías de reclamos	2
Figura 1.3 Subcategorías de reclamos	2
Figura 1.4 Comportamiento de compras del Cliente 1	3
Figura 1.5 Comportamiento de compras del Cliente 2	3
Figura 3.1 Resultado atributos importantes para el cliente.....	16
Figura 3.2 Flujo del proceso de elaboración de fundas.....	19
Figura 3.3 VSM Situación actual del proceso.....	21
Figura 3.4 Lluvia de ideas de causas por tiempo administrativo elevado	25
Figura 3.5 Categorización de lluvia de ideas.....	26
Figura 3.6 Flujo de Aprobación comercial del pedido.....	27
Figura 3.7 Diagrama Ishikawa Efecto Tiempo Administrativo Elevado	30
Figura 3.8 Lluvia de Ideas de causas para Inventario Innecesario	31
Figura 3.9 Categorización de lluvia de ideas inventario innecesario	32
Figura 3.10 Gráfica de dispersión Inventario – Desperdicio	34
Figura 3.11 Diagrama Ishikawa Efecto Inventario Innecesario.....	35
Figura 3.12 Lluvia de ideas Tiempo de cambios y preparación elevado	36
Figura 3.13 Categorización de ideas para tiempo de preparación y cambios elevados	37
Figura 3.14 Diagrama Ishikawa para Tiempos elevados de cambios.....	38
Figura 3.15 VSM futuro.....	45
Figura 3.16 Rodillos de impresión en extrusora	50
Figura 3.17 Impresión en línea en extrusora.....	50
Figura 3.18 Rollo impreso en línea	51
Figura 3.19 Registro de producción manual.....	52
Figura 3.20 Registro de proceso de producción en sistema.....	52
Figura 3.21 Pantalla de registros realizados	53
Figura 3.22 Reporte de avance.....	53
Figura 3.23 Estación de trabajo del área de Conversión.....	54
Figura 3.24 Lista de despachos - órdenes por despachar.....	55
Figura 3.25 Lista de despachos -órdenes despachadas	55
Figura 4.1 Serie de tiempo cambios en la planificación.....	64
Figura 4.2 Indicador OTIF	65
Figura 4.3 Reclamos por categoría 2020	65
Figura 4.4 Clasificación de reclamos recibidos 2021.....	66
Figura 4.5 Categorización de reclamos por despachos.....	66
Figura 4.6 Serie de tiempo Desperdicio por semana.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Principales Desperdicios en Sistemas Productivos	8
Tabla 2 Comparación de enfoques de producción	11
Tabla 3 Desarrollo de las personas implementando Lean.....	12
Tabla 4 Escala para categorización de clientes	14
Tabla 5 Encuesta de atributos para encuesta de clientes	15
Tabla 6 Escala de importancia para encuesta	15
Tabla 7 Resultado atributos importantes para el cliente.....	16
Tabla 8 Categoría de productos por proceso	17
Tabla 9 Información del cliente	18
Tabla 10 Información de la demanda.....	18
Tabla 11 Información del proceso de producción de fundas	19
Tabla 12 Información de inventarios	20
Tabla 13 Tiempos de actividades que agregan valor	22
Tabla 14 Tiempos de actividades necesarias, que no agregan valor	22
Tabla 15 Tiempos de actividades que no agregan valor	23
Tabla 16 Tiempos por actividad de aprobación comercial.....	27
Tabla 17 Tiempos y actividades de Planificación	28
Tabla 18 Actividades y documentos para el despacho.....	29
Tabla 19 Actividades y tiempos para coordinación de rutas.....	29
Tabla 20 Puntos de control e inventario en proceso	32
Tabla 21 Cambios en la planificación e inventario generado.....	33
Tabla 22 Análisis de Varianza.....	34
Tabla 23 Fases y tiempos de cambios.....	37
Tabla 24 Soluciones a causas raíz	39
Tabla 25 Evaluación de soluciones.....	40
Tabla 26 Plan de Acción	42
Tabla 27 Tiempo de actividades que agregan valor, futuras	46
Tabla 28 Tiempo de actividades necesarias pero	46
Tabla 29 Tiempo de actividades que no agregan valor, futuras	46
Tabla 30 Inventario de seguridad y punto de reorden para productos A	49
Tabla 31 Indicador de estado de órdenes por liberar	57
Tabla 32 Instructivo de Reunión de Planificación de la Producción.....	58
Tabla 33 Indicador OTIF	59
Tabla 34 Comparativa actividades de despacho.....	60
Tabla 35 Muestra de cambios de planificación e inventario generado ANTES.....	61
Tabla 36 Muestra de cambios de planificación e inventario generado DESPUÉS.....	61
Tabla 37 Comparativa de tiempos entre impresora y extrusora	62
Tabla 38 Comparativa de inventario antes y después de la AyudaVisual.....	62
Tabla 39 Comparativa de tiempos de ingreso de pedidos.....	63
Tabla 40 Comparativa tiempos administrativos antes y después del Plan Maestro.....	63
Tabla 41 Clientes Categoría A	72
Tabla 42 Respuestas encuesta de atributos a clientes	73
Tabla 43 Análisis ABC de productos por margen.....	74
Tabla 44 Plan maestro de producción parte 1	77
Tabla 45 Plan Maestro de Producción parte2	78

CAPÍTULO 1

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes

La empresa en la cual se desarrolla el proyecto es una empresa de plásticos del Ecuador, cuya matriz está ubicada en Guayaquil.

La empresa fue fundada en 1982 por empresarios con amplia experiencia en la industria plástica. Su objetivo fue crear una compañía que pueda ayudar a los productores de banano de la región costa. En el año 2015 la compañía fue adquirida por un nuevo grupo de empresarios que tenían como meta llevar a la compañía al siguiente nivel, siendo este el poder atender a la industria alimenticia.

Estas acciones de mejora tomadas por la nueva directiva han impactado favorablemente en la evolución de ventas llevándola al crecimiento de las operaciones, compra de máquinas nuevas, contratación de más personal, alquiler de espacio, etc. En la figura 1.1 podemos ver el crecimiento que se ha generado en la empresa hasta el año 2020.



Figura 1.1 Evolución de ventas de la empresa

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Pese al crecimiento, una de las debilidades que tiene la compañía es que no ha puesto atención a uno de los pilares fundamentales para la continuidad de un negocio que es la "Satisfacción de los clientes", con el crecimiento de las ventas también se ha hecho evidente el crecimiento de los reclamos de los clientes y no se están tomando acciones preventivas para que no se vuelvan a generar los reclamos.

Actualmente no existe un buzón de quejas o algún medio para recolectar de manera recurrente el sentir de los clientes, por lo tanto, no hay mucha información ni se ha establecido un indicador en base al cual se puedan realizar acciones.

1.2. Planteamiento del problema

Se ha logrado detectar los síntomas de este problema a través de los reclamos realizados por los clientes a la empresa. Reclamos que podrían haberse evitado si se midiera el servicio.

Los pocos reclamos que se han documentado se clasifican de la siguiente manera:

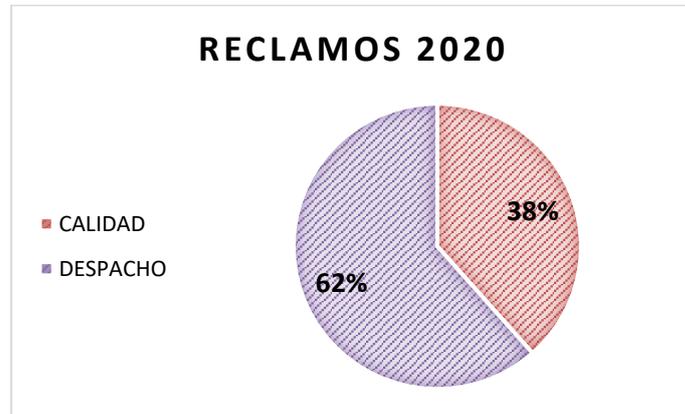


Figura 1.2 Categorías de reclamos

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Como vemos en la figura 1.2, los reclamos por despacho se dan en mayor porcentaje, estos a su vez se subdividen en:

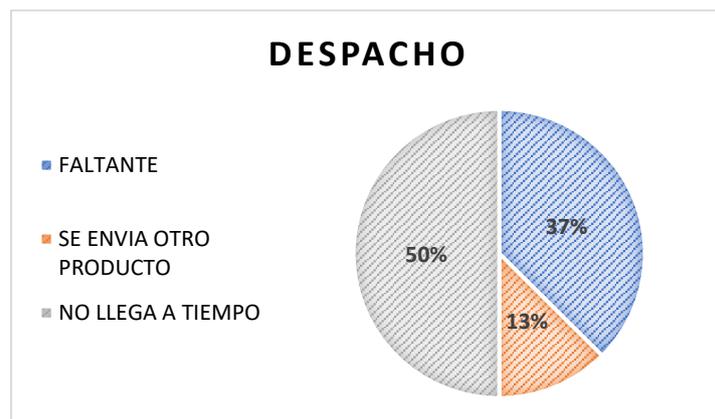


Figura 1.3 Subcategorías de reclamos

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

En la figura 1.3, se puede apreciar que el mayor porcentaje de reclamos por el proceso de despacho se genera por la falta de llegada a tiempo de las fundas y en segundo lugar por faltantes en los bultos. Lastimosamente tampoco se tiene un indicador que permita

medir el servicio del despacho a través del tiempo para cuantificar de manera más específica el problema.

Otro síntoma del problema es que a diario los asesores comerciales realizan llamadas a los clientes indicando que las entregas se van a retrasar, ellos tratan de avisar con anticipación para que el cliente no lo tome de tan mala manera y tratar de evitar un reclamo. Los motivos recurrentes de retraso son:

- Retraso en producción
- Retraso en liberación de producto
- Demora en pistoleo de bultos
- Retrasos de transportista

No se ha identificado aún la causa que genera el mayor problema, sin embargo, se han perdido dos clientes por esta razón:

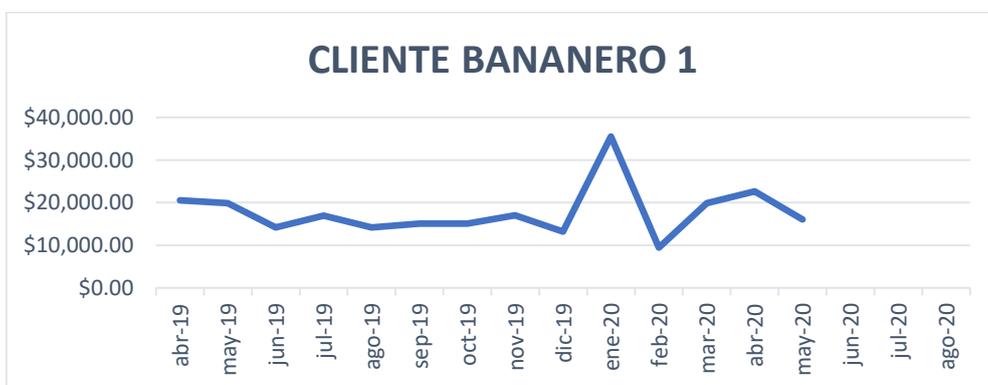


Figura 1.4 Comportamiento de compras del Cliente 1

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

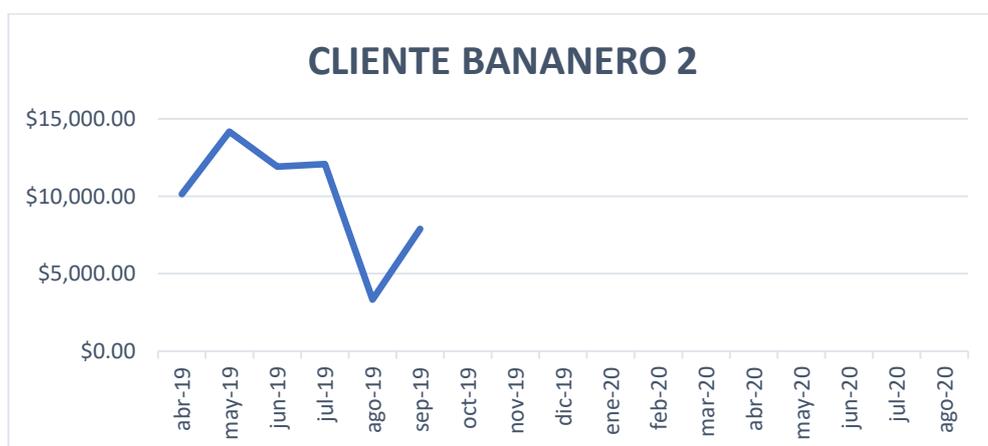


Figura 1.5 Comportamiento de compras del Cliente 2

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Estos dos clientes citados en las figuras 1.4 y 1.5; en promedio compraban mensualmente alrededor de \$27,000. Ahora se está dejando de facturar mensualmente ese valor, además de que no se ha contabilizado las pérdidas económicas de los clientes que no se han ido, pero bajaron su volumen de compras y tienen a la empresa como segunda o tercera opción al momento de pedir material.

1.3. Formulación del problema

Utilizando la metodología DMAIC para la definición del problema, la declaración queda de la siguiente forma:

1. **¿Qué?:** Reclamos de clientes por entregas tardías e incompletas.
2. **¿Dónde?:** En la línea de fundas plásticas para sectores bananero y camaronero.
3. **¿Cuándo?:** Desde el 2019, año en que las ventas tuvieron un repunte sostenido.
4. **¿Qué tanto?:** El 62% de los reclamos son por este motivo.
5. **¿Cómo lo sé?:** Hasta mediados del 2019, no se registró ningún reclamo por despachos. A la fecha se han perdido dos clientes grandes por esta causa, lo que representa aproximadamente \$26,200 que se están dejando de facturar mensualmente.

Aumento de reclamos por entregas tardías e incompletas de fundas plásticas para los sectores bananero y camaronero desde el 2019, año en el cual las ventas tuvieron un incremento significativo que se mantiene hasta el 2021. De la totalidad de reclamos recibidos en el año 2020, el 62% se debe a estas causas. Hasta mediados del 2019, no se registró ningún reclamo por despachos. A la fecha se han perdido dos clientes grandes por esta causa, lo que representa aproximadamente \$26,200 que se están dejando de facturar mensualmente.

1.4. Objetivos

1.4.1. **Objetivo general:**

- Disminuir los reclamos de clientes por el servicio de despacho a través de la implementación de buenas prácticas de la metodología Lean Manufacturing para estabilizar, estandarizar y mejorar continuamente los procesos en la organización.

1.4.2. **Objetivos específicos:**

- Identificar los clientes y sus necesidades para especificar la cadena de valor.
- Establecer cadena de valor y eliminar los desperdicios del proceso.
- Estabilizar los procesos agregando flujo continuo entre las diferentes etapas, creando así salidas predecibles.
- Hacer visible el rendimiento de los procesos para identificar rápidamente desviaciones.
- Establecer mediciones, que permitan mejorar continuamente el proceso y la satisfacción del cliente.

Para resolver el problema, se ha decidido trabajar con la metodología *Lean Manufacturing*, ya que a través de sus etapas permite establecer un sistema de mejora continua que no solo contribuye a la mejora de un proceso en específico, sino que nos permite mejorar la operación de manera global.

Se espera disminuir el porcentaje de reclamos por el servicio de despacho de un 62% a un 30%.

1.5. Justificación del proyecto

1.5.1. Empresarial:

Este proyecto ayudará a la compañía a mejorar su servicio de despacho, diferenciándose entre las demás compañías que compiten en este mercado, esto ayudará a cumplir la promesa de venta que se tiene con el cliente en cuanto a los tiempos de entrega y ayudará a incrementar la rentabilidad de esta.

A nivel de operaciones, se podrá mejorar el proceso de la fabricación de las fundas, logrando un proceso más eficiente, disminuyendo desperdicios de actividades, así como de material.

Otro de los beneficios que busca el proyecto es crear una cultura de eficiencia en los colaboradores, que es el aspecto más importante para que una mejora permanezca en el tiempo además de que si el cliente interno se siente comprometido y motivado con hacer bien su trabajo, lo demuestra hacia el cliente externo.

1.5.2. Académica:

A nivel académico y profesional, además de ayudar a poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la maestría; un proyecto de este tipo ayuda a mejorar la forma en cómo se trabaja con las personas, a entenderlas y mejorar la influencia que tenemos para que un equipo esté a favor de una idea y participe activamente para la consecución de un objetivo en común, en resumen, enriquece nuestras habilidades de liderazgo.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

El presente proyecto se basa en la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing* para resolver un problema operacional en una fábrica de plásticos. Se describen a continuación varios conceptos básicos y estudios que han ayudado a resolver problemas similares.

2.1. Modelo de gestión tradicional en masa (*batch and queue*)

Cuatrecasas (2017) menciona en su libro que este tipo de modelo se basa en la producción masiva de productos que comparten las mismas o similares características con el fin de lograr economías de escalas y así que el producto tenga un costo mínimo. Para que este tipo de gestión sea efectiva, busca elevar su productividad en máquinas de alto rendimiento y en personal con suficiente experiencia y conocimientos, a continuación, se mencionan a mayor detalle las características de este tipo de gestión productiva:

- Optimización de procesos por operación, en dónde cada proceso busca maximizar su operación sin importar el ritmo de los otros, lo que genera un desequilibrio en toda la operación.
- Lotes grandes de producción, generando gran cantidad de inventario.
- Lotes de transferencia grandes, es decir, gran cantidad de inventario en proceso que pasa de operación a operación.
- Producción *push*, operando al máximo de la capacidad en cada operación y empujando el resultado a las demás operaciones hasta el cliente final.
- Personal especializado en la misma actividad, que tiene como objetivo alcanzar la productividad más alta de su operación

Cuatrecasas (2017) también describe las consecuencias originadas al trabajar con este tipo de modelo:

- Flujo desequilibrado, ya que cada operación cumple objetivos independientes, además de la inflexibilidad que existe al trabajar con personal especializado que no podría trabajar en otra operación si se necesitare.
- Abundante stock en proceso, como ya se había mencionado lo que ocasiona esperas entre operaciones, precisamente generado a causa del flujo desequilibrado y también por los lotes de transferencia grandes.
- Dificultad para producir variedad de productos, ya que hay que esperar períodos largos hasta que se produzcan los grandes lotes.
- Colas a la entrada de las operaciones debido al desequilibrio del flujo y al inventario en proceso.

- Tiempos de entrega de lotes elevados, por las cantidades de lotes de transferencia elevados, las colas entre operaciones y las esperas resultantes de la producción de esos grandes lotes.

En resumen, a pesar de que este modelo tradicional busque reducir los costos produciendo a grandes escalas; no siempre resulta del todo cierto ya que este costo aumenta debido a las grandes cantidades de desperdicio tanto de stock y de tiempo que se generan en la operación además de tener el riesgo de que no se pueda vender todo el producto terminado que se produjo ya que no hay demanda que lo necesite. (Cuatrecasas, 2017)

2.2. Lean Manufacturing

Después de los estudios realizados por Toyota para crear su propio sistema de producción (*Toyota Production System TPS*) basado en la eliminación de desperdicios y el aumento de la productividad a través de la metodología Justo a tiempo (*Just in time JIT*) y la automatización de actividades; de la evolución de dichas herramientas y metodologías nació lo que actualmente conocemos como *Lean Manufacturing* (Ribeiro, Sá, Ferreira, Silva, Pereira & Santos, 2019).

Cuatrecasas (2017) asegura que *Lean Manufacturing* es un modelo de establecimiento de procesos que se fundamenta en realizar únicamente lo imprescindible para entregar al cliente el producto o servicio que necesita con las características o estándares especificadas por el mismo cliente, todo eso a un precio competitivo.

El objetivo de la metodología no sólo es mejorar los sistemas de trabajo sino cambiar el pensamiento de la gente. La filosofía *Lean* se centra en combatir la muda (término japonés) o mejor conocidos como despilfarros o desperdicios. Estos desperdicios se traducen en cualquier actividad humana que gasta recursos, pero no genera ningún valor (Womack & Jones, 2003).

Así se busca crear conciencia global en la empresa para que todos empiecen a adoptar una cultura de eliminar desperdicios y crear valor en todas las actividades de su trabajo. La implementación de *Lean* por lo tanto no es un proyecto aislado sino más bien debe llegar a convertirse en el modelo de negocio que la empresa está encaminada a adoptar. (Locher, 2017).

2.3. Muda

La palabra *muda* es un término japonés usado para describir un desperdicio o despilfarro que no solo tiene una connotación física, sino que también hace referencia a toda actividad que no agrega valor en la elaboración de algún producto o la prestación de un servicio. Para la implementación de *Lean* (Womack & Jones, 2003).

Cuatrecasas (2017) menciona que uno de los factores clave para implementar *Lean*, precisamente es la eliminación de la *muda* que tiene como fin minimizar los costos del producto o servicio ya que no se cubren los costos de estos despilfarros de actividades.

Joseph, Kanya, Bhaskar, Xavier, Sendilvelan, Prabhahar, Kanimozhi & Geetha (2021) en su artículo, nos muestran la categorización de los principales desperdicios en 3 categorías y sus principales fuentes:

Tabla 1
Principales Desperdicios en Sistemas Productivos

Categoría	Muda	Fuente
Disponibilidad	Esperas	Tiempos de preparación, fallas inesperadas en máquinas, defectos en productos, falta de suministro de materiales o producto en curso
	Inventario	Material o producto estacionado para que el sistema no "pare"
Rendimiento	Sobreproducción (Producir más de lo solicitado)	Entregas anticipadas, producciones para stock
	Sobreprocesamiento (Producir ineficientemente usando más recursos)	Incomprensión de requerimientos del cliente, averías en máquinas, falta de conocimiento del personal, etc.
	Movimientos (exceso de movimientos para realizar una actividad)	Layout ineficiente, mala asignación de tareas a los trabajadores.
	Transporte (manipulación innecesaria de materiales)	Layout ineficiente, operaciones distantes
Calidad	Reproceso o defectos	Falta de calidad en las operaciones

Fuente: Analysis on productivity improvement, using lean manufacturing concept

Los factores o fuentes que producen los desperdicios pueden ser identificados a través de diferentes herramientas como análisis de causa, entrevistas, observación directa del proceso, etc. Procurando trabajar siempre con los involucrados directos del proceso para determinar la causa raíz y poder proponer e implementar las soluciones que aplicarán ellos mismos (Jimenez, Santos, Sá, Ricardo, Pulido, Pizarro & Hernández, 2019).

2.4. Principios de *Lean Manufacturing*

1. Especificación de valor: Womack & Jones (2003) nos mencionan en su libro que el punto de partida para la implementación *Lean* es el cliente ya que con su opinión el productor del bien o servicio puede crear valor, caso contrario no será competitivo dentro del mercado.
2. Identificar cadena de valor y eliminar desperdicios: Una vez identificadas las necesidades de los clientes, se puede identificar la cadena de valor, es decir, analizar todas las actividades que se llevan a cabo desde la concepción o solicitud del bien o servicio hasta su entrega. En este análisis se encuentran todas las actividades que generan o son muda dentro del proceso y deben ser eliminadas.
3. Agregar flujo y estabilizar: Luego de eliminar los desperdicios evidentes, se debe trabajar agregando sinergia entre las etapas del proceso, de tal forma que se pueda procesar más rápido cada etapa en lugar de trabajar por grandes lotes. Con esto podemos crear salidas predecibles que nos permitan acercarnos a lo que el cliente espera, especialmente cuando se trata de un servicio que puede ser parte del producto que se ofrece. (Locher, 2017). Agregar flujo aumenta la agilidad, la

flexibilidad y la capacidad de generar valor de la empresa debido a la reducción de tiempos de ciclo, es más fácil ser flexibles y responder a cambios repentinos o solicitudes de clientes (Barón & Rivera, 2014).

4. Estandarizar: Locher (2017) destaca en su libro que la variabilidad disminuye cuando se establece un sistema de trabajo sistemático de trabajo y es aplicado por las personas. Definiendo estándares es más fácil encontrar las soluciones a desviaciones. La estandarización además debe ir acompañada de las mediciones adecuadas y la transparencia de resultados, las personas deben conocer su rendimiento para saber en qué deben mejorar.
5. Mejora continua: El objetivo es que la mejora continua sea parte de la compañía para esto es necesario crear líderes que conozcan de la metodología, que la transmitan a los demás y promuevan la generación de cultura lean (Locher, 2017). Con la transparencia de información, además, es más fácil ir descubriendo nuevas mudas cada vez que nos acercamos más a las necesidades de los clientes, por eso es muy importante mantener el *feedback* también por parte de ellos (Womack & Jones, 2003).

2.5. Mapeo de cadena de valor

El VSM (*Value Stream Mapping*) en español Mapeo de la cadena de valor es la metodología mediante la cual se grafica la situación actual del proceso con su flujo de información y materiales; identificando todos los desperdicios o actividades que no agregan valor. Posteriormente, se proponen las acciones que deben realizarse para eliminar o reducir los desperdicios y se grafica un estado futuro del proceso ya con los desperdicios eliminados (Deshkar, Kamle, Giri & Korde, 2017).

En su artículo Deshkar, et al. (2017), explican la metodología para aplicar esta herramienta en una fábrica de bolsas como la de este proyecto:

Seleccionar la familia de productos: No se puede realizar el análisis para todos los tipos de productos por lo que es recomendable agruparlos, preferiblemente los que se someten a operaciones de transformación similares.

Dibujar el mapa del estado actual: Se grafica la situación actual del proceso, tomando en cuenta la siguiente información:

1. Tiempos de ciclo, tiempos de preparación, de cambios, etc
2. Inventario por cada operación
3. Requerimientos del cliente
4. Programa de abastecimiento
5. Número de máquinas, operadores
6. Secuencia de funcionamiento
7. Turnos, horarios de trabajo, descansos, etc

Analizar el mapa del estado actual: Se analizan todos los tiempos, se identifican las mudas, se analiza el cuello de botella de la operación y se clasifican las actividades que son y no son necesarias.

Eliminar los despilfarros y dibujar el mapa del estado futuro: Se debe establecer las acciones a realizar para eliminar los desperdicios y en base a esto se dibuja el nuevo mapa del estado futuro.

Implementación: Para dar paso a la ejecución de las acciones planteadas en el punto 4, es importante primero obtener el apoyo de los altos directivos para que impulsen el proyecto.

2.6. Trabajo en Proceso (*WIP: Work in Process*)

Para Hemalatha, Sankaranarayananasamy & Durairaj (2020), el inventario es uno de los componentes que más afecta a la rentabilidad de cualquier empresa que se dedica a la fabricación. En su artículo estudian el inventario que está en curso, es decir, que ya no es materia prima pero aún no llega a ser un producto terminado; con el objetivo de disminuir este inventario para mantener la continuidad del flujo de operación y prevenir exceso de stock, dejando como última opción el aumento de la mano de obra de maquinaria que tendrían como efecto un costo más elevado.

Hemalatha, et al. (2020), además mencionan que la forma de que el trabajo sea eficiente en la línea de producción es necesario limitar el trabajo en proceso, ya que, si no se hace, sería imposible identificar a los procesos ineficientes. A pesar de que se escuche como una tarea difícil de implementar, vale el esfuerzo debido a los siguientes beneficios:

- Permite administrar la capacidad de cada proceso
- Incentiva a practicar el pensamiento sistémico
- Introduce holgura en el sistema, permitiendo ajustarse a la demanda
- Se enfoca en terminar el trabajo no solo en empezarlo

Como conclusión, la implementación de los principios *Lean* es una de las mejores formas de disminuir el WIP. La evolución de un ambiente operativo tradicional a uno eficiente a través de sus diversas estrategias genera un proceso de producción estable y flexible además de asegurar el éxito en el crecimiento de la empresa (Hemalatha, et al. 2020).

2.7. Comparación de modelos *batch and queue* y *lean*

Cuatrecasas (2017), en su libro realiza una comparativa de los aspectos más importantes entre estos tipos de sistemas productivos para entender el impacto y el beneficio de evolucionar, en la siguiente tabla se muestran dichos aspectos:

Tabla 2
Comparación de enfoques de producción

ENFOQUE TRADICIONAL (EN MASA)	ENFOQUE <i>LEAN</i> (ESBELTA)
Productividad por volumen	Productividad por ahorro de recursos
Implantación con enfoque <i>push</i>	Implantación con enfoque <i>pull</i>
Grandes lotes de producción	Pequeños lotes de producción
Flujo funcional	Flujo lineal
Operativa por lotes entre operaciones	Operativa en flujo unidad a unidad
Tiempos largos de preparación	Tiempos cortos de preparación
Tiempos largos de entrega	Tiempos de entrega cortos
Manejo de inventario en proceso	Reducido o nulo manejo de inventario en proceso
Operarios especializados	Operarios multifuncionales
Calidad correctiva	Calidad preventiva
Mantenimiento correctivo	Mantenimiento preventivo

Fuente: Ingeniería de Procesos y de Planta

Como apreciamos en la tabla 2, casi todos los aspectos de lean, ayudan a mejorar la eficiencia y la competitividad de la empresa en el mercado, en el caso del enfoque tradicional el único aspecto que colabora a estos objetivos es la producción a escala, por tal motivo la producción basada en enfoque *Lean* otorga resultados superiores.

2.8. *Lean* y la satisfacción del cliente

Gohime, Kitaw & Jilcha (2018) en su investigación sobre el impacto de *Lean* en la productividad y la satisfacción al cliente, mencionan que la competitividad entre las empresas no sólo desataca por el precio sino también por el esfuerzo de satisfacer a sus clientes agregando valor a sus bienes o servicios; la eliminación de las actividades que no agregan valor juega un papel importante en la mejora de la productividad, que es un área de enfoque para todas las industrias manufactureras en su competencia por disminuir costos, además que al ser más productivos podemos enfocarnos en las necesidades de los clientes y acercarnos más a cumplir sus expectativas.

También recomiendan que uno de los pilares que se pueden llegar a descuidar durante la implementación de *Lean*, es la calidad, dado que los esfuerzos se vuelcan en disminuir: disminuir labores, recursos, tiempos e inventario, pero hay que tener en cuenta que la calidad no debe disminuir, sino más bien se debe incluir en el proceso ya que este factor se traduce en la satisfacción del cliente.

Con todas estas mejoras aparte de la calidad, otro resultado que se puede obtener es la disminución de puestos de trabajo, lo cual genera en los empleados un sentimiento de miedo y resistencia a implementar nuevas iniciativas, por lo tanto las empresas deben pensar en el factor humano a la hora de implementar *Lean*, se debe empezar a concientizar al personal interno, proveer de espacios seguros de trabajo, maximizar sus

conocimientos y habilidades para asegurar que se sientan bien y proyecten esa imagen al cliente externo (Gohime, et al. 2018).

2.9. Respeto por la gente

Coetzee, Dyk & Merwe (2018), en su revisión literaria realizada con el objetivo de interpretar el verdadero significado del principio "Respeto por la Gente" creado por Toyota, explican la importancia de las personas en la implementación lean y propone un medio práctico para abordar este factor que usualmente no se toma en consideración. Según los autores los pilares fundamentales que se deben conseguir en las personas cuando se implementa lean son:

- Implementar el trabajo en equipo como base de la organización.
- Desarrollar y desafiar a las personas
- Motivar a las personas
- Desarrollar a las personas como solucionadoras de problemas
- Evaluar la seguridad de las personas
- Eliminar los desperdicios de las tareas operativas de las personas
- Mostrar las capacidades de las personas confiándoles una mayor responsabilidad y autoridad

Para conseguir estos objetivos en las personas, Coetzee, et al. (2018) establecen el siguiente marco de trabajo que debe desarrollarse a la par con los principios de *lean* enfocados en el producto:

Tabla 3
Desarrollo de las personas implementando Lean

Fase de Implementación	Objetivo	Atributo desarrollado
Definir el valor de las personas	Se deben definir los atributos deseados en las personas en base a la cultura organizacional de la empresa.	Atributos orientados al trabajo en equipo, motivación, competencia, etc.
Identificar el valor de las personas	Se debe elaborar un proceso que garantice el desarrollo de los atributos en cada persona	Personas con mentalidad de equipo, competentes, motivadas, con buena predisposición y capaces de identificar y resolver problemas.
Extraer las capacidades de las personas	En esta fase, las capacidades de las personas pueden mostrarse confiándoles más responsabilidad y autoridad. Se les debe animar a participar en la gestión y mejora de sus lugares de trabajo.	Personas que son responsables
Esforzarse para ser personas excelentes	El componente final del flujo de valor de las personas es un proceso de mejora continua que continuará mientras haya personas que lo impulsen.	Personas que se desarrollan continuamente.

Fuente: Towards addressing respect for people during lean implementation

Este marco de trabajo es muy similar a las fases por las que pasa el proceso y el producto cuando se implementa *Lean*. Tomando como práctica estos principios se puede llegar a desarrollar en las compañías una filosofía *Lean*.

CAPÍTULO 3

3. IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN

Para el desarrollo del proyecto se utilizaron los principios de la metodología Lean Manufacturing, además de otras herramientas como el A3 Análisis para analizar el problema y plantear las soluciones.

3.1. Especificar el valor desde el punto de vista del cliente

Este principio apunta a que el producto o servicio que se ofrece debe ajustarse a los requerimientos del cliente lo cual hoy en día es un aspecto clave para la continuidad de los negocios. Para implementar este principio se siguieron varios puntos:

Identificar al cliente

Para este paso, se realizó un análisis del reporte de ventas del 2020 para identificar a los clientes que representan el mayor porcentaje de la venta total. Se utilizó la siguiente escala según el monto de compra en dólares de cada cliente para clasificarlos:

Tabla 4
Escala para categorización de clientes

CATEGORÍA	ESCALA
A	Hasta el 75% de la participación de las ventas
B	Entre el 76% y 80% de la participación de las ventas
C	Del 810% en adelante de la participación de las ventas

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Se determinó que son 16 clientes de 87 en total los que representan alrededor del 75% de las ventas de la empresa, por lo cual son los clientes a los que se debe prestar mayor atención y fueron elegidos para realizar una encuesta a fin de conocer los atributos que ellos valoran más del producto y servicio ofrecido. El resultado obtenido de los clientes clasificados como A, lo podemos ver en el **Anexo A: Análisis ABC de clientes: Clientes clase A.**

Además, analizando el sector al que corresponden estos clientes, se determinó que en su mayoría pertenecen a clientes del sector bananero que usan fundas impresas.

Recolectar las necesidades de los clientes: Mapeo de expectativas

Luego de haber escogido a los clientes para participar en este análisis, se elaboró un cuestionario para aplicar una encuesta y así identificar lo que al cliente realmente le

importa a la hora de adquirir su producto o servicio, esta actividad se conoce como mapeo de expectativas.

Se realizó una reunión con el Jefe de Ventas y Gerente de Negocios para determinar las preguntas que se realizarían a los clientes, se llegó al consenso de realizar una sola pregunta con distintos atributos para que los clientes califiquen según su criterio el grado de importancia:

¿Qué grado de importancia le da usted a los siguientes aspectos a la hora de comprar fundas, rollos y/o otros productos complementarios?

Tabla 5
Encuesta de atributos para encuesta de clientes

ATRIBUTOS
Calidad del producto
Cantidad ofrecida por el precio pactado
Calidad ofrecida por el precio pactado
Asesoramiento previo a la venta
Proceso de compra del producto
Entregas a tiempo
Entregas completas según lo solicitado
Plazos de pago
Amplia variedad de productos
Eficiencia en resolución de quejas y reclamos

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Tabla 6
Escala de importancia para encuesta

GRADO DE IMPORTANCIA			
Muy Importante	Importante	No muy importante	Nada importante

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Esta encuesta fue realizada de forma anónima a los 16 clientes, de los cuales 14 respondieron y los otros 2 se abstuvieron de participar. Los resultados de la tabulación los podemos ver en el **Anexo B: Tabulación encuesta de atributos a Clientes**. A continuación, se muestra el análisis de los resultados:



Figura 3.1 Resultado atributos importantes para el cliente

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

**Tabla 7
Resultado atributos importantes para el cliente**

Atributo	Muy importante
Calidad del producto	100%
Entregas a tiempo	100%

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Cómo podemos visualizar en los gráficos, los atributos más importantes en los que todos los clientes coincidieron son la Calidad del Producto (especificaciones) y las Entregas a Tiempo; los cuales determinan la satisfacción en común de todos los clientes.

Generalmente en otros negocios, los atributos que priman siempre son la calidad y el precio, pero en este caso, que el producto sea entregado en el tiempo prometido es un factor fundamental para la operación bananera ya que ellos a su vez deben realizar una distribución a todas sus fincas, por esa razón es muy importante que todo llegue a tiempo para no retrasar sus operaciones ni dejar a fincas sin material.

La calidad del producto depende mucho de la materia prima que se adquiere, de la fórmula utilizada para crear el producto, del estado de algunas máquinas y por último de cómo se realiza el proceso.

Realizar las entregas a tiempo, depende mucho de la planificación realizada para la producción, de cómo se realiza el proceso hasta el despacho y de la planificación para las entregas.

Para este proyecto se decidió enfocarse en el atributo de Entregas a Tiempo ya que requiere menos inversión de dinero para implementar mejoras y estas se podían realizar de forma más rápida.

3.2. Identificar la cadena de valor y eliminar el desperdicio del proceso

Este principio hace referencia a todas las actividades que se realizan para conseguir el producto y cómo dichas actividades aportan algún tipo de valor al producto que espera el cliente. Existen muchas actividades por las cuales el cliente no estaría dispuesto a pagar, sin embargo, algunas son necesarias para la operación y se deben seguir realizando, otras se pueden eliminar o mejorar.

El objetivo de este principio es identificar y clasificar todas las actividades para determinar los desperdicios dentro del proceso. Se identificó primero la familia de productos, luego se realizó el Mapa de Cadena de Valor Actual, para identificar las actividades que agregan y no valor dentro de la cadena y por último se realizó el Mapa de Cadena de Valor Futuro para graficar la situación deseada.

Identificación de familia de productos

De las 156 referencias de productos existentes, se logró categorizar en varios tipos de productos para armar familias, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 8
Categoría de productos por proceso

TIPO DE PRODUCTO	EXTRUSIÓN	IMPRESIÓN	SELLADO	PRECORTADO
Rollos	X			
Rollos precortados	X			X
Termoencogibles	X			
Fundas sin proceso de impresión	X		X	
Fundas Impresas (un color)	X	X	X	
Fundas Impresas (varios colores)	X	X	X	

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Según los procesos por los que pasan los productos y la cantidad de producción, se definieron 5 familias:

- Familia 1: Rollos y termoencogibles
- Familia 2: Rollos precortados
- Familia 3: Fundas sin proceso de impresión
- Familia 4: Fundas impresas (un color)
- Familia 5: Fundas impresas (varios colores)

Para el análisis se escogió la familia de fundas que pasa por más procesos ya que tienen un tiempo más largo de procesamiento, estas son las fundas impresas; además se seleccionó de forma específica a la familia de fundas impresas (un color) que, a pesar

de que pasa por los mismos procesos de las fundas impresas de varios colores; representa un mayor porcentaje de ventas. Del total de ventas de fundas impresas, el 60.16% es representado por las fundas impresas de un solo color y el 39.84% por las fundas impresas de varios colores.

3.3. Mapa de Cadena de Valor: Mapeo del Estado Actual

Para conocer la situación del proceso actual, se utilizó el VSM (*Value Stream Mapping*) o Mapeo de la Cadena de Valor siguiendo los pasos a continuación:

Información del cliente:

Con el análisis previamente realizado, se identificó el producto y el sector de clientes que será mapeado, además se analizó la demanda según el reporte de ventas de septiembre a diciembre de 2020.

Tabla 9
Información del cliente

Ciente	Exportador bananero
Producto	Fundas impresas de un color
Tiempo promesa de entrega	7 días
Frecuencia de entregas	Diaria

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Tabla 10
Información de la demanda

DEMANDA	FUNDAS	KILOS	ROLLOS
Demanda mensual	679,448	31,251.12	174
Demanda diaria	26,133	1,201.97	7

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Identificación del proceso:

Luego de levantar la información del cliente, se realizó el levantamiento de las principales actividades del proceso junto con su información más relevante. Para esta identificación se realizaron recorridos y entrevistas a los actores del proceso, así también como revisión documental de los reportes que ellos llenan en cuanto a parámetros durante su proceso.

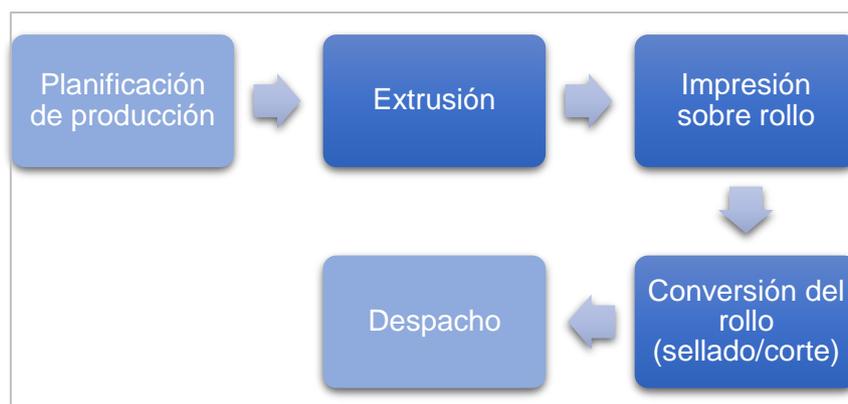


Figura 3.2 Flujo del proceso de elaboración de fundas

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Los procesos que agregan valor: EXTRUSIÓN, IMPRESIÓN Y CONVERSIÓN. Para los cálculos de los tiempos se tomó como unidad de producto los rollos, ya que en realidad el rollo es lo que se va moviendo por cada uno de los procesos hasta convertirse finalmente en fundas.

Tabla 11
Información del proceso de producción de fundas

INFORMACIÓN	EXTRUSIÓN	IMPRESIÓN	CONVERSIÓN
TIEMPO DE CICLO	3.5 HORAS/ROLLO DE 180 KILOS	35 MIN/ROLLO DE 180 KILOS	85 MIN/ROLLO DE 170 KILOS
TURNOS	2	1	2
TIEMPO SETUP	2 HORAS/SEMANTAL	3HORAS/2 A 3 VECES POR SEMANA	30 MIN (DIARIO)
TIEMPO CAMBIO DE ROLLO	220 MINUTOS (DIARIO)	90 MINUTOS (DIARIO)	160 MINUTOS (DIARIO)
OPERADORES	4	1	6
CANTIDAD DE MÁQUINAS	4	2	4

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

- Tiempo de Ingresar una orden de pedido: 4 horas
- Tiempo para coordinar despacho y facturar una orden de pedido: 1 día (de 8 horas laborables)

- Tiempo para planificar una orden de pedido dentro de la producción: 2 días (de 8 horas laborables)

Recolección de información de inventarios y flujo de materiales:

La información a continuación presentada fue tomada en enero de 2021, en varios recorridos por la planta:

Tabla 12
Información de inventarios

Inventario	Kilos	Días
Inventario materia prima	6,000 polietileno	5 días
Inventario extrusión	1,610	1.34 días
Inventario impresión	829.35	0.69 días
Inventario producto terminado	7,212	6 días

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Actualmente se maneja una planificación de la producción en base a los pedidos de los clientes y a un stock que se realiza a ciertos clientes del grupo A que son los que más compran y con los que se ha llegado a un acuerdo de que sí van a aceptar el inventario que se les realice.

En base a cálculos de lo consumido en meses anteriores, se pronostica cuanto se va a necesitar de materia prima y materiales para la producción.

La materia prima en su mayor parte se adquiere mediante importación dado a que es más económico, por tal motivo generalmente se realizan pedidos de tal forma que llegan embarques dos veces al mes, es decir para tener unos 15 días de materia prima.

Gráfico del mapa de cadena de valor:

Con toda la información recolectada, se realiza el gráfico del VSM:

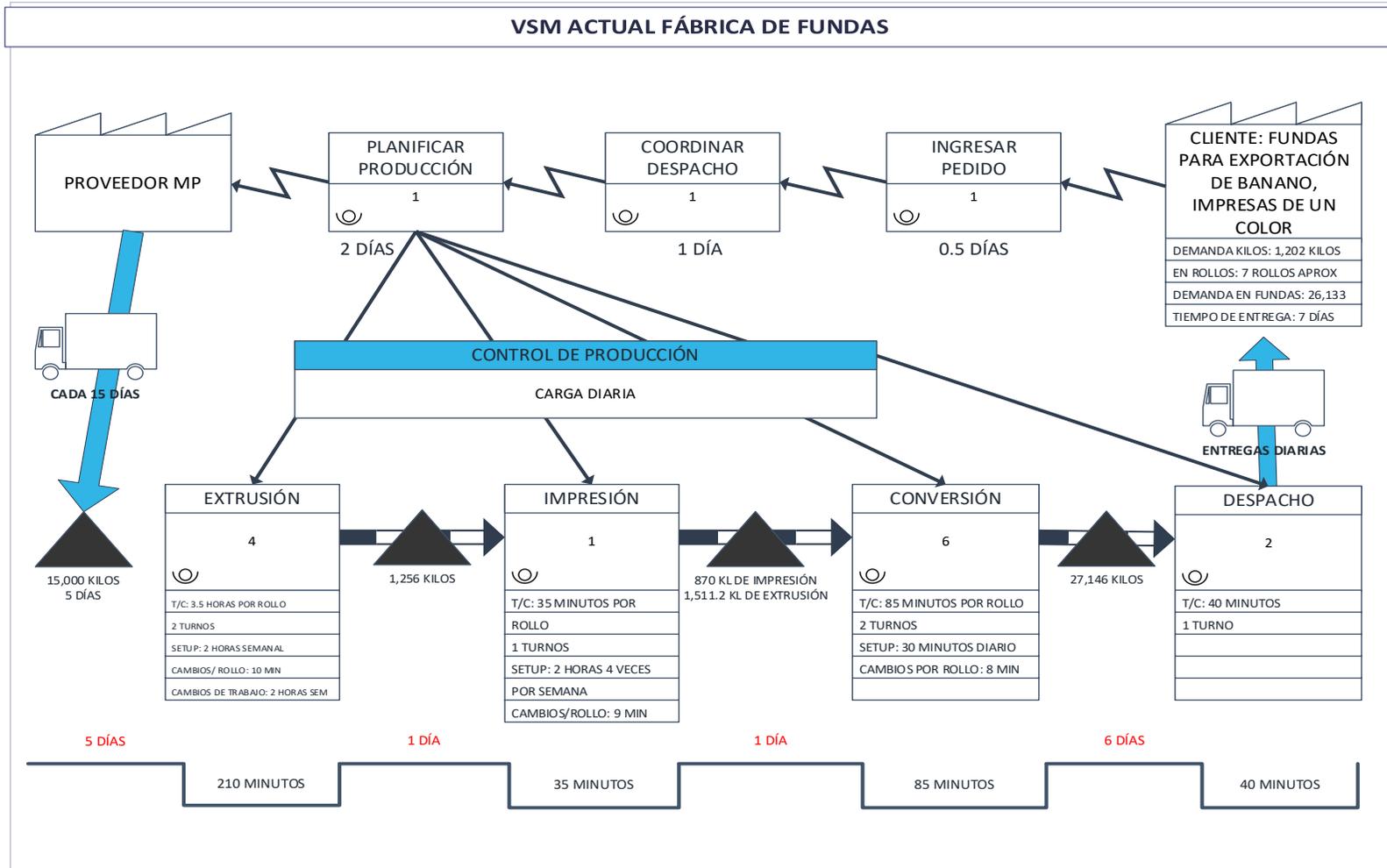


Figura 3.3 VSM Situación actual del proceso

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Cálculo del Lead Time:

Por último, se calculó el tiempo del lead time del producto, es decir cuanto tarda desde que se realiza su pedido hasta que es despachado, este cálculo se realiza sumando todos los tiempos de cada uno de los procesos:

LEAD TIME TOTAL: 18 DÍAS

Sin embargo, en un análisis realizado con el Gerente General, se determinó que, para el giro de negocio, conviene importar la materia prima y por sus tiempos de llegada y posibles retrasos, se debe considerar tener un inventario de al menos quince días, como ya se está manejando actualmente. Razón por la cual, si no tomamos en cuenta los días de inventario de la materia prima, el lead time sería:

LEAD TIME TOTAL (SIN IMP): 13 DÍAS

Estos 13 días son el tiempo que se determinó mejorar para llegar al tiempo promesa que demandan los clientes que es de 7 días.

Se analizaron todas las actividades para identificar las que agregan valor, las que no agregan valor, pero son necesarias realizar y las que no agregan valor alguno y deberían eliminarse:

Tabla 13
Tiempos de actividades que agregan valor

ACTIVIDADES QUE AGREGAN VALOR	MINUTOS
TC EXTRUSIÓN	210
TC IMPRESIÓN	35
TC SELLADO	85
TOTAL	330
TOTAL, DÍAS LABORABLES	0.23 DÍAS

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Tabla 14
Tiempos de actividades necesarias, que no agregan valor

ACTIVIDADES NECESARIAS QUE NO AGREGAN VALOR	MINUTOS
TC INGRESAR PEDIDO	240
TC COORDINAR DESPACHO/FACT	480
TC PLANIFICAR PRODUCCIÓN	960
TOTAL	1,680
TOTAL, DÍAS LABORABLES	3.5 DÍAS

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Tabla 15
Tiempos de actividades que no agregan valor

ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR	DÍAS
INVENTARIO MP	5
INVENTARIO EXTRUSIÓN - IMP	0.99
INVENTARIO EXTRUSIÓN - SELL	0.34
INVENTARIO IMPRESIÓN	0.68
INVENTARIO PT	6
TIEMPO PREP EXTRUSIÓN	0.013
CAMBIOS EXTRUSIÓN	0.152
TIEMPO PREP IMPRESIÓN	0.055
CAMBIOS IMPRESIÓN	0.062
TIEMPO PREP SELLADO	0.020
CAMBIOS SELLADO	0.111
TOTAL, DÍAS LABORABLES	8.44

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Además, se calculó la eficiencia del ciclo del proceso, dividiendo el tiempo que toman las actividades que agregan valor para el lead time total:

ECP: 1.88%

Takt Time

Como primer punto para plantear las soluciones, se calculó el Takt Time (no tiene una traducción específica al español, pero se podría decir que es el ritmo o compás que debe seguir un proceso) con el cual determinamos cada cuanto tiempo se debe producir una unidad (rollo) para cubrir las necesidades del cliente, de tal modo que se lleve un ritmo de producción estable y sobre todo sincronizado con la demanda:

TAKT TIME: Tiempo disponible/Unidades demandadas

TAKT TIME: $13/7 = 1.86$ horas

Se necesita producir un rollo cada dos horas aproximadamente para llegar a la demanda.

3.4. Análisis del problema: Causa raíz

Para entender las causas que generan el problema e implementar soluciones que tengan un efecto positivo, se conformaron 3 grupos de trabajo para analizar las causas de 3 efectos principales identificados en el VSM y que ocasionan los mayores retrasos en el tiempo de entrega.

Con estos equipos se llevaron a cabo sesiones de trabajo para identificar las principales causas de cada efecto, utilizando como herramienta la Lluvia de ideas; además se levantó información necesaria para verificar dichas causas.

Para llegar hasta la causa raíz, se utilizaron el diagrama de Espina de Pescado y los 5 Por Qué's para así establecer acciones de solución sobre la misma. A continuación, se presenta el análisis de cada efecto:

3.4.1. Efecto 1: Tiempo administrativo elevado

Equipo:

Para este efecto se realizó un equipo de trabajo conformado por el Coordinador de Facturación, el Coordinador de Logística, la Coordinadora de Planificación y la Coordinadora de Crédito y Cobranzas.

Identificación de principales causas:

Para identificar las principales causas primero se realizó una lluvia de ideas, las cuales luego fueron categorizadas para determinar las principales causas:

Lluvia de ideas:

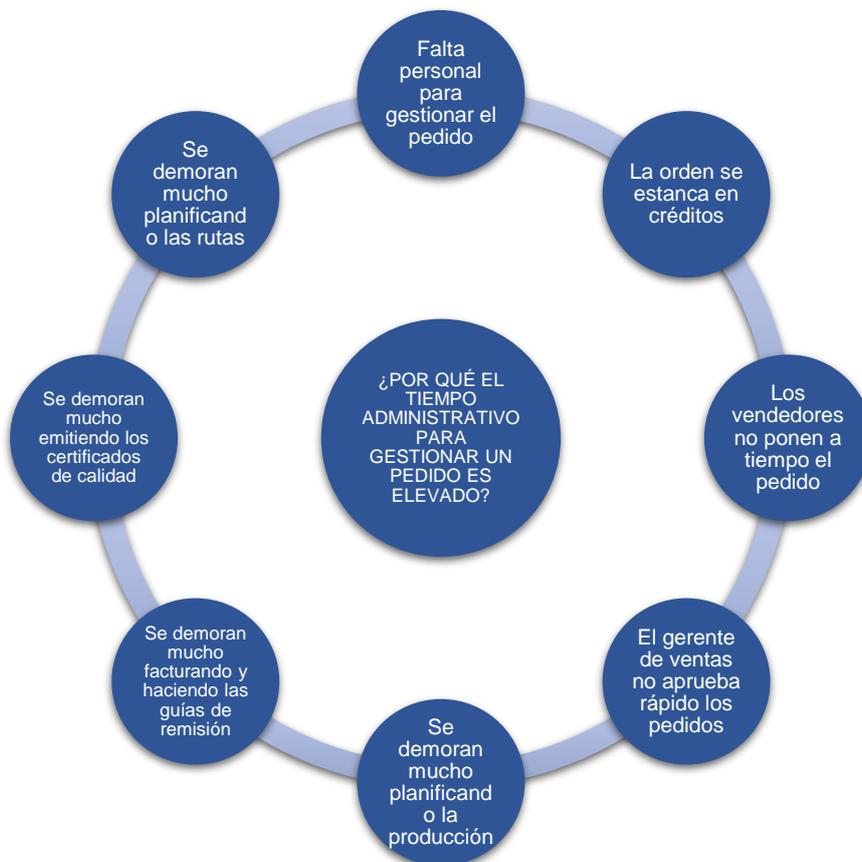


Figura 3.4 Lluvia de ideas de causas por tiempo administrativo elevado

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Categorización de ideas:

Se categorizaron las ideas similares o que tienen que ver con el mismo proceso o actor en tres grandes causas:

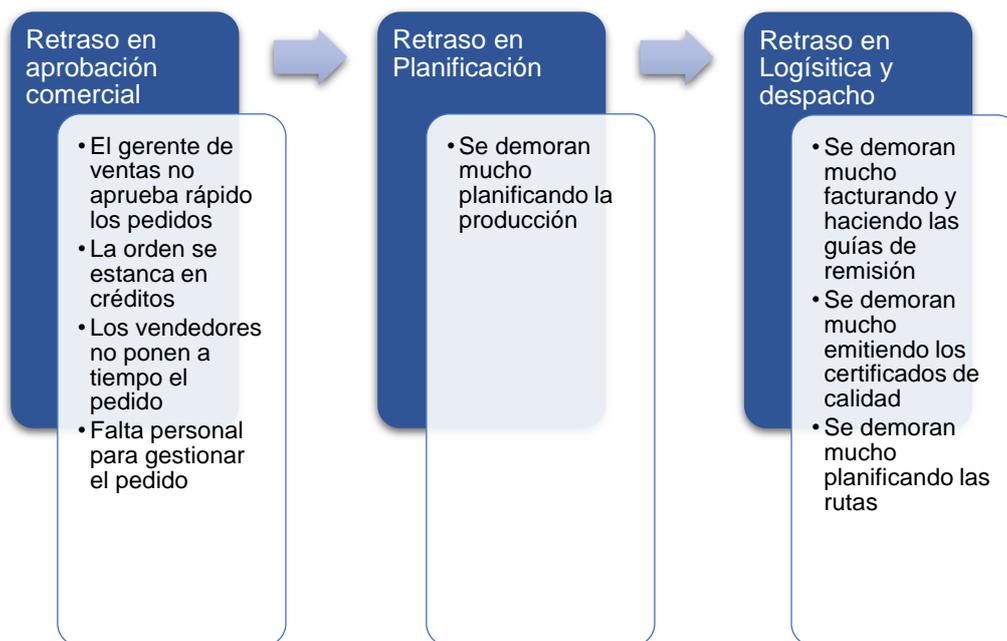


Figura 3.5 Categorización de lluvia de ideas

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Verificación de causas:

Se realizó una verificación de estas principales causas para definir si en realidad tienen impacto sobre el problema:

Retraso en aprobación comercial del pedido:

Se realizó un levantamiento del proceso para aprobar el pedido, identificando los tiempos en promedio que se lleva realizar cada actividad y el tiempo total del mismo, a continuación, se muestra el flujo del proceso en la figura 3.6 y en la tabla 16 los tiempos tomados de cada actividad:

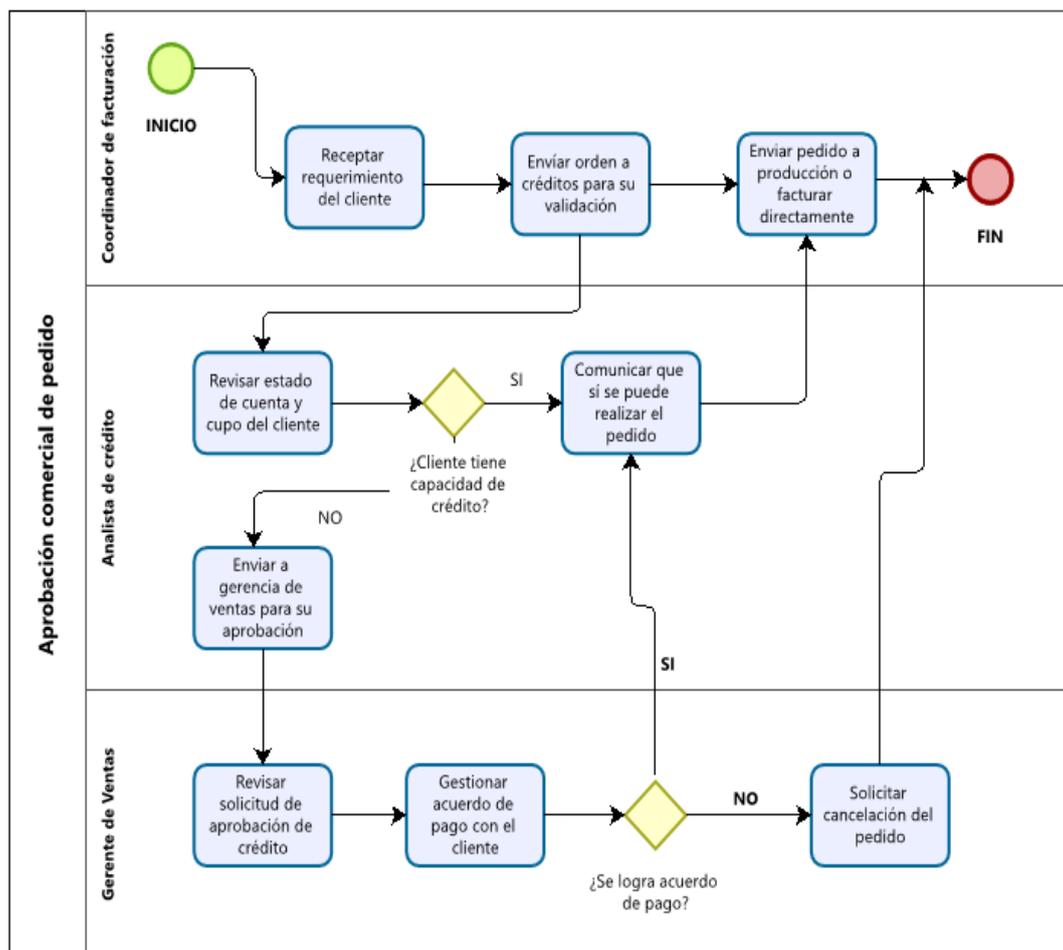


Figura 3.6 Flujo de Aprobación comercial del pedido

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Tabla 16
Tiempos por actividad de aprobación comercial

Actividad	Responsable	Tiempo promedio(min)
Enviar orden a créditos para validación	Coord. Facturación	5
Revisar estado de cuenta y cupo del cliente	Analista de Crédito	200
Comunicar que sí se puede realizar el pedido	Analista de Crédito	2
Enviar pedido a producción o facturar directamente	Coord. Facturación	2
Enviar a gerencia de ventas para su aprobación	Analista de Crédito	4
Revisar solicitud de aprobación de crédito	Gerente de Ventas	10
Gestionar acuerdo de pago con el cliente	Gerente de Ventas	15

Actividad	Responsable	Tiempo promedio(min)
Solicitar cancelación del pedido	Gerente de Ventas	2
TOTAL		240

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Como verificamos en el análisis, el ingreso del pedido tenía un alto impacto en el tiempo administrativo de la orden ya que el tiempo de aprobación del pedido era bastante alto, son 4 horas que se perdían en una gestión administrativa que no agrega valor al producto, en ese tiempo ya se podría haber obtenido un rollo impreso; por lo tanto, fue una causa elegida para ser atacada.

Retraso en la planificación de la producción:

Se levantó las actividades específicas que se requieren para realizar la planificación y el tiempo promedio que toma en realizarse:

Tabla 17
Tiempos y actividades de Planificación

Actividad	Responsable	Tiempo promedio(horas)
Receptar pedidos aprobados	Coord. De Planificación	4
Revisar pedidos y establecer fechas de entrega	Coord. De Planificación y Coord. De Facturación	6
Realizar Excel definiendo las fechas de producción de cada pedido	Coord. De Planificación	3
Enviar planificación al Jefe de Producción	Coord. De Planificación	0.5
Crear órdenes de producción para los operadores	Coord. De Planificación	2
TOTAL		15.5

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Como vemos esta causa también contribuía de manera muy significativa a elevar el tiempo administrativo que evita que se agilite la producción de la orden, por lo tanto, se la consideró también para que sea trabajada.

Retraso en la organización logística y el despacho

Se realizó un levantamiento de todos los requisitos que se deben realizar para enviar el pedido y el tiempo que toma elaborarlos. Además, se levantó las actividades necesarias para organizar las rutas y el tiempo que se toma realizar dichas actividades.

Tabla 18
Actividades y documentos para el despacho

Actividad	Responsable	Tiempo promedio (minutos)
Ingreso de producto terminado	Asistente de Bodega	30
Elaboración de Ficha técnica	Asistente de Bodega	10
Elaboración de Certificado de Calidad	Asistente de Bodega	10
Elaboración de guía de remisión	Asistente de Bodega	5
Elaboración de guía de transportista	Asistente de Bodega	5
TOTAL		60

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Tabla 19
Actividades y tiempos para coordinación de rutas

Actividad	Responsable	Tiempo promedio(horas)
Revisar pedidos aprobados con sus fechas de entrega	Coord. De Planificación y Coord. De Facturación	2
Organizar rutas de despacho según las fechas de entrega	Coord. De Facturación	4
Enviar Excel con rutas a Bodega y transportista	Coord. De Facturación	0.5
TOTAL		6.5

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Esta causa también es representativa para el efecto del tiempo administrativo elevado por lo tanto también fue considerada para el análisis de causa raíz.

Identificación causa raíz:

Por medio del diagrama de espina de pescado y 5 Por qué's se realizó el análisis de la causa raíz:

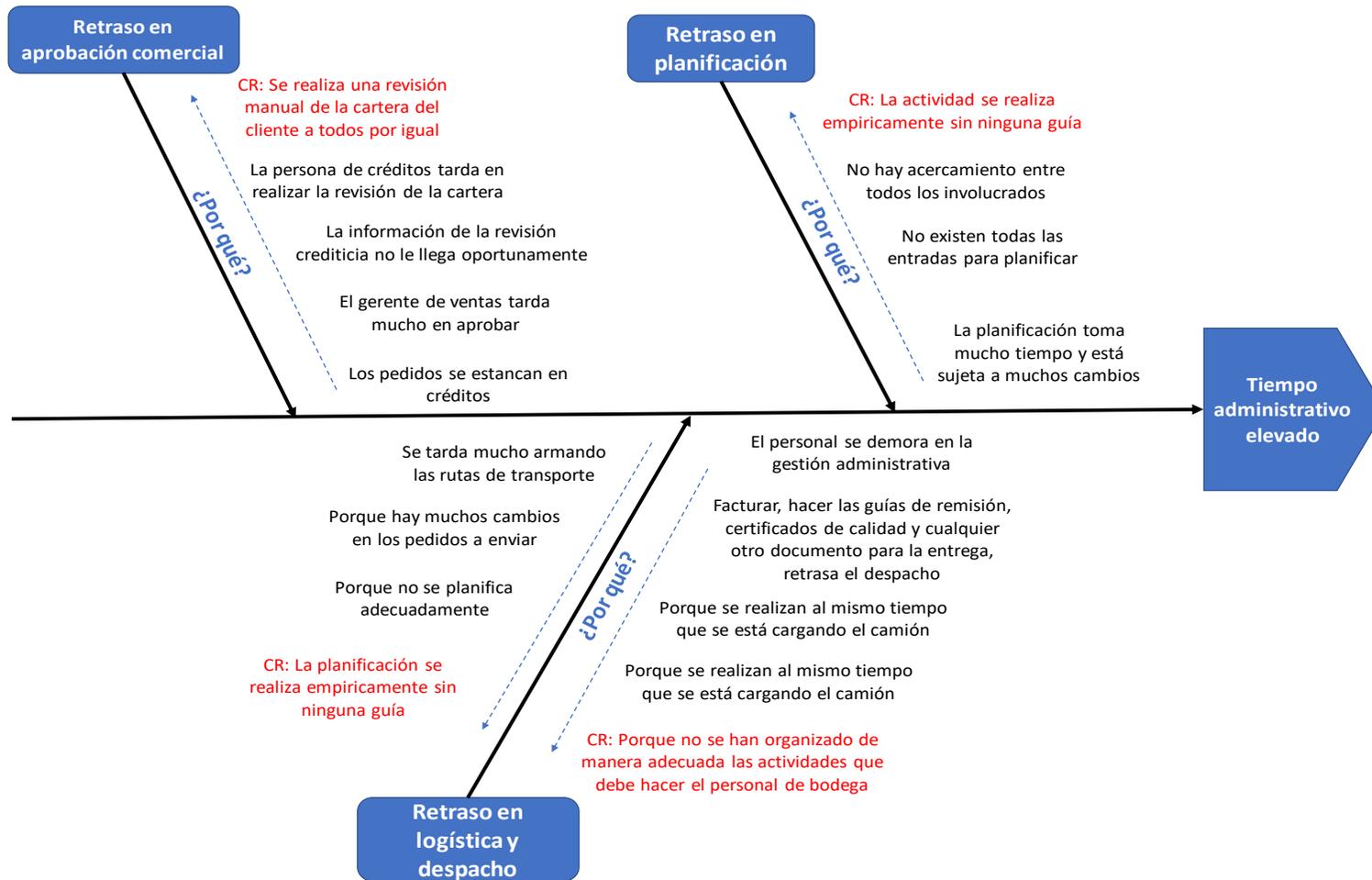


Figura 3.7 Diagrama Ishikawa Efecto Tiempo Administrativo Elevado

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

3.4.2. Efecto 2: Inventario innecesario

Equipo:

Para resolver el problema del inventario innecesario en proceso y de producto terminado, se conformó un equipo de trabajo en el cual participaron el Jefe de Producción, la Coordinadora de Planificación y el Coordinador de Facturación.

Identificación de principales causas:

Para identificar las principales causas primero se realizó una lluvia de ideas, las cuales luego fueron categorizadas para determinar las principales causas:

Lluvia de ideas:

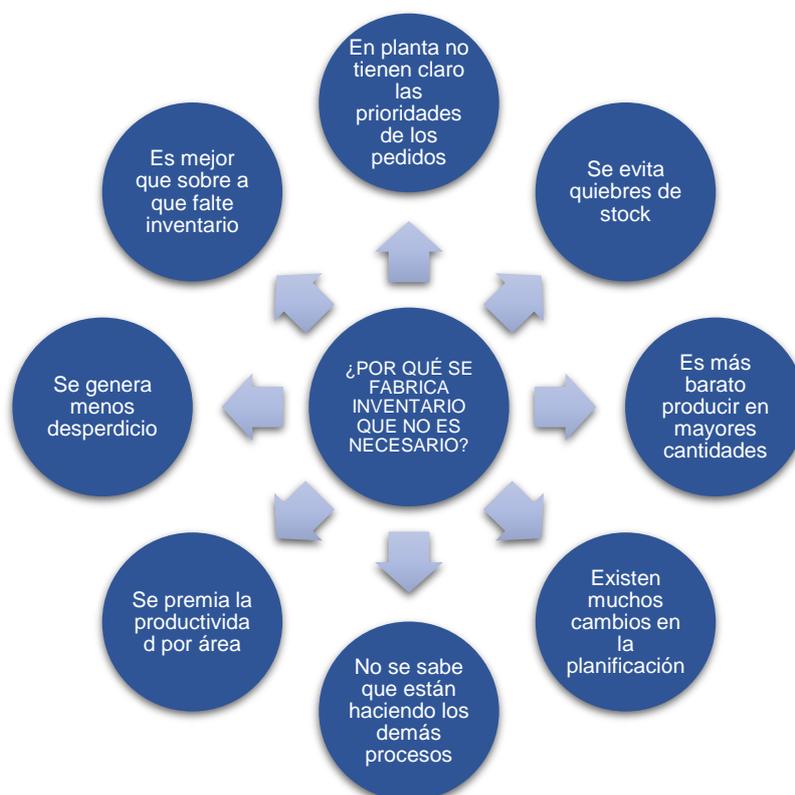


Figura 3.8 Lluvia de Ideas de causas para Inventario Innecesario

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Categorización de ideas:

Se categorizaron las ideas similares o que se relacionan con el mismo proceso o actor en 4 causas principales:

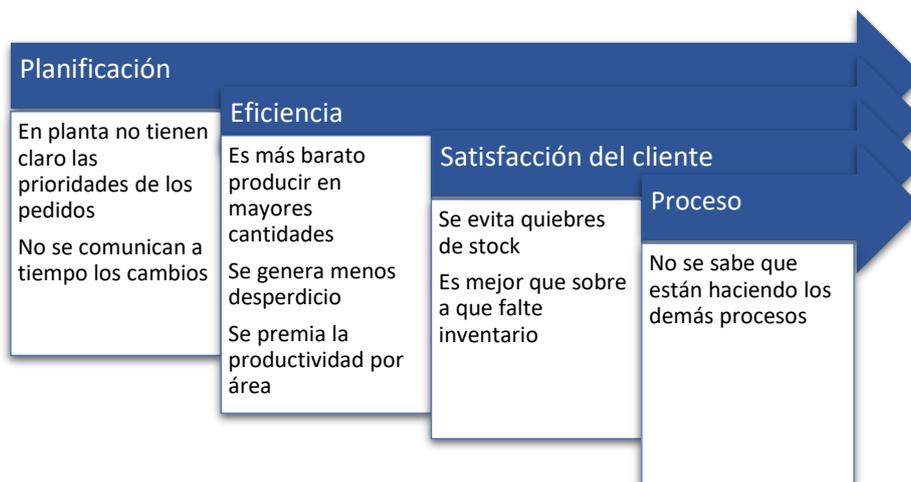


Figura 3.9 Categorización de lluvia de ideas inventario innecesario

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Verificación de causas:

Falta de control en el proceso:

Para verificar esta causa, se visitó la planta algunos días durante varias horas para identificar los puntos de control de inventario durante el proceso, también se tomó el inventario durante estos días, para verificar si se generaba inventario en espera entre etapas.

Tabla 20
Puntos de control e inventario en proceso

Etapa	Puntos de control	Observación	Inventario en proceso (días)	Inventario PT (días)
Extrusión	Registro de rollos por peso	Registro manual en papel. Se desconoce el inventario en proceso del resto de etapas	1.33	1
Impresión	Registro de rollos impresos por peso	Registro manual en papel. Se desconoce el inventario en proceso del resto de etapas	0.68	0
Sellado	Registro de bultos de fundas	Registro manual en papel. Se desconoce el inventario en	0	6

Etapa	Puntos de control	Observación	Inventario en proceso (días)	Inventario PT (días)
		proceso del resto de etapas		
TOTAL			2.01	6

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Con la información levantada se evidenció que existía un problema de inventario innecesario durante y al final del proceso (2 y 6 días respectivamente), el cual como vimos en el VSM actual hace que aumente el lead time total de la orden sin ser un tiempo que agregue valor al proceso; por lo tanto, esta causa fue tomada en cuenta para ser trabajada.

Planificación inadecuada:

Para verificar esta causa se levantó la información de la cantidad de veces que se cambia la producción y el inventario que dejan estos cambios.

Tabla 21
Cambios en la planificación e inventario generado

Semana	Cambios de la planificación en la semana	Inventario PT (días) que se produjo y no se despachó por cambios	Inventario total PT (días)
6	4	2	6
7	5	4	7
8	6	2	4

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

En la muestra que se tomó se evidencia que la planificación si juega un papel importante en el inventario innecesario que se produce, por lo tanto, es una causa que se debe resolver.

Mantener al cliente satisfecho:

Como no existían indicadores para medir el nivel de servicio de los despachos, se realizó directamente el análisis de los 5 por qué para definir si existe una causa raíz para atacar.

Ser más eficientes:

Se revisó la información de los desperdicios y se comparó con la muestra de la toma de inventarios para verificar si existe relación entre menor desperdicio, mayor inventario en piso. Se realizó un análisis de regresión con los datos obteniendo los siguientes resultados:

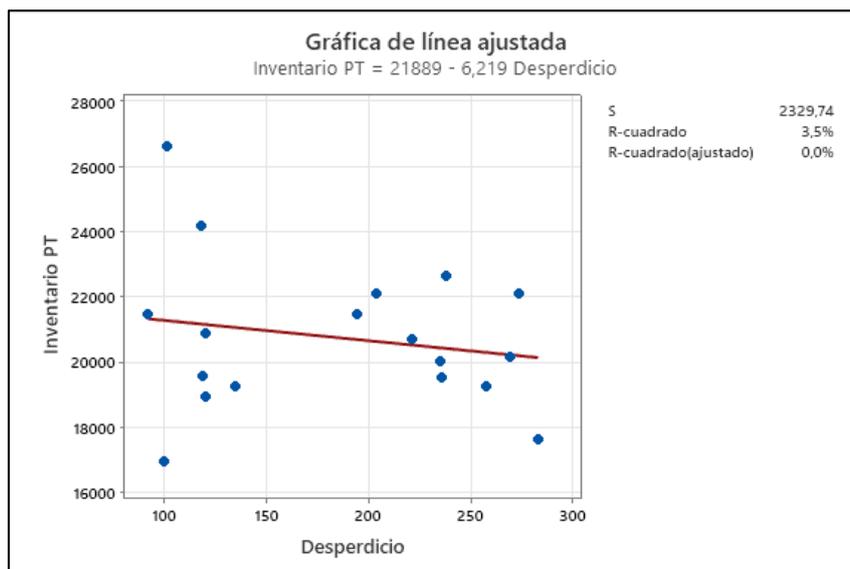


Figura 3.10 Gráfica de dispersión Inventario – Desperdicio

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Tabla 22
Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	3182408	3182408	0,59	0,455
Error	16	86842955	5427685		
Total	17	90025362			

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Al tener un R-cuadrado muy bajo, y un valor p mayor a 0.05 podemos concluir que no hay evidencia suficiente para decir que los datos tiene una relación, por lo tanto, no es posible afirmar que al ser más eficientes y generar menos cantidad de desperdicios esto incrementa el producto terminado. De todas formas, se realizó el análisis de los 5 por qué de esta causa para identificar alguna causa raíz probable sobre la cual trabajar.

Identificación causa raíz:

Por medio del diagrama de espina de pescado y 5 Por qué's se realizó el análisis de la causa raíz:

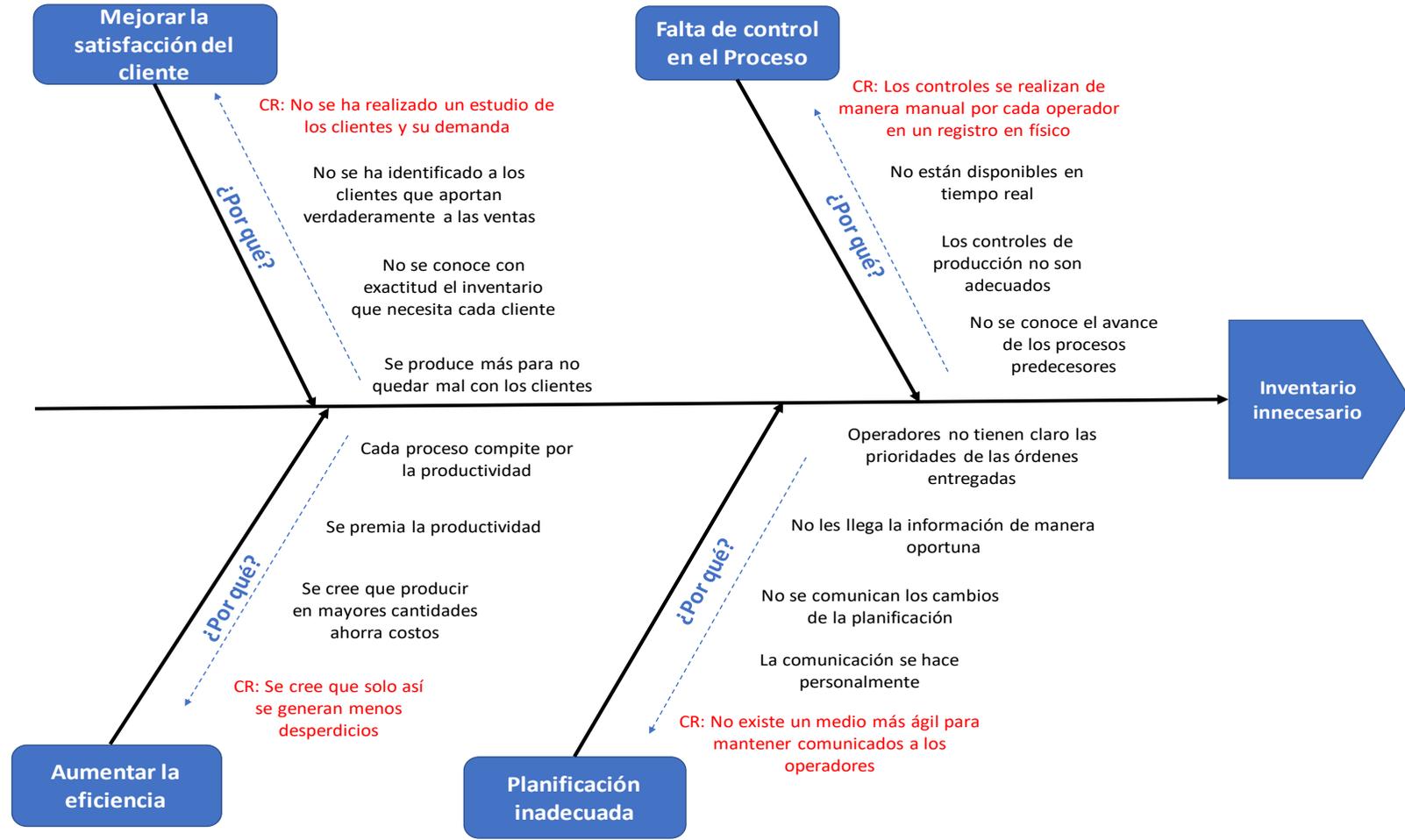


Figura 3.11 Diagrama Ishikawa Efecto Inventario Innecesario

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

3.4.3. Efecto 3: Elevados tiempos de preparación y cambios

Equipo:

Para resolver el problema de los tiempos elevados en preparación y cambios, se conformó un equipo de trabajo en el cual participaron el Jefe de Producción, el Mecánico y la Coordinadora de Planificación.

Identificación de principales causas:

Para identificar las principales causas primero se realizó una lluvia de ideas, las cuales luego fueron categorizadas para determinar las principales causas:

Lluvia de ideas:



Figura 3.12 Lluvia de ideas Tiempo de cambios y preparación elevado

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Categorización de ideas:

Se categorizaron las ideas similares o que se relacionan con el mismo proceso o actor en dos grandes causas:



Figura 3.13 Categorización de ideas para tiempo de preparación y cambios elevados

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Verificación de causas:

Recursos ineficientes:

Esta causa no se verificó ni se tomó en cuenta para trabajarla ya que existe otro proyecto de implementación de mantenimiento autónomo con el que se resolvería gran parte de este problema.

Diversidad de fases en el proceso:

Para verificar esta causa, se levantaron los tiempos que se toman en realizar los cambios por cada una de las fases del proceso y la frecuencia en la que se realizan.

**Tabla 23
Fases y tiempos de cambios**

Etapa	Tiempo cambio (min)	Frecuencia diaria	Total diario (min)
Extrusión	10	22	220
Impresión	9	8	72
Conversión	8	20	160
TOTAL			452

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

En la información levantada se pudo verificar que efectivamente tienen un impacto elevado los tiempos de cambios en la producción de las ordenes durante las diversas

fases, por lo tanto, se trabajó en identificar la causa raíz para aplicar soluciones que ayuden a disminuir estos tiempos.

Identificación causa raíz

Por medio del diagrama de espina de pescado y 5 Por qué's se realizó el análisis de la causa raíz:

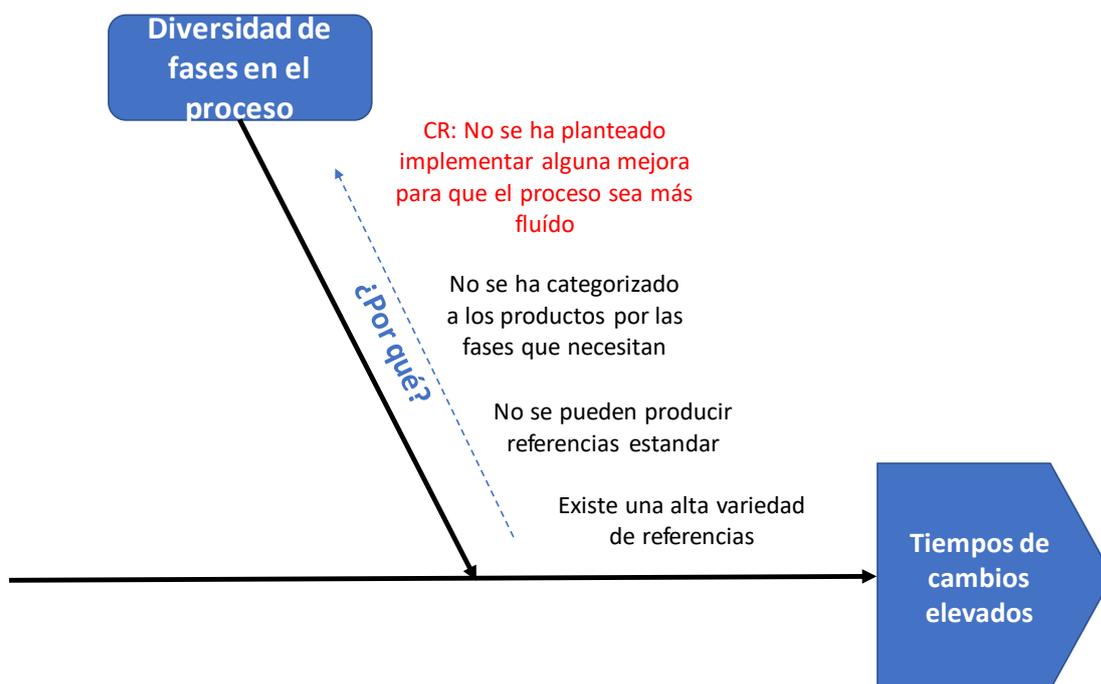


Figura 3.14 Diagrama Ishikawa para Tiempos elevados de cambios

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

3.5. Contramedidas

Con los mismos equipos conformados para analizar las causas, se realizó lluvia de ideas de la cual salieron muchas soluciones, las cuales fueron evaluadas posteriormente para verificar las que se podían implementar.

Generación de soluciones:

Una vez identificadas las causas raíz, se trabajó con los equipos para obtener soluciones a dichas causas. A continuación, en la tabla 24 veremos todas las soluciones que fueron planteadas por los equipos:

Tabla 24
Soluciones a causas raíz

Efectos	Causa raíz	Solución
Tiempo administrativo elevado	La planificación de la producción se realiza empíricamente sin ninguna guía	Adquirir un sistema que tenga MRP para realizar la planificación
		Crear un área de Supply para que se realice también la planificación de la demanda y en base a eso la planificación de la producción
		Desarrollar una herramienta que sirva como plan maestro para planificar la producción
		Realizar reuniones de seguimiento para tomar acciones a tiempo en caso de cambios en la planificación
		Implementar indicador para medir el cumplimiento de la planificación y sus entregas
	Se realiza una revisión manual de la cartera del cliente a todos por igual	Realizar validación automática a través del sistema
No se han organizado de manera adecuada las actividades que debe hacer el personal de bodega	Contratar una persona adicional para apoyar en el despacho	
	Organizar dos turnos para el despacho	
Inventario innecesario	Los controles de inventario durante el proceso se realizan de manera manual por cada operador en un registro en físico	Establecer señalizaciones en las áreas de cada proceso para delimitar el inventario que se debe producir.
		Automatizar registro e implementar control visual dentro del sistema del avance de las órdenes y el inventario producido.
	No existe un medio más ágil para mantener comunicados a los operadores sobre cambios en la planificación	Establecer medio visual para que operadores se enteren de los cambios de forma inmediata
	No se ha realizado un estudio de los clientes y su demanda para determinar un nivel de servicio	Realizar un estudio de mercado de los clientes y su comportamiento en el mercado
		Realizar análisis de clientes e implementar política de inventarios para establecer stock de seguridad solo a los mejores clientes
	Se cree que solo produciendo en grandes lotes se generan menos desperdicios	Adquirir otra extrusora para producir más requerimientos sin realizar tantos cambios
Desarrollar una herramienta que sirva como plan maestro para planificar la producción		
Elevados tiempos de preparación y cambios	No se ha planteado implementar alguna mejora para que el proceso sea más fluido y no se interrumpa por tantas etapas	Extruir e imprimir en un mismo proceso para eliminar tiempos de cambio y preparación

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Evaluación de soluciones:

Con los mismos grupos de trabajo, se evaluaron las soluciones tomando en cuenta los siguientes criterios:

- Fácil
- Rápida
- Económica
- Alto Impacto

Y calificando del 1 al 5 siendo 1 la peor opción y 5 la mejor. Las propuestas de solución que arrojaron un valor menor a 14, fueron descartadas. A continuación, en la tabla 25 vemos los resultados de la evaluación, resaltando justamente en color rojo las soluciones descartadas.

Tabla 25
Evaluación de soluciones

Solución	Fácil	Rápida	Económica	Alto impacto	Total
Adquirir un sistema que tenga MRP para realizar la planificación	5	2	1	5	13
Crear un área de Supply para que se realice también la planificación de la demanda y en base a eso la planificación de la producción	2	2	2	4	10
Desarrollar una herramienta que sirva como plan maestro para planificar la producción	3	3	5	4	15
Realizar reuniones de seguimiento para tomar acciones a tiempo en caso de cambios en la planificación	5	5	5	5	20
Implementar indicador para medir el cumplimiento de la planificación y sus entregas	4	4	5	5	18
Realizar validación automática a través del sistema	5	3	4	5	17
Contratar una persona adicional para apoyar en el despacho	5	5	1	2	13
Organizar dos turnos para el despacho	5	5	4	4	18
Establecer señalizaciones en las áreas de cada proceso para delimitar el inventario que se debe producir.	4	4	3	1	12
Automatizar registro e implementar control visual dentro del sistema del avance de las órdenes y el inventario producido.	5	3	4	5	17
Establecer medio visual para que operadores se enteren de los cambios de forma inmediata	4	4	5	5	18

Solución	Fácil	Rápida	Económica	Alto impacto	Total
Realizar un estudio de mercado de los clientes y su comportamiento en el mercado	4	2	2	5	13
Realizar análisis de clientes e implementar política de inventarios para establecer stock de seguridad solo a los mejores clientes	4	4	5	5	18
Adquirir otra extrusora para poder producir más requerimientos sin realizar tantos cambios	5	2	1	5	13

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Plan de acción:

Una vez seleccionadas las soluciones que se trabajarían, fueron plasmadas en un plan de acción con sus respectivas justificaciones, explicaciones y responsables de implementación:

Tabla 26
Plan de Acción

Qué	Por qué	Cómo	Principio Lean al que corresponde	Dónde	Quién	Cuánto	Cuándo	Estado
Turno adicional de despachos	Para reducir el tiempo de despacho durante la mañana	Estableciendo dos turnos, uno en la noche que haga todas las actividades administrativas y de ingreso de inventario para que el siguiente turno únicamente realice los embarques.	Eliminar desperdicio	Despacho	RESP001FC	\$73.26 mensual	15/1/2021	Cumplido
Política de inventarios	Para mejorar el nivel de servicio produciendo un stock controlado	Definición de inventario de seguridad mediante análisis ABC para determinar los productos de los clientes que componen el 80/20 de las ventas.	Eliminar desperdicio	Planificación de la producción	RESP002ST	0	5/2/2021	Cumplido
Impresión en línea	Porque se pueden unificar dos procesos en uno, lo que agrega fiidez al proceso y disminuye tiempos	Implementación de rodillos de impresión en la extrusora	Agregar flujo continuo	Extrusión	RESP003TL	\$ 2,400.00	19/2/2021	Cumplido
Ayuda de Control visual	Porque con la implementación de controles visuales se limitará el inventario innecesario al poder visualizar el avance en tiempo real de la producción	Implementar herramienta que permita visualizar el avance de todos los procesos en cada estación de trabajo	Agregar flujo continuo	Extrusión, Impresión y Conversión	RESP002ST	0	19/3/2021	Cumplido
Control visual de planificación de despachos	Porque cuando se producen cambios, los operadores no se enteran oportunamente para cambiar sus prioridades	Implementar ayudas visuales para que todos sepan lo que hay que despachar diariamente y qué está sucediendo en cada turno	Agregar flujo continuo	Conversión	RESP002ST	0	19/3/2021	Cumplido

Qué	Por qué	Cómo	Principio Lean al que corresponde	Dónde	Quién	Cuánto	Cuándo	Estado
Validación automática sistema	en Porque revisar de forma manual, toma mucho tiempo, el cual podría ser invertido en actividades más importantes	Validación que permitirá verificar de forma automática si se acepta o no el pedido según la cartera del cliente	Agregar flujo continuo	Aprobación del pedido	RESP002 ST	0	19/3/2021	Cumplido
Plan maestro de producción	Para que solamente se produzca los mínimos de stock establecidos para determinados clientes y los pedidos en firme que solicitan los clientes	Herramienta en excel que ayuda a determinar el inventario que se debe producir, cuándo debe ser enviado a producir y cuando debe ser entregado	Organizar el proceso para que se produzca y entregue cuando el cliente lo necesita	Planificación de la producción	RESP001FC	0	26/3/2021	Cumplido
Reuniones de seguimiento de programación	de Para tomar acciones semana a semana en caso de imprevistos	Implementar reuniones semanales	Buscar la perfección	Planificación y seguimiento	RESP002ST	0	2/4/2021	Cumplido
Medición del cumplimiento de entregas	de Para medir diariamente como se están haciendo las cosas	Implementar indicador para medir diariamente cómo se están haciendo las cosas	Buscar la perfección	Planificación y seguimiento	RESP001FC	0	2/4/2021	Cumplido

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

3.6. Mapa de Cadena de Valor: Mapeo del Estado Futuro

Con esta información junto a todos los miembros de los equipos, se preparó un Mapa de Cadena de Valor Futuro dónde se plasmaron oportunidades de mejora y se planteó la situación ideal en la cual se aprovechan los despilfarros a partir de las contramedidas establecidas.

Se buscó reducir al máximo o eliminar completamente los tiempos de actividades que no agregan valor:

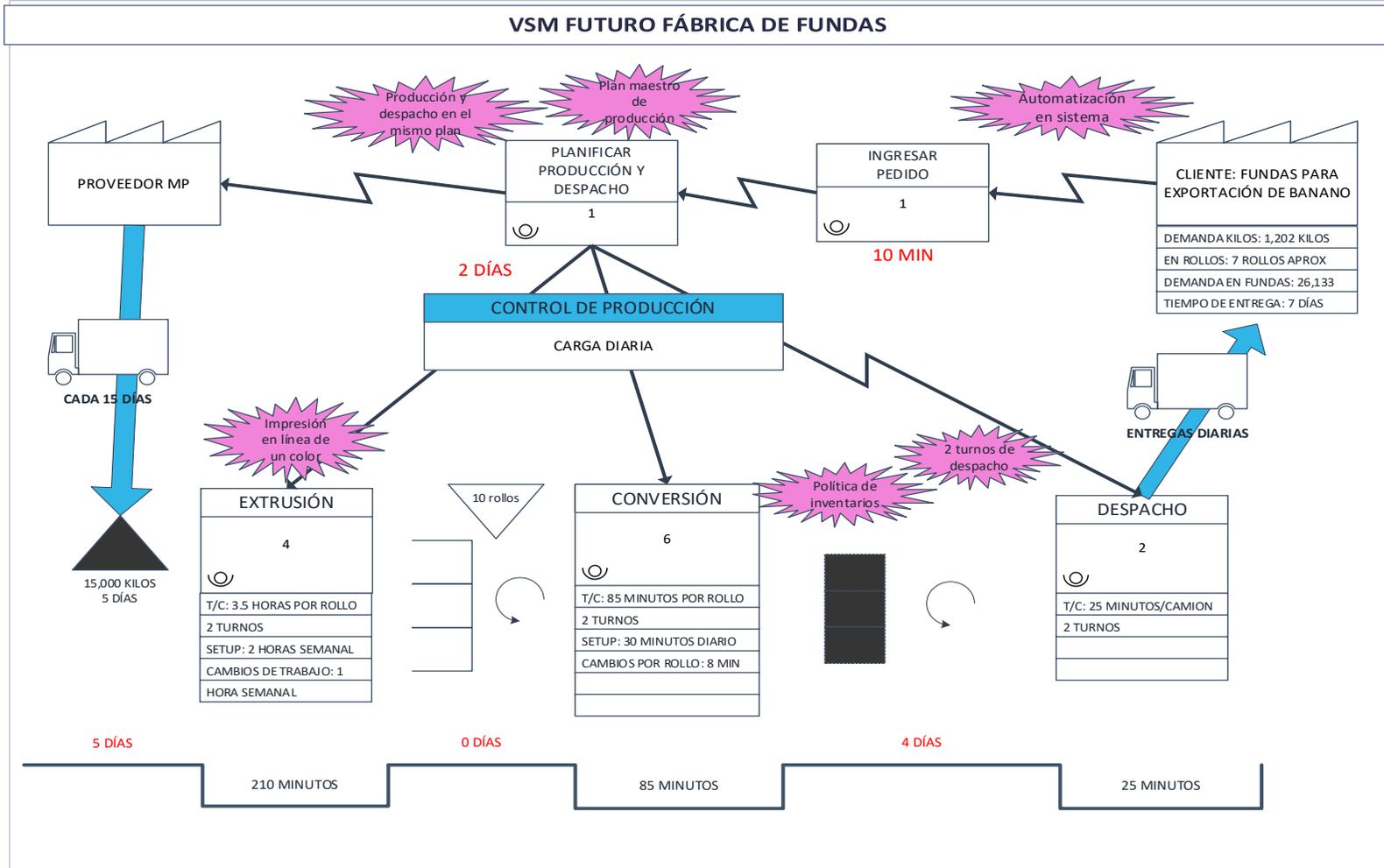


Figura 3.15 VSM futuro

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Cálculo del Lead Time Futuro:

Se realizó un nuevo cálculo de los tiempos que se esperan tener aplicando las mejoras planteadas y se obtuvieron los siguientes resultados:

LEAD TIME FUTURO (SIN MP): 6.4 DÍAS

Quedando la clasificación de actividades de la siguiente forma:

Tabla 27
Tiempo de actividades que agregan valor, futuras

ACTIVIDADES QUE AGREGAN VALOR	MINUTOS
TC EXTRUSIÓN	210
TC IMPRESIÓN	0
TC SELLADO	85
TOTAL	295
TOTAL, DÍAS LABORABLES	0.20 DÍAS

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Tabla 28
Tiempo de actividades necesarias pero que no agregan valor, futuras

ACTIVIDADES NECESARIAS QUE NO AGREGAN VALOR	MINUTOS
TC INGRESAR PEDIDO	10
TC COORDINAR DESPACHO/FACT	0
TC PLANIFICAR PRODUCCIÓN	960
TOTAL	970
TOTAL, DÍAS LABORABLES	2 DÍAS

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Tabla 29
Tiempo de actividades que no agregan valor, futuras

ACTIVIDADES QUE NO AGREGAN VALOR	DÍAS
INVENTARIO MP	5
INVENTARIO EXTRUSIÓN - IMP	0
INVENTARIO EXTRUSIÓN - SELL	0
INVENTARIO IMPRESIÓN	0
INVENTARIO PT	4
TIEMPO PREP EXTRUSIÓN	0.013

CAMBIOS EXTRUSIÓN	0.007
TIEMPO PREP IMPRESIÓN	0
CAMBIOS IMPRESIÓN	0.020
TIEMPO PREP SELLADO	0.020
CAMBIOS SELLADO	0.111
TOTAL, DÍAS LABORABLES	4.17 DÍAS

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Se volvió a calcular la eficiencia del ciclo del proceso y se obtuvieron los siguientes resultados:

ECP: 3.20%

Si bien no es un tiempo excelente, pasar de 13 a 6 días es bastante representativo para el negocio.

3.7. Implementación de Contramedidas

Diferentes turnos para despacho con el mismo personal:

Se establecieron dos turnos de despacho para adelantar las tareas administrativas y de preparación que se realizan para un envío; antes se realizaban a la misma hora y el transporte se retrasaba más en salir ya que de todas formas un solo operador cargaba mientras el otro realizaba dichas actividades.

Este cambio tuvo un incremento en la nómina de \$73.26 por el recargo de horas nocturnas del bodeguero.

Política de inventarios:

Con el análisis ABC que se había realizado de clientes, se realizó un análisis de los productos que más compran para determinar los que dejan un mayor margen de ingresos, bajo este criterio se categorizaron como A, B o C. En el **Anexo C: ABC Productos según su margen** se muestran los productos resultantes de la clase A.

De dichas referencias de productos que dejan mayor margen, se calculó la cantidad estimada de stock de seguridad que se debe mantener y su punto de reorden.

Fórmula para calcular el stock de seguridad:

$$SS = Z_{\sigma dLT}$$

Dónde: σdLT = σd tiempo de entrega

Siendo σ_{dLT} la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega y Z el nivel de servicio deseado.

Para calcular la desviación estándar de la demanda, se tomó como datos la demanda de los últimos 6 meses, se obtuvo su promedio, se sumaron las diferencias con la media elevadas al cuadrado, se calculó su media y se obtuvo la raíz cuadrada.

Para obtener el lead time, según la demanda promedio y la capacidad de producción se determinó el tiempo que se tardaría en producir las unidades de la demanda que se espera tener. De este lead time se calculó la raíz cuadrada (se utiliza esta fórmula cuando la demanda es variable pero el tiempo de entrega constante).

Luego se estableció el nivel de servicio que se desea tener con cada uno de los productos según la importancia del cliente, el cual viene expresado en porcentajes ya que lo que determina es la probabilidad de que determinada referencia de producto no se quede sin inventario.

Una vez establecido el nivel de servicio para cada referencia; se convirtió el nivel de servicio en un nivel de error que al fin y al cabo es lo que necesitamos para que la fórmula del punto de reorden sea más acertada. Se convirtió este dato utilizando la distribución normal inversa.

Para calcular el punto de reorden, se utilizó la siguiente fórmula:

$$ROP = dL + Z_{\sigma_{dLT}}$$

Dónde dL corresponde a la demanda media esperada que se obtiene multiplicando la demanda diaria promedio por el tiempo de entrega en días.

Efectuando la fórmula para cada referencia categorizada como A; quedan los siguientes resultados:

Tabla 30
Inventario de seguridad y punto de reorden para productos A

Producto	Stock estimado de seguridad fundas	ROP FUNDAS
VACIO AD 38X50X0.001 IMP.GLOBAL VILLAGE	494.21	1,050.94
VACIO AD 38X50X0.0008 IMP.GATO	4,384.00	8,697.40
VACIO BD 35.5X33X0.00141 IMP.SHARBATLY	374.07	667.68
VACÃ-O 38X52X0.00120	1,744.18	4,932.01
LAMINA POLIPACK BD 12X28X00040	168.68	335.92
PRECORTE BD 24FL9X36X0.0009	107.59	199.37
VACIO BD 38X51X0.001 NAT.IMP.PA SELEZIONE	134.36	424.83
VACIO AD 38X50X0.0008 IMP.GLOBAL VILLAGE	113.81	281.51
VACIO BD 38X51X0.00141 NAT.	229.78	741.79
BASURA AD 30X36X0.000850	114.65	187.48
POLITUBO BD 38X56X0.0007 IMP.TODO LO PUEDE	75.47	538.08
VACIO BD 28FL7.5X22.5X0.002 AZUL TRATADA	51.59	114.37
VACIO AD 38X51X0.001 IMP.HDPE	2,778.50	4,896.56
VACIO BD 36X25X0.00141 NAT.	44.53	67.20

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Por último, se documentó el proceso, ya que esta revisión debe ser dinámica, los mismos productos no se van a mantener siempre en las mismas categorías, se estableció que la frecuencia de implementación de esta política sea cada 3 meses. El flujo lo podemos visualizar en el **Anexo D: Modelo de política de inventarios de Producto Terminado**.

Implementar impresión en línea en el proceso de extrusión:

Se implementó un rodillo de impresión en cada una de las cuatro extrusoras, estos rodillos fueron comprados de impresoras usadas e instalados por el personal de mantenimiento de máquinas de la compañía. El costo de inversión fue de \$600 por cada rodillo que en total suman \$2,400.



Figura 3.16 Rodillos de impresión en extrusora

Fuente: Empresa de Plásticos del Ecuador



Figura 3.17 Impresión en línea en extrusora

Fuente: Empresa de Plásticos del Ecuador



Figura 3.18 Rollo impreso en línea

Fuente: Empresa de Plásticos del Ecuador

Implementar Control visual:

Producción

Anteriormente el registro de producción se realizaba en un registro a mano por cada operador. Este registro luego era pasado a Excel por la Coordinadora de Planificación para obtener indicadores de producción mensual, por lo tanto, no se tenía información disponible en tiempo real de lo que estaba pasando en todos los procesos.

A través de la implementación del nuevo sistema (proyecto que se estaba desarrollando por etapas desde septiembre del 2020), se solicitó un desarrollo para establecer un control de lo que está pendiente por realizar, lo que se está realizando y lo que ya se completó a fin de verificar las prioridades y no producir más inventario de lo que se requiere. Este reporte se va alimentando del registro de la producción que realizan los operadores en cada proceso.

OPERADOR: <i>Filimon Narvez</i>				CALIDAD: <i>Liberal</i>				
AD:	%	20	KG LLD:	%	8	KG INDUSTRIAL:	%	20
PIGMENTO:	%		KG AYUDA PROC:	%		KG PELET.IND:	%	
BD:	%		KG METALOCENO:	%		KG PELET.AD:	%	
ANTIBLOCK:	%		KG CARBONATO:	%		KG PELET.BD:	%	

CÓDIGO	PRODUCCIÓN			TIEMPOS DE PARAS		CONTROL DE SCRAP	
	PRODUCTO	OP#	#ROLLO	CAUSAS	TIEMPO	CAUSAS	MLOS
	155X0.00290	3742	51	Cambio de Trabajo		Arranque de Producción	
			52	Cambio de Filtro		Cambio de Filtro	
			54	Daño Electrico		Daño Electrico	
			55	Daño Mecanico		Daño Mecanico	
			56	Falta de Pedido		Falla de Impresión	
			57	Limpieza de impresora		Cambio de Trabajo	
			58	Falta de Material			
			59				
			60				
			61				
			62				
			63				
TOTAL				185.9	TOTAL DE PARAS (H)	TOTAL DE SCRAP	

NOVEDADES:

Figura 3.19 Registro de producción manual

Fuente: Empresa de Plásticos del Ecuador

Registrar Sellado

VACIO AD 38X50X0.0008 NAT.IMP.FRUTANOVA

No Rollo:	<input type="text" value="26790001"/>	
Fecha:	<input type="text" value="2021-05-07"/>	<input type="button" value="Calendario"/>
Cantidad:	<input type="text" value="10"/>	FUNDAS
Bultos:	<input type="text" value="1"/>	
P Promedio Bultos:	<input type="text" value="22"/>	KG <input type="button" value="Pesar"/>
Desperdicios:	<input type="text" value="0"/>	KG
Turno:	<input checked="" type="radio"/> Primero <input type="radio"/> Segundo	
Operador:	<input type="text"/>	
Selladora:	<input type="text"/>	

Figura 3.20 Registro de proceso de producción en sistema

Fuente: Empresa de Plásticos del Ecuador

REGISTROS DE SELLADO																		
Nuevo		DESDE: 2021-05-07	HASTA: 2021-05-07	VAL FECHA: <input checked="" type="checkbox"/>	NEPLAST	Etiqueta/Pedido/Cliente/Produ	Buscar	REG <input type="checkbox"/>	DES <input type="checkbox"/>									
NO	FECHA	SECCION	PEDIDO	ROLLO	CLIENTE	REFERENCIA	FUNDAS	ROLLOS	BULTOS	P/BULTO	PESO(KG)	DESPERDICIO	MST-PRINT	TURNO	OPERADOR	SELL	ETIQUETA	
1	2021-05-07	NEPLAST	2680	26800001001	CUENCA ULLOA FELMAN	VACIO BD 7.75X14X0.00120 BLANCA IMPEL CONDOR	5.00	0.00	1.00	19.54	19.54	0.00	0.00	1	IP	S1		
2	2021-05-07	NEPLAST	2680	26800001003	CUENCA ULLOA FELMAN	VACIO BD 7.75X14X0.00120 BLANCA IMPEL CONDOR	5.00	0.00	1.00	21.20	21.20	0.00	0.00	1	IP	S1		
3	2021-05-07	NEPLAST	2680	26800001002	CUENCA ULLOA FELMAN	VACIO BD 7.75X14X0.00120 BLANCA IMPEL CONDOR	5.00	0.00	1.00	20.00	20.00	0.00	0.00	1	IP	S1		
4	2021-05-07	NEPLAST	2680	26800001004	CUENCA ULLOA FELMAN	VACIO BD 7.75X14X0.00120 BLANCA IMPEL CONDOR	5.00	0.00	1.00	19.60	19.60	0.00	0.00	1	IP	S1		
5	2021-05-07	NEPLAST	2680	26800001005	CUENCA ULLOA FELMAN	VACIO BD 7.75X14X0.00120 BLANCA IMPEL CONDOR	4.50	0.00	1.00	18.00	18.00	0.10	0.00	1	IP	S1		

Figura 3.21 Pantalla de registros realizados

Fuente: Empresa de Plásticos del Ecuador

LISTA DE ORDENES																			
Nuevo		DESDE: 2021-05-07	HASTA: 2021-05-07	VAL.FECHA <input checked="" type="checkbox"/>	NEPLAST	Status	Tipo	ORDEN: CODIGO	Buscar										
NO	ORDEN	FECHA	CLIENTE	PRODUCTO	TIPO	SOLICITADO			EXTRUSION			IMPRESION			SELLADO			SELL	STATUS
						UNID	CANT	(KG)	AVANCE (KG)	FALTANTE (KG)	EXT	AVANCE (M)	FALTANTE (M)	IMP	AVANCE (MILL)	AVANCE (KG)	FALTANTE (MILL)		
1	2681	2021-05-07	SOPRISA	VA38140 - VACIO	INDUSTRIAL	MILS	25.00	1,790.24	0.00	1,790.24		SIM IMP	SIM IMP	SIM IMP	0.00	0	25,000.00		PROGRA
2	2679	2021-05-07	FRUTA	VA38129 - VACIO	INDUSTRIAL	MILS	5.00	229.52	232.00	TERMIN	E2	SIM IMP	SIM IMP	SIM IMP	0.00	0	5,000.00		PRODUC
3	2680	2021-05-07	CUENCA	VA07137 - VACIO	INDUSTRIAL	MILS	50.00	196.60	197.00	TERMIN	E1	SIM IMP	SIM IMP	SIM IMP	50.00	197.00	TERMIN	S1	TERMIN

Figura 3.22 Reporte de avance

Fuente: Empresa de Plásticos del Ecuador

Estos indicadores en el sistema le permiten a cada operación saber cuánto ha producido o va produciendo el proceso siguiente por cada orden y así establecer si se debe o no seguir produciendo o si se debe esperar para no elevar el inventario en proceso sin necesidad, ayudando a que el proceso sea más fluido y no haya paras por tiempos de espera entre procesos.

Logística y despachos

Para mejorar el trabajo entre el área de logística y la comunicación con el área de conversión quien provee el producto terminado, se implementó un control con la información de las órdenes con fechas de despacho y cantidades a entregar, el cual se puede filtrar para ver lo que ya se despachó y lo que está pendiente. Esta lista de despachos ya vino entre los módulos del sistema que se estaba implementando, pero no se estaba utilizando de manera compartida; sólo era utilizada por el Coordinador de Facturación y el Coordinador de Logística quien planifica las rutas.

Se aprovechó esta información, la cual ahora es visible en la computadora que utilizan los operadores de conversión y la información que contiene les ayuda a regularizar sus actividades, terminando el proceso de las órdenes que se deben entregar primero, ajustando el control en sus procesos y levantando la mano en caso de tener inconvenientes por los cuales no vayan a poder cumplir con el objetivo de los indicadores de entrega.



Figura 3.23 Estación de trabajo del área de Conversión

Fuente: Empresa de Plásticos del Ecuador

LISTA DE DESPACHOS											
BUSCAR POR: <input type="text"/> ESTADO: REGISTRADO DESDE: 2021-05-03 HASTA: 2021-05-15 <input type="button" value="Buscar"/>											
NO	FECHA	NO DESPACHO	IDENTIFICACION	RAZON SOCIAL	CODIGO	PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES	ESTADO	ACCIONES
1	2021-05-12	0000000004	0991257721001	INDUSTRIAL PESQUERA SANTA PRISCILA S.A	VC18107	LARVERA VACIO BD 18X31X0.00250	FUNDAS	50.00	DESPACHAR EN LA TRONCAL	REGISTRADO	<input type="button" value="Despachar"/>
2	2021-05-12	0000000005	0993109371001	BAGATOCORP S.A.	VC19108	VACIO B/D 19X32X0.0008 NAT.	FUNDAS	10,000.00	DESPACHAR EN LA MATRIZ	REGISTRADO	<input type="button" value="Despachar"/>
3	2021-05-12	0000000008	0991257721001	INDUSTRIAL PESQUERA SANTA PRISCILA S.A	VC28752	VACIO BD 28FL7.5X22.5X0.002 AZUL TRATADA	FUNDAS	5,000.00	ENTREGAR EN NARANJAL	REGISTRADO	<input type="button" value="Despachar"/>
4	2021-05-13	0000000009	0992613483001	AGUIBRO SA	VC20109	VACIO BD AZUL 20.5F5X26.5X0.00180	FUNDAS	10,000.00		REGISTRADO	<input type="button" value="Despachar"/>
5	2021-05-14	0000000010	0993109371001	BAGATOCORP S.A.	VA38446	VACIO AD 38X50X0.0008 IMP.GATO	FUNDAS	50,000.00		REGISTRADO	<input type="button" value="Despachar"/>

Figura 3.24 Lista de despachos - órdenes por despachar

Fuente: Empresa de Plásticos del Ecuador

LISTA DE DESPACHOS											
BUSCAR POR: <input type="text"/> ESTADO: DESPACHADO DESDE: 2021-05-03 HASTA: 2021-05-15 <input type="button" value="Buscar"/>											
NO	FECHA	NO DESPACHO	IDENTIFICACION	RAZON SOCIAL	CODIGO	PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	OBSERVACIONES	ESTADO	ACCIONES
1	2021-05-12	0000000006	0992877308001	COMPAÑIA EXPORTADORA DEL SUR CIAEXDESUR C. LTDA.	PP18162	(LIBRA) POLYPACK BD 18FL8X26X0.002 IMP.FABMER	FUNDAS	20,000.00		DESPACHADO	
2	2021-05-12	0000000007	0991351264001	DROCARAS INDUSTRIA Y REPRESENTACIONES S.A.	BA23007	BASURA BD 23X28X0.00150 NEGRO		50,000.00		DESPACHADO	

Figura 3.25 Lista de despachos -órdenes despachadas

Fuente: Empresa de Plásticos del Ecuador

Realizar validación de crédito automática en el sistema:

El tiempo para ingresar una orden de pedido era de 4 horas aproximadamente ya que había que validar con el área de créditos que el cliente no tenga valores vencidos y que tenga cupo de crédito disponible para poder programar la producción o su despacho en caso de tener autorizado stock. Toda esta validación se realizaba de forma manual ya que el sistema solo presentaba el valor de la cartera del cliente, pero no una relación entre los plazos ni cupos que indiquen si podía seguir pidiendo o no.

Para reducir este tiempo, se solicitó al proveedor del sistema realice una validación automática para que deje pasar los pedidos a producción de los clientes que tienen sus valores al día, tomando en cuenta el plazo de vencimiento de la factura y el cupo asignado. El flujo del proceso en el sistema se encuentra en el **Anexo E: Flujo de Validación automática de crédito.**

El análisis de capacidad de pago y asignación de cupos se hace una sola vez (cuando el cliente es nuevo) o en caso de que se solicite aumentar los plazos de pago o cupos.

Plan maestro de producción:

Para organizar la producción y disminuir el inventario en proceso y terminado, se realizó un plan maestro en base a los pedidos que realizan los clientes y manejando dos tipos de amortiguadores para tener flexibilidad en la programación y reducir el riesgo de incumplimiento de entregas:

Amortiguadores de tiempo: Asignación de amortiguadores de tiempo para determinar cuándo se debe iniciar la producción y mantener el menor inventario en proceso disponible.

Amortiguadores de inventario: Asignación de inventario de seguridad únicamente para los productos autorizados según la política de inventarios.

En el **Anexo F: Plan maestro de producción**, tablas 31 y 32 se muestra la herramienta desarrollada en Excel para llevar el control de la producción. En la herramienta se registran los inventarios iniciales de las referencias que se van a producir en la semana según los pedidos de los clientes y el inventario de seguridad que tienen autorizado.

Se calcula lo que se va a producir y el inventario final. Adicional se lleva el control de las fechas del pedido de entrega y la fecha de liberación de la orden para que empiece a producirse, esta fecha de liberación es la que incluye el amortiguador de tiempo para balancear el inventario en proceso.

Es importante monitorear este amortiguador para tomar decisiones a tiempo durante la ejecución y así evitar potenciales retrasos en las entregas; por lo tanto, se desarrolló el Excel para que emita tres alertas que marcan las acciones a seguir:

Ejemplo: ordenes al 01/03/2021

Tabla 31
Indicador de estado de órdenes por liberar

FECHA LIBERACION	ESTADO
27-Feb-21	● 40%
27-Feb-21	● 40%
2-Mar-21	● -20%
27-Feb-21	● 50%
1-Mar-21	● 0%
2-Mar-21	● -25%
28-Feb-21	● 20%
27-Feb-21	● 40%
28-Feb-21	● 25%
26-Feb-21	● 75%
28-Feb-21	● 20%

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

- **Verde:** De este color se colocan las órdenes que están por pasar a liberación, es decir de las cuales aún no empieza a correr su tiempo para producción.
- **Amarillo:** Las órdenes pasan a estado amarillo una vez que ya alcanzaron su fecha de liberación y empieza a correr su tiempo de producción hasta que consumen ese tiempo al 55%. En esta etapa se debe dar seguimiento a las órdenes y verificar cualquier retraso que se pueda estar ocasionando.
- **Rojo:** Pasado el tiempo de producción del 55%, llega la última zona antes del tiempo de entrega; si tenemos aquí aún gran cantidad de órdenes, entonces hay que tomar acciones para agilizar el proceso y priorizar en caso de que ciertas órdenes no se vayan a poder cumplir.

De esta forma se puede controlar con mayor precisión el estado de las órdenes y disminuir el inventario. Esta herramienta además nos permite ir controlando mensualmente si el amortiguador establecido debe aumentar o disminuir según el histórico de la cantidad de tiempo en la que se están realizando los pedidos, así se puede actuar de forma eficiente y flexible ante el comportamiento de la demanda.

Reuniones de seguimiento de programación de la producción:

Se implementó la reunión de seguimiento de programación, que se lleva a cabo dos veces por semana entre el área de ventas y producción con el fin de aprobar entre ambas partes la planificación de la producción y resolver cualquier inconveniente o imprevisto que se presente en la semana y que afecte a la programación.

El esquema y los tiempos establecidos para la reunión son los siguientes:

Tabla 32
Instructivo de Reunión de Planificación de la Producción

	INSTRUCTIVO DE REUNIÓN	PRODUCCIÓN
		Fecha: 01-02-21
	REUNION DE PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	Rev.: 00
		Página 1 de 1

OBJETIVO:	
	Revisión de pedidos, coordinación de entregas y aprobación del plan de producción y de la semana siguiente.
PARTICIPANTES:	
	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Planta • Coordinador de Planificación • Jefe de Ventas • Coordinador de Ventas y Logística
FRECUENCIA:	Semanal
HORARIO:	Martes y jueves
LUGAR:	Oficina de administración

1. PUNTOS CLAVE A CONSIDERAR EN LA JUNTA	
	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de inventario de MP • Revisión de inventario de PT • Seguimiento a plan de producción. • Rutas de entrega • Toma de decisiones.

2. ROLES	
Líder:	Coordinador de Planificación
Presentador:	Coordinador de Planificación Coordinador de Ventas y Logística

3. METODOLOGÍA	
	<ul style="list-style-type: none"> - Revisión al plan de producción. - Generar alertas en desviación de ventas y no ventas. - Generar alertas de sobre stock de sku's. - Generar alertas por falta de materia prima. - Actualizaciones y aprobaciones en cambios a la planificación

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Medición del cumplimiento de entregas:

Uno de los inconvenientes que se generó al analizar el problema fue que no existía mucha información para cuantificar el problema y es necesario tener datos para poder mejorar los procesos; por tal razón se implementó el indicador OTIF para medir el cumplimiento de las entregas en el tiempo y cantidades proyectadas.

A continuación, se presenta la ficha del indicador y más adelante en el capítulo de resultados se presentarán los resultados obtenidos desde su implementación.

Tabla 33
Indicador OTIF

	NEPLAST ENTREGAS A TIEMPO Y COMPLETAS			PRODUCCIÓN
				1/2/2021
Proceso Evaluado:	Planificación de producción y entregas de producto terminado			
Indicadores Derivados	N/A			
Periodicidad	El indicador se registra de forma diaria, pero se evalúa semanalmente.			
Que se busca:	Determinar y mejorar tiempos de atención a clientes.			
Unidad de Medida:	Porcentaje			
Forma de Cálculo:	Suma de los pedidos recibidos a tiempo (100%) caso contrario (0%) x suma de los pedidos recibidos en cantidad y calidad correcto (100%) caso contrario (0%) /Número de pedidos tomados			
Fuente de Datos:	Planificación de entregas, Guías de remisión			
Datos Históricos:	No hay información histórica			
Metas Propuestas en Cantidades:	90% de pedidos entregados a tiempo y en la cantidad acordada con el cliente			
Responsables de alcanzar metas:	Equipo de producción			
Frecuencia de medición:	Semanal	Frecuencia de Evaluación:	Semanal	
Responsable de Medición:	Coordinadora de Planificación	Responsable de Evaluación:	Jefe de Planta	
Observaciones:				
DATOS TÉCNICOS				
Unidad de Medida	Eje X	Porcentaje de cumplimiento		
	Eje Y	Semanas		
Objetivo	En Fecha		En Cantidad	90%
Tendencia	La tendencia de mejora del indicador es hacia arriba Aumento)			

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

A continuación, se describen las mejoras implementadas por cada etapa de Lean y su contribución a la reducción en los tiempos de entrega.

Diferentes turnos para despacho con el mismo personal:

Con la implementación de esa mejora, se disminuyó el tiempo de gestión de despacho de 60 a 25 minutos. Además, los camiones salen más temprano a sus rutas por ende llegan más temprano a sus destinos.

Tabla 34
Comparativa actividades de despacho

Antes	Ahora
1 sólo turno de despacho	2 turnos de despacho: 1 en la noche y otro en el día
2 personas	2 personas (1 en cada turno)
Tiempo de despacho de 40 a 60 minutos por camión.	Tiempo de despacho: 20 a 25 minutos por camión.
	* El turno de la noche realiza los ingresos a la bodega de PT mientras va saliendo el producto, ingresa toda la documentación administrativa; ordena y separa el producto que se va a despachar dejando listo sólo para cargar.

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Política de inventarios:

Con la política de inventarios, se logró mantener un stock de producto terminado controlado. Se disminuyó el inventario de PT a 6 a 4 días. Además, se aumentó el nivel de servicio a los clientes más importantes para la compañía. En las siguientes tablas se observan los resultados alcanzados con esta mejora:

Antes de implementar la política:

Tabla 35
Muestra de cambios de planificación e inventario generado ANTES

Semana	Cambios de la planificación en la semana	Inventario PT (días) que se produjo y no se despachó por cambios	Inventario total PT (días)
6	4	2	6
7	5	4	7
8	6	2	4

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Después de la implementación:

Tabla 36 Muestra de cambios de planificación e inventario generado DESPUÉS

Semana	Cambios de la planificación en la semana	Inventario PT (días) que se produjo y no se despachó por cambios	Inventario total PT (días)
9	3	1	4
10	1	0	4
11	2	0	4

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Implementar impresión en línea en el proceso de extrusión:

Con la adaptación de los rodillos de impresión en las extrusoras, se eliminó el proceso adicional de impresión para esta familia de productos; eliminando este tiempo de procesamiento y también el tiempo de setup de la impresora.

Los tiempos de cambios de cyreles también disminuyen ya que en la extrusora lleva menos tiempo retirar el cyrel ya que sólo existe un rodillo; en la impresora lleva más tiempo hacer un cambio de cyrel dado que hay que retirar el resto de los rodillos.

Disminuyendo este tiempo que no agrega valor en un 82%. La composición de este resultado lo podemos visualizar en la siguiente tabla:

Tabla 37
Comparativa de tiempos entre impresora y extrusora

Procesos	Impresora	Extrusora
Setup (tiempo de encendido)	80 min diario	0
Cambios de referencia	90 min diario	30 min diario
Total, tiempos NAV	170 minutos	30 minutos

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Implementar Ayuda de control visual:

La implementación de la ayuda visual ayudó a disminuir el inventario entre procesos, en lugar de eso se tiene el stock controlado que se necesita para las entregas. También ayudó a disminuir los días de inventario en proceso de 2 a 0 días, a continuación, se muestra el comportamiento del inventario por etapas antes y después de la implementación:

Tabla 38
Comparativa de inventario antes y después de la Ayuda Visual

Etapa	Puntos de control	Inventario en proceso (días) ANTES	Inventario en proceso (días) DESPUÉS
Extrusión	Registro de rollos por peso	1.33	0
Impresión	Registro de rollos impresos por peso	0.68	0
Sellado	Registro de bultos de fundas	0	0
TOTAL		2.01	0

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Realizar validación de crédito automática en el sistema:

Esta mejora redujo en casi el 100% el tiempo de esta actividad ya que sólo se quedan por confirmar los clientes que no fueron aprobados automáticamente y con los que se debe llegar a un acuerdo para autorizar el envío a producción o facturación.

Tabla 39
Comparativa de tiempos de ingreso de pedidos

Procesos	Sin validación de crédito	Con validación
Tiempo en ingresar pedido	240 min diario	10 min diario

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Plan maestro de producción:

Con la implementación del plan maestro, se contribuyó también a la reducción del inventario en proceso, además las actividades de planificación de la producción y coordinación de entregas se están realizando en una sola tarea disminuyendo el tiempo de 3 a 2 días. En la tabla 40 podemos ver el comparativo de tiempos de estas actividades, antes y después de la implementación.

Tabla 40
Comparativa tiempos administrativos antes y después del Plan Maestro

Actividad	Responsable	Tiempo promedio(horas) ANTES	Tiempo promedio(horas) DESPUÉS
Receptar pedidos aprobados	Coord. De Planificación	4	0.5
Revisar pedidos y establecer fechas de entrega	Coord. De Planificación y Coord. De Facturación	6	6
Realizar Excel definiendo las fechas de producción de cada pedido	Coord. De Planificación	3	1.5
Enviar planificación al jefe de producción	Coord. De Planificación	0.5	0.2
Crear órdenes de producción para los operadores	Coord. De Planificación	2	1.5
Revisar pedidos aprobados con sus fechas de entrega	Coord. De Planificación y Coord. De Facturación	2	0.5
Organizar rutas de despacho según las fechas de entrega	Coord. De Facturación	4	3

Enviar excel con rutas a bodega y transportista	Coord. De Facturación	0.5	0.5
TOTAL		22 horas, 3 días laborables	13.7 horas, 2 días laborables

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Reuniones de seguimiento de programación de la producción:

La implementación de estas reuniones ha permitido planificar la producción incluyendo a todos los interesados, haciéndola más real además de tener flexibilidad para reprogramaciones en caso de inconvenientes. En la figura 4.1 se muestran la disminución de cambios en la semana:

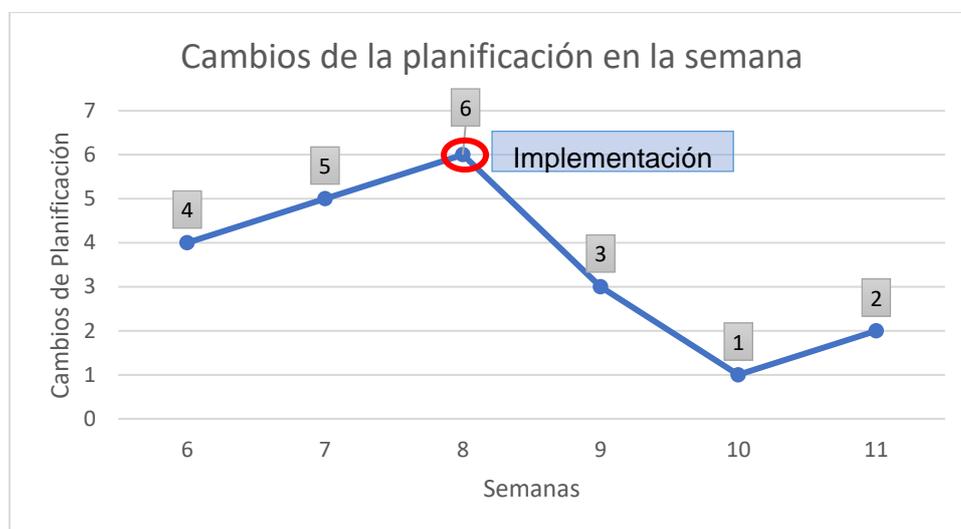


Figura 4.1 Serie de tiempo cambios en la planificación

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Medición del cumplimiento de entregas:

Además de disminuir los reclamos, también era necesario medir de alguna forma el proceso para poder mejorar continuamente, de tal modo que se puedan tomar acciones antes de que se presente un reclamo, por lo cual se implementó el indicador OTIF. Desde su implementación se ha comportado de la siguiente forma:

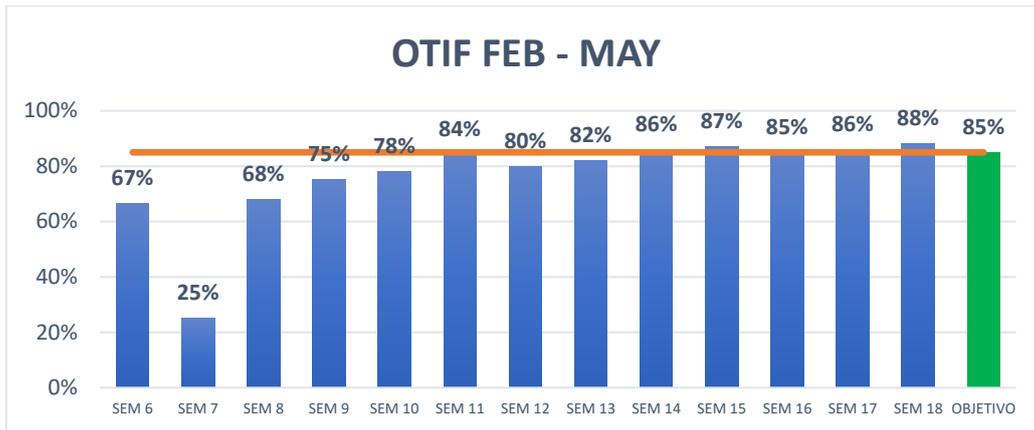


Figura 4.2 Indicador OTIF

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Disminución en reclamos:

Uno de los objetivos primordiales por los que se ejecutó el proyecto fue para disminuir los reclamos de los clientes referente al servicio de despachos. A continuación, en la figura 4.3 se muestra la situación antes de implementar Lean:

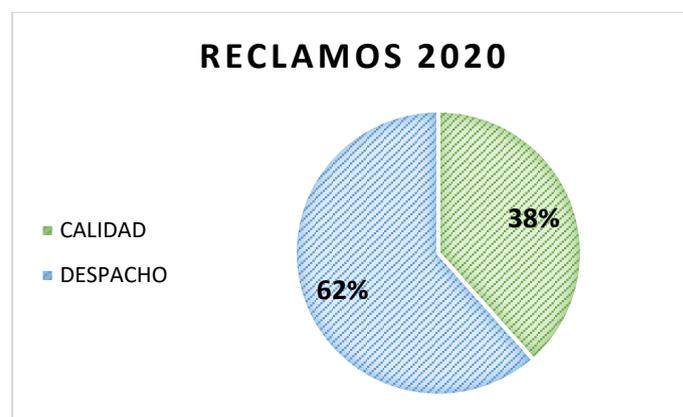


Figura 4.3 Reclamos por categoría 2020

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

En las figuras 4.4 y 4.5 podemos ver la evolución de este indicador desde que se empezaron a aplicar las mejoras:

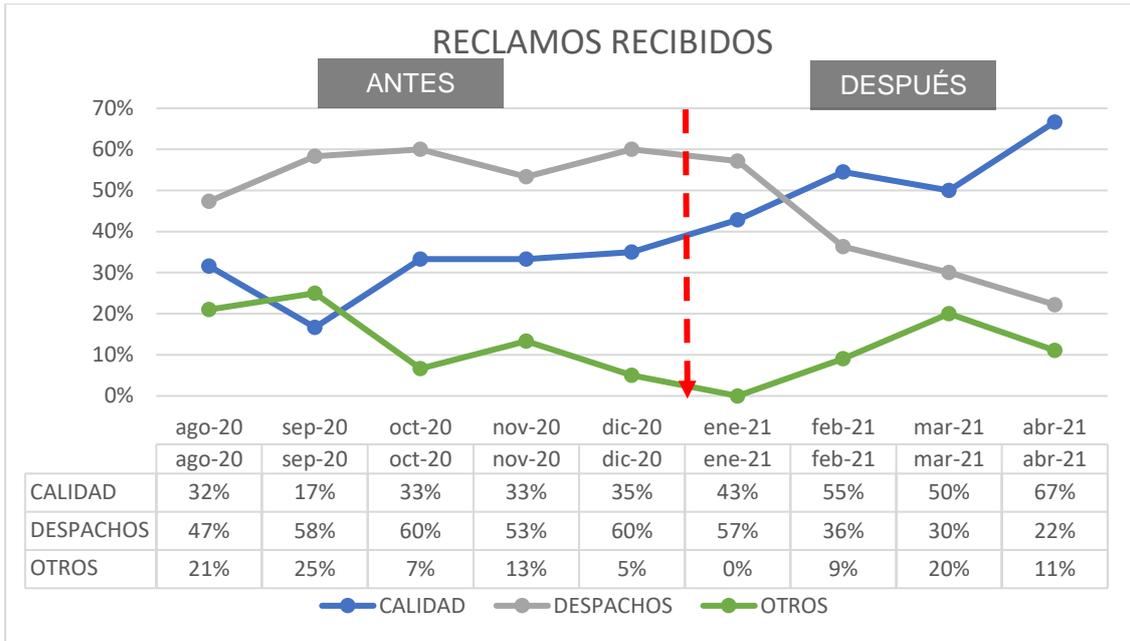


Figura 4.4 Clasificación de reclamos recibidos 2021

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

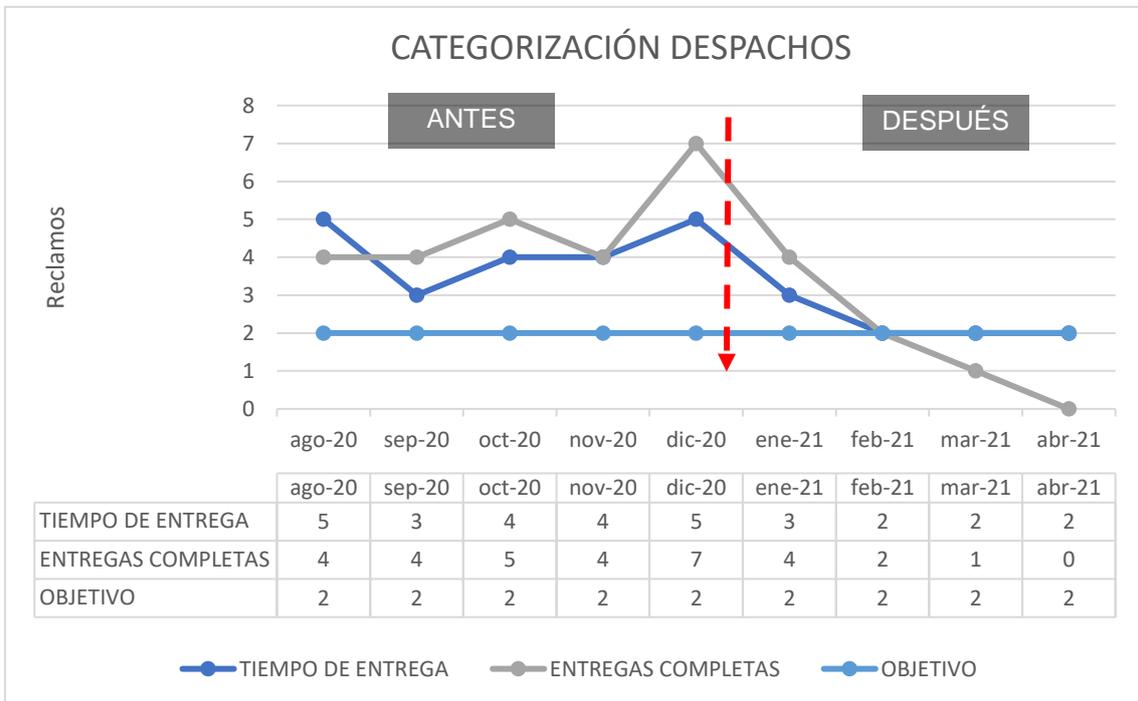


Figura 4.5 Categorización de reclamos por despachos

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Como podemos apreciar en las figuras, se ha logrado disminuir los reclamos por despachos hasta un 22%, con una tendencia aún a la baja como se demuestra en la figura 4.5.

Efecto secundario positivo:

Otro de los indicadores que sufrió un impacto gracias a la implementación de Lean, es el indicador de “Desperdicios”, el mismo ha disminuido debido a la mejor organización que tiene el proceso con el plan maestro de producción y también porque los rollos ya no pasan por el proceso de impresión dónde también se tenía un porcentaje de desecho por la colocación del rollo. Los resultados se presentan a continuación en la figura 4.6

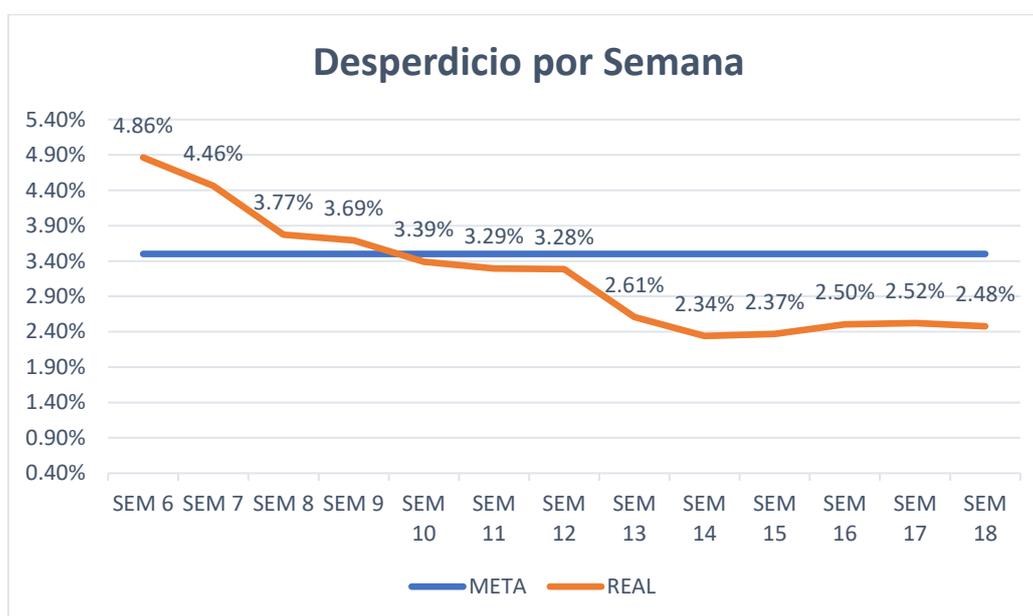


Figura 4.6 Serie de tiempo Desperdicio por semana

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Con la implementación de los principios de Lean Manufacturing en el proceso de fabricación de fundas se ha logrado disminuir los reclamos por el servicio de despacho de un 62% a un 22%. Antes de la implementación se presentaban alrededor de 8 reclamos mensuales de este tipo, con la implementación en el último mes sólo se presentaron 2.
- Se identificaron los clientes que contribuyen a generar mayores ingresos a la compañía para darles prioridad de atención.
- Se eliminaron los desperdicios del proceso obteniendo un proceso más eficiente, disminuyendo el tiempo de procesamiento de una orden de pedido de 13 a 6 días.
- Se logró agregar flujo continuo en varias etapas del proceso con lo que se logró obtener un proceso más estable; ahora se ha vuelto más organizado en su planificación, ya no se realizan tantos cambios a la planificación de la producción, por lo cual el desperdicio de material también ha disminuido en un 2.38%
- Se implementaron ayudas visuales que permiten controlar lo que está pasando en tiempo real y tomar acciones que eviten reprocesamientos o peor aún problemas del proceso que lleguen a los clientes y deriven en una queja
- Se implementó además un indicador para evaluar el servicio de despacho a fin de mejorar continuamente el servicio ofrecido a los clientes.

5.2. Recomendaciones

- Para mantener los resultados, se deben conservar las reuniones de seguimiento a la planificación con los involucrados del área comercial y productiva, ya que estas aseguran que exista retroalimentación de lo que está pasando en ambas áreas y permiten flexibilidad a la hora de tomar decisiones.
- Es recomendable continuar con la implementación de más indicadores para medir la eficiencia del proceso en todas sus etapas y así cumplir con el principio de mejora continuamente.

- Se debe revisar el indicador de desperdicios y actualizar su objetivo ya que el mismo ya fue alcanzado y debe ser retador cumplirlo para seguir mejorando.
- Se deben implementar programas de desarrollo e incentivos para que el personal no pierda su motivación y Lean se empiece a ver como una filosofía y no sólo como un proyecto de determinada duración.
- Es necesario continuar mejorando la interacción con los clientes, puede ser a través de encuestas que puedan realizarse frecuentemente para conocer cómo están percibiendo el producto y el servicio brindado sin esperar a que lleguen las quejas o reclamos.

BIBLIOGRAFÍA

Locher, D. (2017) *Lean Office Metodología LEAN en servicios generales, comerciales y administrativos*. Barcelona, España. Profit Editorial.

Womack, J. y Jones, D. (2012) *Lean Thinking Cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los desperdicios y crear valor en la empresa*. Barcelona, España. Gestión 2000.

Cuatrecasas, L. (2017) *Ingeniería de Procesos y de Planta – Ingeniería Lean*. España. Profit Editorial.

Barón, D. y Rivera, L. (2014) Cómo una microempresa logró un desarrollo de productos ágil y generador de valor empleando Lean. *Estudios Gerenciales*, 30(1), 40-47.

Joseph, R., Kanya, N., Bhaskar, K., Xavier, J., Sendilvelan, S., Prabhakar, M., Kanimozhi, N. y Geetha, S. (2021) Analysis on productivity improvement, using lean manufacturing concept. *Materials Today y: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.412>.

Deshkar, A., Kamle, S., Giri, J. y Korde, V. (2018) Design and evaluation of a Lean Manufacturing framework using Value Stream Mapping (VSM) for a plastic bag manufacturing unit. *Materials Today: Proceedings*, 5 (2018), 7668–7677.

Jimenez, G., Santos, G., Sá, J., Ricardo, S., Pulido, J., Pizarro, A. y Hernández H. (2019) Improvement of Productivity and Quality in the Value Chain through Lean Manufacturing: a case study. *Procedia Manufacturing*, 41 (2019), 882–889.

Hemalatha, C., Sankaranarayanan, K. y Durairaj N. (2021) Lean and agile manufacturing for work-in-process (WIP) control. *Materials Today: Proceedings*, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.473>.

Ribeiro, P. Sá, J., Ferreira, L., Silva, F., Pereira, M. y Santos, G. (2019) The Impact of the Application of Lean Tools for Improvement of Process in a Plastic Company: a case study. *Procedia Manufacturing*, 38 (2019), 765–775.

Gohime, Y., Kitaw, D. y Jilcha, K. (2018) Lean manufacturing as a vehicle for improving productivity and customer satisfaction. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(2), 691-714.

Coetzee, R., Van Dyk, L. y Robert, K. (2018) Towards addressing respect for people during lean implementation. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(3), 830-854.

ANEXOS

ANEXO A

Análisis ABC de clientes: Clientes clase A

Tabla 41
Clientes Categoría A

No	CLIENTE	MONTO DOLARES	MONT O KILOS	PART.	ACUM. PART.	CLASE
1	CLIENTE 1	\$81,579.03	11306.99	12.21%	12.21%	A
2	CLIENTE 2	\$44,146.33	20824.39	6.61%	18.82%	A
3	CLIENTE 3	\$42,661.30	8926.1	6.39%	25.21%	A
4	CLIENTE 4	\$42,102.24	17226.38	6.30%	31.51%	A
5	CLIENTE 5	\$41,617.64	16590.81	6.23%	37.75%	A
6	CLIENTE 6	\$34,125.86	12647.47	5.11%	42.85%	A
7	CLIENTE 7	\$32,595.33	13401.9	4.88%	47.73%	A
8	CLIENTE 8	\$27,930.75	14677.1	4.18%	51.92%	A
9	CLIENTE 9	\$26,284.41	9261.7	3.94%	55.85%	A
10	CLIENTE 10	\$25,718.13	11914.4	3.85%	59.70%	A
11	CLIENTE 11	\$21,384.00	6280.7	3.20%	62.90%	A
12	CLIENTE 12	\$19,231.67	2066.23	2.88%	65.78%	A
13	CLIENTE 13	\$17,200.00	3085	2.58%	68.36%	A
14	CLIENTE 14	\$16,360.51	8157.8	2.45%	70.81%	A
15	CLIENTE 15	\$15,061.24	3730	2.25%	73.06%	A
16	CLIENTE 16	\$14,649.15	715.3	2.19%	75.26%	A

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

ANEXO B

Tabulación encuesta de atributos a Clientes

Tabla 42
Respuestas encuesta de atributos a clientes

Atributos	Muy importante	Importante	No muy importante	Nada Importante
Calidad del producto	14	0	0	0
Cantidad ofrecida por el precio pactado	12	2	0	0
Calidad ofrecida por el precio pactado	12	2	0	0
Asesoramiento previo a la venta	4	10	0	0
Proceso de compra del producto	8	6	0	0
Entregas a tiempo	14	0	0	0
Entregas completas según lo solicitado	12	2	0	0
Plazos de pago	11	3	0	0
Amplia variedad de productos	2	12	0	0
Eficiencia en resolución de quejas y reclamos	10	4	0	0

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

ANEXO C

ABC Productos según su margen: Productos A

Tabla 43
Análisis ABC de productos por margen

Producto	Cantidad fundas	Valor total venta	Cantidad Kilos	Costo/kilo	Costo total	MB Total	%MB	Representación%	Clasificación
VACIO AD 38X50X0.001 IMP.GLOBAL VILLAGE	55650	\$ 7,795.45	3292.103803	1.68	\$ 5,540.72	\$ 2,254.73	29%	8%	● 8%
VACIO AD 38X50X0.0008 IMP.GATO	184000	\$ 17,710.00	8707.954713	1.81	\$ 15,783.75	\$ 1,926.25	11%	7%	● 14%
VACIO BD 35.5X33X0.00141 IMP.SHARBATLY	100150	\$ 9,514.25	5015.165133	1.53	\$ 7,690.50	\$ 1,823.75	19%	6%	● 20%
VACÃ-O 38X52X0.00120	100000	\$ 13,654.00	7382.83117	1.62	\$ 11,983.24	\$ 1,670.76	12%	6%	● 26%
LAMINA POLIPACK BD 12X28X00040	70000	\$ 3,217.50	1000.381096	1.59	\$ 1,586.31	\$ 1,631.19	51%	6%	● 31%
PRECORTE BD 24FL9X36X0.0009	50000	\$ 4,430.00	2062.705294	1.50	\$ 3,089.32	\$ 1,340.68	30%	5%	● 36%
VACIO AD 27X28X0.003 AZUL	30000	\$ 5,040.00	2118.454086	1.79	\$ 3,783.65	\$ 1,256.35	25%	4%	● 40%
PAÑAL AD 13FL3X11X0.0003 AZUL	972500	\$ 4,668.00	1898.505684	1.82	\$ 3,448.75	\$ 1,219.25	26%	4%	● 44%
PRECORTE BD 29FL6.5X35X0.0009 POLYPACK IMP.T	45800	\$ 4,076.20	1836.953659	1.62	\$ 2,972.47	\$ 1,103.73	27%	4%	● 48%
VACIO BD 38X51X0.001 NAT.IMP.PA SELEZIONE	45000	\$ 5,692.50	2643.864325	1.78	\$ 4,719.12	\$ 973.38	17%	3%	● 51%
VACIO AD 38X50X0.0008 IMP.GLOBAL VILLAGE	33150	\$ 3,712.80	1568.851624	1.75	\$ 2,740.75	\$ 972.05	26%	3%	● 55%
VACIO BD 38X51X0.00141 NAT.	76000	\$ 10,374.00	6295.922246	1.50	\$ 9,426.11	\$ 947.89	9%	3%	● 58%
PANAL AD 13F3X11X0.0003	1195000	\$ 4,600.75	2332.868167	1.58	\$ 3,684.19	\$ 916.56	20%	3%	● 61%
VACIO BD 23X32X0.002 IMP.ROSSY	11000	\$ 1,685.20	490.8777795	1.79	\$ 878.12	\$ 807.08	48%	3%	● 64%
BASURA AD 30X36X0.000850	31500	\$ 2,122.79	900.3429864	1.58	\$ 1,421.87	\$ 700.92	33%	2%	● 66%
POLITUBO BD 38X56X0.0007 IMP.TODO LO PUEDO	71740	\$ 6,348.99	3239.693423	1.75	\$ 5,658.82	\$ 690.17	11%	2%	● 68%
VACIO BD 28FL7.5X22.5X0.002 AZUL TRATADA	30000	\$ 3,465.00	1759.847771	1.59	\$ 2,790.60	\$ 674.40	19%	2%	● 71%
VACIO AD 38X51X0.001 IMP.HDPE	90000	\$ 9,540.00	5430.640235	1.64	\$ 8,913.06	\$ 626.94	7%	2%	● 73%
VACIO BD 36X25X0.00141 NAT.	20000	\$ 1,840.00	769.421816	1.60	\$ 1,233.00	\$ 607.00	33%	2%	● 75%

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

ANEXO D

Modelo de política de inventarios de Producto Terminado

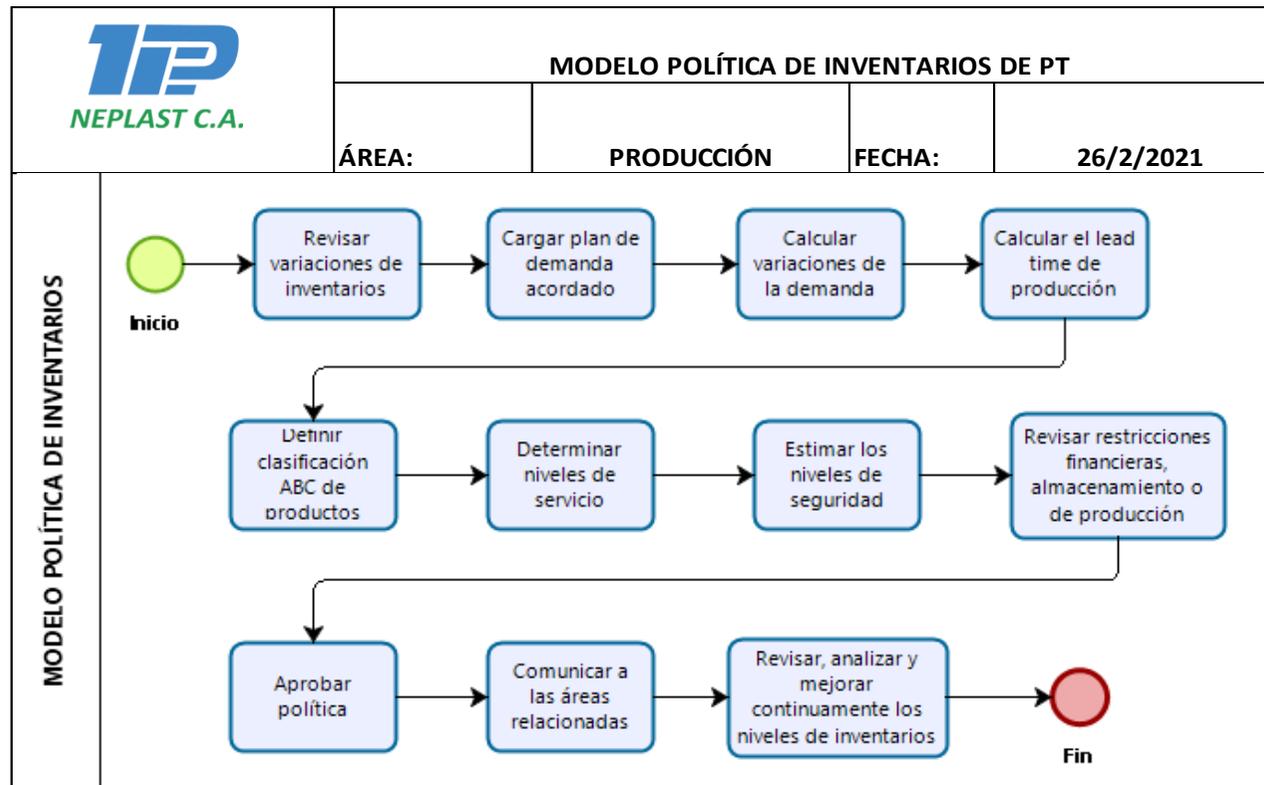


Ilustración 1 Política de inventarios de PT

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

ANEXO E

Flujo de Validación automática de crédito

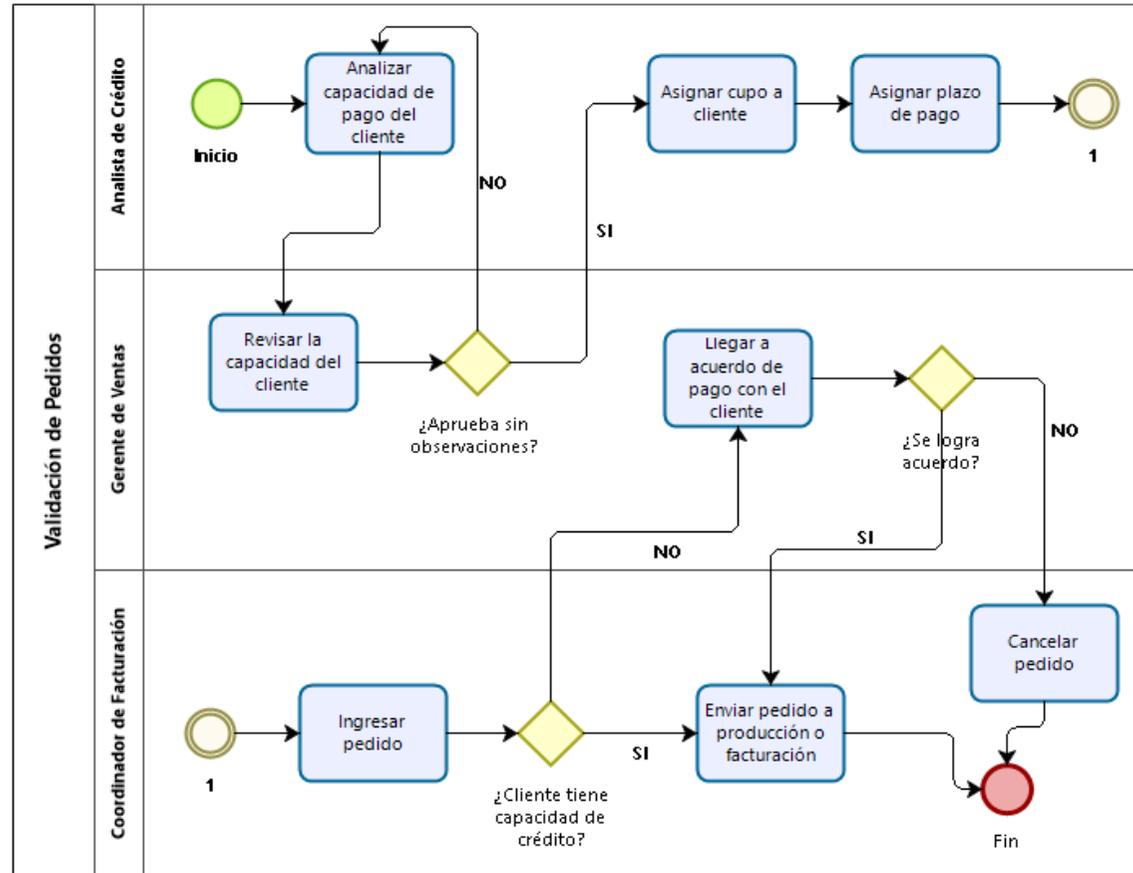


Ilustración 2 Flujo de validación de crédito para pedidos

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

ANEXO F

Plan maestro de producción

Tabla 44
Plan maestro de producción parte 1

PEDIDO	CANTIDAD KILOS	CANTIDAD FUNDAS	CODIGO	DESCRIPCION	INVENTARIO INICIAL FUNDAS	STOCK DE SEGURIDAD FUNDAS	INVENTARIO O FINAL FUNDAS	MPS
1	533	9,000	VA38454	VACIO AD 38X50X0.001 IMP.GLOBAL VILLAGE	1,000	494	6	8,500
2	474	10,000	VA38446	VACIO AD 38X50X0.0008 IMP.GATO	2,500	4,384	116	12,000
3	324	6,500	VA35.5491	VACIO BD 35.5X33X0.00141 IMP.SHARBATLY	500	374	126	6,500
4	1,850	25,000	VA38372	VACÃ-O 38X52X0.00120	5,000	1,744	256	22,000
5	409	10,000	LA12002	LAMINA POLIPACK BD 12X28X00040	1,500	169	331	9,000
6	2,000	20,000	PC24001	PRECORTE BD 24FL9X36X0.0009	5,000	108	392	15,500
7	380	3,000	VA38120	VACIO BD 38X51X0.001 NAT.IMP.PA SELEZIONE	-	134	66	3,200
8	1,361	12,150	VA38444	VACIO AD 38X50X0.0008 IMP.GLOBAL VILLAGE	-	114	36	12,300
9	546	4,000	VA38074	VACIO BD 38X51X0.00141 NAT.	500	230	70	3,800
10	472	7,000	BA30156	BASURA AD 30X36X0.000850	500	115	185	6,800
11	2,832	32,000	PT38354	POLITUBO BD 38X56X0.0007 IMP.TODO LO PUEDE	-	75	125	32,200
12	351	6,000	VAC28255	VACIO BD 28FL7.5X22.5X0.002 AZUL TRATADA	-	52	48	6,100
13	1,060	10,000	VA38464	VACIO AD 38X51X0.001 IMP.HDPE	-	2,779	221	13,000
14	1,840	20,000	VA36498	VACIO BD 36X25X0.00141 NAT.	-	45	155	20,200

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador

Tabla 45
Plan Maestro de Producción parte2

PEDIDO	CANTIDAD KILOS	CANTIDAD FUNDAS	CODIGO	DESCRIPCION	FECHA PEDIDO	FECHA ENTREGA	FECHA LIBERACION	ESTADO	CARGA PLANEADA (horas)	CARGA PLANEADA 2 (horas)	CARGA PLANEADA 3 (horas)
1	533	9,000	VA38454	VACIO AD 38X50X0.001 IMP.GLOBAL VILLAGE	22/2/2021	2-Mar-21	27-Feb-21	● 40%	9.14	0.00	0.54
2	474	10,000	VA38446	VACIO AD 38X50X0.0008 IMP.GATO	22/2/2021	2-Mar-21	27-Feb-21	● 40%	8.13	0.00	0.60
3	324	6,500	VA35.5491	VACIO BD 35.5X33X0.00141 IMP.SHARBATLY	25/2/2021	5-Mar-21	2-Mar-21	● -20%	5.56	0.00	0.39
4	1,850	25,000	VA38372	VACÁ-O 38X52X0.00120	23/2/2021	3-Mar-21	27-Feb-21	● 50%	31.71	8.88	1.50
5	409	10,000	LA12002	LAMINA POLIPACK BD 12X28X00040	25/2/2021	5-Mar-21	1-Mar-21	● 0%	7.00	1.96	0.60
6	2,000	20,000	PC24001	PRECORTE BD 24FL9X36X0.0009	26/2/2021	8-Mar-21	2-Mar-21	● -25%	34.29	9.60	1.20
7	380	3,000	VA38120	VACIO BD 38X51X0.001 NAT.IMP.PA SELEZIONE	23/2/2021	3-Mar-21	28-Feb-21	● 20%	6.51	0.00	0.18
8	1,361	12,150	VA38444	VACIO AD 38X50X0.0008 IMP.GLOBAL VILLAGE	22/2/2021	2-Mar-21	27-Feb-21	● 40%	23.33	0.00	0.73
9	546	4,000	VA38074	VACIO BD 38X51X0.00141 NAT.	24/2/2021	4-Mar-21	28-Feb-21	● 25%	9.36	2.62	0.24
10	472	7,000	BA30156	BASURA AD 30X36X0.000850	22/2/2021	2-Mar-21	26-Feb-21	● 75%	8.09	2.26	0.42
11	2,832	32,000	PT38354	POLITUBO BD 38X56X0.0007 IMP.TODO LO PUEDE	23/2/2021	3-Mar-21	28-Feb-21	● 20%	48.55	0.00	1.92
12	351	6,000	VAC28255	VACIO BD 28FL7.5X22.5X0.002 AZUL TRATADA	25/2/2021	5-Mar-21	1-Mar-21	● 0%	6.01	1.68	0.36
13	1,060	10,000	VA38464	VACIO AD 38X51X0.001 IMP.HDPE	25/2/2021	5-Mar-21	2-Mar-21	● -20%	18.17	0.00	0.60
14	1,840	20,000	VA36498	VACIO BD 36X25X0.00141 NAT.	25/2/2021	5-Mar-21	1-Mar-21	● 0%	31.54	8.83	1.20

Fuente: Stefany Triana Vaca - Empresa de Plásticos del Ecuador