

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

Aumento del cumplimiento del procesamiento de las órdenes en una
empacadora de camarón.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniera Industrial

Presentado por:

Vanessa Nohelia Perero Rosillo

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a Dios quien me ha dado fuerzas e inteligencia para alcanzar este logro.

A mis padres Cesar Perero y Rosa Rosillo quienes estuvieron apoyándome en cada etapa. A mis hermanas Milka y Marina por estar siempre a mi lado, brindándome su apoyo incondicional.

A mis grandes amigos que me dio ESPOL, en especial a mi amigo J.A. quienes me motivaron a perseverar.

Vanessa Perero.

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento a mis profesores, en especial a la Ing. Sofía López quienes con su experiencia y conocimiento constituyeron mis bases como profesional.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Vanessa Nohelia Perero Rosillo* y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Vanessa Nohelia Perero Rosillo

EVALUADORES

Msc. María Laura Retamales García

PROFESOR DE LA MATERIA

Msc. Sofía Anabel López Iglesias

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Ecuador representa el 25% del total de exportación mundial del camarón, por ello cumplir con la alta demanda es prioridad para industrias empacadoras, ellas se enfocan en la entrega de productos de alta calidad, lo que requiere la participación y organización del personal de cada línea de proceso. El proyecto actual se desarrolló en una empresa empacadora de camarón y pescado cuyo objetivo fue reducir el porcentaje de pedidos entregados tarde. Se aplicó la metodología DMAIC de donde enfocó el problema en pedidos de camarón de exportación del tipo ENTERO y COLA.

El siguiente paso fue el análisis de causas raíz de los problemas enfocados con la finalidad de proponer mejoras a cada una de ellas y así lograr el objetivo.

Palabras Clave: DMAIC, mejora continua, reducción, etc.

ABSTRACT

Ecuador represents 25% of the total world export of shrimp, so meeting the high demand is a priority for packing industries, they focus on the delivery of high-quality products, which requires the participation and organization of the personnel of each process line. The current project was developed in a shrimp and fish packing company whose objective was to reduce the percentage of orders delivered late. The DMAIC methodology was applied from where the problem focused on export shrimp orders of the WHOLE and COLA type.

The next step was the analysis of root causes of the problems focused to propose improvements to each of them and thus achieve the objective.

Keywords: DMAIC, continuous improvement, reduction, etc.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	5
RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS	VII
CAPÍTULO 1	8
1. Introducción.....	8
1.1 Descripción del problema	8
1.2 Justificación del problema	10
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo General.....	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
1.4 Marco teórico	11
CAPÍTULO 2.....	13
2. Metodología.....	13
2.1 Definición	13
2.2 Medición.....	16
2.2.1 Diagrama de flujo de proceso	17
2.2.2 Plan de recolección de datos	19
2.2.3 Estratificación	26
2.2.4 Análisis de capacidad	29
2.3 Análisis.....	31
2.3.1 Lluvia de ideas.....	31
2.3.2 Diagrama Ishikawa	31

2.3.3	Matriz causa y efecto	32
2.3.4	Plan de verificación de causas.....	33
2.3.5	Verificación de causas	35
2.3.6	Análisis de 5 porque	41
CAPÍTULO 3		46
3.	Resultados Y Analisis	46
3.1	Implementación y control.....	46
3.2	Resultados	55
3.2.1	Variable de salida	55
3.2.2	Pilares de sostenibilidad	56
CAPÍTULO 4		58
4.	Conclusiones Y Recomendaciones	58
4.1	Conclusiones.....	58
4.2	Recomendaciones.....	59
BIBLIOGRAFÍA		60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Cantidad de pedidos mensuales con su segmentación de a tiempo y atrasado	9
Figura 1.2. Porcentaje mensual de pedidos entregados tarde	10
Figura 2.1. SIPOC	13
Figura 2.2. CTQ-TREE	14
Figura 2.3. Porcentaje mensual de órdenes atrasadas	15
Figura 2.4. Herramienta 3W+2H	16
Figura 2.5. Proceso de planificación	17
Figura 2.6. Análisis de valor agregado	19
Figura 2.7. Datos recolectados y del sistema	21
Figura 2.8. Prueba t de 2 muestras para el tiempo de recepción de materia prima	22
Figura 2.9. Prueba t de dos muestras para el tiempo de producción	23
Figura 2.10. Prueba t de dos muestras para el tiempo de etiquetado y empaque	24
Figura 2.11. Datos recolectados para el tiempo de planificación.	25
Figura 2.12. Datos recolectados para determinar el número de ordenes planeadas y entregadas tarde	26
Figura 2.13. Criterios de estratificación	27
Figura 2.14. Tipo de mercado de venta de camarón.	27
Figura 2.15. Tipo de camarón	28
Figura 2.16. Resultados de estratificación	28
Figura 2.17. Análisis de capacidad para el problema enfocado 1	29
Figura 2.18. Análisis de capacidad para el problema enfocado 2	30
Figura 2.19. Lluvia de idea para el problema enfocado.	31
Figura 2.20. Diagrama Ishikawa del problema enfocado	32
Figura 2.21. Priorización de causas	33
Figura 2.22. Resultados de minita para causa 1	35
Figura 2.23. Línea ajustada y gráfica de residuos para causa 1	35
Figura 2.24. Resultados de Minitab para causa 2	36
Figura 2.25. Resultados de Minitab para la causa 3	36
Figura 2.26. Resultados de Minitab para causa 4	37

Figura 2.27. Resultados de Minitab para causa 6.....	38
Figura 2.28. Resultados de Minitab para causa 7.....	39
Figura 2.29. Resultados de Minitab para causa 8.....	40
Figura 2.30. Resultado de verificación de causas	41
Figura 3.1. Lluvia de idea de soluciones.....	46
Figura 3.2. Priorización de soluciones	48
Figura 3.3. Grupos de implementación de soluciones	49
Figura 3.4. Pasos para estandarizar el proceso de planificación	49
Figura 3.5. Proceso de planificación antes de implementación de soluciones	50
Figura 3.6. Resultados de análisis de proceso antes	51
Figura 3.7. Proceso de planificación después	51
Figura 3.8. Entrenamiento, seguimiento y medición de resultados	52
Figura 3.9. Ejemplo de la lección de un punto	53
Figura 3.10. Formato del programa de producción semanal	54
Figura 3.11. Área delimitada para producto retenido	54
Figura 3.12. Antes y después del porcentaje diario de pedidos entregados tarde	55
Figura 3.13. Porcentaje mensual de pedidos entregados tarde	56
Figura 3.14. Impacto económico	56
Figura 3.15. Impacto ambiental	57
Figura 3.16. Impacto social	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Análisis de valor agregado del proceso de planificación	18
Tabla 2.2. Plan de recolección de datos.....	20
Tabla 2.3. Matriz de causa y efecto.....	32
Tabla 2.4. Plan de verificación de causas	34
Tabla 2.5. Herramienta de los 5 porqués.....	42
Tabla 2.6. Resumen de causas potenciales y causas raíz	45
Tabla 3.1. Evaluación de soluciones	47

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo “Aumento del cumplimiento del procesamiento de las órdenes en una empacadora de camarón” dirigido a industrias que desean optimizar costos y reprocesos del producto terminado y disminuir el tiempo de preparación.

De acuerdo con el informe emitido por la Cámara Nacional de Acuicultura del Ecuador, conforme pasa el tiempo las empacadoras de camarón tienen más participación en el mercado, se considera como uno de los mayores exportadores a nivel mundial ocupando el segundo lugar, luego de India. A partir del año 2010 hasta la actualidad los índices de exportación tienen tendencia creciente lo que indica grandes beneficios para el país como para las empresas que se dedican a venta y manufactura de este producto.

Las industrias que se dedican a la manufactura de pescado y camarón optan por aumentar sus niveles de producción para generar mayores ingresos en base a las ventas, aumentar competitividad dentro del mercado, para ello es necesario entregar productos de alta calidad lo que exige mejorar en la organización, disminución en tiempos de producción y despacho del producto.

1.1 Descripción del problema

La planta donde se desarrolló el problema cuenta con 2 tipos de productos, pescado y camarón, de donde sirve a un mercado local y exportación. A la empresa llegan cargamentos de materia prima la cual es almacenada para disposición de producción para cumplir con los pedidos de los clientes.

Los pedidos se procesan en función de la urgencia que tienen las órdenes de producción y en todo el proceso desde la recepción de materia prima, planeación, producción, almacenamiento y transporte suceden inconvenientes que ocasionan que los pedidos no se completen a tiempo de acuerdo con lo negociado con el cliente.

La figura 1.1. muestra la cantidad de pedidos mensuales que tiene la empresa y en cada mes se identifica la cantidad de pedidos que se han entregado tarde y los que se han entregado a tiempo.

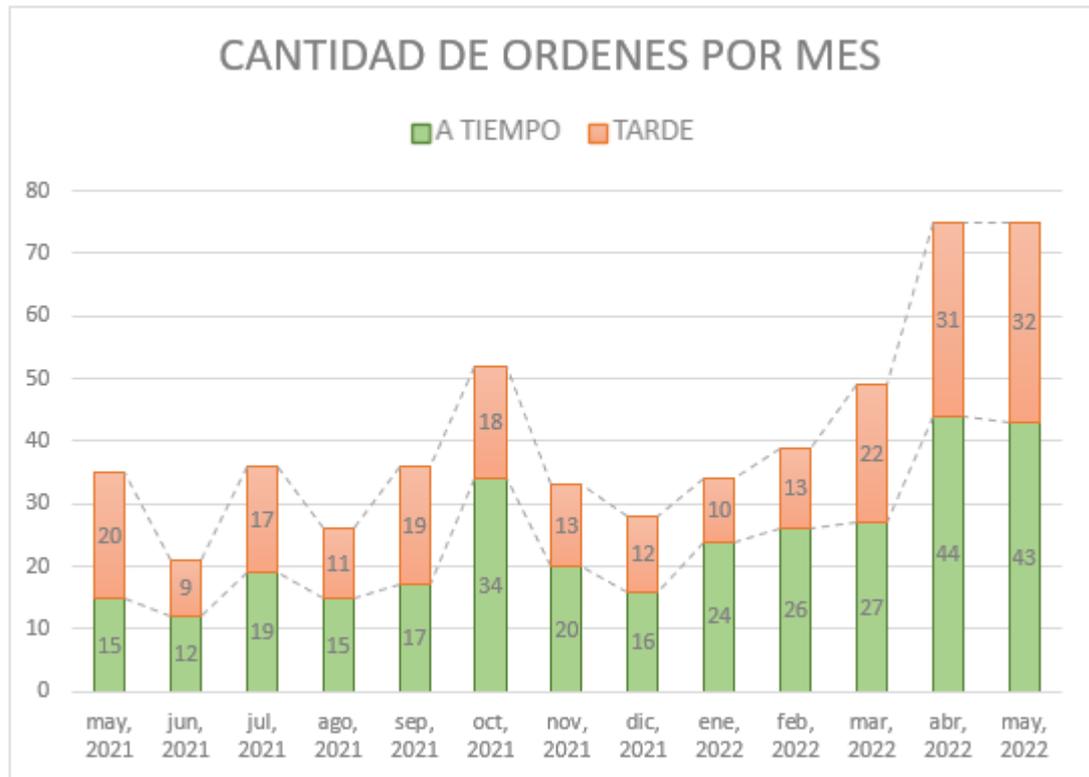


Figura 1.1. Cantidad de pedidos mensuales con su segmentación de a tiempo y atrasado

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

De la figura anterior se puede determinar el porcentaje mensual de cumplimiento de ordenes en la empresa y también podemos determinar el porcentaje de pedidos entregados tarde el cual es muy variable para cada mes, de donde se puede identificar que en el mes de mayo en el 2022 los valores representan el doble aproximadamente del mes de mayo del 2021, lo que representa el principal problema para la compañía. En la figura 1.2. se muestra el porcentaje de ordenes entregadas tarde lo cual muestra una estabilidad y nos permite medir los resultados del proyecto actual.

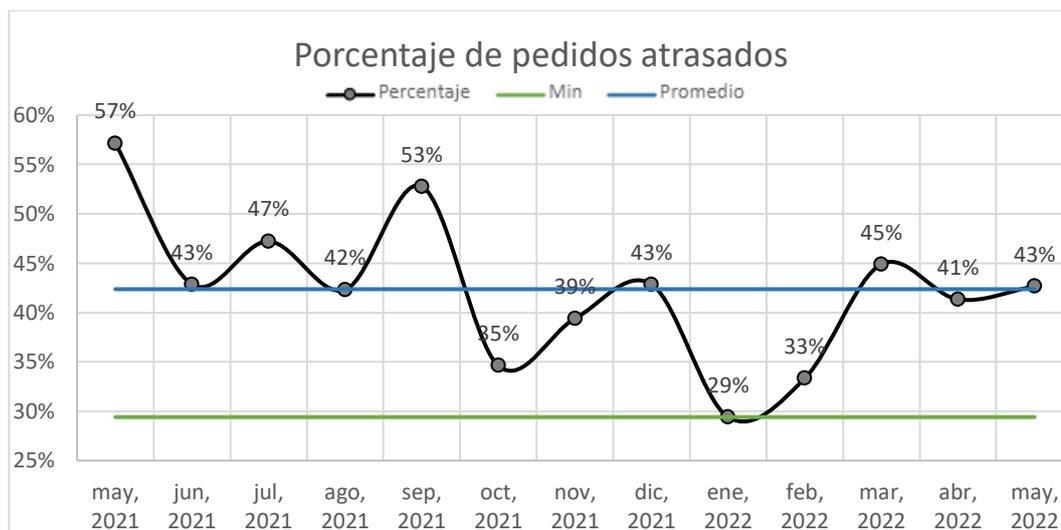


Figura 1.2. Porcentaje mensual de pedidos entregados tarde

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

1.2 Justificación del problema

En el año 2021 posterior a la pandemia surgió por interés de la compañía disponer de operaciones eficientes para poder soportar los cambios globales que ocasionaron malestar a diferentes mercados y entre ellos el de exportación, por lo que el proyecto actual tiene como meta reducir el porcentaje de pedidos atrasados mediante la optimización de sus operaciones como primera fase de una mejora continua en todas las áreas de la compañía.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Reducir del porcentaje de pedidos tardíos de camarón de una empackadora de pescado y camarón del 42% al 35% en un periodo de 4 meses de junio a agosto.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Documentar el proceso de planificación para establecer una secuencia eficiente y eficaz de actividades.

2. Analizar los procesos y actividades de planificación con el fin de identificar oportunidades de mejora.
3. Realizar análisis de causa raíz del proceso de planificación.
4. Determinar la factibilidad de las soluciones para su implementación.
5. Medir el efecto de las soluciones sobre el porcentaje de pedidos atrasados para determinar su impacto económico, social y ambiental.

1.4 Marco teórico

DMAIC

El proyecto actual se basa en *DMAIC* como herramienta para aplicar *Six Sigma*, la cual surgió con la finalidad de reducir la variabilidad de los procesos y mejorarlos para tener una mayor rentabilidad. El éxito de esta metodología radica en la mejora del rendimiento de los procesos y en el aumento de la satisfacción de los clientes (Pere, Lluís, Sandrine, & Tort-Martorell, 2014)

Six Sigma nos permite reducir los defectos ocasionados por causas no comunes, por lo tanto, para poder aplicar esta estructura de forma disciplinada nos basamos en *DMAIC* que corresponde como sus letras indican en las siguientes fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Dicha metodología es un proceso iterativo que sigue un formato estructurado y disciplinado, la realización de experimentos y su consecuente evaluación (McCarty, Daniels, Bremer, & Gupta, 2005)

SIPOC

Esta herramienta nos permite definir el alcance del proyecto identificando de acuerdo con sus siglas, los proveedores (*supplier*), entradas (*inputs*), proceso (*process*), salidas (*outputs*) y al cliente (*customer*) y de forma estructurada la relación que tienen las diferentes áreas (Brown, 2019).

VOC

Esta herramienta permite determinar las necesidades de los clientes, sean internos o externos. Para poder extraer los requerimientos y necesidades clave de los clientes se

realiza mediante entrevistas directas, grupos de enfoque y encuestas guiadas para poder orientar a las personas y rescatar la información más relevante.

Por lo tanto, la aplicación principal de esta herramienta es evaluar la situación actual para poder cumplir los requerimientos del cliente (Cooper & Dreher, 2010)

Diagrama Ishikawa

El diagrama ISHIKAWA también denominado diagrama de causa y efecto, es una herramienta de análisis que permite relacionar los diferentes factores críticos de una situación con un problema en específico. Esta herramienta dispone de diferentes pilares que nos permite englobar los aspectos de análisis de una organización, como lo son, materiales, mano de obra, método, medio ambiente y medidas. Además, podemos identificar sub causas relacionadas al problema de análisis (Valenzuela, 2000)

Técnica de los 5 porque

Esta herramienta nos permite indagar a fondo cada uno de los factores identificados como críticos en un problema y así determinar la causa raíz de cada factor. La herramienta se basa en una serie de preguntas “¿por qué?” de los problemas que suceden para determinar finalmente la causante raíz (Ariza, 2015)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

2.1 Definición

Para lograr definir las necesidades del cliente se utilizó la herramienta SIPOC, como muestra la figura 2.1

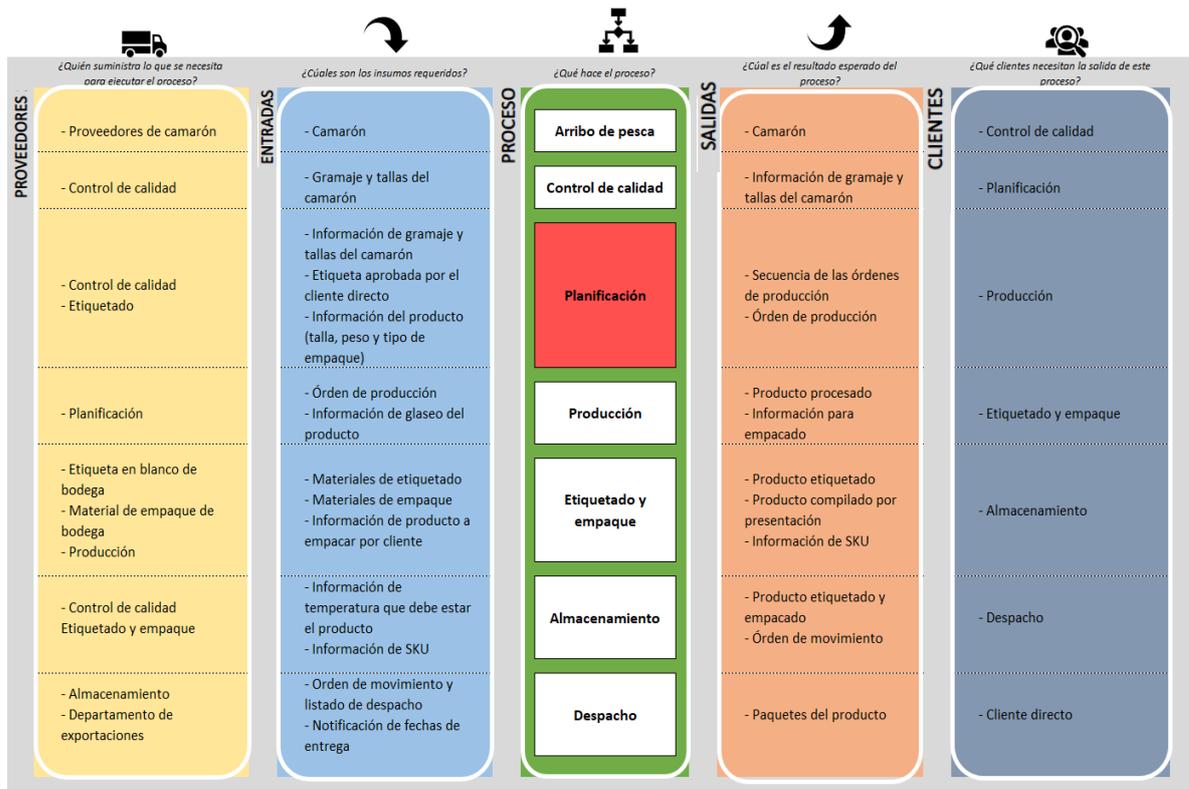


Figura 2.1. SIPOC

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

De acuerdo con la figura 2.1, podemos determinar que el proceso parte desde el arribo de la pesca donde se recibe la materia prima directamente de las embarcaciones, la cual es revisada por calidad para determinar por categorías y clasificarla de acuerdo con su estado físico y químico. Posteriormente a medida que se sigue una planificación empírica la materia prima pasa a refrigeración o producción de la necesidad del momento. Posterior a la producción pasa a etiquetado y empaque donde se le da la apariencia final en base a lo solicitado por

el cliente y se complementa con su almacenamiento hasta completar el pedido. Finalmente se despacha el producto hacia el cliente.

Una vez determinado el proceso se determina en conjunto con los hallazgos identificados previamente y en conjunto con los clientes del proyecto que el área de enfoque sería planificación donde surgen la mayoría de las interrupciones.

A continuación, se aplicó la herramienta VOC con el equipo conformado por el gerente de planta, jefe de producción, planificador, jefe de cámara y analista de datos para conocer sus necesidades.

De las necesidades identificadas, se establecieron las más comunes y en la parte izquierda de la figura 2.2, en la parte central de la figura se determina el nombre de cada agrupación y en la parte derecha se establece las diferentes variables asociadas con las necesidades con la finalidad de determinar la más idónea. Entre las variables identificadas se resaltan las variables que se soportan en los pilares de sostenibilidad partiendo desde la principal que es el “**porcentaje de pedidos entregados tarde**”

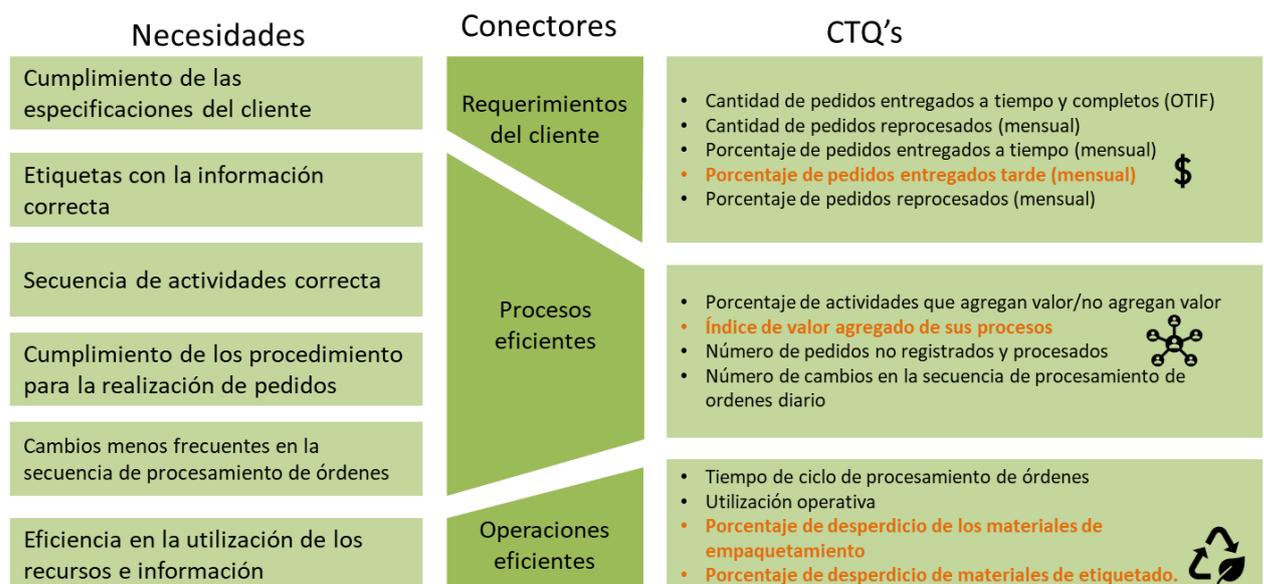


Figura 2.2. CTQ-TREE

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

Como muestra la figura 2.2, se determinaron varias variables de medida las cuales fueron seleccionadas para el proyecto actual, y soportándose en los pilares de sostenibilidad los CTQ seleccionados son los siguientes:

- Pilar económico: Porcentaje de pedidos entregados tarde
- Pilar social: Nivel de servicio ofrecido a los clientes
- Pilar ambiental: Kilogramos de desperdicios por materiales de empaque y etiquetado.

Nuestra variable Y principal, se estableció de la siguiente manera de acuerdo al pilar económico como muestra a continuación:

$$Y = \frac{\text{Número de órdenes entregadas tarde}}{\text{Número de órdenes planificadas}} \times 100$$

Con la variable definida se revisó la información histórica para poder establecer la situación actual del problema como muestra la figura 2.3

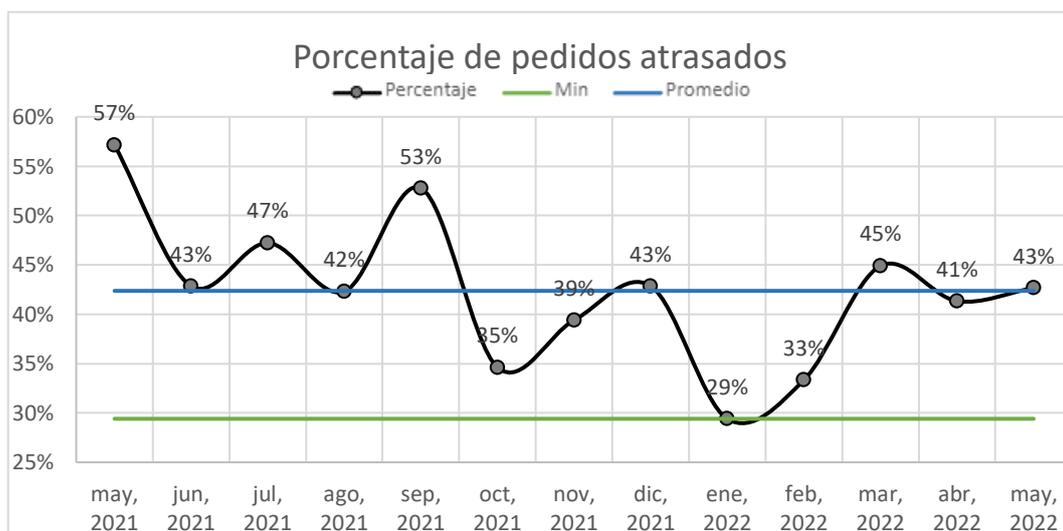


Figura 2.3. Porcentaje mensual de órdenes atrasadas

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

En la figura 2.3, se determinó el valor promedio y el mejor resultado obtenido, de donde, aplicando la herramienta de 3W+2h (figura 2.4.), herramienta utilizada para definir un problema el cual queda a continuación de la siguiente forma:



Figura 2.4. Herramienta 3W+2H

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

Por lo tanto, el problema es:

“Elevada cantidad de pedidos de camarones entregados tarde de una empresa empacadora de camarones desde mayo de 2021 hasta mayo de 2022 con un valor del 42% de los pedidos pendientes de donde la empresa requiere que sea el mejor valor registrado, 29%”

2.2 Medición

Como segunda etapa del proyecto de acuerdo con la metodología DMAIC, se realizó el levantamiento de información de la variable de interés para poder estratificar y enfocar el problema:

2.2.1 Diagrama de flujo de proceso

Se elaboró el proceso de planificación donde se identifica a los participantes principales como el gerente de planta, analista de datos, planificador y calidad como muestra la figura 2.5

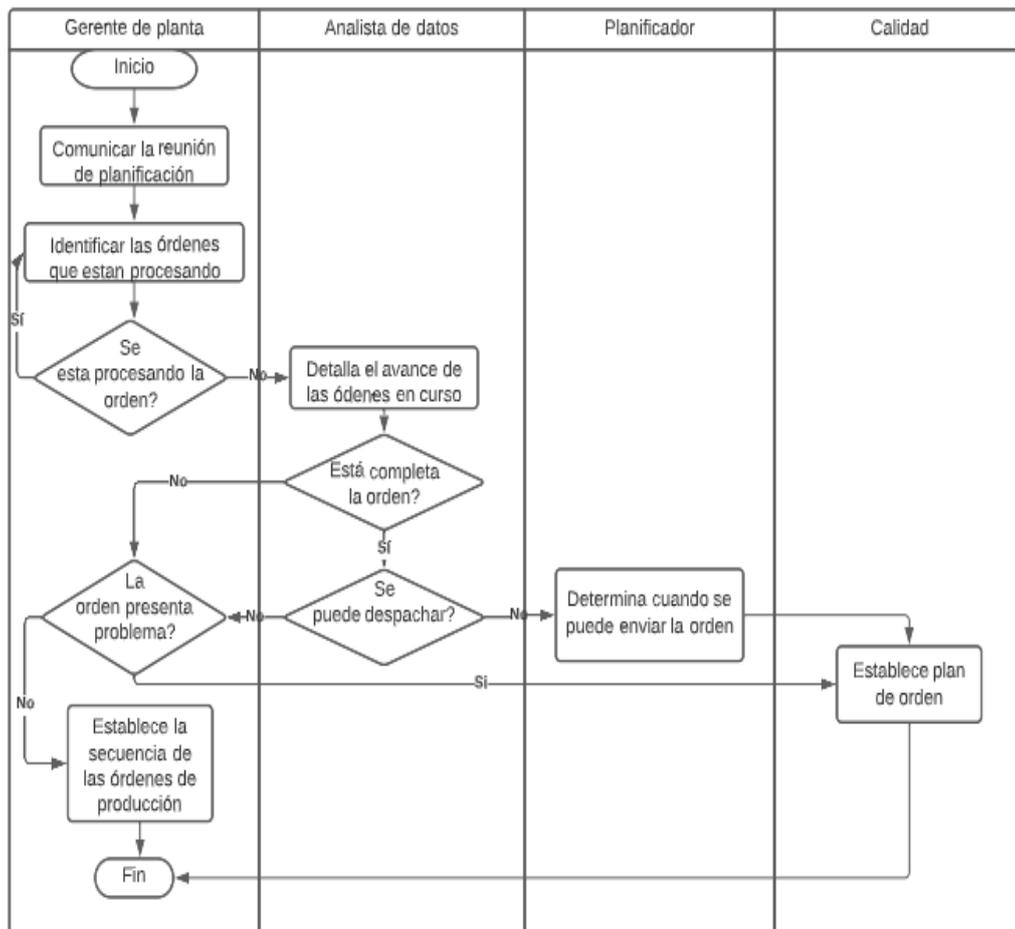


Figura 2.5. Proceso de planificación

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

Adicionalmente se realizó el análisis de valor agregado del proceso de planificación, el cual se detalla a continuación en la tabla 2.1:

Tabla 2.1. Análisis de valor agregado del proceso de planificación

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

Análisis de valor agregado

Fecha:		Versión: Actual / Propuesta			Proceso de planificación de órdenes								
N°	Responsable	Actividad	AV	NAVN	NAV					Condición	Si	No	Tiempo
					P	I	E	M	A				
1	Gerente de planta	Convoca a la reunión de planificación			1								1
2	Gerente de planta	Identifica las órdenes que se están procesando				1							11
3	Gerente de planta	¿Se está procesando la orden?								X	4	2	0.5
4	Analista de datos	Detalla el avance las órdenes				1							12
5	Analista de datos	¿La orden esta completa?								X	6	9	1
6	Analista de datos	¿Se puede despachar la orden?								X	7	9	1
7	Planificador	Determina cuando se puede despachar la orden		1									11
8	Calidad	Establece un plan de orden			1								7
9	Gerente de planta	¿La orden tiene algún problema?								X	8	10	1
10	Gerente de planta	Establece la secuencia de las ordenes de producción	1										9
Total			1	1	2	2	0	0	0	4			54.50

Componente de actividades	AV	NAVN	P	I	E	M	A	Total
Número de actividades	1	1	2	2	0	0	0	6
Tiempo de actividades	9	11	8	23	0	0	0	51.00
Actividades que agregan valor en (%)	16.7%	16.7%	33.3%	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%	

Actividades que agregan valor (AV+NAVN)	20
Actividades que agregan valor en (%)	39.2%

De la tabla anterior se determina que solo el 18% de las actividades agregan valor y finalmente el proceso tiene un índice de valor agregado relativamente bajo como se especifica en la figura 1.6.

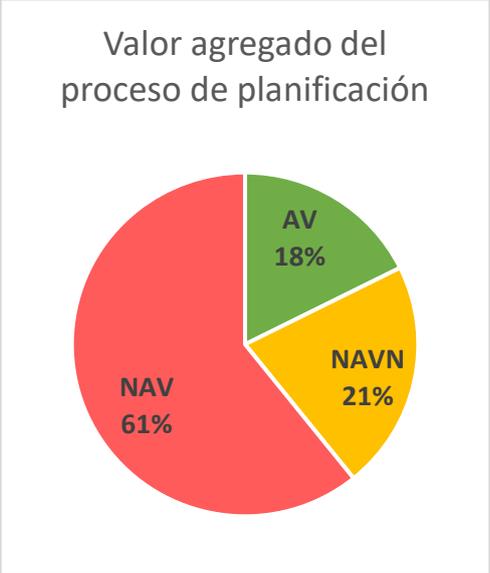


Figura 2.6. Análisis de valor agregado

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

2.2.2 Plan de recolección de datos

En función del problema se determinó los factores dependientes que me permiten dar forma a mi variable Y, además de identificar otros factores necesarios como se muestra en la tabla:

Tabla 2.2. Plan de recolección de datos

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

Quién	QUÉ				DÓNDE	CUANDO	CÓMO		POR QUÉ	MÉTODO DE VERIFICACIÓN
Responsable	Nomenclatura	Significado operacional	Unidad de medida	Tipo de dato	¿Dónde recoger?	¿Cuándo medir?	Método de observación	Método de recolección	¿Por qué coleccionar?	
	X1	Tiempo de recepción de materia prima	Tiempo	Continua	Área de recepción	Desde que llega la materia prima hasta que se descarga por completo	Datos históricos y recolección de datos	Base de datos y hoja de registro de tiempos	Para determinar el tiempo en que tarda en recibir la materia prima	Comparar los datos históricos con los recopilados
Operadores	X2	Tiempo de planificación	Tiempo	Continua	Oficina de administración	Desde que comienza la planificación hasta que finaliza	Recolección de datos	Hoja de registro del tiempo de planificación	Para determinar el tiempo de planificación	Comparar el tiempo que se tarda en planificar en semanas anteriores con los datos recopilados
Operadores	X3	Tiempo de producción	Tiempo	Continua	Área de producción	Desde que se empieza a procesar la materia prima hasta que se termina el pedido	Datos históricos y recolección de datos	Base de datos y hoja de registro de tiempos	Para determinar el tiempo que tarda procesar	Comparar datos históricos con recopilados
Operadores	X4	Tiempo de etiquetado y envasado	Tiempo	Continua	Área de etiquetado	Desde que el producto está listo para etiquetar y empaçar hasta que se envía a almacenamiento	Datos históricos y recolección de datos	Base de datos y hoja de registro de tiempos	Para determinar el tiempo de etiquetado y empaque	Comparar datos históricos con recopilados
Operadores	X5	Número de pedidos entregados tarde	Cantidad	Discreta	Base de datos	Base de datos de mayo de 2021 a mayo de 2022	Recolección de datos	Base de datos	Determinar el comportamiento de los pedidos de los clientes	Comparar datos históricos con la información de productos en cada zona (gemba)
	X6	Planificación de órdenes	Cantidad	Discreta	Base de datos	Base de datos de mayo de 2021 a mayo de 2022	Recolección de datos	Base de datos	Determinar el comportamiento de los pedidos de los clientes	Comparar datos históricos con la información de productos en cada zona (gemba)

Una vez definido, se procede a verificar que los datos para cada uno de los factores con estadística o GEMBA y determinar si son consistentes.

Para el factor X1, se muestra los datos recolectados en la figura 2.7 donde se realizó una toma de datos en piso y se la comparó con la data del sistema.

BASE DE DATOS			RECOPIACIÓN DE DATOS		
Recepción de materia prima (min)	Producción (hh)	Etiquetado y empaquetado (min)	Recepción de materia prima (min)	Producción (hh)	Etiquetado y empaquetado (min)
81	48	75	105	24,168	43
32	0	121	41	24,312	230
85	24	402	27	48,144	345
100	48	200	38	72,336	129
81	0	117	47	72,168	172
25	24	157	41	72,288	187
45	24	268	28	72,168	388
28	96	119	44	24,24	72
25	48	414	27	24,288	72
37	72	230	108	24	331
20	24	245	47	24,12	14
93	24	205	33	48,144	158
98	24	213	48	24,312	374
109	48	268	33	48,048	187
32	72	232	103	72,24	216
67	72	223	102	72,216	345
20	72	148	30	72,24	115
62	48	114	106	72,264	100
30	24	267	87	48	158
120	48	153	93	72,36	0
			64	48024	57
			43	72024	360
			92	48048	187
			64	72216	187
			83	48072	28
			87	24,24	388
			24	48312	115
			43	24192	43
			56	72	201
			43	48144	230
			0	24096	14
			25	72264	244
			43	72096	259
			63	24,24	345
			47	24312	158
			34	48024	115
			60	24,24	331

Figura 2.7. Datos recolectados y del sistema

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

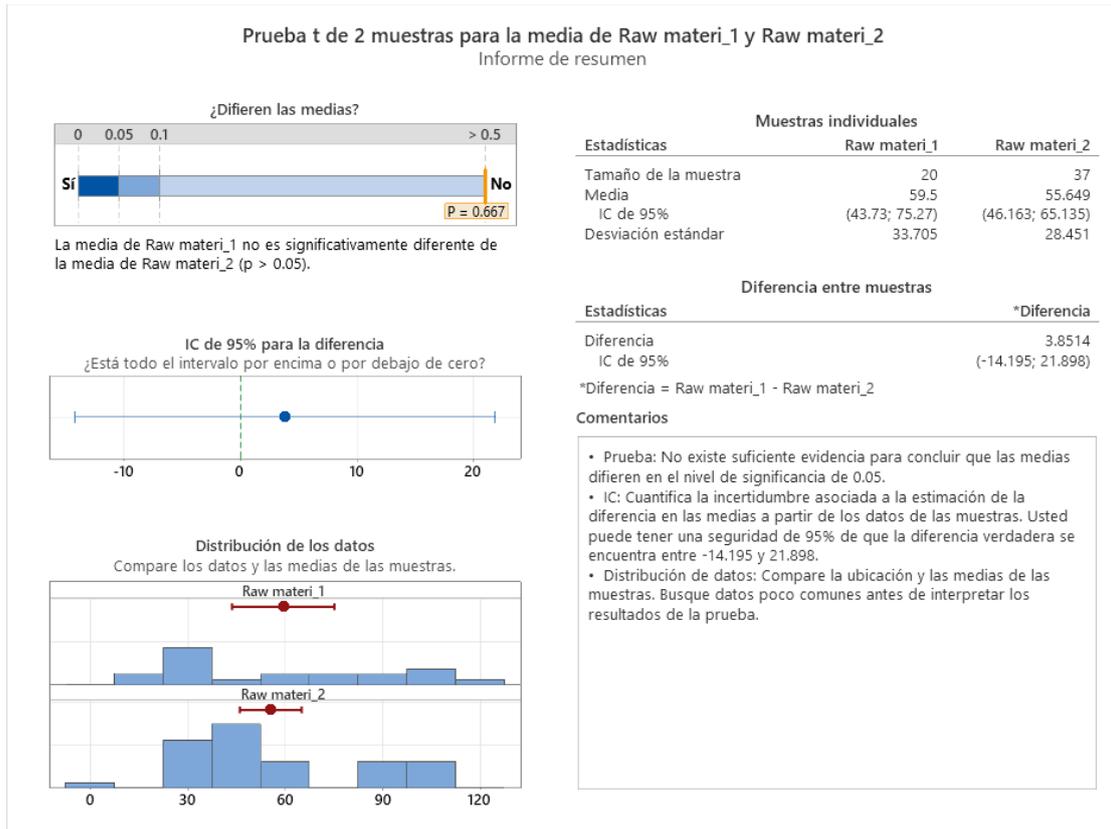


Figura 2.8. Prueba t de 2 muestras para el tiempo de recepción de materia prima

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

De la misma forma para el factor X3, en la figura 2.8 se muestra el análisis donde compara la media del tiempo de recepción de materia prima del sistema con la recolección de datos realizada, de donde con un valor p de 0.6 el cual es mayor al nivel de significancia no podemos rechazar la hipótesis nula por lo tanto la media de los datos recolectados es igual a la media de los datos del sistema para el tiempo en minutos.

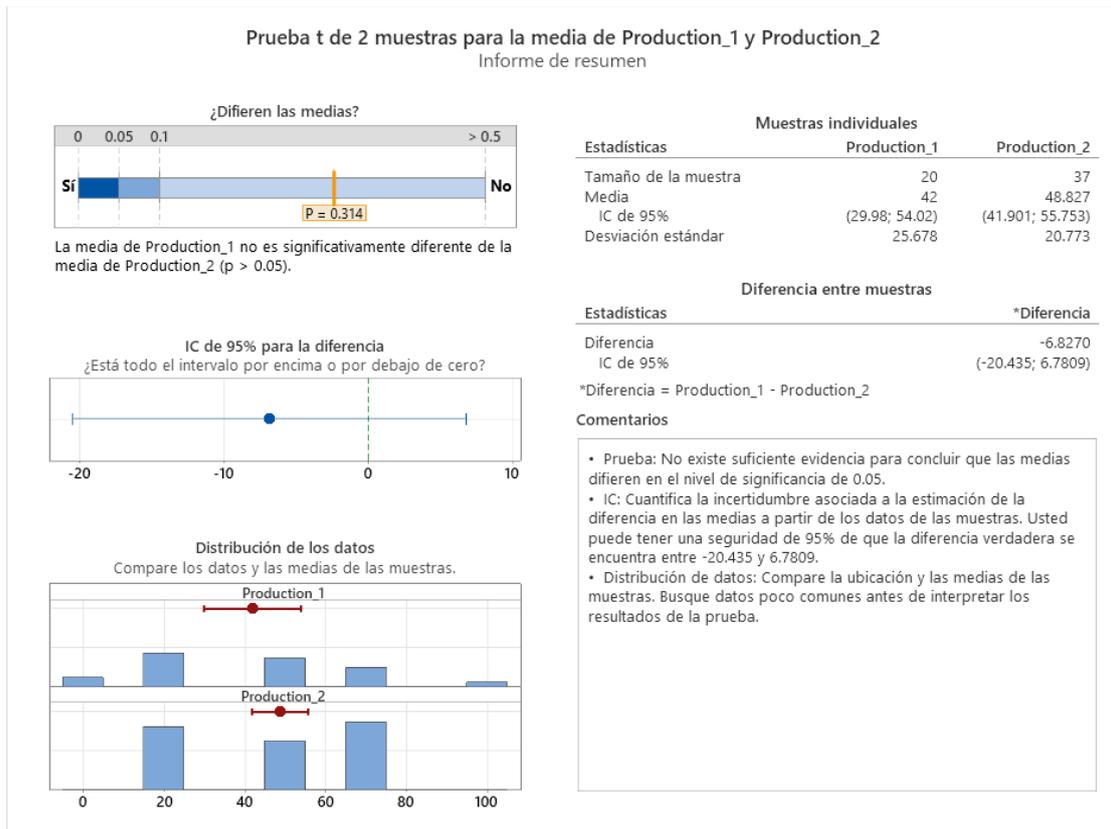


Figura 2.9. Prueba t de dos muestras para el tiempo de producción

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

Y para el factor X4, en la figura 2.9 se muestra el análisis donde compara la media del tiempo producción del sistema con la recolección de datos realizada, de donde con un valor p de 0.3 el cual es mayor al nivel de significancia no podemos rechazar la hipótesis nula por lo tanto la media de los datos recolectados para el tiempo de producción es igual a la media de los datos del sistema para el tiempo de producción recolectados.

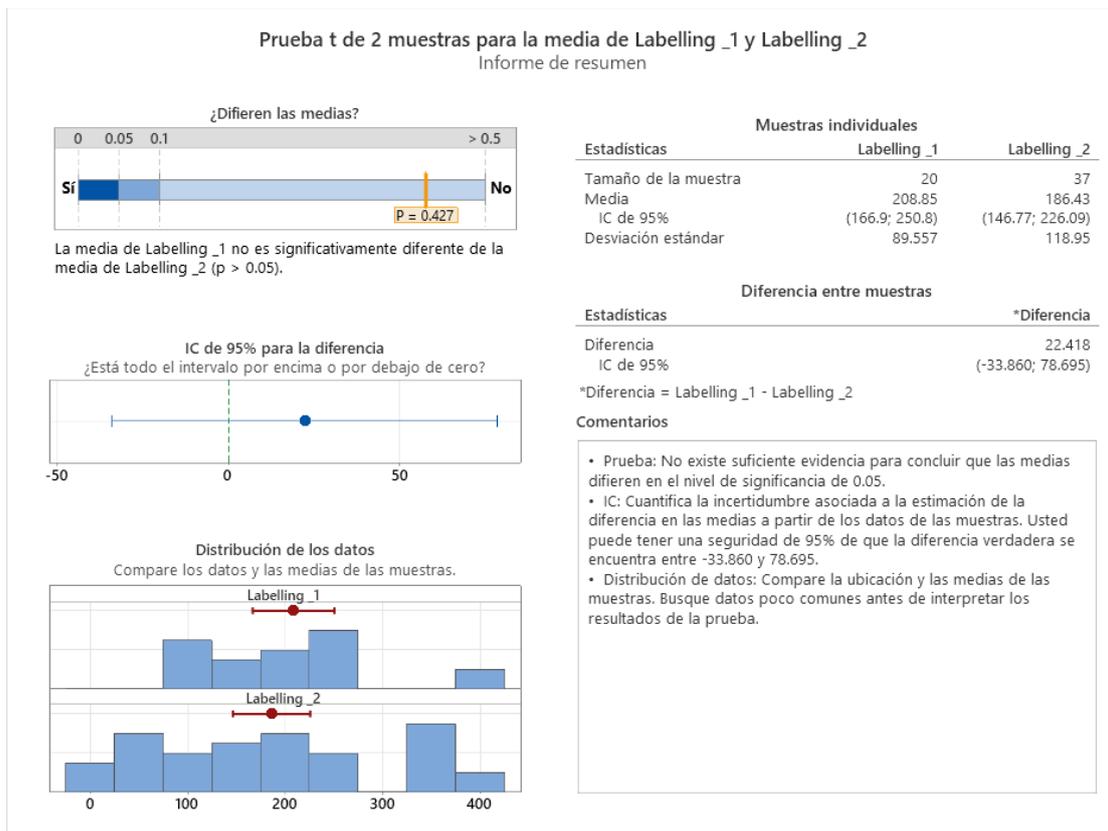


Figura 2.10. Prueba t de dos muestras para el tiempo de etiquetado y empaque

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

En la figura 2.10 se muestra el análisis donde compara la media del tiempo empaque y etiquetado del sistema con la recolección de datos realizada, de donde con un valor p de 0.4 el cual es mayor al nivel de significancia no podemos rechazar la hipótesis nula por lo tanto la media de los datos recolectados para el tiempo de empaque y etiquetado es igual a la media de los datos del sistema para el tiempo de empaque y etiquetado recolectados.

Para el factor X2, tiempo de planificación, se realizó un levantamiento del tiempo mediante un formato donde se registra la fecha y hora de inicio y fin de la reunión con la finalidad de medir este tiempo que no se almacena en ningún medio. De donde como muestra la figura 2.11 el tiempo promedio para el desarrollo de la reunión de planificación es de 57 minutos.

PLANIFICACIÓN

FECHA	HORA DE INICIO	HORA FIN	RESPONSABLES	REGISTRADO POR	TEMAS TRATADOS	DATE	TIME
13/6/2022	9:48:00	10:24:00	GERENTE DE PLANTA PLANIFICADOR JEFE DE CÁMARA JEFE DE PLANTA	VANESSA PERERO	Órdenes a procesar en ambos turnos	13/6/2022	036:00
15/6/2022	11:20:00	12:13:00	GERENTE DE PLANTA PLANIFICADOR JEFE DE CÁMARA JEFE DE PLANTA	VANESSA PERERO	Órdenes a procesar en ambos turnos Reetiquetado	15/6/2022	053:00
18/6/2022	9:50:00	10:28:00	GERENTE DE PLANTA PLANIFICADOR JEFE DE CÁMARA JEFE DE PLANTA	VANESSA PERERO	Órdenes a procesar en ambos turnos	18/6/2022	038:00
20/6/2023	8:45:00	9:12:00	GERENTE DE PLANTA PLANIFICADOR JEFE DE CÁMARA JEFE DE PLANTA	VANESSA PERERO	Órdenes a procesar en ambos turnos Reetiquetado	20/6/2023	027:00
22/6/2024	9:10:00	10:45:00	GERENTE DE PLANTA PLANIFICADOR JEFE DE CÁMARA JEFE DE PLANTA	VANESSA PERERO	Órdenes a procesar en ambos turnos	22/6/2024	135:00
25/6/2022	10:01:00	11:06:00	GERENTE DE PLANTA PLANIFICADOR JEFE DE CÁMARA JEFE DE PLANTA	VANESSA PERERO	Órdenes a procesar en ambos turnos	25/6/2022	105:00
26/6/2022	9:25:00	10:55:00	GERENTE DE PLANTA PLANIFICADOR JEFE DE CÁMARA JEFE DE PLANTA	VANESSA PERERO	Órdenes a procesar en ambos turnos Reetiquetado Trasabilidad de valor agregado	26/6/2022	130:00
						PROMEDIO	057:43

Figura 2.11. Datos recolectados para el tiempo de planificación.

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

abrevia_especie	Nombre_Items_Tipos	Nombre_Cliente_det_Ing	Codigo_Items	Kg_Nt egresados	Numero orden	Fecha esperada de entrega	Estado
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	TRANSMARINA	2464	640	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2463	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	345.999985	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2464	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2463	300	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	360	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2463	375.999985	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	2.00000003	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	16.0000002	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	360	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	TRANSMARINA	2464	324.000015	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	460	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2463	286.000004	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2463	210	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	617.999992	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	280	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	445.999985	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2463	8.00000012	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	540	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	360	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2464	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	650	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2468	540	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	TRANSMARINA	2464	575.999985	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	VANNAPACK	2464	146.000004	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo
CMA	COLAS	TRANSMARINA	2464	720	1435	8/5/2021 10:11	A_tiempo

Figura 2.12. Datos recolectados para determinar el número de ordenes planeadas y entregadas tarde

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

Como muestra la figura 2.12, se realizó una toma de datos en piso y con ayuda del sistema para poder determinar la cantidad de ordenes entregadas tarde y también determinar la cantidad de ordenes planificadas.

2.2.3 Estratificación

Para esta fase se analizó la información de los datos históricos para determinar la forma de estratificar la información, de donde la siguiente figura muestra los criterios seleccionados para estratificar la variable Y:

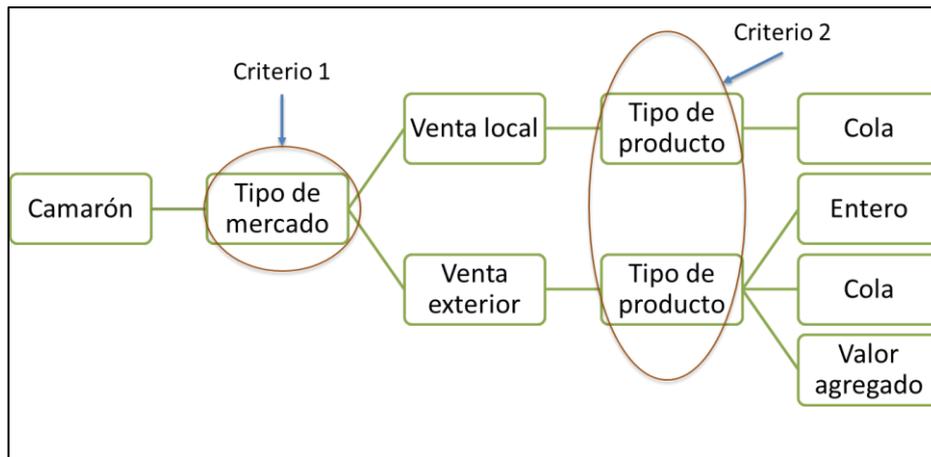


Figura 2.13. Criterios de estratificación

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

Para el criterio 1 se tiene lo siguiente:

La figura 2.14 muestra que el mercado se clasifica en 2 categorías, 74% corresponde a venta de exportación y el 26% a venta local.

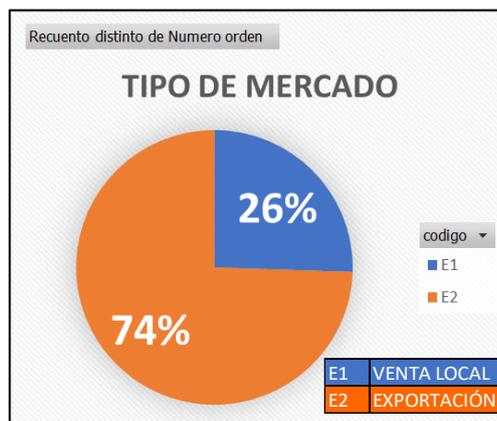


Figura 2.14. Tipo de mercado de venta de camarón.

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

Para el criterio 2 se tiene lo siguiente:

La figura 2.15 muestra que existen 3 tipos de categoría, 22% de valor agregado que es una operación especificada por el cliente y conlleva mayor tiempo de procesamiento, sin embargo, el camarón entero y cola, que significa menor tiempo de operación suman un 78% del total de pedidos.



Figura 2.15. Tipo de camarón

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

Finalmente se tiene que el enfoque del problema será en camarón de exportación del tipo entero y cola como muestra la figura 2.16 siguiente:

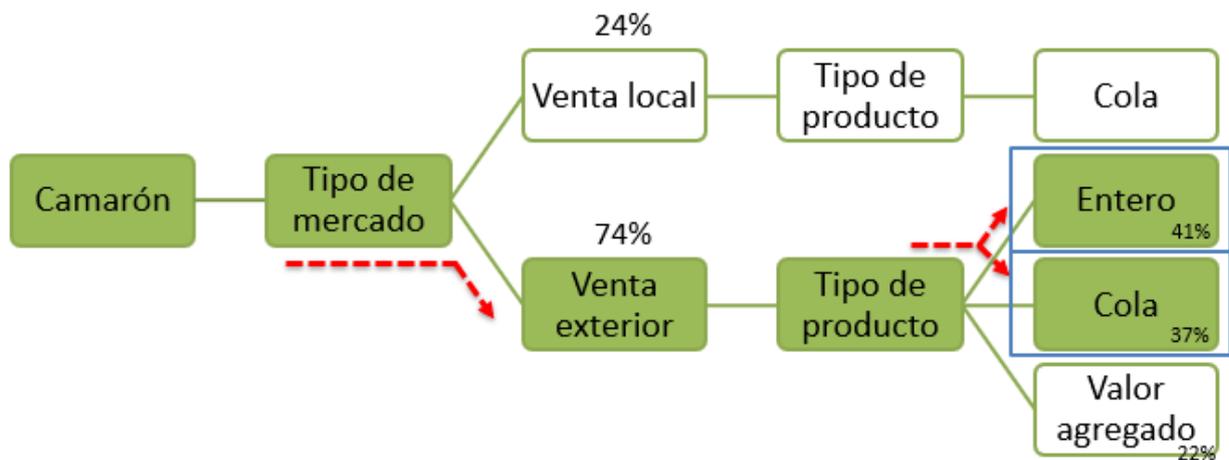


Figura 2.16. Resultados de estratificación.

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

Después de haberse determinado los criterios de estratificación se aplicó la herramienta 5W+1H para determinar el problema enfocado quedando de la siguiente forma:

“Bajo cumplimiento del procesamiento de ordenes de pedidos de camarón **de exportación de tipo entero y cola** de donde el 42% se entregan tarde desde mayo 2021 hasta mayo 2022 en la empresa empacadora de camarón”.

2.2.4 Análisis de capacidad

Una vez definido el problema enfocado se determina el estado actual de la variable mediante el análisis de capacidad, por lo tanto, se tiene:

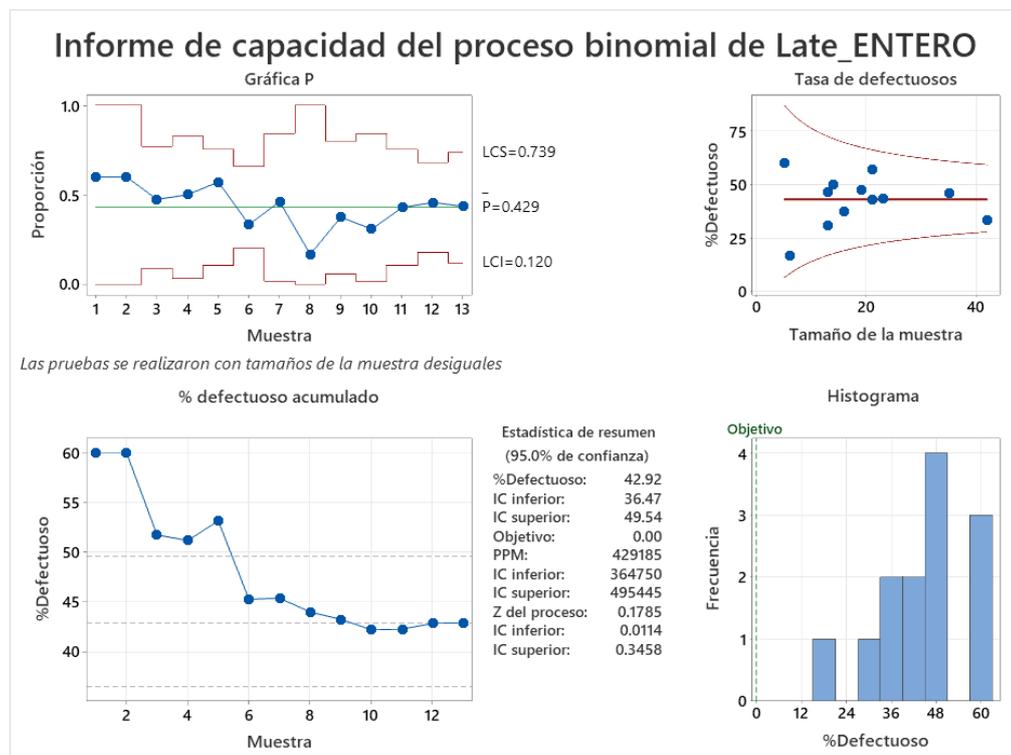


Figura 2.17. Análisis de capacidad para el problema enfocado 1

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

En la figura 2.17, en la tasa de defectuosos, los puntos parecen estar distribuidos aleatoriamente entre los diversos tamaños de muestra, por lo que el tamaño de la muestra no afecta la tasa de defectuosos. La gráfica P y la gráfica % defectuoso acumulado indican que el % de pedidos tardíos es bastante estable para este proceso. Por lo tanto, los supuestos del análisis de capacidad se cumplen. **Finalmente podemos determinar que el porcentaje de pedidos tardíos de camarón ENTERO no es capaz de cumplir con las especificaciones de entrega del cliente**

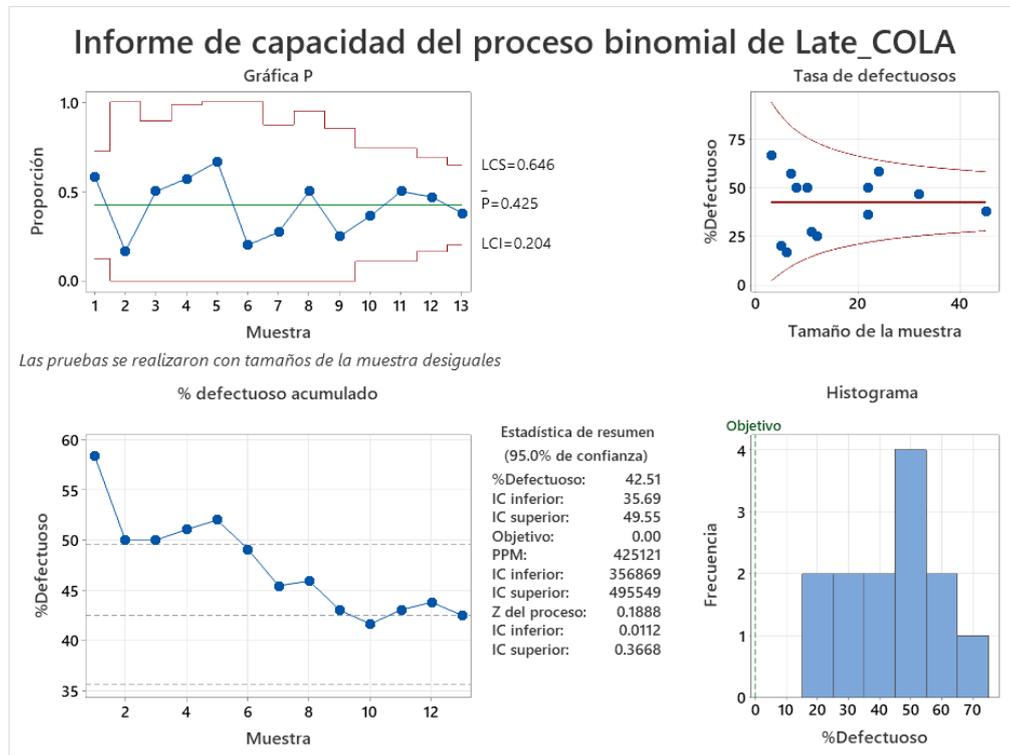


Figura 2.18. Análisis de capacidad para el problema enfocado 2

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

En la figura 2.18, en la tasa de defectuosos, los puntos parecen estar distribuidos aleatoriamente entre los diversos tamaños de muestra, por lo que el tamaño de la muestra no afecta la tasa de defectuosos. La gráfica P y la gráfica % defectuoso acumulado indican que el % de pedidos tardíos es bastante estable para este proceso. Por lo tanto, los supuestos del análisis de capacidad se cumplen. **Finalmente podemos determinar que el porcentaje de pedidos tardíos de camarón COLA no es capaz de cumplir con las especificaciones de entrega del cliente**

2.3 Análisis

En la tercera fase de la metodología DMAIC, análisis, se realizó una lluvia de ideas para el problema enfocado, de las cuales se las ordenaron en el Ishikawa, después se las evaluó para poderlas priorizar y aquellas que son prioritarias se las verificó con herramientas estadísticas o GEMBA para finalmente aplicar la herramienta 5 porqués para determinar las causas raíz.

2.3.1 Lluvia de ideas

En la siguiente figura (2.19) se muestra las ideas indicadas por el equipo que conformó el *focus group*:

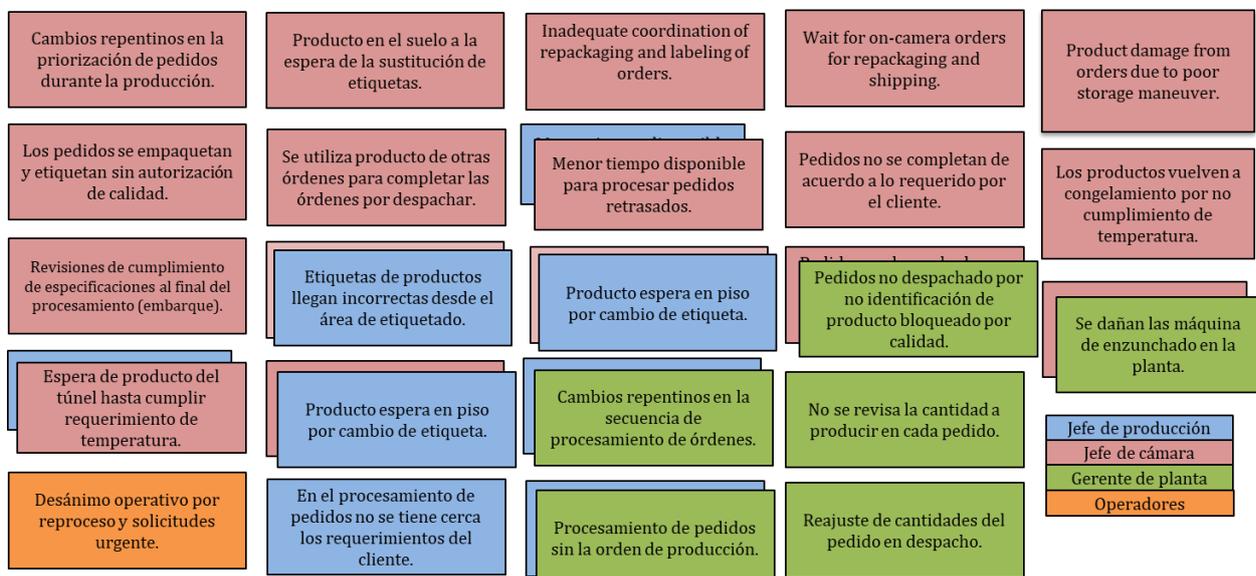


Figura 2.19. Lluvia de idea para el problema enfocado.

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

2.3.2 Diagrama Ishikawa

Las ideas del *brainstorming*, se las reorganizó en la herramienta gráfica de causa y efecto como se muestra en le figura 2.20.

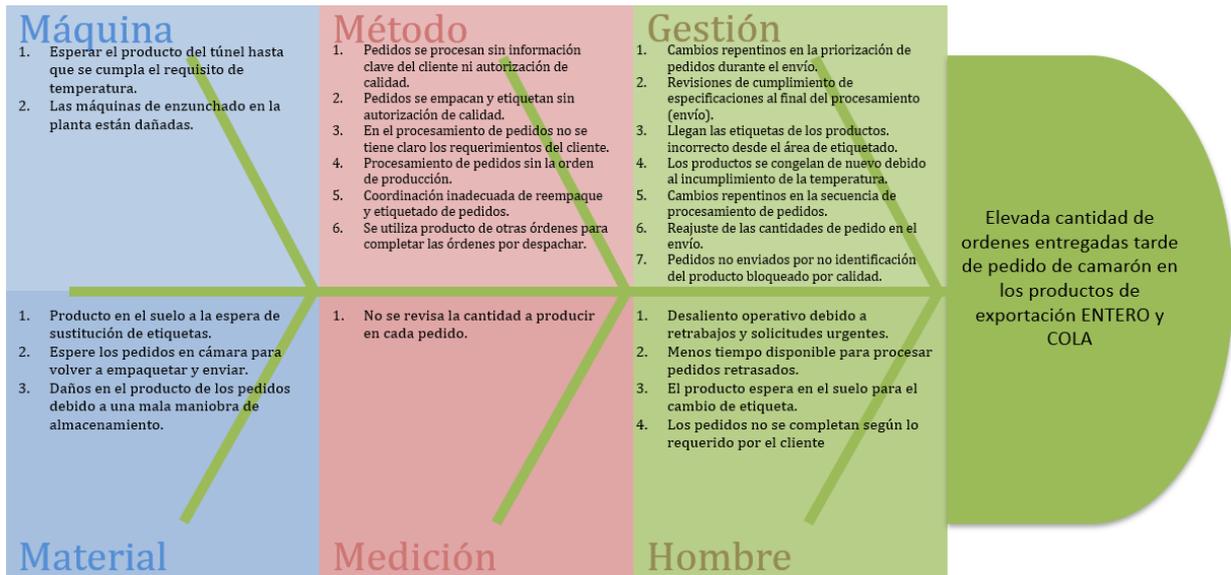


Figura 2.20. Diagrama Ishikawa del problema enfocado

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

2.3.3 Matriz causa y efecto

El siguiente paso fue medir el impacto que tienen sobre la variable de salida, de donde se utilizó la escala logarítmica para medir el impacto como se indica en la tabla 2.3. A su vez se muestra que se realizó la valoración del esfuerzo que tiene la organización con minimizar o tomar acción sobre cada causa el cuál se realizó con el gerente de planta.

Tabla 2.3. Matriz de causa y efecto

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

n°		Causas potenciales	VALORACIÓN DE CAUSAS			Moda	Esfuerzo
			Jefe de producción	Jefe de camara	Gerente de planta	Moda	
1		Cambios repentinos en la priorización de las órdenes durante producción.	9	9	3	9	B
2		Producto en piso por esperar reposición de etiquetas.	9	9	9	9	B
3		Pedidos se empacan y etiquetan sin autorización de calidad.	3	9	9	9	B
4		Se utiliza producto de otras órdenes para completar las órdenes por despachar.	9	9	3	9	B
5		Menor tiempo disponible para procesar pedidos retrasados.	9	9	3	9	A
6		Los productos vuelven a congelamiento por no cumplimiento de temperatura.	9	9	9	9	B
7		Revisiones de cumplimiento de especificaciones al final del procesamiento (embarque).	3	9	9	9	B
8		Procesamiento de pedidos sin la orden de producción.	9	3	9	9	B
9		Reajuste de cantidades del pedido en despacho.	3	9	9	9	A
10		Coordinación inadecuada de reempaque y etiquetado de pedidos.	3	3	9	3	B
11		Espera por búsqueda de pedidos en cámara para reempaque y embarque.	3	3	3	3	B
12		Daño de producto de los pedidos por mala maniobra de almacenamiento.	3	3	3	3	A
13		Se dañan las máquina de enzunchado en la planta.	9	3	3	3	A
14		Desánimo operativo por reproceso y solicitudes urgente.	3	3	3	3	A

Como se muestra en la figura 2.21 se tiene que las causas en las que nos debemos enfocar para verificarlas son las causas 1, 2, 3, 4, 6, 7 y 8 de la tabla 2.3.

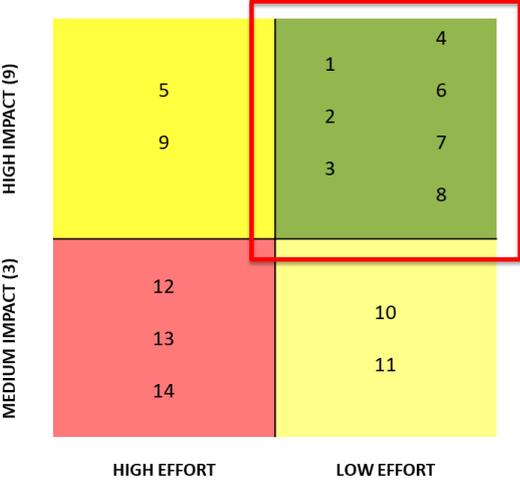


Figura 2.21. Priorización de causas

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

2.3.4 Plan de verificación de causas

El plan de verificación como se muestra en la tabla 2.4 se realizó con la finalidad de medir cada una de las causas priorizadas con la variable de salida mediante la aplicación de herramientas estadísticas, y finalmente proceder con el análisis de los 5 porqués.

Tabla 2.4. Plan de verificación de causas

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

N°	Causas potenciales	Teoría de impacto	Como verificar	Condición
1	Cambios repentinos en la priorización de los órdenes durante producción.	A mayor cantidad de cambios en el plan de producción (menor cumplimiento del plan) ocasiona que se incremente la cantidad de pedidos entregados tarde	Regresión lineal de la cantidad de cambios en el plan de producción semanal con el porcentaje de pedidos atrasados semanal	Realizado
2	Producto en piso por esperar reposición de etiquetas.	A mayor tiempo que el producto espera en piso mayor es el porcentaje de productos entregados tarde	Anova de un solo factor para la cantidad de días que espera el producto en piso con el porcentaje de pedidos entregados tarde	Realizado
3	Pedidos se empaquetan y etiquetan sin autorización de calidad.	A mayor cantidad de pedidos procesados sin la autorización de calidad mayor es el porcentaje de pedidos entregados tarde.	Anova de un solo factor para la cantidad de pedidos empaquetados y etiquetados sin la autorización de calidad con el porcentaje de pedidos entregados atrasados	Realizado
4	Se utiliza producto de otras órdenes para completar los órdenes por despachar.	A mayor cantidad de pedidos descompletados en piso mayor es el porcentaje de pedidos entregados tarde	Anova de un solo factor para la cantidad de pedidos incompletos en piso con el porcentaje de pedidos entregados tarde.	Realizado
6	Los productos vuelven a congelamiento por no cumplimiento de temperatura.	A mayor cantidad de horas que los productos completan en el área de refrigeración incrementa la cantidad de pedidos atrasados.	Regresión lineal entre el tiempo de refrigeración con el porcentaje de pedidos entregados tarde	Realizado
7	Pedidos no liberados por inspecciones de calidad en el área de despacho	A mayor cantidad de pedidos no despachados por calidad en el área de embarque incrementa la cantidad de pedidos entregados tarde	Regresión lineal entre la cantidad de pedidos no despachados por no cumplimiento de los requerimientos del cliente en la zona de embarque con el porcentaje de pedidos entregados tarde	Realizado
8	Procesamiento de pedidos sin la orden de producción.	A mayor cantidad de pedidos procesados sin la orden de producción mayor es el porcentaje de pedidos entregados tarde.	Regresión lineal entre la cantidad de pedidos procesados sin la orden de producción y el porcentaje de pedidos entregados tarde	Realizado

2.3.5 Verificación de causas

X1: Cambios repentinos en la priorización de las órdenes durante producción.

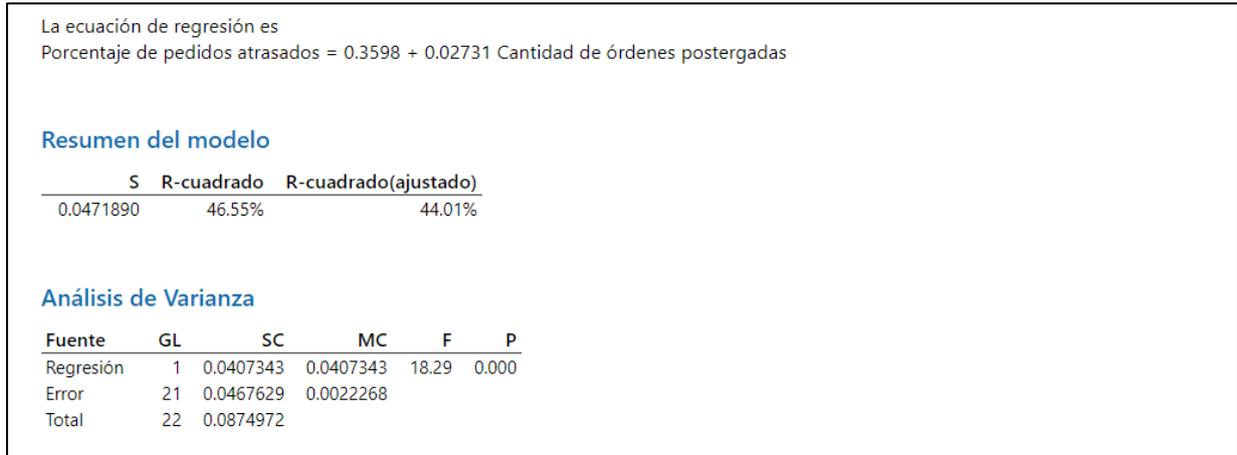


Figura 2.22. Resultados de minita para causa 1

Fuente: Registros de la compañía
 Vanessa Perero

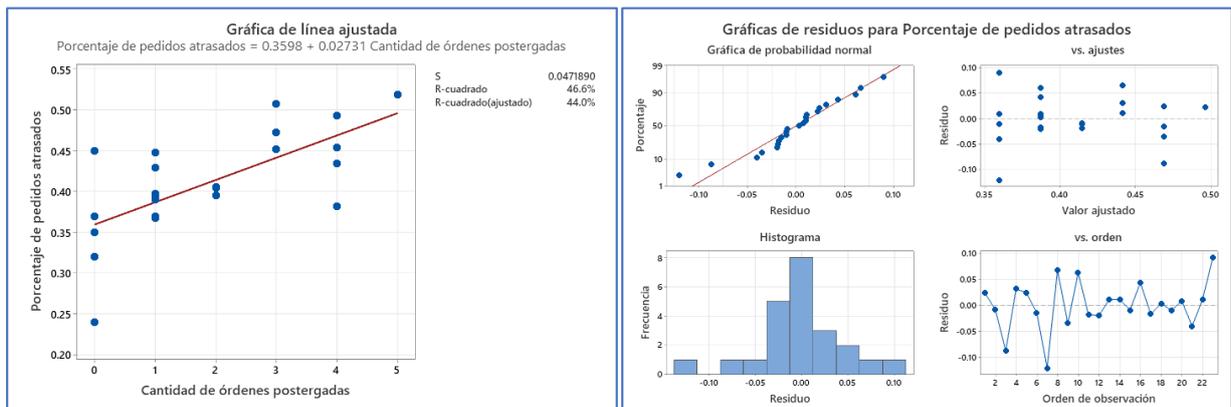


Figura 2.23. Línea ajustada y gráfica de residuos para causa 1

Fuente: Registros de la compañía
 Vanessa Perero

H0: El efecto de la cantidad de órdenes postergadas es igual a cero

H1: El efecto de la cantidad de órdenes postergadas es diferente de cero

Con un valor $p = 0$ se puede rechazar la hipótesis nula de donde “La cantidad de órdenes postergadas tiene un efecto diferente de cero” con un nivel de confianza del 95% por lo tanto podemos concluir que **La cantidad de ordenes postergadas afecta significativamente el porcentaje de pedidos atrasados**

X2: Producto en piso por esperar reposición de etiquetas.

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Días de espera para ser etiquet	3	1; 2; 3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Días de espera para ser etiquet	2	0.04367	0.021834	16.09	0.000
Error	20	0.02714	0.001357		
Total	22	0.07081			

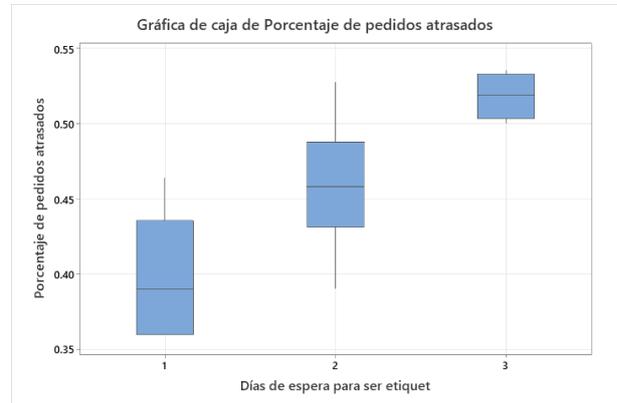


Figura 2.24. Resultados de Minitab para causa 2

Fuente: Registros de la compañía
 Vanessa Perero

Con un valor $p = 0$ como se muestra en la figura 2.24 se puede rechazar la hipótesis nula a favor de la hipótesis alterna de donde podemos concluir que **El tiempo que espera el producto en piso afecta significativamente el porcentaje de pedidos atrasados.** De donde a mayor tiempo en espera mayor es el porcentaje de pedidos atrasados

X3: Pedidos se empacan y etiquetan sin autorización de calidad.

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Cantidad de pedidos empacados y	3	1; 2; 3

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Cantidad de pedidos empacados y	2	0.02839	0.014197	6.69	0.006
Error	20	0.04242	0.002121		
Total	22	0.07081			

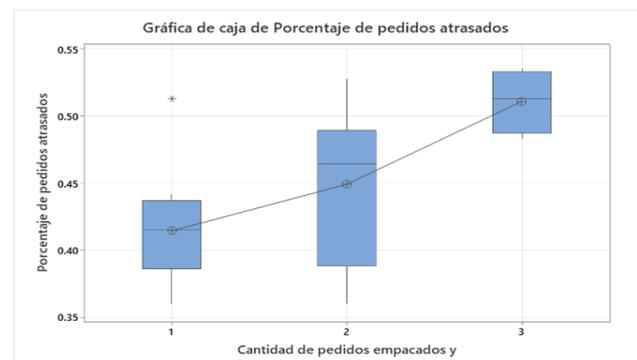


Figura 2.25. Resultados de Minitab para la causa 3

Fuente: Registros de la compañía
 Vanessa Perero

Con un valor $p = 0$ Como se muestra en la figura 2.25 se puede rechazar la hipótesis nula a favor de la hipótesis alterna de donde podemos concluir que **La cantidad de pedidos empacados y etiquetados sin autorización de calidad afecta significativamente el porcentaje de pedidos atrasados.**

De donde a mayor cantidad mayor es el porcentaje de pedidos atrasados

X4: Se utiliza producto de otras órdenes para completar las órdenes por despachar.

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales
 Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Cantidad de pedidos incompletos	2	1; 2

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Cantidad de pedidos incompletos	1	0.01036	0.010359	3.60	0.072
Error	21	0.06045	0.002879		
Total	22	0.07081			

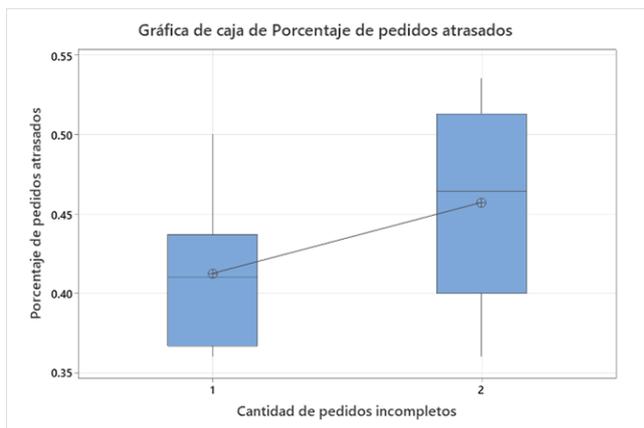


Figura 2.26. Resultados de Minitab para causa 4

Fuente: Registros de la compañía
 Vanessa Perero

Con un valor $p = 0.072$ mayor al nivel de significancia de 0.05 no se rechaza la hipótesis nula por lo tanto **La cantidad de pedidos incompletos en piso NO afecta significativamente el porcentaje de pedidos atrasados.**

X6: Los productos vuelven a congelamiento por no cumplimiento de temperatura.

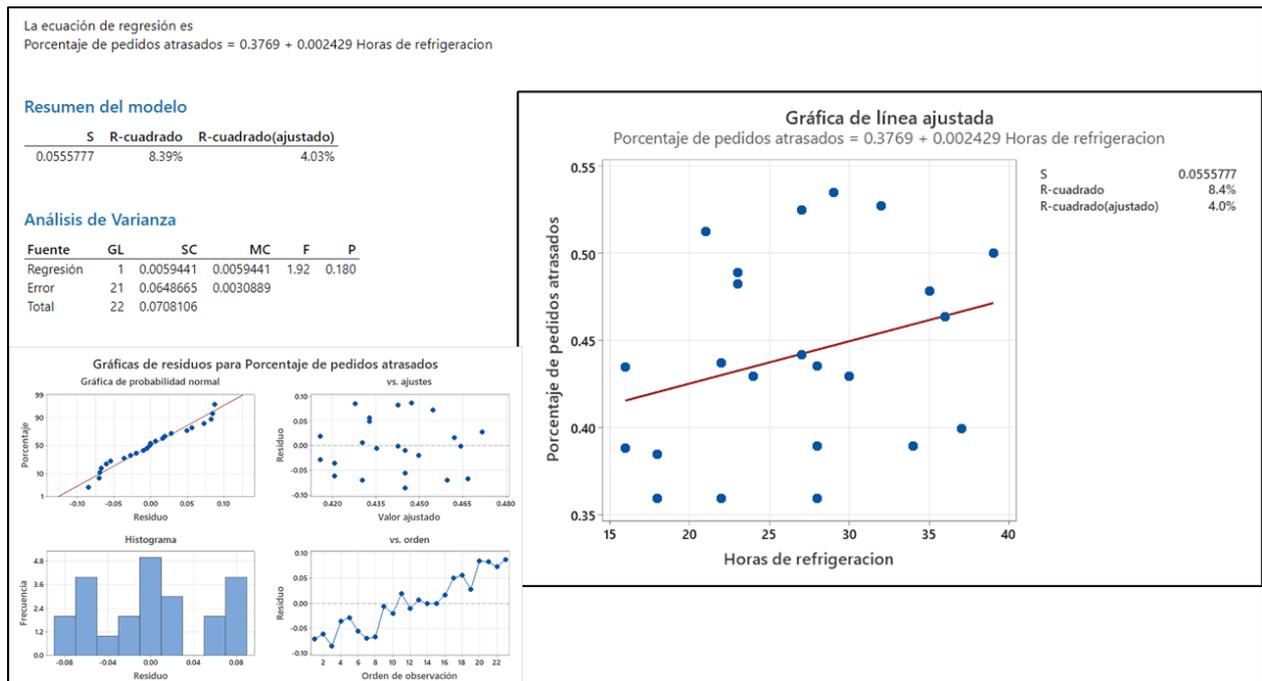


Figura 2.27. Resultados de Minitab para causa 6

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

H0: El efecto de las horas de refrigeración es igual a cero

H1: El efecto de las horas de refrigeración es diferente de cero

Con un valor $p = 0.18$ como se muestra en la figura 2.27. mayor al nivel de significancia de 0.05 no se puede rechazar la hipótesis nula por lo tanto “La cantidad de horas de refrigeración tiene un efecto igual a cero” con un nivel de confianza del 95% por lo tanto podemos concluir que **La cantidad horas de refrigeración NO afecta significativamente el porcentaje de pedidos atrasados**

X7: Pedidos no liberados por inspecciones de calidad en el área de despacho

La ecuación de regresión es
 Porcentaje de pedidos atrasados = 0.3459 + 0.009135 Cantidad de pedidos no despacha

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)
0.0512438	22.12%	18.42%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.0156662	0.0156662	5.97	0.024
Error	21	0.0551444	0.0026259		
Total	22	0.0708106			

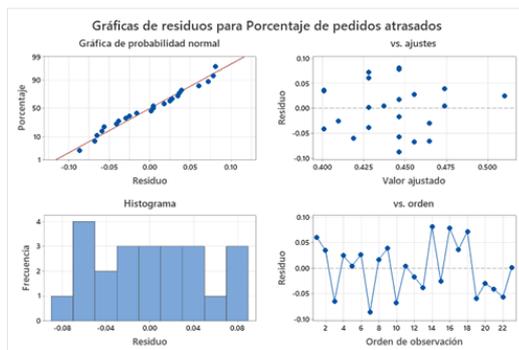
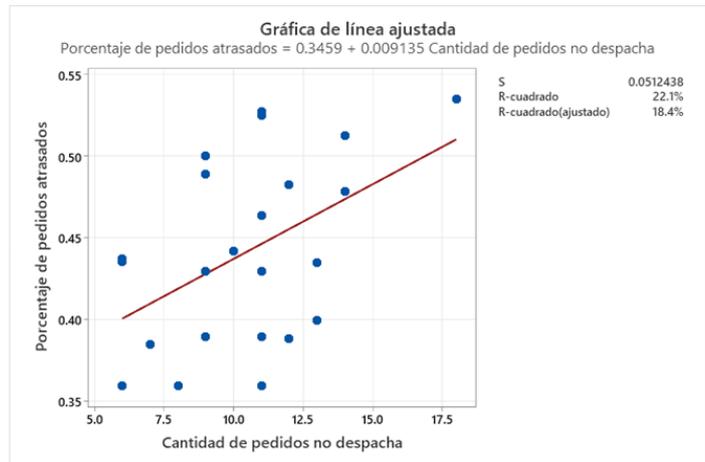


Figura 2.28. Resultados de Minitab para causa 7

Fuente: Registros de la compañía
 Vanessa Perero

H0: El efecto de la cantidad de pedidos no despachados en la zona de embarque es igual a cero

H1: El efecto de la cantidad de pedidos no despachados en la zona de embarque es diferente de cero

Con un valor p = 0.024 como muestra la imagen 2.28 menor al nivel de significancia de 0.05 se puede rechazar la hipótesis nula por lo tanto “La cantidad de pedidos no despachados tiene un efecto diferente a cero” con un nivel de confianza del 95% por lo tanto podemos concluir que **La cantidad de pedidos no despachados por calidad en la zona de embarque SI afecta significativamente el porcentaje de pedidos atrasados**

X8: Procesamiento de pedidos sin la orden de producción.

La ecuación de regresión es
 Porcentaje de pedidos atrasados = 0.3725 + 0.004636 Pedidos procesados sin la orden

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)
0.0484422	30.41%	27.09%

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.0215311	0.0215311	9.18	0.006
Error	21	0.0492795	0.0023466		
Total	22	0.0708106			

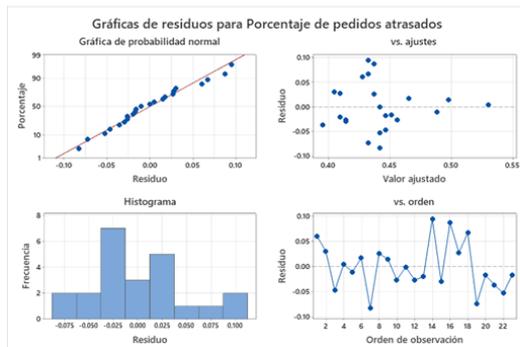
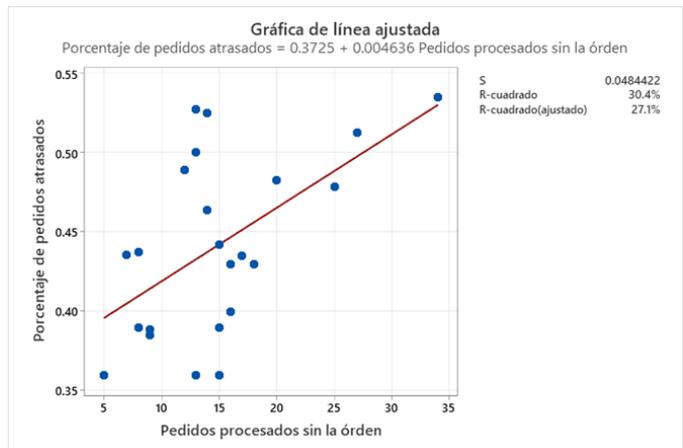


Figura 2.29. Resultados de Minitab para causa 8

Fuente: Registros de la compañía
 Vanessa Perero

H0: El efecto de la cantidad de pedidos procesados sin la orden de producción es igual a cero

H1: El efecto de la cantidad de pedidos procesados sin la orden de producción es diferente de cero

Con un valor $p = 0.006$ menor al nivel de significancia de 0.05 se puede rechazar la hipótesis nula por lo tanto “La cantidad de pedidos procesados sin la orden de producción tiene un efecto diferente a cero” con un nivel de confianza del 95% por lo tanto podemos concluir que **La cantidad de pedidos procesados sin la orden de producción Si afecta significativamente el porcentaje de pedidos atrasados**

Finalmente podemos evidenciar el resultado de cada una de las causas como se muestra en la figura 2.30:

N°	CAUSAS POTENCIALES	CONDICIÓN
X1	Cambios repentinos en la priorización de las órdenes durante despacho.	SIGNIFICATIVO
X2	Producto en piso a la espera de reposición de etiquetas.	SIGNIFICATIVO
X3	Pedidos se empacan y etiquetan sin autorización de calidad.	SIGNIFICATIVO
X4	Se utilizan productos de otras órdenes para completar las órdenes por despachar.	NO SIGNIFICATIVO
X6	Los productos vuelven a congelamiento por no cumplimiento de temperatura.	NO SIGNIFICATIVO
X7	No despachos por inspecciones de calidad de los pedidos en el área de despacho.	SIGNIFICATIVO
X8	Procesamiento de pedidos sin la orden de producción	SIGNIFICATIVO

Figura 2.30. Resultado de verificación de causas

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

2.3.6 Análisis de 5 porque

La siguiente fase es la aplicación de la herramienta de los 5 porque para las causas significativas como se muestra en la siguiente tabla (2.5):

Tabla 2.5. Herramienta de los 5 porqués

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

Nº	Causas potenciales	¿Por qué 1?	Hipótesis	¿Por qué 2?	Hipótesis	¿Por qué 3?	Hipótesis	¿Por qué 4?	Causa raíz
X1	Cambios repentinos en la priorización de las órdenes durante producción.	¿Por qué hay Cambios repentinos en la priorización de las órdenes durante producción?	Si	¿Por qué hay órdenes de mayor urgencia que deben ser despachadas?	Si	¿Por qué no se cumple el plan de producción?	Si	¿Por qué durante la planificación no se considera ciertos factores críticos?	El proceso de planificación de órdenes es empírico
		Porque hay órdenes de mayor urgencia que deben ser despachadas		Porque no se cumple el plan de producción		Porque durante la planificación no se considera ciertos factores críticos		Porque la forma de realizar la planificación es empírica	
X2	Producto en piso por esperar reposición de etiquetas.	¿Por qué hay producto en piso esperando reposición de etiquetas?	Si	¿Por qué el área de calidad no libera la etiqueta?	Si	¿Por qué el área de calidad no recibe la notificación de que el producto está esperando?	Si	¿Por qué no se cumple protocolos de comunicación con el área de calidad?	Los protocolos de comunicación con el área de calidad están desactualizados
		Porque el área de calidad no libera la etiqueta		Porque el área de calidad no recibe la notificación de que el producto está esperando		Porque no se cumple protocolos de comunicación con el área de calidad		Protocolos de comunicación desactualizados	
								Protocolos desconocidos por el personal	Los protocolos son desconocidos por el personal.

N°	Causas potenciales	¿Por qué 1?	Hipótesis	¿Por qué 2?	Hipótesis	¿Por qué 3?	Hipótesis	¿Por qué 4?	Causa raíz	
X3	Pedidos se empacan y etiquetan sin autorización de calidad.	¿Por qué los pedidos se empacan y etiquetan sin autorización de calidad?	Si	¿Por qué el área de calidad no recibe la notificación de que el producto está esperando?	Si	¿Por qué no se cumple protocolos de comunicación con el área de calidad?			Los protocolos de comunicación con el área de calidad están desactualizados	
		Porque el área de calidad no recibe la notificación de que el producto está esperando		Porque no se cumple protocolos de comunicación con el área de calidad		Protocolos de comunicación desactualizados				Los protocolos son desconocidos por el personal.
		Porque existen cambios en la información del cliente que no se comunica	Si	¿Por qué existen cambios en la información del cliente que no se comunica?						
				Información clave de los pedidos no está disponible dentro del proceso de planificación de órdenes						

Nº	Causas potenciales	¿Por qué 1?	Hipótesis	¿Por qué 2?	Hipótesis	¿Por qué 3?	Hipótesis	¿Por qué 4?	Causa raíz
X7	Pedidos no liberados por inspecciones de calidad en el área de despacho	¿Por qué hay pedidos no despachados por inspecciones de calidad en el área de despacho?	Si	¿Por qué el área de calidad no comunica los lotes bloqueados?					Los protocolos son desconocidos por el personal.
		Porque el área de calidad no comunica los lotes bloqueados		Protocolos desconocidos por el personal					
		Porque el registro de lotes retenidos no se actualiza para todas las áreas interesadas	Si	¿Por qué el registro de lotes retenidos no se actualiza para todas las áreas interesadas?					El sistema de identificación de lotes no es adecuado
			Porque el sistema de identificación de lotes retenidos no es adecuado						
X8	Procesamiento de pedidos sin la orden de producción.	¿Por qué existe un procesamiento de pedidos sin la orden de producción?	Si	¿Por qué hay órdenes de mayor urgencia que deben ser despachadas?	Si	¿Por qué no se cumple el plan de producción?	Si	¿Por qué durante la planificación no se considera ciertos factores críticos?	El proceso de planificación de órdenes es empírico
		Porque hay órdenes de mayor urgencia que deben ser despachadas		Porque no se cumple el plan de producción		Porque durante la planificación no se considera ciertos factores críticos		Porque la forma de realizar la planificación es empírica	

Se puede observar en la siguiente tabla 2.6 el resumen de las causas potenciales con las causas raíz identificada.

Tabla 2.6. Resumen de causas potenciales y causas raíz

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

N°	Causas potenciales	Causa raíz
X1 X8	Cambios repentinos en la priorización de las órdenes durante producción. Procesamiento de pedidos sin la orden de producción.	El proceso de planificación de órdenes es empírico
X2	Producto en piso por esperar reposición de etiquetas.	Los protocolos de comunicación con el área de calidad están desactualizados Los protocolos son desconocidos por el personal.
X3	Pedidos se empaacan y etiquetan sin autorización de calidad.	Los formatos están desactualizados en los procesos de planificación de órdenes
X7	Pedidos no liberados por inspecciones de calidad en el área de despacho	El sistema de identificación de lotes no es adecuado

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANALISIS

3.1 Implementación y control

Para continuar con la metodología DMAIC, en esta fase de mejora y control, se realizó una lluvia de ideas para proponer soluciones a las causas raíz como se muestra en la figura 3.1

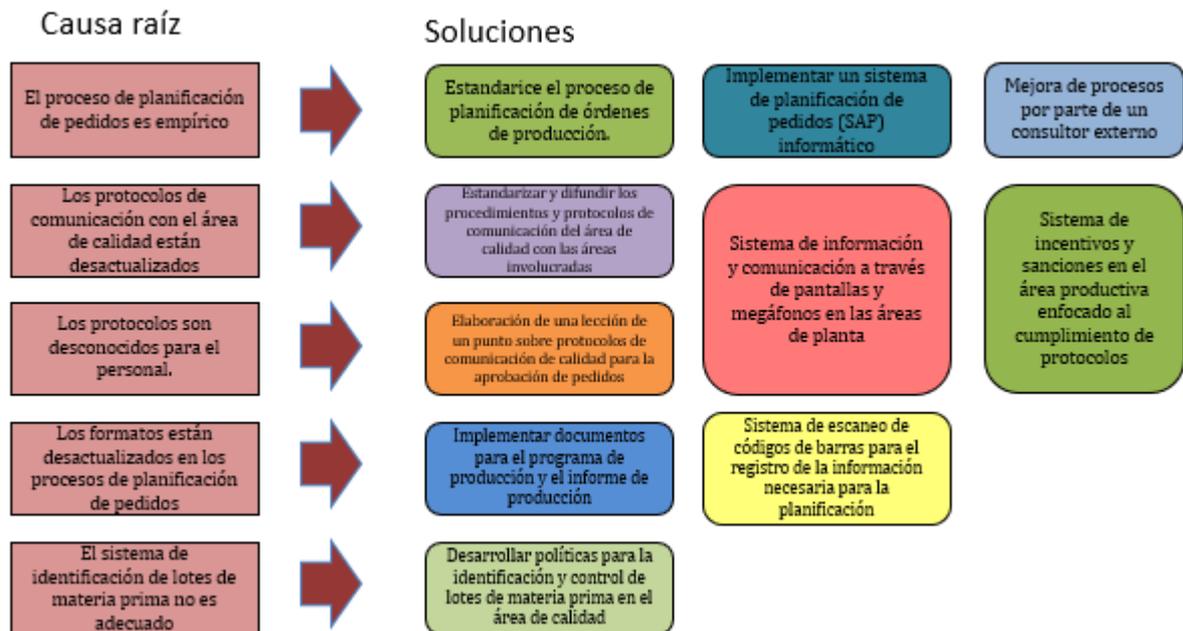


Figura 3.1. Lluvia de idea de soluciones.

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

Una vez determinadas las soluciones se evaluó el impacto que tenía cada solución con la variable de salida además del esfuerzo en la implementación, esta evaluación se realizó con el equipo de trabajo de análisis de causas en la cual se utilizó la escala logarítmica para el impacto y una escala de 1 y 3 para el esfuerzo como se muestra en la siguiente tabla 3.1:

Tabla 3.1. Evaluación de soluciones

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

N°	Soluciones	Evaluación de soluciones			Moda estadística	Enfuerzo
		Operador	Supervisor	Gerente de planta		
1	Estandarizar el proceso de planificación de órdenes de producción	9	9	3	9	1
2	Estandarizar y difundir los procedimientos/protocolos de comunicación del área de calidad con las áreas involucradas	9	9	9	9	1
3	Elaboración de una lección de un punto sobre los protocolos de comunicación con calidad para la aprobación de órdenes	9	9	3	9	1
4	Elaborar documentos para el programa de producción y reporte de producción.	9	9	3	9	1
5	Desarrollar políticas de identificación y control de lotes de materia prima en el área de calidad	9	9	3	9	1
6	Implementar un sistema informático de planificación de órdenes (SAP)	3	9	9	9	3
7	Sistema de información y comunicación mediante pantallas y megáfonos en las áreas de la planta	3	9	9	9	3
8	Sistema de escaneo de código de barras para el registro de información necesaria por planificación	3	9	3	3	3
9	Mejora de procesos por parte de un consultor externo	3	3	3	3	3
10	Sistema de incentivos y sanciones en el área de producción enfocado a cumplimiento de protocolos	9	3	3	3	3

Una vez evaluadas las soluciones se realizó la matriz de priorización de soluciones como muestra la figura 3.2.

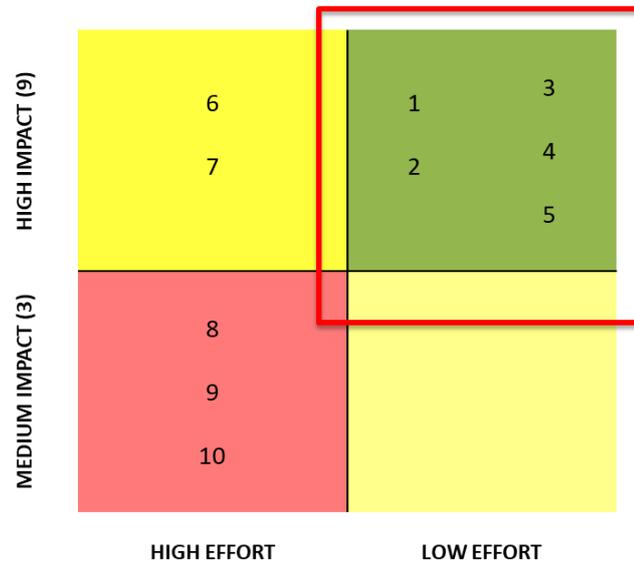


Figura 3.2. Priorización de soluciones

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

Como muestra la figura 3.2, las soluciones que se seleccionaron fueron:

1. Estandarizar el proceso de planificación de órdenes de producción
2. Estandarizar y difundir los procedimientos/protocolos de comunicación del área de calidad con las áreas involucradas
3. Elaboración de una lección de un punto sobre los protocolos de comunicación con calidad para la aprobación de órdenes
4. Elaborar documentos para el programa de producción y reporte de producción.
5. Desarrollar políticas de identificación y control de lotes de materia prima en el área de calidad

Para la implementación de las soluciones se las agrupo, como muestra la figura 3.3, puesto que tienen elementos en común y se pueden incluir en su implementación:

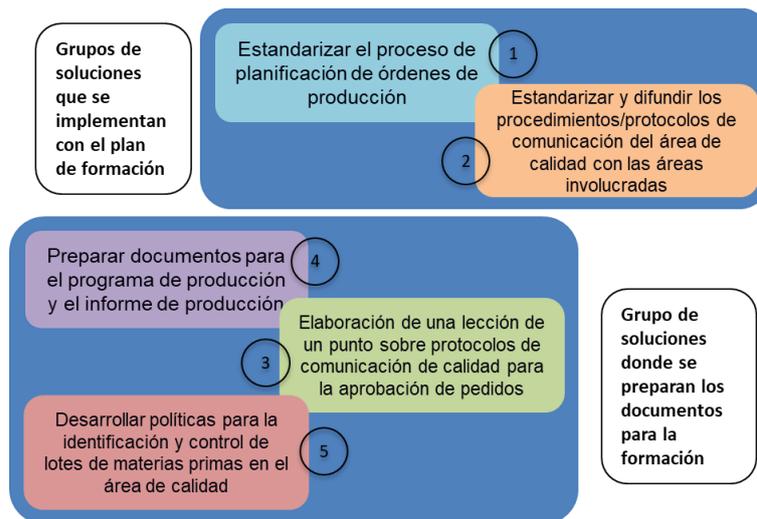


Figura 3.3. Grupos de implementación de soluciones

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

Para la implementación del primer grupo de soluciones se siguió los pasos indicados en la figura 3.4.



Figura 3.4. Pasos para estandarizar el proceso de planificación

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

1. Documentación del proceso: este paso fue realizado en fases anteriores donde se validó las actividades que realizaban y se documentó el proceso puesto que no disponen de manual de procesos y procedimientos. La figura 3.5.

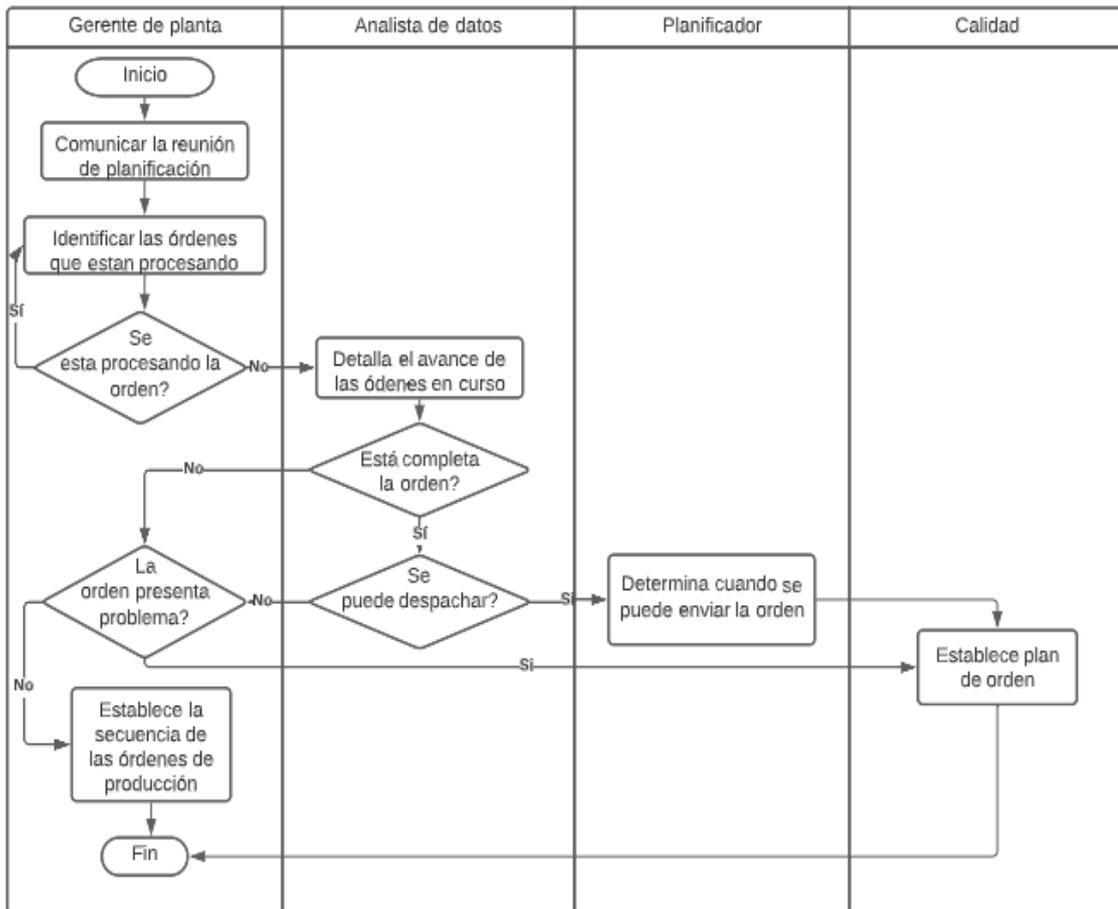


Figura 3.5. Proceso de planificación antes de implementación de soluciones

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

2. Análisis de proceso: para esta fase se realizó un análisis de valor agregado de las actividades para determinar el estado actual del proceso de planificación, de donde los resultados se muestran en la tabla 2.1. Análisis de valor agregado del proceso de planificación. Y en la figura 3.6 se muestra los resultados del análisis de valor de procesos antes.

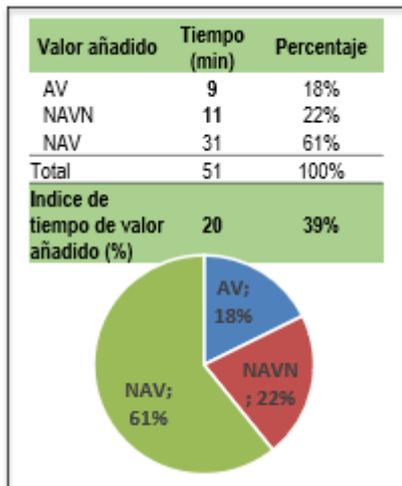


Figura 3.6. Resultados de análisis de proceso antes

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

- Determinar el proceso: en esta fase se estudió la forma correcta del proceso de planificación de acuerdo con las responsabilidades de cada cargo, de donde, la figura 3.7 muestra el proceso después de revisado y aprobado por la gerente de planta.

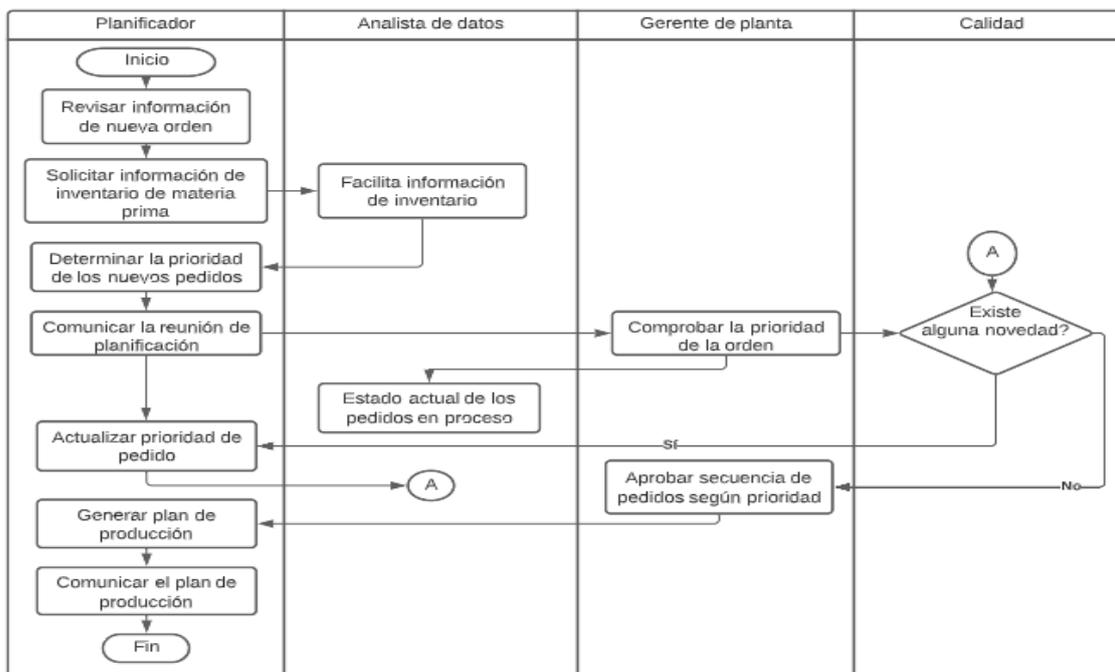


Figura 3.7. Proceso de planificación después

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

4. Entrenamiento al personal: en este paso se capacitó uno a uno a las personas que intervienen en los procesos a implementar.
5. Seguimiento del proceso implementado: en este paso se dio seguimiento a todo el proceso con el objetivo de minimizar errores y mantener el cambio del proceso.
6. Evaluación del proceso: en este paso, se midió los resultados después de la implementación de la variable de salida, el porcentaje de pedidos entregados tarde. La figura 3.8 muestra cada paso desde el entrenamiento, seguimiento y medición de resultados.



Figura 3.8. Entrenamiento, seguimiento y medición de resultados

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

Factores de éxito para la implementación de procesos:

Para la implementación de estas soluciones se determinaron las siguientes acciones como puntos clave para poder realizar el proceso y mantenerlo en el tiempo, además que le permite al proceso reportar novedades a las personas responsables quedando formal y difundido con todo el personal:

1. Formación del equipo para el comité de planificación de órdenes: se capacitó al personal en las responsabilidades dentro de la reunión, desde tomar asistencia, hasta comunicar los temas tratados en la reunión y el programa de producción mediante correo a las personas de interés.
2. Formalización de funciones para la ejecución de las reuniones de planificación: se notificó a las autoridades de las diferentes áreas las responsabilidades de cada persona para que exista un compromiso en la participación de la reunión de planificación.

3. Compromiso del comité para el cumplimiento del programa de planificación: a medida que se avanza en las reuniones es importante evaluar el compromiso de las personas que participan en la planificación para atender puntos de dolor y realizar planes de acción.
4. Reporte de novedades del área de producción para retroalimentación el proceso y desarrollo de planes de acción.
5. Desarrollo de plan de entrenamiento y capacitación además de la formación del equipo de mejora continua.

Para el prototipado del segundo grupo de soluciones:

Se elaboró las lecciones de un punto para cada área con el objetivo de comunicar el protocolo de comunicación con el área de calidad, figura 3.9. También se diseñó un formato para el programa de producción que será comunicado en todas las áreas implícitas en el proceso con la finalidad de normalizar la utilización del documento (figura 3.10). Y para el diseño de las políticas, se determinó un área en particular en el área de producción para almacenar y restringir el material y producto retenido que no puede ser utilizado hasta que el área de calidad reporte las novedades como muestra en la figura 3.11.



Figura 3.9. Ejemplo de la lección de un punto

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

		Fecha de planificación:	Fecha de producción:	N°:														
Observaciones: La producción debe de realizarse con el plan de producción actualizado, es decir, cada día de producción se realiza con la planificación de ese mismo día																		
Lote	Cliente	Número de orden de trabajo	Nombre de ítem/producto/talla	Cantidad a producir/día														Tipo de empaque
				1		2		3		4		5		6		7		
				T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

Lote	Observaciones y comentarios	Turno	Fecha
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Autorizado por: _____ Realizado por: _____

Figura 3.10. Formato del programa de producción semanal

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero



Figura 3.11. Área delimitada para producto retenido

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

3.2 Resultados

3.2.1 Variable de salida

Con las implementaciones y prototipos se realizó una recolección de datos para verificar el impacto sobre la variable de salida, de donde todo el mes de agosto se realizó la recolección de datos de los pedidos además del registro de información para determinar el impacto en los pilares de sostenibilidad.

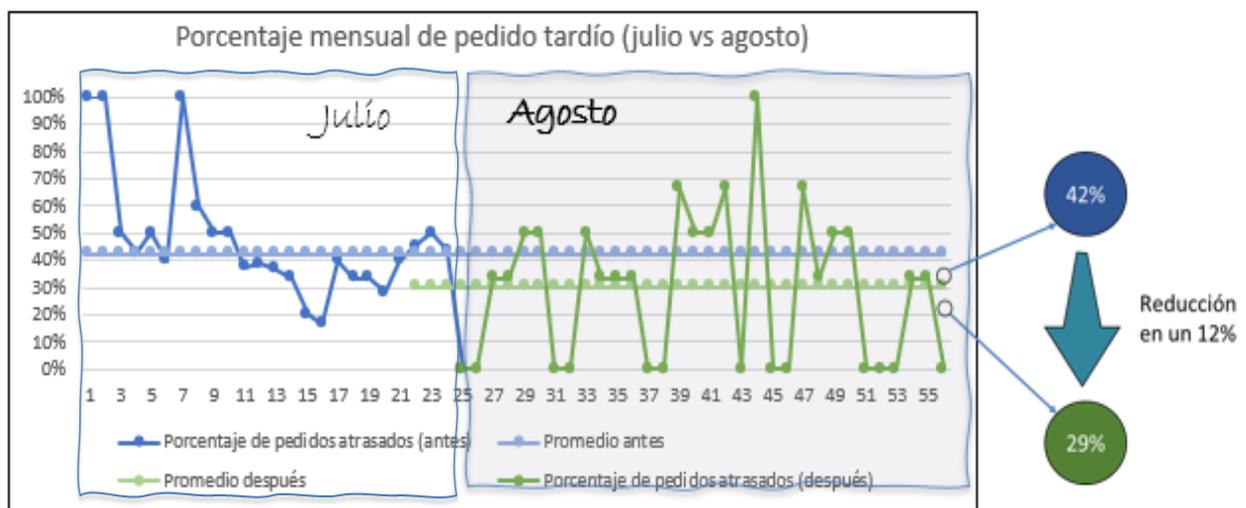


Figura 3.12. Antes y después del porcentaje diario de pedidos entregados tarde

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

La Figura 3.12, muestra el cambio que tuvieron los 2 últimos meses, julio y agosto, observándose que se redujo el porcentaje de pedidos mensual como muestra la siguiente figura.

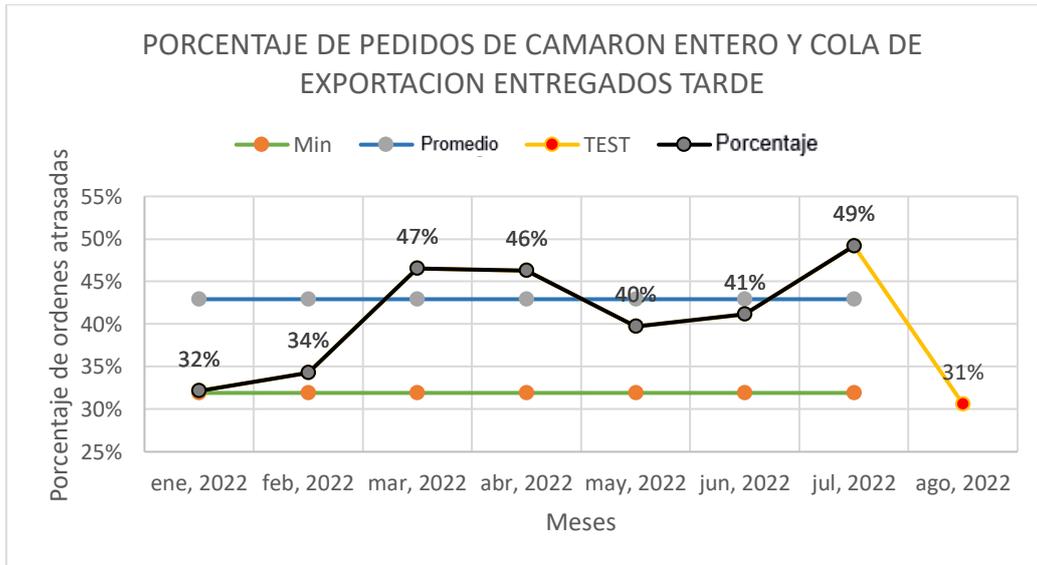


Figura 3.13. Porcentaje mensual de pedidos entregados tarde

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

En la figura 3.13, se muestra que en el mes de agosto se tuvo un porcentaje de pedidos tardíos de un 31% cumpliendo así el objetivo planteado.

3.2.2 Pilares de sostenibilidad

Impacto económico: la figura 3.14 muestra los principales costos adicionales de donde se tiene que por cada orden entregada a tiempo se tendría un ahorro de \$1,249.93 y para el mes de agosto se estima que 6 órdenes fueron entregadas a tiempo por lo tanto se tuvo un ahorro total de \$7,499.58

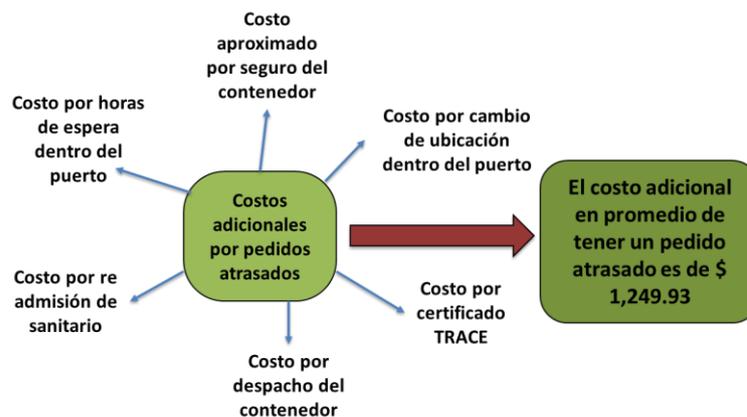


Figura 3.14. Impacto económico

Fuente: Registros de la compañía

Vanessa Perero

Impacto ambiental: La figura 3.15, muestra el peso de los componentes que se desperdician por cada orden entregada tarde, de donde se determinó que por cada orden entregada tarde se incurre en un desperdicio de 1,110.99 kg en materiales de empaque y etiquetado, de donde para el mes de agosto se redujeron 6,200 kg de desperdicio.



Master de 650 gramos

2,000 etiquetas pesan 2040 gramos

Figura 3.15. Impacto ambiental

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

Impacto social: la figura 3.16 muestra la contraparte del porcentaje de ordenes entregadas a tarde, es decir, el porcentaje de ordenes entregadas a tiempo lo que se puede traducir en el nivel de servicio que se tiene con los clientes, por lo tanto, en el mes de agosto se tuvo un incremento del 12% en el nivel de servicio, pasando de un 59% a un 71%.

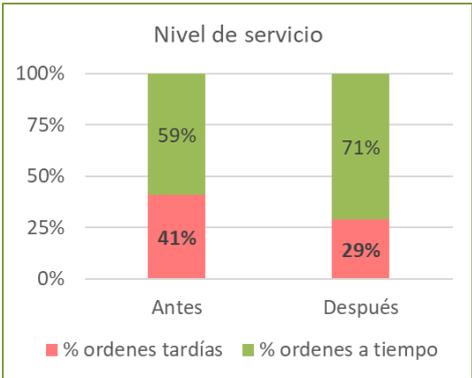


Figura 3.16. Impacto social

Fuente: Registros de la compañía
Vanessa Perero

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Mediante la aplicación de la metodología DMAIC y el uso de sus herramientas de cada fase se logró reducir el porcentaje de órdenes entregadas tarde de un 42% a un 29% para el mes de agosto.
- Al reducir el porcentaje de órdenes atrasadas implica una reducción en los costos adicionales incurridos por la entrega de pedidos tarde, desde costos por relocalización dentro del patio hasta el propio despacho del contenedor. Los costos adicionales por entregar 6 pedidos a tiempo significaron un ahorro de \$7,499 para el mes de agosto.
- Dado que se redujo el porcentaje de ordenes atrasadas de un 42% a un 29%, implica también que la cantidad de órdenes entregadas a tiempo incrementa significando que el nivel de servicio con el cliente aumenta de un 58% a un 71%.
- La entrega de pedidos tarde implica también desperdicios en materiales de empaque y etiquetas. Con los datos históricos se proyectaron que en el mes de agosto haya 22,864 kg de desperdicio, sin embargo, de acuerdo con la información recolectada posterior a la implementación de soluciones se generó 16,664 kg, reduciendo 6,200 kg de desperdicio.
- Se analizó el proceso de planificación y se definió la forma más eficiente de ejecución considerando los recursos disponibles en la organización.

4.2 Recomendaciones

- Para lograr el mantenimiento de las mejoras en el tiempo es importante retroalimentar al equipo y trabajar en los factores de éxito.
- Se recomienda que las propuestas prototipadas se implementen en el corto tiempo para complementar las acciones tomadas para lograr los objetivos planteados inicialmente
- Es importante mantener un equipo de mejora continua trabajando en el mantenimiento de los cambios y en proponer proyectos futuros y que potencie los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

- Ariza, B. (2015). *Los 5 porqués de Toyota: una técnica para identificar y resolver problemas*.
- Brown, C. (2019). Why and how to employ the SIPOC model. *Journal of Business Continuity & Emergency Planning*, 198-210.
- Cooper, R., & Dreher, A. (2010). Voice-of-customer methods. *Marketing management*, 19(4), 38-43.
- McCarty, T., Daniels, L., Bremer, M., & Gupta, P. (2005). *Six Sigma Black Belt Handbook (Six SIGMA Operational Methods)*, 1st Edition. McGraw Hill.
- Pere, G., Lluís, M.-A., Sandrine, S., & Tort-Martorell, X. (2014). Six Sigma: hints from practice to overcome difficulties. *Total Quality Management & Business Excellence*, 198-208.
- Valenzuela, L. (2000). *Diagrama Ishikawa*. Santiago de Chile.