

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 29 de noviembre de 1976.

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales
Maestría en Ingeniería Para La Calidad



REDUCCIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE EMBARQUES EXPEDITADOS EN LA PLANEACIÓN DE MATERIALES

TRABAJO RECEPCIONAL que para obtener el **GRADO** de
Maestro en Ingeniería Para La Calidad

Presenta: **ING. FELIPE RENÉ NÚÑEZ GODÍNEZ**
Asesor **MTO. IGNACIO ÁLVAREZ PLACENCIA**

Tlaquepaque, Jalisco. 8 de junio de 2019.

Abstract

La planeación de materiales es un área que implica una repetibilidad limitada y que enfoca su ejecución en un sistema de planeación conocido como MRP. La participación humana implica la evaluación de la salida del sistema y es la puerta a errores del proceso.

El presente documento analiza el proceso de planeación de materiales con un enfoque estadístico. Basa los análisis en la búsqueda de causas que generan la necesidad de embarques expeditados. El proyecto se desarrolla mediante la aplicación de la metodología DMAIC y basa sus análisis en la varianza y la interpretación de los resultados de esta.

La utilización de distintas herramientas como Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, Histograma, Análisis de varianza, AMEF y de control, hacen del presente documento una guía para proyectos relacionados a la mejora continua.

La base de la solución se dio al identificar claramente el defecto. El proceso, al no considerar defectos en pasos intermedios llevó a ignorar el verdadero comportamiento del proceso. La asociación de las variables con el defecto ayudó a aplicar mejoras temprano en el proyecto. La aplicación temprana del AMEF y su progresivo desarrollo llevó a administrar de forma correcta las soluciones y los impactos al proceso

La conclusión del presente documento involucra el lado humano del proyecto, el correcto uso de habilidades interpersonales y la motivación como herramientas de apoyo para el logro del proyecto.

Abstract

Material planning is an area that implies limited repeatability that focuses on its execution in a planning system known as MRP. Human participation involves the evaluation of the output of the system implying an assessment that can be modified by the buyer. This is an opportunity to increase the number of errors in the process.

This document analyzes the process of planning materials with a probability approach. The results are based on the variance analysis in the search of causes that generate the need of expedited shipments. The project is developed through the application of the DMAIC methodology and the analysis is based on the variance and interpretation of the results.

The use of tools such as Ishikawa Diagram, Pareto Diagram, Histogram, ANOVA, FMEA and statistical control make this document a guide for projects related to continuous improvement, specially in Supply Chain area.

The results of the analysis identified the cause of the problem. The process, not considering the defects in the intermediate steps, has been ignoring the true behavior of the process. The identification of the variables that caused the defect were corrected early in the project. The prompt use of the FMEA and continuous development helped to manage the process improvements and process performance. The early application of the FMEA and its progress.

The conclusion of this investigation involves the human side of the project, the correct use of interpersonal skills and motivation as support tools for project success.

Palabras Clave

- ANOVA
- Variabilidad
- Supply Chain
- Embarques
- Defecto
- Embarque Expeditado

Contenido

Tabla de Ilustraciones	7
Lista de Tablas	11
Introducción.....	13
Modelo de Negocio	16
Descripción del Problema.....	19
Fase Definir	23
Marco teórico de la fase.....	23
Clientes y sus requerimientos (CTQs).....	24
Equipo del proyecto	27
Project Charter	29
Conclusiones.....	30
Fase Medir	32
Objetivo de la Etapa de Medición.....	32
Marco teórico de la fase.....	32
Proceso de Planeación de Materiales	36
Métodos de Embarque	43
Definición de Defecto.....	45
Niveles de Inventario y Clasificación de los componentes	47
Obtención de Datos.....	48
Identificación de Variables	53
Comportamiento del proceso y Capacidad de mejora del Proceso.....	54
Medición del proceso de Planeación	58
Conclusiones.....	65
Fase Análisis.....	69
Objetivo de la Fase de Análisis.....	69

Marco teórico de la fase.....	69
Análisis de Causas y Efecto en el proceso.....	71
Análisis de Modo y Efecto de Fallas	77
Análisis de Embarques expeditados por Demanda.....	80
Análisis de Embarques expeditados por Nuevos Productos.....	82
Análisis de Embarques expeditados por Personas	84
Análisis de Embarques expeditados por el Proceso.....	93
Conclusiones.....	103
Fase Mejora	111
Objetivo de la Fase de Análisis.....	111
Marco teórico de la fase.....	111
Revisión de los resultados con el equipo de Proyecto	112
Embarques entreplanta.....	112
Clasificación correcta de embarques de Proveedor expeditados vs normal	115
Análisis de las causas e identificación de mejoras.....	118
Nuevos Productos	123
Personas	125
Rol del comprador en la toma de decisiones	128
Proceso de Planeación	129
Sistema MRP	134
Actualización del Métrico principal.....	136
Conclusiones.....	138
Fase Control.....	151
Objetivo de la Fase de Control	151
Marco teórico de la fase.....	151

Controles de proceso.....	152
Actualización de Procesos y Procedimientos	153
Nuevo proceso de autorización de embarques expeditados.....	156
Auditoría a resultado de análisis de MRP.....	159
Manejo de Recursos y habilidades interpersonales	161
Siguientes pasos e implementación de la mejora continua en el proceso.....	163
Lecciones Aprendidas del proyecto	166
Resultados y Conclusiones	168
Bibliografía.....	174

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 – Modelo de selección de la configuración del producto	17
Ilustración 2 - Modelo del Proceso de la Organización.....	18
Ilustración 3 - Histograma recepción de embarques por éxito/falla del proceso.....	19
Ilustración 4 - Histograma de kilos expeditados recibidos.....	20
Ilustración 5 - Métrico principal del proceso.....	21
Ilustración 6 - Descripción de la configuración del producto	26
Ilustración 7 - Organización del equipo de trabajo del proyecto.....	28
Ilustración 8 - Diagrama de flujo básico del proceso	29
Ilustración 9 - Project Charter del proyecto.....	30
Ilustración 10 - Estado inicial del métrico del proyecto.....	31
Ilustración 11 - Análisis del proceso de manufactura de la organización	37
Ilustración 12 - Sistema de planeación de Materiales	39
Ilustración 13 - Ejemplo de un ejercicio de MRP	41
Ilustración 14 - Proceso de planeación de Materiales	42
Ilustración 15 - Proceso de expedición de materiales.....	43
Ilustración 16 - Instructivo de embarques por región y peso	44
Ilustración 17 - Formación de la base de datos para el análisis.....	50
Ilustración 18 - Histograma	55
Ilustración 19 - Prueba de Normalidad.....	55
Ilustración 20 - Estabilidad del proceso	56
Ilustración 21 - Análisis binomial del proceso	57

Ilustración 22 - Informe de capacidad del proceso.....	57
Ilustración 23 - Grafica de Intervalos	62
Ilustración 24 - Gráfica de resultados por comprador	63
Ilustración 25 - Comparación de resultados	64
Ilustración 26 - Opciones de embarque de los componentes.....	66
Ilustración 27 - Comportamiento del proceso	67
Ilustración 28 - Resultado de análisis al sistema de evaluación de MRP.....	68
Ilustración 29 - Embarques expeditados.....	68
Ilustración 30 - Exactitud por Evaluador.....	68
Ilustración 31 - Formato de diagrama Ishikawa	72
Ilustración 32 - Análisis de Causa-Efecto Inicial	73
Ilustración 33 - AMEF del proceso	79
Ilustración 34 - Comportamiento de la demanda por material	81
Ilustración 35 - Nuevos productos por Demanda	82
Ilustración 36 - Comportamiento cíclico del proceso.....	84
Ilustración 37 - Embarques recibidos por comprador - Clasificación	85
Ilustración 38 - Embarques recibidos por peso	86
Ilustración 39 - Categorización de las variables	86
Ilustración 40 - Embarques expeditados por transportista	88
Ilustración 41 - Comparativo de embarques vs Demanda.....	88
Ilustración 42 - Embarques expeditados por Comprador	89
Ilustración 43 - Embarques expeditados por Kilos.....	92
Ilustración 44 - Comparativo por Kilos.....	94

Ilustración 45 - Comparativo por Demanda	94
Ilustración 46 - Proceso de planeación de Materiales	96
Ilustración 47 - Comparativo demanda	98
Ilustración 48 - Secuencia de pasos de embarque de materiales	99
Ilustración 49 - Tipo de servicio de embarque por proveedor.....	99
Ilustración 50 - Embarques proveedor/Entreplanta	100
Ilustración 51 - Tipo de servicio.....	101
Ilustración 52 - Embarques Entreplanta-Demanda.....	101
Ilustración 53 - Embarques expeditados por proveedor	102
Ilustración 54 - Diagrama de Ishikawa - Priorización de efectos.....	104
Ilustración 55 - Embarques por Demanda	105
Ilustración 56 - Variabilidad del proceso vs tiempo.....	106
Ilustración 57 - Embarque recibidos por comprador	107
Ilustración 58 - Embarques expeditados por Proveedor.....	107
Ilustración 59 - Clasificación ABC por Comprador.....	108
Ilustración 60 - Embarque Entreplanta.....	108
Ilustración 61 - Embarques por Origen	113
Ilustración 62 - Peso recibido por Origen.....	113
Ilustración 63 - Resultado de Embarques Entreplanta.....	113
Ilustración 64 - Clasificación de defecto por Origen.....	114
Ilustración 65 - Opciones de servicio de embarque.....	115
Ilustración 66 - Clasificación de Defecto por Embarques de Proveedor.....	115
Ilustración 67 - Clasificación de defecto	117

Ilustración 68 - Opciones de embarque por Origen y Peso	133
Ilustración 69 - Resultados por Semana	137
Ilustración 70 - Comparativa por Fase del Proyecto	138
Ilustración 71 - Clasificación de resultados por tipo de defecto.....	139
Ilustración 72 - Resultados por Semana	140
Ilustración 73 - Proceso de planeación de Materiales	154
Ilustración 74 - Sub-Proceso de evaluación de MRP	155
Ilustración 75 - Nuevo proceso de aprobación de embarques expeditados	156
Ilustración 76 - Compradores con mayor número de fallas en el proceso	160
Ilustración 77 - Métricos en el proceso de evaluación de MRP.....	164
Ilustración 78 - Situación inicial del métrico	168
Ilustración 79 - Calendario de acciones de Mejora	169
Ilustración 80 - Resultados del proyecto	170
Ilustración 81 - Resultados del proyecto por Semana	171

Lista de Tablas

Tabla 1- Kilos Recibidos por Semana	20
Tabla 2 – SIPOC del proceso de Compra de Materiales	24
Tabla 3 - Clientes del Proceso de Manufactura.....	25
Tabla 4 - Embarques Recibidos por Semana.....	30
Tabla 5 - Demanda de Materiales (ejemplo)	40
Tabla 6 - Ejemplo de Datos de un número de parte planeable	41
Tabla 7 - Definiciones de los Niveles de Servicio.....	46
Tabla 8 - Datos de un Embarque Recibido.....	48
Tabla 9 - Plan de Recolección de Datos	51
Tabla 10 - Variables del Proceso	53
Tabla 11 - Resultados prueba R&R.....	60
Tabla 12 - Factores ANOVA.....	61
Tabla 13 - Resultados ANOVA.....	61
Tabla 14 - Resultados prueba R&R	62
Tabla 15 - CTQ Proceso	73
Tabla 16 - Métricos de CTQ del proceso	74
Tabla 17 - Criterios para AMEF.....	76
Tabla 18 - Análisis de impacto de los criterios del defecto del proceso	80
Tabla 19 - Análisis de impacto de los criterios del defecto del proceso	83
Tabla 20 - Análisis de impacto de los criterios del defecto del proceso	84
Tabla 21 - Compradores con mayor % de embarques expeditados.....	87

Tabla 22 - Compradores con mayor número de KGs expeditados.....	90
Tabla 23 - Clasificación ABC compradores 6 y 15.....	92
Tabla 24 - Análisis de impacto de los criterios del defecto del proceso	93
Tabla 25 - Comparativo embarques expeditados con y sin demanda.....	94
Tabla 26 - Asignación de partes por comprador.....	97
Tabla 27 - Cumplimiento de órdenes de compra por parte	97
Tabla 28 - Tipo de embarques expeditados por proveedor	102
Tabla 29 - FMEA modos de falla con altos índices de impacto al cliente	109
Tabla 30 - Criterios AMEF.....	118
Tabla 31 - AMEF Demanda	118
Tabla 32 - AMEF Nuevos Productos	123
Tabla 33 - AMEF Personas	125
Tabla 34 - AMEF Proceso de Planeación.....	129
Tabla 35 - AMEF Sistema MRP	134
Tabla 36 - Resultados AMEF.....	142
Tabla 37 - Ejemplo – TFD (Embarques < 65 Kilos de US y Canadá)	158
Tabla 38 - Asignación de partes por Comprador.....	160
Tabla 39 – Análisis Inicial.....	171
Tabla 40 - Análisis Final	¡Error! Marcador no definido.

Introducción

Desde los inicios de la era industrial, la planeación y compra de materiales se había considerado como una actividad administrativa y de poca relación con la actividad de manufactura. Las empresas se enfocaban en producir buscando utilizar los recursos al 100% sin detenerse a evaluar los beneficios o afectaciones que ello implicaba. En los inicios de la era industrial, era tal la demanda que esta situación era suficiente para obtener altos beneficios económicos. Es por ello, que la mayoría de los proyectos de mejora consideraron las actividades cortas y repetitivas ignorando aquellas que requerían largos tiempos para identificar variabilidad y por lo mismo, hay pocos ejemplos disponibles en esta área del proceso.

En los últimos años, la alta competencia en costos y la alta eficiencia en los procesos de manufactura, ha generado que busquemos mejoras en áreas anteriormente ignoradas. Esto implica, por supuesto, largos tiempos de espera, así como paciencia en el análisis de la información obtenida. Sin embargo, hemos encontrado grandes beneficios no solo económicos, sino que ayudan a la eficiencia de los procesos anteriores y posteriores.

Considerando la parte financiera de una organización, la planeación y compra de materiales es una de las áreas clave para el control de costos en cualquier empresa. En este proceso, decisiones son tomadas cada día generando un compromiso de compra que, de ser ineficiente, implica un gasto excesivo para cualquier organización, adicional al impacto en el proceso productivo. Al mismo tiempo, las decisiones son necesarias para poder alimentar las áreas de manufactura y con ello satisfacer las necesidades de los clientes con los productos prometidos y el beneficio económico para la empresa.

En el libro “Lean Materials Planning and Execution” de Donald H Sheldon menciona que George Plossi y Oli Wight (considerados los padres del manejo modernos de materiales), iniciaron su libro llamado “Production and Inventory Control” con la siguiente cita:

El control deseado en la planeación de materiales se basa en la correcta sincronización entre los pronósticos de ventas, los componentes requeridos para los productos pronosticados, las instrucciones de producción y embarque de proveedores. Por lo mismo, cualquier variación en el sistema implica un cambio significativo en la llegada de los componentes y posteriormente en los compromisos de entrega al cliente. Afirmaron además que "el mayor problema para cumplir con estos objetivos es que están básicamente en conflicto". (Sheldon, 2008, pág. 1)

Aunque la época en la George y Oli iniciaron este trabajo fue hace bastante tiempo, no deja de tener una validez significativa en la actualidad. Los tiempos modernos han enfocado, a diferencia del pasado, en producir los productos basados en las órdenes de clientes olvidando, en su mayoría, la producción para almacenamiento.

La presente tesis utiliza una situación real en una planta de manufactura englobando las necesidades, complejidad de la operación y las subsecuentes variaciones al proceso llevando a un estudio de variables en pro de identificar la configuración necesaria para una mejora real al proceso, así como su beneficio económico.

El problema presentado se identifica como un elevado costo de transporte de la materia prima utilizada en el proceso de producción. El problema en el cual se trabajó se asocia con el área de materiales, que es la encargada del suministro de la materia prima, pero en un proceso que, a pesar de ser repetitivo, implica una situación casi específica por evento. Para la solución del

problema será indispensable la correcta identificación de un defecto y la selección de las variables será clave para el logro del objetivo.

Para la solución del problema, se utilizará la metodología de mejoras de proceso Six Sigma con el modelo de Definición – Medición – Análisis – Mejora – Control (DMAIC). En el libro *Process Improvement Using Six Sigma*, Rama menciona lo siguiente:

La metodología DMAIC toma un problema que ha sido identificado por la organización y utiliza una serie de herramientas y técnicas en un orden lógico para encontrar una solución. La solución identificada va a minimizar o eliminar el problema, colocando a la organización en una posición competitiva. (Shankar, 2009, pág. XVI)

Mediante el uso de esta metodología, buscaremos identificar las causas y reducir el uso innecesario de los embarques expeditados, sin impactar los resultados de la organización ni limitar la producción establecida.

Modelo de Negocio

Las empresas en la industria manufacturera dependen altamente de los sistemas ERP para su operación. Sin embargo, la alta evolución de los sistemas de planeación no puede reemplazar a la experiencia de los profesionales en la planeación de materiales. Dada la alta capacidad de procesamiento de los sistemas utilizados en la planeación de materiales, los profesionales tienen cada vez menos oportunidad de influenciar la planeación y, en muchos casos, permiten que el sistema tome las decisiones sin realizar un análisis de los resultados otorgados.

El presente proyecto basa su análisis y desarrollo en buscar una mejora en un área de planeación de materiales de una empresa que tiene una planta de manufactura en la zona metropolitana de Guadalajara. Esta empresa manufactura productos propios de alta tecnología. Esto significa que tanto los productos manufacturados, así como componentes requeridos para su producción, son de diseño exclusivo y de características que implican un alto costo en los componentes y producto final.

Los productos también son altamente configurables. Los productos se clasifican como soluciones de alta tecnología, lo cual abre las puertas a que el cliente elija los componentes que llevará de acuerdo con sus necesidades:

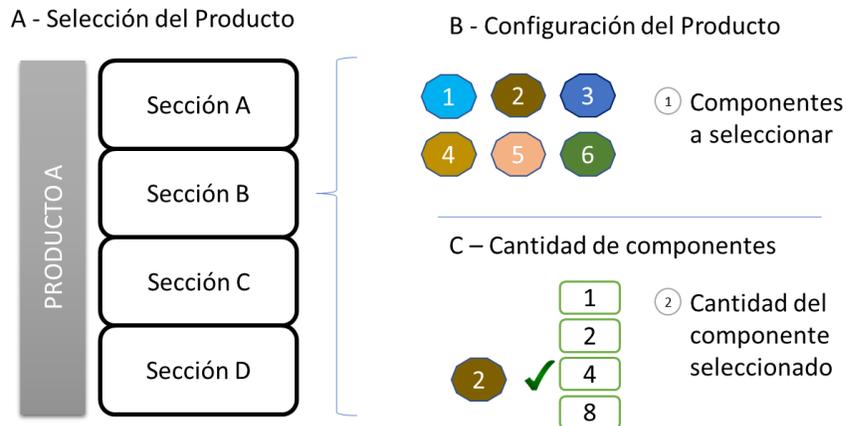


Ilustración 1 – Modelo de selección de la configuración del producto

La complejidad de un producto configurable de este tipo implica que una orden de cliente puede ser por un producto simple con un mínimo de componentes hasta un alto número de productos con diferentes configuraciones y opciones a utilizar.

Para tener una idea sobre las opciones que esta empresa ofrece a un cliente, al momento de este proyecto se contaban con 15 familias, 6 a 10 productos por familia y un poco más de 5,000 diferentes componentes configurables para las diferentes familias.

La complejidad en la configuración de estos productos es importante de mencionar ya que la alta variabilidad implica la planeación de miles de partes y no permite un proceso repetitivo uniforme en todas las partes del proceso. De igual forma, los planes de ventas eran ineficientes ocasionando que en múltiples ocasiones no hubiera los componentes solicitados. Mas adelante buscaremos evaluar como esta situación impacta al proceso y el problema planteado.

Un proceso de manufactura, incluyendo la cadena de suministro describe los diferentes pasos para la planeación de los materiales, el transporte, la llegada de los componentes y su transformación en los productos que serán finalmente embarcados a los clientes.

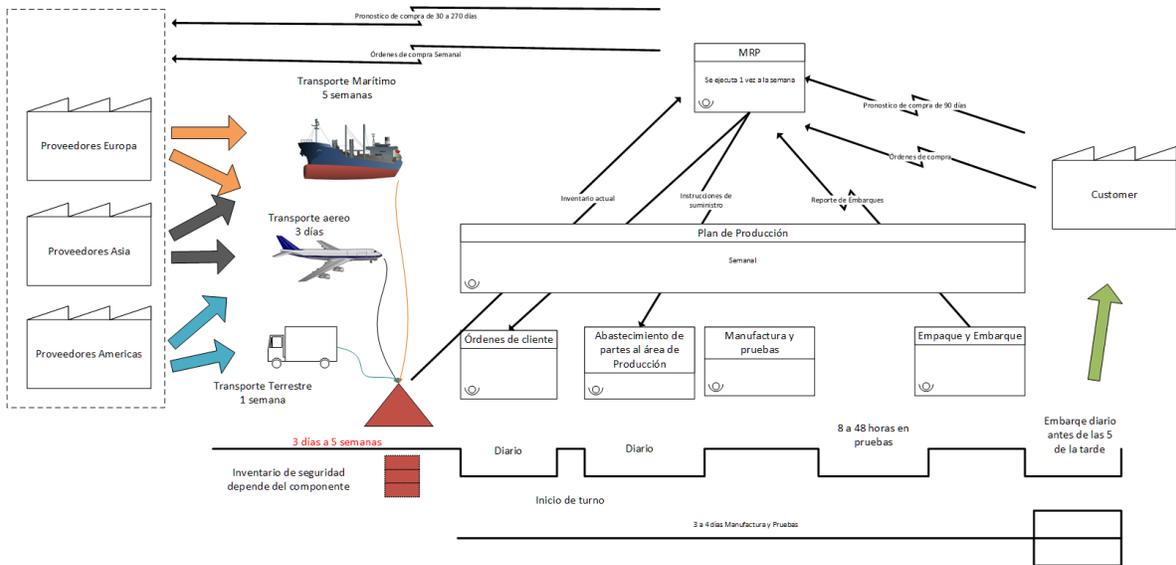


Ilustración 2 - Modelo del Proceso de la Organización

A pesar de su alta repetibilidad, las variaciones que este proceso tiene pueden generar lapsos ciclos de días hasta meses.

Descripción del Problema

El área de logística de la organización, quien es la encargada de recepción y embarque de los componentes y productos de la organización, presentó un requerimiento al área de Planeación de Materiales para mejorar el uso de los embarques expeditados. Esta mejora implica reducir el uso de los servicios de alto costo optimizando su operación, sin afectar los embarques a clientes.

El área de Planeación de Materiales es la responsable de la selección de los métodos de embarque utilizados por los proveedores para el envío de los componentes. Existe un lineamiento para el uso de los diferentes servicios. Sin embargo, los compradores tienen la libertad de seleccionar el método deseado basado en las necesidades de los componentes. Se reconoce que el costo de no embarcar un producto a cliente tiene costos superiores a los costos de embarque de componentes. Por lo mismo, no puede haber un límite en el uso de estos servicios.

El problema planteado por la organización es que existe un costo excesivo de gastos de embarques. Un análisis realizado por el área de transporte indicó que el uso de embarques expeditados llegaba a ser hasta un 45% de las veces, siendo que solo está considerado para casos de urgencia y/o partes no planeadas y requeridas por los clientes

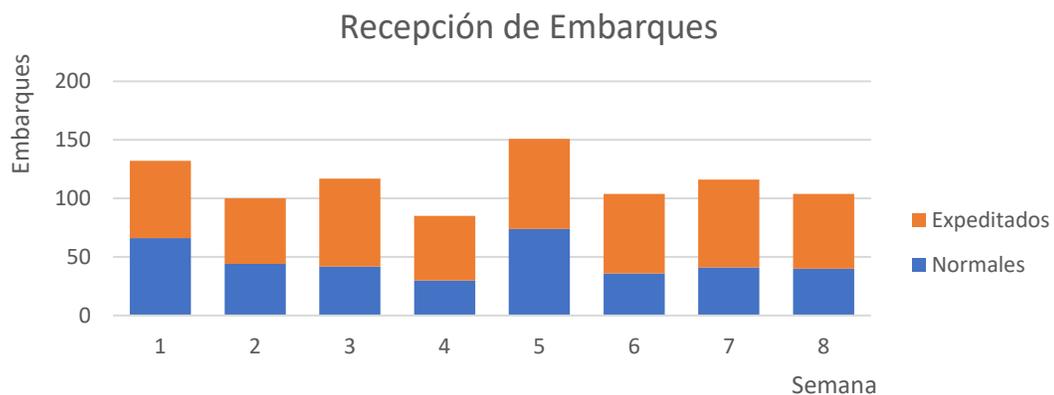


Ilustración 3 - Histograma recepción de embarques por éxito/falla del proceso

La solicitud del área de Logística no implica imponer el tipo de embarque estándar. Sin embargo, reducir el uso de embarques expeditados sin impactar la operación representa una oportunidad para cumplir con el plan de reducción de costos de la organización.

El análisis realizado por esta área no implicó un ejercicio numérico que pudiera explicar el alto uso de servicios expeditados. Debido a la diferencia en la forma, peso y cantidad de piezas por embarque, el considerar la cantidad de embarques como métrico principal no fue funcional. Cada embarque tiene una relación de peso-costos que permite comparar componentes pequeños como tornillos con fuentes de poder que en volumen es el mismo, pero en peso es diferente. Adicional a ello, los proveedores de transporte utilizan el peso como principal unidad de medida para cuantificar el costo del embarque. Por consiguiente, se decidió utilizar el peso de los embarques como unidad de medida y métrico principal de la operación.

El análisis inicial consideró 8 semanas de seguimiento a los embarques recibidos. Los datos presentados representan el total de kilos recibidos por semana (Tabla 1)

Tabla 1- Kilos Recibidos por Semana

Semana	Embarque Expeditado (Ton)
1	10.7
2	6.6
3	13.4
4	4.2
5	14.5
6	13.4
7	9.0
8	7.6

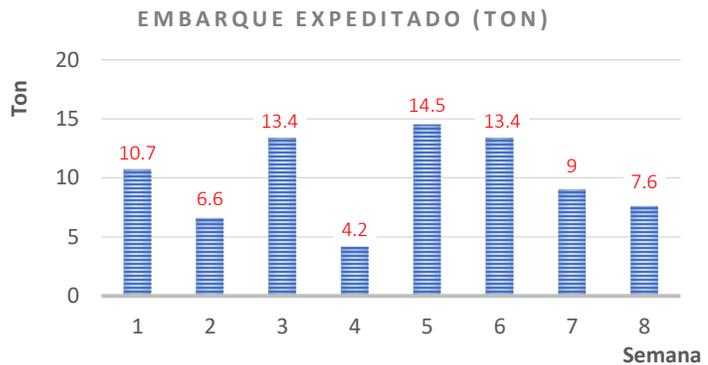


Ilustración 4 - Histograma de kilos expeditados recibidos

Debido al tipo de proceso y a la cantidad de embarques recibidos es posible llevar un seguimiento total de los mismos, por lo que el proceso no utiliza muestras sino el total de los embarques.

El segundo problema encontrado es que no hay un seguimiento al comportamiento de los costos de embarques. El métrico que rige a la organización está relacionado al cumplimiento de los compromisos de venta solamente. Este métrico no considera los costos ya que la manufactura representa una porción de la venta y limitar el uso de los embarques expeditados podría afectar los resultados de la organización. Sin embargo, es oportuno tener contar con un métrico y un objetivo a perseguir.

La organización, en base a los objetivos financieros, determinó que se debe de alcanzar, al menos, una reducción del gasto mensual de embarques en un 10%. Este porcentaje de reducción de costos proyectado es en relación con el plan de reducción de costos del año en curso.

Promedio de Kilos en embarques recibidos por semana: 9.92 Ton

Objetivo de kilos por semana (promedio): 8.9 Ton

En el seguimiento de los kilos por semana se encuentra un mínimo de 4.2 toneladas por semana, habiendo otra de 6.6 y de 7.6, por lo que el objetivo se cree es posible.

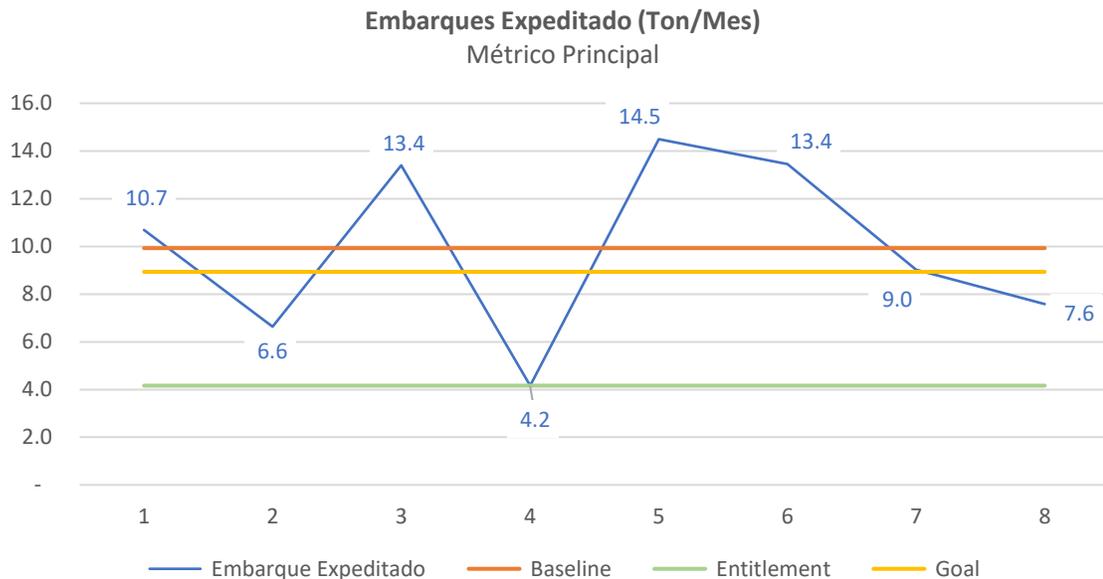


Ilustración 5 - Métrico principal del proceso

El impacto financiero que se busca en la mejora de este proceso queda de la siguiente forma:

Costo promedio de embarques expeditados por semana	\$57,967 USD
Objetivo promedio de costo de embarques expeditados	\$52,170 USD
Beneficio por Semana (Reducción 10% del promedio semanal)	\$5,796 USD
Beneficio anual	\$289,000 USD

Este beneficio es considerando 50 semanas de trabajo al año, ya que la empresa cierra por dos semanas para ventanas de mantenimiento.

Fase Definir

Marco teórico de la fase

La fase de Definición en la metodología DMAIC busca recopilar información y analizarla para definir claramente el problema. Cuando identificamos un problema al que queremos darle solución, no siempre contamos con la información suficiente para garantizar que entendemos el problema y que, basados en esta información, podremos encontrar la solución al mismo.

Algunas veces, al tratar de enfrentar un determinado problema se tienen creencias acerca de lo que está pasando, ideas vagas o simplemente suposiciones. Estas posturas conducen a tener una situación problemática inespecífica o ambigua. La manera de actuar asertivamente y poder definir el problema objetivamente es recolectar información y pasarla por alguna de las herramientas que se usan para definir un problema (Vazquez, 2018, pág. 42)

Así mismo, Vázquez define como actividades de la fase de definición como:

- Definir a los clientes y sus requerimientos (CTQs¹)
- Formar el equipo
- Definir el alcance y el plan del proyecto: título, caso de negocio ...objetivo y metas, alcance, recursos estimados, beneficios esperados, personal involucrado, aprobación del proyecto y tiempo estimado
- Desarrollar un mapa del proceso a alto nivel. (Vazquez, 2018, pág. 57)

Las herramientas que vamos a utilizar en esta fase son:

¹ CTQ = Critical to Quality

Histograma: “...es una gráfica de barras que muestra la repartición de un grupo de datos. Su objetivo es visualizar la dispersión, el centrado y la forma de un grupo de datos” (Vazquez, 2018, pág. 45)

Gráfica de Tendencias: “...es una herramienta que muestra la variación de una característica de interés de un proceso, durante cierto periodo. Su objetivo es monitorear el comportamiento de dicha característica de interés de un proceso” (Vazquez, 2018, pág. 51)

Clientes y sus requerimientos (CTQs)

El alto uso de embarques expeditados para el envío de materiales de proveedores a la planta de manufactura local impacta el costo de transportación de la organización y está ligado al plan de reducción de costos de este. Iniciamos definiendo el SIPOC² del proceso como referencia (Tabla 2).

Tabla 2 – SIPOC del proceso de Compra de Materiales

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Proveedores de componentes	Costo de partes	Leer el resultado de MRP Semanal	Órdenes de compra a proveedores	Cliente Final
Cliente Final	Peso	Leer Inventario local y en tránsito	Instrucciones de embarques	Logística
Ventas	Volumen	Comparar los requerimientos con órdenes de cliente	Compromiso de llegada de partes faltantes	Manufactura
Manufactura	Lote de venta	Comprar los requerimientos con plan de manufactura	Solicitud de seguimiento a embarques	Gerente de Materiales
	Órdenes de Cliente	Generar órdenes por los productos faltantes		
	Plan de Producción	Elegir el método de embarque		

² SIPOC – Supplier, Input, Process, Output Customer (Proveedores, entradas, proceso, salida, cliente)

Hace unos meses, se tomó la decisión de limitar el uso de servicios expeditados al mínimo. Sin embargo, el área de manufactura empezó a tener paros de línea debido a la falta del material y las consecuentes pérdidas económicas por paro de líneas y penalizaciones con los clientes. Esta situación llevó a permitir el uso sin límites de los embarques para permitir que los clientes recibieran los productos solicitados.

Aunque el proceso involucra la manufactura de productos, el producto terminado y enviado a cliente no es la principal salida de este proceso. Es importante recalcar que la selección del tipo de embarque adecuado es la salida que espera el cliente “Logística”

Los clientes de este proceso son:

- Gerente de Logística
- Gerente de Materiales
- Gerente de Manufactura
- Cliente Final

Una vez identificados los clientes, se definieron los CTQs para cada uno de ellos:

Tabla 3 - Clientes del Proceso de Manufactura

Cliente	Área	CTQ	Métrico
Gerente de Logística	Recepción de Materiales	Los embarques recibidos deben de utilizar servicio de embarque normal y solo si es urgente el expeditado	% de embarques recibidos expeditados Kg de embarques recibidos expeditados
Gerente de Materiales	Planeación de Materiales	No exista faltantes de materiales	Cobertura de materiales según clasificación A-B-C
Gerente de Manufactura	Manufactura	Materiales disponibles para cumplir con el plan de producción	0 cortos de material en línea.
Gerente de Ventas	Ventas	Embarque de los productos basados en los requerimientos de los clientes	95% de los embarques realizados a tiempo; 100% para clientes top

Un punto importante para destacar en este proyecto es el modelo de negocio de esta planta de manufactura, así como el modelo de planeación de materiales. El modelo de negocio define las reglas de planeación y, sobre todo, las necesidades y requerimientos de los clientes del proceso.

La empresa en la que se presentó el problema manufactura productos propios de alta tecnología. Esto significa que tanto los productos manufacturados, así como componentes requeridos para su producción, son de diseño exclusivo y de características que implican un alto costo en los componentes y producto final.

Los productos también son altamente configurables. Los productos se clasifican como soluciones de alta tecnología, lo cual abre las puertas a que el cliente elija los componentes que llevará de acuerdo con sus necesidades:

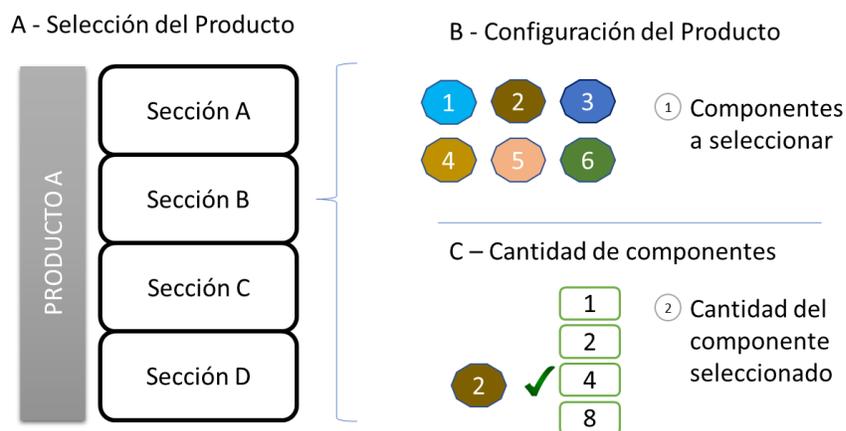


Ilustración 6 - Descripción de la configuración del producto

La complejidad de un producto configurable de este tipo implica que una orden de cliente puede ser por un producto simple con un mínimo de componentes hasta un alto número de productos con diferentes configuraciones y opciones a utilizar.

Para tener una idea sobre las opciones que esta empresa ofrece a un cliente, al momento de este proyecto se contaban con 15 familias, 6 a 10 productos por familia y un poco más de 5,000 diferentes componentes configurables para las diferentes familias.

La complejidad en la configuración de estos productos es importante de mencionar ya que la alta variabilidad implica la planeación de miles de partes y no permite un proceso repetitivo uniforme en todas las partes del proceso. De igual forma, los planes de ventas comúnmente no son lo suficientemente seguros ocasionando que en múltiples ocasiones no hubiera los componentes solicitados. Mas adelante evaluaremos como esta situación impacta al proceso y el problema planteado.

Equipo del proyecto

El equipo de proyecto se formó buscando tener representantes de cada área para lograr reunir el conocimiento necesario para definir las actividades, obtener información del proceso de forma inmediata y así lograr análisis detallados y precisos con la información obtenida.

El proyecto tuvo dos patrocinadores en la organización, que fueron el director de Costos, así como el director del área de Materiales. El resto del equipo estuvo formado de la siguiente forma:

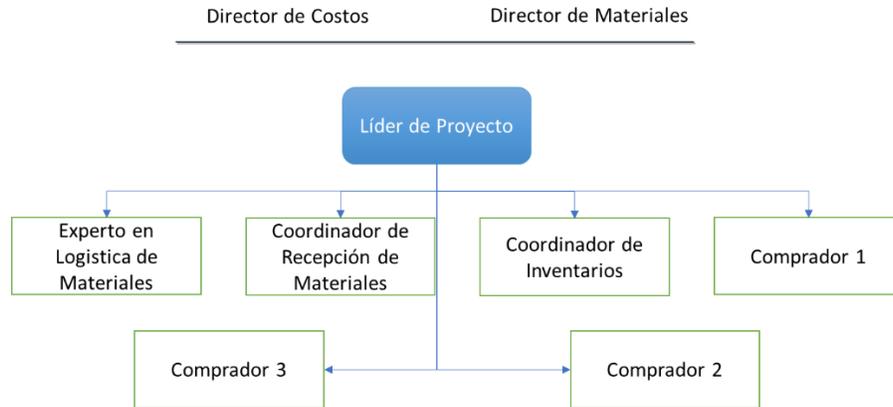


Ilustración 7 - Organización del equipo de trabajo del proyecto

En algunas ocasiones en el proyecto, fue necesario incluir otras personas de las diferentes áreas, tanto para proveer información como en las actividades resultantes del proyecto. Sin embargo, este equipo fue quien dirigió estas acciones con el resto de los diferentes grupos.

El uso del servicio de embarques expeditados es resultado del proceso de planeación de materiales. Es en este proceso donde se define la urgencia del material y, por consecuencia, la selección del tipo de embarque a utilizar.

Anteriormente se mencionó que esta planta de manufactura produce en base a las órdenes de cliente. Sin embargo, el proceso de planeación es tradicional basándose en el plan de ventas el cual proporciona un estimado de los productos que esperan ser vendidos en forma mensual. Este proyecto no contempla el modelo de pronósticos ni el nivel de confianza de esta información ya que pertenece a otra organización de la misma empresa.

El presente proyecto considera los pronósticos de venta como una entrada a proceso, junto con las órdenes de cliente y los parámetros de los componentes. Estos parámetros son los que el sistema ERP utiliza para hacer la explosión de materiales y define los requerimientos de estos.

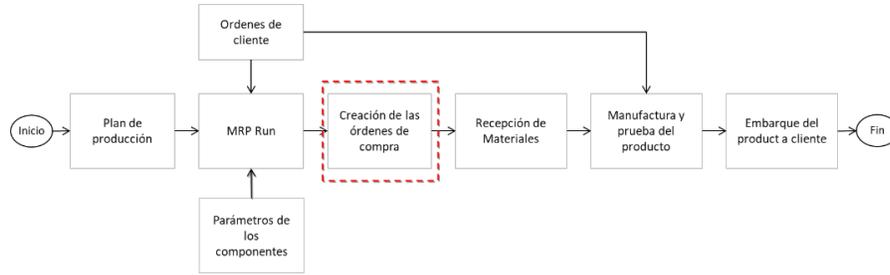


Ilustración 8 - Diagrama de flujo básico del proceso

Project Charter

El Alcance del proyecto (Project Charter en inglés), conocido también como alcance del proyecto, describe el problema identificado por la organización, lo que el proyecto considera como parte de este y lo que se excluye, así como un cronograma básico del mismo:

Reducción de Embarques Expeditados

SITUACIÓN DE NEGOCIO

A mediados del año pasado se identificó el uso excesivo de los servicios expeditados en los embarques de materiales recibidos. Para reducir el gasto en envíos, se incentivó el uso del método de envío de menor costo. Se permiten excepciones, pero se consideran solo para situaciones de urgencia.

Hoy en día, todavía hay un porcentaje considerable de envíos recibidos utilizando un método de envío de alto costo. Las acciones definidas anteriormente no dieron el resultado requerido y se considera todavía una oportunidad para reducir costos. Este proyecto se ha definido para identificar causas, mejorar el proceso y obtener la reducción en el uso de embarques expeditados impulsando un ahorro en los gastos del área de logística de la empresa.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Reducir el uso del servicio expeditado en embarques de materiales recibidos en un 10%

IMPACTO FINANCIERO

Los costos de envío acelerado se estiman arriba de 3 MUSD anuales para la planta de Guadalajara. Los ahorros estimados, considerando el análisis inicial y la reducción del 10% en los embarques expeditados, generarán ahorros esperados de \$ 289,000 USD al año.

ALCANCE

- Productos que se manufacturan en el área de producción de Equipos de Poder, en Guadalajara. Hay plantas en otros países, pero no están consideradas en este proyecto.
- Componentes definidos en las estructuras de los productos manufacturados en Guadalajara, así como opciones y alternativas de esta área.
- Sistema de planeación, recursos y componentes de esta área.
- Proveedores y localidades de los componentes utilizados en la planta seleccionada.
- Uso de los servicios de logística para los componentes considerados.
- Embarques entre plantas que manejan componentes comunes (1).
(1) Existen otras plantas que utilizan algunos de los componentes utilizados.

FUERA DEL ALCANCE

- Partes de proveedor con almacén dentro de las instalaciones.
- Partes que requieren embarque especial
- Partes utilizadas por otras áreas de manufactura
- Material indirecto de producción
- Modelo de predicciones de ventas y generación de demanda.
- Análisis y revisión de los Servicios de logística

MÉTRICO

Kgs de material recibido semanalmente utilizando embarques expeditados.

PLAN DE PROYECTO		EQUIPO DE PROYECTO	
Definición del proyecto	Abril 1st, 2018	<u>Nombre</u>	<u>Área de Experiencia</u>
Fase de Medición	May 22nd, 2018	Felipe Núñez	Project Lead
Fase de Análisis	Jun 15th, 2018	Fernando Forte	Coordinador Recepción de Materiales
Fase de mejora	Jul 15th, 2018	Gerardo Lujan	Coordinador de Inventarios
Cierre del proyecto	Aug 30th, 2018	Luis López	Experto en Logística
		Martin Ruiz	Comprador
		Genaro Rueda	Comprador

Ilustración 9 - Project Charter del proyecto

Conclusiones

- El proyecto presenta dificultades no encontradas comúnmente en proyectos de mejora. Este proyecto involucra actividades administrativas lo cual reduce la cantidad de información que podemos obtener. La principal dificultad será entender los datos y definir como serán utilizados para poder encontrar las opciones de mejora.
- Hay un equipo de trabajo interesado en encontrar la mejora. Existe apoyo de las áreas de logística y Materiales para reducir el uso de embarques expeditados.
- El alto uso de embarques expeditados se mide en kilos. Existe un alto volumen de productos recibidos, pero hemos identificado que cerca del 60% es expeditado, los que resulta en un excesivo costo de traslado de materiales (Tabla 4)

Tabla 4 - Embarques Recibidos por Semana

Semana	Embarque Expeditado (Ton)
1	10.7
2	6.6
3	13.4
4	4.2
5	14.5
6	13.4
7	9.0
8	7.6

- Los productos manufacturados implican alta variabilidad de componentes. Esta variabilidad y la condición de producción por órdenes implica no tener en inventario los componentes necesarios para todas las configuraciones. Hablamos de más de 5,000 opciones diferentes de componentes que tienen muy poco movimiento.
- El objetivo del proyecto es reducir un 10% los embarques. Esto implica reducir la media de 9.9 toneladas por mes a 8.9 toneladas/mes.

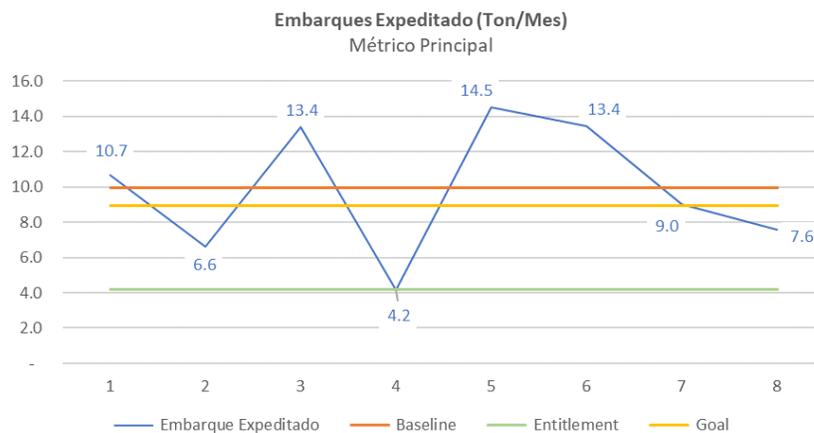


Ilustración 10 - Estado inicial del métrico del proyecto

Fase Medir

Objetivo de la Etapa de Medición

Determinar el desempeño actual de la línea de base, recolectar información para el análisis y generar la definición enfocada del problema

Marco teórico de la fase

El objetivo de la fase de medición la logramos al utilizar diferentes herramientas para entender la situación, conocer el proceso y sentar las bases para el análisis numérico.

Forrest W. Breyfogle III describe en su libro Implementando Six Sigma la fase de medición como “El desarrollo de un sistema de medición confiable y válido del proceso de negocio identificado en la fase de definición” (Breyfogle, Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods, 2003, pág. 71) Aunque la fase de medición podría considerarse, según Forrest, en el sistema de medición, la realidad es que esta fase nos ayuda a entender la situación y como los datos recabados representan al proceso.

Forrest Boyle, en su libro “implementando Seis Sigma” menciona los siguientes pasos para realizar la fase de medición de forma adecuada:

- Seleccionar que medir: Considerar las preguntas que tienen que ser respondidas y los datos que van a ayudar a responder esas preguntas...
- Desarrollar las definiciones operacionales: Considere como describir claramente lo que se está midiendo para asegurar que no hay errores de entendimiento.
- Identifica las fuente o fuentes de datos: Considere donde se puede obtener la información y como los datos históricos pueden utilizarse.

- Prepara el plan de recolección y obtención de datos: Considere quien va a recolectar los datos ... las herramientas necesarias para capturar los datos...
- Implementar y refinar la medición: Considere que se puede hacer para realizar las mediciones y los procedimientos para recolectar datos... (Breyfogle, Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods, 2003, pág. 97)

Adicional a estos pasos, existen herramientas que podemos utilizar en esta fase:

Mapa detallado de procesos: Edgardo Escalante refiere al proceso como *“una interacción de gente, materiales, equipos e información que tiene como fin transformar ciertas entradas en salidas específicas”* (Vazquez, 2018, pág. 71). Así mismo, indica: *“Definir y describir el proceso significa señalar los elementos del proceso, sus pasos, entradas, salidas y variables”* (Vazquez, 2018, pág. 71)

Como parte del mapa de proceso conveniente incluir el desperdicio en estos procesos.

Escalante refiere a siete tipos de desperdicios en un proceso:

- 1.- *Sobreproducción (producir más de lo necesario...)*
- 2.- *Inventarios (todo tipo de inventario que no se necesite a corto plazo)*
- 3.- *Productos defectuosos (productos de desecho o que se repararán)*
- 4.- *Movimientos innecesarios (deficiente ergonomía provoca movimientos innecesarios... información o herramientas)*
- 5.- *Procesamiento (cuando se afectan actividades u operaciones que no agregan valor, como inspecciones)*
- 6.- *Tiempos de espera (...)*

7.- *Transporte (mover piezas a almacenes o a puntos intermedios)* (Vazquez, 2018, págs. 75-76)

Adicionalmente Escalante referencia un elemento adicional: “*el desperdicio del talento humano, que consiste en no aprovechar la capacidad y creatividad del personal para buscar y eliminar los desperdicios y, por ende, realizar mejor su trabajo*” (Vazquez, 2018, pág. 76)

Identificación de Entradas y Salidas: El modelo de mejora continua se basa en identificar las entradas del proceso y como estas entradas afectan la o las salidas de este. El tipo de relación entre las entradas y las salidas nos ayudará a encontrar la configuración adecuada para mejorar el proceso.

Diagrama de Ishikawa: Escalante describe el objetivo del Diagrama de Ishikawa como “encontrar las posibles causas de un problema... el diagrama de Ishikawa no analiza las causas, solo las encuentra” (Vazquez, 2018, pág. 77)

Escalante también define 6 de los principales factores que intervienen en cualquier proceso:

- *Métodos: Procedimientos por usar en la realización de actividades.*
- *Mano de Obra: la gente que realiza las actividades*
- *Materia prima: el material que se usa para producir*
- *Medición: los instrumentos empleados para evaluar procesos y productos*
- *Medio ambiente: las condiciones del lugar de trabajo*
- *Maquinaria y equipo: los equipos y periféricos usados para producir* (Vazquez, 2018, pág. 77)

Evaluación del sistema de Medición: Escalante define el sistema de medición: “, *consiste en determinar la capacidad y estabilidad de los sistemas de medición por medio de estudios de*

los cinco tipos de error de un sistema de medición: estabilidad, repetibilidad, reproducibilidad, linealidad y sesgo” (Vazquez, 2018, pág. 90)

Evaluación de la capacidad inicial del proceso y su potencialidad: *“Un estudio de capacidad es un procedimiento ordenado de planeación, recolección y análisis de información, con la finalidad de evaluar la estabilidad de un proceso, y la capacidad que este tiene para producir dentro de especificaciones. Los estudios de capacidad miden la variación y el centrado de un proceso con respecto a sus especificaciones.” (Vazquez, 2018, pág. 163)*

Gráficas de Control: Para conocer el comportamiento del proceso podemos utilizar las gráficas de control. Escalante describe en su libro como Shewart (1931) explica las gráficas de control:

Las gráficas de control son herramientas estadísticas que muestran el comportamiento de cierta característica de calidad de un proceso con respecto al tiempo. Su objetivo es evaluar la característica monitoreada desde el punto de vista de su estabilidad. Si no está estable, se buscará encontrar las causas para corregir y mejorar el proceso (Vazquez, 2018, pág. 164)

También explica que un proceso puede ser estable o inestable:

Proceso estable solamente está sujeto a causas comunes de variación... No significa que necesariamente el proceso tenga poca variación o se encuentre dentro de especificaciones. Su capacidad se puede predecir

Proceso inestable no necesariamente tiene gran variación, sin embargo, esta no es predecible... (Vazquez, 2018, pág. 165)

Escalante también hace referencia a como pueden ser usadas las gráficas según Taylor (1991).

Evaluar el desempeño de un proceso por medio de estudios de capacidad

Mejorar el desempeño de un proceso al dar indicaciones sobre las posibles causas de variación, y ayudan a la prevención de problemas

Mantener el desempeño de un proceso al indicar el tiempo de ajustes del mismo (Vazquez, 2018, pág. 165)

Estas herramientas nos ayudarán a entender, conocer y sentar las bases sobre las cuales realizaremos los análisis y en consecuencia, identificar las oportunidades de mejora.

Proceso de Planeación de Materiales

El mapa de proceso nos ayudará a entender cuáles son los pasos en el proceso para su posterior identificación en las variables y la salida del proceso.

En la fase de definición se documentó el proceso general de la planta de manufactura. Este proceso involucra todas las actividades que se desarrollan desde la compra de componentes hasta el embarque del producto a cliente. De acuerdo con el proceso previamente revisado, la selección del método de embarque se realiza en el área de planeación de Materiales. Por restricciones legales, solamente esta área puede indicar métodos de embarque y/o solicitar cambios en los mismos. El resto de las áreas, incluyendo el área de Logística, tienen que comunicarse con los compradores para realizar cualquier cambio al método de embarque, cantidades e instrucciones que requieran dar al proveedor.

El siguiente diagrama muestra no solo el flujo del material, también incluye las áreas de responsabilidad de cada uno de los grupos en la organización:

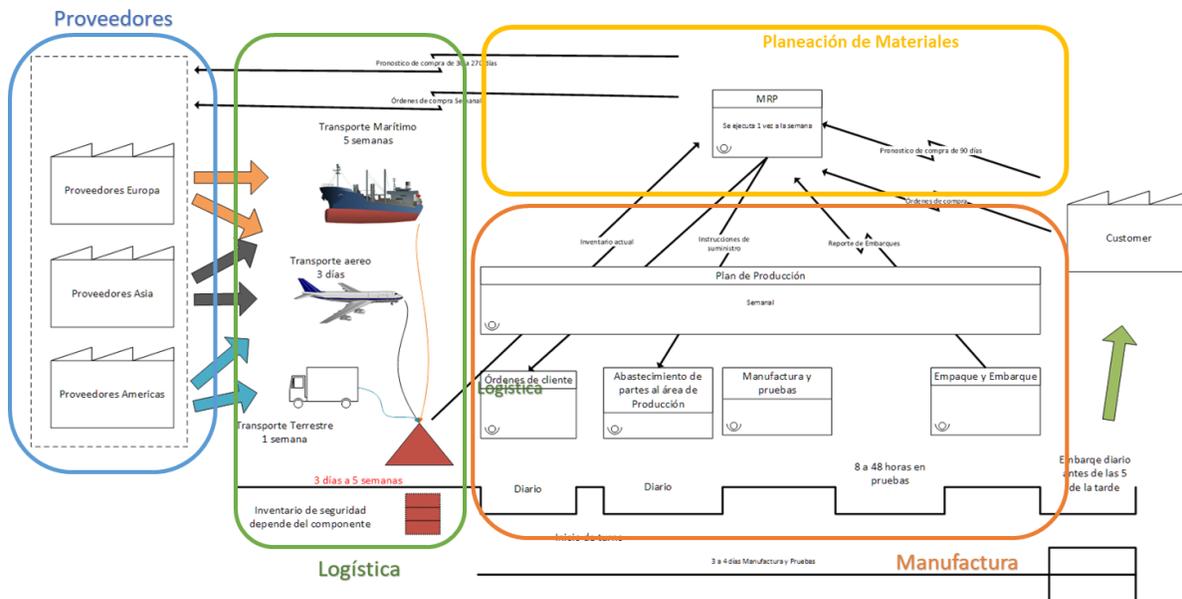


Ilustración 11 - Análisis del proceso de manufactura de la organización

Definiciones Operacionales

Proveedores: Organización externa a la empresa que elabora y vende componentes necesarios para la producción de los productos elaborados en el área de producción. Los componentes pueden ser diseños exclusivos o genéricos.

Logística: Grupo encargado del seguimiento, arribo, importación y almacenamiento de los componentes comprados. Adicionalmente, son responsables del embarque de productos o componentes de la planta de manufactura a clientes u otras plantas de la misma organización.

Manufactura: Es el grupo encargado de la transformación de los componentes en productos terminados, así como las pruebas y su empaque para envío al cliente.

Planeación de Materiales: Grupo encargado de la selección de proveedores y la compra de los materiales necesarios para la producción. Este equipo es responsable de la colocación del

análisis de requerimientos, colocación de órdenes de compra y del manejo administrativo de los proveedores.

El área de planeación de materiales tiene los siguientes métricos:

- Plan de consumo de materiales vs disponibilidad: >95% de los componentes disponibles en una ventana de dos semanas
- Cubrimiento del plan de producción: 100% de los requerimientos cubiertos con órdenes de compra¹ al tercer día después de la corrida de MRP²
- Cubrimiento de órdenes de compra: Basados en la clasificación de los componentes (LT³+1, 2 o 3 meses)
- Retrasos en entregas de materiales: < 5% al finalizar el mes
- Material en espera de retorno a cliente no mayor a 30 días.

³Estas mediciones son las que se utilizan para conocer la eficiencia de los compradores en el proceso y debido a que la única área que se involucra en la toma de decisión del método de embarque es la de Planeación de Materiales, mapearemos este proceso para poder conocerlo más a detalle.

El proceso de planeación de materiales se realiza a nivel número de parte. Una selección de varios números de parte forma un ensamble: la selección de varios ensambles y números de partes forma un producto. Cada material es diferente y está codificado de forma única. Cada

³ Orden de compra: Documento legal que compromete la compraventa de bienes o servicios entre dos partes.

²LT: Lead Time: Tiempo requerido para la producción de los componentes de proveedor.

³MRP (Material requirements Planning) Sistema de planeación de materiales que considera demanda, órdenes de compra, tiempo de producción de los componentes y tiempo de tránsito de origen a destino.

material tiene información relevante que es utilizada en la planeación, compra y transporte a la planta de manufactura. Esta información se captura en el sistema para que se considere en los cálculos y en base a ello, sugerir las órdenes de compra a liberar a proveedor. El comprador es responsable de la liberación de las órdenes, y puede modificar las cantidades y fechas sugeridas, siempre documentando los motivos de los cambios. En la ilustración 4, podemos ver como el sistema considera los materiales como entradas al sistema de MRP, lo analiza y en base a su algoritmo y configuración, sugiere los productos a comprar, cantidades y fechas de embarque.

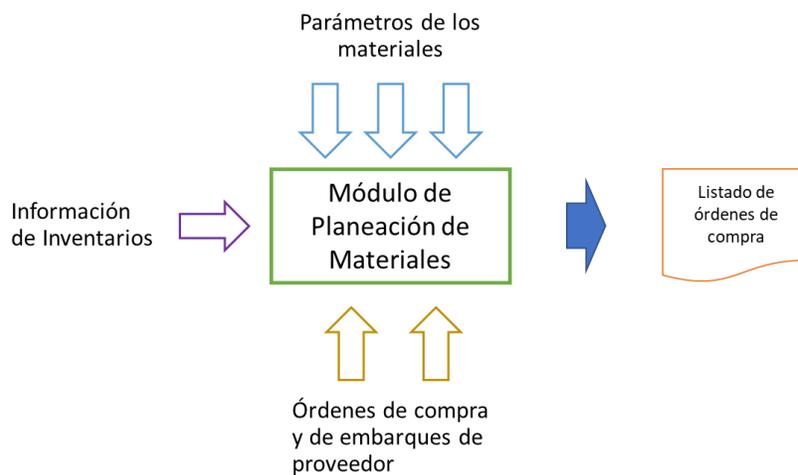


Ilustración 12 - Sistema de planeación de Materiales

Aunque se considera que los sistemas de planeación son cada día mas eficientes, la responsabilidad de validar los análisis y aprobar las órdenes sigue siendo del comprador.

Para poder entender las responsabilidades del comprador, es necesario describir claramente su proceso. El proceso de planeación considera la entrada de una demanda, que es la indica la cantidad de productos a producir en un periodo determinado. Aunque el modelo de negocio considera el modelo de producción en base a órdenes, la demanda se calcula considerando los

productos de mayor demanda, productos innovadores y estrategias de ventas, generando una demanda como si fuera en base a producción.

Para hacer más claro el proceso, utilizaremos un producto como ejemplo. Este producto tiene 3 componentes, con los cuales estaremos mostrando el modelo de planeación básico.

Producto: Azteca

Demanda

Tabla 5 - Demanda de Materiales (ejemplo)

Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
10	7	5	9	8

Lista de Materiales:

- Armazón (1x)
- Tornillos (18x)
- Placa Controladora (2x)

Para cada componente es necesario considerar la siguiente información básica:

- Demanda de los productos en los que se usa
- Inventario en planta de este componente
- Tiempo de producción del proveedor
- Órdenes de compra y fecha de embarque
- Lugar de Origen
- Tiempo de transito

Esta es la información mínima que el sistema utiliza para poder hacer los cálculos. Hay información adicional que puede ser incluida como mínimo de compra, cantidad de piezas por empaque, peso de cada pieza, peso con empaque y dimensiones de empaque entre otros. Para este ejemplo, esta información no se considerará.

Seleccionando los tornillos del producto Azteca, la información con la que alimenta el sistema es la que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6 - Ejemplo de Datos de un número de parte planeable

Tornillos	
Cantidad por producto terminado	18 por producto
Inventario en planta	150
Tiempo de producción del proveedor	1 mes
Órdenes de compra y fecha de embarque	Orden de compra 1: 50 piezas mes 2
Lugar de Origen	España
Tiempo de transito	1 mes

El análisis del sistema de planeación quedaría de la siguiente forma:

MRP Tornillos

Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Demanda	180	126	90	162	144
Inventario	250	120	-6	-96	-258
Órdenes de Compra		50			
Órdenes por colocar			100		160

Ilustración 13 - Ejemplo de un ejercicio de MRP

El resultado que el sistema indica es que el comprador debe de liberar dos órdenes de compra, una de 100 piezas para el mes 3 y otra de 160 piezas para el mes 5. El sistema está considerando el mes de producción por parte del proveedor y el mes de transito de la fábrica de proveedor a la planta en Guadalajara. Este proceso se actualiza una vez al mes y se realizan los ajustes necesarios de forma semanal.

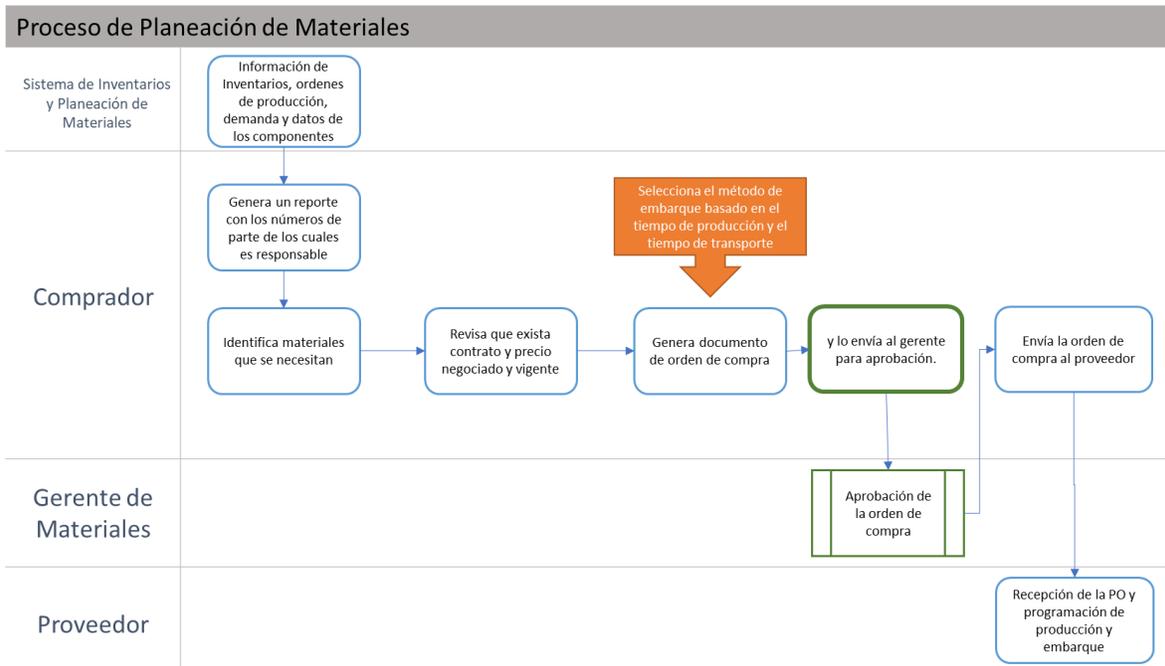


Ilustración 14 - Proceso de planeación de Materiales

Mencionamos anteriormente que también se permite el cambio de método de embarque. Generalmente este proceso se utiliza cuando existe la necesidad de material y este no se encuentra disponible, ya sea parcial o total. En la revisión diaria del plan de producción se revisan las partes faltantes y es cuando se realiza el proceso de expedición:

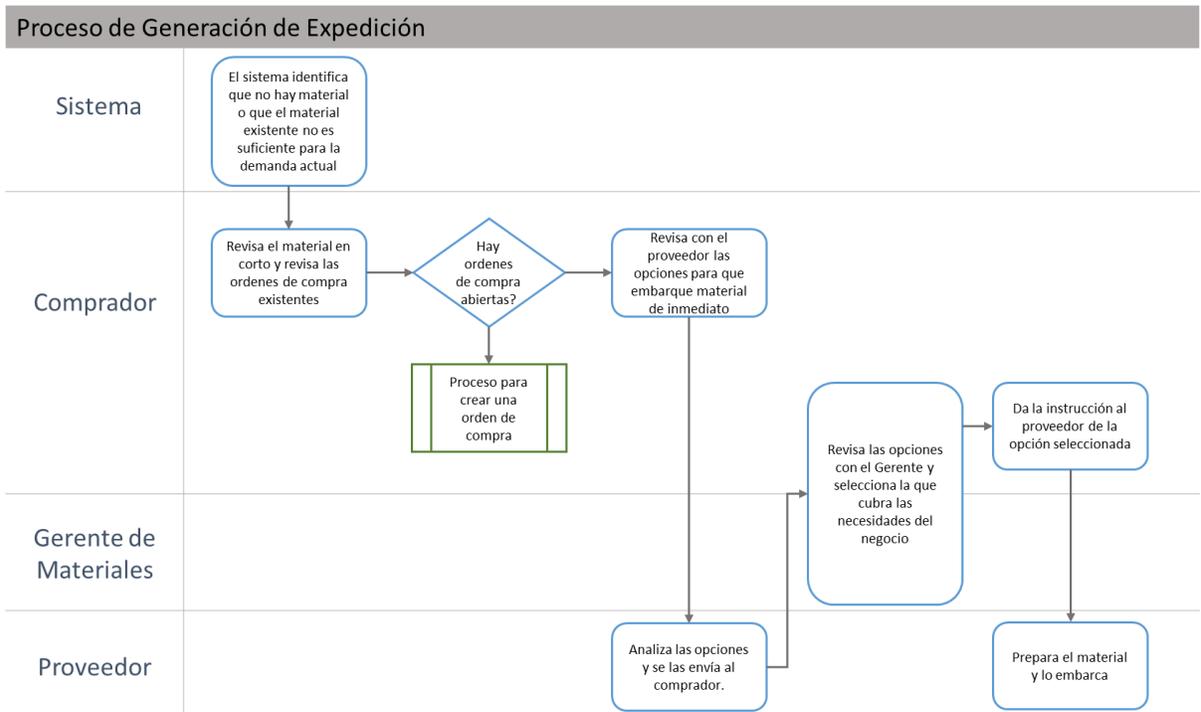


Ilustración 15 - Proceso de expedición de materiales

Al revisar estos procesos, entendemos que esta operación es administrativa y, por lo mismo, no tiene una repetición similar a un proceso de producción de volumen. Por lo mismo, la identificación de los pasos se realiza de forma general y no a alto detalle. Sin embargo, este nivel permite entender los puntos donde podemos encontrar opciones de variabilidad.

Métodos de Embarque

Se definió que los compradores son quienes realizan la selección del método de embarques. Sin embargo, la selección no es abierta, sino que existen lineamientos generados por el área de logística para la selección de este. Las opciones definidas consideran tanto el peso como el volumen del material, así como las características de embarque requeridas por el centro de diseño de la empresa para elegir al transportista adecuado (esto debido a la sensibilidad de componentes a radiaciones electromagnéticas o a daños estructurales en las partes mecánicas).

El área de logística proporciona la siguiente tabla con la información de las opciones de embarque:

Origen	Peso	Transportista	Nivel de Servicio disponible
China, Taiwán, Hong Kong	Paquetes pequeños <65kgs	TUP	SL1 y SL3
		TFD	SL1 y SL3
	Embarques >65kgs	TPN	SL1, SL2, SL3
Resto de Asia	Paquetes pequeños <65kgs	TUP	SL1
		TFD	SL1 y SL3
	Embarques >65kgs	TNO	SL1, SL3
Europa	Paquetes pequeños <65kgs	TFD	SL1, SL3
		TUP	SL1
	Embarques >65Kgs	TGW	SL1, SL3
		TPN	Solo Israel SL1, SL3
USA & Canadá	Paquetes pequeños <65kgs	TUP	SL1
		TFD	SL1 y SL3
	Embarques >65kgs	TFD	SL1 y SL3
		TAV	SL1
Latinoamérica	Todos los embarques	TPN	SL1, SL2, SL3

Ilustración 16 - Instructivo de embarques por región y peso

La lista de transportistas, así como los límites de peso y las opciones de servicio fueron definidas y negociadas por el departamento de Logística y en este proyecto no se está considerado analizar ya que son contratos que involucran otras áreas y plantas de manufactura con productos y componentes diferentes.

Es importante resaltar que la tabla indica los diferentes niveles de servicio y no solamente el deseado, que es el servicio SL3. Esto se da por la necesidad de mover material rápidamente en caso de material dañado o cortos por requerimientos adicionales a la demanda planeada.

Definición de Defecto

El planteamiento del uso excesivo de embarques expeditados se basa en el incremento de costos de transporte en el último ejercicio fiscal. El costo en si no representa una unidad de medida ya que no hay punto de comparación entre el costo de embarque de las partes de un producto. Entonces, ¿Cómo podemos realizar un análisis si no tenemos una base para comprar los embarques y el uso de los niveles de servicio?

En las diferentes industrias hay características de calidad que no pueden ser medidas o que el diferenciar un resultado como defecto es complicado. En esos casos, la medición del resultado puede ser por una lectura visual, una interpretación de un resultado o la falta de rigor en las especificaciones hace que el proceso de medición sea confuso o imposible. En muchos de esos casos, los resultados son erróneamente clasificados causando alteración en los resultados de análisis y propuestas erróneas. La realidad es que, en la mayoría de las ocasiones, las organizaciones reducen los esfuerzos por mejorar las especificaciones y buscan soluciones en base a propuestas con la esperanza de que se mejore aun sin contar con fundamentos.

Sin duda alguna, el planteamiento de cómo medir el problema y la claridad para identificar los datos básicos son, en sí mismo, el factor clave en el proyecto. En la mayoría de los proyectos de reducción de defectos y mejora continua, los defectos se pueden considerar en base a las especificaciones del proceso y los límites de tolerancia. En pocas ocasiones los procesos considerados consideran atributos influenciados por “beneficios” o “consideraciones” para ser considerados correctos o incorrectos. Es por ello que en este proyecto el considerar un servicio como defectuoso tiende a ser mucho más que el atributo en sí.

En el proceso de planeación de materiales definimos como defecto “La utilización de Servicios de embarques expeditados”. La siguiente tabla muestra los niveles de servicio y su uso:

Tabla 7 - Definiciones de los Niveles de Servicio

Servicio	Clasificación	Excepción
SL3	Correcto	Ninguna
SL1	Defecto	<ul style="list-style-type: none"> • Partes identificadas que requieren poco tiempo de tránsito. • Partes con las que no se cuenta el inventario suficiente • Partes que sustituyen otras que han sido dañadas o están inservibles
SL2	Defecto	Ninguna
SLX	Defecto	<ul style="list-style-type: none"> • Partes con las que no se cuenta el inventario suficiente • Partes que sustituyen otras que han sido dañadas o están inservibles
HC	Defecto	<ul style="list-style-type: none"> • Partes con las que no se cuenta el inventario suficiente • Partes que sustituyen otras que han sido dañadas o están inservibles

En base a ello, debemos considerar como defecto todos aquellos embarques que han sido realizados con nivel de servicio diferente a SL3. Sin embargo, dentro del proceso también podemos identificar como no defecto aquellos embarques que cuentan con una justificación por parte del negocio para ello. ¿Por qué es esto necesario?

La explicación no es nada complicada. Por el tipo de producto que se manufactura, es entendible que hay componentes sensibles a condiciones de clima, movimiento o radiación. Estos componentes, a pesar de utilizar empaques especializados, es alta la probabilidad de sufrir daños si, por ejemplo, las enviamos de Singapur a Guadalajara vía marítima. La humedad, los cambios de temperatura y salinidad de las condiciones de un barco dañarían estos productos. La única alternativa es que se realicen estos embarques vía aérea donde el tiempo de transporte es menor y las condiciones de traslado menos agresivas.

Niveles de Inventario y Clasificación de los componentes

Uno de los objetivos de los modelos de calidad es eliminar desperdicios en los procesos; en específico, los inventarios. La planeación de materiales debe considerar inventarios de los componentes debido a que el plan de producción busca producir los productos que los clientes solicitarán. Esta situación es más complicada cuando el modelo de venta se enfoca en producir órdenes de clientes. En este modelo, un cliente no puede esperar meses a que se soliciten los componentes, el proveedor los manufacture, los embarque, lleguen a la planta de manufactura final, se realicen ensambles, pruebas.... Imposible de realizar.

Existen modelos de manejo de materiales que buscan reducir al mínimo estos inventarios. Uno los modelos que se utilizan en esta empresa es la clasificación A-B-C:

Donal Sheldon, en su libro *Lean Materials Planning & Execution* describe la clasificación ABC de la siguiente forma:

“La estratificación de inventario es la segmentación de elementos en capas por valores monetarios o de uso. La regla 80/20 de Pareto funciona efectivamente en esta situación. Generalmente los componentes se clasifican de la siguiente forma:

A = Componentes con valor monetario del 75% del inventario, se tiene un 10%

B = Componentes con valor monetario del 15% del inventario, se tiene un 10%

C = Componentes con valor monetario del 10% del inventario, se tiene un 80%”

(Sheldon, 2008, pág. 116)

Lo que busca esta regla es que los componentes más caros tengan llegadas frecuentes para reducir el costo del inventario. Por consiguiente, componentes baratos se tiene un mayor inventario reduciendo los costos de embarque ya que implicaría un gasto mayor al costo.

Estos detalles complementan el proceso y ayudarán a identificar las posibles causas.

Obtención de Datos

Anteriormente mencionamos que Forrest sugirió “Considerar las preguntas que tienen que ser respondidas y los datos que van a ayudar a a responder esas preguntas...” (Breyfogle, *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*, 2003)

Si bien el sistema ERP que se tiene incluye los detalles de las órdenes y los componentes, este no guarda el método de embarque utilizado. Esto se da porque es común que se generen órdenes de compra que cubren grandes cantidades de componentes a ser entregadas en parcialidades. Cada embarque, el comprador confirma el método y este puede ser modificado sin documentarse en el sistema. En base a esto, no podemos considerar como confiable los datos que este sistema genera ya que no incluye las causas o motivos por la cual un tipo de servicio fue solicitado, si era urgente o no, o que otras alternativas hubo en el método de embarque.

La pregunta que debemos contestar es: Para cada orden de compra, ¿qué método de embarque se utilizó? La única opción disponible es un reporte proporcionado por el área de logística. El área de logística realiza un monitoreo diario de los embarques recibidos y los documenta. Sin embargo, la llegada de materiales no tiene una lógica o secuencia definida por los periodos de planeación, siendo que un embarque pudo haber sido solicitado hace una semana, o un mes o 6 meses, por el mismo o diferente comprador.

El reporte de embarques recibidos proporciona información descrita en la tabla 8:

Tabla 8 - Datos de un Embarque Recibido

Concepto	Descripción
Número de parte	Número de parte contenido en el embarque (único por componente)

Fecha de Llegada	Fecha de arribo a la planta de manufactura
Área de MFG	Área de manufactura a la cual se entrega el material recibido
Transportista	Proveedor de transporte que movió la carga de origen a la planta
Proveedor	Proveedor que manufacturó el componente recibido
Peso	Peso del embarque, considerando componentes y material de empaque
Tipo de Pago	Especifica si el embarque fue pagado por quien lo envió, o se si se pagará una vez recibido (por la planta de manufactura)
Costo	Costo del embarque y el costo por kilo
Tipo de Embarque	Especifica si el embarque proviene de otra planta de manufactura de la misma empresa o si es de proveedor
Región de Origen	Continente de origen del producto
País de Origen	Nombre del país origen del producto

Nota: Por regla internacional, al ser material de manufactura tiene que ser embarcado independiente de otros. Es decir, si el proveedor va a embarcar dos o más componentes al mismo cliente en la misma ubicación, debe de realizar un embarque por componente. Esto es por la clasificación, aranceles y regulaciones internacionales.

Como puede verse en el listado del reporte, la información del tipo de embarque utilizado no está disponible y fue necesario solicitar que fuera agregado. En adición, fue necesario hacer la conexión entre el embarque y la información de planeación. Para ello, fue necesario realizar un estudio de que información era necesaria para los análisis del proyecto.

Sería injusto decir que fue fácil unir la información del embarque con la información de la planeación, pero esta tarea fue realizada en varias fases del proyecto, siendo necesario repetir algunos de los análisis desde puntos de vista de diferentes variables.

Entonces, ¿cómo se realizó la unión de la información del embarque con la planeación del material? La unión fue mediante el número de parte del componente en el embarque:

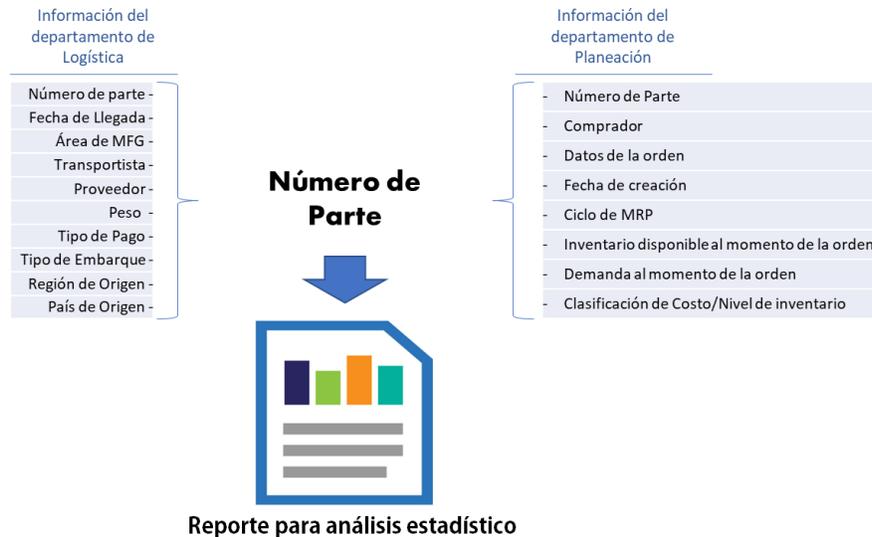


Ilustración 17 - Formación de la base de datos para el análisis

La creación de los datos del proyecto incluyó análisis, comparaciones y revisiones a nivel número de parte para obtener los datos representativos del proceso y con ello poder realizar los análisis. Entonces, ¿cómo sé que los datos están correctos? Debido a la complejidad del proceso, no hay una sola fuente que pueda proporcionar los datos. Sin embargo, los datos disponibles son la máxima representación disponible y de tomó la decisión de utilizarla ya que no es posible modificar los sistemas por el alto costo que ello representa para la organización y que supera los posibles beneficios del proyecto.

Este reporte se complementó con información adicional proporcionada por el sistema de planeación y por los compradores. En un proceso repetitivo, es una buena práctica el realizar un análisis de repetibilidad y reproducibilidad. Este tipo de estudios buscan la variación o el impacto del sistema de medición en el proceso. En este proyecto nos enfocamos en obtener los datos y complementarlo con la información disponible para agregarle valor y que nos permitiera

trabajar con las variables adecuadas. En este caso, al no tener medición, el error se ha identificado en la calidad de los datos y se aceptó considerándolo como aceptable y sin opción a mejora. A final de cuentas, el haber realizado cambios al sistema de captura y crecer su capacidad hubiera significado un costo mucho mayor a los beneficios de este proyecto.

El trabajo realizado para complementar los datos e identificar la situación de cada embarque fue un proceso donde participaron los compradores. Esto ayudó a que se incrementara su atención a las órdenes generadas, así como al impacto de las entradas definidas en el ejercicio de causa-raíz.

La unión de estos tres reportes nos ayudó a formar la base de datos con información suficiente para realizar los análisis. La conexión entre estos reportes fue el número de parte de los componentes, que único y utilizado en todos los reportes. El plan de recolección de datos se encuentra en la tabla 9.

Tabla 9 - Plan de Recolección de Datos

Medición	Reporte de Embarques	Reporte de Clasificación A-B-C	Reporte Maestro de Materiales
Definición Operacional	Reporte generado por el área de Recepción de Embarques donde se especifican los detalles de los embarques definidos	Reporte de la clasificación de los componentes basados en su costo y consumo que define los niveles de inventario permitidos para las diferentes clasificaciones	Reporte del sistema de planeación con la información de cada número de parte, incluyendo inventarios, demanda a corto y largo plazo. Incluye información del proveedor y compradores.

¿Cómo se recolecta la información?	La información de cada embarque se captura en el sistema de ingreso de material. El reporte semanal lo envía el Gerente del área de Ingreso de Material.	Reporte generado por el área de Inventarios al final de cada trimestre calendario	Reporte del sistema de planeación como resultado de la actualización semanal del MRP.
¿Quién recabará la información?	Área de Recepción de Embarques	Equipo de Inventarios	Líder de equipo de los compradores.
Frecuencia de información	Diario en la recepción del material.	Reporte trimestral al final de cada trimestre.	Los jueves de cada semana a las 10:00 am
Cantidad de datos recolectados	Todos los embarques recibidos (Si el embarque no se recibe, el material no puede ser ingresado y generaría problemas de pago al proveedor)	Información de un trimestre	Toda la información de todos los números de parte.

Adicionalmente, para los embarques que se recibieron con servicio expeditado, se revisaron junto con los compradores para determinar la situación de cada uno de ellos. Este análisis nos ayudó a clasificar los embarques como correctos o incorrectos, basado en las situaciones que justificarían un embarque expeditado:

- Incremento de Demanda
- Orden de cliente no programada
- Demanda en ordenes superior a la planeada
- Requerimiento técnico

Estos cuatro conceptos fueron evaluados en cada uno de los embarques para determinar si el uso del servicio expeditado estaba justificado o no. En base a eso, cada embarque se clasificó

como “Correcto” o “Incorrecto”. Con esta información, podemos proceder a los análisis estadísticos del proceso.

Identificación de Variables

El proceso en general limita la elección del tipo de embarque a los compradores. Sin embargo, las causas que lo generan no son claras.

La elección de las variables dio basado en el conocimiento del proceso y la operación. Algunas de ellas tienen una relación natural, pero otras fueron elegidas por su implicación en el resultado.

Tabla 10 - Variables del Proceso

Variable	Relación con el proceso
Nivel de Servicio de Embarque	Es la salida del proceso y la que buscamos modificar
Comprador	Es el responsable de crear la OC y solicitar el embarque al proveedor.
Transportista	Es quien mueve el material de proveedor a la planta de manufactura
Clasificación ABC	Indica o limita el inventario y puede ser factor para incrementar la cantidad de órdenes de compra
País de Origen	País de donde se embarca el producto
Región de Origen	La región de donde se embarque el producto
Número de Parte	Es el componente embarcado.
Proveedor	Productor del material y es quien realiza el embarque
Continente	Zona geográfica de donde se embarca el componente.
Nivel de Peso	El peso del embarque define el tipo de embarque y se clasifican Alto y Bajo
Tipo de Embarque	Los embarques se envían de Proveedor o de alguna planta de la empresa

Las variables consideradas están relacionadas al proceso y nos pueden ayudar a identificar cuales tienen mayor impacto en el mismo.

Podemos identificar que algunas variables están relacionadas, como lo son el comprador, proveedor y origen. Es común que en un solo comprador maneje todas las partes de un proveedor y de esta forma se genera una relación más estrecha y coordinada con el mismo. Esta relación es obligatoria por el hecho de que un comprador tiene proveedores asignados. Los proveedores manejan un producto específico (ej. Mecánicos) dependiendo del componente que venden.

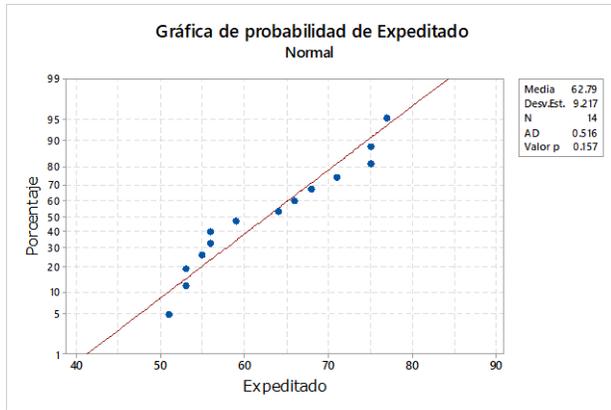
La geografía está relacionada con el lugar donde el proveedor tiene sus instalaciones, pero este es un parámetro clave en la decisión de planificar o solicitar que se envíe en una fecha específica.

Comportamiento del proceso y Capacidad de mejora del Proceso

Al evaluar el comportamiento del proceso también debemos hacernos la pregunta, ¿podemos mejorar el proceso y lograr el objetivo deseado? Para ello debemos de realizar una prueba de capacidad para determinar si el proceso es capaz de producir los resultados esperados. La prueba de capacidad tiene tres requerimientos: Normalidad – Estabilidad - Cantidad de Datos

Para realizar la prueba de capacidad vamos a utilizar la gráfica p, que evalúa las unidades defectuosas por lote. Tomaremos como lote los embarques recibidos por semana y consideraremos los embarques de servicios expeditados como fallas al proceso. En este momento, ya contamos con 14 semanas de datos con los cuales realizaremos la evaluación de la capacidad del proceso.

El primer requerimiento que analizamos es la distribución de los datos y realizamos la prueba de normalidad. P



Al ser el valor p mayor que el nivel de significancia no podemos rechazar la hipótesis de que los datos siguen una distribución normal.

Ilustración 19 - Prueba de Normalidad

El valor α para la prueba fue 0.05. Al ser el valor $p = 0.157$ no se puede rechazar la hipótesis nula ya que no existe suficiente evidencia para concluir que los datos no siguen una distribución normal.

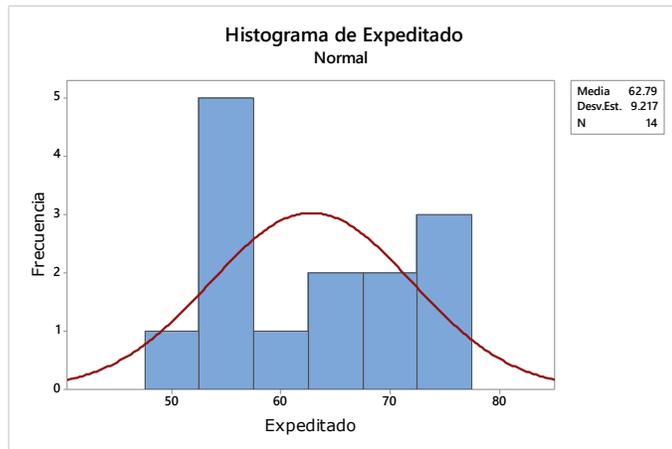


Ilustración 18 - Histograma

El siguiente paso es la prueba de estabilidad. Para ello, verificamos que el proceso sea estable:

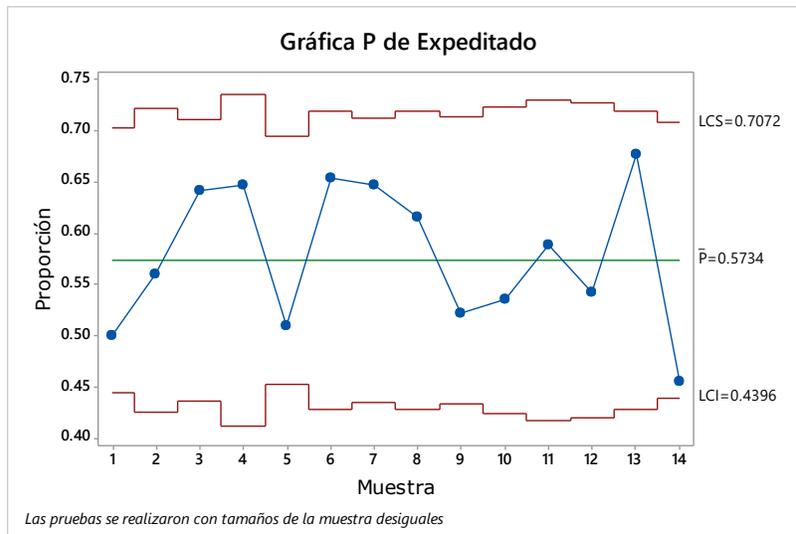


Ilustración 20 - Estabilidad del proceso

La gráfica nos muestra un sistema estable, aunque con amplias variaciones. El siguiente paso es el análisis de capacidad. Este informe se utiliza para evaluar si un proceso es capaz de producir resultados que cumplan con los requisitos del cliente.

Para el análisis de capacidad debemos considerar cual es el porcentaje de falla que queremos identificar. Los datos actuales indican que el promedio de embarques expeditados recibidos es de 58%. El % objetivo es reducirlo un 10%, dando como resultado reducirlo a 52%:

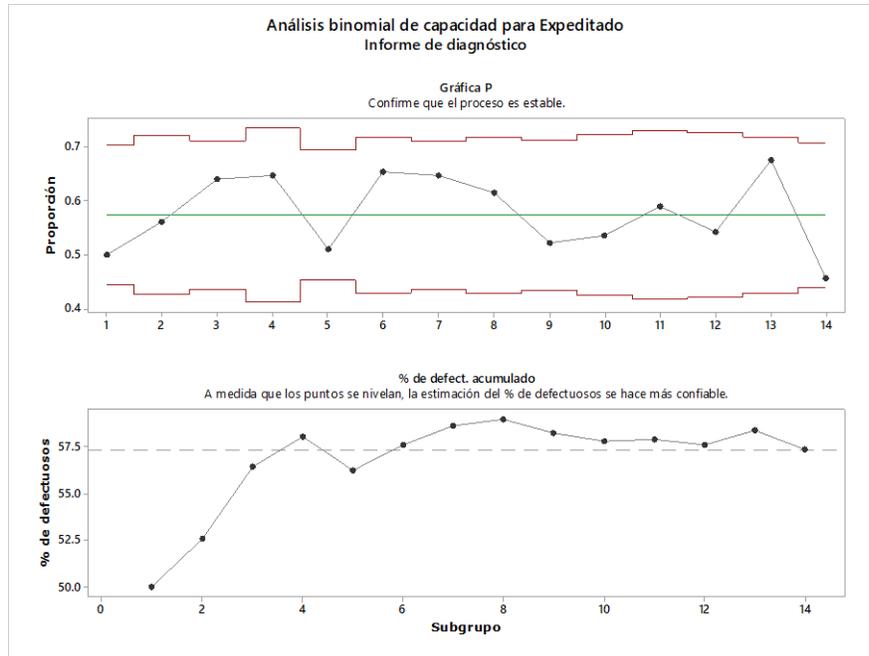


Ilustración 21 - Análisis binomial del proceso

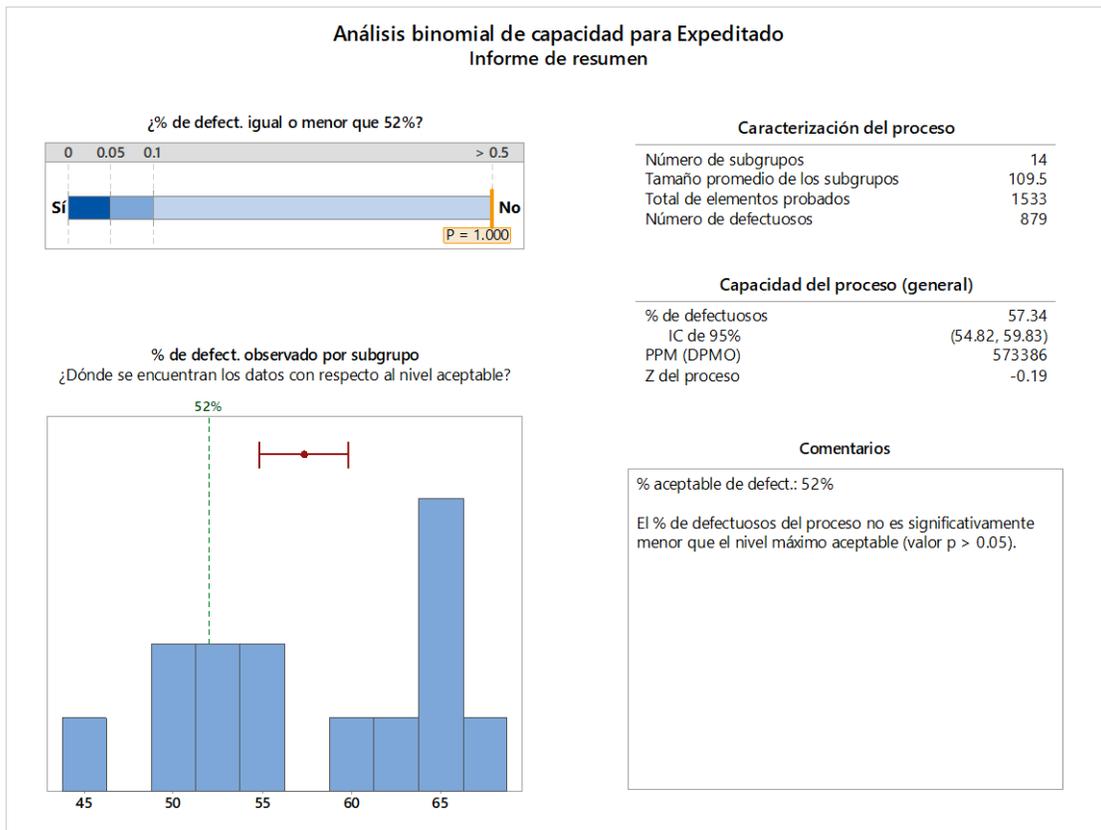


Ilustración 22 - Informe de capacidad del proceso

Para este estudio, el análisis de capacidad nos entrega un $Z = -0.19$, lo cual indica que el proceso necesita un cambio radical para estabilizarlo y lograr el objetivo. En base a esto, podemos concluir que, para poder mejorar el proceso, debemos buscar mover la media del proceso hacia el límite inferior para meter en control el proceso y poder realizar las mejoras deseadas.

Medición del proceso de Planeación

El proceso de planeación que estamos analizando, no tiene en sí un modelo de medición de repetición en el cual podamos identificar el impacto de la medición en la variabilidad del proceso. Los datos proporcionados por el área de recepción de embarques se consideran precisos, ya que cualquier variación de los datos dará como resultado el incumplimiento de pago o la falta de material. Esto es controlado por el equipo de control de negocios y en caso de error, rápidamente se realiza la corrección sin impacto a la medición.

Sin embargo, si hay una actividad en el proceso de planeación de materiales que es repetitiva en la cual el comprador es quien realiza una “evaluación” en el proceso y en base a esa evaluación es que toma decisiones que afectan al proceso.

La evaluación que los compradores realizan es sobre los resultados del sistema de planeación de materiales. La demanda del material, menos el inventario en planta, el inventario en tránsito y las órdenes de compra con el proveedor darán como resultado una “instrucción” que el sistema de planeación propone para asegurar la cobertura de la demanda de material en base a las características de cada componente. El análisis realizado por el comprador se basa en evaluar si la propuesta del sistema es correcta. El comprador debe de realizar un análisis paralelo para determinar las cantidades necesarias para crear órdenes de compra y el método de envío de ese

material y compararlo con los resultados del sistema. La hipótesis nula (H_0) es que todos los compradores han llevado una capacitación igual y tienen la misma capacidad de toma de decisiones. Debido a que esta evaluación puede influenciar el correcto uso de los embarques incorrectos, evaluaremos la efectividad de la evaluación de los compradores para determinar si es Repetible y Reproducible.

Un estudio R&R del sistema de evaluación del MRP nos ayuda a investigar si la variabilidad del modelo de evaluación de cada comprador es considerable en el proceso. Este estudio está basado en una ANOVA donde evaluaremos si la varianza de la evaluación de los compradores implica una diferencia en su efecto en la selección de embarques expeditados.

El motivo para realizar un análisis a esta parte del proceso es para identificar la confiabilidad de que el proceso es seguido de forma correcta y que los resultados sean los mismos, sin importar el comprador que lo realice. En promedio, un comprador lleva un entrenamiento y desarrollo de 3 a 6 meses antes de que empiece a tomar las decisiones independientemente.

El método para obtener la información para el análisis de Reproducibilidad y repetitividad es mediante un cuestionario que se aplicó a algunos de los compradores. El cuestionario se formó con 9 casos que representaban 9 situaciones diferentes que pueden encontrar los compradores en cualquier corrida de planeación. Cada caso contenía una propuesta de MRP, siendo en unos casos correcta y en otra incorrecta. El objetivo era que el comprador lograra identificar si la propuesta de MRP era correcta o incorrecta.

Los 9 casos fueron definidos por el gerente de materiales y por el líder de equipo, quienes cuentan con años de experiencia en este proceso y son considerados los expertos en el tema. Este paso fue complicado debido a que había la posibilidad de que el gerente o el líder intentaran

comunicarle al equipo que se iba a hacer la evaluación y por ello no se les mencionó el uso que esos ejemplos tendrían. De esta forma se incrementó la confiabilidad del ejercicio.

El siguiente paso fue elegir a los participantes de la evaluación. Debido a que el equipo está conformado por compradores de mucha y poca experiencia, se decidió seleccionar aleatoriamente a dos compradores de experiencia y a dos con poca experiencia.

La primera evaluación se realizó dos días después de la última corrida de planeación, donde los compradores tienen en mente el proceso a seguir. A media mañana, se les pidió que respondieran las preguntas, en ese momento y sin más información.

Una semana después, dos días después de la última corrida de planeación, se les pidió que respondieran una nueva serie de preguntas. Las preguntas eran las mismas, pero se les había cambiado el orden de estas para que no recordaran, en caso de hacerlo, lo que habían respondido.

Resultados: Los 4 compradores realizaron los ejercicios y estos fueron los resultados:

Tabla 11 - Resultados prueba R&R

	Comprador 1		Comprador 2		Comprador 3		Comprador 4		Respuesta Correcta
	Prueba 1	Prueba 2							
1	Correcta	No	Correcta	Error	Error	Error	Correcta	Error	Error
2	Error	No	Correcta	Error	Correcta	Error	Error	Error	Correcta
3	Correcta	Correcta	Error	Error	Error	Error	Error	Correcta	Error
4	Correcta	Correcta	Error	Correcta	Error	Error	Correcta	Correcta	Correcta
5	Error	Error	Error	Error	Correcta	Correcta	Correcta	Correcta	Correcta
6	Correcta	Error	Error	Error	Error	Correcta	Correcta	Error	Correcta
7	Error	Correcta	Correcta	Correcta	Correcta	Correcta	Error	Error	Error

8	Error	Correcta	Error	Error	Correcta	Correcta	Correcta	Correcta	Correcta
9	Correcta	Error	Error	Correcta	Error	Correcta	Error	Correcta	Correcta

Análisis de Varianza:

- Hipótesis nula: Todas las medias son iguales, es decir, los compradores evalúan de forma similar los resultados y proveen resultados similares.
- Hipótesis alterna: Por lo menos una media es diferente, es decir, que existe diferencia en los criterios de evaluación y respuesta.

Nivel de significancia de $\alpha = 0.05$

Tabla 12 - Factores ANOVA

Factor	Niveles	Valores
Comprador	4	1,2,3,4

Tabla 13 - Resultados ANOVA

Fuente	GL	SC Adjust	MC Adjust	Valor F	Valor P
Operador	3	1.444	0.4815	1.98	0.126
Error	68	16.556	0.2435		
Total	71	18.000			

La tabla 13 nos muestra los resultados del ANOVA en el sistema MINITAB. El valor P obtenido nos indica que debemos de aceptar la hipótesis nula y decir que no existe diferencia en las evaluaciones de los compradores que realizaron la prueba. La ilustración 23 nos muestra la

gráfica de intervalos donde podemos ver que existen un rango compartido indicándonos que no podemos rechazar la hipótesis nula.

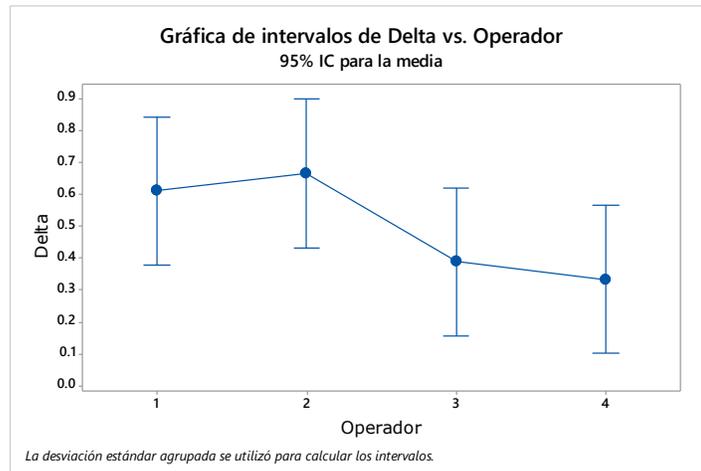


Ilustración 23 - Gráfica de Intervalos

El siguiente paso es utilizar la herramienta de estudio R&R de Minitab para identificar la eficiencia de los compradores en las evaluaciones realizadas.

Tabla 14 - Resultados prueba R&R

Concepto	Resultado
Tasa de error general	50.0%
Correctos clasificados como Error	52.1%
Errores clasificados como correctos	45.8%
Calificaciones mixtas (mismo elemento calificado de ambas maneras)	44.4%

Mezcla de Elementos: Lo ideal sería tener una mezcla balanceada de elementos correctos e incorrectos de acuerdo con el balance de los resultados esperados. La elección de resultados no concuerda con el patrón de respuestas.

La exactitud de las evaluaciones nos permite identificar si los compradores están identificando las propuestas del MRP de forma correcta. En el estudio podemos ver que solo el 50% de las

pruebas coincidieron correctamente con el estándar. Esto significa que el 50% de las veces interpretan incorrectamente los resultados y esto deriva a decisiones diferentes a las esperadas.

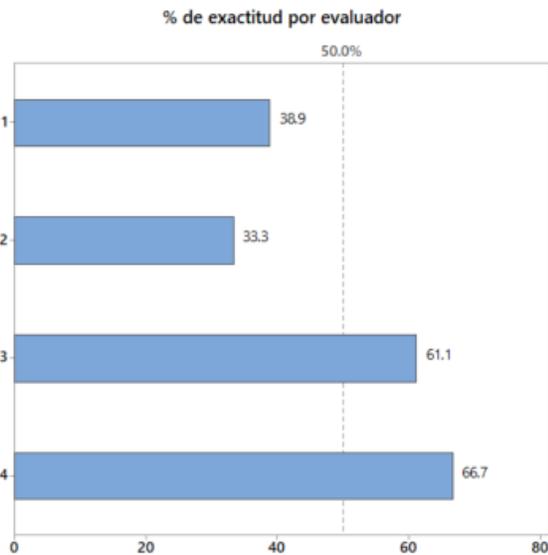


Ilustración 24 - Gráfica de resultados por comprador

Los resultados de la evaluación nos permiten confirmar que los compradores de poca experiencia tienden a interpretar el sistema de forma errónea (Compradores 1 y 2 son los de menor experiencia). Sin embargo, los compradores de experiencia, a pesar de que obtuvieron mejores resultados, no es lo suficientemente buena para contradecir los resultados de la ANOVA previamente realizada.

Conclusiones: La prueba de Reproducibilidad y Repetitividad nos ayudó a identificar que no existe una diferencia en la toma de decisiones en la planeación de Materiales. Como se comentó anteriormente, en ocasiones los compradores se confían en que el sistema da las mejores propuestas olvidando realizar un análisis específico que les permita corroborar la planeación.

Aunque podemos diferenciar a los compradores novatos de los expertos, no podemos asegurar que solo es un grupo de personas las que están influenciando el proceso. Es por ello por lo que tenemos que realizar un análisis más detallado sobre el impacto de los compradores y demás variables, en el proceso.

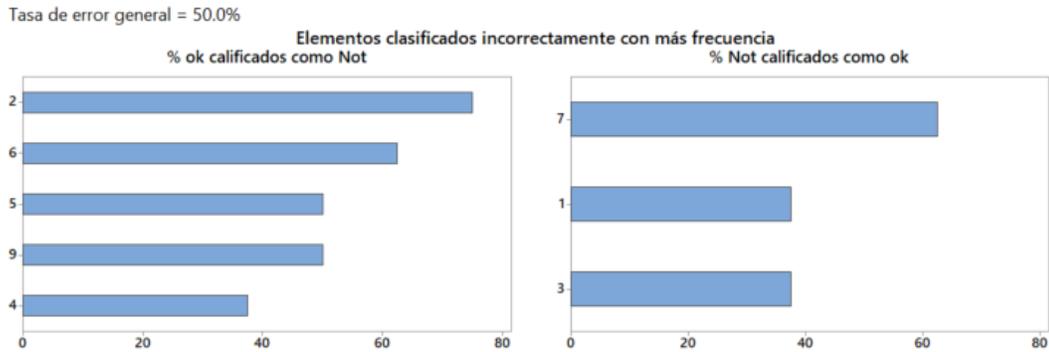


Ilustración 25 - Comparación de resultados

Las gráficas nos ayudan a entender la gran cantidad de casos calificados erróneamente. Si este fuera un sistema de medición, significaría que al menos la mitad de los defectos encontrados son a causa del sistema, reduciendo drásticamente el nivel de calidad del producto al permitir pasar productos malos como buenos y tirando productos buenos considerados malos.

Un dato representativo es que, en ninguno de los casos, los compradores eligieron la respuesta correcta en los dos casos demostrando al menos una oportunidad de constancia. Esto significa que la probabilidad de tomar la decisión correcta es mínima y podemos decir que siguen un proceso similar pero erróneo debido a la alta probabilidad de falla en el mismo.

Acciones correctivas: Como resultado de esta evaluación, se presentaron los resultados a la gerencia de planeación y se les dieron las siguientes recomendaciones:

- Realizar un entrenamiento general en el proceso de planeación de materiales. La baja tasa de exactitud (50%), también nos demuestra que el proceso es poco sistemático y que hay posibilidad de una capacitación inadecuada. Es por lo que la capacitación debe contener las bases de la planeación de materiales y análisis de casos que permitan una consistencia en la toma de decisiones de forma correcta.

- Balancear los equipos de trabajo con compradores novatos y expertos, que permita una colaboración constante y una mejora en los niveles de experiencia y conocimiento.
- Se recomendó evaluar los criterios de toma de decisiones para reducir la oportunidad de error por parte de los compradores. La cantidad de casos que fueron calificados de ambas formas (44.4%) nos demuestra que los criterios son poco precisos y dificultan a los compradores el decidir sobre lo correcto e incorrecto.

Conclusiones

- El proceso de planeación de materiales es el que involucra la decisión de que método de embarque utilizar. Así mismo, los compradores son los únicos que pueden dar la instrucción al proveedor del método elegido o de un cambio:

En el proceso actual hay dos equipos con 9 compradores y un líder de compradores. El líder de compradores apoya a los compradores, valida que sus análisis sean correctos y monitorea el cumplimiento de los métricos de los compradores.

- Existe un lineamiento en los tipos de embarques a utilizar. Esta lista ha sido definida por el área de logística y su objetivo es optimizar la selección del embarque.

Origen	Peso	Transportista	Nivel de Servicio disponible
China, Taiwán, Hong Kong	Paquetes pequeños <65kgs	TUP	SL1 y SL3
		TFD	SL1 y SL3
	Embarques >65kgs	TPN	SL1, SL2, SL3
Resto de Asia	Paquetes pequeños <65kgs	TUP	SL1
		TFD	SL1 y SL3
	Embarques >65kgs	TNO	SL1, SL3
Europa	Paquetes pequeños <65kgs	TFD	SL1, SL3
		TUP	SL1
	Embarques >65Kgs	TGW	SL1, SL3
		TPN	Solo Israel SL1, SL3
USA & Canadá	Paquetes pequeños <65kgs	TUP	SL1
		TFD	SL1 y SL3
	Embarques >65kgs	TFD	SL1 y SL3
		TAV	SL1
Latinoamérica	Todos los embarques	TPN	SL1, SL2, SL3

Ilustración 26 - Opciones de embarque de los componentes

De acuerdo con esta tabla, los compradores deben de seleccionar el servicio normal y solamente utilizar el servicio expeditado en caso de corto de materiales. Habrá que analizar que se identifica como un corto y como afecta al proceso.

- La obtención de datos fue complicada en un inicio, pero se logró obtener información completa y se le agregaron detalles que serán útiles en la fase de análisis. Para la etapa de Análisis contaremos con 14 semanas y poco más de 1500 eventos.
- El proceso muestra una estabilidad con un alto grado de defectos. El análisis de capacidad nos confirmó que debemos enfocarnos en reducir el promedio de defectos para mejorar el proceso.

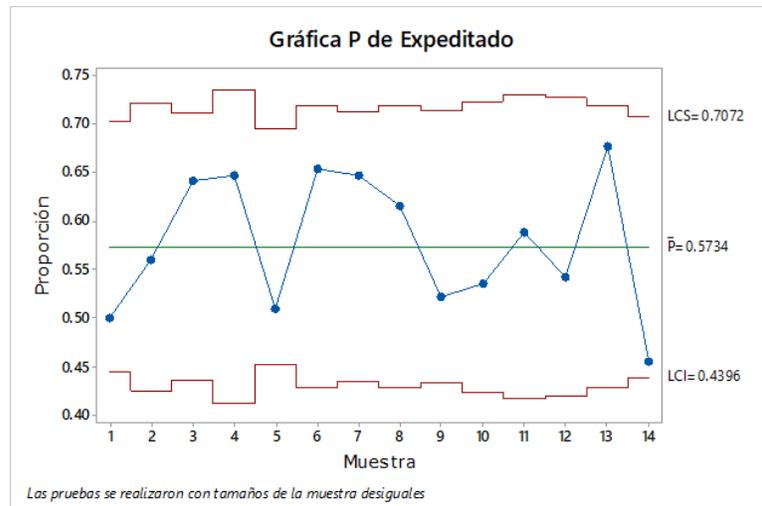


Ilustración 27 - Comportamiento del proceso

- Uno de los datos significativos es que la tasa de defectos es extremadamente alta (PPM = 573,386). El proceso de planeación de materiales busca ser eficiente, sin embargo, por el tipo de productos es muy complicado un nivel de eficiencia alto ya que el pronóstico de ventas se ve afectado por la situación económica mundial. Sin embargo, los valores actuales demuestran que existe una merma considerable que puede ser corregida y el proceso mejorado.
- La evaluación del sistema de interpretación de MRP nos arrojó una alta variabilidad en la toma de decisiones. Si bien las opciones que puede arrojar MRP son infinitas, la evaluación nos demuestra que para tener una mejora en el proceso debemos de estandarizar los criterios de interpretación y toma de decisión en los embarques.

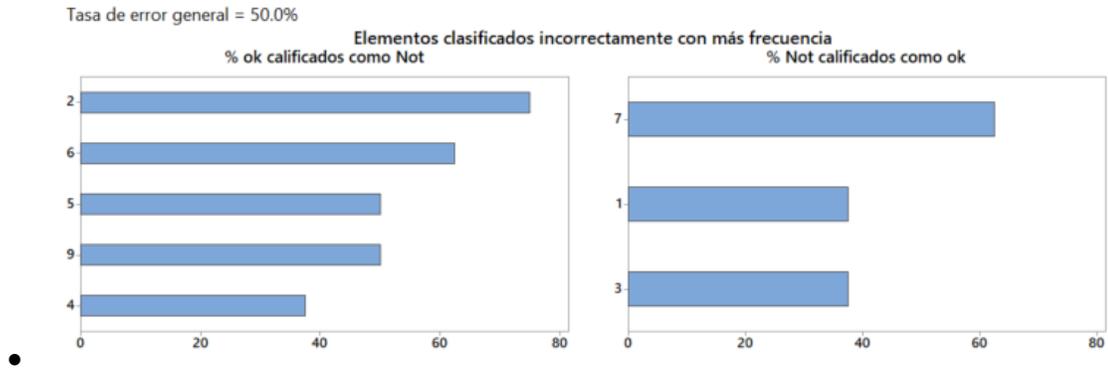


Ilustración 28 - Resultado de análisis al sistema de evaluación de MRP

Comparando los resultados del ejercicio de evaluación de resultados de planeación con los promedios de embarques expeditados, podemos identificar que existe una relación entre los errores de interpretación de MRP y el uso excesivo.

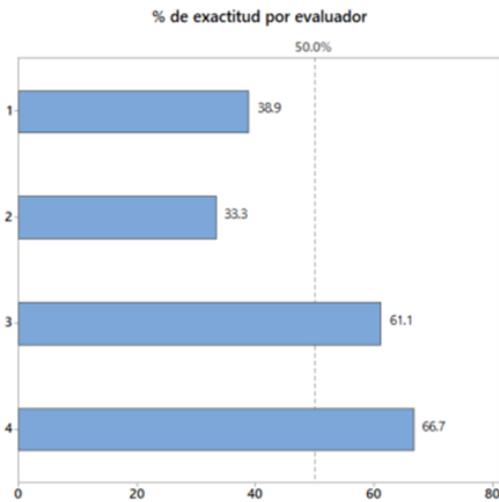


Ilustración 30 - Exactitud por Evaluador

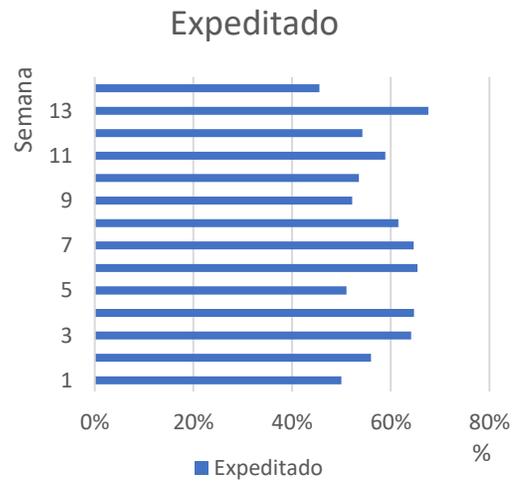


Ilustración 29 - Embarques expeditados

En la siguiente fase analizaremos los datos para entender el porqué de estos comportamientos para identificar oportunidades de mejora.

Fase Análisis

Objetivo de la Fase de Análisis

El objetivo de la fase de analizar es evaluar las entradas y su impacto en la salida del proceso.

Marco teórico de la fase

La fase anterior enfocó los esfuerzos en conocer el proceso, evaluar el sistema de medición e identificar las variables del proceso. El análisis gráfico es una gran oportunidad para empezar e entender el comportamiento de los datos y conocer más del proceso.

Forrest indica que “los datos recolectados pueden ser transformados en información mediante la revisión de los reportes y el análisis de datos”. También refiere “en caso de no haber fuentes confiables de datos, se pueden realizar entrevistas con expertos o recolectar nosotros mismos los datos” (Breyfogle, *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*, 2003, pág. 383)

Escalante refiere como 4 los pasos principales en esta fase:

- Identificar las entradas críticas potenciales
- Determinar las entradas críticas
- Ajustar el proceso
- Evaluar la capacidad del proceso ajustado

Además menciona “Las variables del proceso definidas en Fase Medir deben ser confirmadas por técnicas como pruebas de hipótesis e intervalos de confianza, análisis de varianza, diseño de experimentos y/o estudios multivariable, para medir la contribución de estos factores en la variación del proceso (Escalante Vazquez, 2018, págs. 241-242)

Entre las herramientas que podemos utilizar en esta sección del proceso podemos encontrar:

Diagramas Causa y efecto: Esta herramienta permite identificar y asociar las posibles causas que afectan las variables de entrada y su impacto en la salida. Vázquez explica el diagrama de Ishikawa de la siguiente forma:

“El objetivo de este tipo de diagrama es encontrar las posibles causas de un problema. Es necesario observar que el diagrama de Ishikawa no analiza las causas, solo las encuentra” (Escalante Vazquez, 2018, pág. 77)

Vázquez también menciona los seis factores principales como: Métodos, Mano de Obra, Materia prima, Medición, Medio ambiente y Maquinaria y equipo.

Prueba de hipótesis: Escalante define los elementos de esta prueba como:

- Las hipótesis: La que se desea probar (H_0) y su complemento (H_a)
- La(s) muestra(s): La información que se obtiene de la población o poblaciones
- El estadístico de prueba (EP): Es una variable aleatoria que resume la información de la muestra
- La región de rechazo de H_0 (RR H_0): Es una parte de la distribución de referencia en la cual, si el EP se encuentra ahí, se rechaza H_0 .
- El nivel de confianza de la prueba ($1-\alpha$)

Análisis de varianza: “Esta técnica consiste en descomponer la variación de los datos en a) la variación interna o natural (referencia) de los grupos, y b) La variación entre grupos de medias, para, al comparar esos dos tipos de variación, decidir si existe diferencia o no entre las medias que se están analizando” (Escalante Vazquez, 2018, pág. 262)

Análisis de Causas y Efecto en el proceso

Habiendo identificado el proceso en el cual vamos a trabajar, nos enfocaremos en el analizar las posibles causas que podrían influenciar el uso excesivo de embarques expeditados. Para este paso realizaremos un análisis de Causa-efecto, comúnmente conocido como Diagrama de Ishikawa. Buscamos que, mediante la retroalimentación directa de los involucrados en el proceso, podamos identificar y clasificar las posibles causas.

Para realizar este estudio vamos a definir los factores en los cuales vamos a clasificar las causas. La clasificación usual de este modelo según Escalante es:

- Métodos: procedimientos por usar en la realización de actividades
- Mano de obra: la gente que realiza las actividades
- Materia Prima: el material que se usa para producir
- Medición: los instrumentos empleados para evaluar procesos y productos
- Medio ambiente: las condiciones del lugar de trabajo
- Maquinaria y equipo: los equipos y periféricos usados para producir. (Escalante Vazquez, 2018, pág. 77)

Para el proceso que vamos a evaluar, se va a ajustar los factores para alinearlos al proceso. La salida del proceso son los embarques expeditados. La salida del proceso contempla uno de los servicios de embarque, así como el transporte, proveedor y cantidad de material. De estas salidas, solo el tipo de servicio de transporte involucra un defecto. El medio de transporte, el proveedor y cantidad de material puede variar sin que ello implique un defecto en el costo del embarque.

Para generar el análisis causa-efecto, vamos a utilizar los siguientes factores:

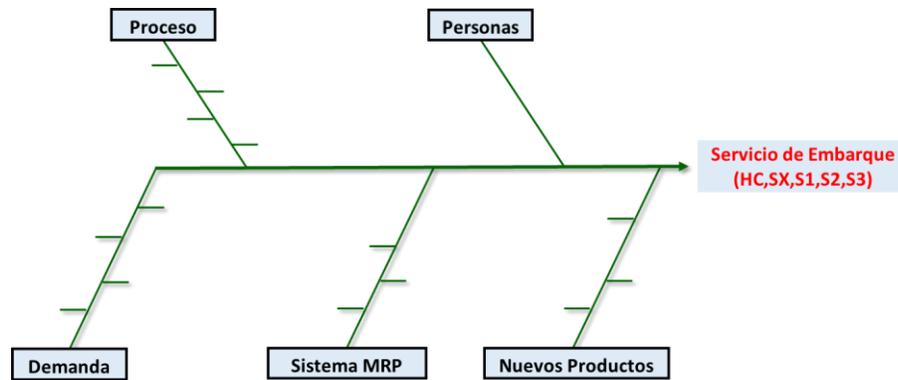


Ilustración 31 - Formato de diagrama Ishikawa

- Materia prima la estamos sustituyendo por la demanda de los productos. Podemos tratar la calidad de la demanda de forma similar a la que podemos realizar a la materia prima.
- Sistema MRP está reemplazando a Maquinaria y Equipo. El procesamiento de datos asemeja lo que podría hacer el equipo en producción.
- El proceso no se ve afectado por el medio ambiente, es decir, no cambia por la hora del día o del clima. Esta sección la reemplazaremos por Nuevos productos debido a que son las variaciones que podemos tener debido al ciclo de vida de los componentes o de los productos.
- Medición será eliminado ya que no existe medición en el proceso.

Habiendo identificado los factores, procedimos a trabajar formando grupos pequeños para recabar información del proceso y del por qué se obtienen estos resultados. Se realizaron varias sesiones y se consolidaron las respuestas. Al momento de trabajar con los grupos, se les pidió que identificaran, dentro de las opciones definidas, una relación de la situación con el factor determinante.

La retroalimentación recibida se consolidó y se generó el siguiente resultado:

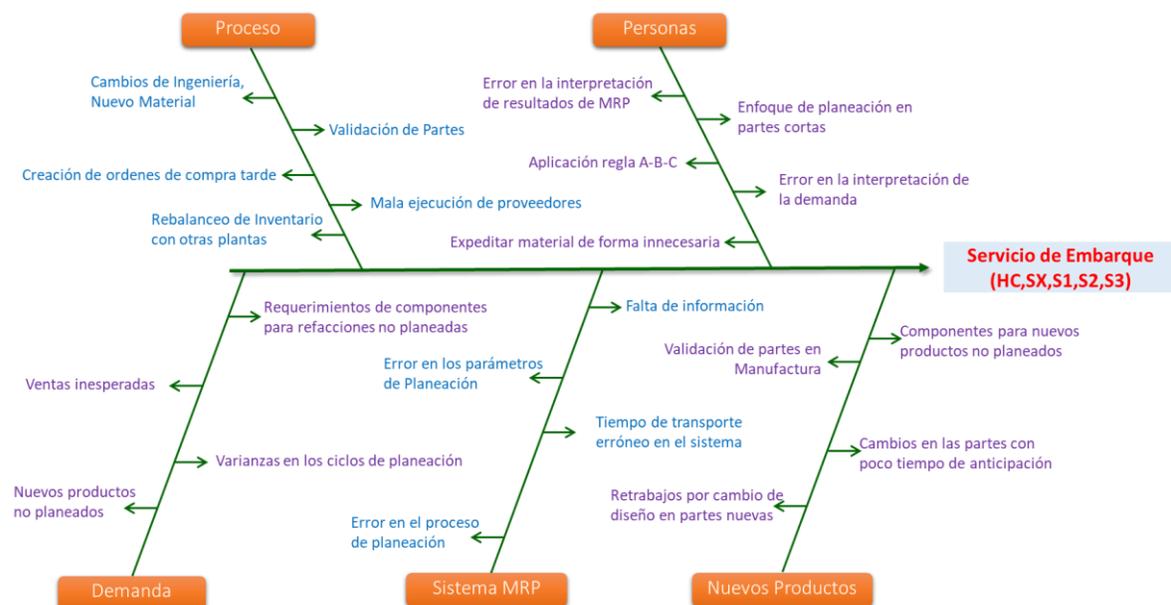


Ilustración 32 - Análisis de Causa-Efecto Inicial

Este análisis, también ayudó a agrupar las causas de forma que estas puedan ser analizadas e identificar acciones que pudieran resultar en mejoras al proceso

Antes de analizar la información o las causas identificadas, fue necesario retomar el análisis CTQ (tabla 13) que habíamos realizado para alinear las expectativas de la operación con lo que la gerencia esperaba.

Tabla 15 - CTQ Proceso

Cliente	Área	CTQ	Métrico
Gerente de Logística	Recepción de Materiales	Los embarques recibidos deben de utilizar servicio de embarque normal y solo si es urgente el expeditado	% de embarques recibidos expeditados Kg de embarques recibidos expeditados
Gerente de Materiales	Planeación de Materiales	No exista faltantes de materiales	Cobertura de materiales según clasificación A-B-C
Gerente de Manufactura	Manufactura	Materiales disponibles para cumplir con el plan de producción	0 cortos de material en línea.
Gerente de Ventas	Ventas	Embarque de los productos basados en los requerimientos de los clientes	95% de los embarques realizados a tiempo; 100% para clientes top

Los criterios de Calidad definidos inicialmente cubren solo una porción de los diferentes factores del proceso. Por lo mismo, fue necesario definir los criterios específicos para cada factor definido en el análisis causa-efecto (Tabla 14):

Tabla 16 - Métricos de CTQ del proceso

Cliente	Área	CTQ	Métrico
Gerente de Logística	Proceso	Recepción de Materiales: Los embarques recibidos deben de utilizar servicio de embarque normal y solo si es urgente el expeditado	% de embarques recibidos expeditados Kg de embarques recibidos expeditados
Gerente de Materiales	Proceso	Ciclo MRP completo cada semana	% Cumplimiento del análisis y liberación de órdenes de compra
Gerente de Materiales	Personas	100% compradores certificados: Los nuevos compradores deben de cumplir con un programa de entrenamiento y completarlo en los primeros 30 días de ingreso	% cumplimiento
Gerente de Materiales	Demanda	Forecast vs Compromiso de materiales >95%: El forecast de los materiales debe ser cubierto por material en inventario o en tránsito al menos las dos semanas posteriores a la corrida de MRP	% de cobertura
Gerente de Materiales	Demanda	Requerimientos soportados por una orden de compra <3%: Al menos el 97% de los materiales deben de contar con una orden de compra en los 3 días posteriores a la corrida de MRP	% de Cobertura
Gerente de Materiales	Demanda	Órdenes de compra con fecha de recepción < 50 días: No debe de haber una orden de compra con fecha de entrega mayor a 50 días de retraso.	% órdenes obsoletas
Gerente de Materiales	Sistema MRP	Ejecución de corrida de MRP los miércoles a las 5PM USCT: El sistema de MRP debe haber completado su ciclo semanal a la hora establecida	Disponibilidad de la nueva demanda los miércoles a las 5:00 PM US CT
Gerente de Materiales	Nuevos Productos	Lista de Materiales completa antes de las pruebas piloto (Pruebas piloto son usadas para la certificación del producto y ocurren un mes antes de mover el producto a producción)	0 partes nuevas después de las pruebas Piloto
Gerente de Materiales	Nuevos Productos	Plan de nuevos productos por un lapso de 1 año calendario	0 productos nuevos para incluir en menos de 1 año de su fecha de aviso a su fecha de inicio de producción

En esta conversación se tuvieron algunas dificultades para poder diferenciar lo que el proceso define y lo que el gerente espera. Fue necesario aclarar que, en los procesos, las interpretaciones son normalmente una de las principales causas de generación de error. Esta discusión se generó

por algunos de sus requerimientos no están considerados en los procesos operativos o en las descripciones de trabajo de los compradores. Al final, en entendimiento del objetivo del proyecto y el enfoque de lograr mejoras, ayudaron a obtener la siguiente lista adicional de criterios:

- Disponibilidad de material para Manufactura que no detenga la producción.
- No expeditar material con demanda de forma innecesaria
- Creación de la PO con el tiempo suficiente para que se cumpla el tiempo de entrega del proveedor (incluyendo transporte)
- Aplicación de la regla A-B-C en el manejo de inventarios y compra de materiales.
- Cubrimiento de la demanda con órdenes de compra

Estos criterios, al no estar documentados en el proceso, no incluyen un métrico que sirva a los compradores como referencia.

El siguiente paso fue regresar con el equipo del proyecto, incluyendo a los líderes de los compradores y a la gerencia de material y volvimos a analizar las diferentes causas que se identificaron. El objetivo de este análisis fue identificar la importancia y el impacto que estas causas tienen en el resultado.

Utilizando la retroalimentación del ejercicio causa-efecto y la clasificación de las posibles causas, se identificó que estos cinco puntos son la base para la evaluación de los compradores, de acuerdo con el ciclo definido por la empresa.

Se trabajó con el grupo para definir el impacto al cliente y el impacto al proceso de la organización. Los resultados son los siguientes:

Tabla 17 - Criterios para AMEF

Criterio	Importancia para el Cliente final (Alto= 10, Nulo=0)	Impacto en el proceso (Alto= 10, Nulo=0)	Valor de Impacto e Importancia (Importancia * Impacto)
Disponibilidad de material para Manufactura que no detenga la producción *	9	10	90
Ventas no planeadas que solicitan materiales sin forecast	9	9	81
Mala ejecución de los proveedores (retrasos, fallas de calidad, embarque tardío)	7	8	56
Error en el proceso de planeación	4	10	40
Tiempo de transporte erróneo en el sistema	4	9	36
Cambios de ingeniería (Cambios en los componentes que involucra retrabajo o nuevos componentes que significan mejoras al producto final)	5	7	35
Varianzas en los ciclos de planeación	5	7	35
Error en los parámetros de planeación	5	7	35
Componentes para Nuevos productos no planeados	4	8	32
Error en la interpretación de los resultados de MRP	3	10	30
Error en la interpretación de la demanda por parte de los compradores	3	10	30
Cubrimiento de la demanda con órdenes de compra*	3	10	30
Creación de la PO con el tiempo suficiente para que se cumpla el tiempo de entrega del proveedor (incluyendo transporte)	3	9	27
Aplicación de la regla A-B-C en el manejo de inventarios y compra de materiales *	3	9	27
Requerimientos de componentes para refacciones no planeadas	8	3	24
Falta de información de las partes y tiempo de entrega	3	7	21
Enfoque de planeación de partes cortas	2	10	20
Validación de partes en manufactura (Partes nuevas que tienen que probadas en producción antes de su venta a clientes)	9	2	18
Requerimientos no planeados por el área de desarrollo	2	9	18
Cambios en las partes con poco tiempo de anticipación	2	9	18

Retrabajos por cambio de diseño en partes nuevas	3	6	18
Rebalanceo de inventario de otras plantas (Implica mover inventario sobrante de una planta de manufactura a otra que cuente con menos inventario)	2	7	14
No expeditar material con demanda de forma innecesaria*	1	7	7

*Criterios definidos por la gerencia

Los resultados muestran que la disponibilidad de material es indispensable, tanto para clientes como para la producción misma. El siguiente paso es analizar como estas causas afectan al proceso y evaluar su impacto en el uso de sistemas expeditados.

Análisis de Modo y Efecto de Fallas

Para la siguiente parte vamos a iniciar el análisis AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallas). Esta herramienta nos ayudará no solo a asociar las fallas con las posibles soluciones, también nos ayudará a ir evaluando las variantes durante el análisis de estos y su efecto en el proceso.

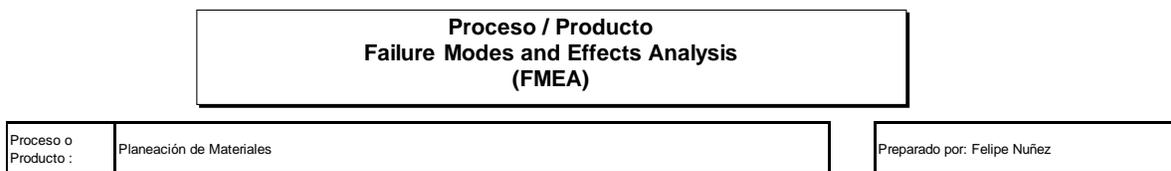
Retomando el proceso inicial documentado en el SIPOC, lo completamos con los pasos identificados durante el proyecto de la siguiente forma:

<i>Proveedores</i>	<i>Entradas</i>	<i>Proceso</i>	<i>Salidas</i>	<i>Clientes</i>
<i>Proveedores de componentes</i>	<i>Costo de partes</i> <i>Peso</i> Volumen Lote de venta Ubicación de entrega Compromiso de Embarque de órdenes de compras previas Cambio en el compromiso de entrega de material	Leer el resultado de MRP Semanal Leer Inventario local y en tránsito Leer la actualización de entrega de material de los proveedores Comparar los requerimientos con órdenes de cliente Comprar los requerimientos con plan de manufactura	Órdenes de compra a proveedores Instrucciones de embarques	<i>Proveedores de componentes</i>
<i>Ventas</i>	Ordenes de Cliente Forecast (pronóstico de Ventas)	Generar órdenes por los productos faltantes	Compromiso de partes para producción	Manufactura
<i>Manufactura</i>	Plan de Producción Partes Dañadas Partes Faltantes	Analizar las necesidades del embarque de los materiales Elegir el método de	Solicitud de seguimiento a	Logística

Investigación y Desarrollo	Listado de Nuevos Componentes Requerimientos de partes para Pruebas Requerimientos de partes para Certificación Proveedores Sugeridos Tiempos de Entrega	embarque	embarques Solicitud de expeditación de embarques
Empresas de Transporte Logística	Listado de Proveedores de logística y Servicios permitidos Información de Embarques realizados por el Cliente		
Nuevos Productos	Fechas de pruebas de nuevos productos Forecast de los componentes de Nuevos Productos		

Comparado con el análisis anterior, en este SIPOC encontramos referencias de Investigación y Desarrollo y de nuevos productos que no habían sido consideradas anteriormente.

Utilizando esta información y analizando el proceso con la retroalimentación de la matriz causa-efecto, iniciamos un análisis de fallas para las causas que resultaron con la mayor puntuación en el análisis cause-efecto que realizamos anteriormente.



Entrada / Paso del Proceso	Modo Potencial de Falla	Efecto Potencial de la Falla	SEV	Causas Potenciales	OCC	Controles Actuales	DET	RPN

¿Cuál es la entrada/paso del proceso bajo investigación?	¿De qué manera la entrada o el paso del proceso puede salir mal?	¿Cuál es el efecto de la falla en los Requerimientos del cliente o requerimientos internos?	¿Qué tan serio es el efecto con el cliente?	¿Cuál es la causa de que la entrada o el paso del proceso salga mal? ¿Como puede ocurrir la falla? Descrito en términos de algo que puede ser corregido o controlado	Con que frecuencia ocurre la causa o MF?	¿Cuáles son los controles y procedimientos existentes (inspección y prueba) para prevenir ya sea la causa o el MF?	Que tan efectivamente se puede detectar la causa o el MF?	SEV x OCC x DET
Disponibilidad de Material	Disponibilidad de material	Falta de materiales para el proceso de Manufactura	9	Errores en la planeación, retraso en los embarques o requerimientos sin previo aviso		Revisión diaria de inventarios y requerimientos de manufactura		43
Forecast	Ventas no planeadas que solicitan materiales sin forecast	Falta de materiales para el proceso de Manufactura	9	Ordenes de cliente que el departamento de ventas no consideró como viables		Revisión diaria de inventarios y requerimientos de manufactura		0
Proveedores	Mala ejecución de los proveedores	Retraso en la disponibilidad de materiales y retrasos en em embarque a cliente	7	Fallas en el proceso de producción de los proveedores		Ninguno		8
Proceso de Planeación	Error en el proceso de planeación	Retraso en la disponibilidad de materiales y retrasos en embarque a cliente	4	Errores de los compradores al no solicitar el material necesario para cubrir la demanda		Revisión de cubrimiento después de la corrida de MRP		40
Sistema MRP	Tiempo de transporte erróneo en el sistema	Material llegará antes incrementando el valor de inventario o después retrasando la producción	4	Ninguno		El exceso de inventario se comparte con otras plantas en caso de suceder		2
Proceso de Planeación	Cambios de ingeniería	Obsoleto material disponible y faltante de material nuevo	5	Los materiales tienen defectos que pueden ocasionar fallas en los equipos		Ninguno		0
Forecast	Varianzas en los ciclos de planeación	Cambios en los requerimientos que generan cortos o excesos de material	5	Los clientes pronostican cambios en sus planes de compra		Análisis en la demanda de MRP mensualmente		10
Proceso de Planeación	Error en los parámetros de planeación	Material llegará antes incrementando el valor de inventario o después retrasando la producción	5	El comprador no actualizó los parámetros o el proveedor no informó de los cambios.		Ninguno		0
Forecast	Componentes para Nuevos productos no planeados	Falta de materiales para el proceso de Pruebas y nuevos productos	4	El área de nuevos productos no proporcionó los requerimientos de los materiales en tiempo		Ninguno		0
Proceso de Planeación	Error en la interpretación de los resultados de MRP	Material llegará antes incrementando el valor de inventario o después retrasando la producción	3	El comprador no solicitó el material en tiempo por lo que no llegará a tiempo o faltará material		Análisis de cortos diarios y análisis semanal de MRP		08

Ilustración 33 - AMEF del proceso

En este análisis inicial sobresale que 4 de 10 fallas potenciales no tienen un modo de control que pueda ayudar a reducir o minimizar el efecto negativo de estas fallas. Será necesario considerar dentro de los análisis posteriores para poder identificar opciones de control y mejora.

Para el análisis del uso de embarque expeditado, se les pidió retroalimentación a los compradores del por qué se solicitaron embarques expeditados. Así mismo, se identificaron cambios en demanda y requerimientos, así situaciones especiales que generaron cambios en el uso de embarques. Esta información ayudará a analizar el uso basado en las situaciones definidas previamente por los compradores como causas de uso de embarques expeditados.

Análisis de Embarques expeditados por Demanda

Basado en la retroalimentación de los compradores, la demanda de materiales no es suficientemente estable para permitir que los planes de manufactura sean soportados con material suficiente. El modelo de venta y producción de la organización considera ajustes dependiendo de las necesidades de los clientes. Basados en esta retroalimentación, debemos de analizar como los cambios a la demanda afecta al uso de los embarques expeditados.

Situaciones para considerar:

Tabla 18 - Análisis de impacto de los criterios del defecto del proceso

Área	Criterio	Importancia para el Cliente final (Alto= 10, Nulo=0)	Impacto en el proceso (Alto= 10, Nulo=0)	Valor de Impacto e Importancia (Importancia * Impacto)
Demanda	Ventas no planeadas que solicitan materiales sin forecast	9	9	81
Demanda	Varianzas en los ciclos de planeación	5	7	35
Demanda	Requerimientos de componentes para refacciones no planeadas	8	3	24
Demanda	Requerimientos no planeados por el área de desarrollo	2	9	18

El primer paso es identificar los embarques de material recibidos sin demanda. De la semana 15 a la 22. En los embarques recibidos en esas semanas, se evaluó la demanda de la semana en que se colocó la PO y el requerimiento de materiales de Manufactura. Si hubo demanda previa de materiales, se consideró como material planeado; Si no hubo demanda previa, se consideró sin demanda.

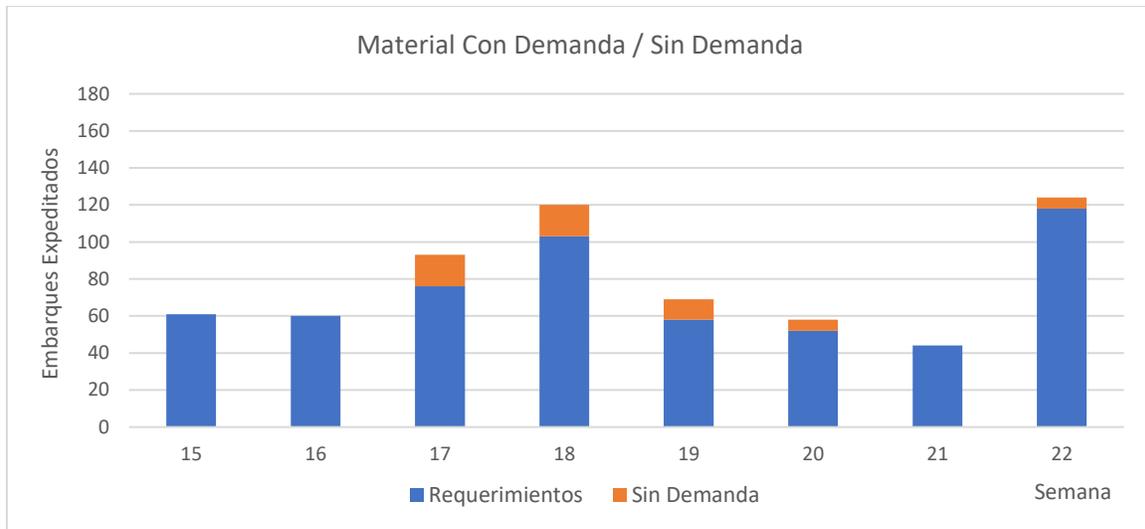


Ilustración 34 - Comportamiento de la demanda por material

Considerando solo los embarques expeditados, podemos notar en la gráfica que el impacto de la demanda es de aproximadamente 8% en las 8 semanas de estudio. El mayor impacto lo podemos ver en la semana 18 donde el 18% de los embarques expeditados se dieron debido a la falta de demanda.

Analizando los datos, no podemos diferenciar si la falta de demanda es debido a variaciones en la demanda (actualización del forecast) o a requerimientos de componentes para refacción. Sin embargo, si podemos diferenciar que productos son nuevos y de estos, cuales no tienen demanda.



Ilustración 35 - Nuevos productos por Demanda

En la gráfica podemos notar que el impacto de los productos sin demanda es mínimo. Solo en 3 de las 8 semanas se registraron 1 embarque con material de nuevos productos y que no tuvo demanda previamente cargada. Esto representa el 0.48% de los embarques expeditados recibidos en estas semanas.

Considerando la retroalimentación de los compradores y la evaluación de impacto, la necesidad de material cuando este no fue programado implica un uso de servicios expeditados. Este escenario si influencia el uso de servicios expeditado, pero no de forma determinante ya que en el peor de los casos es de un 16%, siendo un promedio de 8% en las semanas evaluadas.

Análisis de Embarques expeditados por Nuevos Productos

Siguiendo el análisis de nuevos productos, queremos saber cómo influyen los nuevos productos el uso de embarques expeditados. De acuerdo con la retroalimentación de los compradores, los componentes para nuevos productos representan un impacto para el uso de los embarques expeditados:

Tabla 19 - Análisis de impacto de los criterios del defecto del proceso

Área	Criterio	Importancia para el Cliente final (Alto= 10, Nulo=0)	Impacto en el proceso (Alto= 10, Nulo=0)	Valor de Impacto e Importancia (Importancia * Impacto)
Nuevos Productos	Componentes para Nuevos productos no planeados	4	8	32
Nuevos Productos	Cambios en las partes con poco tiempo de anticipación	2	9	18
Nuevos Productos	Retrabajos por cambio de diseño en partes nuevas	3	6	18
Nuevos Productos	Validación de partes en manufactura (Partes nuevas que tienen que probadas en producción antes de su venta a clientes)	9	2	18

De acuerdo con el análisis causa-efecto, el mayor uso de los servicios expeditados se da por la necesidad de contar con material de nuevos productos que no fue previamente solicitado. Este escenario se revisó en la sección anterior y se identificó que este escenario representa menos del 0.5% de los casos.

Respecto a las otras causas, no se encontraron eventos donde la causa del uso del embarque expeditado fuera por cambios en partes, retrabajos o por validación de partes en manufactura. Esta situación es entendible debido a que la producción de nuevos productos se realiza un mes antes de que se libere al público en general. Previamente, la producción se realiza aún en las áreas de desarrollo y no en la planta de Guadalajara.

Durante el proyecto esta situación no fue relevante. Sin embargo, es importante considerar el escenario durante el tiempo de validación y calificación de los nuevos productos en la línea de manufactura. Considerando el año calendario, la calificación de nuevos productos solo se puede realizar en los periodos de menor uso de la capacidad de producción; es decir, a inicios del cuatrimestre.

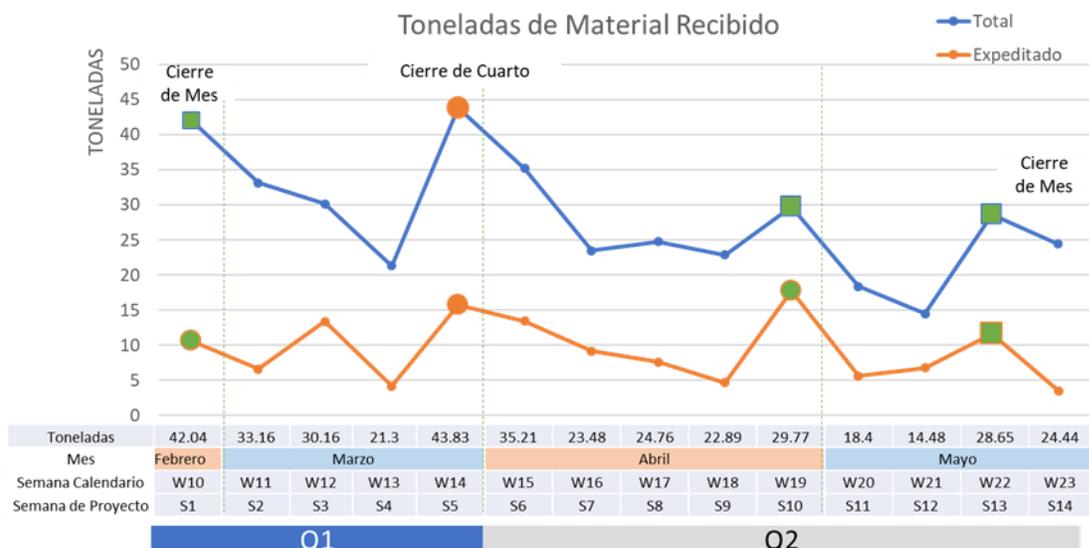


Ilustración 36 - Comportamiento cíclico del proceso

Considerando las semanas que se han analizado, podemos notar que el mayor uso de servicios expeditados se da cuando no hay nuevos productos. Aunque no es posible analizarlos con datos, la tendencia cíclica de la demanda y el uso de servicios expeditados soporta la idea de que los nuevos productos no son una causa mayor de su uso.

Análisis de Embarques expeditados por Personas

La siguiente área para analizar es la de Personas, acciones o errores relacionados. En la retroalimentación proporcionada, las posibles causas están reflejadas en la siguiente tabla:

Tabla 20 - Análisis de impacto de los criterios del defecto del proceso

Área	Criterio	Importancia para el Cliente final (Alto= 10, Nulo=0)	Impacto en el proceso (Alto= 10, Nulo=0)	Valor de Impacto e Importancia (Importancia * Impacto)
Personas	Error en la interpretación de la demanda por parte de los compradores	3	10	30
Personas	Error en la interpretación de los	3	10	30

resultados de MRP				
Personas	Aplicación de la regla A-B-C en el manejo de inventarios y compra de materiales *	3	9	27
Personas	Enfoque de planeación de partes cortas	2	10	20
Personas	No expeditar material con demanda de forma innecesaria*	1	7	7

Lo primero que nos interesa ver es el comportamiento de los compradores, tanto en volumen como en servicios expeditados:

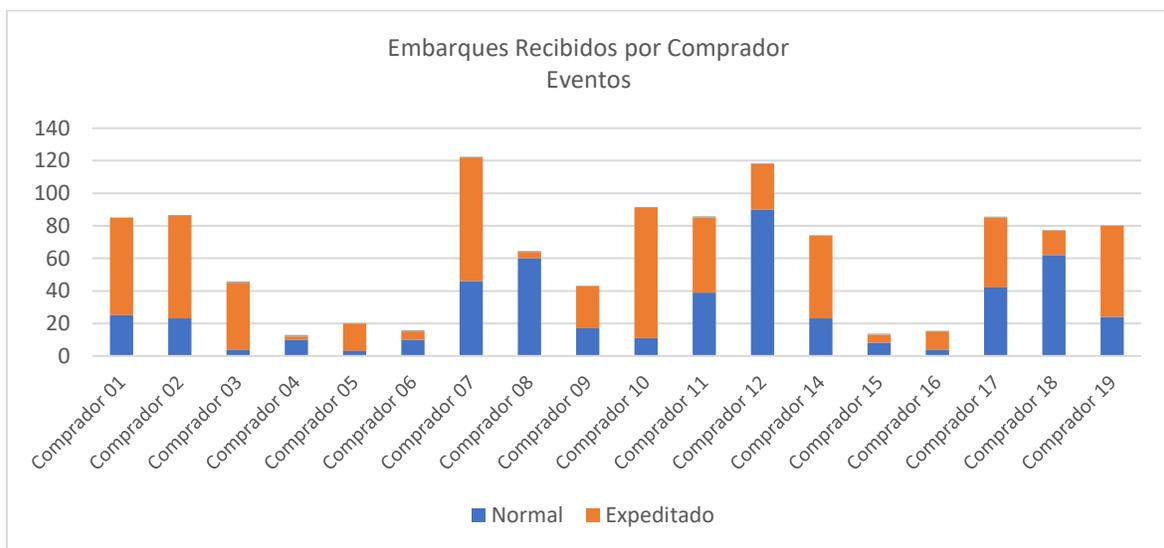


Ilustración 37 - Embarques recibidos por comprador - Clasificación

Podemos notar que la mayoría de los compradores utilizan el servicio expeditado para sus embarques. Si consideramos el peso de los embarques, encontramos lo siguiente:

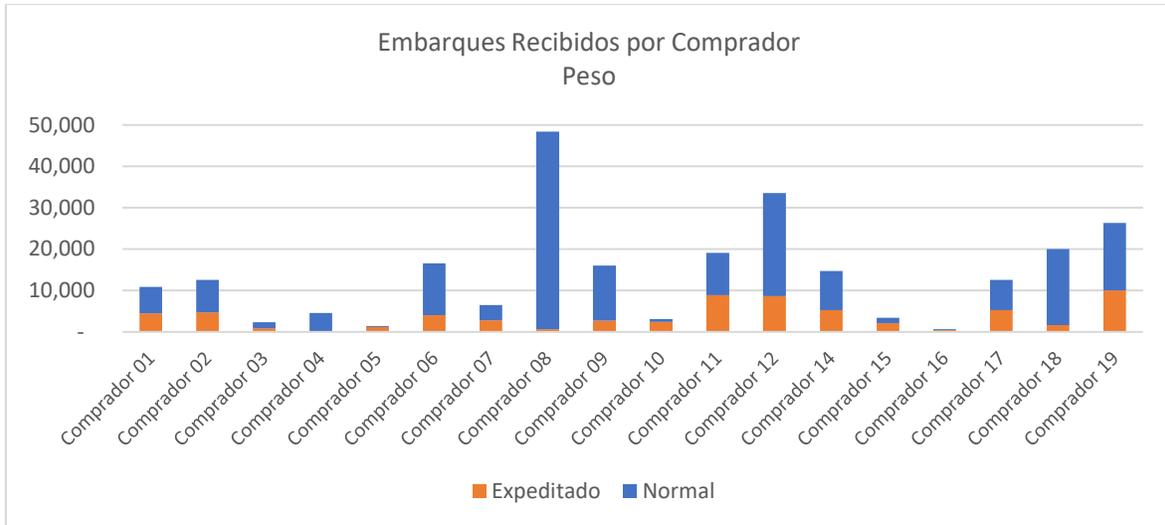


Ilustración 38 - Embarques recibidos por peso

Al leer las gráficas podemos llegar a dos conclusiones:

- Los compradores no generan la misma cantidad de embarques (recepción de proveedores)
- Los materiales no tienen el mismo peso (hay una diferencia de peso entre los materiales)

Existe una relación que no debemos ignorar entre los compradores, la cantidad de órdenes y los commodities que manejan:

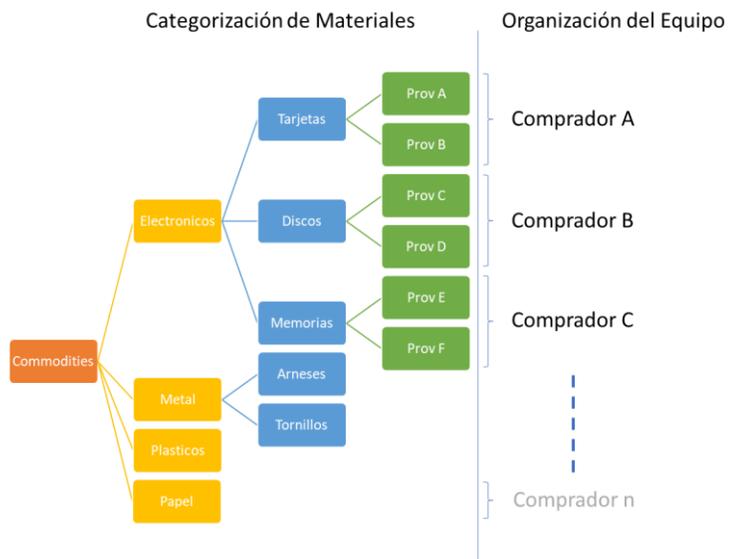


Ilustración 39 - Categorización de las variables

Los compradores tienen proveedores asignados. A la vez, los proveedores solo manejan un tipo de producto. Esta relación lógica nos indica que debemos ver el comportamiento de los compradores con las otras variables.

Los compradores los vamos a analizar de dos formas: Los que realizan más embarques expeditados y los que embarcan mayor peso en servicio expeditado. Hay compradores que realizan otras actividades adicionales por lo que su volumen es pequeño. Trabajando con los compradores principales se busca realizar un impacto mayor.

Tabla 21 - Compradores con mayor % de embarques expeditados

Comprador	Normal	Expeditado	% Embarques expeditados
Comprador 05	3	17	85%
Comprador 10	11	80	88%
Comprador 16	4	11	73%
Comprador 03	4	41	91%
Comprador 01	25	60	71%
Comprador 02	23	63	73%
Comprador 19	24	56	70%
Comprador 07	46	76	62%
Comprador 14	23	51	69%

Tomando en cuenta los compradores que utilizan el servicio expeditado en más del 50% de sus embarques, graficamos los embarques considerando los transportistas que utilizan.

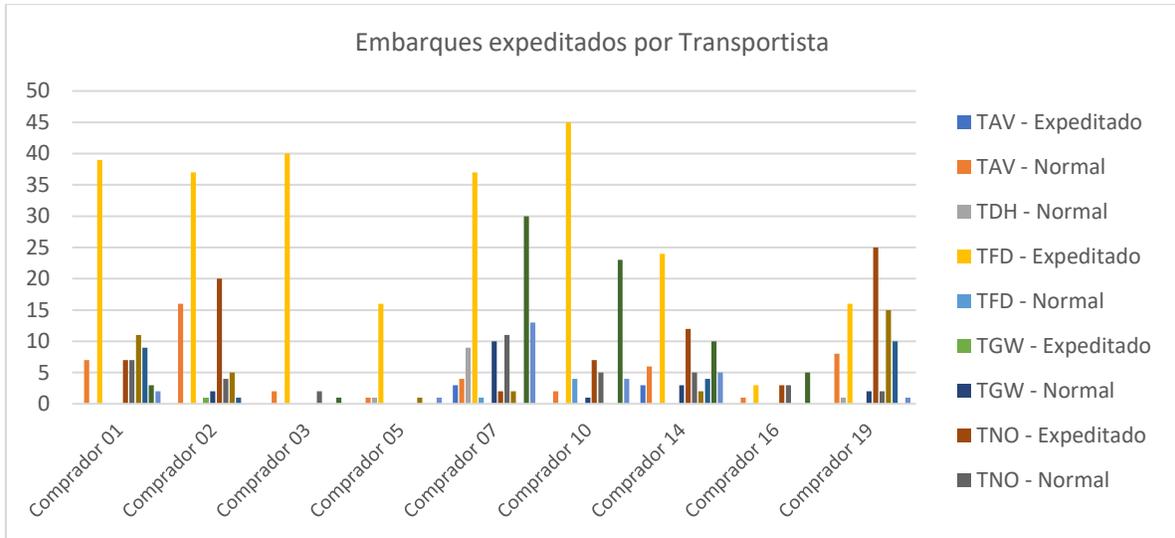


Ilustración 40 - Embarques expeditados por transportista

Llama la atención como el servicio expeditado del transportista TFD es superior en todos los compradores, a excepción del comprador 19, que utiliza el proveedor TNO.

Anteriormente revisamos el impacto de los cambios de demanda y de las partes no planeadas. Repetimos este análisis ahora con los compradores con mayor incidencia en uso de servicios expeditados.

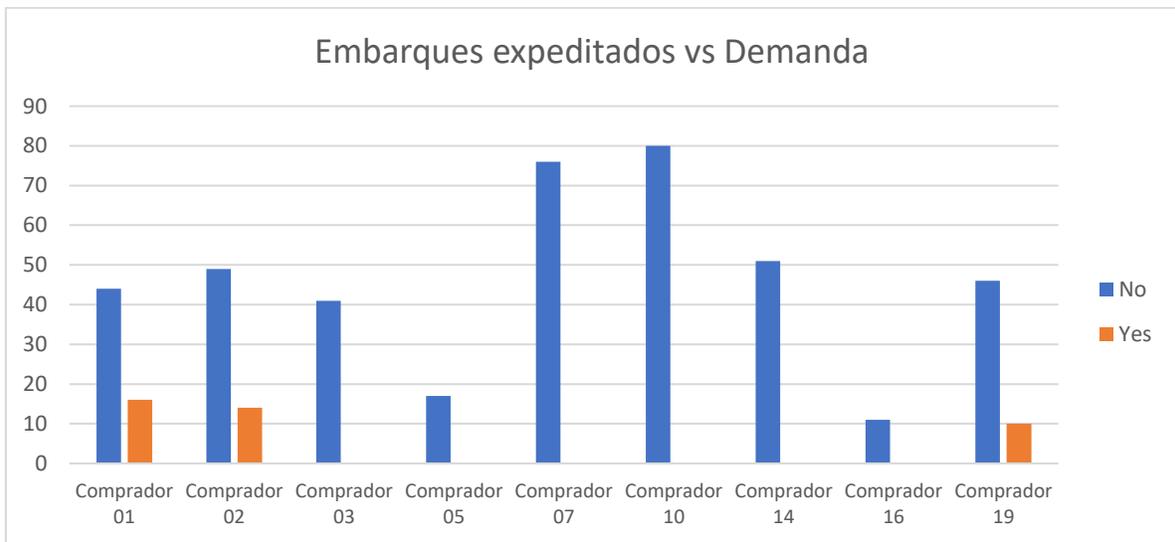


Ilustración 41 - Comparativo de embarques vs Demanda

La gráfica nos muestra que el número de componentes no planeados realmente es insignificante comparado con la cantidad de embarques expeditados. Aproximadamente el 8% de los embarques expeditados son debido a un material que no tenía demanda cuando fue solicitado.

Otra de las variables con la que trabajan los compradores es la clasificación de los componentes. Los componentes se por su costo y consumo para evitar un exceso de inventario y el costo de este. Los componentes caros y de alto consumo, se deben de programar entregas frecuentes; los componentes de bajo costo y mucho consumo se busca tener un inventario alto ya que el costo es mínimo.

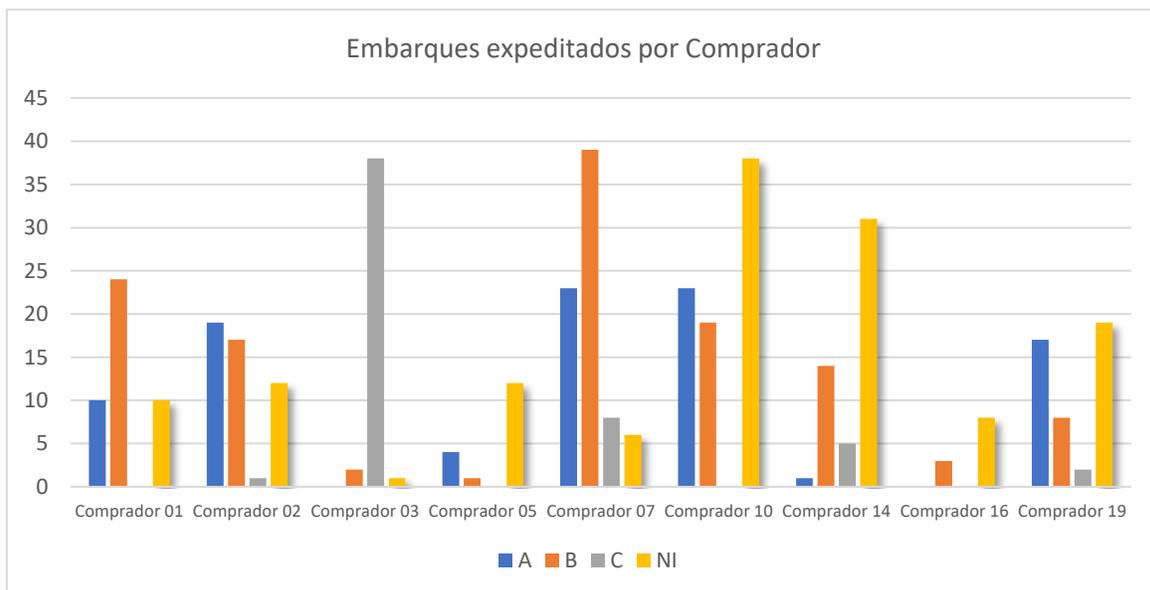


Ilustración 42 - Embarques expeditados por Comprador

En la gráfica podemos encontrar resultados variados (considerando que se omitieron las partes que no tenían demanda y que la única opción es traerlos expeditados):

- (A) El comprador 03 tiene 41 embarques expeditados de los cuales 38 son de componentes clasificados como C. Es decir, que debería de recibir en un embarque

material suficiente para 3 a 6 meses. La gráfica muestra que constantemente está solicitando material expeditado sin cuidar sus niveles de inventario.

- (B) El comprador 07 y el 01 tienen un comportamiento similar al 03. Un alto consumo de componentes de los cuales debe de tener un mes de inventario. Todas estas órdenes fueron colocadas considerando que hay demanda, entonces no hay excesos de consumo que justifique su uso.
- (C) Los materiales con clasificación A utilizan el mínimo de servicios expeditados siendo que son los componentes con menor inventario y mayor probabilidad de reportar un corto de material.

Es importante resaltar que todos los compradores tienen materiales que no han sido clasificados bajo este concepto. Este no es un error del reporte y significa que el sistema no está actualizado con los parámetros correctos que hacen que se pueda clasificar.

Retomamos ahora el análisis en base al peso de los embarques. Aunque la cantidad de los embarques es significativa, el peso lo es aún más. Un solo embarque expeditado de alto peso puede ser más costoso que varios de bajo peso. La repetitividad del uso de los embarques ha sido

Tabla 22 - Compradores con mayor número de KGs expeditados

Comprador	Normal	Expeditado	% Embarques expeditados	Eventos	Promedio de Kilos por evento
Comprador 06	12,555	4,029	24%	5	806
Comprador 15	1,270	2,117	63%	5	423
Comprador 12	24,904	8,678	26%	28	310
Comprador 11	10,231	8,909	47%	46	194
Comprador 19	16,258	10,062	38%	56	180
	47,683	681	1%	4	170

Comprador 08	7,260	5,291	42%	43	123
Comprador 17	18,336	1,683	8%	15	112
Comprador 18	13,287	2,760	17%	26	106
Comprador 09	9,496	5,237	36%	51	103
Comprador 14	7,843	4,759	38%	63	76
Comprador 02	6,356	4,501	41%	60	75
Comprador 01	194	1,208	86%	17	71
Comprador 05	259	405	61%	11	37
Comprador 16	3,672	2,784	43%	76	37
Comprador 07	675	2,405	78%	80	30
Comprador 10	1,456	861	37%	41	21
Comprador 03	4,550	29	1%	2	15
Comprador 04					

Esta tabla nos muestra los kilos en embarques solicitados por los diferentes compradores, tanto en servicios normales como expeditados. Podemos notar que hay compradores cuyos embarques son más pesados. La mayoría de estos embarques son del “commodity” de mecánicos, que suelen ser los más grandes y pesados.

Iniciamos con la comparación de los embarques de materiales con y sin demanda.

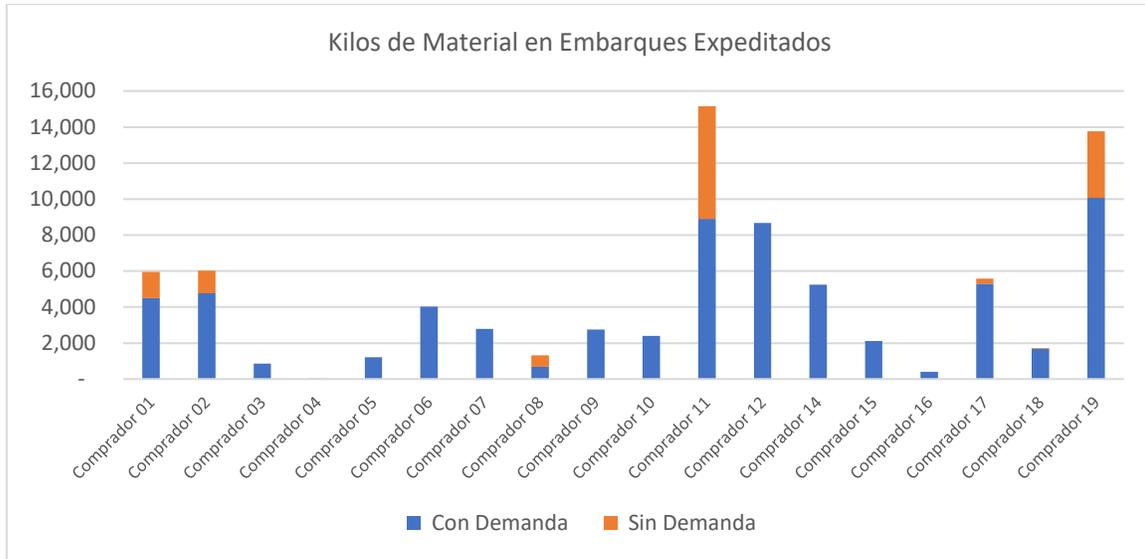


Ilustración 43 - Embarques expeditados por Kilos

En la gráfica podemos notar que solo 6 compradores tuvieron un impacto por material que fue solicitado y que no hubo demanda previamente (dos compradores tienen una cantidad mucho menor). Los cuatro compradores con mayor peso sobrepasaron la tonelada de material y en promedio los compradores 11 y 19 promediaron más de 180 kilos por embarque; Los compradores 1 y 2 los 75 kilos. El proceso indica que en caso de urgencia se debe de embarcar el material expeditado necesario para los requerimientos inmediatos. El resto de la orden debe de ser embarcado por el método normal.

Un claro ejemplo de esta situación se da en los compradores 6 y 15. Ambos compradores realizaron pocas órdenes de compra con promedios de 806 y 423 kilos por embarque. Es obvio que estos embarques rompen claramente la regla establecida.

Tabla 23 - Clasificación ABC compradores 6 y 15

Comprador	B	C	NI
Comprador 06	12	1	2
Comprador 15	2	2	9

Los materiales de estos embarques son de componentes principalmente B y C. sin embargo, existe una gran cantidad que no está clasificada en el sistema. La falta de información genera este tipo de urgencias en los materiales. Es importante resaltar que estas partes contaban con demanda al momento de colocar la orden de compra.

Análisis de Embarques expeditados por el Proceso

Relacionado con los análisis anteriores está el proceso. El proceso es, en parte, lo que puede hacer que el comprador realice de forma correcta o incorrecta la operación. La retroalimentación de los compradores en este rubro es la siguiente:

Tabla 24 - Análisis de impacto de los criterios del defecto del proceso

Área	Criterio	Importancia para el Cliente final (Alto= 10, Nulo=0)	Impacto en el proceso (Alto= 10, Nulo=0)	Valor de Impacto e Importancia (Importancia * Impacto)
Proceso	Disponibilidad de material para Manufactura que no detenga la producción *	9	10	90
Proceso	Mala ejecución de los proveedores (retrasos, fallas de calidad, embarque tardío)	7	8	56
Proceso	Cambios de ingeniería (Cambios en los componentes que involucra retrabajo o nuevos componentes que significan mejoras al producto final)	5	7	35
Proceso	Cubrimiento de la demanda con órdenes de compra*	3	10	30
Proceso	Creación de la PO con el tiempo suficiente para que se cumpla el tiempo de entrega del proveedor (incluyendo transporte)	3	9	27
Proceso	Rebalanceo de inventario de otras plantas (Implica mover inventario sobrante de una planta de manufactura a otra que cuente con menos inventario)	2	7	14

La primera pregunta es cuanto material que usó material expeditado no tenía demanda o que el requerimiento excedía la demanda

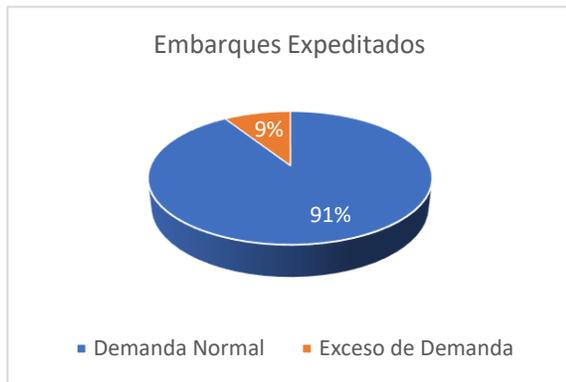


Ilustración 45 - Comparativo por Demanda

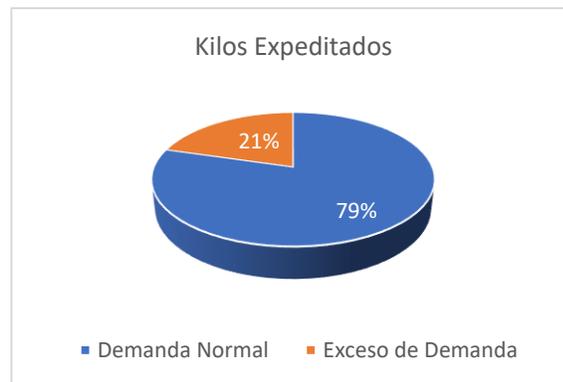


Ilustración 44 - Comparativo por Kilos

previamente definida.

Tabla 25 - Comparativo embarques expeditados con y sin demanda

	Embarques	Kilos
Demanda Normal	572	52,787
Exceso de Demanda	57	13,613
Impacto	10.0%	25.8%

En el caso de Embarques expeditados, en las semanas evaluadas, solo el 9% no tenía demanda, representando el 25% de los kilos expeditados. Esto significa que el 75% de los kilos expeditados que representa el 90% de los eventos, sigue siendo con material que previamente tenía demanda suficiente para cubrir los requerimientos de manufactura.

Es importante recalcar que el modelo de negocio de esta organización planea en base a un forecast, pero la producción se basa en órdenes reales de cliente. Debido a la complejidad de los productos y de la amplia variedad de opciones, el no contar con inventario de todos los

componentes es aceptable, siempre que estos componentes no tengan una demanda cargada en el sistema.

El material que cuenta con demanda es el que tenemos que considerar para identificar opciones de mejora. Considerando los siguientes dos puntos de la retroalimentación encontramos:

- Mala ejecución de los proveedores (retrasos, fallas de calidad, embarque tardío)
- Cambios de ingeniería (Cambios en los componentes que involucra retrabajo o nuevos componentes que significan mejoras al producto final)

En las semanas evaluadas en este análisis No se encontraron casos de fallas de embarque por parte de los proveedores ni cambios de ingeniería solicitando nuevo material sin demanda previa.

Mala ejecución de los proveedores: Los proveedores tienen una medición donde el comprador reporta fallas en su operación, así como retraso en embarques y problemas de calidad. Al cuestionar al líder de los compradores la retroalimentación fue que es muy poco frecuente que exista una falla del proveedor ya que, por contrato, deben de cumplir con sus embarques en tiempo y forma. No se encontró prueba alguna de fallo de los proveedores en los 3 meses anteriores al análisis. Esto no significa que no ocurriera, solo que no hay documentación que apoye esta teoría.

Cambios de Ingeniería: Cuando existe un cambio de ingeniería de material, ya sea por mejora o nuevos materiales que sustituyen previos, se genera el cambio permitiendo que se consuma el material actual y la compra de nuevos materiales va con el nuevo número de versión del producto. Durante el tiempo de este proyecto hubo varios cambios de ingeniería con estas características, pero ninguno de ellos obsoleto el material de inmediato reduciendo a cero el inventario actual y que generara la necesidad de un embarque expeditado.

Uno de los requerimientos de la gerencia es que, como resultado del análisis de MRP, todos los componentes deben de contar con una orden de compra. El proceso revisado es el siguiente:

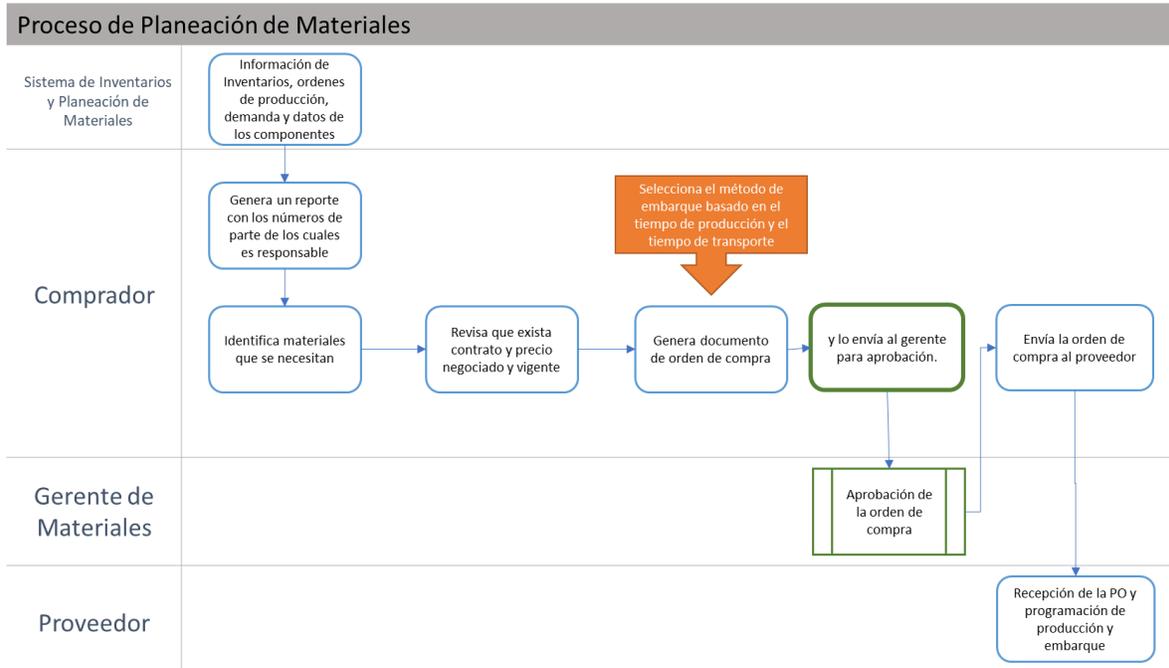


Ilustración 46 - Proceso de planeación de Materiales

De acuerdo con este proceso, cada comprador tiene asignado una cantidad de números de parte, que están relacionados entre sí por que pertenecen a un grupo de proveedores. MRP, como resultado del análisis que realiza, sugiere órdenes de compra a todo material cuya demanda no sea cubierta por inventario + órdenes de compra. Ante esta situación, el comprador debe decidir si acepta la sugerencia de MRP o puede modificarla basado en su experiencia o alguna situación que el sistema no está considerando o desconozca.

Al momento de este análisis, existían 5094 partes activas. La distribución de las partes entre los compradores queda de la siguiente forma:

Tabla 26 - Asignación de partes por comprador

Comprador	# Partes asignadas	Commodity
Comprador 1	224	Electrónicos
Comprador 2	324	Electrónicos
Comprador 3	743	Etiquetas e imprimibles
Comprador 4	895	Media
Comprador 5	30	Nuevos Productos
Comprador 6	57	Fuentes
Comprador 7	334	Mecánicos Metal
Comprador 8	437	Mecánicos Plástico
Comprador 9	60	Nuevos Productos
Comprador 10	128	Discos
Comprador 11	342	Cables
Comprador 12	370	Discos
Comprador 14	324	Conectores
Comprador 15	35	Nuevos Productos
Comprador 16	43	Nuevos Productos
Comprador 17	163	Estructuras Metálicas
Comprador 18	335	Memorias
Comprador 19	250	Mecánicos

Se realizó un análisis con la demanda de la semana 15 del proyecto, tomando los resultados de la semana anterior y comparándola con la cobertura de material en inventario y órdenes de compra. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 27 - Cumplimiento de órdenes de compra por parte

Comprador	# Partes asignadas	# de partes sin orden de Compra	# de partes sin orden de Compra
Comprador 1	224	1	0%
Comprador 2	324	4	1%
Comprador 3	743	8	1%
Comprador 4	895	26	3%
Comprador 5	30	17	57%
Comprador 6	57	3	5%
Comprador 7	334	23	7%
Comprador 8	437	0	0%
Comprador 9	60	5	8%
Comprador 10	128	39	30%
Comprador 11	342	8	2%
Comprador 12	370	0	0%
Comprador 14	324	6	2%

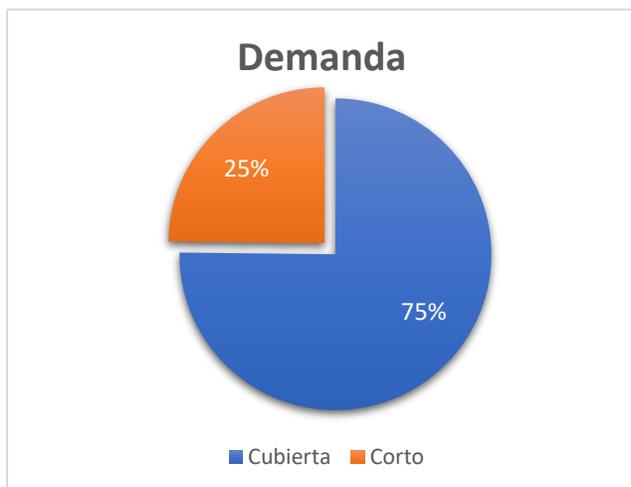
Comprador 15	35	11	31%
Comprador 16	43	39	91%
Comprador 17	163	6	4%
Comprador 18	335	20	6%
Comprador 19	250	13	5%

En esta información sobresalen los siguientes compradores:

Compradores 5, 15 y 16: son compradores de nuevos productos. Estos compradores tienen asignados los nuevos componentes y su proceso de compra no obedece en un principio a las sugerencias de MRP. Es común que se cargue una demanda con meses de anticipación para probar las señales del sistema, validación de estructuras entre otros. Debido a la confidencialidad del proceso no es posible ahondar más en el mismo respetando los requerimientos de la organización.

Comprador 10: El commodity de discos tiene un proceso diferente donde el proveedor tiene el inventario en planta en modo “Justo a Tiempo”. Esto permite que el inventario exista, pero se encuentre en posesión del proveedor hasta su uso.

El resto de los compradores, al ser cuestionados por la falta de órdenes de compra, referenciaron a que son componente que tienen poco uso y que en ocasiones ellos deciden no colocar órdenes de compra ya que no han sido consumos en un largo periodo. La Gerencia apoyó que este tipo de decisiones se toman sin que ello afecte el proceso debido a que el costo del embarque expeditado es menor que el costo de mantener un inventario de esos componentes.



Comparando ahora los embarques expeditados con la cobertura en órdenes de compra, podemos encontrar que el 75% de los componentes tienen demanda y además

existen órdenes de compra que fueron liberadas de acuerdo con la sugerencia del sistema.

Podemos identificar que si hay un impacto en el proceso por esas órdenes que no se liberan y que posteriormente implican gastos excesivos de transporte

Finalmente, analizaremos la llegada de los embarques de otras plantas Se espera que los embarques de componentes sean realizados desde las plantas de producción de los proveedores.

Anteriormente revisamos el proceso de compra. Los pasos específicos para este proceso son:

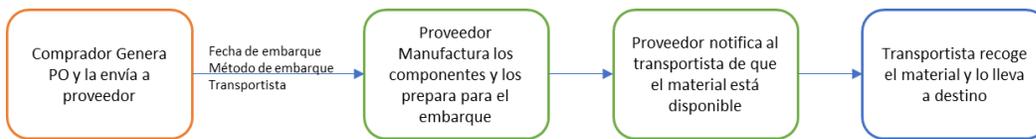


Ilustración 48 - Secuencia de pasos de embarque de materiales

Sin embargo, al revisar los orígenes, encontramos la siguiente información:

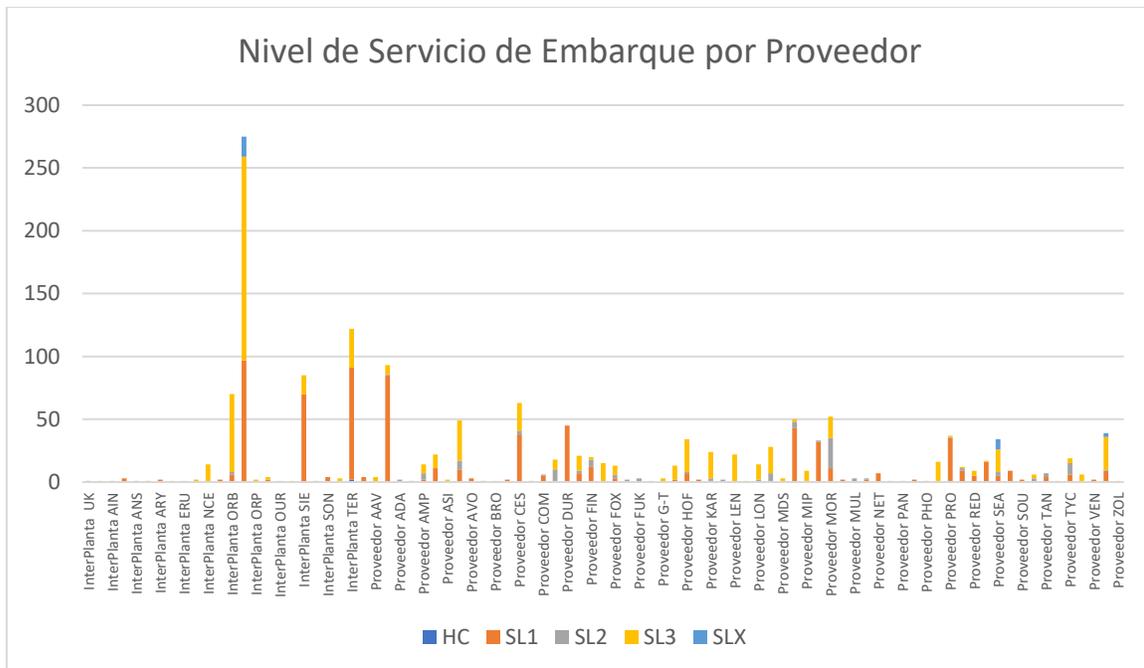


Ilustración 49 - Tipo de servicio de embarque por proveedor

Al analizar la gráfica, encontramos que existen dos tipos de proveedores:

- **Entreplanta:** Plantas de manufactura de la empresa en otras localidades. Estas plantas no necesariamente producen los mismos productos, pero pueden utilizar componentes en común. También se incluyen las áreas de Investigación y desarrollo de nuevos productos.
- **Proveedor:** Son empresas externas que producen los componentes que la planta de manufactura necesita para producir los productos.

Los componentes se compran principalmente a proveedores, ya que ellos son los que cubren la demanda principal. Sin embargo, en ocasiones se utiliza inventario de otras plantas ya sea por exceso de material, urgencias o rebalanceos para reducir inventarios y evitar obsolescencia.

Embarques Proveedor/Interplanta

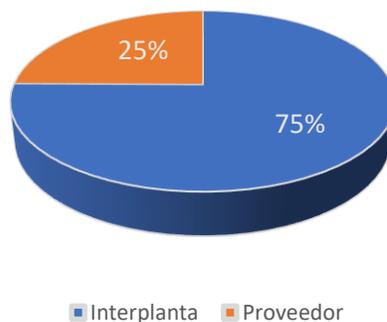


Ilustración 50 - Embarques proveedor/Entreplanta

Una característica identificada en estas órdenes es que la planta que envía los componentes es quien paga por el envío. Al consultar con los compradores, mencionaron que las instrucciones de embarque son por parte de la organización de materiales de esa planta. La planta de Guadalajara tiene mínima o nula participación en los embarques.

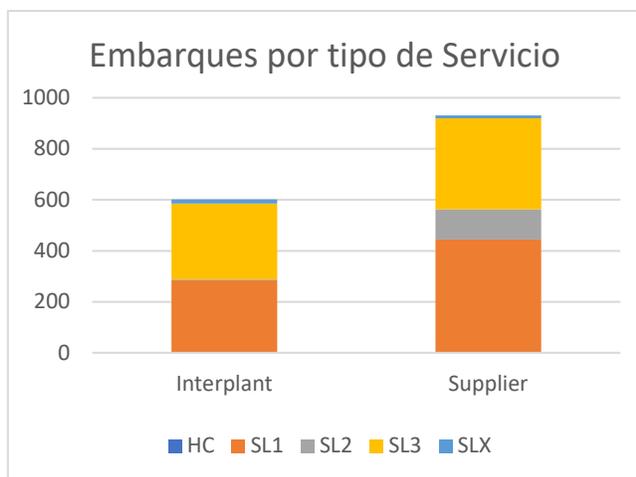


Ilustración 51 - Tipo de servicio

El siguiente paso es identificar el comportamiento de embarques de proveedores e Entreplanta.

De nuevo identificamos un alto uso de servicios expeditados en una proporción similar.

Al analizar los embarques de otras plantas podemos encontrar que solo el 4% fue por material que se requería para producción y que no estaba planeado. El resto, es material que tenía planeación y

que debió de haber órdenes de compra con proveedores para su embarque en tiempo y forma.

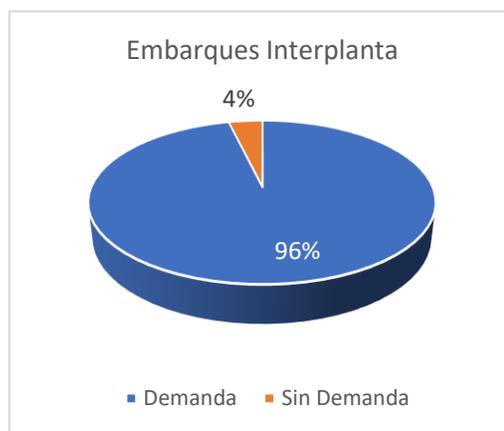


Ilustración 52 - Embarques Entreplanta-Demanda

Por último, analizaremos los embarques expeditados de proveedor. Los proveedores están distribuidos en diferentes partes del mundo. Sin embargo, siempre embarcan del mismo lugar:

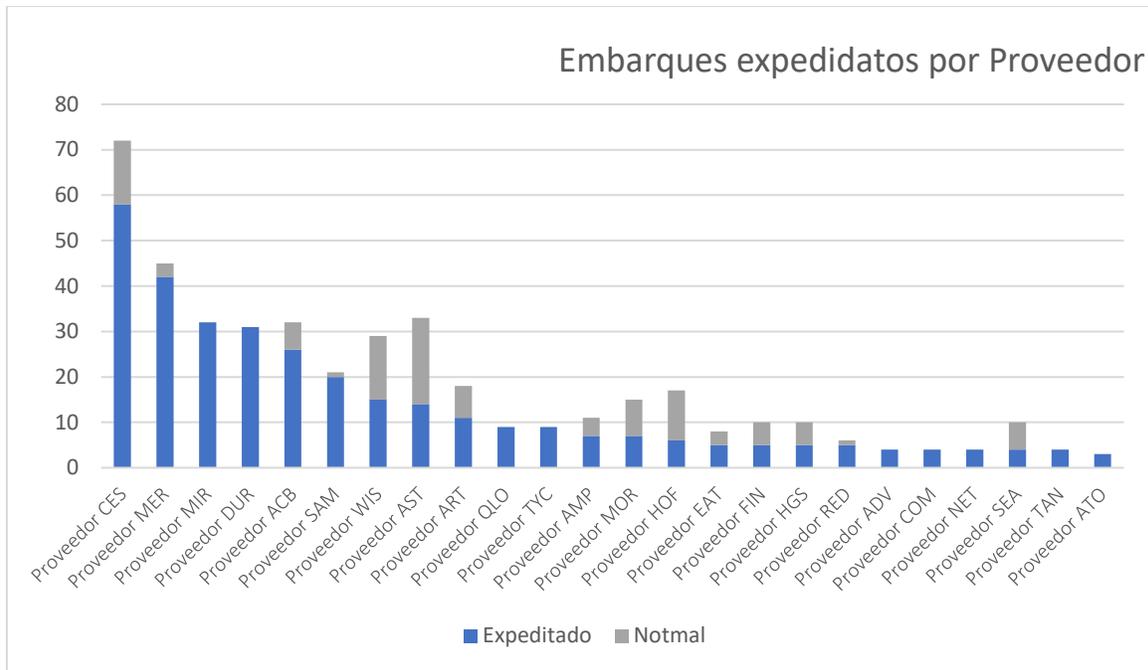


Ilustración 53 - Embarques expeditados por proveedor

Esta gráfica nos muestra los proveedores que más utilizan servicios expeditados. Existen algunos que casi en su totalidad usan este servicio a diferencia de otros que tiene variedad en los servicios. Podríamos pensar que estos proveedores usan ese servicio por requerimiento técnico (mencionamos anteriormente que hay componentes que requieren el tipo de embarque exprés para evitar daños a los componentes). Sin embargo, ninguno de los proveedores que usan solo servicios expeditados tienen componentes que requieran ese servicio.

Al asociar los proveedores con embarques expeditados y los compradores, encontramos que el comportamiento de los embarques tiene la misma relación que con los compradores que los manejan:

Tabla 28 - Tipo de embarques expeditados por proveedor

Comprador	Proveedor	SL1	SL2	SLX	Grand Total
Comprador 01	Proveedor FLE	1			1
	Proveedor MDS	2			2
	Proveedor MER	21	5	3	29

Comprador 03	Proveedor QLO	1		1
	Proveedor DUR	31		31
Comprador 09	Proveedor MEL	1		1
	Proveedor AMP		4	4
	Proveedor CES	1		1
	Proveedor MIR	2		2
	Proveedor NAL	1	1	2
Comprador 10	Proveedor RED	5		5
	Proveedor SAM	3		3
	Proveedor ADV	3	1	4
	Proveedor MIR	30		30
	Proveedor SAM	17		17
	Proveedor SKH	3		3

Podemos notar como hay proveedores que tienen una alta influencia en el servicio del embarque seleccionado. Se cuestionó a los compradores identificados y concluyeron que los proveedores tienen instrucciones para el uso de los servicios y que ellos no indican directamente al proveedor en cada embarque requerido. Esto implica que la decisión de la toma del servicio es realizada por el proveedor y no por el comprador. Este es un fallo del comprador en el proceso de compra.

Conclusiones

En esta fase estuvimos analizando las variables del proceso y como estas afectan al proceso. Identificamos como algunas de ellas no son significativas, pero son potencialmente un riesgo si no se controlan de forma eficiente.

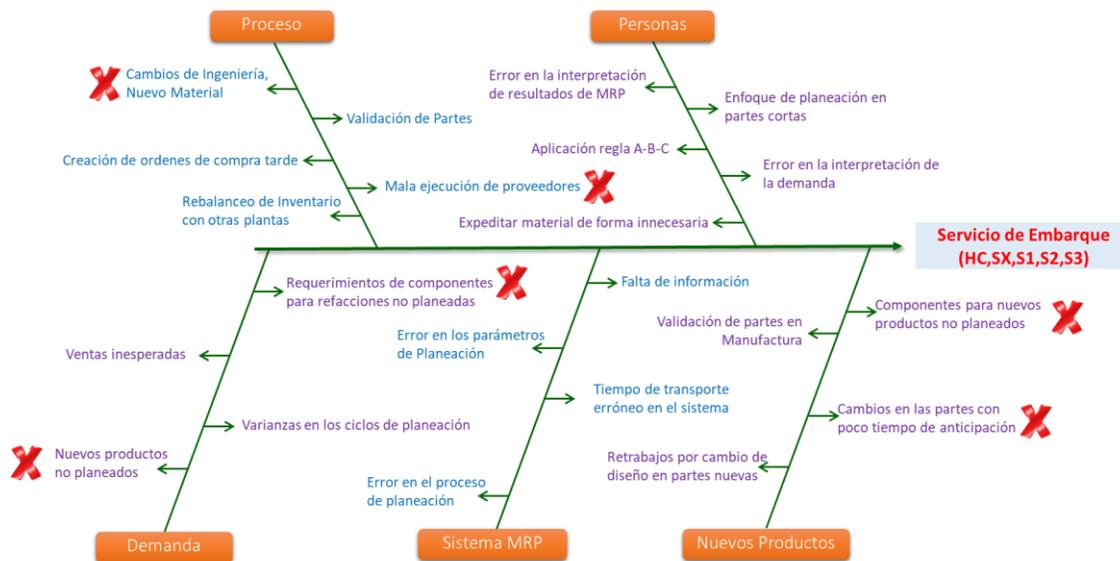


Ilustración 54 - Diagrama de Ishikawa - Priorización de efectos

- La gerencia tiene requerimientos adicionales a lo documentado en el proceso:
 - Disponibilidad de material para Manufactura que no detenga la producción
 - Cubrimiento de la demanda con órdenes de compra
 - Aplicación de la regla A-B-C en el manejo de inventarios y compra de materiales
 - No expedir material con demanda de forma innecesaria

Estos requerimientos, al ser utilizados para la evaluación de los compradores, modifica el comportamiento de estos enfocando su atención en solo una porción del proceso. Sin embargo, esta información ayudó a mejorar el proceso que se había documentado otorgando más información necesaria para el análisis y detección de oportunidades.

- Detectamos que el impacto de los componentes que no tienen demanda cargada por decisión de la organización no es tan alto para generar un gasto excesivo en el transporte de los materiales. El promedio en las semanas analizadas representa el 8% en promedio,

que no es una cantidad tan pequeña, pero tenemos más oportunidad de mejora en aquellos materiales que si tienen demanda.

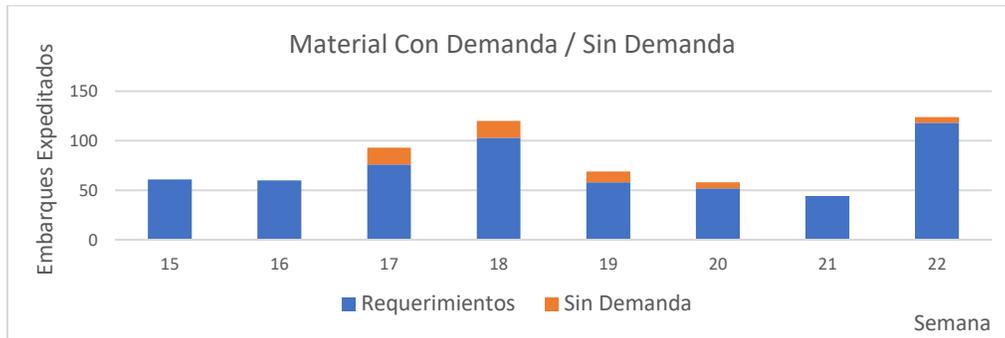


Ilustración 55 - Embarques por Demanda

- Los nuevos productos no son una fuente de embarques expeditados. Solo en 3 de las 8 semanas se registraron 1 embarque con material de nuevos productos y que no tuvo demanda previamente cargada. Esto representa el 0.48% de los embarques expeditados recibidos en estas semanas. Sin embargo, es importante considerar el escenario durante el tiempo de validación y calificación de los nuevos productos en la línea de manufactura.
- No se encontraron casos por casos de calidad o de retrabajos requeridos que requieran el uso de embarques expeditados.
- El análisis inicial nos mostró la variación que el proceso tiene y como se alinea a los diferentes ciclos de ventas de la organización.

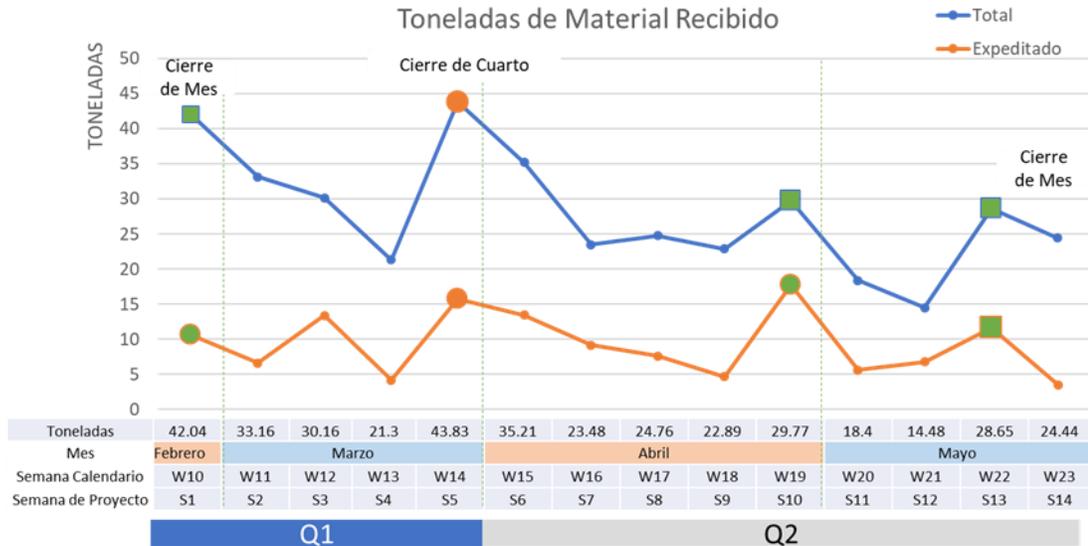


Ilustración 56 - Variabilidad del proceso vs tiempo

Podemos esperar que este comportamiento se repita por lo que debemos identificar opciones prevenir los embarques expeditados en cualquier momento del horizonte de planeación. También este es un indicativo que el modelo actual es el que genera el uso de servicios expeditados más que los cambios a la demanda o a los planes de producción.

- Identificamos que la mayoría de los compradores usan el servicio de embarques expeditados como un servicio estándar:

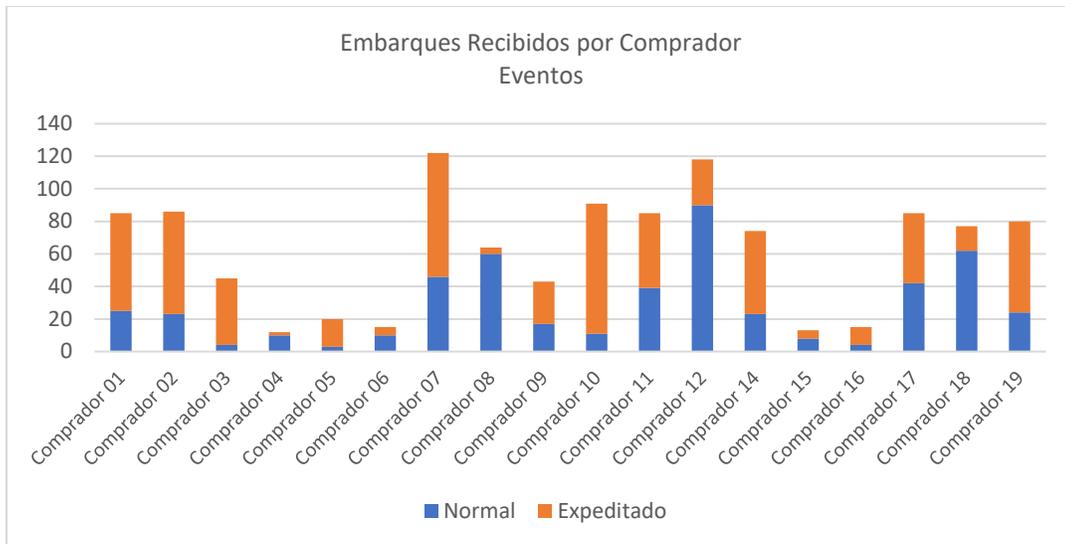


Ilustración 57 - Embarque recibidos por comprador

- Los compradores no generan la misma cantidad de embarques (recepción de proveedores)
- Los materiales no tienen el mismo peso (hay una diferencia de peso entre los materiales)
- Llama la atención como el servicio expeditado del transportista TFD es superior en todos los compradores, a excepción del comprador 19.

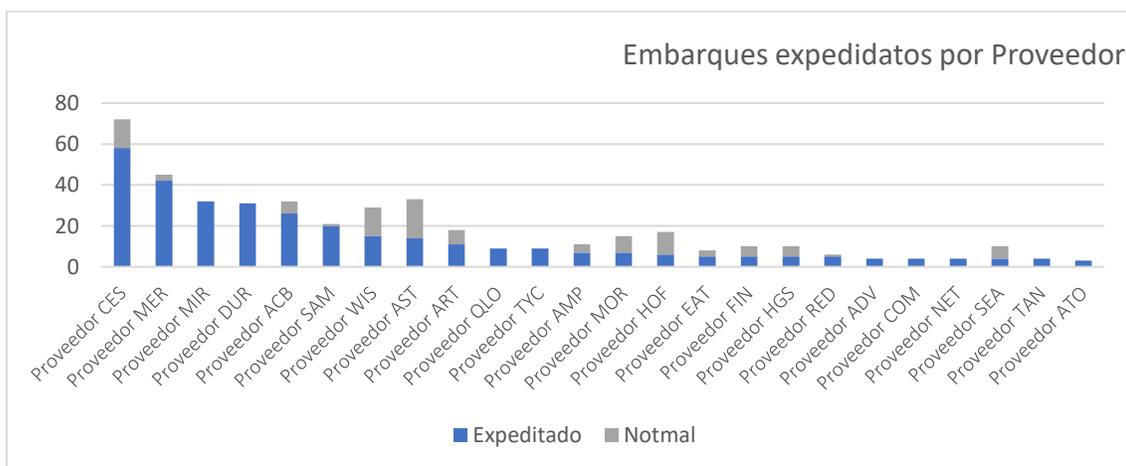


Ilustración 58 - Embarques expeditados por Proveedor

Esta gráfica nos muestra los proveedores que más utilizan servicios expeditados. Existen algunos que casi en su totalidad usan este servicio a diferencia de otros que tiene variedad en los servicios. Se cuestionó a los compradores identificados y concluyeron que los proveedores tienen instrucciones para el uso de los servicios y que ellos no indican directamente al proveedor en cada embarque requerido. Esto implica que la decisión de la toma del servicio es realizada por el proveedor y no por el comprador. Este es un fallo del comprador en el proceso de compra.

- El sistema necesita actualización con los datos de los componentes para mejorar la planeación:

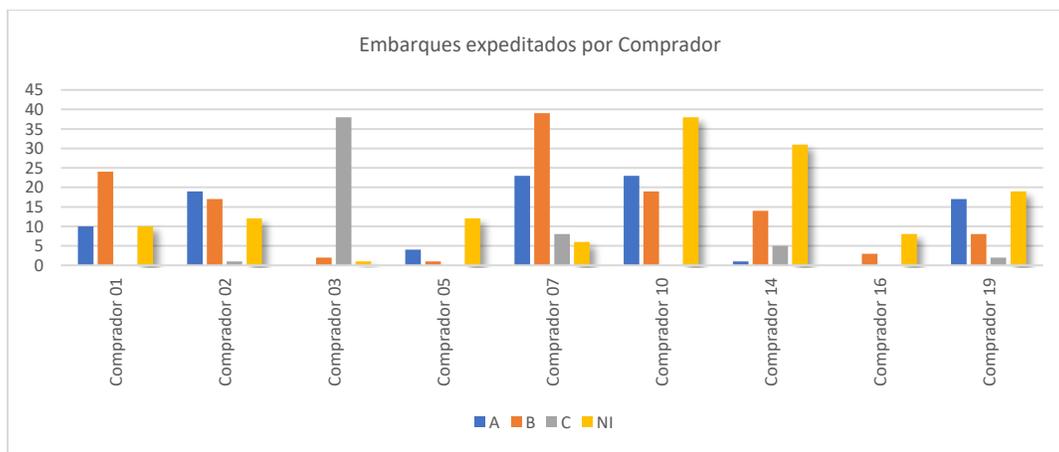


Ilustración 59 - Clasificación ABC por Comprador

Es importante resaltar que todos los compradores tienen materiales que no han sido clasificados bajo este concepto. Este no es un error del reporte y significa que el sistema no está actualizado con los parámetros correctos que hacen que se pueda clasificar.

- Existe una cantidad considerable de embarques provenientes de otras plantas. En estas órdenes es que la planta que envía los componentes es quien paga por el envío. Al consultar con los

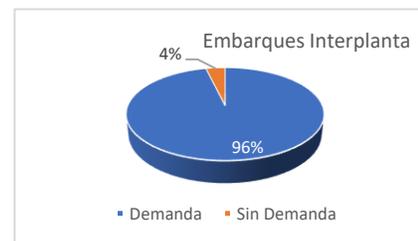


Ilustración 60 - Embarque Entreplanta 08

compradores, mencionaron que las instrucciones de embarque son por parte de la organización de materiales de esa planta. La planta de Guadalajara tiene mínima o nula participación en los embarques. Sin embargo, aunque no es un costo que pague la planta de Guadalajara, es un costo que puede ser evitado en la organización.

En el análisis inicial FMEA que iniciamos, identificamos dos modos de falla con alto índice de impacto ante el cliente:

Tabla 29 - FMEA modos de falla con altos índices de impacto al cliente

Entrada / Paso del Proceso	Modo Potencial de Falla	Efecto Potencial de la Falla	SEV	Causas Potenciales	OCC	Controles Actuales	DET	RPN
Disponibilidad de Material	Disponibilidad de material	Falta de materiales para el proceso de Manufactura	9	Errores en la planeación, retraso en los embarques o requerimientos sin previo aviso	9	Revisión diaria de inventarios y requerimientos de manufactura	3	24 3
Forecast	Varianzas en los ciclos de planeación	Cambios en los requerimientos que generan cortos o excesos de material	5	Los clientes pronostican cambios en sus planes de compra	7	Análisis en la demanda de MRP mensualmente	6	21 0

El primer modo de potencial de falla referencia a la falta representa el impacto de la falta de material para la producción de los productos. El uso de embarques expeditados es el modo de contención de la falla y sería el objetivo principal del área de planeación de materiales. Revisando con la gerencia, la utilización de los servicios expeditados reduce el impacto y, por lo mismo, la ocurrencia. El objetivo del proyecto implica mantener la tendencia de tener el material necesario reduciendo el uso de embarques expeditados. Este modo de falla se revisará de nuevo al definir acciones para reducir los modos de falla en la fase de mejora.

El segundo modo de falla implica las variaciones en los ciclos de planeación. En el análisis detectamos que la variación de la demanda, es decir, materiales no planeados, que incluyen también los nuevos productos y cambios de ingeniería, representan el 8% de los embarques expeditados. El 92% de los embarques expeditados son debido a otras causas que debemos controlar sin depender de otras áreas de la organización. A final de cuentas, la ejecución mensual del MRP es para actualizar los requerimientos de materiales con la nueva demanda. Queremos evitar cambios en la demanda implica ir en contra del sistema ERP. Los cambios en la demanda se dan por las actualizaciones de los pronósticos de compra de los clientes. Los clientes dan un pronóstico sin compromiso de compra y realmente los piden cuando ellos los necesitan. Este es el modelo de pronóstico utilizado por la organización y el ajuste está fuera del scope de este proyecto. Considerando que esta variación es solo de un 8% y que la organización es consciente de este costo, se buscarán implementar opciones de mejora que ayuden a reducir el uso de embarques expeditados de forma limitada.

Los análisis realizados nos ayudaron a identificar oportunidades de mejora y control que serán revisados y aplicados en las siguientes fases del proyecto.

Fase Mejora

Objetivo de la Fase de Mejora

El objetivo de esta fase es optimizar las entradas críticas identificadas en las fases anteriores y probar las soluciones posibles para mejorar el proceso.

Marco teórico de la fase

La fase anterior enfocó los esfuerzos en identificar las variables y como afectan el comportamiento de la salida del proceso. El siguiente paso es aislar las variables que causan errores e identificar las acciones necesarias para corregirlos.

Forrest, en su libro *Integrated Enterprise Excellence, Vol III* explica la fase de Improvement de la siguiente forma:

La fase de mejora incluye la mecánica de la realización de un diseño de experimentos.... La Teoría de la solución de problemas y otras opciones creativas ... pueden proporcionar un vehículo para simular el pensamiento sobre lo que se debe hacer para mejorar el sistema. (Breyfogle, pág. 765)

Las herramientas que podemos utilizar en esta fase son:

Diseño de experimentos: Forrest describe el diseño de experimentos: “Las Técnicas DOE son útiles cuando un practicante necesita iniciar un proceso para que podamos darnos una idea de posibles mejoras” (Breyfogle, pág. 768)

Análisis de Problemas Potenciales: Es un proceso sistemático para prevenir problemas antes de que sucedan.

Análisis de Soluciones: Este modelo se enfoca en identificar las decisiones que se toman para estructurarlo en un proceso sistemático.

Revisión de los resultados con el equipo de Proyecto

Las conclusiones de la fase de análisis mostraron que alguna de la retroalimentación proporcionada por los compradores no impactaba la selección de embarques expeditados en la cantidad que ellos habían expresado. Adicionalmente, se identificaron algunas variantes, como los embarques expeditados, que forzarán a revisar el métrico principal y reasignar algunas de estas variables.

Esta información fue trabajada desde dos perspectivas: Análisis de solución con los compradores y la evaluación del modelo de falla en el proceso con la gerencia. Estas dos acciones nos ayudarán a identificar las acciones apropiadas para la reducción del uso de servicios expeditados.

Al analizar el proceso identificamos que existen diferentes tipos de embarques: Embarques entreplanta y embarques de proveedor. Es importante realizar esta separación ya que los embarques entreplanta no son controlados por el área de Materiales; Los embarques de proveedor son responsabilidad de los compradores.

Embarques entreplanta

En el análisis de los embarques expeditados se encontró que el 25% de los proveedores de los que se recibió el material es la misma empresa, pero de una localidad diferente. La empresa cuenta con plantas de manufactura en otras localidades y que han enviado material a la planta de Guadalajara. Anteriormente se comentó que solo había una planta de esta empresa que produce los mismos productos y en las pláticas iniciales con la gerencia se comentó que el intercambio de

materiales no era significativo. Sin embargo, esta planta ha recibido mucho más material de otras plantas, aunque no sean los mismos productos.

Al realizar los análisis, se encontró que el intercambio de materiales es superior al esperado con el resto de las plantas. Sin embargo, en cuestión de peso, los embarques entreplanta se reduce.

Embarques expeditados
Proveedor/Interplanta

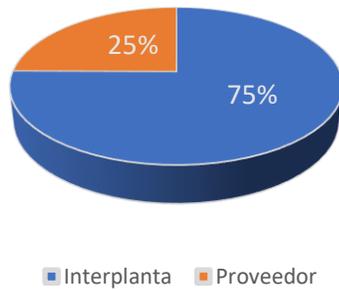


Ilustración 61 - Embarques por Origen

Esto se debió a que los embarques entreplanta son por exceso de materiales, requerimientos específicos y materiales de laboratorio entre otros.

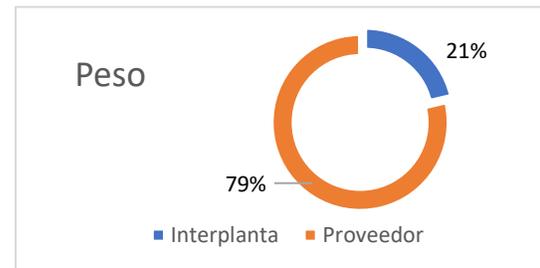


Ilustración 62 - Peso recibido por Origen

Analizando los embarques entreplanta, se identificó que el 51% de los embarques son expeditados. Este es el comportamiento que mostraron los análisis de las diferentes variables con

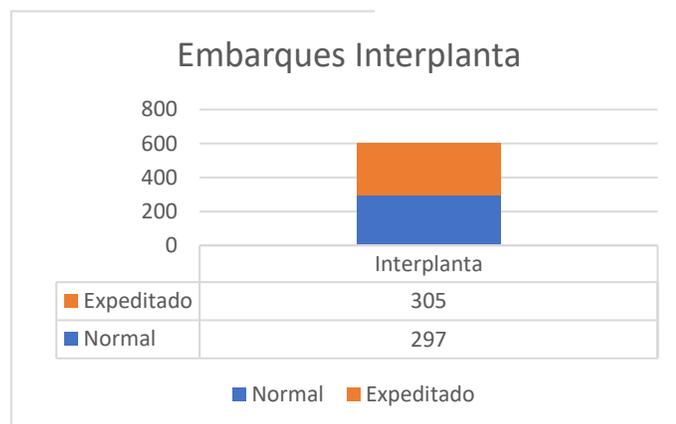


Ilustración 63 - Resultado de Embarques Entreplanta

respecto al uso de los embarques expeditados.

Los embarques entreplanta se deben de realizar en caso de urgencia de material o cuando hay excesos y se desea hacer una transferencia hacia una entidad en lugar de realizar una compra a proveedor. Estas revisiones se llevan una vez cada 3 meses con la idea de reducir costos. Lo que también debemos considerar es que esta actividad solamente se debe realizar con la planta que produce los mismos productos.

Al clarificar esta diferencia es necesario modificar el métrico de embarques expeditados y diferenciar el origen del embarque. En el caso de los embarques entreplanta, se debe de medir separado de los embarques de proveedor y solamente clasificar como falla de uso de servicio expeditado aquellos embarques que no son urgencia y que se deben a transferencia de inventario para acciones de balanceo y uso de material no urgente.



Ilustración 64 - Clasificación de defecto por Origen

Este análisis ayudó a demostrar que el manejo de los embarques en las diferentes plantas no es el adecuado y que podemos extender las mejoras identificadas en esta planta a otras incrementando los beneficios.

Clasificación correcta de embarques de Proveedor expeditados vs normal

De la misma forma en que se realizó la clasificación de los embarques entreplanta, en varias ocasiones en este documento hemos identificado diferentes tipos de embarques que difieren de un estándar. El proceso esperado era simple y directo, donde el comprador daba la instrucción al proveedor y este embarcaba dependiendo de la instrucción dada.

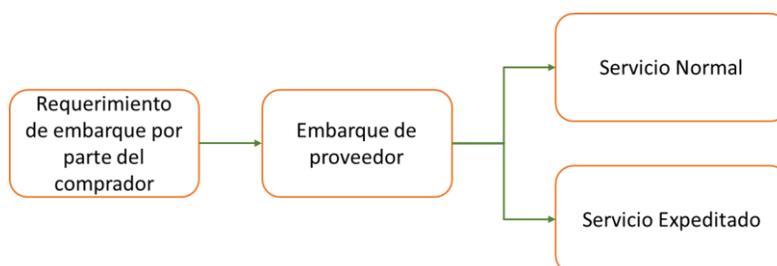


Ilustración 65 - Opciones de servicio de embarque

La realidad es que hay variables que inducen a diferentes tipos de necesidades y algunos de ellos, el uso de servicios expeditados es el normal. En base a estas situaciones es que la clasificación falla o error en el uso del servicio expeditado, debe de ser una vez realizado este análisis.

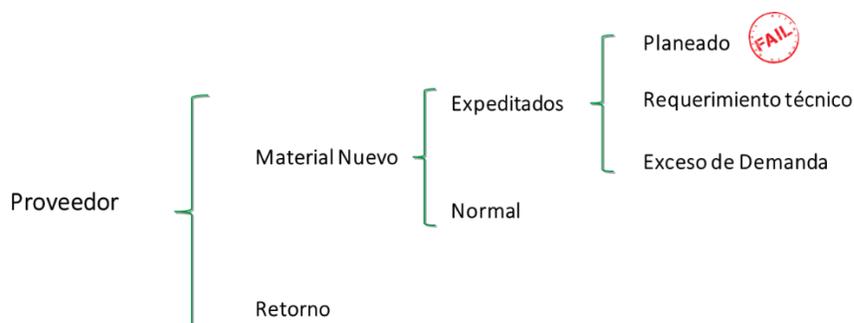


Ilustración 66 - Clasificación de Defecto por Embarques de Proveedor

Los embarques de proveedor los podemos clasificar en dos tipos: Material nuevo o de una nueva orden de compra y Retornos. El retorno es material que se había regresado a proveedor ya

sea por defecto, material incorrecto o garantías. Estos embarques son pagados por el proveedor y siempre utilizan servicio expeditado el cual fue negociado con el proveedor. En el caso de retornos, los embarques no se deben de considerar como fallas al proceso ya que el servicio expeditado es el adecuado (Material en garantía implica costo de inventario).

En el caso de material nuevo, el uso de los servicios expeditados es permitidos bajo las siguientes condiciones:

- El material es considerado delicado y requiere de características especiales de transporte. Por ejemplo, equipo electrónico que es sensible a la humedad y existe un alto riesgo de que al ser transportado por vía terrestre o marítima sufra daño. Este material es de costo elevado y el costo del embarque expeditado es pequeño comparado con el costo del material mismo. Inclusive, el costo de encontrar un material dañado en la línea de producción es muy elevado y justifica el uso de servicios expeditados para reducir el riesgo de daño. El daño del material por transporte o por manejo es absorbido por la organización ya que la garantía no cubre este daño.
- Se platicó anteriormente que los productos manufacturados son en base órdenes de cliente y que la planeación del material es en base a pronósticos de venta. En base al uso estimado y a las órdenes de cliente por confirmar, es como se definen los materiales a mantener en inventario. Esta situación genera que en ocasiones el cliente pida un material que no está disponible en inventario, ya sea por su alto costo o por su raro uso. En estos casos, el costo de embarque expeditado es mucho menor que el contar con inventario de todas las partes para este tipo de órdenes o al costo de obsolescencia. En estos casos se considera justificado el uso de los servicios expeditados y no se considera falla al proceso.

Basado en estas situaciones, se debe de considerar como falla al proceso cuando el embarque expeditado es a causa de una mala planeación del comprador. Es decir, que el uso del servicio expeditado es porque el comprador quedó sin inventario cuando debió de haber solicitado el material en tiempo.

Al revisar estas consideraciones con los sponsors del proyecto, se tomó la decisión de definir métricos diferentes para generar acciones que permitieran mejorar el proceso. En lo referente a la organización local, se definió el siguiente esquema de métricos que permiten mayor claridad en el proceso y sus resultados:

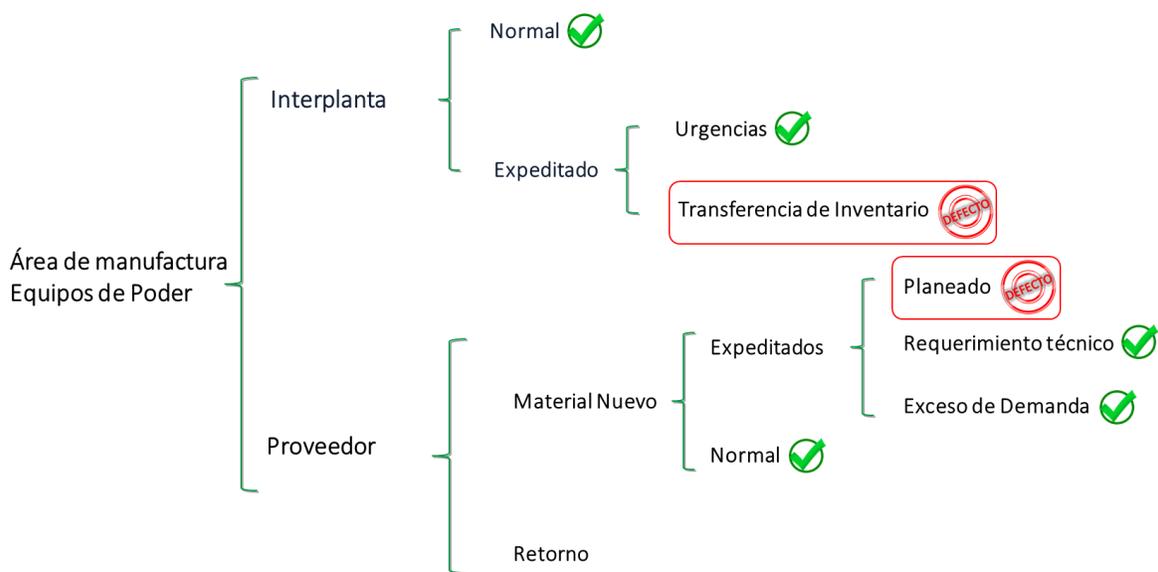


Ilustración 67 - Clasificación de defecto

En base a esta nueva clasificación, podemos identificar claramente los defectos y los tipos de defecto del proceso que permitan identificar también la causa de estos. Esta nueva clasificación se empezó a utilizar con la colaboración de los compradores proporcionando las razones y motivos que generaron el uso de embarques expeditados.

Análisis de las causas e identificación de mejoras

Habiendo revisado el métrico y entendiendo como los tipos de embarque implican claridad en donde el error está, procedemos a trabajar con los modos de falla trabajados en la sección de análisis para definir las acciones de mejora. Seguiremos trabajando en las áreas definidas en el análisis de Ishikawa, pero ahora mediante el uso del AMEF para su mejora.

Para realizar el AMEF y poder clasificar las posibles fallas y su impacto, utilizaremos la siguiente tabla para la evaluación de cada área:

Tabla 30 - Criterios AMEF

Cuantitativa	Severidad	Ocurrencia	Detección
1	Muy Baja	Remota	Muy Alta
2	Baja	Pocas Fallas	Alta
3			Moderada
4			Muy Baja
5	Moderado	Fallas Ocasionales	Muy Baja
6			Remota
7	Alto	Fallas frecuentes	Remota
8			Altamente difícil
9			Muy Alto
10			

Demanda

Tabla 31 - AMEF Demanda

Entrada / Paso del Proceso	Modo Potencial de Falla	Efecto Potencial de la Falla	SEV	Causas Potenciales	OCC	Controles Actuales	DET	RPN
¿Cuál es la entrada/paso del proceso bajo investigación	¿De qué manera la entrada o el paso del proceso puede	¿Cuál es el efecto de la falla en los Requerimientos del cliente o	¿Qué tan un é n?	¿Cuál es la causa de que la entrada o el paso del proceso salga	¿Con qué un é n?	¿Cuáles son los controles y procedimientos existentes	¿Qué tan un é n?	SEV x OCC x DET

?	salir mal?	requerimientos internos?	mal? ¿Como puede ocurrir la falla? Descrito en términos de algo que puede ser corregido o controlado	(inspección y prueba) para prevenir ya sea la causa o el MF?			
Demanda	Ventas no planeadas que solicitan materiales sin forecast	Falta de materiales para el proceso de Manufactura para atender órdenes de cliente	9 Ordenes de cliente que el departamento de ventas no consideró como viables	2 Revisión diaria de inventarios y requerimientos de manufactura	3	5	4
Demanda	Componentes para Nuevos productos no planeados	Falta de materiales para el proceso de Pruebas y nuevos productos	3 El área de nuevos productos no proporcionó los requerimientos de los materiales en tiempo	3 Ninguno	4	3	6
Demanda	Varianzas en los ciclos de planeación	Cambios en los requerimientos que generan cortos o excesos de material	5 Los clientes pronostican cambios en sus planes de compra	7 Análisis en la demanda de MRP mensualmente	1	3	5
Demanda	Requerimientos de componentes para refacciones no planeadas	Falta de materiales para refacciones los cuales no son planeados, pero consumidos del inventario	3 el área de refacciones y garantías solicita material cuando se consume por los clientes.	1 Ninguno	1	3	0 0

La falta de materiales para la producción es uno de los impactos mayores al proceso de manufactura. Los planes de manufactura se realizan en base a las órdenes de cliente y suponen que existe el material suficiente. Para reducir el impacto de la falta de material y permitir una reacción para las conseguir el material necesario, se solicitó al área de planeación de la

producción que libere el plan de producción de forma semana y que realice un análisis previo para identificar posibles cortos de material. El generar estos reportes permitirá programar primero las órdenes de cliente de las cuales se tengo el material disponible y después el que se tiene material pendiente. Este análisis ayudará a mantener el área de producción activa sin tiempos muertos por falta de material.

- Ventas no planeadas que solicitan materiales sin forecast: Las ventas no planeadas representan a las ventas que realiza la organización a clientes no frecuentes o a aquellos que por necesidad o urgencia solicitan un producto en específico. El modelo de negocio implica que no todos los materiales van a estar disponibles pero estas oportunidades representan incremento d las ganancias para la organización.

Para mitigar este riesgo es necesario mantener buena comunicación con el área de ventas para permitir que el material llegue a la planta de forma que no se exageren los costos en obtener el material y el transporte.

Para este riesgo se implementarán tres acciones:

1. Generar un reporte de producción con una ventana de 1 semana mínimo, indicando los componentes faltantes notificando al área de ventas que productos pueden requerir más tiempo de entrega.
2. Identificar partes faltantes para producción de las órdenes de cliente notificando los compromisos de llegada y en base a ello, producción y embarque a cliente.
3. Programación de las órdenes con suficiente material a principios de la semana para permitir la llegada del material faltante. Esta opción permitirá que la línea de producción se mantenga utilizada mientras los componentes faltantes llegan sin pagar excesivos costos de expedición.

- Componentes para Nuevos productos no planeados: Identificamos en los análisis que son pocos los requerimientos no planeados, incluyendo los de nuevos productos. Sin embargo, este puede ser un riesgo potencial no solo para producción, también para la liberación de nuevos productos al mercado. Por lo mismo, es importante mantener una constante comunicación con el área de nuevos productos asegurándose de que existe una planeación de los productos, fechas de producción, certificación y preproducción y que hay demanda en el sistema. Adicionalmente, es importante que los compradores de nuevos productos identifiquen las partes nuevas a tiempo y que alerten de faltante de demanda y/o problemas con los proveedores para su pronta corrección.
 1. La primera acción es definir los tiempos mínimos para la carga de demanda de los nuevos productos, según el commodity o proveedor. Los proveedores interactúan con los ingenieros de nuevos productos por lo que la información debe de estar disponible al menos 6 meses antes de la liberación de un producto, y 3 meses antes de los primeros ensambles. Sin embargo, estas alertas ayudarán a evitar omisiones durante los meses previos.
 2. Reporte semanal de los nuevos productos indicando partes faltantes o partes sin demanda. Este reporte es generado por el comprador de nuevos productos, ya que cuenta con la información de los nuevos productos, componentes e información de los proveedores.
- Varianzas en los ciclos de planeación: El proceso de planeación involucra actualizaciones mensuales de los pronósticos de venta en los siguientes 12 meses. Estas actualizaciones son necesarias ya que constantemente el área de ventas mantiene comunicación con los clientes y busca nuevos clientes constantemente. Cada nuevo ciclo de planeación requiere

de un análisis para identificar los cambios y este análisis lo realiza el sistema MRP. Sin embargo, el sistema no realiza una comparación de la demanda anterior con la nueva. Esta información es necesaria para saber que esperar con los cambios, tanto a favor como en contra, y poder actuar en consecuencia. En caso de incremento de demanda, es importante que el área de ventas entienda el impacto del cambio, por lo que se propone que la gerencia de materiales notificará al área de ventas de los limitantes en los números de parte y las fechas de recuperación.

1. El gerente de materiales analizará los cambios en la demanda de todos los productos, notificando los cambios más grandes y que pueden impactar la operación. Esta información debe de ser compartida con los compradores y el resto de la organización.
 2. El gerente de materiales notificará al área de ventas los productos impactados por la nueva demanda y las fechas de recuperación de inventario. Esta información es importante porque los vendedores sabrán que productos tienen limitantes y pueden ofrecer productos similares o notificar al cliente de posibles retrasos por falta de componentes.
- Requerimientos de componentes para refacciones no planeadas: el área de refacciones solicita el material a la planta de manufactura para refacciones. Aunque esta situación no es muy frecuente, cuando sucede puede afectar el nivel de inventario, especialmente en los componentes caros y de poco inventario. Ya se estaba trabajando tiempo antes en este problema y se acordó que el área de servicio estará comprando el material directamente, incrementando su nivel de inventario para evitar consumir el material de manufactura. Esta acción no es parte de este proyecto, pero es una iniciativa que ayudará a reducir el impacto.

1. La acción que se realizará es que, en caso de recibir una orden del área de servicio, esta será declinada y se le notificará que debe de enviar una orden a proveedor y no a manufactura.

La demanda de materiales es una de las áreas donde la organización local no tiene mucha influencia. Sin embargo, las acciones a tomar ayudarán a mantener una comunicación constante y así evitar requerimientos excesivos que afecten la operación y que distraigan a los compradores del resto de los componentes que manejan.

Nuevos Productos

Los nuevos productos, como se mencionó anteriormente, es una actividad que no representó impacto en la operación. Sin embargo, en este momento no hay nuevos productos que se vayan a liberar próximamente y esto no permite saber a conciencia si es un área de afecta o no.

Tabla 32 - AMEF Nuevos Productos

Entrada / Paso del Proceso	Modo Potencial de Falla	Efecto Potencial de la Falla	SEV	Causas Potenciales	OCC	Controles Actuales	DET	RPN
¿Cuál es la entrada/paso del proceso bajo investigación?	¿De qué manera la entrada o el paso del proceso puede salir mal?	¿Cuál es el efecto de la falla en los Requerimientos del cliente o requerimientos internos?	¿Qué tan serio es el efecto con el	¿Cuál es la causa de que la entrada o el paso del proceso salga mal? ¿Como puede ocurrir la falla? Descrito en términos de algo que	¿Con que frecuencia ocurre la causa	¿Cuáles son los controles y procedimientos existentes (inspección y prueba) para prevenir ya sea la causa o el MF?	Que tan efectivamente se puede	SEV x OCC x DET

Cambios en las partes con poco tiempo de anticipación	Cambios de Ingeniería que solicitan nuevo material de forma urgente	5	puede ser corregido o controlado Defecto en los componentes o gran cantidad de fallos en los productos de los clientes	1	Ninguno	1	5
---	---	---	---	---	---------	---	---

Este modo de falla puede ser, potencialmente, un causante temporal de servicios expeditados.

Además, la falta de material para estos productos implica retrasos y pérdidas en la organización si los productos no son liberados de acuerdo con su programación.

Las acciones que se pueden tomar en esta área son de prevenir que exista demanda y que haya un monitoreo constante de los nuevos componentes para asegurar la disponibilidad de material. En la organización hay compradores de nuevos productos, que se enfocan en los nuevos componentes y en mantener una comunicación constante con los ingenieros de nuevos productos. La acción para tomar involucra ser proactivos y definir fechas límite para la liberación de demanda, así como la colocación de órdenes de compra para asegurar la disponibilidad de material. Esta acción ya fue considerada en la Demanda. Sin embargo, existen también nuevos componentes que reemplazan componentes de producción, ya sea por defecto o por mejoras a los mismos. Aunque no se presentó un caso en donde suceda un cambio drástico, se acordó que es buena práctica el que el líder de los compradores participe en las aprobaciones de estos cambios por parte del área de materiales. Esta acción permitirá dar retroalimentación y poder reaccionar con tiempo en caso de que sea requerido.

1. El líder de los compradores tendrá el poder de autorizar los cambios de ingeniería influenciando las fechas de implementación y la reducción de impacto por faltante de

partes. Sin esta aprobación, que involucra un plan de acción para el reemplazo, compra o retrabajo de los componentes actuales.

Personas

Una de las áreas donde identificamos los principales problemas que genera el uso de los embarques expeditados se da en los compradores. La primera señal de alerta se dio al realizar la evaluación de los resultados de MRP, donde obtuvimos resultados alarmantes. A partir de esa fecha, se empezaron a realizar entrenamientos y ejercicios con los compradores para estandarizar el conocimiento y que tuvieran reacciones similares de forma que mejoren los resultados de planeación. Aunque este no es el objetivo del proyecto, una mejor planeación de materiales implica reducir el uso de servicios expeditados.

Tabla 33 - AMEF Personas

Entrada / Paso del Proceso	Modo Potencial de Falla	Efecto Potencial de la Falla	SEV	Causas Potenciales	OCC	Controles Actuales	DET	RPN
¿Cuál es la entrada/paso del proceso bajo investigación ?	¿De qué manera la entrada o el paso del proceso puede salir mal?	¿Cuál es el efecto de la falla en los Requerimientos del cliente o requerimientos internos?	¿Qué tan serio es el efecto con el cliente?	¿Cuál es la causa de que la entrada o el paso del proceso salga mal? ¿Como puede ocurrir la falla? Descrito en términos de algo que puede ser corregido o controlado	¿Con que frecuencia ocurre la causa?	¿Cuáles son los controles y procedimientos existentes (inspección y prueba) para prevenir ya sea la causa o el MF?	¿Qué tan efectivamente se puede detectar la causa o el MF?	SEV x OCC x DET
	Enfoque de planeación de partes cortas	El comprador considera solo las urgencias y	4	Exceso de trabajo o distracciones	6	Ninguno	7	168

	olvida planear a futuro		de los compradores				
Error en el proceso de planeación	Retraso en la disponibilidad de materiales y retrasos en embarque a cliente	4	Errores de los compradores al no solicitar el material necesario para cubrir la demanda	5	Revisión de cubrimiento después de la corrida de MRP	3	60
Creación de la PO con el tiempo suficiente para que se cumpla el tiempo de entrega del proveedor (incluyendo transporte)	La PO se coloca solicitando material en menos tiempo del que el proveedor se compromete para entregar las partes	5	El comprador ignora la recomendación de MRP o los parámetros en el sistema no están actualizados.	3	Utilización de embarque expeditado	3	45
No expeditar material con demanda de forma innecesaria*	Exceso de inventario	1	Distracción del comprador o falta de ejecución del proceso de compras	5	Ninguno	9	45
Error en la interpretación de los resultados de MRP	Material llegará antes incrementando el valor de inventario o después retrasando la producción	3	El comprador no solicitó el material en tiempo por lo que no llegará a tiempo o faltará material	6	Análisis de cortos diarios y análisis semanal de MRP	2	36

Estos modos de falla implican directamente que los compradores no están realizando su proceso de forma correcta y que están realizando acciones diferentes a lo que se espera de ellos. Al revisar esta situación con la gerencia entendieron que el factor humano en el proceso es demasiado importante para ignorarlo. Se acordaron las siguientes acciones adicionales al entrenamiento que ya se había iniciado:

1. Los compradores tienden a realizar la planeación de partes enfocándose solo en las partes faltantes de inventario principalmente. Sin embargo, esta forma de trabajar no permite mejorar a futuro y dedican la mayor parte del tiempo en resolver problemas que debieron de haber evitado. El líder de compradores realizará un entrenamiento a cada miembro del grupo para clarificar cual es el rol de comprador y cuáles son sus responsabilidades. Adicionalmente el gerente de compras agregará las responsabilidades a la descripción de puesto del comprador y será parte de la evaluación anual del comprador.
2. Para reducir la cantidad de errores, en caso de que se identifique un error el líder de compradores realizará un entrenamiento relacionado a la planeación y compra de materiales y el error identificado. El identificar los errores y entender por qué fue un error ayudará a evitar que se reproduzca, tanto en el comprador como en el equipo. Esta actividad inició en la semana 15 del proyecto teniendo retroalimentación directa con cada comprador, identificando errores y oportunidades de mejora.
3. Los errores en la interpretación de los resultados de MRP es una de las áreas que los compradores deben de trabajar. El líder de compradores realizará un entrenamiento a cada miembro del grupo relacionado al sistema MRP y como interpretar los resultados del sistema utilizando ejemplos de los componentes que es dueño el comprador y así entender las acciones correctas cada corrida de MRP.
4. Adicionalmente, el gerente de materiales agregará en el perfil del comprador la experiencia y conocimiento necesario para desarrollar a los compradores a una mejor ejecución. El definir claramente cuáles son las responsabilidades y como va a ser

medida la ejecución de los compradores ayudará a motivarles a ser mejores y lograr los objetivos de la organización.

Rol del comprador en la toma de decisiones

La otra situación identificada fue que el comprador transfería la responsabilidad de elección del servicio de embarque al proveedor, en lugar de tomar la decisión por sí mismos. En muchos de los casos, los proveedores elegían el método de embarque dependiendo de sus necesidades y no de las necesidades de la organización. En muchos casos se encontró que el proveedor realizaba embarques expeditados y eso le permitía modificar sus tiempos de entrega sin caer en fallas a su tiempo de entrega. En el entrenamiento se aclaró que el comprador es el responsable de considerar el tiempo de tránsito en su planeación y que el proveedor no debe de influenciar el uso de los servicios expeditados. Esto ayudará a que el proveedor sea medido por su eficiencia y cumplimiento de pronósticos y no transfiera el costo de retrasos a los materiales vendidos.

El entrenamiento resultó positivo y permitió que los compradores analizaran evaluación de la planeación de sus partes y tomaran en consideración las variables y las implicaciones que tienen las diferentes situaciones y les permitiera seguir correctamente su proceso. El equipo mostró un mayor interés en la ejecución de las recomendaciones del sistema inclusive generando nuevos proyectos de mejora para sus procesos.

La mejora de la ejecución de los compradores involucra mucho entrenamiento y la generación de entrenamientos formales en la organización para evitar transferir errores a los nuevos recursos que ingresen a la organización.

Proceso de Planeación

El proceso de planeación de materiales está basado en la experiencia y el modelo definido hace tiempo en la organización. En la industria, cada organización define las prioridades y como implementará el modelo, pero existe un estándar que permite incrementar eficiencia y desarrollar a los empleados de forma que sean exitosos en su operación.

Tabla 34 - AMEF Proceso de Planeación

Entrada / Paso del Proceso	Modo Potencial de Falla	Efecto Potencial de la Falla	SEV	Causas Potenciales	OCC	Controles Actuales	DET	RPN
¿Cuál es la entrada/paso del proceso bajo investigación?	¿De qué manera la entrada o el paso del proceso puede salir mal?	¿Cuál es el efecto de la falla en los Requerimientos del cliente o requerimientos internos?	¿Qué tan serio es el efecto con el SEV?	¿Cuál es la causa de que la entrada o el paso del proceso salga mal? ¿Como puede ocurrir la falla? Descrito en términos de algo que puede ser corregido o controlado	¿Con que frecuencia ocurre la causa?	¿Cuáles son los controles y procedimientos existentes (inspección y prueba) para prevenir ya sea la causa o el MF?	¿Qué tan efectivamente se puede controlar el efecto?	SEV x OCC x DET
	Disponibilidad de material	Falta de materiales para el proceso de Manufactura	9	Errores en la planeación, retraso en los embarques o requerimientos sin previo aviso	9	Revisión diaria de inventarios y requerimientos de manufactura	3	2 43
	Cambios de ingeniería	Obsoleto material disponible y faltante de material nuevo	5	Los materiales tienen defectos que pueden ocasionar fallas en los equipos	7	Ninguno	4	1 40

Mala ejecución de los proveedores (retrasos, fallas de calidad, embarque tardío)	El proveedor no envía los materiales con tiempo, o los materiales están dañados	6	Error en los proveedores	1	Monitoreo de los componentes recibidos	1	6
Rebalanceo de inventario de otras plantas (Implica mover inventario sobrante de una planta de manufactura a otra que cuente con menos inventario)	Exceso de inventario en otras plantas	1	Mala planeación de los compradores de otras plantas u error del proceso de planeación	3	Ninguno	1	3

Anteriormente hablamos de la falla de disponibilidad de material. Comentamos que el uso de embarques expeditados es el modo de contención de la falla y sería el objetivo principal del área de planeación de materiales. Hemos identificado que algunas de las fallas en la demanda y la ejecución de los compradores implica que esta falla tenga un gran peso en el análisis.

- Cambios de ingeniería: Anteriormente mencionamos que el líder de los compradores será agregado a la cadena de aprobación de los cambios de ingeniería para dar retroalimentación de inventarios o problemas con los proveedores. Esta acción también es una mejora al proceso de planeación ya que permite conocer y ser parte de las decisiones para no impactar el proceso y el área de materiales sin control.
- Mala ejecución de los proveedores (retrasos, fallas de calidad, embarque tardío): La medición de los proveedores debe de ser una actividad constante en las organizaciones que quieren ser eficientes. Aunque se supone existe esta medición, la realidad es que el

comprador no lo realiza por lo que la acción involucra reportar las fallas del proveedor y notificarlas de forma correcta y en tiempo:

1. El comprador notificará al proveedor en cada orden de compra que genere, la fecha requerida de embarque y el servicio requerido. Esta es la información mínima que se requiere para poder evaluar la ejecución del proveedor. Los compradores omitían esta actividad dejando al proveedor inclusive, elegir el servicio de embarque aprovechando de la ignorancia del comprador.
 2. La segunda acción involucra al seguimiento de las instrucciones dadas: El comprador realizará monitoreo a los embarques de los proveedores para asegurarse que no haya retrasos y en caso de haberlos, notificar al proveedor y al gerente de materiales para pronta acción. El gerente deberá levantar un reporte a los proveedores para solicitar acciones correctivas.
- Rebalanceo de inventario de otras plantas: anteriormente se mencionó que los embarques de otras plantas no deben afectar el métrico de embarques expeditados. Sin embargo, el costo que implica la cantidad de embarques expeditados requiere de acciones específicas para reducir estos gastos innecesarios:
 1. El área de logística instruyó a todas las plantas de la empresa para que utilicen servicios estándar de embarque, considerando el uso de servicios expeditados solo como excepción.
 2. La planta de Guadalajara seguirá monitoreando los embarques expeditados de otras plantas y notificará los casos donde el embarque expeditado no esté soportado por una autorización de expedición para la apropiada acción de corrección.

- Para asegurar que el material no será embarcado sin conocimiento del comprador, el comprador de la planta origen notificará de cualquier envío de material solicitando aprobación. El comprador de la planta receptora será responsable de aceptar o no material de otras plantas.

Como parte del entrenamiento se revisaron los servicios de embarque disponibles. Se encontró que existían diferentes versiones del documento proporcionado por logística donde se presentaban diferentes opciones de servicio de embarques para los materiales. Se identificó que, en los años anteriores, se habían generado documentos independientes que se transmitían de un comprador a otro, y estos documentos daban diferentes instrucciones entre sí. La solución fue solicitar al área de logística que actualizaran la lista de servicios disponibles y que generaran una nueva versión del documento formal que indicara cuales eran las opciones oficiales para el transporte de material.

Origen	Peso	Transportista	Nivel de Servicio disponible
China, Taiwán, Hong Kong	Paquetes pequeños <65kgs	TUP	SL1, SL2 y SL3
		TFD	SL1, SL2 y SL3
	Embarques >65kgs	TPN	SL1, SL2, SL3
Resto de Asia	Paquetes pequeños <65kgs	TUP	SL1, SL2 y SL3
		TFD	SL1, SL2 y SL3
	Embarques >65kgs	TNO	SLX, SL1, SL2, SL3
Europa	Paquetes pequeños <65kgs	TFD	SL1, SL2 y SL3
		TUP	SL1, SL2 y SL3
	Embarques >65Kgs	TGW	SLX, SL1, SL2, SL3
		TPN	Solo Israel SL1, SL2, SL3
USA & Canadá	Paquetes pequeños <65kgs	TUP	SL1, SL2 y SL3
		TFD	SL1, SL2 y SL3

	Embarques >65kgs	TFD	SL1, SL2 y SL3
		Búfalo	SL1, SL2, SL3
Latinoamérica	Todos los embarques	Mosquito	SL1, SL2, SL3

Ilustración 68 - Opciones de embarque por Origen y Peso

En esta nueva versión podemos encontrar mayor número de opciones de embarque por transportista, abriendo las opciones a utilizar servicios adicionales de costos intermedios SL2. Esta información fue agregada al entrenamiento de los compradores y a los ejercicios que realizan de forma constante.

La negociación y consecuente aplicación de la nueva lista de servicios de embarque de los proveedores también permitió implementar un control de embarques para los diferentes transportistas. Se creó una relación de proveedores-niveles de servicio permitidos y se les dio la indicación de solo permitir embarques expeditados si recibían la autorización por parte del área de logística.

Todos los transportistas solo podrían realizar embarque expeditado si es que se les enviaba la notificación, ya sea por parte del comprador o de logística, para cambiar el modo de embarque. De otro modo, el proveedor solo puede realizar embarques normales sin que se le penalice. El acuerdo que se tuvo es que, si el transportista no presentaba la autorización del embarque expeditado, el área de pago no podría procesar el pago de un embarque expeditado. Esta restricción en los pagos, al ser mediante contrato legal, obliga a los proveedores a solicitar la autorización requerida para embarcar los materiales, de lo contrario, ellos cubren el costo del embarque. Solo los proveedores de materiales restringidos tienen la preaprobación vía contrato de utilizar únicamente cierto tipo de servicios. Estas acciones transfirieron la responsabilidad de la selección de embarques a los compradores exclusivamente.

El proceso de planeación no ha sido altamente afectado, sin embargo, las adiciones en conjunto con la correcta ejecución del proceso es lo que ayudará a reducir los errores y el requerir embarques expeditados.

Sistema MRP

Finalmente, la actualización del sistema es, en pocas palabras, la acción que ayudará a mejorar la ejecución del proceso y a reducir los errores de los compradores.

Tabla 35 - AMEF Sistema MRP

Entrada / Paso del Proceso	Modo Potencial de Falla	Efecto Potencial de la Falla	SEV	Causas Potenciales	OCC	Controles Actuales	DET	RPN
¿Cuál es la entrada/paso del proceso bajo investigación?	¿De qué manera la entrada o el paso del proceso puede salir mal?	¿Cuál es el efecto de la falla en los Requerimientos del cliente o requerimientos internos?	¿Qué tan serio es el efecto con el cliente?	¿Cuál es la causa de que la entrada o el paso del proceso salga mal? ¿Como puede ocurrir la falla? Descrito en términos de algo que puede ser corregido o controlado	¿Con que frecuencia ocurre la causa o MF?	¿Cuáles son los controles y procedimientos existentes (inspección y prueba) para prevenir ya sea la causa o el MF?	¿Qué tan efectivamente se puede detectar la falla?	SEV x OCC x DET
	Falta de información de las partes y tiempo de entrega	El sistema no está actualizado con la información correcta para que sugiera las acciones correctas	7	Los compradores no actualizan el sistema de forma frecuente	8	Ninguno	7	3 92

Aplicación de la regla A-B-C en el manejo de inventarios y compra de materiales *	Los materiales no tienen el cubrimiento en inventario y órdenes de compra para cumplir con la clasificación de la parte	5	Las partes no son actualizadas con la clasificación o los compradores ignoran la regla	9	Ninguno	7	3 15
Error en los parámetros de planeación	Material llegará antes incrementando el valor de inventario o después retrasando la producción	4	El comprador no actualizó los parámetros o el proveedor no informó de los cambios.	7	Ninguno	7	1 96
Tiempo de transporte erróneo en el sistema	Material llegará antes incrementando el valor de inventario o después retrasando la producción	5	Los compradores no actualizan el sistema de forma frecuente	7	El exceso de inventario se comparte con otras plantas en caso de suceder	3	1 05

El principal análisis que ayudó a identificar los errores que genera el sistema es al evaluar la aplicación de las reglas A-B-C, donde un gran número de embarques recibidos no tienen esta clasificación de forma correcta. Si bien los errores de los compradores son clave para el uso de los servicios expeditados, las malas recomendaciones del sistema por la falla de los parámetros incrementan esos errores.

1. La primera acción es que los compradores realizarán una actualización de los parámetros de los componentes en el sistema al menos una vez al año. Esta acción ayudará a reducir los errores del sistema e incrementar la confianza en las recomendaciones.

2. El líder de compradores realizará un programa de actualización de partes para cumplir con este objetivo, buscando actualizar primero las partes A, luego las B y por último las C.
3. Si bien el orden definido por el líder de compradores es importante, es indispensable que el sistema esté actualizado en la clasificación A-B-C por parte de inventarios. El líder de inventarios realizará la actualización de la clasificación en el sistema antes de la corrida oficial de MRP. Esta actualización es antes de la corrida oficial mensual.
4. Para asegurarse que el área de inventarios realiza la actualización de forma correcta, los compradores notificarán al gerente de materiales en caso de identificar un número de parte con el parámetro A-B-C incorrecto. El gerente de materiales llevará el métrico y seguimiento de este con el gerente de inventarios solicitando acciones de mejora en caso de múltiples fallas.
5. Para asegurarse que la actualización de los datos del sistema se lleva de forma correcta, el gerente de materiales agregará esta medición al perfil del comprador y lo incluirá en sus métricos de evaluación anuales. Tanto el líder de compradores como el comprador deberá proporcionar evidencia de estas actualizaciones.

Actualización del Métrico principal

El siguiente paso es comprobar estadísticamente que el sistema mejoró. Anteriormente comentamos que el objetivo del proyecto era disminuir la media de los kilos recibidos con embarques expeditados.

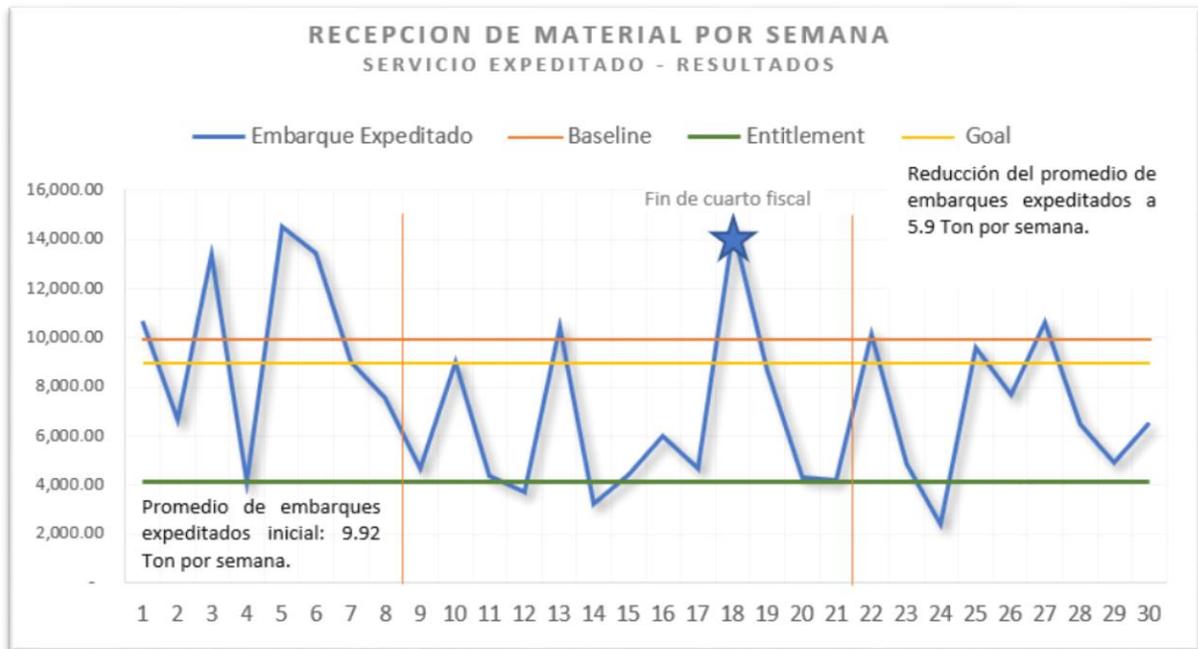


Ilustración 69 - Resultados por Semana

Podemos notar que a partir de la semana 11 se empezó a ver una diferencia en los mínimos y máximos de los kilos recibidos. Este efecto se dio por dos razones: El equipo se dio cuenta de que el proceso estaba bajo revisión y empezaron a tomar acciones preventivas; el segundo fue la evaluación a la toma de decisión de los resultados de MRP.

El siguiente cambio lo empezamos a ver a partir de la semana 24 cuando se implementó el nuevo proceso de aprobación de embarques expeditados (del cual hablaremos en la siguiente fase).

Compararemos las medias de los embarques expeditados mediante una gráfica X-S considerando los porcentajes de uso de servicios expeditados por semana:

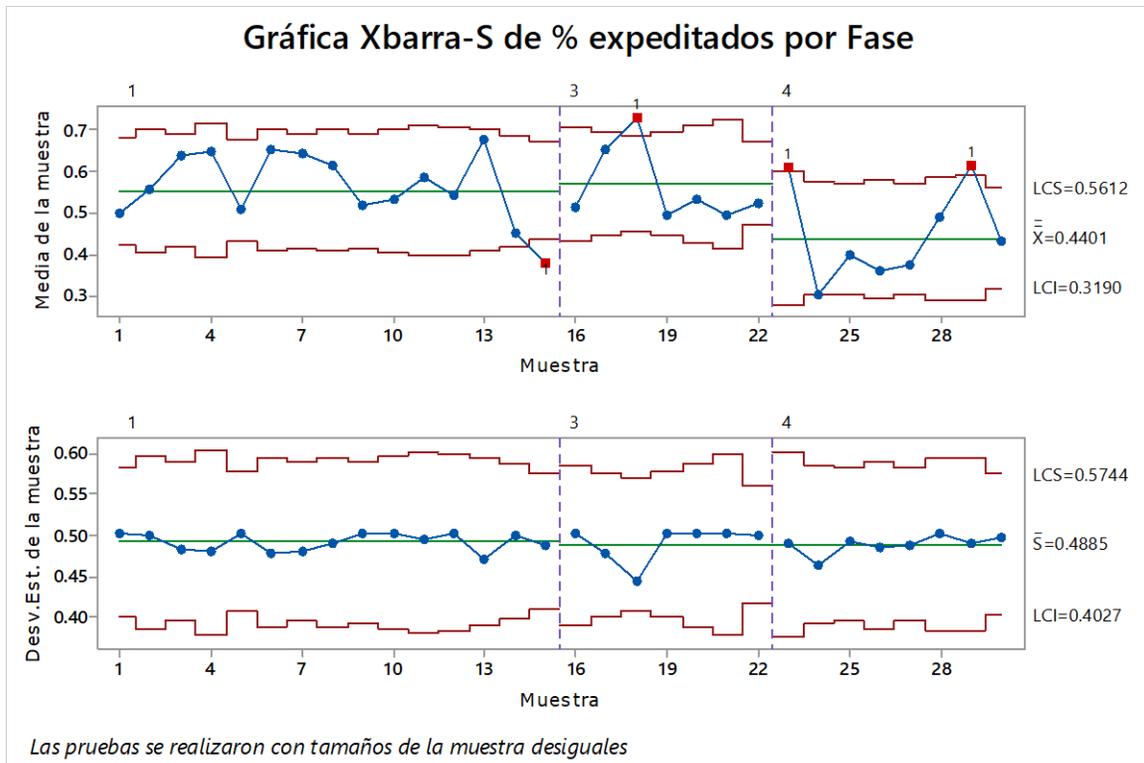


Ilustración 70 - Comparativa por Fase del Proyecto

Las gráficas nos muestran un cambio en el comportamiento los porcentajes de los embarques expeditados, cambiando inclusive los límites superior e inferior debido al menor promedio.

Adicional a la reducción de kilos en los embarques recibidos, se identificaron otros beneficios en el proyecto como un mejor conocimiento del proceso, el efecto de los errores de planeación y la correcta clasificación de los embarques, así como oportunidades de mejora a futuro.

Conclusiones

La etapa de incremento ayudo al proceso a implementar cambios en el proceso que permitirán tener mayor conocimiento de este, y las causas de la variación. Aunque no fue posible realizar experimentos que permitieran identificar configuraciones adecuadas para los diferentes tipos de componentes, si se lograron realizar cambios al proceso para hacerlo más robusto y reducir los

servicios expeditados. Bajo el nuevo esquema, se planteó un proceso donde constantemente se identificarán los errores reales del proceso y obtener una mejor clasificación de estos.

Bajo esta nueva clasificación, podemos entonces clasificar los eventos de las primeras semanas y poder conocer el comportamiento de los embarques y asociarlos a las causas probables.

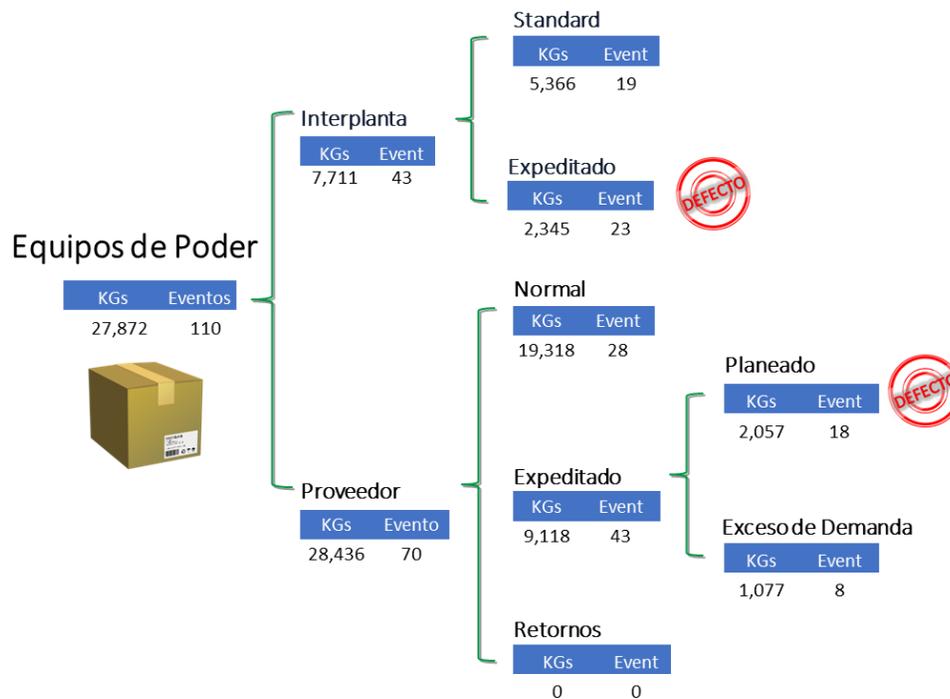


Ilustración 71 - Clasificación de resultados por tipo de defecto

En la fase de incremento, se implementaron 38 mejoras al proceso:

- 8 para mejorar el proceso de la demanda
- 1 en el área de nuevos productos
- 9 en el área de personas, principalmente en los compradores
- 8 en el proceso de planeación

- 12 en el sistema MRP.

Con la implementación de estas acciones se logró obtener una reducción de un 29% en los kilos expeditados. Esta mejora también incluye los cambios en los embarques entreplanta y de proveedor.

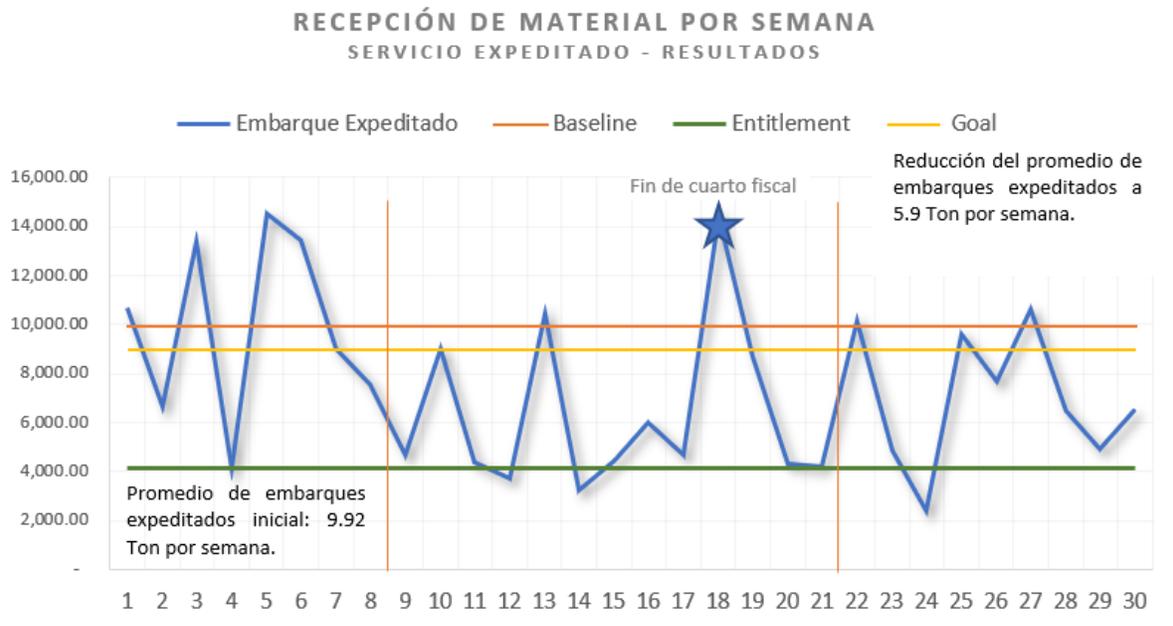


Ilustración 72 - Resultados por Semana

Las mejoras al proceso y los resultados obtenidos se documentaron en el FMEA de la siguiente forma:

Tabla 36 - Resultados AMEF

Entrada / Paso del Proceso	Modo Potencial de Falla	Efecto Potencial de la Falla	SEV	Causas Potenciales	OCC	Controles Actuales	DET	RPN	Acciones Recomendadas	Resp & Fecha Compromiso	Resultado de Acciones				
											SEV	OCC	DET	RPN	
¿Cuál es la entrada/paso del proceso bajo investigación?	¿De qué manera la entrada o el paso del proceso puede salir mal?	¿Cuál es el efecto de la falla en los Requerimientos del cliente o requerimientos internos?	¿Qué tan serio es el efecto con el cliente?	¿Cuál es la causa de que la entrada o el paso del proceso salga mal? ¿Como puede ocurrir la falla? Descrito en términos de algo que puede ser corregido o controlado	¿Con que frecuencia ocurre la causa o MF?	¿Cuáles son los controles y procedimientos existentes (inspección y prueba) para prevenir ya sea la causa o el MF?	¿Qué tan efectivamente se puede detectar la causa o el MF?	SEV x OCC x DET	¿Cuáles son las acciones para reducir la ocurrencia, o mejora en la introducción? o si la causa raíz es desconocida deberíamos tener acciones solo en las RPNs altas o de fácil solución?	¿Quiénes es recomendado para ejecutar la acción?	Enumere las acciones completas que están incluidas en los RPN recalculados Incluya la fecha de implementación para cualquier cambio	¿Cuál es la nueva capacidad del proceso?	¿Cuál es la nueva severidad?	¿Los límites de detección han mejorado?	Recalcule los RPNs de las acciones terminadas
	Falta de información de las partes y tiempo de entrega	El sistema no está actualizado con la información correcta para que sugiera las acciones correctas	7	Los compradores no actualizan el sistema de forma frecuente	8	Ninguno	7	392	Los compradores son responsables de actualizar el sistema constantemente. Se les ha pedido a los compradores que cada parte debe de ser actualizada al menos una vez al año con la información actualizada	Compradores	1.- Los compradores realizarán una actualización de los parámetros de los componentes en el sistema al menos una vez al año. 2.- El líder de compradores realizará un programa de actualización de partes para cumplir con este objetivo. 3.- El gerente de materiales agragará esta medición al pefril	5	5	5	125

										del comprador y lo incluirá en sus métricos de evaluación anuales.				
Aplicación de la regla A-B-C en el manejo de inventarios y compra de materiales *	Los materiales no tienen el cubrimiento en inventario y órdenes de compra para cumplir con la clasificación de la parte	5	Las partes no son actualizadas con la clasificación o los compradores ignoran la regla	9	Ninguno	7	315	El área de inventario es la responsable de actualizar la clasificación en el sistema. La actualización se debe de realiza antes de cada corrida oficial de MRP (1 vez al mes).	Líder de inventarios	1.- El líder de inventarios realizará la actualización de la clasificación en el sistema antes de la corrida oficial de MRP 2.- Los compradores notificarán al gerente de materiales en caso de identificar un número de parte con el parámetro incorrecto 3.- El gerente de materiales llevará el métrico y seguimiento de este con el gerente de inventarios	4	4	3	48
Disponibilidad de material	Falta de materiales para el proceso de Manufactura	9	Errores en la planeación, retraso en los embarques o requerimientos sin previo aviso	9	Revisión diaria de inventarios y requerimientos de manufactura	3	243	El líder de compradores realizará un reporte semanal después de la corrida de MRP para revisar con los compradores el que se coloquen las órdenes de compra adecuadas para cada número de parte	Líder de compradores	1.- Correr un reporte después de la ejecución del MRP e identificar las partes que no tienen cubrimiento. 2.- Revisar con cada comprador el que las partes identificadas se les cree una PO e instrucciones de embarque adecuadas para el inventario mínimo que deba	5	5	3	75

										existir para cada parte.				
Error en los parámetros de planeación	Material llegará antes incrementando el valor de inventario o después retrasando la producción	4	El comprador no actualizó los parámetros o el proveedor no informó de los cambios.	7	Ninguno	7	196	Los compradores son responsables de actualizar el sistema constantemente. Se les ha pedido a los compradores que cada parte debe de ser actualizada al menos una vez al año con la información actualizada	Compradores	1.- Los compradores realizarán una actualización de los parámetros de los componentes en el sistema al menos una vez al año. 2.- El líder de compradores realizará un programa de actualización de partes para cumplir con este objetivo. 3.- El gerente de materiales agregará esta medición al perfil del comprador y lo incluirá en sus métricos de evaluación anuales.	5	5	5	125
Enfoque de planeación de partes cortas	El comprador considera solo las urgencias y olvida planear a futuro	4	Exceso de trabajo o distracciones de los compradores	6	Ninguno	7	168	El comprador recibirá un entrenamiento de su rol y sus responsabilidades para que considere el horizonte de planeación adecuado de acuerdo con su commodity.	Líder de Compradores	1.- El líder de compradores realizará un entrenamiento a cada miembro del grupo para clarificar cual es el rol de comprador y cuáles son sus responsabilidades. 2.- El gerente de compras agregará las responsabilidades a la descripción de puesto del comprador y la	4	3	5	60

Cambios de ingeniería	Obsoleter material disponible y faltante de material nuevo	5	Los materiales tienen defectos que pueden ocasionar fallas en los equipos	7	Ninguno	4	140	El líder de los compradores será agregado a la cadena de aprobación de los cambios de ingeniería para dar retroalimentación de inventarios o problemas con los proveedores.	Líder de compradores	forma en que se realizará la evaluación de estos roles. 1.- El líder de los compradores tendrá el poder de autorizar los cambios de ingeniería influenciando las fechas de implementación y las acciones de expedición y/o retrabajo para reducir el riesgo en la operación	5	2	3	30
Tiempo de transporte erróneo en el sistema	Material llegará antes incrementando el valor de inventario o después retrasando la producción	5	Los compradores no actualizan el sistema de forma frecuente	7	El exceso de inventario se comparte con otras plantas en caso de suceder	3	105	Los compradores son responsables de actualizar el sistema constantemente. Se les ha pedido a los compradores que cada parte debe de ser actualizada al menos una vez al año con la información actualizada	Compradores	1.- Los compradores realizarán una actualización de los parámetros de los componentes en el sistema al menos una vez al año. 2.- El líder de compradores realizará un programa de actualización de partes para cumplir con este objetivo. 3.- El gerente de materiales agregará esta medición al perfil del comprador y lo incluirá en sus métricos de evaluación anuales.	5	5	5	125

Error en el proceso de planeación	Retraso en la disponibilidad de materiales y retrasos en embarque a cliente	4	Errores de los compradores al no solicitar el material necesario para cubrir la demanda	5	Revisión de cubrimiento después de la corrida de MRP	3	60	El comprador recibirá un entrenamiento del proceso de planeación de materiales y como asegurar que el material con demanda tendrá cubrimiento en inventario y/o órdenes de compra.	Líder de Compradores	1.- El líder de compradores realizará un entrenamiento a cada miembro del grupo relacionado a la planeación y compra de materiales. 2.- El gerente de materiales agregará en el perfil del comprador la experiencia y conocimiento necesario para desarrollar a los compradores a una mejor ejecución	4	4	3	48
Ventas no planeadas que solicitan materiales sin forecast	Falta de materiales para el proceso de Manufactura para atender órdenes de cliente	9	Órdenes de cliente que el departamento de ventas no consideró como viables	2	Revisión diaria de inventarios y requerimientos de manufactura	3	54	reporte semanal de producción y análisis de partes para programar órdenes de acuerdo con la disponibilidad de material.	Programador de líneas de producción en manufactura	1.- Generar un reporte de producción con una ventana de 1 semana mínimo. 2.- Identificar partes faltantes para producción de las órdenes de cliente 3.- Programación de las órdenes con suficiente material a principios de la semana para permitir la llegada del material faltante	6	2	1	12
Creación de la PO con el tiempo suficiente para que se cumpla el tiempo de entrega del proveedor	La PO se coloca solicitando material en menos tiempo del que el proveedor se compromete	5	El comprador ignora la recomendación de MRP o los parámetros en el sistema no están actualizados.	3	Utilización de embarque expeditado	3	45	El comprador recibirá un entrenamiento del proceso de planeación de materiales y como interpretar las sugerencias	Líder de Compradores	1.- El líder de compradores realizará un entrenamiento a cada miembro del grupo relacionado al sistema MRP y como interpretar	3	3	3	27

(incluyendo transporte)	para entregar las partes							del sistema MRP		los resultados del sistema				
No expedir material con demanda de forma innecesaria*	Exceso de inventario	1	Distracción del comprador o falta de ejecución del proceso de compras	5	Ninguno	9	45	El comprador recibirá un entrenamiento del proceso de planeación de materiales y como asegurar que el material con demanda tendrá cubrimiento en inventario y/o órdenes de compra.	Líder de Compradores	1.- El líder de compradores realizará un entrenamiento a cada miembro del grupo relacionado a la planeación y compra de materiales. 2.- El gerente de materiales agregará en el perfil del comprador la experiencia y conocimiento necesario para desarrollar a los compradores a una mejor ejecución	3	3	3	27
Componentes para Nuevos productos no planeados	Falta de materiales para el proceso de Pruebas y nuevos productos	3	El área de nuevos productos no proporcionó los requerimientos de los materiales en tiempo	3	Ninguno	4	36	Definir al área de nuevos productos los tiempos mínimos para la obtención de partes por commodity. Los planeadores de nuevos productos podrán avisar con tiempo suficiente en caso de que exista material de nuevos productos sin demanda.	Planeador de Nuevos Productos	1.- Definir los tiempos mínimos para la carga de demanda de los nuevos productos 2.- Reporte semanal de los nuevos productos indicando partes faltantes o partes sin demanda.	2	2	2	8
Error en la interpretación de los resultados de MRP	Material llegará antes incrementando el valor de inventario o después retrasando la producción	3	El comprador no solicitó el material en tiempo por lo que no llegará a tiempo o faltará material	6	Análisis de cortos diarios y análisis semanal de MRP	2	36	El comprador recibirá un entrenamiento del proceso de planeación de materiales y como asegurar que el material	Líder de Compradores	1.- El líder de compradores realizará un entrenamiento a cada miembro del grupo relacionado a la planeación y compra de	3	3	3	27

								con demanda tendrá cubrimiento en inventario y/o órdenes de compra.		materiales. 2.- El gerente de materiales agregará en el perfil del comprador la experiencia y conocimiento necesario para desarrollar a los compradores a una mejor ejecución				
Varianzas en los ciclos de planeación	Cambios en los requerimientos que generan cortos o excesos de material	5	Los clientes pronostican cambios en sus planes de compra	7	Análisis en la demanda de MRP mensualmente	1	35	Cada nuevo ciclo de planeación requiere de un análisis para identificar los cambios. En caso de incremento de demanda, la gerencia de materiales notificará al área de ventas de los limitantes en los números de parte y las fechas de recuperación.	Gerente de Materiales	1.- El gerente de materiales analizará los cambios en la demanda 2.- El gerente de materiales notificará al área de ventas los productos impactados por la nueva demanda y las fechas de recuperación de inventario.	3	5	1	15
Requerimientos de componentes para refacciones no planeadas	Falta de materiales para refacciones los cuales no son planeados, pero consumidos del inventario	3	el área de refacciones y garantías solicita material cuando se consume por los clientes.	1	Ninguno	10	30	El área de planeación de refacciones ya no podrá utilizar material de manufactura para las refacciones de los clientes. Se accedió a que ellos compren el material directamente a los proveedores y mantengan un nivel de inventario mínimo para refacciones.	Planeación de refacciones	1.- Las órdenes del área de refacciones serán canceladas si es que llegan a aparecer.	3	1	1	3

Mala ejecución de los proveedores (retrasos, fallas de calidad, embarque tardío)	El proveedor no envía los materiales con tiempo, o los materiales están dañados	6	Error en los proveedores	1	Monitoreo de los componentes recibidos	1	6	Los compradores notificarán al proveedor las fechas de embarque requeridas para cada orden de compra, incluyendo el servicio de embarque a utilizar. Se incluirá un reporte semanal, después de la ejecución del MRP para notificar a los proveedores que hayan fallado en sus pronósticos de embarque.	Compradores	1.- El comprador notificará al proveedor en cada orden de compra que genere, la fecha requerida de embarque y el servicio requerido. 2.- El comprador realizará monitoreo a los embarques de los proveedores para asegurarse que no haya retrasos y en caso de haberlos, notificar al proveedor y al gerente de materiales para pronta acción	6	1	1	6
Cambios en las partes con poco tiempo de anticipación	Cambios de Ingeniería que solicitan nuevo material de forma urgente	5	Defecto en los componentes o gran cantidad de fallos en los productos de los clientes	1	Ninguno	1	5	El líder de los compradores será agregado a la cadena de aprobación de los cambios de ingeniería para dar retroalimentación de inventarios o problemas con los proveedores.	Líder de compradores	1.- El líder de los compradores tendrá el poder de autorizar los cambios de ingeniería influenciando las fechas de implementación y la reducción de impacto por faltante de partes.	5	1	1	5
Rebalanceo de inventario de otras plantas (Implica mover inventario sobrante de una planta de manufactura a otra que cuente con menos inventario)	Exceso de inventario en otras plantas	1	Mala planeación de los compradores de otras plantas u error del proceso de planeación	3	Ninguno	1	3	Cuando se realice el rebalanceo de materiales, el comprador de la planta origen notificará al comprador local el deseo de envío de material. El comprador analizará si el material es necesario y cuando podrá ser	Compradores	1.- El comprador será responsable de aceptar o no material de otras plantas 2.- El comprador de la otra planta deberá embarcar el material con servicio normal 3.- El área de logística notificará al director de	1	2	1	2

recibido. La
planta que envió
deberá en enviar
el material
aprobado por
servicio normal y
no expeditado.

logística aquellos
embarques de
otras plantas que
hayan sido
embarcados con
servicio
expeditado sin
justificación.

Fase Control

Objetivo de la Fase de Control

El objetivo de esta fase es implementar controles al negocio que permitan mantener los beneficios obtenidos mediante el análisis y la mejora de los procesos. El proyecto terminará al transferir el monitoreo y control del proceso a la organización y así garantizar la mejora identificada.

Marco teórico de la fase

La culminación del modelo de mejora continua se da cuando se implementan sistemas de control que permitan mantener y seguir mejorando los niveles de calidad en el proceso intervenido. Forrest describe el plan de control de la siguiente forma:

Un plan de control ofrece un enfoque sistemático para el control del proceso y para identificar / resolver problemas. Ofrece una guía de solución de problemas para los propietarios de procesos a través de su plan de respuesta documentado. Una buena estrategia de plan de control es un medio para

- *Reducir la manipulación del proceso.*
- *Proporcionar un vehículo para la iniciación e implementación de actividades de mejora de procesos.*
- *Describir las necesidades de capacitación para los procedimientos operativos estándar.*
- *Requisitos de calendario de mantenimiento de documentos (Breyfogle, págs. 985-987)*

Entre las herramientas que podemos utilizar en esta fase del proyecto se encuentran:

- **Plan de Control:** Describe las acciones que se deben de llevar a cabo para mantener el proceso bajo control y permitir una mejora continua
- **Métodos de control:** controles que se implementan para evitar que un defecto se produzca en el proceso

Al finalizar, el proyecto debe de considerar los beneficios obtenidos, así como los beneficios esperados como resultados de este.

Controles de proceso

En esta fase del proyecto vamos a implementar controles en el proceso que limiten la necesidad de usar embarques expeditados en el proceso de planeación de materiales. En las fases anterior se redefinió el concepto de defecto en el proceso y acciones de mejora que reduzcan la necesidad de embarques expeditados. El siguiente paso es implementar controles para que las mejoras se mantengan y que el proceso incluya acciones constantes de mejora continua.

El entrenamiento a los compradores fue el primer paso para estandarizar la forma de evaluar los resultados de MRP y sus reacciones. Sin embargo, este entrenamiento no es suficiente para lograr disminuir el uso de embarques expeditados. Cualquier proceso que incluya a personas involucra errores debido a la naturaleza humana, donde diferentes factores como estado de ánimo, estrés y cansancio puede generar diferentes respuestas ante una misma situación.

Existen diferentes tipos de errores humanos a considerar: Inadvertidos, técnicos y voluntarios:

- **Inadvertidos:** Son aquellos sin intención o que la persona realiza de forma inconsciente. Por ejemplo, olvido de los procedimientos, error de interpretación o errores inadvertidos
- **Técnicos:** Son aquellos que se generan por la falta de estándares, lineamientos o guías que generan defectos de forma constante sin que se conozca la existencia de estos.

- **Voluntarios:** Son aquellos donde la persona está consciente del error y pueden ser intencionales.

Para evitar estos errores en el proceso de planeación implementaremos cambios a los procesos, inclusión de monitoreo de control por comprador e inclusión de nuevos métricos en los modelos de evaluación de empleados para forzar su seguimiento.

Actualización de Procesos y Procedimientos

Durante el proyecto se encontraron diferencias entre lo que se consideraba como responsabilidad del comprador y de los pasos que seguía y la realidad en su ejecución. El modelo de entrenamiento se dio por sucesión, es decir, que los nuevos compradores eran entrenados por los compradores con más experiencia. Aunque es una práctica común en las empresas, este modelo no considera que además del conocimiento útil, también se transfieren vicios y errores de forma constante.

Cambios implementados:

- **Descripción de puesto de los compradores:** Los compradores tienen una descripción de puesto que es la base para definir sus actividades y como estas serán evaluadas para definir los resultados anuales. Esta evaluación sirve para asegurar que los empleados cumplan con sus objetivos y es la base para aumentos y promociones. En esta descripción de puesto se agregaron los siguientes puntos:
 - Se especificó el rol que el comprador tiene en la selección del servicio de embarque de los componentes. Así mismo, se definieron los casos de excepción descritos por commodity (mencionado en la fase de análisis) y como documentar las excepciones.

- Se incluyó la obligación de llevar al menos un entrenamiento anual en el proceso de planeación de materiales y en el manejo de servicios expeditados.
- **Actualización Proceso de Generación de Órdenes de Compra:** El proceso de planeación utilizado por los compradores para generar órdenes de compra tuvo una actualización para especificar los pasos a seguir en la evaluación de los requerimientos de demanda y las acciones a seguir. Anteriormente se consideraba en el proceso la tabla de opciones de servicio expeditado como referencia y ahora es mandatorio el cumplir con esa regla. En este proceso se añadieron detalles que permitan al comprador recabar información y analizar la situación para seleccionar el método adecuado, cumpliendo con las aprobaciones necesarias.

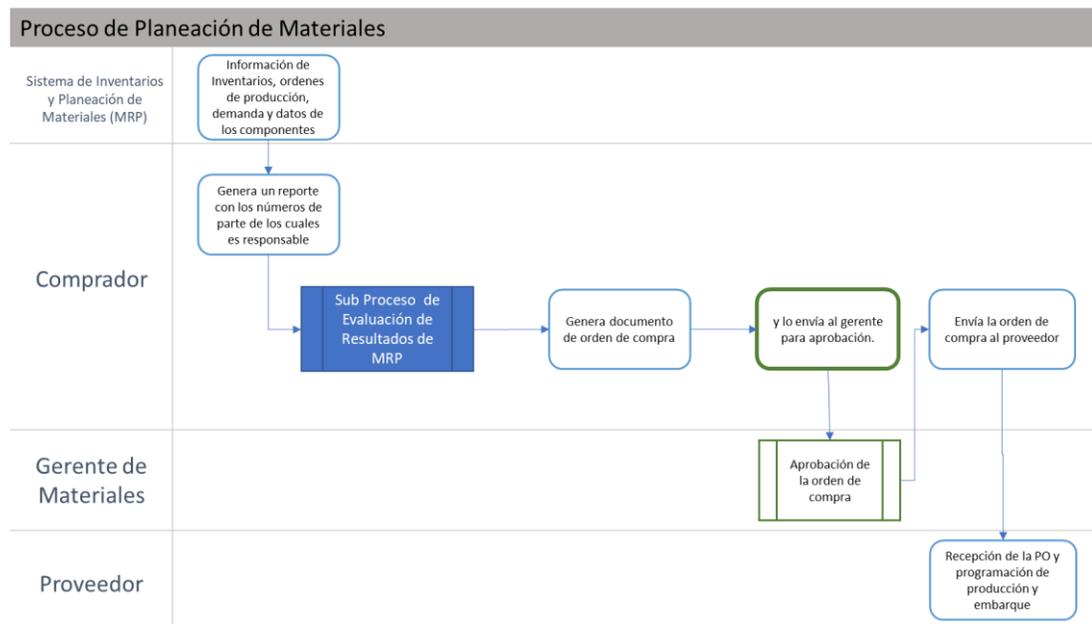


Ilustración 73 - Proceso de planeación de Materiales

Este nuevo proceso incluye un nuevo subproceso donde se especifica la forma en que se debe de evaluar los resultados de MRP:

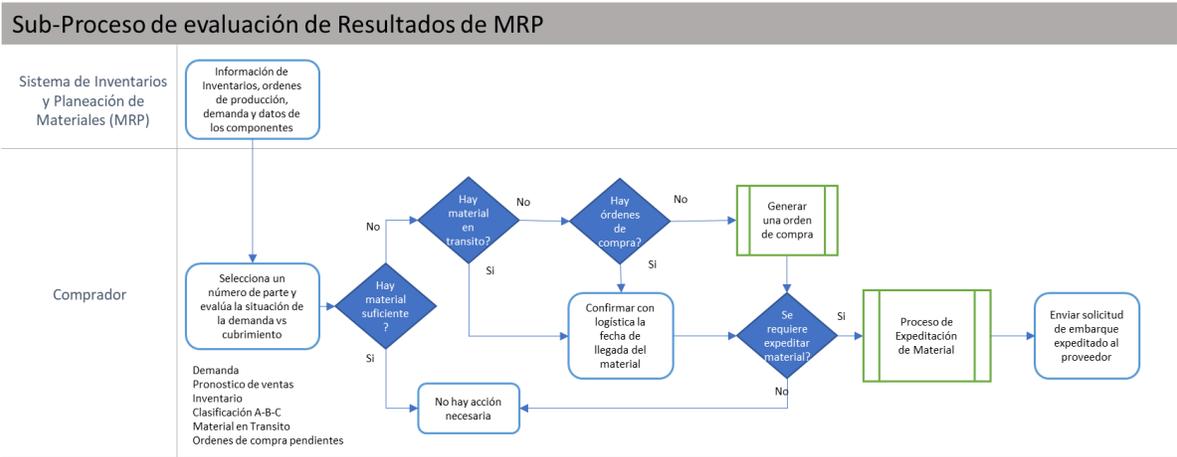


Ilustración 74 - Sub-Proceso de evaluación de MRP

Esta adición clarifica las acciones mínimas que el comprador debe realizar para tomar la mejor decisión de acuerdo con la información recibida.

- Una de las situaciones encontradas es la existencia de varias versiones de las opciones de embarque de los transportistas. Al existir versiones independientes, facilitó que los compradores no tuvieran un control en lo que elegían, además de no permitir un criterio estándar. Se le pidió al área de logística que agregara un número de control a las versiones de la tabla y la colocara en un lugar accesible donde los compradores pudieran revisarla sin necesidad de descargarla.

Así mismo, se eliminaron las versiones impresas que tenían los compradores y toda referencia de la selección del embarque se realizaría con la versión de este, formalizando el documento y documentando claramente la referencia utilizada por los compradores al momento de la selección.

Nuevo proceso de autorización de embarques expeditados

Durante el desarrollo del proyecto encontramos que la máxima prioridad en la organización es contar con el material para poder cubrir las necesidades de los clientes. La principal condición al reducir los embarques expeditados era no impactar el proceso de producción y embarque de los productos al cliente. En ocasiones se identificó que la necesidad del material implicaba que comprador solicitara el uso de servicios expeditado debido a un corto de material, dejando para después su análisis y documentación. En muchas de estas situaciones se perdía la causa que generó el uso del servicio expeditado.

Estas situaciones forzaron a implementar un método de control involucrara no solo al comprador, sino también al gerente de materiales haciéndolo corresponsable del correcto uso de estos servicios. Para ello se implementó un proceso de aprobación de embarques expeditados en el cual el comprador tenía que identificar la necesidad, documentarla junto con el costo y solicitar la aprobación del Gerente de Materiales para su aplicación.

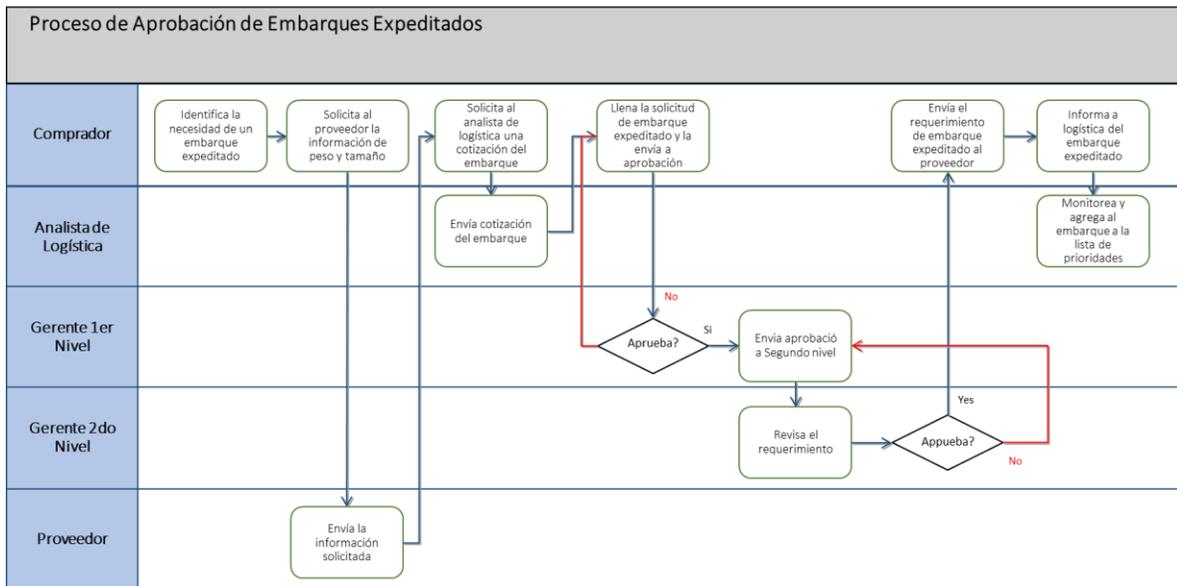


Ilustración 75 - Nuevo proceso de aprobación de embarques expeditados

La implementación de este proceso se realizó en conjunto con las instrucciones a todos los proveedores de que el método de embarque a utilizar era el servicio normal y solamente con una autorización gerencial podrían los compradores cambiar el método. Así mismo, se documentaron las siguientes responsabilidades por rol:

Comprador:

- Identificar la necesidad de un embarque expeditado
- Identificar y documentar la causa de un embarque expeditado (retraso del proveedor, requerimiento no planeado o error de planeación)
- Identificar el nivel de embarque expeditado (los diferentes niveles de embarque implican diferente tiempo de entrega y diferente costo).
- Definir la cantidad de material a expeditar y solicitar el embarque expeditado solo para la cantidad de material urgente. El resto de la orden, solicitar el embarque de acuerdo con el estándar del material.
- En caso de requerir material expeditado, seguir el proceso de aprobación de embarques expeditados.
- Comunicar claramente la necesidad del material expeditado a los involucrados.
- El comprador es responsable del seguimiento del embarque y el arribo de este.
- Documentar la evidencia de la necesidad y justificación del uso del embarque expeditado.

Gerencia de Materiales

- Priorizar la revisión de solicitudes de embarques expeditados
- Validar la necesidad de un embarque expeditado
- Identificar el costo-beneficio del embarque (documentar el costo de no contar con el material requerido)

- Dar seguimiento al comprador y ayudar a resolver problemas en caso de que haya.

Logística

- Cotizar el costo de los diferentes niveles de servicio solicitado por el comprador
- Comunicar situaciones de riesgo que impacten los tiempos de entrega
- Trabajar con el comprador en el seguimiento de embarques
- Priorizar la recepción de materiales urgentes para reducir la necesidad de embarques expeditados.

Estos roles y responsabilidades se documentaron en las descripciones de puesto y el proceso operativo de los compradores. Este proceso se implementó inicialmente en la planta de Guadalajara como parte de este proyecto. Sin embargo, el beneficio se extendió a otras plantas de la organización realizándose un plan de implementación en los siguientes meses para incrementar el control en los costos de embarque.

Este nuevo proceso considera la actualización de los servicios de embarques renegociados por el área de logística. Esta renegociación incluyó expandir las opciones de servicio para contar con diferentes tiempos de traslado y considerando diferentes vías. Por supuesto, cada servicio incurre en un costo diferente, pero le da oportunidad a la organización a pagar solo por el servicio que cubra las necesidades en un costo adecuado. Es decir, si anteriormente un transportista tenía dos niveles de servicio (expeditado y normal), se le solicitó que incrementara las opciones de embarque:

Tabla 37 - Ejemplo – TFD (Embarques < 65 Kilos de US y Canadá)

SL1		SL2		SL3	
Tipo	Tiempo de Entrega	Tipo	Tiempo de Entrega	Tipo	Tiempo de Entrega
Aéreo	1-2 días	Aéreo	3-4 días	Aéreo	5-7 días

Esta nueva lista de opciones no solo ayudó a clarificar los servicios disponibles. También ayudó a mejorar los costos de traslado de materiales al contar con opciones intermedias de servicio que permitieran mayor eficiencia en el costo del embarque y el tiempo de entrega.

Esta lista en conjunto con el proceso de aprobación de los servicios expeditados ayudó a mantener un control superior en el uso de los servicios expeditados.

Auditoría a resultado de análisis de MRP

Como parte del plan de control y del modelo de mejora continua, la gerencia de materiales consideró oportuno implementar una auditoría recurrente a los compradores que más han utilizado embarques expeditados. De esta forma, se podrán conocer y documentar los errores y las causas de los mismo. Esta información será clave para la mejora continua del proceso.

Considerando la nueva clasificación de defecto, se removieron aquellos embarques que cumplieran las siguientes características:

- Material sin Demanda al momento de colocar la PO y expeditar el embarque
- Embarques entreplanta
- Material con demanda, pero que el requerimiento excede la demanda por una orden de cliente no planeada

Como se mencionó anteriormente, al identificar estas situaciones en los embarques recibidos, se logró completar la información que ayudó a identificar las causas de defecto. La gerencia solicitó trabajar con los 4 compradores que tuvieran mayor incidencia en el uso de embarques expeditados sin justificación de negocio en los últimos tres meses.

Para ello, mediante una gráfica de Pareto se identificaron los 4 compradores con mayor recurrencia en el uso de servicios expeditados. Para la selección de los compradores también hay que identificar el commodity y el servicio utilizado. Con la nueva lista de opciones de embarque proporcionado por logística, se incluyeron opciones de embarque aéreo no expeditado (SL3) para ser utilizado por aquellos componentes que no permiten el uso de camiones o barcos. Al contar con esta opción, estos commodities tendrán la oportunidad de obtener reducciones de costo si se planean adecuadamente. En base a esta situación, los compradores de estos commodities también fueron incluidos en las auditorías:

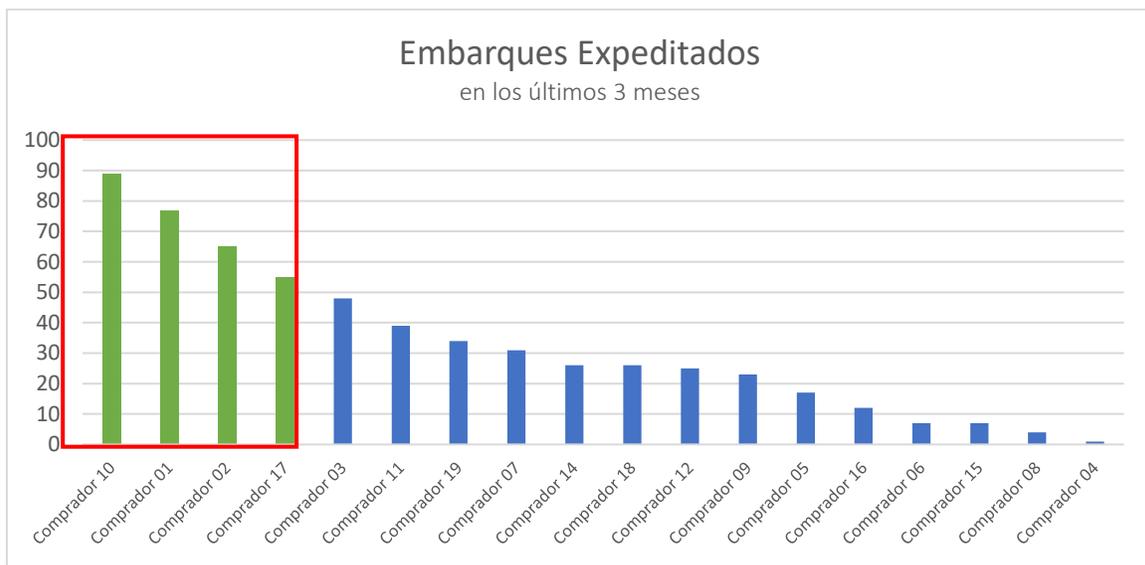


Ilustración 76 - Compradores con mayor número de fallas en el proceso

Tabla 38 - Asignación de partes por Comprador

Comprador	# Partes asignadas	Commodity
Comprador 1	224	Electrónicos
Comprador 2	324	Electrónicos
Comprador 3	743	Etiquetas e imprimibles
Comprador 4	895	Media
Comprador 5	30	Nuevos Productos
Comprador 6	57	Fuentes
Comprador 7	334	Mecánicos Metal

Comprador 8	437	Mecánicos Plástico
Comprador 9	60	Nuevos Productos
Comprador 10	128	Discos
Comprador 11	342	Cables
Comprador 12	370	Discos
Comprador 14	324	Conectores
Comprador 15	35	Nuevos Productos
Comprador 16	43	Nuevos Productos
Comprador 17	163	Estructuras Metálicas
Comprador 18	335	Memorias
Comprador 19	250	Mecánicos

Los compradores 1, 2,10 y 17 fueron los que se consideraron para la primera fase de auditorías. El modelo de auditoría implica que después de cada ejercicio de MRP, el líder de los compradores estará trabajando con un comprador para revisar las decisiones tomadas de varios de sus números de parte al azar y hacer las correcciones necesarias.

Manejo de Recursos y habilidades interpersonales

Este proyecto inició por la necesidad de reducir la cantidad de embarques expeditados, pero conforme se fue trabajando, vimos la necesidad de mejorar el proceso de planeación de materiales, que es la fuente de la mayoría de los requerimientos de estos embarques.

Las dificultades mayores se dieron al buscar alinear los datos con la realidad del proceso, ya que esto hace visibles los vicios en el proceso, situación que incomodó tanto a los compradores como a la gerencia de materiales. Es lógico suponer que la gerencia consideraba que la ejecución de los compradores era mucho más eficiente, pero quedó expuesta con los diferentes ejercicios y análisis realizados.

Ante estas situaciones es importante considerar los efectos que este tipo de proyectos trae consigo, como puede ser exponer a los equipos ante otras áreas de la organización (y otras

plantas), así como baja productividad en las personas inclusive dando pie a posibles sanciones y afectaciones a los involucrados.

Durante el proyecto fue importante el mantener confidencialidad en la información, siendo que muchos de los análisis solo fueron visibles para los miembros del grupo de trabajo, así como la gerencia. La discreción del proyecto implicó el no hacer públicos los defectos y errores, tanto del proceso como de los empleados involucrados. Ante esta situación, los compradores inicialmente fueron muy cautos en la información que proporcionaban, pero al notar que sus nombres no eran expuestos y que las referencias siempre fueron al proceso y como mejorarlo, ayudaron a liberarles del temor de represalias y buscar alternativas de mejora en su proceso.

Algunas de las habilidades utilizadas en el proyecto fueron:

- **Comunicación:** La comunicación en el proyecto nunca fue en un solo sentido. La importancia de poder expresar ideas de forma clara, con ayudas visuales en muchas ocasiones, así como una escucha activa, fueron clave para transmitir y recibir los mensajes en el proyecto.
- **Honestidad:** Para poder obtener la confianza del equipo y lograr mejoras en el proyecto fue indispensable el ser claro en los objetivos del proyecto y que se buscaba hacer en el. Se les indicó que en el proyecto se buscarían causas y se analizarían las actividades que les involucraba siempre con el fin de una mejora. Clave para el éxito del proyecto fue el tener un acuerdo en cómo manejar la información para evitar que fuera utilizada en contra de una persona o del equipo.
- **Liderazgo:** El tipo de liderazgo utilizado en este proyecto estuvo enfocado en ayudarles a mejorar en su operación y resultados. En ningún momento se habló de autoridad o de

forzar las acciones, logrando que el flujo de actividades fuera dirigido por la metodología y por las decisiones de grupo.

- **Motivadores:** Los compradores que participaron fue por decisión de ellos, pero siempre buscando y aclarando cual era el beneficio que ellos obtendrían. Algunos estuvieron mas interesados en aprender la metodología de mejora continua; otros interesados en mejorar su proceso. Siempre fue importante identificar el motivador de cada persona involucrada, incluyendo la gerencia, para poder obtener el máximo apoyo y reducir la resistencia al cambio.
- **Manejo de conflictos:** Al evaluar un proceso y buscar causas en un proceso, se está muy cerca de confundir la mejora con la cacería de culpables. En varias ocasiones generó conflicto los análisis y los resultados obtenidos. Un momento muy crítico en el proyecto fue al realizar la evaluación de los resultados de MRP. Causó mucho malestar en la gerencia los resultados obtenidos en esa prueba, siendo rechazada en más de una ocasión. Sin embargo, la cautela en cómo fue manejada, además de la confidencialidad de los resultados, permitieron que fuera un factor de cambio en pro de los resultados.

Al final del proyecto, más que los resultados obtenidos, el aprendizaje del proceso y el empoderamiento que sintieron los compradores en su proceso motivarán el continuar con los esfuerzos para seguir mejorando e incrementando los ahorros en la organización.

Siguientes pasos e implementación de la mejora continua en el proceso

Para el área de planeación de materiales, este proyecto representa un inicio para una mejora constante de su proceso. En múltiples ocasiones tanto la gerencia como los compradores expresaron que la prioridad era tener el material disponible para manufactura. Conforme avanzó

el proyecto notaron que los errores de ejecución, así como la falta de controles en su proceso generaba muchos de los problemas que afrontaban día a día.

Este proyecto no puede resolver todos los problemas de la operación, sin embargo, la clasificación de los embarques, el identificar los diferentes tipos de defectos y definir las bases para documentar los mismos, ayudará a generar proyectos de mejora en puntos específicos del proceso.

Como parte del control del proceso es que se identificaron puntos de control que ayudarán a documentar lo que pasa, errores y dificultades de este. Un factor importante para considerar es que se buscó que se pudiera documentar de forma clara y eficiente en los sistemas utilizados. El obtener información clara y precisa de los sistemas, ayudará a facilitar los análisis futuros con información confiable.

Una de las partes del proceso que más llamó la atención y donde se buscó documentar claramente es el de la evaluación del resultado de MRP. En este proceso se aplicaron los siguientes puntos de control:

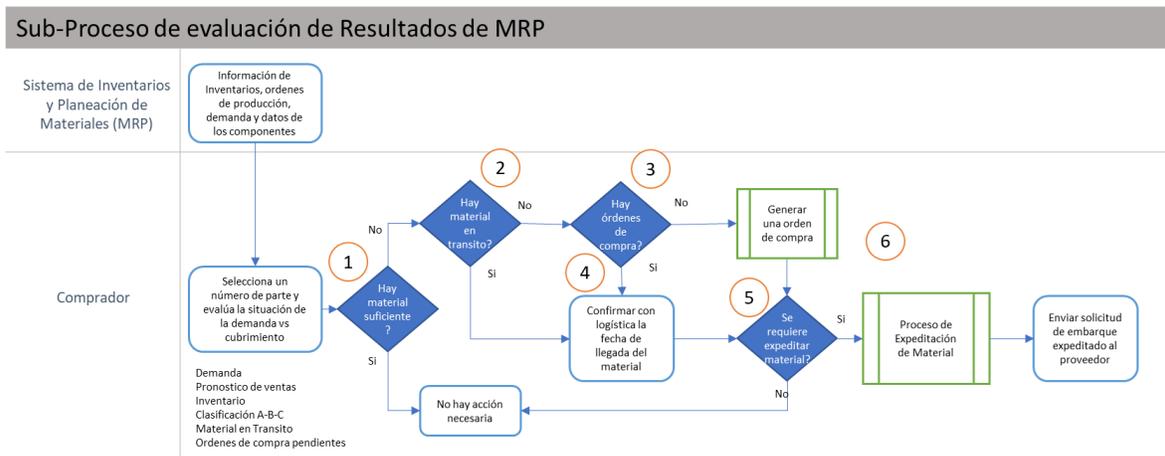


Ilustración 77 - Métricas en el proceso de evaluación de MRP

- 1) El objetivo del sistema de planeación es asegurar que habrá material suficiente para la producción de los productos con demanda. El documentar claramente los cambios y cuando y por qué falta material proporcionará información que puedan utilizar a futuro para mejorar la planeación de los productos.
- 2) Los controles en el material en tránsito les dará información para determinar si la selección de los servicios de embarque de materiales cumple con las expectativas y necesidades de la organización.
- 3) La cobertura de la demanda en órdenes de compra refleja la eficiencia de las decisiones tomadas. Esta información les permitirá tomar decisiones para incrementar o reducir las órdenes, tanto en número de ellas como en las cantidades solicitadas y así encontrar el balance entre eficiencia y tiempo de trabajo con cada proveedor.
- 4) El constante monitoreo de la recepción de materiales ayudará a proporcionar la retroalimentación, tanto a proveedor como a logística en la calidad de sus servicios.
- 5) La clara documentación con el proceso de expedición ayudará a identificar errores u opciones de mejora. Con el nuevo proceso se documentará de forma eficiente y con información suficiente para realizar análisis de causa.
- 6) Los compradores aprendieron la importancia de documentar las órdenes de compra. La información que pueden obtener del proceso mediante la correcta documentación les ayudará también en auditorías, tanto corporativas como externas, además de mejorar su proceso.

Esta información que se está generando ayudará a generar nuevos proyectos en busca de incrementar eficiencia y, en consecuencia, la reducción de los embarques expeditados.

Lecciones Aprendidas del proyecto

Como en todo proyecto, podemos encontrar acciones bien realizadas y opciones de mejora.

Documento las principales lecciones aprendidas:

- Uno de los puntos críticos del proyecto fue encontrar un métrico que se pudiera utilizar para medir la eficiencia del proceso. Los eventos ocurridos no representaron un modo de evaluación del proceso debido a la gran diferencia en los componentes, así como sus características, requerimientos y restricciones. El estandarizar el métrico en kilos de material recibido nos permitió contar con una unidad de medida que nos permitiera comparar los componentes y no solo los eventos.
- Este tipo de procesos son complicados por que la eficiencia de estos se mide normalmente en base al impacto al proceso siguiente. Antes del proyecto la gerencia se enfocaba en que no falte el material justificando toda acción para el logro de este objetivo. Los análisis iniciales no tuvieron sentido y no se avanzó en el proyecto hasta que se definieron los defectos en la operación. El poder alinear los niveles de servicio de transporte con los defectos fue determinante para encausar el proyecto y los análisis realizados. Es indispensable en todo proyecto de mejora entender el proceso y clarificar los defectos y como medirlos. Fue muy interesante el cambio una vez que se logró definir el defecto logrando unir las variables y sus efectos.
- Otro momento clave del proyecto fue el alinear los análisis con los grupos de defecto y en consecuencia, las mejoras. En ocasiones nos enfocamos en buscar oportunidades de mejora, pero si no utilizamos las herramientas y mantenemos la secuencia y la conexión perdemos la ruta hacia soluciones que tengan sentido.

- La metodología sugiere una secuencia de actividades y sugiere diferentes herramientas en cada sección del proyecto. Sin embargo, hay ocasiones que el utilizar herramientas que se consideran deberían de ser utilizadas en otras partes del proyecto nos permitirá avanzar y documentar de mejor forma lo que estamos haciendo y las mejoras que trabajaremos a futuro.

En general considero que fue un buen proyecto, pero la presión por encontrar resultados y la resistencia al cambio en ocasiones generó retrasos al darnos cuenta de los errores cometidos. La planeación del proyecto fue importante, pero el seguir los pasos en el sentido lógico y correcto debe ser una constante para incrementar la calidad de estos proyectos.

Resultados y Conclusiones

Habiendo implementado los cambios al proceso y buscando ver los beneficios de las mejoras realizadas, debemos evaluar si los cambios se reflejaron en el métrico previamente definido.

Definimos como el métrico principal como los kilos recibidos en embarques con servicio expeditado, el cual nos dio el siguiente resultado inicial:

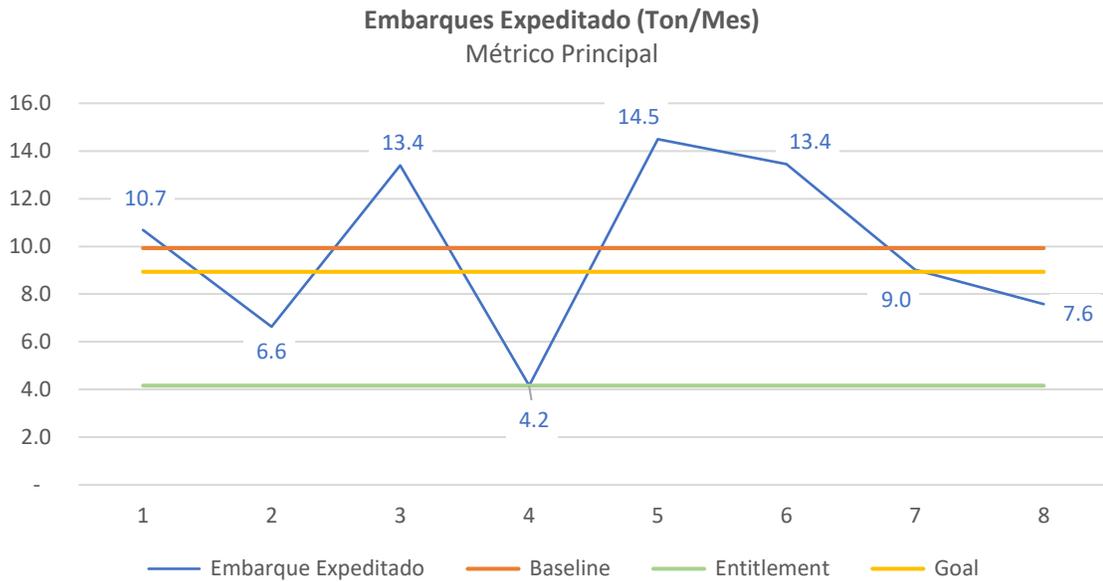


Ilustración 78 - Situación inicial del métrico

Este beneficio es considerando 50 semanas de trabajo al año, ya que la empresa cierra por dos semanas para ventanas de mantenimiento.

Posterior a este análisis inicial se desarrollaron las actividades de análisis y revisión de los problemas con las personas involucradas. Posteriormente, con la implementación de mejoras, el proceso entró en una fase de control. Basado en esto, se puede decir que el proyecto se desarrolló en tres partes:

- Análisis inicial del proceso y captura de datos para analizar (Semana 1 a 8)
- Análisis de datos, evaluación del sistema de toma de decisión y entrenamiento (semana 9 a 22)

- Implementación de los controles del proceso (Semana 23 a 30)

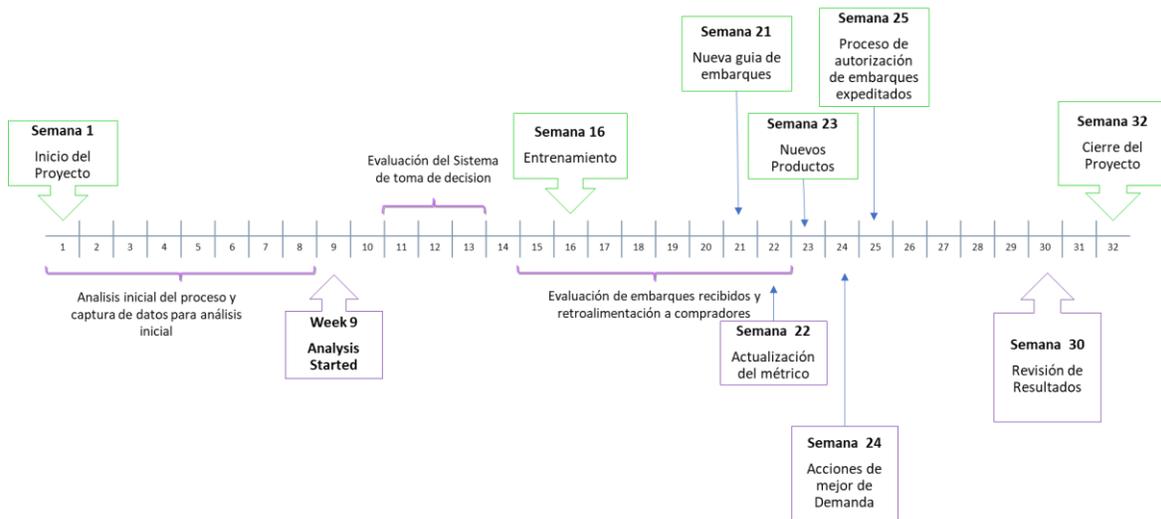


Ilustración 79 - Calendario de acciones de Mejora

Conforme se fue avanzando en los análisis y se fueron identificando los errores en el proceso, los mismos compradores fueron comprendiendo y aprendiendo las diferentes oportunidades que tenían. Las acciones que más ayudaron fue el entrenamiento, el monitoreo y la retroalimentación de los embarques recibidos y que fueron embarcados de forma errónea.

Un factor determinante en estos resultados fue el apoyo de la gerencia y el manejo del cambio. En toda organización, al identificar errores al proceso, lo común es una resistencia por aceptar los errores y rechazo a modificar el proceso. Un adecuado manejo del cambio fue clave para obtener el apoyo de los diferentes niveles y poder otorgar los beneficios deseados.

La mejora del proceso se contabiliza a partir de la semana 23, una vez que se implementó el nuevo listado de servicios disponibles y se monitoreo por un lapso de 8 semanas.

La gráfica del métrico principal queda de la siguiente manera.

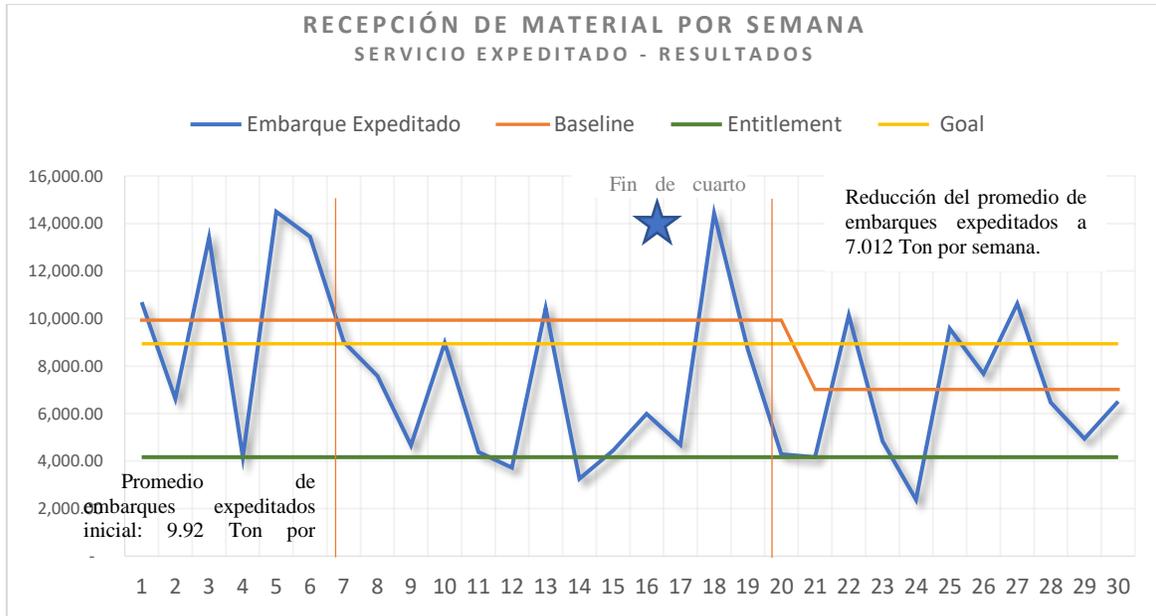


Ilustración 80 - Resultados del proyecto

<i>Promedio Kilos por Semana (Semana 1 a 8)</i>	9,927.38	
<i>Promedio Kilos por Semana (Semana 22 a 30)</i>	7,012	-29%

La gráfica nos muestra un cambio significativo en la cantidad en embarque de kilos de servicios expeditados de 2,915 kilos menos por semana comparado con el periodo inicial. Esta reducción del 29% en los kilos involucra tanto los servicios entreplanta como los de proveedor.

El mayor cambio se dio al implementar el proceso de aprobación de servicios expeditados, forzando a los compradores a justificar el uso de este tipo de servicios, comprobándose que, sin la implementación de controles para el seguimiento adecuado del proceso, no se cumplirían las expectativas de este.

Un punto por considerar es el resultado de la semana 18 del proyecto. Esta semana fue cierre de mes y de cuarto. El comportamiento de la demanda de materiales es cíclico ya que es común que a cierre de mes se incrementa la demanda de materiales y es cuando hay mayor urgencia de

embarques expeditados. Es de notar que el cierre de cuarto siguiente, correspondiente a la semana 30, no hubo un incremento tan significativo con en el cuarto anterior.

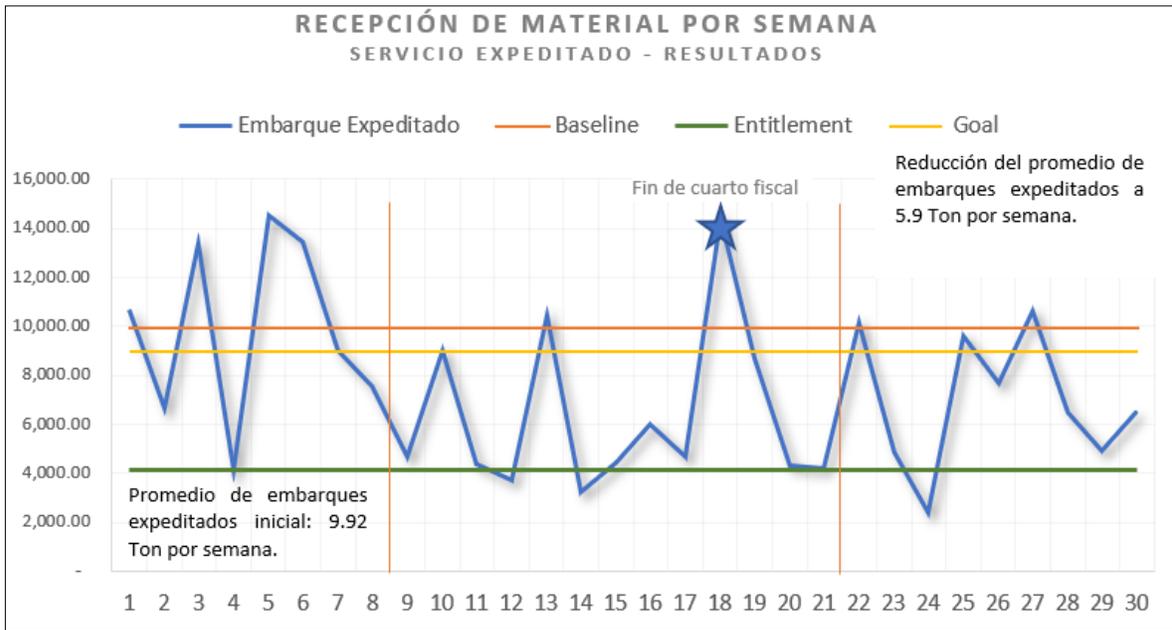


Ilustración 81 - Resultados del proyecto por Semana

Bajo esta nueva clasificación, fue que se realizó el análisis económico mostrando no solo la reducción de costos, también el impacto que cada variante tiene en el modelo económico.

Tabla 39 – Análisis Inicial

Análisis Inicial	Kg	Costo /Semana
Total	31,743	\$ 129,481
Expeditado	9,927	\$ 57,967

Análisis Final	Kg	Costo /Semana
Total	31,047	\$ 118,738
Expeditado	7,012	\$ 50,461
Diferencia por Semana		\$ 7,506.00
Ahorro Anual (48 semanas)		\$ 360,288.00

Los ahorros obtenidos fueron revisados y validados por el área de finanzas de la empresa, otorgando el ahorro al área de planeación y cumpliendo con los objetivos esperados.

El proyecto representó un gran reto debido a la dificultad de poder alinear la teoría con la operación. El área de materiales, al igual que otras en cualquier organización, no tiene una operación repetitiva tan clara como lo sería en una operación de manufactura o de servicio. Este tipo de áreas dependen de la interpretación que los compradores tienen sobre los números, y, en ocasiones, las matemáticas no pueden guiar la mejor decisión. La experiencia debe de ser un factor que considerar y es por ello por lo que fue necesario revisar la calidad de los datos e inclusive volver a clasificar los mismos de acuerdo con reglas que no pueden transformarse en números operacionales.

Desde el punto de vista estadístico, la mayoría de los análisis están considerados para datos continuos y en este proyecto el manejo de análisis por atributos complicó las operaciones.

La base del análisis se basó en análisis gráfico y estadístico, pero la interpretación fue influenciada por reglas o normas de la operación para explicar algunos comportamientos. En ocasiones se intentó utilizar análisis estadísticos complejos que ayudaran a demostrar los diferentes comportamientos de las variables. La falta de normalidad de los datos, por un lado, y el encontrar las mismas respuestas hizo evidente que la complejidad de los análisis no influye en la respuesta cuando es clara.

Un punto importante que considerar es que en este tipo de operaciones es difícil realizar experimentos para encontrar configuraciones que mejoren los resultados del proceso. La gerencia no permitió realizar experimentos para continuar con el proyecto, pero se está considerando iniciar un nuevo proyecto que considere una porción del proceso que, mediante los controles adecuados, el riesgo de no contar con el material sea mínimo.

La interpretación del sistema MRP y las múltiples opciones que tiene un comprador a elegir, generarían un modelo estadístico de poca aplicación y de costo elevado. Para este tipo de operaciones, la implementación de un sistema de control correcto es más eficiente que una configuración compleja. Adicionalmente, al involucrar varias personas, el seguimiento a una configuración es altamente complicado.

Bibliografía

Breyfogle, F. W. (2003). *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*.

Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons Inc.

Breyfogle, F. W. (2008). *Integrated Enterprise Excellence Volume III - Improvement Project*

Execution. Austin: Bridgeway Books in cooperation with Citius Publishing, Inc.

Escalante Vazquez, E. J. (2018). *Seis-Sigma: Metodología y técnicas*. México: Editorial Limusa.

Shankar, R. (2009). *Process Improvement Using Six Sigma*. ASQ Quality Press.

Sheldon, D. (2008). *Lean Materials Planning and Execution : A Guide to Internal and External*

Supply Management Excellence. Lauderdale, FL: Ross.

Vazquez, E. J. (2018). *Seis-Sigma: Metodología y técnicas*. México: Editorial Limusa.