



# ESCUELA DE POSGRADO

"RESTRICCIONES Y RENTABILIDAD EN EL SECTOR DE MANUFACTURA DE CARROCERÍAS DE BUSES DE LA CIUDAD DE TRUJILLO AÑO 2016"

Tesis para optar el grado **MAESTRO** en:

**Dirección de Operaciones y Cadena de Abastecimiento**

**Autor:**

Bach. Juan Emilio Gamarra Galarza

**Asesor:**

Mg. Carlos Felipe Culquichicón Cáceres

Trujillo – Perú

2018

## Tabla de contenidos

Carátula.....	i
Resumen .....	ii
Índice de tablas y figuras .....	iii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
I.1. Realidad problemática .....	1-4
I.2. Pregunta de investigación .....	5
I.3. Objetivos de la investigación .....	5
I.4. Justificación de la Investigación.....	5-6
I.5. Alcance de la investigación .....	6
II. MARCO TEÓRICO.....	6
II.1. Antecedentes .....	6-10
II.2. Bases Teóricas.....	10
A. Teoría de Restricciones.....	10-12
B. Matriz de Karljic.....	12 - 14
C. Rentabilidad .....	14-16
D. Sistema de la planificación de la producción .....	17
D.1 Seguimiento y control.....	17
D.2 Acciones correctivas .....	17
E. Pronóstico .....	17
E.1 Predicciones usando la ecuación de tendencia .....	17
E.2 Predicciones con suavizado exponencial .....	17
E.3 Los índices estaciones en el pronóstico .....	18
E.4 Evaluación de los modelos MAD y MSE .....	19

E.4.1	Criterio de la desviación absoluta media MAD.....	19
E.4.2.	Criterio de error cuadrático (MSE).....	19
F.	Planificación de los requerimientos de material.....	20
G.	Programa Maestro de Producción.....	21
H.	Plan Agregado de Producción .....	22
G.1	Elementos de la planeación agregada.....	22
G.2	Estrategias de planeación agregada.....	22
G.3	Alternativas de capacidad.....	23
H.	Planificación de las capacidades de los recursos .....	24
I.	Lista de Materiales.....	24
I.1.	Marco Conceptual .....	25
A.	Demanda dependiente .....	25
B.	Demanda independiente .....	25
C.	Gestión de Operaciones.....	25
D.	Inventario .....	25
E.	Lista de Materiales .....	26
F.	Lotificación .....	26
G.	MAD .....	26
H.	MPS .....	26
I.	MRP .....	26
J.	MSE .....	26
K.	Necesidades Netas .....	26
L.	Plan Agregado de producción .....	26
M.	Recepciones programadas.....	26
N.	Requerimientos Brutos.....	26
O.	Satisfacción del cliente.....	27
P.	Series de tiempo .....	27

---

R.	Serie de tiempo .....	27
S.	Stock de seguridad .....	27
T.	Variabilidad .....	27
II.	HIPÓTESIS.....	28
II.1.	Declaración de hipótesis.....	28
II.2.	Operacionalización de variables.....	28
III.	DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANÁLISIS .....	30
A.	Tipo de Investigación .....	30
B.	Diseño de Investigación .....	30
C.	Método de Investigación .....	31
D.	Población .....	33
E.	Técnicas e Instrumentos .....	33
IV.	RESULTADOS.....	34-85
V.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	86-89
V.1.	Discusión.....	86-88
V.2.	Conclusiones.....	88-89
V.3.	RECOMENDACIONES .....	90
	Lista de Referencias .....	91-95
	Apéndice.....	X

### **Índice de cuadros e imágenes**

Cuadro N° 1: Operacionalización de variables .....	28
Cuadro N° 2: Operacionalización de variables .....	29
Cuadro N° 3: Modelo & Carrocería.....	34
Cuadro N° 4: CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN AÑO 2015 – SECTOR CARROCERO TRUJILLO.....	34
Cuadro N°5: DEMANDA DE UNIDADES AÑO 2015 – SECTOR CARROCERO TRUJILLO.....	35
Cuadro N° 6: Muestreo de unidades – Empresa A.....	37
Cuadro N° 7: Resultado de muestreos – Empresa A .....	37
Cuadro N° 8: Valores de Cp y Cpk – Empresa A .....	39
Cuadro N° 9: Muestreo de unidades – Empresa B.....	40
Cuadro N° 10: Resultado de muestreo de unidades – Empresa B.....	41
Cuadro N° 11: Valores de Cp y Cpk – Empresa B .....	42
Cuadro N° 12: Comportamiento del Sector .....	42
Cuadro N° 13: Identificación de capacidades por área – Empresa A.....	43
Cuadro N° 14: Identificación de ruta crítica – Empresa A.....	44
Cuadro N° 15: Diagrama de ruta crítica área de acabado – Empresa A .....	49
Cuadro N° 16: Identificación de capacidades por área – Empresa B.....	50
Cuadro N° 17: Identificación de ruta crítica – Empresa B.....	50
Cuadro N° 18: Diagrama de ruta crítica área de acabado – Empresa B .....	54
Cuadro N° 19: Lista de Materiales y clasificación – Empresa A .....	58
Cuadro N° 20: Lista de Materiales y clasificación – Empresa A .....	59
Cuadro N° 21: Lista de Materiales y clasificación – Empresa A .....	59

Cuadro N° 22: Lista de Materiales y clasificación – Empresa A .....	60
Cuadro N° 23: Identificación de capacidad de proceso de abastecimiento interno – Empresa A.....	62
Cuadro N°23: Identificación de capacidad de proceso de abastecimiento interno – Empresa A.....	62
Cuadro N°24: Cronograma de trabajo propuesto de abastecimiento interno– Empresa A.....	63
Cuadro N°25: Organización por estaciones de trabajo – Empresa A .....	64
Cuadro N°26: % unidades reprogramadas 2016 – Empresa A.....	70
Cuadro N°27: Capacidad de área neumática – Empresa B.....	71
Cuadro N°28: Lista de material área neumática – Empresa B.....	73
Cuadro N°29: Análisis de abastecimiento de material crítico – Empresa B.....	75
Cuadro N°30: Análisis de abastecimiento de material crítico bajo demanda – Empresa B.....	76
Cuadro N°31: Análisis de abastecimiento de material crítico bajo tiempo – Empresa B.....	76
Cuadro N°32: Propuesta de compras de abastecimiento de pistones neumáticos – Empresa B.....	77
Cuadro N°33: Organización por estaciones de trabajo – Empresa B .....	79
Cuadro N°34: Unidades reprogramadas 2016 – Empresa B .....	82
Cuadro N°35: Ahorro económico entre año 2015 vs 2016 – Empresa A.....	82
Cuadro N°36: Ingresos económicos entre año 2015 vs 2016 – Empresa A .....	83
Cuadro N°37: Ahorro económico entre año 2015 vs 2016 – Empresa B.....	83
Cuadro N°38: Ingreso económicos 2015 vs 2016 – Empresa	

---

B.....	84
Cuadro N°39: Ingreso económicos 2015 vs 2016 con implementación del TOC.....	84
Cuadro N°40: Rentabilidad del sector 2015 vs 2016 con implementación del TOC.....	84
Cuadro N°41: Reducción de cuellos de botella – Sector Carrocerías de Trujillo.....	85
Imagen n°1: CLASIFICACIÓN KARLJIC.....	13
Imagen n°2: Método de investigación .....	31
Imagen N°3: Diagrama de Ishikawa de restricción – Empresa A.....	55
Imagen N°4: Proceso de abastecimiento almacén – producción .....	62
Imagen N°5: Aplicación del TOC – Empresa A .....	69
Imagen N°6: Diagrama de Ishikawa de restricción Empresa B .....	71
Imagen N°7: Flujo de abastecimiento de pistones neumáticos.....	74
Imagen N°8: Aplicación del TOC – Empresa B .....	81

Gráfica n°1: Capacidad vs Demanda – Empresa A.....	36
Gráfica n°2: Gráfica de control estadístico Empresa A.....	38
Gráfica n°3: Capacidad vs Demanda – Empresa B.....	39
Gráfica n°4: Gráfica de control estadístico – Empresa B.....	41
Gráfica n°5: Capacidad de producción vs demanda – Empresa A.....	69
Gráfica n°6: Capacidad de producción vs demanda – Empresa B.....	82

## **RESUMEN**

La presente investigación basó su estudio en el sector de carrocerías de buses de la ciudad de Trujillo en el año 2016, con la finalidad de demostrar el impacto positivo que tuvo la aplicación de la metodología de la Teoría de Restricciones sobre la rentabilidad del sector, la cual se efectuó analizando a las dos empresas que la representan a través de historiales de datos, visitas y entrevistas, de tal forma que se tome en cuenta, no solo los datos cuantitativos que se pudieron obtener a través de la observación y data recogida, sino también la intuición y experiencia de los involucrados del sector.

La investigación empezó analizando la capacidad de producción del sector, para conocer si son aptos de atender su demanda mediante el análisis comparativo de los historiales de oferta vs demanda, con una base de diez años de investigación, y en donde se demostró que el sector no ha podido satisfacer la demanda en ninguno de los años; lo cual se traduce en costos de oportunidad para el sector, además de no cumplir a tiempo con la entrega de unidades al cliente final, lo que conlleva al sector al pago de penalidades en función al incumplimiento con las fechas de entrega con sus clientes.

Sólo en el 2015 y mediante los resultados que arrojaron los muestreos del estudio, se obtuvo que el sector pagó 53 978 dólares americanos por reprogramación en fechas de entrega de sus unidades a sus clientes y los ingresos que dejaron de percibir por no poder manufacturar lo que el mercado demanda ascendieron en 227 500 dólares americanos, sin evaluar los costos ocultos que se acarrearán por insatisfacción del cliente al no tener su bus en la fecha establecida.

Estos resultados motivaron el estudio a la aplicación de la Teoría de Restricciones con el objetivo de darle una solución gradual a la situación del sector y volverlo competitiva, a través del incremento de la rentabilidad, abordando a una mayor rotación, mediante el incremento de la producción así como el incremento del margen, mediante la reducción de costos por la disminución de pago de penalidades; tal y como lo hicieron empresas en otros países cercanos al nuestro, llámese Ecuador y Colombia, con resultados donde agilizan la producción en un 60% e incrementan los ingresos de las empresas en un 40%.

Es así, que siguiendo la metodología de la Teoría de Restricciones, se identificaron las restricciones, cuellos de botella, o procesos que limiten al sector en aumentar sus ingresos y disminuyan el margen de utilidad, mediante el análisis de performance de los

procesos internos de cada empresa que conforma el sector dentro del ámbito de operaciones, las cuales resultaron ser el departamento de electricidad en la empresa A y el departamento de neumática en el caso de la empresa B.

Conociendo las restricciones del sector se elaboraron estrategias de solución para acelerarlas y elevarlas, llegando a obtener un aumento en la velocidad de producción de carrocerías de buses en un 42.15% e ingresos adicionales por ahorros y aumento de la producción cuantificables por 737 378 dólares americanos de tal manera que la rentabilidad del sector en el año 2016, año donde se aplicó la metodología, aumentó en un 47% respecto al año 2015.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **I.1. Realidad problemática**

En la actualidad, las empresas realizan sus actividades en un entorno dinámico y competitivo. Dinámico debido a las fluctuaciones en las necesidades de los clientes, teniendo que actualizar la oferta constantemente para ir adaptándose a la necesidades del mercado, ya sea en cantidades, como en los formatos de sus productos; y competitivo por la lucha entre ofertantes del mismo rubro en términos de costos y diferenciación (Rosander, 1994); dónde conocer anticipadamente la demanda y alinear su capacidad de producción a ésta es una ventaja competitiva (Weirs, 2008).

Para una empresa del sector automotriz esto se complica más, debido a que la información con la que cuenta para producir es compleja, por la gran cantidad de componentes que integran su sistema de producción (Jorquera, 2012), es así que el trabajo se hace más complicado sino se tiene una metodología que permita sincronizar el flujo de materiales y mano de obra en función de la demanda; de tal manera que el producto final se encuentre a disposición en el momento que requiera el mercado, y la empresa pueda obtener mayores ingresos y con mayor velocidad contribuyendo a mejorar la rentabilidad de la empresa (Cano, 2011).

Mediante entrevistas con vendedores del sector automotriz de la ciudad de Trujillo y personal que labora en distintas empresas del medio se constató lo que en la recolección de datos nos demostró, que el problema común que se tiene en el sector es el incumplimiento en las fechas de entrega de los pedidos y la necesidad de pedir prórroga a los clientes para la entrega de sus productos, lo que conlleva a un deterioro en la calidad de servicio y a penalidades económicas por el incumplimiento con las fechas de entrega, adicionalmente de pérdidas cualitativas como la pérdida de confianza del mercado y el concepto de informalidad que se lleva el cliente con riesgos a no ejecutar en el futuro otra compra, trayendo consigo que el futuro de la empresa sea inestable y por lo tanto dejar de ser una empresa rentable en el tiempo, transgrediendo lo que dice, Eliyahu Goldratt (2004), autor de la Teoría de restricciones, el cual lo describe así: “la meta de cualquier sistema industrial es ganar dinero en el presente como también garantizar su continuidad en el futuro”.

Es así, que ahondando en el estudio, se analizó al sector mediante las dos empresas que la representan en la ciudad de Trujillo, para la investigación se denominará Empresa A y Empresa B, las cuales con el tiempo están tratando de mejorar sus procesos cada vez más pero que aún les falta para llegar a ser empresas que cumplan con sus clientes de manera puntual en sus fechas de entrega de unidades, que es el indicador que el mercado considera con mayor peso al momento de gestionar la compra de sus bienes, según los vendedores y la empresa responsable de proveer los chasis y ejecutar la comercialización de los buses en la ciudad.

En la actualidad las empresas del sector de carrocerías de buses de la ciudad de Trujillo están en una etapa de madurez en su ciclo de vida y no solo estas empresas, sino también los clientes que la conforman, la institución responsable del sector transporte de la ciudad y la empresa subsidiaria de chasis, representante de una reconocida marca automotriz a nivel mundial, es decir todo el sector en conjunto está al mismo nivel en su ciclo de vida, todo esto percibido vivencialmente al efectuar la investigación y al contrastar este ambiente con lo que Kotler & Armstrong describen de esta etapa y lo expresan así:

Los competidores en la etapa de madurez comienzan a rebajar precios, intensificar su publicidad y promoción y aumentar sus presupuestos de investigación y desarrollo para encontrar versiones mejores del producto y sus procesos. Algunos competidores los más débiles empiezan por retirarse, hasta que el mercado solo abarque competidores bien establecidos. (Kotler & Armstrong, 2010)(p. 340).

De tal manera que se tienen solo dos empresas que se han sostenido en el tiempo y se manejan formalmente, antes de la investigación entre los años 2000 – 2015 se tenían cinco empresas que operaban en la ciudad, pero una a una han ido abandonado el mercado, hasta dejar a la Empresa A y Empresa B pugnándose en una lucha por conseguir más clientes y así tener mayor participación en el mercado, modificando sus productos o mejorando sus procesos año tras año. Adicionalmente sus clientes han crecido conjuntamente con ellos siendo empresas que gozan en promedio de 20 años de vida, teniendo una marca reconocida y un mercado asignado; la ciudad también anda buscando mejorar el sector transportes en la ciudad y este año (2016) se ha proyectado a renovar el parque automotor de transporte público, siguiendo los pasos de Lima o Arequipa; de igual forma la concesionaria de chasis que trabajan con las empresas en investigación se

encuentran invirtiendo en su fuerza comercial de tal manera que tengan mayor conocimiento de las necesidades de su cliente y a darle un mejor soporte en cada etapa de la compra que realicen sus clientes, además de empoderar aún más a sus carroceros brindándoles mayor soporte y capacitación de tal forma que alcance estándares internacionales.

Cada empresa en investigación apunta hacia una distinta estrategia de operaciones a fin de crear su posicionamiento en el mercado tal y como Porter lo sostiene:

“Aunque una empresa puede tener multitud de puntos fuertes y débiles frente a sus rivales, hay dos tipos de ventaja competitiva a su alcance: costos bajos y diferenciación”. (Porter, 2008)(p.51).

La Empresa A apuesta por la diferenciación ya que sus productos apuntan a la personalización e innovación, equilibrando la oferta y la demanda con el precio, de tal modo que en el mercado es reconocida por su calidad del producto a un precio un poco más alto que el de la competencia ; en contraste la Empresa B tiene una estrategia de liderazgo en costos con un producto masivo, homogéneo, fabricado en serie y en grandes lotes, donde su mayor producción es la base para la reducción de costos a través de su fuerza laboral en constante crecimiento en aprendizaje y a su capacidad de negociar frente a los proveedores por volumen, y el mercado lo reconoce como una empresa que tiene la capacidad de producción más alta del sector.

Estas empresas que forman el sector de carrocería de buses de Trujillo tienen en común no cumplir con las fechas de entrega de sus unidades lo que conlleva a una reprogramación de las fechas de entrega en un promedio de 50% del total de las veces que les toca entregar una unidad; lo cual se traduce en pérdidas económicas por pago de penalidades de 53 978 dólares americanos y a no facturar el total de las ventas que se logran anualmente por no efectuarse la entrega de las unidades terminadas, por lo que la rentabilidad del sector es mermada.

Dentro de los factores que impiden cumplir con la demanda en el tiempo requerido, convergen la falta de sincronización entre el abastecimiento de materiales externo y el abastecimiento interno de autopartes a la línea de producción según el modelo que exija la demanda, sin identificar y menos priorizar las restricciones de su sistema productivo; conforme a los últimos datos de la empresa (Empresa A en investigación, 2016), la paralización de las actividades de la línea de producción se ha debido a estos factores en su mayoría; todo esto enmarcado en que no se tiene un estudio de pronósticos de demanda

que permita ir manufacturando ciertas autopartes en stock según el modelo de carrocerías para cuando la demanda sea incierta en algunos periodos (CIDEM, 2004).

En lo que refiere al abastecimiento externo dentro del estudio, son todos los materiales que se compran, ya sea al mercado nacional como de importación, y entran a la línea de producción después del tiempo requerido, debido a que no se tienen actualizados los tiempos de atención por cada ítem y por proveedor, tampoco las cantidades que se deberían comprar adicionando un stock de seguridad que proteja a la producción en caso de devoluciones por fallas en la calidad, obsolescencia en almacén, robos, garantías, más aún se han encontrado casos en que se falla la compra de materiales que utilizan sus restricciones y que son críticos para el área logística, puesto que son de importación y sus tiempos de entrega son mínimo de 15 días y pueden llegar a 30 días, lo que ocasiona una para en la producción y por lo tanto impacta en la facturación del periodo de la empresa.

En lo referido al abastecimiento interno, esto concierne al aprovisionamiento de autopartes entre áreas que permitan ir integrando subsistemas que llegarán a ensamblar todas las carrocerías como un sistema total, priorizando las que necesitan las restricciones para que no se paralíen, siendo fundamental la sincronización en los tiempos y en el orden que deben ir ensamblándose para que se desarrolle un flujo normal dentro del ámbito de operaciones y no existan imprevistos que originen retrasos y por lo tanto desemboquen en una postergación de la entrega de la unidad final al cliente.

Por último en el sector automotriz de carrocerías de buses, la disponibilidad del producto es un factor determinante para la compra de los mismos que oferta la empresa ya que a mayor velocidad de obtención del producto mayor aprovechamiento del recurso para que empiece a generar dinero más rápido con lo que el cliente puede generar ingresos o financiar la unidad que acaba de comprar y adicionando la contracción por tercer año del sector de manufactura dentro de la economía del país (Reyes, 2016), es imperativo que la empresa tome acciones competitivas que aseguren su rentabilidad y la permanencia en el mercado, como la efectiva planificación y control de la producción basados en los principios de la Teoría de Restricciones, con el objetivo de minimizar grandes pérdidas de ingresos, por no tener stock para ejecutar las ventas y obtener mejores desempeños en costos, capacidad de producción y calidad en los productos (Urán, 2009).

## **Pregunta de investigación**

¿Cómo impacta la identificación de las restricciones en la rentabilidad del sector de manufactura de carrocerías de buses de la ciudad de Trujillo en el año 2016?

## **I.2. Objetivos de la investigación**

### **A. Objetivo General**

Determinar el impacto de la identificación de las restricciones en la rentabilidad del sector de manufactura de carrocerías de buses de la ciudad de Trujillo en el año 2016

### **B. Objetivos Específicos**

- Comparar la demanda vs. la capacidad de producción del sector.
- Identificar las restricciones del sistema del sector de manufactura de carrocerías de buses de la ciudad de Trujillo en el año 2016
- Cuantificar el costo de las restricciones del sector
- Aplicar la metodología de la teoría de restricciones en el sector de manufactura de carrocerías de buses de la ciudad de Trujillo en el año 2016
- Elaborar estrategias para eliminar las restricciones del sector de manufactura de carrocerías de buses de la ciudad de Trujillo en el año 2016
- Calcular la rentabilidad del sector con la eliminación de las restricciones del sector de manufactura de carrocerías de buses de la ciudad de Trujillo en el año 2016

## **I.3. Justificación de la Investigación**

Debido al incremento de la competencia del mercado y a la reducción de crecimiento del sector manufactura en el país, sector macro que envuelve al sector en investigación, se necesita mejorar los procesos operativos de la empresa para reducir los quiebres de stock que acerquen la oferta a la demanda; de tal forma que la probabilidad que el cliente encuentre el producto que requiere en el tiempo que lo desee sea lo más cercano a lo que espera.

Si bien existen varias empresas a nivel nacional, son contadas aquellas que realizan una planificación proactiva en base del análisis de su demanda y su capacidad para poder atender estos requerimientos a través de toda su cadena de suministros, de tal forma que los todos los recursos se alineen en tiempos y cantidades óptimos de forma que todo el proceso sea sincronizado.

Es así que el desarrollo de la investigación propone una nueva estrategia para la resolución del problema antes descrito así como también para generar conocimiento válido y confiable.

#### **I.4. Alcance de la investigación**

La presente investigación se delimita a las áreas de operaciones producción – logística de las dos empresas que representan al sector de carrocerías de buses de la ciudad de Trujillo en el año 2016, las cuales tienen una posición dentro del mercado y un lugar en su ciclo de vida en el sector, con lo cual se pretende aumentar la rentabilidad del sector en base de poner en práctica la teoría de restricciones expuesta en esta investigación.

En lo que respecta a nivel de servicio, se refiere al cumplimiento en las fechas de entrega de los productos hacia el cliente final, la investigación se centra dentro de todos los atributos y metodologías que puedan existir acerca de este punto, en el campo de cadena de suministros orientado a la probabilidad de que un cliente pueda obtener un producto en las cantidades y en el momento que lo requiera, tratando el autor de poder aproximarse lo más que se pueda a esta demanda con la implementación de un sistema de planificación.

Asimismo, la investigación expuesta corresponde a una del corte descriptivo debido a que se va a relatar las características fundamentales del objeto de estudio y del planteamiento de mejora que se espera realizar con la investigación sin dar explicaciones o causalidades entre las variables (Bernal, 2006)

Por último, la investigación no pretende realizar juicios de valor sobre la actuación de las diferentes áreas que se tomen en consideración en la mencionada empresa, sino plantear un sistema de planificación alternativo que tenga inmerso de forma práctica las mejores técnicas de ingeniería industrial en el campo de la dirección de operaciones y la cadena de suministros.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **II.1. Antecedentes**

A lo largo del tiempo, las empresas han estado desarrollando y adecuando metodologías avanzadas de gestión de procesos, con la finalidad de satisfacer cada vez más a sus clientes y ser cada periodo más rentable, es así que un aspecto clave en el mercado de vehículos motorizados para que el cliente reconozca una buena experiencia de compra con el producto, es que éste, sea entregado en el tiempo que se le indicó cuando decidió inclinarse comprar una determinada marca (Jorquera, 2012).

Es por eso; que las empresas se han visto en la necesidad de recolectar toda la información disponible de su entorno, tanto externo como interno, de tal manera que puedan adaptarse a los cambios del mercado, siendo flexibles en sus decisiones (Ballesteros, 2008) y a desplegar estrategias que les permita identificar el comportamiento de su demanda; como también el de sus proveedores para interconectarlos con los procesos internos de la empresa, con el objetivo de reducir las rupturas de stocks y aumentar su rentabilidad. (Jimenez, 2008)

Por tal motivo, una empresa requiere de un sistema de planificación de la producción que, teniendo toda la información de la cadena de suministros, pueda ejecutar planes de producción que determinen lo que la empresa debe producir, ya sea en el horizonte actual como en el futuro, identificando los cuellos de botella que le impida satisfacer la demanda, y tomar acciones utilizando los principios de la teoría de restricciones, para que la empresa logre su meta, la cual es generar dinero ahora y en el futuro.

Tal es el caso de la empresa Ingecosmos Ltda., empresa del sector automotriz de Colombia, la cual, al tener su capacidad de producción por debajo de la demanda, empezó a analizar sus procesos internos que limitaban el flujo productivo de la empresa y por lo tanto, lo que le impedía ganar más dinero, es así que utilizando los principios de la teoría de restricciones empezó a definir estrategias en su cuello de botella y a subordinar su sistema de planificación de operaciones a ésta área, de tal forma de sacarle el máximo provecho posible, sin embargo a veces no solo con ordenamientos, lineamientos o procedimientos se pueden ajustar las restricciones, para este caso se tuvo que realizar un desembolso de dinero adquiriendo una nueva cabina de pintura, área restrictiva identificada, obteniendo así un 40% más de ingresos mensuales a razón del aumento de su producción. Además permitió una facturación más rápida, la disminución de los tiempos de permanencia en el taller de las unidades. (Cabarcas Reyes, 2010).

Para el caso del sector de fabricación de productos plásticos en Colombia, las cuales tenían retrasos hasta de una semana con la entrega de sus pedidos llevaron el estudio al área de compras, proceso identificado como restrictivo para la empresa, utilizando herramientas de desglose de materiales y mano de obra (MRP) según el producto a producir, sincronizando los tiempos de abastecimientos de estos materiales con la entrega final del producto como herramientas de mejora ante su problemática. El no tener claro el momento y las cantidades que los materiales deben entrar a la línea de producción, generan desviaciones y paralizaciones en la elaboración de los productos, los cuales luego del estudio disminuyeron y mejoraron el indicador de cumplimiento en un 35% en su primer año de implementación. (Gonzales Gomez, 2003)

A nivel del país, la empresa Nor Autos Chiclayo, a partir de la evaluación de la situación actual y las mejoras propuestas en base a reducción de demoras y ahorro de tiempo lograron aumentar la capacidad de atención de 24 a 35 unidades por mes, mejorando su eficiencia en un 37%, atendiendo un mayor número de unidades en el mismo tiempo disponible y por ende facturar más con el mismo tiempo disponible, alcanzando un incremento en la utilidad neta de 13.96% en el periodo 2014 donde se desarrolló esta implementación la cual representa 36 546 05 unidades monetarias. (Isamar Flores, 2014)

Sin embargo, no todas las empresas logran capitalizar sus esfuerzos en aumentos de rentabilidad, mayores ingresos o mayor margen sino se identifica la restricción del sistema de forma precisa. Es así, que en el sector de revestimientos de cerámicos en Colombia, se necesitó realizar estudios de tiempos para determinar los tiempos de producción de cada área y contrastarlos con una simulación, para validar que el cuello de botella o restricción esté bien definido, todo esto debido a que no se tenía datos históricos de producción que informen a través de los años los tiempos por área. Es así que la estrategia principal fue impedir los tiempos ociosos en el área restrictiva a través de la reducción de los frecuentes cambios de formato, con lo que se consiguió un incremento en la productividad de 4% y un incremento en el cumplimiento de entregas a los clientes de 22 puntos porcentuales. (Marin, 2013).

La teoría de restricciones necesita apalancarse de herramientas que permitan ajustar las desviaciones que se encuentran dentro de la restricción identificada, tal es así que en empresas del rubro automotriz en Ecuador donde se concluyó, en base a datos estadísticos que la falta de abastecimiento de materiales era el problema y la principal fuente de retraso, plantearon un sistema de planificación de la producción que una todos los elementos de la cadena de suministros y permita el flujo normal de las operaciones, es así que el autor

identifica su restricción a través de un balance de línea y junto con la técnica MRP logra planificar y costear los recursos necesarios para la manufactura de un modelo específico y plasmarlo dentro una herramienta tecnológica como el MS PROJECT para la continuidad del estudio en las operaciones de la empresa (Cano, 2011).

Asimismo, Cáceres coincide también en que la ruptura de stocks es un problema que puede ser despejado con una adecuada planificación de la producción dentro de manufactura, agregando también a que no solo ayuda a cumplir con los plazos de entrega al cliente, sino también a aminorar costos, utilizando herramientas como el EQQ (Punto de reposición de material) y el ABC de criticidad, para la determinación del tamaño de lotes a comprar por productos con mayor impacto económico dentro de la empresa (Cáceres, 2014).

Otro punto, que se debe evaluar para la implementación correcta de la teoría de restricciones, es el dimensionamiento de las capacidades de producción con las que cuenta la empresa en investigación. Es así que Fernández realiza una desagregación por áreas de los centro de trabajo para conocer su capacidad real y compararla con la capacidad que necesita la demanda en un periodo determinado, con el objetivo de visualizar globalmente a la empresa y así resolver anticipadamente los problemas por falta de capacidad, utilizando métodos como el reajuste de personal, reajuste de las órdenes de producción, sobreutilización de los recursos, flexibilidad de la producción y uso de rutas o procesos alternativos (Fernandez, 1993).

Es de esta desagregación por áreas, donde también se explota las partes del sistema de un vehículo en componentes y estos componentes en materiales, recreando el BOOM de materiales y adjudicándole un área específica y una ruta a seguir por donde tienen que fluir, para el armado de componentes, que sincronizados en el tiempo y en las capacidades, armen sistemas de mayor complejidad hasta llega a ensamblar el producto final (Urán, 2009).

Es así, que obteniendo los datos de la demanda y de la capacidad real que se puede producir, así como también de algunos métodos para ajustarnos ante los imprevistos o fluctuaciones del momento, es importante conocer las desviaciones que se pueden dar no sólo en la demanda, sino también en el abastecimiento por parte de los proveedores; para determinar un stock de seguridad que permita a la empresa protegerse ante las fluctuaciones de la demanda y los incumplimientos del proveedor como lo explica Meindl, el cual, genera estas cantidades a partir de las desviaciones estándar de los procesos de demanda y abastecimiento junto con los tiempos de espera, para el resurtido del inventario,

agregándoles sus desviaciones con el fin que el flujo de materiales no se vea paralizado. (Meindl, 2008)

Por último Cano, analizó las fluctuaciones de la demanda y de los proveedores junto con los costos, para obtener un tamaño de inventario de seguridad, en un análisis de simulación de tres dimensiones, donde el grado de satisfacción, el costo total y la cantidad de inventario total son expuestos, para elegir la opción más conveniente para la empresa, ya que el disponer de un inventario alto que permita un nivel de servicio superior, acarrea mayor inversión dentro de la empresa y por lo tanto el encarecimiento de los planes de producción que se planifiquen para determinada demanda (Cano, 2011).

## II.2. Bases Teóricas

### A) Teoría de Restricciones (TOC)

Es una metodología al servicio de la gerencia que permite direccionar la empresa hacia la consecución de resultados de manera lógica y sistémica y que nace ante la necesidad de las empresas de elevar su rentabilidad sin el aumento considerable en sus costos (Aguilera, 2000).

La Teoría de Restricciones fue introducida en 1984 en el libro *La meta* y fue desarrollada por el físico Israelí Eliyahu Goldratt y tiene como antecesores las teorías de mejoramiento como el *Kaizen*, *Justo a Tiempo*, *Gerencia de la Calidad total*, *MTP II – TMP* y determina que no siempre utilizar la eficiencia de las áreas a un 100% garantizará la rentabilidad de la empresa, puesto que el recurso que marca el paso de la organización es el cuello de botella y que de nada sirve que el resto de área que la preceden tengan mayor volumen de producción puesto que esto originaría inventarios y por lo tanto elevación del costo de operaciones, por otro lado una mayor capacidad de las actividades posteriores traen consigo una sobrecapacidad lo que también se traducen en costos y se aleja de lo que Eliyahu Goldratt cree que es la finalidad de toda empresa:

“La única meta de una organización con ánimo de lucro es de ganar dinero, ahora y en el futuro, considerando los restantes objetivos como simples medios para lograr la meta final”. (Goldratt, 2004)(p.80).

Esta teoría propone que para obtener mejoras globales; las empresas concentren todos sus esfuerzos en aquella restricción del sistema que impide el flujo normal de las

operaciones y atente contra la meta principal de toda empresa que es la de ganar dinero ahora y en el futuro (Cabarca Reyes Carlos, 2010).

Los resultados promedios que se logran al implementar esta metodología son según

Cabarca los siguientes:

- Tiempo de ciclo: reducción promedio del 70%.
- Cumplimiento de fechas de entrega: mejora del 44%.
- Niveles de inventario: reducción promedio del 49%.
- Desempeño financiero: incremento promedio del 63%.

#### **A.1) Los principios básicos de la TOC son (Aguilera, 2000):**

**A.1.1) Balancear el flujo:** Según el TOC el balanceo tiene como punto de partida a los llamados cuellos de botella, para que en base a ellos se realice la planificación de los recursos y materiales que la empresa necesite para una determinada operación.

**A.1.2) La utilización y la activación de un recurso no son sinónimos:** Acorde con la TOC, el término activación se refiere cuando la áreas que no son restricciones producen más que el cuello de botella, ocasionado que se produzca un inventario en proceso, encareciendo los costos de la empresa y provocando ineficiencias del sistema.

**A.1.3) El nivel de utilización de un recurso no restrictivo no es determinado por su propio potencial y si por otra restricción del sistema:** La planificación de todas las áreas se basa en la capacidad de producción del área restrictiva más no de la capacidad que puede tener cada área.

**A.1.4) Una hora perdida en un recurso restrictivo es una hora perdida en todo el sistema empresa:** Debido a que la restricción es el área que da el ritmo de producción dentro de una empresa, su paralización extenderá los tiempos de producción y por lo tanto las entregas, de tal manera que esto alejará a la empresa que de su meta que es la de ganar dinero lo más rápido que pueda.

**A.1.5) Una hora economizada en un recurso no restrictivo es apenas una alucinación:** El aumento de producción en las máquinas que no constituyen

recursos restrictivos no significa aumentar la eficiencia global de la empresa, sino más bien da cabida a aumentar el inventario en proceso, lo cual significa ineficiencia.

**A.1.6) Los cuellos de botella gobiernan la ganancia y el inventario**

**A.1.7) El lote de proceso debe ser variable**

**A.1.8) Analizar todas las restricciones simultáneamente:** Las restricciones pueden darse en el mercado proveedor, en el mercado comprador y en el proceso interno.

**A.2) Procedimiento del TOC**

La TOC propone el siguiente proceso de mejora continua para identificar y eliminar las restricciones del sistema, el cual es el siguiente (Cabarca Reyes Carlos, 2010):

- a) Identificar las restricciones del sistema
- b) Explotar las restricciones del sistema
- c) Subordinar todo a la restricción anterior
- d) Elevar las restricciones del sistema

**A.3) Método DBR**

Es la aplicación de la Teoría de Restricciones que se propone en libro para las industrias y donde el autor hace una analogía en el libro con una caminata de boy scouts donde:

- El recurso más lento de la caminata o cuello de botella es el *DRUM* o *tambor*, quien marcará el paso y el ritmo de avance del sistema.
- Para que no se pierda el ritmo es necesario que no existan paradas por desabastecimiento de materiales según el ritmo de producción que se tenga llámese *Rope* o *Soga*.
- Por último se necesitan sargentos que velen por el control de la caminata en caso existan desviaciones de tiempo las cuales deben ser solucionados cuanto antes, a lo que se le llama *Buffer* o *Amortiguador*. (Goldratt, 2004).

## B. Matriz de Kraljic

Es una metodología que clasifica los distintos productos que compra la empresa según la criticidad que tienen para ser aprovisionados y por su precio, de tal manera que se crean estrategias y formas de actuar con los proveedores según sea el caso,

Esta matriz es producto de la investigación de Peter Kraljic en 1983 a razón que en ese tiempo el área de compras solo hacia actividades de rutina y no visionaban ni se anticipaban a entornos cambiantes y globalizados tan vulnerables como lo es ahora y que para el autor esta parsimonia de esta área en la empresa significaban altos costos puesto a que la no renegociación de precios, el desabastecimiento de material, el nulo procesamiento de la información era puntos que ya la competencia oriental iban afinando.

Para la obtención de la matriz, Kraljic en su artículo para Harvard Bussiness Review, plantea los siguientes pasos: (Kraljic, 1983)

### 1. Clasificación en base a criterios de precio y riesgo de abastecimiento.

**IMAGEN N°1: CLASIFICACIÓN KARLJIC**



FUENTE: Harvard Bussiness Review, 1983

Elaboración Propia

- Productos Apalancados:** Son productos que cuentan con muchos proveedores en el mercado (bajo riesgo de suministro) y tienen un gran impacto en los costes/beneficios. Suelen ser productos altamente estandarizados y fáciles de conseguir.

- **Productos Estratégicos:** Son productos críticos para la empresa, normalmente a los que más esfuerzo se dedican en Compras, y que presentan alto riesgo de suministro.
- **Productos Rutinarios:** Son aquellos productos que tienen un bajo impacto en los costes y cuyo suministro no ofrece complejidad alguna.
- **Productos “Cuello de botella”:** Son productos cuyo suministro es complejo, pero no tienen un gran impacto financiero.

## 2. Estrategias comunes para cada tipo de producto:

- **Productos Apalancados:** Estamos en el denominado “mercado de compradores”, por lo que debemos realizar una negociación que nos proporcione las mejores condiciones de suministro desde una posición de fuerza a través de licitaciones, subasta inversa, fijación de precios objetivo específicos o acuerdos marco.
- **Productos Estratégicos:** En este caso la necesidad es mutua entre el proveedor y el comprador. Por ello hay que tratar al proveedor como un igual y buscar una negociación “win-win” que beneficie a ambos. En estos casos suelen aplicarse estrategias de desarrollo de proveedores, acuerdos de colaboración, etc.
- **Productos rutinarios:** Hablamos de productos con bajo impacto económico y facilidad de suministro, por lo que suelen ser la última prioridad dentro de una estrategia de Aprovisionamiento. Normalmente se negocian acuerdos de suministro por volumen o soluciones tipo *Kanban* para el ejemplo de la tornillería anteriormente descrito en esta categoría.
- **Productos “Cuello de botella”:** Es el caso opuesto de los productos apalancados; nos encontramos ante un “mercado de proveedores”. En este caso deben seguirse dos estrategias paralelas: por un lado debe asegurarse el suministro a través de acuerdos marco que contemplen penalizaciones para el proveedor por falta de suministro y, en paralelo, trabajar con los departamentos de calidad y desarrollo para buscar y validar proveedores alternativos que nos permitan tomar de nuevo las riendas de la negociación, transformando los “cuellos de botella” en productos rutinarios.

## **C) Rentabilidad**

La rentabilidad es una medida de rendimiento donde se comparan las utilidades generadas con la inversión que se ha realizado para generar éstas en un periodo de tiempo (Sanchez, 2002) con el fin de evaluar oportunidades para mejorar o incrementar las operaciones de las empresa o para conocer el grado de eficiencia de las acciones realizadas y determinar si la empresa está siendo administrada adecuadamente (Morillo, 2001).

Existen dos niveles en donde se pueden analizar los rendimientos de la empresa, ya sea para medir la eficiencia operacional o para conocer el desempeño de la empresa sobre la inversión. Es así que surge la rentabilidad económica y la rentabilidad financiera. (Morillo, 2001).

### **C.1) Rentabilidad Económica:**

La rentabilidad económica mide la capacidad de los activos de una empresa para generar valor sin importar cómo han sido financiados, es así que viene a ser un indicador por excelencia de la eficiencia de la gestión empresarial y que para el análisis de su obtención se desglosa en la multiplicación de dos factores que en esta investigación se piensan mejorar las cuales son: el margen y la rotación.

$$RE = \text{Margen} \times \text{Rotación}$$

Margen: Mide el beneficio obtenida por cada unidad económica vendida, ya sea por un mayor margen o por mayor volumen de producción para vender, la rentabilidad va a incrementarse.

$$\text{Margen} = \text{Resultado} / \text{ventas}$$

Rotación: Mide el número de veces que se recupera el activo vía ventas, o, expresado de otra forma, el número de unidades económicas vendida por cada unidad invertida.

Lo importante de este último indicador es para conocer el grado de aprovechamiento de los activos, y con ellos si existe sobredimensionamiento o capacidad ociosa, a mayor velocidad de la empresa para generar y comercializar productos, se incrementa la rentabilidad (Morillo, 2001).

## **C.2) Rentabilidad Financiera**

Es la medida en donde se determina el rendimiento de los capitales invertidos por los accionistas en un plazo determinado y que viene formulado de la siguiente manera:

$$RF = \text{Resultado neto} / \text{fondos propios}$$

Es así que la evaluación de la rentabilidad de una empresa o sector es el indicador fundamental para conocer si la administración efectiva de los recursos y las estrategias que se estén aplicando es el correcto.

## **C.3) ¿Cómo incrementar la rentabilidad?**

Para poder incrementar la rentabilidad es necesario implementar estrategias que permitan eliminar el exceso de inventarios, reducir el ciclo de comercialización, arrendar activos fijos entre otros, los cuales no solo tiene implicancia en el denominador de la rentabilidad sino también en la reducción de costos adicionales como el pago de seguros, costos de oportunidad y almacenamiento (Morillo, 2001)

Asimismo y dependiendo del posicionamiento de la empresa en el mercado, para incrementar la rentabilidad a partir del margen de utilidad sobre ventas se tiene dos alternativas, las cuales son incrementar la participación en el mercado, es decir las ventas, o incrementar el margen de utilidades (Sallenave, 2002).

Sin embargo para las empresas industriales y de demandas fijas, el camino es la reducción de los costos, es decir tenerlos bajo control para contrarrestar la baja rotación de activos y obtener una rentabilidad económica más elevada.

Sea por obtener una mayor rentabilidad, una empresa debe disminuir sus costos por la competencia ya que muchas veces el mercado ofrece precios más bajos o se vive en un entorno donde la competencia es la que pone los precios del sector.

## **D) Sistema de planificación de la producción**

Es el sistema que se basa en dictar las órdenes trabajo y de aprovisionamiento de materiales, de tal manera que el plan maestro que tiene un horizonte de un año por lo menos, se divide en meses y días; es así que simplifica y se deriva a las áreas responsables de la manufactura, para que realicen sus operaciones en base a sus capacidades de trabajo y a las restricciones de materiales con las que cuentan (Pascual Ramón, 1999).

### **D.1 Seguimiento y Control:**

Se realiza mediante la colecta de datos, donde es necesario que se apunten las incidencias que se tienen del programa como el inicio del mismo, retrasos en actividades, paradas de máquina, etc.

Así como también en la identificación de las desviaciones de procesos críticos para las coordinaciones pertinentes en vías de canalizar de nuevo la producción (Pascual Ramón, 1999).

### **D.2 Acciones Correctivas**

Las acciones correctivas se deben ejecutar lo más pronto posible y con la debida comunicación entre áreas para el manejo de las contingencias que se deben tomar, ya sea en el plano operativo donde en el día a día se mide por el cumplimiento de los trabajos, sino también en la planificación de mediano plazo, cuyas decisiones tienen una mayor repercusión en los planes y pueden replantear los presupuestos de la planificación por la alteración de los ciclos de trabajo (Pascual Ramón, 1999).

### **c) Pronóstico**

Los pronósticos son métodos que sirven para predecir el futuro usando datos del pasado y su uso sirve para diferentes sectores y actividades de cualquier empresa (Weirs, 2008), eso sí, sabiendo elegir el mejor pronóstico que se adecúe a su realidad y de los medios con los que disponga para su desarrollo tales como:

El periodo que cubrirá el pronóstico.

- La disponibilidad de datos.
- La exactitud requerida
- El monto del presupuesto para pronosticar.
- La disponibilidad de personal calificado.

### E.1 Predicciones usando la ecuación de tendencia

Una vez ajustada una ecuación de tendencia a los datos, el pronóstico se obtiene simplemente sustituyendo un valor de un periodo futuro para la variable del tiempo. El procedimiento es igual, no importa si la ecuación ajustada de tendencia es lineal o no lineal (Weirs, 2008).

### E.2 Predicción con suavizamiento exponencial

Además de usarse para suavizar una serie de tiempo, el suavizamiento exponencial se utiliza para hacer una predicción de un periodo en el futuro. El método es similar al de suavizamiento exponencial, excepto que  $F$  (el valor de predicción) reemplaza a  $E$  (el valor suavizado exponencialmente) para cada periodo, y el periodo ( $t$ ) “cambia” una unidad hacia el futuro.

Predicción con suavizamiento exponencial:

$$F_{t-1} = \alpha y_t + (1 - \alpha) T_t$$

$F_{t-1}$  = la predicción para el periodo  $t-1$

$y_t$  = el valor real de  $y$  para el periodo  $t$

$F_t$  = el valor predicho para el periodo  $t$

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

El alfa va entre los valores de  $0 \leq \alpha \leq 1$ . Si nuestra predicción corresponde a ventas anuales, la predicción para el año siguiente es un promedio ponderado de las ventas reales de este año y el nivel de ventas y el nivel de ventas predicho para este año. Si elegimos  $\alpha = 1$ , básicamente afirmamos que el año próximo será igual este años (Weirs, 2008).

### E.3 Los índices estacionales en el pronóstico

Una vez obtenida una predicción para un año específico, podemos usar los índices estacionales para conseguir una predicción para cada mes o trimestre del año. Para hacer esto dividimos la predicción total de acuerdo con los tamaños relativos de los índices estacionales. El procedimiento es el siguiente:

División de una predicción anual entre los componentes estacionales

Pronóstico para una estación = Pronóstico para el año/Número de estaciones \* (índice estacional\*100) (Weirs, 2008).

## E.4 Evaluación de modelos alternativos MAD y MSE

Cuando se ajusta dos o más modelos a la misma serie de tiempo, es útil tener uno o más criterios para compararlos. A continuación se analizarán dos de esos criterios.

Según el criterio de la desviación absoluta de la media (MAD), el modelo que se ajusta mejor es el que da el menor valor medio para  $(\gamma_t - \hat{\gamma}_t)$ . No se considera la dirección, o desviación, de un error; solo un valor absoluto (Weirs, 2008).

### E.4.1. El criterio de la desviación absoluta de la media (MAD):

De un grupo específico de modelos o ecuaciones de estimación ajustada a la misma serie de tiempo, el modelo o ecuación que se ajusta mejor a la serie de tiempo es el que da el menor valor de:

$$MAD = \sum((\gamma_t - \hat{\gamma}_t)/n)$$

Donde:

$\gamma_t$  = un valor observado de  $\gamma$ .

$\hat{\gamma}_t$  = el valor de  $\gamma$  predicho con el modelo o la ecuación de estimación.

$N$  = el número de periodos

Otro criterio es el del error cuadrático MSE, donde el mejor modelo o ecuación es el que tiene el menor valor medio para  $(\gamma_t - \hat{\gamma}_t)^2$ .

### E.4.2 El criterio del error cuadrático medio (MSE)

De un grupo específico de modelos o ecuaciones de estimación ajustada a la misma serie de tiempo, el modelo o ecuación que se ajusta mejor a la serie de tiempo es el que da el menor valor de:

$$MSE = \sum ((\gamma_t - \hat{\gamma}_t)^2/n)$$

Donde:

$\gamma_t$  = un valor observado de  $\gamma$ .

$\hat{\gamma}_t$  = el valor de  $\gamma$  predicho con el modelo o la ecuación de estimación.

$N$  = el número de periodos

Comparado con el criterio MAD, el método MSE penaliza con más fuerza los estimados para los cuales hay un error grande, porque MSE es la media de los errores al cuadrado, y no sólo la media de los valores absolutos.

Por esta razón se debe preferir el criterio MSE cuando el costo de un error en la estimación o el pronóstico aumenta en más que una proporción directa a la magnitud del error (Weirs, 2008).

## **F. Planificación de Requerimiento de materiales (MRP)**

El sistema MRP es un sistema de planificación de la producción que alberga dos tipos de ítem de la empresa, producto terminado y los materiales que se usan para la elaboración de los mismos, los cuales tienen características de tiempo y carga que permiten a través de cálculos ir determinando las órdenes de aprovisionamiento que es el resultado del MRP, las entradas al sistema son: (Fernandez, 1993)

- El plan maestro de producción, el cual contiene las cantidades y fechas en que han de estar disponibles los productos de la planta que están sometidos a demanda externa (productos finales fundamentalmente y, posiblemente, piezas de repuesto).
- El estado del inventario, que recoge las cantidades de cada una de las referencias de la planta que están disponibles o en curso de fabricación. En este último caso ha de conocerse la fecha de recepción de las mismas.
- La lista de materiales, que representa la estructura de fabricación en la empresa. En concreto, ha de conocerse el árbol de fabricación de cada una de las referencias que aparecen en el Plan Maestro de Producción.

A partir de estos datos la explosión de las necesidades proporciona como resultado la siguiente información:

- El plan de producción de cada uno de los ítems que han de ser fabricados, especificando cantidades y fechas en que han de ser lanzadas las órdenes de fabricación. Para calcular las cargas de trabajo de cada una de las secciones de la planta y posteriormente para establecer el programa detallado de fabricación.
- El plan de aprovisionamiento, detallando las fechas y tamaños de los pedidos a proveedores para todas aquellas referencias que son adquiridas en el exterior.
- El informe de excepciones, que permite conocer que' órdenes de fabricación van retrasadas y cuáles son sus posibles repercusiones sobre el plan de producción y en última instancia sobre las fechas de entrega de los pedidos a los clientes. Se comprende la importancia de esta información con vistas a renegociar' estas si es posible o, alternativamente, el lanzamiento de órdenes de fabricación urgentes,

adquisición en el exterior, contratación de horas extraordinarias u otras medidas que el supervisor o responsable de producción considere oportunas.

Así pues, la explosión de las necesidades de fabricación no es más que el proceso por el que las demandas externas correspondientes a los productos finales son traducidas en órdenes concretas de fabricación y aprovisionamiento para cada uno de los ítems que intervienen en el proceso productivo (Fernandez, 1993).

## **G. Programa Maestro de Producción (MPS)**

En este plan se detallan cuántos elementos finales se producirán dentro de periodos específicos. En él se divide el plan de ventas y operaciones en programas de productos específicos. Así mismo se debe cumplir lo siguiente: (Krajewski Lee, 2010)

- Las sumas de las cantidades incluidas en el MPS deben ser iguales a las del plan de ventas y operaciones. Esta congruencia entre los planes es deseable en virtud del análisis económico que se realiza para llegar al plan de ventas.
- Las cantidades de producción deben asignarse en forma eficiente en el transcurso del tiempo. La cantidad de cada tipo como porcentaje de la cantidad de la familia en su totalidad se basa en la demanda histórica y en consideraciones de marketing y promoción. El planificador debe seleccionar los tamaños de lote para cada tipo de silla, considerando diversos factores económicos, como los costos de preparación para la producción y los costos por mantenimiento de inventario.
- Las limitaciones de capacidad, por ejemplo, la capacidad de máquinas o mano de obra, el espacio de almacenamiento o el capital de trabajo, pueden determinar las fechas y las cantidades del MPS. El planificador debe tomar en cuentas esas limitaciones, reconociendo que algunos productos requieren más recursos que otros y estableciendo las fechas y las cantidades de producción de acuerdo con eso.

### **F.1 Pasos para el desarrollo de un programa maestro de producción**

Paso 1: Calcular los inventarios disponibles proyectados, los cuales serán calculados así:

$$Y = A + B - C$$

Donde:

$$Y = \text{Inv. Disponible proyectado al final de esta semana}$$

A = Inv. Disponible al final de la semana pasada

B = Cantidad que según el MPS debe haber al principio de esta semana

C = Requerimientos proyectados para esta semana

Paso 2: Determinar las fechas y la magnitud de las cantidades en el MPS.

La meta de determinar las fechas y magnitudes de las cantidades en el MPS es mantener un saldo no negativo del inventario disponible proyectado. Cuando se detecten faltantes en inventario será necesario programar cantidades adecuadas en el MPS para compensarlos. La primera cantidad en el MPS deberá programarse para la semana en la cual el inventario disponible proyectado refleje un faltante. El programador suma la cantidad en el MPS al inventario disponible proyectado y busca el siguiente periodo en el que se presentará un faltante. Dicho faltante indica la necesidad de una segunda cantidad en el MPS, y así sucesivamente (Krajewski Lee, 2010).

## **G. Plan Agregado de Producción**

La Planeación Agregada busca determinar la cantidad y los tiempos de producción necesarios para el futuro intermedio, tratando de minimizar costos a través de estrategias que el responsable de producción deberá tomar, aquí se planifica los productos de forma agregada, es decir no se tienen en cuenta los modelos y formatos que la empresa manufacture. (Krajewski Lee, 2010)

### **G.1 Elementos de la Planeación Agregada**

La Planeación Agregada necesita los siguientes elementos según (Krajewski Lee, 2010):

- Una unidad general lógica para medir las ventas y la producción. Ejemplo, unidades de aire acondicionado, cajas de cartón, etc.
- Un pronóstico de demanda para planear un periodo intermedio razonable en estos términos agregados.
- Un método para determinar los costos.
- Un modelo que combine los pronósticos y los costos con la finalidad de tomar las decisiones de programación apropiada para el horizonte de planeación.

## **G.2 Estrategias de la Planeación Agregada**

Al preparar un plan agregado, el administrador de operaciones debe responder varias preguntas como indica (Krajewski Lee, 2010):

- ¿Deben usarse los inventarios para absorber los cambios que registre la demanda dentro del periodo planeado?
- ¿Debe hacerse una adaptación a los cambios variando el tamaño de la fuerza del trabajo?
- ¿Deben emplearse trabajadores de tiempo parcial, o el tiempo extra y los tiempos de inactividad deben absorber las fluctuaciones?
- ¿Debe usarse la subcontratación para atender las fluctuantes órdenes a fin de mantener una fuerza de trabajo estable?
- ¿Deben cambiarse los precios u otros factores para influir en la demanda?

En respuesta a estas preguntas, se presentan cuatro alternativas de planeación, las cuales son las siguientes y propone (Krajewski Lee, 2010):

## **G.3 Alternativas de capacidad**

- **Cambiar los niveles de inventario:** Se puede incrementar el inventario durante periodos de demanda baja para satisfacer la demanda alta en periodos futuros. Con esta estrategia aumentan los costos asociados (15% a 40% del valor anual de un artículo) con faltantes, seguros, manejo, obsolescencia, robos e inversión de capital.
- **Variar el tamaño de la fuerza de trabajo mediante contrataciones y despidos:** Es contratar o despedir personal a base la carga productiva que se tiene, sin embargo no es recomendable para el clima laboral de la organización porque genera incertidumbre.
- **Variar las tasas de producción mediante tiempo extra o tiempo ocioso:** A veces es posible mantener una fuerza de trabajo constante mientras se varían las horas de trabajo, reduciendo el número de horas trabajadas cuando la demanda es baja y aumentándolas cuando sube. Aun así, cuando la demanda sube demasiado, existe un límite en el número realista de horas extra. El pago de horas extra significa más dinero y el exceso de tiempo extra quizá agote a los trabajadores al grado de disminuir la productividad global. Asimismo, el tiempo extra implica mayores gastos generales para mantener abiertas las instalaciones. Por otra parte, cuando se presenta un periodo de

menor demanda, la empresa de alguna manera debe absorber el tiempo ocioso de los trabajadores, lo que suele ser un proceso difícil.

- **Subcontratar:** Una empresa puede adquirir capacidad temporal subcontratando el trabajo en los periodos de demanda pico. Sin embargo, la subcontratación tiene varias desventajas. Primero, tal vez sea costosa; segundo, se corre el riesgo de abrir la puerta de su cliente a un competidor; tercero, a menudo es difícil encontrar al subcontratista perfecto, no que siempre entregue puntualmente un producto de calidad.

### **c. Planificación de la capacidad de los recursos (CRP)**

La planificación de la capacidad de los recursos es determinar si las áreas inmersas en el área de producción cuentan con la disponibilidad para poder cumplir con la carga de trabajo exigida por la demanda en los tiempos establecidos (Fernandez, 1993) para lo cual se necesitan de las siguientes entradas para su concepción:

- El programa de producción que sale del MRP.
- Datos sobre las rutas de producción.
- Capacidad de producción por área involucrando los tiempos disponibles, tiempos de mantenimiento, cantidad de personal, etc.

### **c. Lista de Materiales (BOOM)**

La lista de materiales (BOM) (del inglés bill of materiales) es un registro de todos los componentes de un artículo, las relaciones padre – componente y las cantidades de uso derivadas de diseños de ingeniería y de los procesos. (CIDEM, 2004)

Cuatro términos que se emplean con frecuencia para describir los elementos de un inventario son: elementos finales, elementos intermedios, subunidades, y elementos comprados. Por lo general, un elemento final es el producto terminado (SKU) que se vende al cliente; es un padre, pero no un componente. (Krajewski Lee, 2010)

Algunos productos tienen varios niveles de elementos intermedios; el padre de un elemento intermedio que se ensambla (a diferencia de los que son transformados por otros medios) a partir de más de un componente. Los elementos B y C son subunidades.

Un elemento comprado no tiene componentes porque proviene de un proveedor pero sí tiene uno o varios padres. En los estados de contabilidad, el inventario de elementos comprados se considera como materias primas.

Es posible que un componente tenga más de un padre. El uso común de partes, a veces conocido como estandarización de partes o modularidad, es el grado en que un componente tiene más de un padre inmediato.

Como resultado del uso común de partes, el mismo elemento puede aparecer en varios sitios dentro de la lista de materiales de un producto, o puede figurar en las listas de materiales de varios productos diferentes. Como resultado del uso común de partes, el mismo elemento puede aparecer en varios sitios dentro de la lista de materiales de un producto, o puede figurar en las listas de materiales de varios productos diferentes.

Por lo tanto, la cantidad de uso de cualquier componente puede cambiar, dependiendo del elemento padre. El uso común de partes, o lo que es lo mismo, el uso de la misma parte en muchos elementos padres, incrementa el volumen y la repetitividad de algunos elementos, lo cual ofrece varias ventajas para el diseño de procesos y contribuye a minimizar los costos de inventario (Fernandez, 1993).

### **II.3. Marco Conceptual**

**D:**

**Demanda dependiente:** Es la que se genera a partir de la propia demanda de la empresa, por ejemplo para los componentes que utilizan para la fabricación del producto final dentro de la producción. (Krajewski Lee, 2010).

**Demanda independiente:** Es aquella que se genera a partir de decisiones ajenas a la empresa, por ejemplo: los productos terminados dependen de la demanda del mercado. (Krajewski Lee, 2010).

**Gestión de Operaciones:** Llámese gestión de operaciones a las actividades que involucra la planificación, organización, control y dirección que comprenden la transformación de materias primas en productos terminados. (CIDEM, 2004).

**I:**

**Inventario:** Existencias de un artículo o recurso cualquiera usado en una organización. (Meindl, 2008).

**L:**

**Lista de Materiales:** Es un registro de todos los componentes de un artículo, las relaciones padre–componente y las cantidades de uso derivadas de diseños de ingeniería y de los procesos. (Fernandez, 1993).

**Lotificación:** Determinado previamente para cada artículo si conviene producir por lotes o no. Si conviene, se especificará el tamaño que vendrá fijado por consideraciones teóricas y prácticas de gestión de compras y stocks. (Meindl, 2008).

**M:**

**MAD:** Desviación absoluta media de los datos obtenidos predichos comparados con datos reales. Sirve para comparar modelos o ecuaciones, la que se ajusta mejor a la serie de tiempo es el que da el menor valor (Weirs, 2008).

**MPS:** El Plan Maestro de Producción (Master Production Scheduling, MPS) es un enlace entre las estrategias generales de la compañía y los planes tácticos que le permite alcanzar sus metas. El MPS proporciona información esencial para áreas funcionales, tales como operaciones, marketing y finanzas (Krajewski Lee, 2010).

**MRP:** Es el sistema de planificación de materiales y gestión de stocks que responde a las preguntas de, cuánto y cuándo aprovisionarse de materiales. Este sistema da por órdenes las compras dentro de la empresa, resultantes del proceso de planificación de necesidades de materiales (Krajewski Lee, 2010).

**MSE:** Error cuadrático medio, de los datos obtenidos predichos comparados con datos reales. Sirve para comparar modelos o ecuaciones, la que se ajusta mejor a la serie de tiempo es el que da el menor valor. Tiene mayor precisión que el MAD (Krajewski Lee, 2010)

**N:**

**Necesidades Netas:** Es la diferencia entre necesidades brutas menos entradas previstas y stock final (Fernandez, 1993).

**P:**

**Plan agregado de producción:** Sistema de planificación a largo plazo donde se integran las tácticas y/o estrategias que la empresa empleará para cumplir con su demanda, (Krajewski Lee, 2010).

**R:**

**Recepciones programadas:** Son pedidos que ya fueron realizados pero aún no se han completado (Krajewski Lee, 2010).

**Rentabilidad:** Medida del rendimiento que en un determinado periodo de tiempo producen capitales usados en el mismo (Sanchez, 2002).

**Requerimientos brutos:** Es la demanda total de todos los planes de producción padres (Krajewski Lee, 2010).

**S:**

**Satisfacción del cliente:** Es la percepción de éste acerca del grado con el cual sus necesidades o expectativas han sido cumplidas (Jorquera, 2012).

**Serie de tiempo:** Una serie de tiempo es una colección de observaciones tomadas a lo largo del tiempo y cuyo objetivo principal es describir, explicar, predecir y controlar algún proceso (Weirs, 2008).

**Stock de seguridad:** El stock de seguridad, también llamado stock de protección, lo podemos definir como el volumen de existencias que se tiene en el almacén, por encima de lo que normalmente se espera necesitar, para hacer frente a las fluctuaciones en exceso de demanda o a retrasos imprevistos en la entrega de los pedidos (CIDEM, 2004).

**T:**

**Teoría de Restricciones (TOC):** Es una metodología al servicio de la gerencia que permite direccionar la empresa hacia la consecución de resultados de manera lógica y sistémica y que nace ante la necesidad de las empresas de elevar su rentabilidad sin el aumento considerable en sus costos identificando la restricción que le impide ganar más dinero dentro de su sistema de empresa (Aguilera, 2000).

**V:**

**Variabilidad:** Se refiere a la diversidad de resultados de una variable o de un proceso (Weirs, 2008).

### III. HIPÓTESIS

#### III.1. Declaración de hipótesis

La identificación de las restricciones permite aumentar por lo menos en un 30% la rentabilidad del sector de carrocerías de buses de la ciudad de Trujillo en el año 2016.

#### III.2. Operacionalización de variables

**Cuadro N°1 – Operacionalización de variables**

N°	Variable	Tipo de variable	Categorías o Dimensiones	Definición	Indicador	Nivel de Medición	Unidad de Medida	Índice	Valor
1	Rentabilidad	Dependiente	Área de contabilidad & finanzas	Medida de rendimiento que en un determinado periodo de tiempo producen capitales utilizados en el mismo (Sanchez, 2002)	1) Rentabilidad económica: Margen x Rotación  2) Margen: Resultado/Ventas  3) Rotación: Ventas/Activo	De razón	1) %rentabilidad en un tiempo determinado  2) Unidades monetarias  3) Número de veces que el inventario va produciendo productos finales	1) Nivel de rentabilidad de la empresa  2) Diferencia entre ingresos totales menos egresos variables totales  3) Número de veces que el inventario va produciendo productos finales	Indicadores tienen el mismo peso de importancia

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Cuadro N°2 – Operacionalización de variables**

N°	Variable	Tipo de variable	Categorías o Dimensiones	Definición	Indicador	Nivel de Medición	Unidad de Medida	Índice	Valor
2	Teoría de Restricciones	Independiente	Área de operaciones	Metodología al servicio de la gerencia que permite direccionar la empresa hacia la consecución de resultados de manera lógica y sistemática (Goldratt, 2004)	<p>1) Truput = PV-CV</p> <p>2) Gastos de operaciones = Sumatoria de todos los costos de manufactura</p> <p>3) Eficiencia de planificación (ODTE/ODTP)*100%</p> <p>ODTP: órdenes de trabajo programadas</p> <p>ODTE: órdenes de trabajo ejecutadas</p> <p>4) Eficiencia de tiempo de procesamiento: <math>\frac{\text{Tiempo de permanencia}}{\text{tiempo de procesamiento}} * 100\%</math></p>	De razón	<p>1) Unidad monetaria</p> <p>2) Unidad monetaria</p> <p>3) %eficiencia en un tiempo determinado</p> <p>4) %eficiencia en un tiempo determinado</p>	<p>1) Velocidad de generar dinero</p> <p>2) Total de gastos de inversión operativos</p> <p>3) Porcentaje de órdenes ejecutadas sobre las órdenes planificadas en un tiempo determinado.</p> <p>4) Mide el tiempo de permanencia del vehículo en planta</p>	Indicadores tienen el mismo peso de importancia

FUENTE: ELABORACION PROPIA

## **DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANÁLISIS**

### **III.3. Tipo de Investigación**

La investigación expuesta corresponde a una del corte descriptivo debido a que se va a relatar las características fundamentales del objeto de estudio y del planteamiento de mejora que se espera realizar con la investigación sin dar explicaciones o causalidades entre las variables (Bernal, 2006)

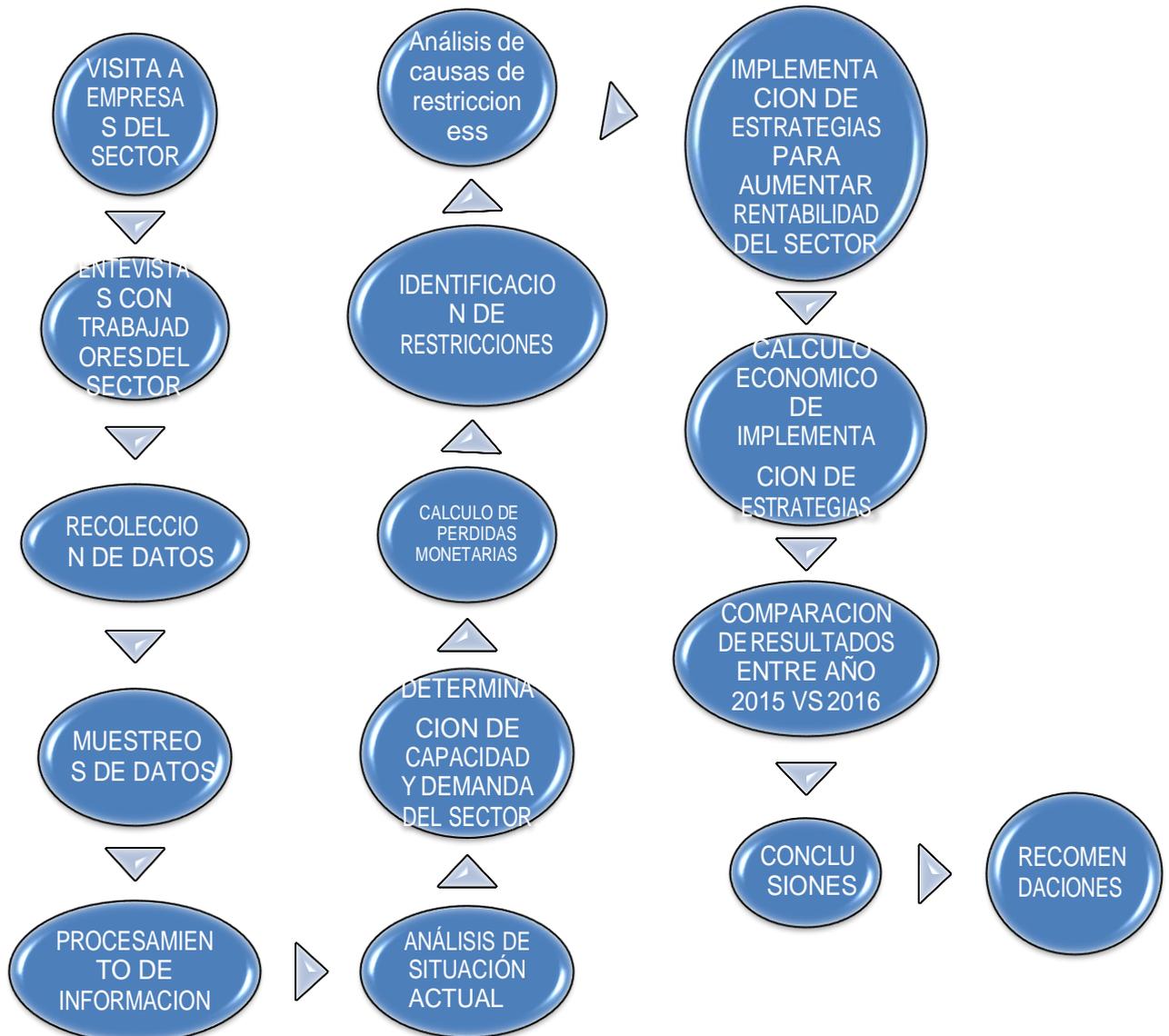
### **III.4. Diseño de Investigación**

Por el diseño de la investigación se trata de uno cuasi experimental debido a que se manipulará la variable independiente para ver su efecto en la variable dependiente (Hernandez Sampieri, 1997)

Dentro de los tipos de investigación cuasi experimental, la misma será de diseño post prueba y grupos intactos, puesto que se analizará un entorno con la manipulación de la variable y otro sin ésta. (Hernandez Sampieri, 1997)

### III.5. Método de Investigación

IMAGEN N°2 – Método de Investigación



FUENTE: ELABORACION PROPIA

La investigación empezó visitando las empresas del sector para conocer de primera fuente los problemas que las acarrean, se entrevistó con los gerentes, jefes y vendedores del sector de tal manera que se llegue a determinar el problema en común desagregado en los distintos niveles jerárquicos del sector de tal forma que la idea se volvía más compacta.

Bajo tal premisa también se recolectaron un historial de datos de diez años que describa el comportamiento de la capacidad y la demanda del sector, así como también fechas al detalle por unidad producida donde se pudo visualizar los días que se demora en producir una unidad, los días que fueron ofrecidos al cliente, los días por cada área en donde se produce el bus y las desviaciones que se produce en el proceso.

Con toda esta información se efectuaron muestreos a un nivel de confianza del 95% y error +/- 5% de tal forma que la toda información se redujo pero tiene una significancia que valida el estudio y permitió determinar que la demanda del sector sobrepasa la capacidad y además identificar las restricciones en ambas empresas.

Para una mejor comprensión del impacto que tienen las restricciones sobre la rentabilidad de la empresa se costearon las penalidades por incumplimiento en las fechas de entrega, así como también el dinero que deja de percibir el sector por no cumplir con la demanda que tienen en un plazo determinado.

Posteriormente, conociendo las restricciones del sector, se elaboraron estrategias para solucionarlas en base a la metodología de la Teoría de Restricciones y se calcularon los ahorros y nuevos ingresos económicos al ser aplicada la metodología.

Por último se validó la hipótesis y se presentaron las conclusiones alineadas a los objetivos de la investigación.

### **III.6. Población**

Dado que el sector de carrocerías de buses de Trujillo solo está conformado por dos empresas, la investigación basará su estudio en estas dos.

**Población:** Sector de Carrocerías de Buses de Trujillo

**Muestra:**

- Área de Operaciones de Empresa A, año 2015-2016.
- Área de Operaciones de Empresa B, año 2015-2016.

### **III.7. Técnicas e Instrumentos**

- Muestreos: Se utilizaron para determinar la cantidad de unidades reprogramadas del total de buses que manufactura cada empresa, los días promedios que toma su manufactura y la desviación en días que tiene el proceso de tal manera que multiplicado por las penalidades se puede cuantificar los costos que conlleva las restricciones.
- Gráficas de control estadístico: Se emplearon para determinar la variabilidad del proceso y la tendencia a la centralidad de los procesos de manufactura de ambas empresas.
- Diagrama de Ishikawa: Se utilizaron para visualizar los factores que afectan a las restricciones del sector.
- Balance de línea de producción: Fue usado para sustentar los cuellos de botella de las empresas del sector.
- Entrevistas: Tener en primera instancia el problema principal que aqueja al sector para luego ser contrastado con datos numéricos.
- Excel: Herramienta que se utilizó para realizar los cálculos y gráficas de la investigación.
- Ms Project: Herramienta que se utilizó para determinar la ruta crítica por proceso de manufactura de las empresas en investigación e identificar la restricción del proceso.

## IV) RESULTADOS

### a) Comparación de la demanda vs la capacidad de producción

En el sector de carrocerías de Trujillo, la producción de buses varía en su modelo de acuerdo a la carrocería donde se manufacture, es así que como objeto de estudio los nombres de la carrocería y el modelo que manufacturan se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro N°3 – Modelo & Carrocería**

Nombre de Carrocería	Modelo de Carrocería
Empresa A	MB 01
Empresa B	MB 02

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Sin embargo, cada modelo tiene un proceso de producción similar, variando solo las dimensiones, el diseño y los acabados interiores, más no el proceso.

**Cuadro N°4 – CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN AÑO 2015 – SECTOR CARROCERO  
TRUJILLO**

Nombre de Carrocería	Producción anual 2015 (unidades)
Empresa A	120
Empresa B	220
<b>TOTAL SECTOR</b>	<b>340</b>

FUENTE: PROGRAMAS DE PRODUCCION DEL SECTOR CARROCERO DE  
TRUJILLO

ELABORACION PROPIA

**Cuadro N°5 – DEMANDA DE UNIDADES AÑO 2015 – SECTOR CARROCERO TRUJILLO**

<b>Nombre de Carrocería</b>	<b>Demanda anual 2015 (unidades)</b>
<b>Empresa A</b>	<b>150</b>
<b>Empresa B</b>	<b>225</b>
<b>TOTAL SECTOR</b>	<b>375</b>

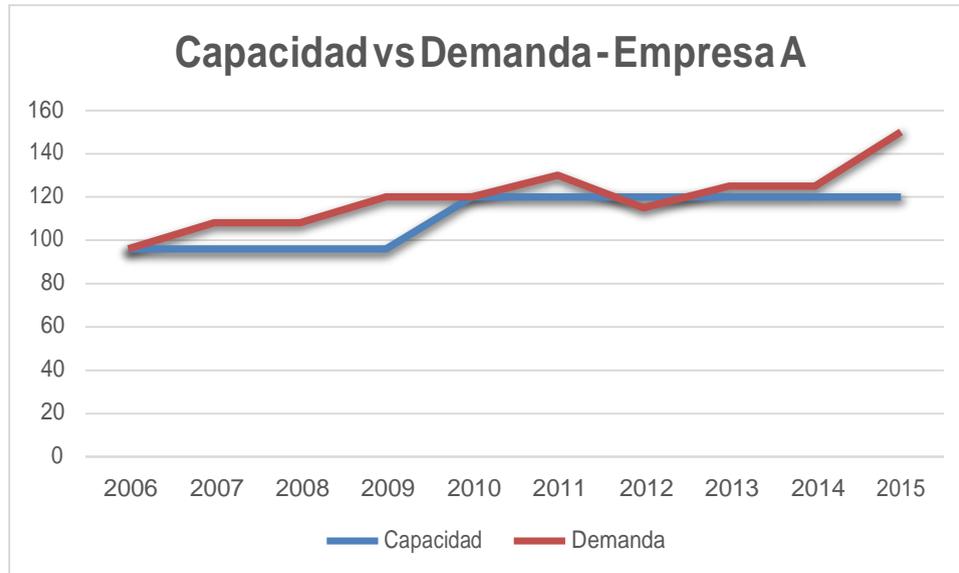
FUENTE: PROGRAMAS DE VENTAS DEL SECTOR CARROCERO DE TRUJILLO

ELABORACION PROPIA

Asimismo, cada empresa tiene su propia estrategia de producción e incurren en distintos cuellos de botella o restricciones en el ámbito de operaciones que no les permite aumentar su flujo de producción de buses y así generar mayores ingresos para la empresa.

A través de bases de datos de cada una de las empresas del sector carrocerero de la ciudad de Trujillo, se pudo conocer la cantidad de buses que estas empresas manufacturan por año y los buses que han sido demandados en ese periodo con una data histórica de diez años, de tal manera que se visualice el contraste entre la oferta y la demanda y conocer si existen o no retrasos o incumplimientos en la entrega de unidades que pide el mercado.

**Gráfica N°1 – Capacidad vs Demanda – Empresa A**



FUENTE: PROGRAMAS DE PRODUCCION DEL SECTOR CARROCERO DE TRUJILLO

ELABORACION PROPIA

La capacidad de producción de la Empresa A, según el programa de ventas de la empresa, siempre ha estado por debajo de la demanda, en los diez años que comprende el presente análisis nos resulta que en promedio la empresa deja de manufacturar 9 unidades/año, teniendo picos de años que se han dejado 30 clientes sin atender lo cual son pérdidas en ingresos considerables para la empresa, es más con una capacidad de producción mensual de 14 unidades/mes, esta empresa tendría dos meses asegurados de producción seguidos sin paralizaciones, y son en esas paralizaciones de producción donde el personal sale de la empresa y muchas veces encuentran trabajo en otro lugar y ya no regresan, con lo que la rotación que se produce afecta la eficiencia de la línea y por lo tanto los costos aumentan a posteriori.

Por lo tanto, si la capacidad de oferta está por debajo de la demanda existe un impedimento dentro de la empresa que produzca esta diferencia, y es así que se analizó la producción del año 2015 mediante muestreo a través de los programas de producción de la empresa para conocer, en primera instancia, la desviación en días que las unidades se retrasan y luego mediante el análisis de capacidades por área dentro de la zona de producción,

conocer en dónde existe mayor retraso. Cabe recalcar que se toma el año 2015 debido a que es el último año donde las condiciones de su sistema de manufactura se mantenían en original y la aplicación de la presente investigación se realizó en el 2016 y la metodología de producción se modificó en este último año.

Se realizaron los cálculos para obtener la muestra en base a la producción del año 2015, de tal forma que resultó ser de 92 unidades el seguimiento que se tuvo que hacer en base a los siguientes datos:

**Cuadro N° 6: Muestreo de unidades – Empresa A**

<b><i>Tipo de Población:</i></b>	<b>Finita</b>
<b><i>Tipo de Variable a Estimar:</i></b>	Media
<b><i>Colas de la Distribución:</i></b>	2 Colas
<b><i>Población (N):</i></b>	120
<b><i>Nivel de Confianza o seguridad (1-<math>\alpha</math>):</i></b>	95.00%
<b><i>Precisión (d):</i></b>	0.05
<b><i>Desviación (DS):</i></b>	0.50
<b><i>TAMAÑO DEMUESTRA</i></b>	<b>92</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Es así que se recurrió a los programas de producción de la empresa A y se eligieron al azar sus historiales de manufactura donde se pueden observar la fecha de inicio y fin de manufactura de las unidades, como también el término de la misma, las fechas que transcurren dentro de cada área productiva y por último la fecha prometida de entrega de la unidad al cliente final, de tal forma que el análisis otorgó la siguiente información:

**Cuadro N°7: Resultados de muestreos – Empresa A**

<b>TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>92 unidades</b>
<b>UNIDADES REPROGRAMDAS</b>	44 unidades
<b>%UNIDADES REPROGRAMADAS</b>	48%
<b>TIEMPO DE ENTREGA PROMEDIO COMPROMETIDO CON EL MERCADO</b>	47 días



**ELABORACION PROPIA**

Como se observa en la gráfica, la tendencia es muy variable y a la no centralidad del proceso, es decir el proceso tiende a estar fuera de control puesto que se tienen puntos que están fuera de los límites especificados por la empresa al cliente los cuales indican que la empresa A manufactura un bus en 47 días +/- 5 días, esos puntos son las unidades con retrasos, y no existe centralidad debido a que no se mantiene estable en el tiempo. Esto se comprueba con los indicadores de variabilidad en el cumplimiento de entregas los cuales son los siguientes:

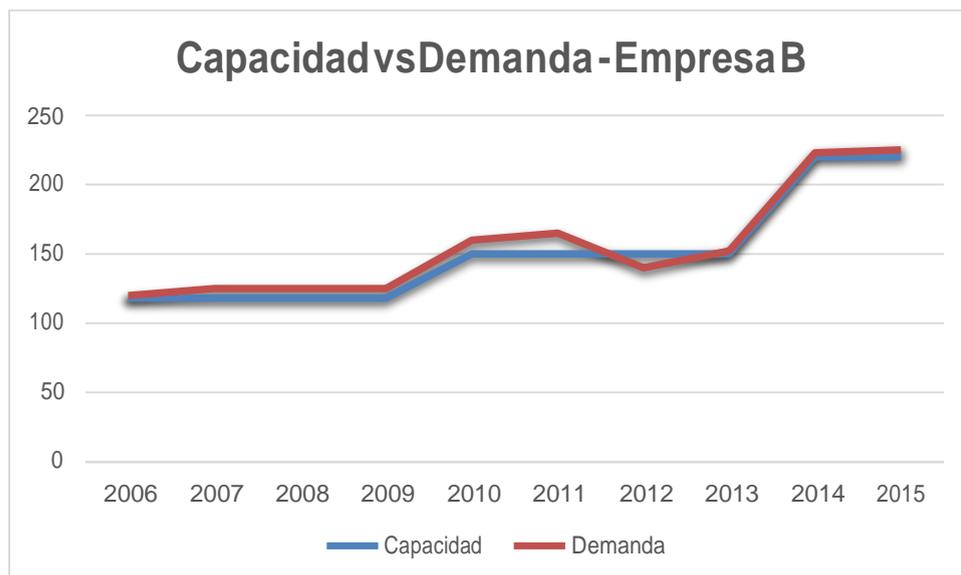
**Cuadro N°8: Valores de Cp y Cpk – Empresa A**

INDICADOR	RESULTADO
<b>CP (VARIABILIDAD DEL PROCESO)</b>	0.34
<b>CPK (CENTRALIDAD DEL PROCESO)</b>	0.73

FUENTE: PROGRAMAS DE PRODUCCION DEL SECTOR CARROCERO DE TRUJILLO

ELABORACION PROPIA

**Gráfica N°3: Capacidad vs Demanda – Empresa B**



FUENTE: PROGRAMAS DE PRODUCCION DEL SECTOR CARROCERO DE TRUJILLO

#### ELABORACION PROPIA

En el caso de la Empresa B comparado a la Empresa A tiene un desfase menor entre la demanda vs la capacidad de producción, debido a su mayor capacidad de la segunda traducido en mayor personal, a razón del triple de la Empresa A, su mayor estandarización de los procesos y la tecnificación de los mismos, cabe adicionar que sus instalaciones son el doble de la segunda.

De tal manera que en promedio dejan 4 unidades por año sin atender según histórico de diez años del estudio con un pico máximo de 15 unidades, sin embargo se ha visto mediante el CUADRO N° 7 que los últimos tres años han dejado clientes sin atender y año a año esto es una tendencia a seguir creciendo.

Ahora si bien al final del año la brecha entre demanda vs capacidad no tiene una diferencia marcada, lo que interesa conocer aún más y con mayor peso puesto que así lo exige el mercado es si se cumple con exactitud las fechas de entrega pactadas con el cliente, a razón de fidelización del cliente con la confianza en la marca, por tal motivo se realizaron los cálculos para obtener la muestra que nos permita hacer el seguimiento de este indicador de tal forma que se obtuvo lo siguiente:

**Cuadro N°9: Muestreo de unidades – Empresa B**

<b>Tipo de Población:</b>	<b>Finita</b>
<b>Tipo de Variable a Estimar:</b>	<b>Media</b>
<b>Colas de la Distribución:</b>	<b>2 Colas</b>
<b>Población (N):</b>	<b>225</b>
<b>Nivel de Confianza o seguridad (1-<math>\alpha</math>):</b>	<b>95.00%</b>
<b>Precisión (d):</b>	<b>0.05</b>
<b>Desviación (DS):</b>	<b>0.50</b>
<b>TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>143</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Se tiene que realizar un seguimiento a 143 unidades del año 2015 de las 225 que se manufacturaron para obtener una data con un 95% de confiabilidad y un error del 5% a fin de que se encuentre el indicador de unidades despachadas fuera del plazo estipulado por el cliente.

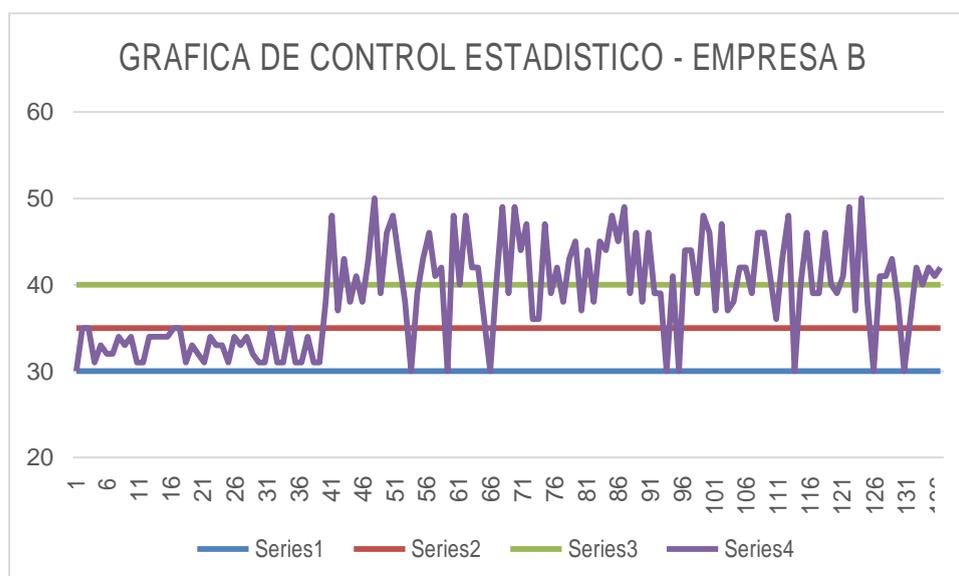
**Cuadro N°10: Resultado de muestreos – Empresa B**

<b>TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>143 unidades</b>
<b>UNIDADES REPROGRAMADAS</b>	57 unidades
<b>%UNIDADES REPROGRAMADAS</b>	40 %
<b>TIEMPO STD DE ENTREGA</b>	35 días
<b>TIEMPO ENTREGA MAX</b>	40 días
<b>TIEMPO MINIMO DE ENTREGA</b>	30 días
<b>DESVIACION TPO DE ENTREGA</b>	+/- 5.78
<b>PROMEDIO REAL TPO DE ENTREGA</b>	38.75 días
<b>PENALIDAD POR DIA</b>	100 USD

FUENTE: ELABORACION PROPIA

A través del análisis se tiene que un 40% de unidades son reprogramadas por retraso con la fecha de entrega que se pacta con el cliente, con un tiempo promedio de manufactura de 39 días, un día más a lo establecido por ellos con sus clientes, teniendo una desviación promedio de 5.78 días más por unidad retrasada lo que se traduce en un costo de 32 946 dólares americanos en penalidades por año.

**Gráfica N°4: Gráfica de Control estadístico – Empresa B**



FUENTE: PROGRAMAS DE PRODUCCION DEL SECTOR CARROCERO DE TRUJILLO

ELABORACION PROPIA

Como se observa en la gráfica, la tendencia es muy variable y a la no centralidad del proceso, es decir el proceso está fuera de control puesto que se tienen puntos que están fuera de los límites que tienen especificados la empresa con su mercado, los cuales son de 35 +/- 5 días, y no tiene centralidad debido a que no se mantiene estable en el tiempo. Esto se comprueba con los indicadores de variabilidad en el cumplimiento de entregas los cuales son los siguientes:

**Cuadro N°11: Valores de Cp y Cpk – Empresa B**

INDICADOR	RESULTADO
CP (VARIABILIDAD DEL PROCESO)	0.28
CPK (CENTRALIDAD DEL PROCESO)	0.50

FUENTE: PROGRAMAS DE PRODUCCION DEL SECTOR CARROCERO DE TRUJILLO

ELABORACION PROPIA

**Cuadro N°12: COMPORTAMIENTO DEL SECTOR**

EMPRESA	DESVIACION EN DIAS	% UNIDADES REPROGRAMADAS 2015
A	+/- 4.78 d	40%
B	+/-5.78 d	48%
SECTOR	+/- 6 d	44%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Es así que se tiene que la desviación en días del sector (el promedio de las desviaciones estándar de las dos empresas) es de +/- 6 días con 44% de unidades reprogramadas.

## b) Identificación de las restricciones del sistema

Ya se pudo determinar que el sector está fallando en el cumplimiento de las fechas de entrega, de tal manera que profundizando en el análisis, es necesario conocer en dónde se origina el problema para que la empresa A y B tengan estos retrasos y dónde empezar a tomar las acciones para que sus procesos obtengan un mejor flujo secuencial y además que sus procesos sean estables, confiables en el tiempo y que cumplan con sus plazos de entrega con sus clientes y consiga mayores ingresos.

### b.1) Identificación de la restricción del sistema – Empresa A

Es así que se tomó los reportes de los programas de producción de la Empresa A y se tiene que el área dentro de su sistema productivo que retarda el proceso siendo el más variable y el que incumple más veces en su tiempo estándar de entrega de unidades es el área de acabado, como se muestra a continuación en el cuadro N°13, cabe recalcar que el área de pintura tiene retrasos en su mayoría porque el cliente demora en escoger el color y diseños que quiere para su bus y es por eso que no se considera en el análisis:

**Cuadro N°13: Identificación de capacidades por área – Empresa A**

AREA PRODUCTIVA	BUSES RETRASADOS
ESTRUCTURA	13
PINTURA	39
<b>ACABADO</b>	<b>44</b>

FUENTE: PROGRAMAS DE PRODUCCION DEL SECTOR CARROCERO DE TRUJILLO

ELABORACION PROPIA

Como se observa en el cuadro anterior se debe trabajar en el área de acabado y concentrar esfuerzos por aminorar estos indicadores negativos, siendo esta la restricción del sistema para no poder elevar la cantidad de buses facturados que se puedan obtener al final del año.

El área de acabado de la empresa 1 está conformada por el área de electricidad, neumática, mecánica y los mismo trabajos de ensamblado de acabados. Es aquí donde se ensamblan todos las autopartes que producen las demás áreas de la empresa y la sincronización de las operaciones combinado con los materiales es la clave día a día para que a línea no pare.

Las operaciones que se presentan en esta área de la empresa 1 para manufacturar el modelo MB 01 con sus respectivos tiempos y precedencias, de tal forma que se tenga por completa la información de cómo fluye el proceso en el área, la ruta crítica identificada y la actividad que marca el ritmo de producción de la línea (restricción) se puede observar a continuación en el cuadro n°14, resultado del uso del software *MS PROJECT*.

**Cuadro N°14: Identificación de ruta crítica y cuello de botella en Empresa A**

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
HABILITADO Y MONTAJE DE PISO DE TRIPLAY 18	10 horas	lun 23/01/17	mar 24/01/17	
APLICAR POLIURETANO A TECHO Y REBAJADO	7 horas	mar 24/01/17	mié 25/01/17	1
HABILITADO DE PERFILES EXTERIORES	8 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MJE DE GOTERO / SALV /TAPAREM / V. LL	12 horas	mar 24/01/17	mié 25/01/17	3
SELLADO DE POSTES,LATERAL Y PUERTAS	5 horas	mar 24/01/17	mar 24/01/17	3
HABILITADO DE TRIPLAY DE PAQUETERA	10 horas	lun 23/01/17	mar 24/01/17	
HABILITADO DE ARBOL PANTOGRAFICO + PIEZAS	5 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
TAPIZADO DE PISO CABINA Y SALON	8 horas	mar 24/01/17	mié 25/01/17	1
FORRADO DE PAQUETERA + PANELES DE PAQUETERA	10 horas	mar 24/01/17	mié 25/01/17	6
MJE DE JEBES EN TAPA POSTERIOR	0.5 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	

<b>SPRAYADO DE ANTIGRAVILLA</b>	<b>5 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>TAPIZADOS DE LATERALES/FIBRA +ZOCALO C/CLARABOYA</b>	<b>18 horas</b>	mié 25/01/17	vie 27/01/17	<b>8</b>
<b>HAB Y MJE PERFIL AL ESCALON</b>	<b>7 horas</b>	mié 25/01/17	jue 26/01/17	<b>8</b>
<b>HABILITADO Y PEGADO DE FIBRAS EN POSTES</b>	<b>4 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>HABILITADO Y PEGADO DE FIBRAS PARA CABINA</b>	<b>1 hora</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>MONTAJE DE PERFILES C EN VANO DE VIDRIOS</b>	<b>3 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	<b>15</b>
<b>TAPIZADO DE PLANCHA DE INTERRUPTORES</b>	<b>1 hora</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>HERMETIZAR TAPA LATERALES DE MOTOR</b>	<b>4 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>HABILITADO DE BASE FAROS EN PARACHOQUE EN CHASSIS</b>	<b>0.17 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>HABILITADO/FORRADO DE TAPAS DE PAQUETERA</b>	<b>5 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>TAPIZADO DE DIVISOR DE BATERIA</b>	<b>0.25 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>MONTAJE DE CHAPAS EXTERIORES</b>	<b>2 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>MONTAJE DE VISERA</b>	<b>2 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>MONTAJE DE DUCTO DE AIRE (TUBO 6 mm)</b>	<b>4 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	<b>23</b>
<b>FORRADO DE DUCTO DE AIRE</b>	<b>0.5 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	<b>24</b>
<b>PLACA DE IDENTIFICACION</b>	<b>0.42 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>HABILITADO DE JEBES</b>	<b>8 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>MONTAJE Y REGULACION DE JEBES</b>	<b>3 horas</b>	mar 24/01/17	mar 24/01/17	<b>27</b>
<b>HABILITAR ESPEJOS</b>	<b>2 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>FORRADO DE PUERTA DE SERV.Y CHOFER</b>	<b>6 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>FORRADO DE CABEZALES DE PAQUETERA CON VINIL</b>	<b>3 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>MONTAJE DE PANELES DE TECHO + F/V</b>	<b>16 horas</b>	lun 23/01/17	mié 25/01/17	<b>31</b>

HAB Y MONTAJE DE TAPA DE INSP.	4 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>HABILITADO TAPA CENTRALIA</b>	<b>0.5 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	<b>23</b>
MONTAJE DE FAROS POSTERIORES	4 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MONTAJE DE CONSOLA	5 horas	mié 25/01/17	jue 26/01/17	9
MONTAJE DE FV Y CUBREPERINAS	12 horas	mié 25/01/17	jue 26/01/17	8
MJE DE BATERIAS	1.5 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MJE DE DEFROSTER	4 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MOTAJE DE FAROS LATERALES Y CABEZALES	4 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	45
MONTAJE DE FAROS DE BODEGA	4 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	45
HABILITADO DE CENTRALIA	4 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	45
MONTAJE DE FAROS PRINCIPALES	4 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	45
INSTALACION DE FAROS POSTERIORES + NEBLINEROS	4 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	45
MONTAJE DE RAMALES DE CHASSIS-CARROCERO	4 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MONTAJE DE ANTENA DE RADIO + FAROS CASTILLO	2 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MJE DE MOTOR TRICO Y KIT LPB	1 hora	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
HABILITADO ELÉCTRICO DE PAQUETERAS	8 horas	mié 25/01/17	jue 26/01/17	9
HERMETIZAR TAPA DE CONSOLA	0.5 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>HABILITADO DE PERFILES PASAMANOS DE PAQUETERA</b>	<b>8 horas</b>	jue 26/01/17	vie 27/01/17	<b>48</b>
<b>MONTAJE DE CORTINEROS PVC + PERFIL PVC NEGRO</b>	<b>2 horas</b>	lun 23/01/17	lun 23/01/17	<b>31,14</b>
MONTAJE DE CENTRALIA DE CHASSIS	4 horas	jue 26/01/17	jue 26/01/17	36
HAB Y MJE DE TAPA CONSOLA	1 hora	jue 26/01/17	jue 26/01/17	36
PANEL ELECT (VISERA O CONSOLA)	1 hora	jue 26/01/17	jue 26/01/17	36

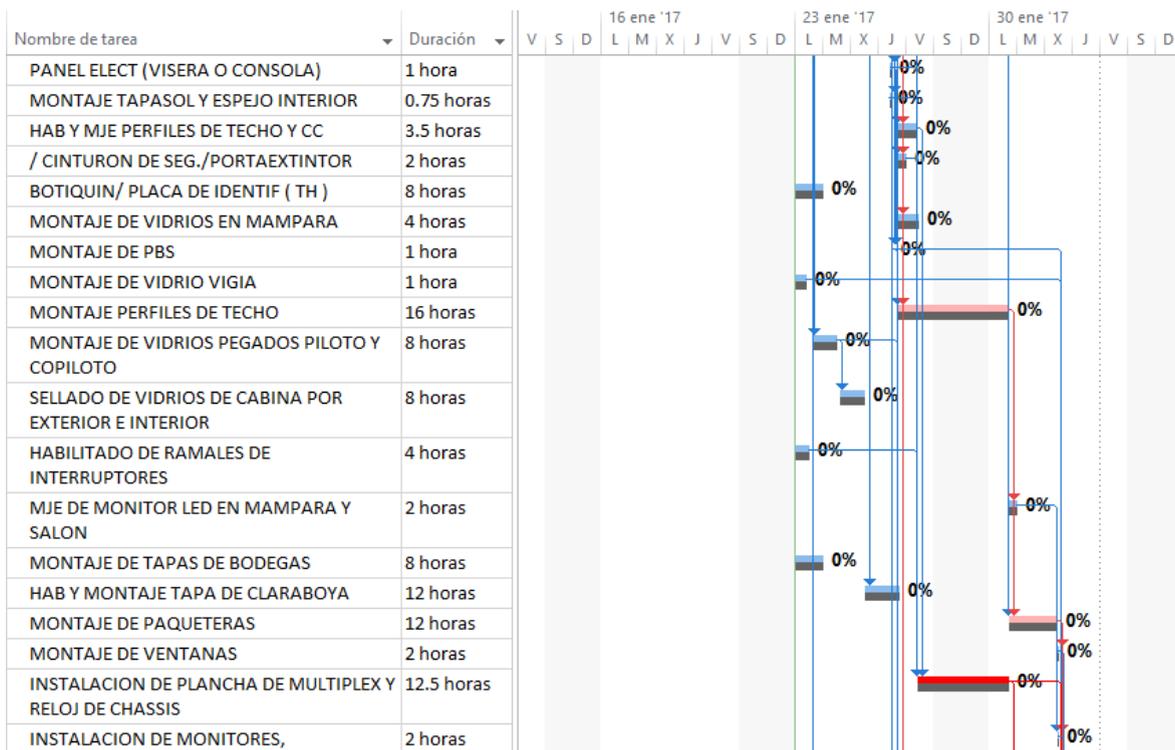
MONTAJE TAPASOL Y ESPEJO INTERIOR	0.75 horas	jue 26/01/17	jue 26/01/17	36
HAB Y MJE PERFILES DE TECHO Y CC	3.5 horas	jue 26/01/17	vie 27/01/17	23,37
/ CINTURON DE SEG./PORTAEXTINTOR	2 horas	jue 26/01/17	jue 26/01/17	37,16
BOTIQUIN/ PLACA DE IDENTIF (TH)	8 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MONTAJE DE VIDRIOS EN MAMPARA	4 horas	jue 26/01/17	vie 27/01/17	37
MONTAJE DE PBS	1 hora	jue 26/01/17	jue 26/01/17	36,54
MONTAJE DE VIDRIO VIGIA	1 hora	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MONTAJE PERFILES DE TECHO	16 horas	jue 26/01/17	lun 30/01/17	32,37
MONTAJE DE VIDRIOS PEGADOS PILOTO Y COPILOTO	8 horas	lun 23/01/17	mar 24/01/17	16
SELLADO DE VIDRIOS DE CABINA POR EXTERIOR E INTERIOR	8 horas	mar 24/01/17	mié 25/01/17	63
HABILITADO DE RAMALES DE INTERRUPTORES	4 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MJE DE MONITOR LED EN MAMPARA Y SALON	2 horas	lun 30/01/17	lun 30/01/17	62
MONTAJE DE TAPAS DE BODEGAS	8 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
HAB Y MONTAJE TAPA DE CLARABOYA	12 horas	mié 25/01/17	jue 26/01/17	32
MONTAJE DE PAQUETERAS	12 horas	lun 30/01/17	mié 01/02/17	62,37,51,48
MONTAJE DE VENTANAS	2 horas	mié 01/02/17	mié 01/02/17	69
INSTALACION DE PLANCHA DE MULTIPLEX Y RELOJ DE CHASSIS	12.5 horas	vie 27/01/17	lun 30/01/17	65,16,23,25,34,8,3,49,5,3,54,55,56,57
INSTALACION DE MONITORES, ILUMINACION DE SALON + DELIMITADOR	2 horas	mié 01/02/17	mié 01/02/17	66,69
ACRILICOS, CUBRECAB, MARTILLOS, CORTINAS, TAPAS DE PAQUETERA	7 horas	mié 01/02/17	jue 02/02/17	69
MONTAJE DE ARBOL PANTOGRAFICO + INSTALACION NEUMATICA	8 horas	jue 26/01/17	vie 27/01/17	30,37,63
MJE DE VENTANAS Y VIDRIOS EN PUERTAS + SELLADO	6 horas	vie 27/01/17	lun 30/01/17	74

<b>SELLADO DE VIGIA + PBS + VENTANAS</b>	<b>4 horas</b>	mié 01/02/17	mié 01/02/17	<b>60,61,70</b>
MJE DE CENTRALIA	0.5 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	23
HAB Y MONTAJE PUERTA CABINA ( TH )	12 horas	jue 26/01/17	lun 30/01/17	37
MONTAJE DE BREAK, PEDAL Y ARRANQUE	4 horas	lun 30/01/17	mar 31/01/17	71
MONTAJE DE EMBELLECEDORES	1 hora	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MJE CUBIERTAS DE ARBOL PANTOGRAF. SERVICIO	1.6 horas	lun 30/01/17	lun 30/01/17	74,71
MONTAJE DE ESPEJOS ALADINO TH	1 hora	jue 26/01/17	jue 26/01/17	43,60
HAB Y MJE CBTA DECORATIVA DE RELOJ + CUBIERTAS DE ESPEJOS	0.3 horas	jue 26/01/17	jue 26/01/17	82
MJE DE ASIENTO PILOTO	0.5 horas	mar 31/01/17	mar 31/01/17	79
MONTAJE DE CUBIERTA DE DELIMITADOR DE VELOCIDAD	0.42 horas	mié 01/02/17	mié 01/02/17	72,71
HERMETIZAR INTERIOR DE CAJON DE MOTOR	2 horas	mar 31/01/17	mar 31/01/17	79
MONTAJE DE CUBRECABLES EN CABINA	0.5 horas	lun 30/01/17	lun 30/01/17	71

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Si bien se observa en rojo actividades que el sistema nos arroja como críticos y sobrecargados, todos estas actividades tienen las condiciones necesarias para disminuir al menos en 50% estos tiempos debido a que son actividades que pueden realizarse en grupos de dos personas como mínimo, existen las herramientas para que se pueda ejecutar la labor y lo más importante el espacio para desenvolverse, condiciones que no ocurren con la actividad de *instalación de plancha de multiplex y reloj delimitador* puesto que esta actividad se realiza en la cabina del bus, lado piloto, donde solo cabe una sola persona y cuyo tiempo de proceso es el más largo.

**Cuadro N°15: Ruta crítica área de acabado – Empresa A**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Los resultados que se obtienen mediante el *MS PROJECT* y la visualización de la ruta crítica del proceso coinciden en que la actividad de “*Instalación de plancha multiplex e instalación de reloj de chasis*” sea parte de la cadena de actividades que no deben detenerse en búsqueda de crear un flujo continuo a la línea de producción, es así que queda identificada la restricción al sistema de producción en la empresa A y donde partirán las propuestas de mejora para controlar esta restricción.

### b.2) Identificación de la restricción del sistema – Empresa B

La empresa B al manufacturar el bus modelo MB 02 cuenta con un proceso de producción que al igual que la empresa A otorga al sistema buses fuera de la fecha de entrega establecida con sus clientes.

La organización de las áreas a nivel de producción es idéntico que la Empresa A así que se analizará mediante sus reportes las áreas que más buses han reprogramado, aumentando así los días de entrega final.

**Cuadro N°16: Identificación de capacidades por área – Empresa B**

AREA PRODUCTIVA	BUSES RETRASADOS
ESTRUCTURA	22
PINTURA	23
<b>ACABADO</b>	<b>36</b>

FUENTE: PROGRAMAS DE PRODUCCION DEL SECTOR CARROCERO DE TRUJILLO

ELABORACION PROPIA

A razón de la empresa B, el área de acabado es donde se ocasiona la mayoría de retrasos del sistema de producción.

Cabe recordar como anteriormente se mencionó, que las actividades que se tienen que realizar para la manufactura de un bus son idénticas en cualquier tipo de carrocera, sin embargo la estrategia varía al momento que tengan que afrontar su demanda.

Las operaciones que se presentan en esta área de la empresa 2 para manufacturar el modelo MB 02 con sus respectivos tiempos y precedencias, de tal forma que se tenga por completa la información de cómo fluye el proceso en el área, la ruta crítica identificada y la actividad que marca el ritmo de producción de la línea (restricción) se puede observar a continuación en el cuadro n°16, resultado del uso del software *MS PROJECT*.

**Cuadro N°17: Identificación de ruta crítica y cuello de botella en Empresa B**

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
HABILITADO Y MONTAJE DE PISO DE TRIPLAY 18	8 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
ARMADO DE PAQUETERA	5 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
TAPIZADO DE PAQUETERA	0.75 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	2
TAPIZADO DE DIVISOR DE BATERIA	0.25 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
PLACA DE IDENTIFICACION	0.42 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	

HABILITAR ESPEJOS	2.5 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
TAPIZADO DE PISO CABINA Y SALON	5 horas	mar 24/01/17	mar 24/01/17	1
MJE DE DEFROSTER	1 hora	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
SOLDAR TRICOS KIT LPB	1 hora	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MJE DE CONSOLA	3 horas	mar 24/01/17	mar 24/01/17	7
FORRO DE TECHO INTERIOR	3 horas	mié 25/01/17	mié 25/01/17	
MONTAJE PERFILES DE TECHO	1 hora	mié 25/01/17	mié 25/01/17	11
MONTAJE DE CHAPAS EXTERIORES	5 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
HABILITADO DE JEBES	6 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MONTAJE DE JEBES	4 horas	lun 23/01/17	mar 24/01/17	14
TAPIZADOS DE LATERALES/FIBRA	4 horas	mié 25/01/17	mié 25/01/17	
HABILITADO Y MONTAJE TAPA CENTRALIA	1.5 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MONTAJE DE CAJA BATERIA DE F/V	6 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
HAB Y MJE PERFIL AL ESCALON	5 horas	mar 24/01/17	mié 25/01/17	7
HABILITADO Y MONTAJE DE TRIPLAY DE BAÑO	3 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MJE DE BAÑO	5 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	20
MJE PLANCHA ESTRIADA	13 horas	jue 26/01/17	vie 27/01/17	7,12
FORRADO DE PUERTAS SERV. Y CHOFER	6 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MONTAJE DE F/V Y CUBREPIERNAS	10 horas	mar 24/01/17	mié 25/01/17	7
MONTAJE DE VIDRIOS EN MAMPARA	4 horas	mié 25/01/17	jue 26/01/17	24
MONTAJE DE MAMPARA TURISMO	7.5 horas	mar 24/01/17	mié 25/01/17	7
MONTAJE DE CORTINEROS PVC	2 horas	jue 26/01/17	jue 26/01/17	12

HABYMJE PERFILES DE TECHO Y CC	4.5 horas	mié 25/01/17	jue 26/01/17	24
HAB Y MJE DE PANEL ELECT	1 hora	mié 25/01/17	mié 25/01/17	28CC
MONTAJE TAPASOL Y ESPEJO INTERIOR	2 horas	jue 26/01/17	jue 26/01/17	29
HAB Y MONTAJE DE TAPAS DE INSP.	7 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
HABY MONTAJE DE TAPA DE HERRAMIENTAS	4 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MJE DE MONITOR LCD EN SALON	1 hora	jue 26/01/17	jue 26/01/17	12
HAB Y MJE DE TAPA CONSOLA	2.6 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
HABY MONTAJE TAPA DE CLARABOYA	6 horas	jue 26/01/17	jue 26/01/17	12
HAB Y MJE TAPA MOTOR F/V ( TH )	2 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
HABY MONTAJE PUERTA CABINA ( TH )	7 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
<b>MONTAJE DE PAQUETERAS</b>	6 horas	jue 26/01/17	jue 26/01/17	24,27
MONTAJE DE MONITORES LED EN MAMPARA	2 horas	mié 25/01/17	jue 26/01/17	11
MONTAJE PERFIL PIE VENTANA	13 horas	lun 23/01/17	mar 24/01/17	
<b>MONTAJE DE VIDRIOS PEGADOS</b>	5 horas	jue 26/01/17	jue 26/01/17	40,38CC
<b>SELLADO INTERIOR</b>	4 horas	vie 27/01/17	vie 27/01/17	41
MONTAJE DE CORTINAS	4 horas	vie 27/01/17	vie 27/01/17	42
MONTAJE DE ASIENTOS	3 horas	jue 26/01/17	jue 26/01/17	43
MONTAJE DE INTERRUPTORES	8 horas	jue 26/01/17	vie 27/01/17	28,36,34,30
<b>SELLADO EXTERIOR</b>	8 horas	jue 26/01/17	vie 27/01/17	44CC
MONTAJE DE POSAVASOS	3.5 horas	jue 26/01/17	vie 27/01/17	44
MJEDEREJILLACOMPLEMENTO DE FAROS	0.5 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MONTAJE DE CANASTILLA F/V	0.17 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	

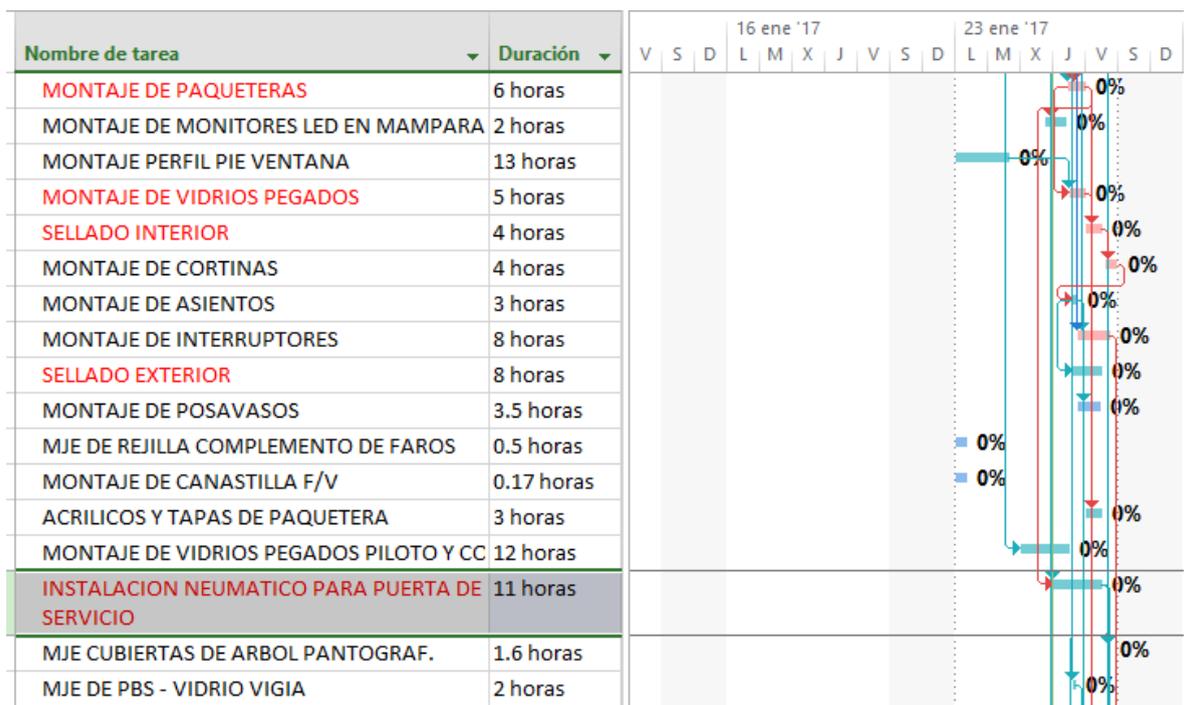
ACRILICOS Y TAPAS DE PAQUETERA	3 horas	vie 27/01/17	vie 27/01/17	38
MONTAJE DE VIDRIOS PEGADOS PILOTO Y COPILOTO	12 horas	mié 25/01/17	jue 26/01/17	29
<b>SISTEMA NEUMATICO APERTURA PUERTA SERVICIO</b>	<b>11 horas</b>	<b>jue 26/01/17</b>	<b>vie 27/01/17</b>	<b>23,24,19,26,38</b>
MJE CUBIERTAS DE ARBOL PANTOGRAF.	1.6 horas	vie 27/01/17	vie 27/01/17	52
MJE DE PBS – VIDRIO VIGIA	2 horas	jue 26/01/17	jue 26/01/17	29
MONTAJE DE ESPEJOS	1 hora	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
HABY MJE CBTA DE FAROS POSTERIORES	2 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MONTAJE MARTILLOS DE EMERGENCIA	5 horas	jue 26/01/17	vie 27/01/17	44
MJE ACRILICO DE CABINA ( TH )	0.75 horas	jue 26/01/17	jue 26/01/17	54
/ CINTURON DE SEG./PORTA EXTINTOR	3 horas	mié 25/01/17	jue 26/01/17	24
ARRANQUE DE UNIDAD	1 hora	vie 27/01/17	vie 27/01/17	45,52
BOTIQUIN/ PLACA DE IDENTIF ( TH )	2 horas	vie 27/01/17	vie 27/01/17	24,52
MJE DE ASIENTO PILOTO	0.5 horas	vie 27/01/17	vie 27/01/17	60,52
MJE DE TAPAS DE AIRE FORZADO	1 hora	vie 27/01/17	vie 27/01/17	38
ELASTICO DE PAQUETERA	8 horas	vie 27/01/17	vie 27/01/17	38
MONTAJE DE BASE DE FAROS ADICIONALES	0.25 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	
MJE DE EXTRACTOR DE AIRE	0.5 horas	lun 23/01/17	lun 23/01/17	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Según la secuencia de sus operaciones y los tiempos en que ejecutan los mismos, la manufactura de un bus toma 5 días calendarios los cuales coinciden con el tiempo estándar que ellos se plantean al momento de planificar la producción de sus unidades y de los cuales estaban demarcados en sus programas de producción donde llevan el control de su planificación.

Como se observa en el cuadro n° 16, se delimita con color rojo las actividades que son parte de la ruta crítica del proceso de producción de esta área en la línea de manufactura de un bus. Para este modelo de bus la actividad que lleva el ritmo de la producción es la *instalación del sistema neumático de apertura de puerta de servicio*, siendo la actividad cuyo tiempo de proceso es de 11 horas-hombre y la cual necesita de una liberación de la zona de trabajo casi total, debido a que no solo necesita que su área esta despejada, sino también a que como la persona encargada trabaja en una de las zonas de salida del bus necesita, por lo tanto, que la mayoría de actividades estén culminadas para evitar la afluencia de trabajadores por la zona de trabajo. Siendo la actividad que dura más se reconoce como la estación *cuello de botella* del área.

**Cuadro N°18: Diagrama de ruta crítica área de acabado – Empresa B**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Los resultados que se obtienen mediante el *MS PROJECT* y la visualización de la ruta crítica del proceso coinciden en que la actividad *instalación del sistema neumático de apertura de puerta de servicio* sea parte de la cadena de actividades que no deben detenerse en búsqueda de crear un flujo continuo a la línea de producción, es así que en conjunto con el mayor tiempo que toma realizar esta actividad, queda identificada la

restricción al sistema de producción en la empresa B y donde partirán las propuestas de mejora para controlar esta restricción.

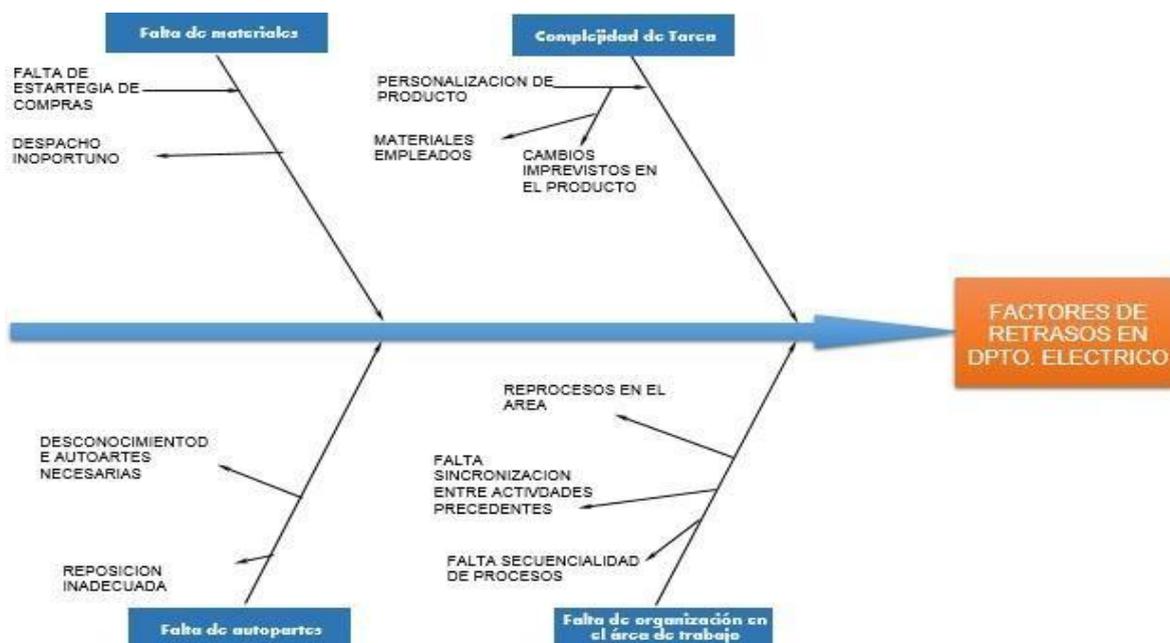
### c) Aplicación de estrategias para aumentar la capacidad del proceso

#### c.1) Factores restrictivos de la empresa A

En el caso de la Empresa A, la restricción se encuentra dentro del área de acabado, en específico en el departamento de electricidad con la actividad de *Instalación de plancha de multiplex y reloj de chasis*.

Siguiendo la metodología, queda por empezar a determinar las estrategias que permitan a este departamento aumentar su producción, en base a la resolución de los factores que le aquejan para detenerse su flujo los cuales son resumidos en el siguiente diagrama de Ishikawa:

**IMAGEN N°3: Diagrama de Ishikawa de restricción – Empresa A**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Estos factores que atentan contra la eficiencia de esta área son descritos a continuación para mayor entendimiento:

- Falta de materiales: Material es considerado como todo producto que se compra del mercado externo y que se requiere en cantidades específicas y en un momento determinado para el desarrollo normal de la operación. En el caso de esta empresa en determinadas ocasiones han surgido rupturas de stocks que han impedido que se completen las operaciones, a razón de que no se tiene una estrategia de compras que priorice la compra de determinados productos por su rotación, tiempos de llegada o precio.

Por otro lado, el abastecimiento de almacén a producción no está sincronizado con el proceso de operaciones, es decir que cuando el personal eléctrico quiere sacar su material del almacén tiene que esperar a que el almacenero recién se ponga a realizar el *picking* lo cual conlleva a mermas en la eficiencia debido a que ese tiempo de espera puede ser empleado productivamente en la línea de proceso y siendo un componente crítico de la línea de producción es un desperdicio esta actividad de espera.

- Falta de autopartes: Es considerado un problema debido a que no existe un conocimiento a totalidad de las autopartes que necesita el área de electricidad para laborar, cantidades y dimensiones, la toma de decisión de manufactura sale del momento y es otro momento del proceso donde el personal eléctrico tiene que esperar hasta que las piezas se encuentren listas.
- Complejidad de tareas: Debido a que la estrategia del negocio es la personalización del producto muchas veces los clientes requieren ciertos procedimientos no estandarizados y que no se hacen comúnmente en el mercado, de forma que cada producto sea prácticamente un lanzamiento de prueba y error lo que se traduce en un mayor número de pruebas y por lo tanto en días, de igual forma puede que el producto esté terminado y el cliente requiera modificaciones lo que conlleva a reprocesos. Por último y centrándonos dentro de la actividad cuello de botella existe un tipo de material que duplica la cantidad de horas trabajadas.
- Falta de organización en el área de trabajo: Esto implica a que los procesos dentro de una línea de producción deben ser secuenciales, es decir, el término de una es el inicio de la que viene o en algunas casos puede que sean paralelas pero de tal forma que no se crucen u obstaculicen uno con la otra.  
En esta empresa se han dado casos que cuando el personal eléctrico entra a laborar a su área de trabajo, existen otros trabajadores en la inmediaciones

laborando y si tenemos en cuenta que en la cabina de un bus solo entran dos personas, estamos hablando de una sobrecarga de espacios que impiden ejecutar movimientos normales de trabajo limitando la ejecución de la actividad aumentando sus tiempos.

#### c.1.1) Estrategias para explotar las restricciones del sistema

A continuación se presentan las acciones que se tomaron a razón de aumentar la producción de la restricción en respuesta a factores restrictivos anteriormente descritos.

c.1.1.1) Ante la falta de materiales, en el caso sea compras, se sugiere tener una estrategia de tal forma que se clasifiquen los materiales de acuerdo a su criticidad en base a la *matriz Kraljic*.

Es así que se obtuvo el total de materiales que requiere el área eléctrica para la manufactura del modelo 01 y se clasifico según su Impacto Financiero y su Riesgo Financiero, de tal manera que se conozca el tipo de material y las estrategias a desplegar según lo que la Matriz Kraljic.

Como se describió en el marco teórico la matriz está compuesta por dos ejes divididos en partes iguales, es por eso que existen dos puntajes para cada eje los cuales representan lo siguiente:

Impacto Financiero:

- Puntaje 1: Valor monetario menor a 31.78 \$ para la empresa A, su impacto en finanzas de la empresa es insignificante y los desembolsos de dinero se hace por caja chica.
- Puntaje 3: Valor monetario entre 31.78\$ y 231.36\$ para la empresa A, su impacto en las finanzas de la empresa es mediano.
- Puntaje 5: Valor monetario entre 312.05\$ - 1113.5\$ para la empresa A, tienen un alto impacto en las finanzas de la empresa.

### Complejidad del suministro

- Puntaje 1: Tienen los materiales cuyo lead time es de 1 día y las compras se realizan a nivel local.
- Puntaje 3: Tienen los materiales cuyo lead time es de 7 días y las compras se realizan a nivel nacional, siendo Lima el lugar principal de compras.
- Puntaje 5: Tienen los materiales cuyo lead time está entre los 30 a 45 días y su abastecimiento se consigue en Brasil y China.

Es así que con los puntajes descritos anteriormente se armó la siguiente tabla:

**Cuadro N°19: Lista de Materiales y clasificación – Empresa A**

n°	Item	cantidad	Precio	lead time	Riesgo	Impacto fin	Tipo
1	CABLE MELLIZO 2 X 20	300	0.55	1	1	1	Producto Rutinario
2	CABLE COAXIAL STEREO DELGADO (2 FILAMENTOS)	180	1.14	1	1	1	Producto Rutinario
3	CABLE AUTOM #18 ROJO	165	0.35	1	1	1	Producto Rutinario
4	CABLE AUTOM #14 VERDE	127	0.76	1	1	1	Producto Rutinario
5	CABLE AUTOM #14 LILA	122	0.76	1	1	1	Producto Rutinario
6	CABLE AUTOM #14 AZUL	118	0.76	1	1	1	Producto Rutinario
7	CABLE AUTOM #14 AMARILLO	108	0.76	1	1	1	Producto Rutinario
8	CONECTOR TEE 6mm Marca RGR Brazil	98	4.5	30	5	1	Producto Rutinario
9	CONECTOR MACHO 6mm x 1/8 NPT Marca RGR Brazil	96	3.1	30	5	1	Producto Rutinario
10	CAÑERIA PLASTICA 6mm Marca VIX Brazil color negro	93	1.45	30	5	1	Producto Rutinario
11	009.163014. FARO NEBLINERO IMPORTADO CRISTAL DD FANE001	93	33.52	30	5	3	Producto Aplancado
12	OMEGA SUJECION DE FARO POSTERIOR VIAGGIO	88	0.5	1	1	1	Producto Rutinario
13	PLATINA SUJECION DE FAROS POSTERIORES X 6 Pa 1722	83	0.7	1	1	1	Producto Rutinario
14	FARO POSTERIOR VIAGGIO SUP LED IZQ IC20.SM005 (1722)	1	122.1	45	5	3	Producto Estratégico
15	FARO POSTERIOR VIAGGIO SUP LED DER IC20.SM004 (1722)	1	122.1	45	5	3	Producto Estratégico
16	FARO POSTERIOR VIAGGIO INF LED L/DER IC20.IM001 (1722)	1	231.36	45	5	3	Producto Estratégico
17	FARO POSTERIOR VIAGGIO INF LED L/IZQ IC20.IM002 (1722)	1	231.36	45	5	3	Producto Estratégico
18	TIFASTON AISLADO MACHO 227209/M AUDIOBUS	64	0.4	30	5	1	Producto Rutinario
19	MASICOL TEROMASI CH IV 3mm TECKNO	1	6.1	1	1	1	Producto Rutinario
20	FARO STOP BRAKE LIGHT LUZ FRENO MARCOPOLO	1	41.95	30	5	3	Producto Aplancado
21	ABRAZADERA PVC 7" BLANCAS	60	0.07	1	1	1	Producto Aplancado
22	CABLE AUTOM #16 BLANCO	56	0.51	1	1	1	Producto Aplancado
23	CABLE AUTOM #16 NARANJA	54	0.35	1	1	1	Producto Aplancado
24	CABLE AUTOM #16 VERDE	52	0.51	1	1	1	Producto Aplancado
25	CABLE AUTOM #14 ROJO	50	0.76	1	1	1	Producto Aplancado
26	CABLE AUTOM #14 PLOMO	50	0.76	1	1	1	Producto Aplancado
27	CABLE AUTOM #14 NEGRO	47	0.76	1	1	1	Producto Aplancado
28	ABRAZADERA PVC 7" NEGRAS	46	0.07	1	1	1	Producto Aplancado
29	MANGUERA LISA 5/16	40	0.55	1	1	1	Producto Aplancado
30	CABLE AUTOM #14 NARANJA	40	0.76	1	1	1	Producto Aplancado
31	CABLE AUTOM #14 MARRON	40	0.76	1	1	1	Producto Aplancado
32	CABLE AUTOM #14 BLANCO	38	0.76	1	1	1	Producto Aplancado
33	FARO NIEBLA VIAGGIO IZQ IC3.87009	37	41.5	45	5	3	Producto Aplancado
34	FARO NIEBLA VIAGGIO DER IC3.87008	37	41.5	45	5	3	Producto Aplancado
35	FARO INF. DER LUZ VIGIA NIEBLA TORINO G7 IC20.875020	36	23.5	45	5	1	Producto Aplancado
36	FARO INF. IZQ LUZ VIGIA NIEBLA TORINO G7 IC20.875021	36	23.5	45	5	1	Producto Aplancado

FUENTE: LISTADO DE COMPRAS – EMPRESA A

ELABORACION PROPIA

**Cuadro N°20: Lista de Materiales y clasificación – Empresa A**

37	TUERCA 3/16	36	1.98	1	1	1	Producto Rutinario
38	AUTORROSCANTE CIAV 6 X 3/4	35	0.05	1	1	1	Producto Rutinario
39	AUTORADIO PIONNER DEH-1850UB CD/USB	35	312.02	7	3	5	Producto Apalancado
40	PANTALLA 5" IMPORTADA (reproductor de cámara)	33	461.44	1	1	5	Producto Apalancado
41	REPRODUCTOR PIONNER DVH-775/785 AV DVD, CD, CD-R, MP3	30	485.74	7	3	5	Producto Apalancado
42	PARLANTE PIONEER RED TS-A167SS 300W 16 CM	30	118.25	7	3	3	Producto Apalancado
43	MINICAMARA 12V EXT METAL - ESPAÑOLA Retroceso	30	346.25	1	1	5	Producto Apalancado
44	ALARMA DE RETROCESO ECCO 10T DB	30	97.46	7	3	3	Producto Apalancado
45	02080305 LUMINARIA DICROICA CON LED CRISTAL 65MM	26	104.65	30	5	3	Producto Apalancado
46	V10363A2 PILOTO LED AZUL 12/24V PLANO ESCALERA/PASILLO	25	15.97	30	5	1	Producto Rutinario
47	INVERSOR POWER VERTER PV12S 24V	25	335.98	1	1	5	Producto Apalancado
48	CAMARA Mod CTD - 05 12V INT METAL - ESPAÑOLA	25	346.5	1	1	5	Producto Apalancado
49	LAMPARA 24V 10W H3 (48700)	24	2.54	1	1	1	Producto Rutinario
50	FARO NEBLINERO COMET 500 HELLA AMBAR	24	228.81	7	3	3	Producto Apalancado
51	FARO CRISTAL INTERIOR DE BAÑO CILAMPARA	24	31.78	1	1	3	Producto Rutinario
52	CORNETA DE AIRE 12/24V AIR HORN	22	121.19	1	1	3	Producto Rutinario
53	BOTON PULSADOR START	20	5.93	1	1	1	Producto Rutinario
54	CONECTOR 12 VIAS THOREB	20	6.54	7	3	1	Producto Rutinario
55	MODULO MULTIPLEX THOREB K30 (COMETA)	20	113.5	7	3	5	Producto Estratégico
56	CONECTOR HEMBRA PANEL 10/15	19	11.04	7	3	1	Producto Cuello de botella
57	TERMINAL HEMBRA PANEL 10/15	18	1.65	7	3	1	Producto Cuello de botella
58	TERMINAL ALIMENTACION MODULO THOREB	17	2.91	7	3	1	Producto Cuello de botella
59	TERMINAL MPC HEMBRA THOREB	17	1.51	7	3	1	Producto Cuello de botella
60	CONECTOR 4 VIAS ALIMENTACION / THOREB	16	13.09	7	3	1	Producto Cuello de botella
61	CONECTOR 21 VIAS THOREB	16	10.07	7	3	1	Producto Cuello de botella
62	CONECTOR 18 VIAS THOREB	15	8.7	7	3	1	Producto Cuello de botella
63	CONECTOR 15 VIAS THOREB	15	8.05	7	3	1	Producto Cuello de botella
64	PANEL PXL-CONTROLADOR VELOCIDAD THOREB	12	441.97	7	3	5	Producto Estratégico
65	PANEL 15 TECLAS MULTIPLEX THOREB	12	915.69	7	3	5	Producto Estratégico
66	ALTAVOZ 4" DOBLE CONO A1102 - AUDIOLIBUS A1102	12	7.53	30	5	1	Producto Apalancado
67	TIRA DE 24 LEDS 24V BLANCO 480x18mm TL24048BL24C4	12	43.32	30	5	3	Producto Apalancado
68	TERMINAL OJAL 3/16 AZUL	12	0.25	1	1	1	Producto Rutinario
69	LUCE DE PAGUETERA COMIL ACERO C/REJILLA P/PARLANTE	22	38.18	7	3	3	Producto Apalancado
70	CABLE MELLIZO 2 X 20	80	0.55	1	1	1	Producto Rutinario
71	CABLE AUTOM #16 NARANJA	11	0.51	1	1	1	Producto Rutinario
72	AUTORROSCANTE C/IR 8 X 1	180	0.01	1	1	1	Producto Rutinario
73	AUTORROSCANTE C/IR 6 X 3/8	180	0.02	1	1	1	Producto Rutinario
74	AUTORROSCANTE C/IR 10 X 3/4	10	0.04	1	1	1	Producto Rutinario
75	BRAZO LIMPIA PARABRISA CON 860 MM 023.16660	10	38.87	30	5	3	Producto Apalancado

FUENTE: LISTADO DE COMPRAS – EMPRESA A

ELABORACION PROPIA

**Cuadro N°21: Lista de Materiales y clasificación – Empresa A**

76	2233-85 EMPALME FORMA T LAVAPARABRISAS	10	1.3	30	5	1	Producto Cuello de botella
77	TUERCA 5/16	2	0.05	1	1	1	Producto Rutinario
78	TANQUE LPB 24 V 024.18724	1	54.71	30	5	3	Producto Apalancado
79	PERNO M6 X 20	8	0.07	1	1	1	Producto Rutinario
80	MOTOR DE TANQUE LPB 24V	8	54.71	30	5	3	Producto Apalancado
81	MANGUERA LPB 3/16	8	0.1	30	5	1	Producto Rutinario
82	KIT LIMPIAPARABRISA 24V LPB C/MOTOR BOSCH B-250-24	8	706.2	30	5	5	Producto Estratégico
83	ARANDELA PLANA M-20	8	0.11	1	1	1	Producto Rutinario
84	REMACHE POP 5/32 X 5/8 (40 X 15)	17	0.05	1	1	1	Producto Rutinario
85	LAMPARA 24V 10W (17326)	8	1.27	1	1	1	Producto Rutinario
86	FARO BODEGA CRISTAL	8	5.08	1	1	1	Producto Rutinario
87	ABRAZADERA PVC 14" BLANCA	8	0.19	1	1	1	Producto Rutinario
88	ZOCALO 2 POLOS 3 HILOS 020.S0030	8	4.59	30	5	1	Producto Rutinario
89	IC20.878325 FARO LATERAL MP GT C/LED MAYOR	8	36.94	30	5	3	Producto Apalancado
90	VCR3003 FARO PILOTO AMBAR LED 12/24 C/CABLE 500MM	8	18.18	30	5	1	Producto Apalancado
91	LINTERNA TRAZERA SUPERIOR DER LED 24V 020878606	1	37.98	30	5	3	Producto Apalancado
92	LINTERNA TRAZERA SUPERIOR IZQ LED 24V 020878608	1	37.98	30	5	3	Producto Apalancado
93	LINTERNA DELANTERA SUP. CRISTAL LED 24 V 020878604	3	21.58	30	5	1	Producto Apalancado
94	LAMPARA 24V 4W (11141)	1	0.73	1	1	1	Producto Apalancado
95	FARO PLACA RODAJE 020.5070	6	8.45	1	1	1	Producto Apalancado
96	AUTORROSCANTE CIAV 8 X 3/4 PAVONADO	17	0.08	1	1	1	Producto Apalancado
97	AUTORROSCANTE CIAV 6 X 3/4 PAVONADO	6	0.05	1	1	1	Producto Apalancado
98	ANTENA COLA RATON SUT-043	5	13.56	1	1	1	Producto Apalancado
99	SOCKET FARO DEL INTERMIT VIAGGIO MP-300 TC 102.1516	4	0.25	45	5	1	Producto Apalancado
100	ZOCALO FARO DELANT VIAGGIO MP-300 IC20.S0707	4	0.3	45	5	1	Producto Apalancado
101	BASES DE FAROS PRINCIPALES 1722 X 10 P2 (VIAGGIO)	1	16.1	1	1	1	Producto Apalancado
102	FARO DELANT. IZQ. C/INTERMIT VIAGGIO MP 300 COD.10045851	3	21.3	45	5	1	Producto Apalancado
103	FARO DELANT.DER. C/INTERMIT VIAGGIO MP 300 COD.10045824	3	21.3	45	5	1	Producto Apalancado
104	ZOCALO 1 POLO 2 HILOS IMP 020.S005	3	6.37	30	5	1	Producto Rutinario
105	TUERCA M6	2	0.02	1	1	1	Producto Rutinario
106	TUERCA M6	2	0.04	1	1	1	Producto Rutinario
107	PERNO HEX 1/4 X 1	2	0.1	1	1	1	Producto Rutinario
108	ARANDELA PRESION 3/16	2	0.01	1	1	1	Producto Rutinario
109	ARANDELA PRESION 1/4	2	0.03	1	1	1	Producto Rutinario
110	ARANDELA PLANA 3/16	2	1.24	1	1	1	Producto Rutinario
111	ARANDELA PLANA 1/4	2	0.04	1	1	1	Producto Rutinario
112	FOCO PILOTO HELLA ROJO 12/24 V	1	11.02	1	1	1	Producto Rutinario
113	CHICHARRA 24V	2	3.81	1	1	1	Producto Rutinario

FUENTE: LISTADO DE COMPRAS – EMPRESA A

ELABORACION PROPIA

**Cuadro N°22: Lista de Materiales y clasificación – Empresa A**

114	TERMINAL OJAL 5/16 AZUL	2	0.01	1	1	1	Producto Rutinario
115	LAMPARA 24V 12W T/LAGRIMA	2	1.02	1	1	1	Producto Rutinario
116	CONECTOR PORTAHEMBRA 2 VIAS Z20624	2	0.2	30	5	1	Producto Rutinario
117	CONECTOR PORTA HEMBRA 6 VIAS Z20630	1	0.61	30	5	1	Producto Rutinario
118	CABLE AUTOM # 10 NEGRO	4	2	1	1	1	Producto Rutinario
119	CABLE AUTOM # 10 AZUL	2	2	1	1	1	Producto Rutinario
120	ABRAZADERA PVC 4" BLANCAS	1	0.02	1	1	1	Producto Rutinario
121	CONECTOR HEMBRA 3 VIAS Z20644	1	2.67	30	5	1	Producto Rutinario
122	CONECTOR MACHO 3 VIAS Z20635	1	2.77	30	5	1	Producto Rutinario
123	AUTORROSCANTE C/R 10 x 3/4 PAVONADO	1	0.04	1	1	1	Producto Rutinario
124	T/FASTON H 6.35 TI 25 CLICK SUELTO Z2T203/S AUDIOBUS	1	0.2	30	5	1	Producto Cuello de botella
125	T/FASTON H 6.35 (TI 19) CLIK SUELTO Z2T204/S AUDIOBUS	1	0.13	30	5	1	Producto Cuello de botella
126	TERMINAL MATE N-LOCK CILIND HEMBRA Z2T353/H	0.28	0.3	30	5	1	Producto Cuello de botella
127	TERMINAL MATE N-LOCK CILIND MACHO Z2T353/S	0.28	0.3	30	5	1	Producto Cuello de botella
128	T/FASTON H 6.35 AISLADO HEMBRA Z2T203 AUDIOBUS	1	0.43	30	5	1	Producto Rutinario
129	PORTA RELAY C/PATILLA IMPORTADO AUDIOBUS Z26373	1	3.71	30	5	1	Producto Estratégico
130	AUTORROSCANTE CIAV 10 X 2	1	0.08	1	1	1	Producto Rutinario
131	RELAY 24V 10/20 AUDIOBUS ZR5P2410X20A	1	4.13	30	5	1	Producto Estratégico
132	TUERCA 1/4	1	0.04	1	1	1	Producto Rutinario
133	TERMINAL OJAL 5/16 AMARILLO	5	0.3	1	1	1	Producto Rutinario
134	TERMINAL OJAL 1/4 AZUL	1	0.25	1	1	1	Producto Rutinario
135	MANGUERA NEGRA CORRUGADA 1"	1	2.97	1	1	1	Producto Rutinario
136	MANGUERA NEGRA CORRUGADA 1/2	1	0.85	1	1	1	Producto Rutinario
137	CONECTOR PORTAMACHO 4 VIAS Z20627	4	2.54	30	5	1	Producto Rutinario
159	CABLE AUTOM #16 VERDE	9	0.54	1	1	1	Producto Rutinario
160	CABLE AUTOM #16 ROSADO	9	0.54	1	1	1	Producto Rutinario
161	CABLE AUTOM #16 ROJO	9	0.54	1	1	1	Producto Rutinario
162	CABLE AUTOM #16 PLOMO	9	0.54	1	1	1	Producto Rutinario
163	CABLE AUTOM #16 MARRON	9	0.54	1	1	1	Producto Rutinario
164	CABLE AUTOM #16 LILA	9	0.54	1	1	1	Producto Rutinario
165	CABLE AUTOM #16 AZUL	9	0.54	1	1	1	Producto Rutinario
166	CABLE AUTOM #16 AMARILLO	9	0.54	1	1	1	Producto Rutinario

FUENTE: LISTADO DE COMPRAS – EMPRESA A

ELABORACION PROPIA

Según el tipo de producto, la empresa debe tomar acciones buscando que el material siempre se encuentre en el momento que producción lo solicita.

Es así que se proponen las siguientes medidas:

**Productos Rutinarios:**

- ✓ Homologar los proveedores de estos productos para que el proceso de logística sea más rápido y en menos tiempo.
- ✓ Cancelar el proceso de cotización de estos productos y generar automáticamente vía sistema las órdenes de compra.
- ✓ Comprar bajo la premisa de lotes óptimos de producción para la disminución de órdenes de compra y costos de almacenamiento.

### **Productos Estratégicos:**

- ✓ Bajo la premisa de evitar reprocesos y quejas de los clientes acerca de la calidad del producto, se requiere establecer ratios de aceptación de lotes de compra para la aceptación del producto a almacén.
- ✓ Apertura del sistema al proveedor para que visualice el stock de sus productos en el almacén de la Empresa A y se prepare según el caso con anticipación su próximo despacho.
- ✓ Aplicar el conteo de inventario cíclico para que el margen de error del inventario sea mínimo y se tengan el stock real en cualquier momento.
- ✓ Actualizar los puntos de reposición de tal manera que se incluyen los cambios que se efectúan por garantía.

### **Productos Apalancados:**

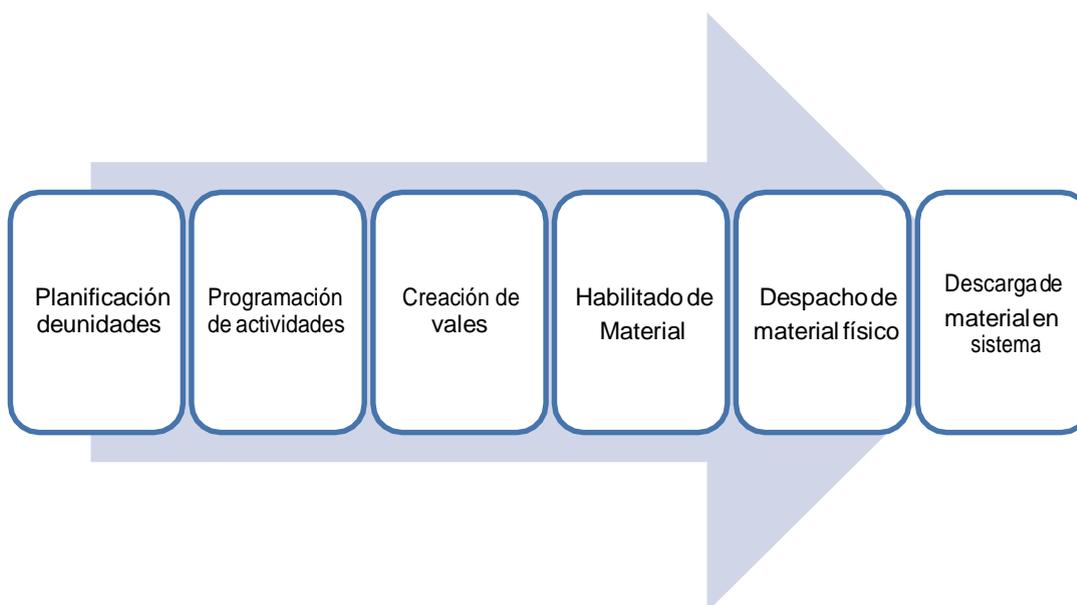
- ✓ Disminuir los precios por concepto de depreciación tecnológica.
- ✓ Estrategia de compras justo a tiempo, o solo comprar lo que se va a usar.
- ✓ Inmediatez de respuesta a requerimiento del cliente.

### **Productos Cuellos de Botella:**

- ✓ Creación de alianza estratégica con proveedor en alianza de exclusividad por parte de la empresa A para obtener un flujo constante de material sin rupturas de stock.
- ✓ Realizar seguimiento en días al aprovisionamiento de estos productos.
- ✓ Determinar la desviación de días en que los productos llegan a la empresa y determinar un stock de seguridad para cubrirnos en caso de fallo de abastecimiento.
- ✓ Buscar alternativas en el mercado para abastecimiento de estos materiales.

Todo esto en el marco del abastecimiento externo de material hacia la empresa, pero tan importante de igual forma es el abastecimiento interno del almacén a la línea de producción, y en el caso específico del personal eléctrico. Es así que se evaluó este proceso de tal modo que se consiga la sincronización entre materiales y procesos para aumentar la disponibilidad de material en el área de trabajo.

**Imagen N°4: Proceso de abastecimiento almacén vs producción – Empresa A**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Al momento de la investigación se encontró que el material que se necesitaba para una unidad no estaba a tiempo en planta debido a los siguientes factores:

- No se encontraban los vales de salida de material en el almacén para su habilitado.
- Se tenían habilitados los materiales de una unidad que no estaba en línea para producir.

**Cuadro N°23: Identificación de capacidad de proceso de abastecimiento interno – Empresa A**

ITEM	Capacidad	Unidades
<b>PLANIFICACION DE UNIDADES</b>	1.0	hora/semanal
<b>PROGRAMACION DE ACTIVIDADES</b>	2.0	hora/unidad
<b>CREACION DE VALES DE SALIDA</b>	2.7	hora/unidad
<b>HABILITADO DE MATERIAL</b>	4.0	hora/unidad
<b>DESPACHO</b>	0.2	hora/unidad
<b>DESCARGA DE MATERIAL EN SISTEMA</b>	0.5	hora/unidad

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Es así que mediante el análisis de capacidades del proceso se reorganizó éste de tal forma que todos los responsables sepan en qué momento de la semana puedan realizar cada actividad.

**Cuadro N°24: Cronograma de trabajo propuesto de abastecimiento interno–  
Empresa A**

<b>CRONOGRAMA DE TRABAJO PROPUESTO</b>		
<b>ITEM</b>	<b>DIA</b>	<b>RESPONSABLE</b>
<b>PLANIFICACION DE UNIDADES MES</b>	Ultimo día de mes anterior	JEFE DE AREA
<b>PROGRAMACION DE ACTIVIDADES SEMANAL</b>	miércoles de semana anterior	JEFE DE AREA
<b>CREACION DE VALES</b>	miércoles y jueves	SUPERVISORA
<b>HABILITADO DE MATERIAL</b>	jueves, viernes y sábado	ALMACENERO
<b>DESPACHO</b>	viernes, sábado y lunes	ALMACENERO
<b>DESCARGA DE MATERIAL EN SISTEMA</b>	viernes y sábado	ALMACENERO

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Las razones del por qué se habilita material con una semana de anticipación son las siguientes:

- ✓ Por política de la empresa las compras de material se realizan semanalmente.
- ✓ En el caso exista una desviación en el proceso de compras, se tiene una semana de colchón para conocer los materiales faltantes y ejecutar ordenes de emergencia para abastecer el material.
- ✓ Para empezar a producir desde el primer día de la semana con material habilitado.

c.1.1.2) Lo complejo de la actividad de la *Instalación de plancha de multiplex y reloj de chasis* se basa en el riesgo que induce tener unas malas conexiones eléctricas, por lo tanto, no se puede imponer presión y apuro a una tarea que si se hace mal produciría desgracias tales como incendios de las unidades por corto circuito. Además la empresa debida a su estrategia no puede inducir al cliente en limitar las características que requiera para su unidad, pero eso sí cambiar materiales de tal forma que la tarea que se ejecuta en

12.5 h-h disminuya a 8 h-h, y así alinearse a las capacidades máximas de los demás procesos.

c.1.1.3) Con estas estrategias se tiene una menor paralización por falta de material del área de electricidad y el proceso. Adicionalmente a estas decisiones, se reorganizó la secuencialidad de actividades de tal manera que el área donde se realice la actividad cuello de botella quede libre de trabajos precedentes y pueda el encargado de realizarla tener la libertad total para trabajar y no chocarse con otros trabajadores.

Es así que se subdividió el área en estaciones de trabajo, para el caso de la empresa A la subdivisión trajo consigo 5 estaciones de trabajo de tal manera que cada estación tenga una cierta cantidad de actividades, operarios y materiales. El tiempo de cada estación es de 1 día, tiempo que la actividad cuello de botella tiene y que subordinará al resto de la línea tal y como lo indica el TOC.

**Cuadro N°25: Organización por estaciones de trabajo – Empresa A**

<b>ESTACION</b>	<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
1	1	HABILITADO Y MONTAJE DE PISO DE TRIPLAY 18
	2	APLICAR POLIURETANO A TECHO Y REBAJADO
	3	HABILITADO DE PERFILES EXTERIORES
	4	MJE DE GOTERO / SALV /TAPAREM / V. LL
	5	SELLADO DE POSTES,LATERAL Y PUERTAS
	6	HABILITADO DE TRIPLAY DE PAQUETERA
	7	HABILITADO DE ARBOL PANTOGRAFICO + PIEZAS
	8	TAPIZADO DE PISO CABINA Y SALON
2	9	FORRADO DE PAQUETERA + PANELES DE PAQUETERA
	10	MJE DE JEBES EN TAPA POSTERIOR
	11	SPRAYADO DE ANTIGRAVILLA

	12	TAPIZADOS DE LATERALES/FIBRA +ZOCALO C/CLARABOYA
	13	HAB Y MJE PERFIL AL ESCALON
	14	HABILITADO Y PEGADO DE FIBRAS EN POSTES
	15	HABILITADO Y PEGADO DE FIBRAS PARA CABINA
	16	MONTAJE DE PERFILES C EN VANO DE VIDRIOS
	17	TAPIZADO DE PLANCHA DE INTERRUPTORES
	18	HERMETIZAR TAPA LATERALES DE MOTOR
	19	HABILITADO DE BASE FAROS EN PARACHOQUE EN CHASSIS
	20	HABILITADO/FORRADO DE TAPAS DE PAQUETERA
	21	TAPIZADO DE DIVISOR DE BATERIA
	22	MONTAJE DE CHAPAS EXTERIORES
	23	MONTAJE DE DUCTO DE AIRE (TUBO 6 mm)
	24	FORRADO DE DUCTO DE AIRE
	25	PLACA DE IDENTIFICACION
	26	HABILITADO DE JEBES
	27	MONTAJE Y REGULACION DE JEBES
	28	HABILITAR ESPEJOS
	29	FORRADO DE PUERTA DE SERV.Y CHOFER
	30	FORRADO DE CABEZALES DE PAQUETERA CON VINIL
	31	MONTAJE DE PANELES DE TECHO + F/V
	32	HAB Y MONTAJE DE TAPA DE INSP.
	33	HABILITADO TAPA CENTRALIA

3	34	MONTAJE DE FAROS POSTERIORES
	35	MONTAJE DE FV Y CUBREPERINAS
	36	MJE DE BATERIAS
	37	MJE DE DEFROSTER
	38	MOTAJE DE FAROS LATERALES Y CABEZALES
	39	MONTAJE DE FAROS DE BODEGA
	40	HABILITADO DE CENTRALIA
	41	MONTAJE DE FAROS PRINCIPALES
	42	INSTALACION DE FAROS POSTERIORES + NEBLINEROS
	43	MONTAJE DE RAMALES DE CHASSIS-CARROCERO
	44	MONTAJE DE ANTENA DE RADIO + FAROS CASTILLO
	45	MJE DE MOTOR TRICO Y KIT LPB
	46	HABILITADO ELÉCTRICO DE PAQUETERAS
	47	HERMETIZAR TAPA DE CONSOLA
	48	HABILITADO DE PERFILES PASAMANOS DE PAQUETERA
49	MONTAJE DE CORTINEROS PVC + PERFIL PVC NEGRO	
50	MONTAJE DE CENTRALIA DE CHASSIS	
51	HAB Y MJE DE TAPA CONSOLA	
52	PANEL ELECT (VISERA O CONSOLA)	
53	MONTAJE TAPASOL Y ESPEJO INTERIOR	
54	HAB Y MJE PERFILES DE TECHO Y CC	

	55	/ CINTURON DE SEG./PORTAEXTINTOR
	56	BOTIQUIN/ PLACA DE IDENTIF ( TH )
	57	MONTAJE DE VIDRIOS EN MAMPARA
	58	MONTAJE DE PBS
	59	MONTAJE DE VIDRIO VIGIA
	60	MONTAJE PERFILES DE TECHO
	61	MONTAJE DE VIDRIOS PEGADOS PILOTO Y COPILOTO
	62	SELLADO DE VIDRIOS DE CABINA POR EXTERIOR E INTERIOR
	63	HABILITADO DE RAMALES DE INTERRUPTORES
	64	MJE DE MONITOR LED EN MAMPARA Y SALON
	65	MONTAJE DE TAPAS DE BODEGAS
66	HAB Y MONTAJE TAPA DE CLARABOYA	
4	67	MONTAJE DE PAQUETERAS
	68	MONTAJE DE VENTANAS
	69	INSTALACION DE PLANCHA DE MULTIPLEX Y RELOJ DE CHASSIS
	70	INSTALACION DE MONITORES, ILUMINACION DE SALON + DELIMITADOR
	71	ACRILICOS, CUBRECAB, MARTILLOS, CORTINAS, TAPAS DE PAQUETERA
	72	MONTAJE DE ARBOL PANTOGRAFICO + INSTALACION NEUMATICA
	73	MJE DE VENTANAS Y VIDRIOS EN PUERTAS + SELLADO
	74	SELLADO DE VIGIA + PBS + VENTANAS

<b>5</b>	<b>75</b>	<b>MJE DE CENTRALIA</b>
	<b>76</b>	<b>HAB Y MONTAJE PUERTA CABINA ( TH )</b>
	<b>77</b>	<b>MONTAJE DE BREAK, PEDAL Y ARRANQUE</b>
	<b>78</b>	<b>MONTAJE DE EMBELLECEDORES</b>
	<b>79</b>	<b>MJE CUBIERTAS DE ARBOL PANTOGRAF. SERVICIO</b>
	<b>80</b>	<b>MONTAJE DE ESPEJOS ALADINO TH</b>
	<b>81</b>	<b>HAB Y MJE CBTA DECORATIVA DE RELOJ + CUBIERTAS DE ESPEJOS</b>
	<b>82</b>	<b>MJE DE ASIENTO PILOTO</b>
	<b>83</b>	<b>MONTAJE DE CUBIERTA DE DELIMITADOR DE VELOCIDAD</b>
	<b>84</b>	<b>HERMETIZAR INTERIOR DE CAJON DE MOTOR</b>
	<b>85</b>	<b>MONTAJE DE CUBRECABLES EN CABINA</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Como observamos la actividad cuello de botella está en la estación n°4 lo cual indica que se tienen que cumplir las demás actividades anteriores para su normal desempeño, adicionalmente en esta estación se realizarán actividades paralelas las cuales son descritas en el cuadro anterior y que no interrumpen o provocan. Antes de llegar a la cuarta estación el supervisor del área debe asegurarse que todos los pasos anteriores y que involucren al personal eléctrico estén a tiempo y con la calidad de trabajo requerido para que no exista paralizaciones por reprocesos, es decir cuantitativamente el supervisor goza de 4 días como colchón o amortiguador según la TOC para corregir desviaciones del proceso que involucren al cuello de botella.

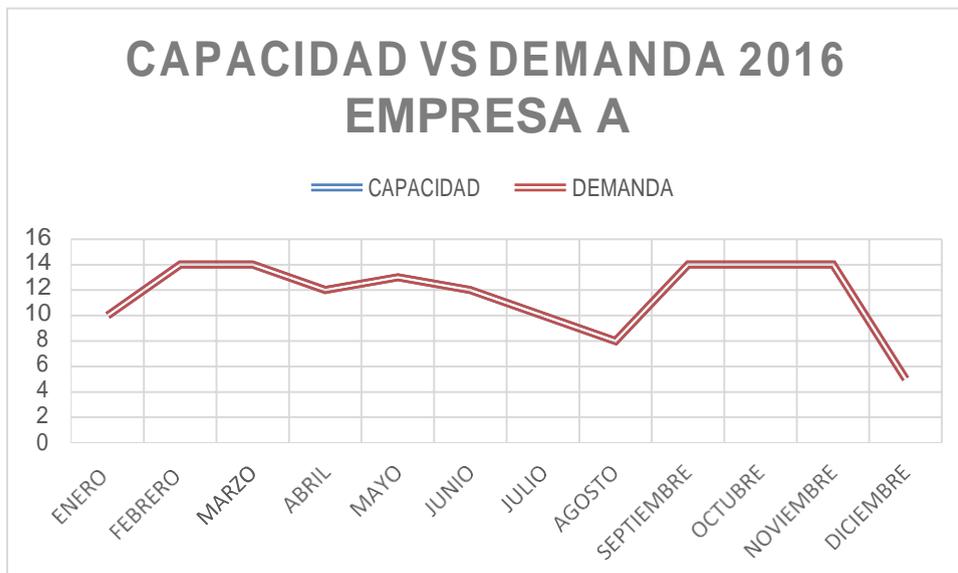
**Imagen N°5: Aplicación del TOC – Empresa A**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Es así que con la puesta en marcha de estas estrategias se obtuvieron los siguientes resultados:

**Gráfica N°5: Capacidad de producción vs demanda – Empresa A**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

La capacidad de producción de la empresa A igualó la demanda en el año 2016 y la superó, incluso el mes de diciembre se tuvo que mandar de vacaciones forzosas a los trabajadores por falta de unidades para producir.

**Cuadro N°26: % Unidades reprogramadas 2016 – Empresa A**

<b>AÑO</b>	<b>% DE UNIDADES REPROGRAMADAS</b>
<b>2015</b>	48%
<b>2016</b>	20%

FUENTE: EMPRESA COMERCIALIZADORA DE CHASIS

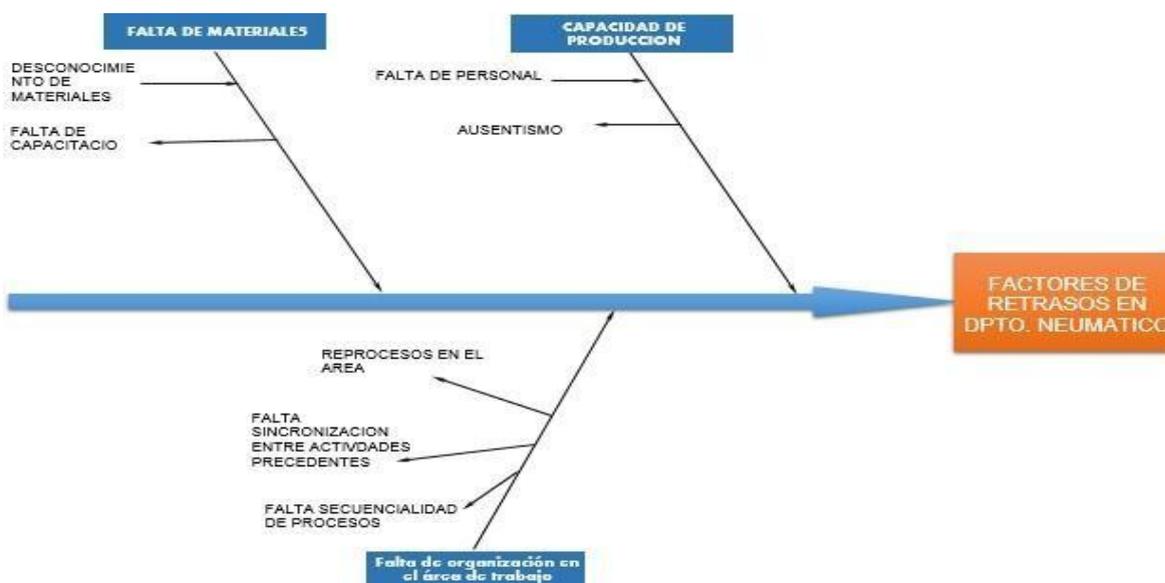
Además de un 48% de unidades reprogramadas en el 2015 se bajó este indicador a un 20% con la premisa que el 2017 se llegue a un solo 10% de unidades reprogramadas.

### **c.2) Factores restrictivos de la empresa B**

Para el caso de la Empresa B, la restricción se encuentra dentro del área de acabado, en específico en el departamento de neumática con la de Instalación de sistema neumático de apertura de puerta de servicio.

Para empezar se determinarán los factores que impiden el flujo normal de la presente actividad para que en base a eso se diseñen las estrategias.

**Imagen N°6: Diagrama de Ishikawa de restricción – Empresa B**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Estos factores que atentan contra la eficiencia de esta área son descritos a continuación para mayor entendimiento:

- Falta de capacidad de producción: La actividad la realiza una sola persona por lo cual esta se extiende en demasía y con muy poco margen para el error o para atender garantías, reclamos o servicio post venta.

**Cuadro N°27: Capacidad de área neumática – Empresa B**

CONCEPTO	CAPACIDAD
<b>CAPACIDAD DE PRODUCCION INSTALADA</b>	20 UNIDADES/MES
<b>TIEMPO DE HABILITADO DE PIEZAS PARA INSTALACION NEUMATICA</b>	3 HORAS
<b>TIEMPO DE MONTAJE DE PUERTA DE SERVICIO</b>	8 HORAS
<b>UNIDADES NO ATENDIDAS</b>	2 UNIDADES

FUENTE: ELABORACION PROPIA

- Falta de materiales: Este problema sucede por la falta de información con la que cuenta el área de compras y a que no están capacitados en el conocimiento de los materiales, es por eso que faltan materiales que en su mayoría no son estratégicos, pero que de igual modo retrasa la producción ya sea porque cuando llega el material el operario ya se encuentra en una unidad posterior y tiene que retroceder, o porque tiene que esperar a razón de 2 a 3 horas la llegada del material para seguir procesando normalmente la actividad.
- Falta de organización del trabajo: Siendo el área de trabajo desarrollado en la puerta de salida de pasajeros y una zona por donde también es salida para los operarios que trabajan en el bus realizando otras actividades es necesario un orden en el área a razón de que el encargado neumático pueda trabajar libremente, lo que quiere decir que no exista personal subiendo y bajando cuando se esté trabajando o se esté trabajando en el mismo área.

#### c.2.1) Estrategias para explotar las restricciones del sistema

A continuación se presentan las acciones que se tomaron a razón de aumentar la producción de la restricción en respuesta a los factores expuestos anteriormente

c.2.1.1) Ante la falta de capacidad de producción del área se determinó la contratación de una ayudante para el maestro neumático.

Inversión que no solo permitirá cumplir con la demanda sino también en liberare de tiempo para el desarrollo de nuevos diseño de apertura de puertas como también en autopartes que permitan disminuir los costos o disminuir el peso de la carrocería.

c.2.1.2) Para evitar la falta de materiales por desconocimiento de los *input* que entran en el proceso se hizo una desagregación de todo lo que se necesita de tal forma que se tenga estandarizado todo lo que se tenga que comprar y clasificado según la criticidad en precios y riesgo de abastecimiento para la ejecución de futuras estrategias de compras.

**Cuadro N°28: Lista de material área neumática – Empresa B**

PRODUCTO	CANTIDAD	COSTO UNT	LEAD TIME	RIESGO	IMP. FINA	TIPO
ABRAZADERA PVC 14" NEGRAS	20.00	0.19	1.00	1.00	1.00	PRODUCTO RUTINARIO
ARANDELA PLANA 1/2	3.00	0.12	1.00	1.00	1.00	PRODUCTO RUTINARIO
ARANDELA PLANA 3/8	11.00	0.06	1.00	1.00	1.00	PRODUCTO RUTINARIO
BOCINA DE 1/2 X 1 X 1/2	1.00	3.00	7.00	3.00	1.00	Producto Cuello de botella
BOCINA DE 1/2 X 1 X 3/4	3.00	3.00	7.00	3.00	1.00	Producto Cuello de botella
CILINDRO DE PUERTA GRANDE 026.103697	1.00	224.04	30.00	5.00	2.00	PRODUCTO ESTRATEGICO
PASADOR 3/32 X 1 1/2	2.00	0.00	1.00	1.00	1.00	PRODUCTO RUTINARIO
PERNO HEX 1/2 X 2	3.00	0.60	1.00	1.00	1.00	PRODUCTO RUTINARIO
PERNO HEX 3/8 X 1	10.00	0.19	1.00	1.00	1.00	PRODUCTO RUTINARIO
PERNO HEX 3/8 X 2	1.00	33.88	1.00	1.00	2.00	PRODUCTO APALANCADO
PUNTERA PISTON CHICO	1.00	27.60	7.00	3.00	1.00	Producto Cuello de botella
TUERCA 1/2	6.00	0.17	1.00	1.00	1.00	PRODUCTO RUTINARIO
TUERCA 3/8	2.00	0.07	1.00	1.00	1.00	PRODUCTO RUTINARIO
026.65550 VALVULA 5 VIAS 3 POSIC	1.00	48.66	30.00	5.00	2.00	PRODUCTO ESTRATEGICO
TOPE DE JEBE ALTO	1.00	1.69	7.00	3.00	1.00	Producto Cuello de botella
CAÑERÍA PLASTICA 6mm Marca VIX Brasil color negro	20.00	1.45	30.00	2.00	1.00	Producto Cuello de botella
CONECTOR TEE 6mm Marca RGR Brasil	1.00	4.50	30.00	2.00	1.00	Producto Cuello de botella
VALVULA NEUMATICA 2 VIAS EMERGENCIA F/N	1.00	47.54	30.00	5.00	2.00	PRODUCTO ESTRATEGICO
PIN PARA PISTON DE PUERTA ZINCADO MOD STD	1.00	8.20	7.00	3.00	1.00	Producto Cuello de botella

FUENTE: LISTA DE COMPRAS-EMPRESA B

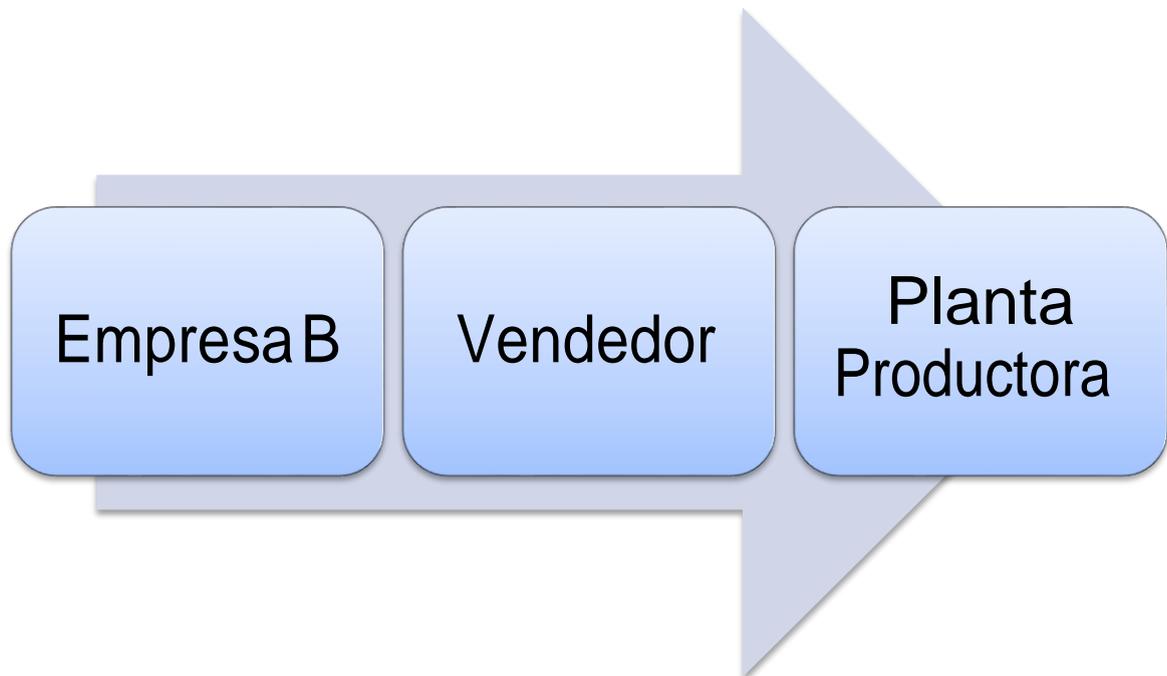
ELABORACION PROPIA

Solo se estaba fallando en el abastecimiento de los productos estratégicos en la producción 2015 para lo cual se propuso una nueva forma de tratar estos materiales de tal manera que se tenga claro el punto de reposición y no se tenga quiebres de stock por falta de materiales.

### Producto Estratégico

El flujo del proceso de abastecimiento de estos materiales es el siguiente:

**Imagen N°7: Flujo de abastecimiento de pistones neumáticos – Empresa B**



**ELABORACION PROPIA**

La empresa B se contacta con el vendedor en Brasil, el cual es un acopiador a nivel mundial de autopartes de buses, el mismo que los compra a la planta productora en Brasil de estas autopartes. Es sobre entendido que el producto, al pasar por cada parte del eslabón de compra, va aumentando su precio, precio que tampoco asegura la calidad del producto, puesto que por información de la empresa del lote anual que compran rechazan en promedio el 25%, ya sea por reclamos de clientes en servicios post venta como también en planta por la mala calidad y tampoco asegura que se tenga los productos a los 30 días que es el lead time prometido por el proveedor. Es decir, no se tenía un control en la cantidad de compras y se pagaba un sobre precio

Es así que se tiene que tener en claro el punto de reposición del producto así como su revisión periódica en almacén de tal manera que no exista quiebre de stock, para lo cual se debe conocer el comportamiento del material en el año 2015, el cual será presentado el siguiente cuadro:

**Cuadro N°29: Análisis de abastecimiento de material crítico – Empresa B**

<b>Mes</b>	<b>Demanda del material</b>	<b>Tiempo de abastecimiento</b>
<b>Enero</b>	20	30
<b>Febrero</b>	20	45
<b>Marzo</b>	24	50
<b>Abril</b>	23	30
<b>Mayo</b>	20	30
<b>Junio</b>	20	35
<b>Julio</b>	20	50
<b>Agosto</b>	30	35
<b>Setiembre</b>	35	35
<b>Octubre</b>	42	30
<b>Noviembre</b>	30	30
<b>Diciembre</b>	30	40

FUENTE: BASE DE DATOS DE AREA DE COMPRAS – EMPRESA B

ELABORACION PROPIA

Es así que se obtiene que la demanda máxima en el año 2015 fue de 42 unidades, las cuales suman esa actividad entre servicios post venta, garantías y la misma producción. Así mismo el tiempo de abastecimiento máximo fue de 50 días en contraposición de los 30 días que son los normales del abastecimiento.

Como resultado de estas desviaciones se tuvo quiebres de stock y por lo tanto retrasos en la producción, es así que se replanteó el lote de compras por uno que sea óptimo en costos y de acuerdo al nivel de servicio que la empresa desea brindar a sus clientes, de tal forma que cumpla con las expectativas de su mercado sin incurrir en costos que sobrepasen su presupuesto, protegiéndose de las desviaciones de la demanda y del tiempo de abastecimiento.

**Cuadro N°30: Análisis de abastecimiento de material crítico bajo la demanda – Empresa B**

NS	Demanda máxima	Demanda promedio	Tiempo de abastecimiento	SS	Costo SS.
0.5	1.4	0.66666667	30	11	4025.252
0.55	1.4	0.66666667	30	12.1	4427.7772
0.6	1.4	0.66666667	30	13.2	4830.3024
0.65	1.4	0.66666667	30	14.3	5232.8276
0.7	1.4	0.66666667	30	15.4	5635.3528
0.75	1.4	0.66666667	30	16.5	6037.878
0.8	1.4	0.66666667	30	17.6	6440.4032
0.85	1.4	0.66666667	30	18.7	6842.9284
0.9	1.4	0.66666667	30	19.8	7245.4536
0.95	1.4	0.66666667	30	20.9	7647.9788
1	1.4	0.66666667	30	22	8050.504

ELABORACION PROPIA

**Cuadro N°31: Análisis de abastecimiento de material crítico bajo tiempo de abastecimiento – Empresa B**

NS	Tiempo de abastecimiento máximo	Ta	Demanda promedio	SS	Costo SS.
0.5	50	30	0.67	6.67	2439.54667
0.55	50	30	0.67	7.33	2683.50133
0.6	50	30	0.67	8.00	2927.456
0.65	50	30	0.67	8.67	3171.41067
0.7	50	30	0.67	9.33	3415.36533
0.75	50	30	0.67	10.00	3659.32
0.8	50	30	0.67	10.67	3903.27467
0.85	50	30	0.67	11.33	4147.22933
0.9	50	30	0.67	12.00	4391.184
0.95	50	30	0.67	12.67	4635.13867
1	50	30	0.67	13.33	4879.09333

ELABORACION PROPIA

Según la estrategia de la empresa basada en el liderazgo en costos, se estableció que la empresa invertirá lo mínimo en un stock de seguridad, el cual le servirá para protegerse de las fluctuaciones del tiempo de abastecimiento para que la producción no pare y la restricción no tenga tiempos muertos, así como también sacrificar las garantías y reclamos del cliente.

Es así que se obtuvieron los siguientes resultados y se efectuó el redondeo a 7 unidades aumentando en 121.97 dólares la inversión (un 5% más antes del redondeo), pero el cual soportará las fluctuaciones.

**Cuadro N°32: Propuesta de compras de abastecimiento de Pistones Neumáticos – Empresa B**

<b>Stock de Seguridad</b>	7 unidades/mes
<b>Costo de Stock de Seguridad</b>	2561.52 dólares/mes
<b>Requerimiento de producción</b>	20 unidades/mes
<b>Total de compra</b>	27 unidades/mes
<b>ROP</b>	27 unidades

ELABORACION PROPIA

Es así que se propuso la compra de 27 unidades/mes y que se ejecute una orden anual con despachos parciales por mes, de tal manera que el precio se negocie por cantidad.

Adicionalmente se propone que la empresa tenga contacto directo con la planta en Brasil, de tal forma que en primera instancia se revisen temas de costos y de calidad de primera fuente para más adelante construir alianzas estratégicas, tal y como lo hacen empresas de la capital.

c.2.1.3) La falta de organización del trabajo interrumpe el proceso normal de manufactura por lo que se estableció un orden secuencial de las actividades de tal forma

que el cuello de botella reciba todas las actividades precedentes que necesita a tiempo y su espacio de trabajo quede libre.

**Cuadro N°33: Organización por estaciones de trabajo – Empresa B**

Estación	n°	Actividad
1	1	HABILITADO Y MONTAJE DE PISO DE TRIPLAY 18
	2	ARMADO DE PAQUETERA
	3	TAPIZADO DE PAQUETERA
	4	TAPIZADO DE DIVISOR DE BATERIA
	5	PLACA DE IDENTIFICACION
	6	HABILITAR ESPEJOS
	7	APLICAR POLIURETANO A TECHO
	8	HABILITAR Y MONTAR CON TECNOPOR Y CARTÓN LADOS LATERALES Y TECHO
	9	HABILITADO DE PERFILES EXTERIORES
	10	MJE DE GOTERO / SALV /TAPAREM / V. LL
	11	SELLADO DE POSTES,LATERAL Y PUERTAS
	12	<b>TAPIZADO DE PISO CABINA Y SALON</b>
	13	MJE DE DEFROSTER
	14	SOLDAR TRICOS KIT LPB
	15	MJE DE CONSOLA
2	16	FORRO DE TECHO INTERIOR
	17	MONTAJE PERFILES DE TECHO
	18	MONTAJE DE CHAPAS EXTERIORES
	19	HABILITADO DE JEBES
	20	MONTAJE DE JEBES
	21	<b>TAPIZADOS DE LATERALES/FIBRA</b>
	22	HABILITADO Y MONTAJE TAPA CENTRALIA
	23	<b>MONTAJE DE CAJA BATERIA DE F/V</b>
	24	HAB Y MJE PERFIL AL ESCALON

	25	<b>HABILITADO Y MONTAJE DE TRIPLAY DE BAÑO</b>	
	26	<b>MJE DE BAÑO</b>	
	27	<b>MJE PLANCHA ESTRIADA</b>	
	28	<b>FORRADO DE PUERTA DE SERV.Y CHOFER</b>	
	29	<b>MONTAJE DE F/V Y CUBREPIERNAS</b>	
	30	<b>MONTAJE DE VIDRIOS EN MAMPARA</b>	
	31	<b>MONTAJE DE MAMPARA TURISMO</b>	
	32	<b>MONTAJE DE ARBOL PANTOGRAFICO</b>	
	33	<b>MONTAJE DE CORTINEROS PVC</b>	
	34	<b>HAB Y MJE PERFILES DE TECHO Y CC</b>	
	35	<b>HAB Y MJE DE PANEL ELECT</b>	
	36	<b>MONTAJE TAPASOL Y ESPEJO INTERIOR</b>	
	37	<b>HAB Y MONTAJE DE TAPAS DE INSP.</b>	
	38	<b>HAB Y MONTAJE DE TAPA DE HERRAMIENTAS</b>	
	39	<b>MJE DE MONITOR LCD EN SALON</b>	
	40	<b>HAB Y MJE DE TAPA CONSOLA</b>	
	41	<b>HAB Y MONTAJE TAPA DE CLARABOYA</b>	
	42	<b>HAB Y MJE TAPA MOTOR F/V ( TH )</b>	
	43	<b>HAB Y MONTAJE PUERTA CABINA ( TH )</b>	
	3	44	<b>MONTAJE DE MANGUERAS DE A.A.</b>
		45	<b>MONTAJE DE PAQUETERAS</b>
		46	<b>HABILITADO MUEBLES DE A.A</b>
		47	<b>TAPIZADO DE MUEBLES DE A.A</b>
		48	<b>MJE DE TAPAS DE A.A</b>
		49	<b>MONTAJE DE MONITORES LED EN MAMPARA</b>
		50	<b>MONTAJE PERFIL PIE VENTANA</b>
		51	<b>MONTAJE DE VIDRIOS PEGADOS</b>
		52	<b>SELLADO INTERIOR</b>
		53	<b>MONTAJE DE CORTINAS</b>
		54	<b>MONTAJE DE ASIENTOS (CJL)</b>
		55	<b>MONTAJE DE INTERRUPTORES</b>
		56	<b>SELLADO EXTERIOR</b>
		57	<b>MONTAJE DE POSAVASOS</b>
58		<b>MJE DE REJILLA COMPLEMENTO DE FAROS</b>	
59		<b>MONTAJE DE CANASTILLA F/V</b>	
60		<b>ACRILICOS Y TAPAS DE PAQUETERA</b>	

	61	<b>MONTAJE DE VIDRIOS PEGADOS PILOTO Y COPILOTO</b>
4	62	<b>MJE CUBIERTAS DE ARBOL PANTOGRAF.</b>
	63	
	64	
	65	<b>MJE DE ARBOL PANTOGRAFICO</b>
	66	<b>MJE DE PBS – VIDRIO VIGIA</b>
	67	<b>MONTAJE DE ESPEJOS</b>
	68	<b>HAB Y MJE CBTA DE FAROS POSTERIORES</b>
	69	<b>MONTAJE MARTILLOS DE EMERGENCIA</b>
	70	<b>MJE ACRILICO DE CABINA ( TH )</b>
	71	<b>/ CINTURON DE SEG./PORTAEXTINTOR</b>
	72	<b>ARRANQUE DE UNIDAD</b>
	73	<b>BOTIQUIN/ PLACA DE IDENTIF ( TH )</b>
	74	<b>MJE DE ASIENTO PILOTO</b>
	75	<b>MJE DE TAPAS DE AIRE FORZADO</b>
	76	<b>ELASTICO DE PAQUETERA</b>
	77	<b>MONTAJE DE BASE DE FAROS ADICIONALES</b>
	78	<b>MJE DE EXTRACTOR DE AIRE</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

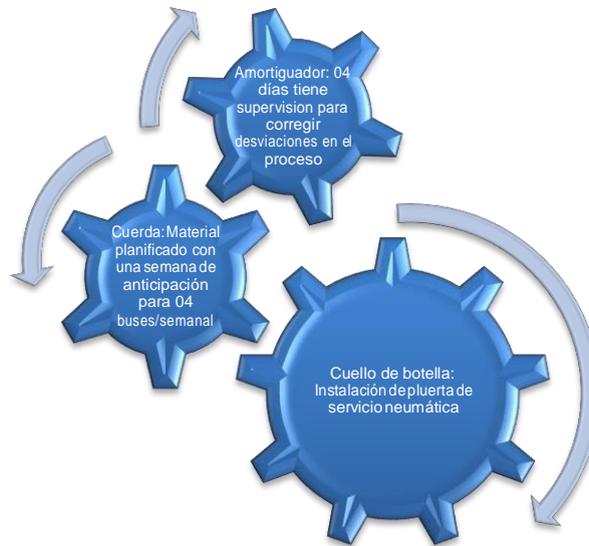
Es así que el cuello de botella de la empresa B se encuentra en la estación número o también al cuarto de día de manufactura del bus dentro de la línea de acabado.

Antes de llegar a la cuarta estación el supervisor del área debe asegurarse que todos los pasos anteriores y que involucren al personal neumático estén a tiempo y con la calidad de trabajo requerido para que no exista paralizaciones por reprocesos, es decir cuantitativamente el supervisor goza de 4 días como colchón o amortiguador según la TOC para corregir desviaciones del proceso que involucren al cuello de botella.

Estas actividades críticas para el desarrollo del trabajo por parte del cuello de botella son las siguientes:

- ✓ Perfil aluminio en escalones
- ✓ Forrado de mampara de cabina
- ✓ Forrado de puertas de servicio/chofer

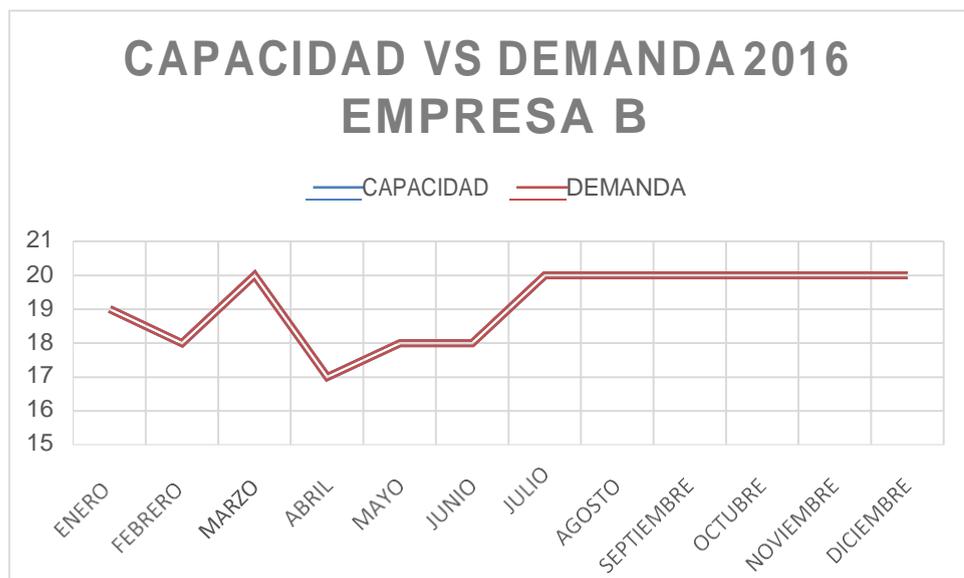
**Imagen N°8: Aplicación del TOC – Empresa B**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Es así que con la ejecución de las diversas estrategias se obtuvieron los siguientes resultados:

**Gráfica N°6: Capacidad de producción vs Demanda – Empresa B**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Cuadro N°34: Unidades reprogramadas 2016 – Empresa B**

AÑO	% DE UNIDADES REPROGRAMADAS
2015	40 %
2016	25%

FUENTE: EMPRESA COMERCIALIZADORA DE CHASIS

Además de un 40 % de unidades reprogramadas en el 2015 se bajó este indicador a un 25% con la premisa que el 2017 se llegue a un solo 10% de unidades reprogramadas.

**Cuadro N°35: Ahorro económico entre año 2015 vs 2016 – Empresa A**

EMPRESA A	
DESVIACION DE RETRASO PROM.	2
UNIDADES	140
UNID. REPRO	28
PENALIDAD/BUS	100 \$
TOTAL PENALIDAD AÑO 2016	5600 \$
TOTAL PENALIDAD AÑO 2015	21032\$
AHORRO POR PENALIDADES	15 432\$

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El ahorro económico que la empresa logró con la aplicación de la metodología TOC es de 15 432 dólares americanos y no se realizó ninguna inversión de por medio para ejecución del proyecto.

**Cuadro N°36: INGRESOS ECONOMICOS 2015 vs 2016 – Empresa A**

ITEM/AÑO	AÑO 2015	AÑO 2016
Unidades	120 unidades	140 unidades

<b>Ingresos por año</b>	4200000 dólares americanos	4900000 dólares americanos
-------------------------	----------------------------	----------------------------

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El poder cumplir con la demanda del año y no dejar unidades postergadas para el siguiente año, permite no solo a la empresa aumentar la confianza de los clientes y del mercado sino a aumentar sus ingresos por 700 000 dólares americanos lo que contribuye sin ninguna a incrementar la rentabilidad económica de la empresa A.

#### Cuadro N°37: Ahorro económico entre año 2015 vs 2016 – Empresa B

EMPRESA A	
<b>DESVIACION DE RETRASO PROM.</b>	2
<b>UNIDADES</b>	220
<b>UNID. REPRO</b>	55
<b>PENALIDAD/BUS</b>	100 \$
<b>TOTAL PENALIDAD AÑO 2016</b>	11000 \$
<b>TOTAL PENALIDAD AÑO 2015</b>	32946 \$
<b>AHORRO POR PENALIDADES</b>	21946 \$

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El ahorro económico que la empresa logró con la aplicación de la metodología TOC es de 21946 dólares americanos y no se realizó ninguna inversión de por medio para ejecución del proyecto.

#### Cuadro N°38: INGRESOS ECONOMICOS 2015 vs 2016 – Empresa B

ITEM/AÑO	AÑO 2015	AÑO 2016
<b>Unidades</b>	220 unidades	220 unidades
<b>Ingresos por año</b>	7700000 dólares americanos	7700000 dólares americanos

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En el caso de la empresa B la facturación fue la misma ya que se produjeron la misma cantidad de unidades, sin embargo la diferencia está dada por el cumplimiento en las fechas de entrega pactadas con el cliente y el ahorro en penalidades.

**Cuadro N°39: INGRESOS ECONOMICOS 2015 vs 2016 con implementación de TOC – Sector carrocería de Trujillo**

ITEM/AÑO	AÑO 2016
<b>INGRESOS TOTALES</b>	737 378 dólares americanos

FUENTE: ELABORACION PROPIA

La suma de los ahorros por la disminución de pagos por retrasos en la entrega de las unidades sumados a la mayor producción por parte de la Empresa A conllevan al sector a incrementar sus ingresos del año en 737 378 dólares americanos.

**Cuadro N°40: RENTABILIDAD DEL SECTOR 2015 vs 2016 con implementación de TOC – Sector carrocería de Trujillo**

Datos/años	año 2015	año 2016
<b>Producción anual</b>	340	369
<b>Inv. Inicial</b>	8	35
<b>Inv. Final</b>	35	0
<b>Inv. Prom</b>	21.5	17.5
<b>Costo inv. prom</b>	526750	428750
<b>Costo x uni</b>	24500	24500
<b>Margen x uni</b>	10500	10500
Costo de Inv. Prom.	1139.53488	1400
<b>Margen total</b>	3570000	3874500
<b>Costo anual</b>	8330000	9040500
<b>Rotación</b>	15.8139535	21.1
<b>Beneficios por mejoras</b>	0	53978
<b>Margen</b>	3570000	3928478
<b>Rentabilidad</b>	56455814	82834764.7
<b>% incremento de la rentabilidad</b>	47%	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Es así que la implementación del TOC en el sector de carrocerías de Trujillo permitió un incremento en la rentabilidad de un 47% sobre la del año 2015, apalancado en una mayor rotación debido a la menor cantidad de inventario final que se dejó en el año 2016; y al aumento de los margen debido a una mayor producción y ahorros por la disminución de los pagos de penalidades.

**Cuadro N°41: Reducción de cuellos de botella– Sector carrocería de Trujillo**

ITEM	Tiempo cuello de botella 2015	Tiempo cuello de botella 2016	Reducción
Empresa A	<b>12.5</b>	<b>8</b>	<b>57%</b>
Empresa B	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>27.3%</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

La generación de dinero al desarrollar la presente metodología en el sector asciende a unos 748 938 dólares americanos, resultado del no pago de penalidades y mayor producción de unidades. Así mismo se consiguieron reducir los cuellos de botella en un 57% para la empresa A y en un 27.3% para la empresa B, lo que explica la mayor velocidad de manufactura de unidades.

#### **IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

##### **IV.1. Discusión**

Expuesto los resultados de la investigación y que se haya presentado ahorros y aumentos en los ingresos del sector mediante la aplicación de las estrategias dentro de las restricciones de cada empresa estudiada dentro del sector de carrocerías de buses, según lo que indica la Teoría de Restricciones desarrollada, se afirma que la investigación contribuye a incrementar la rentabilidad del sector.

Este aumento en la rentabilidad se basa en demostrar un mayor margen de ganancia dentro de las operaciones del sector, a través de los ahorros demostrados por la disminución del pago de penalidades al mejorar su indicador de cumplimiento de entrega en un 20% promedio, cifra comparable con el 35% que obtuvo el sector de fabricación de

productos plásticos en Colombia; y al aumentar la capacidad de generar dinero más rápido y en mayor cantidad a través del aumento de su capacidad de producción, tal y como lo hizo en su momento la empresa Ingecosmos Ltda., en Colombia, llegando a obtener 14 unidades/mes más sobre su producción anterior rediseñando su sistema de producción y a 21 unidades/mes con inversión en infraestructura al año, o Nor Autos Chiclayo con 11 unidades/mes más comparadas a años anteriores.

Al igual que la presente investigación; en Ingecosmos Ltda., los resultados se apalancan a través de un ordenamiento interno en la secuencia de las actividades dentro de los procesos de producción, a través del uso de estaciones de trabajo donde se agrupe un determinado número de operarios para ciertas actividades según el proceso, y en la sincronización de los materiales y autopartes con el avance de la producción, siendo este último punto también aplicado en el sector de fabricación de plásticos en Colombia, a través de un MRP.

Sin embargo, esta herramienta ya es utilizada por la empresa en investigación, pero la herramienta por si sola sin tener una estrategia de compras y menos en las áreas restrictivas no hace la diferencia, es así que esta investigación va más allá de lo referido por Cáceres y Gonzales Gómez, ya que si bien se conoce las cantidades y los tiempos de atención, los cuales sirven para lograr una planificación, no se estratifica estos materiales en grupos que combinen su criticidad en impacto financiero con su criticidad en tiempos de abastecimiento para la empresa, de tal forma que se generan estrategias determinadas por cada tipo de material para su abastecimiento, es por eso que la investigación propone usar la matriz Krajlic dentro de las áreas restrictivas, de tal forma que estas áreas no tengan desabastecimientos y sus materiales críticos cuenten con políticas de compra perdurables en el tiempo como complemento al MRP que propone el sector de plásticos en Colombia y Urán en su investigación de planificación de la producción bajo entornos de incertidumbre.

Además, en el entorno dinámico en el que se desarrollan los procesos; en el que siempre suelen existir retrasos ya sea por parte del proveedor al entregar los materiales o algún fallo interno dentro de las operaciones de la empresa, se requiere contar con un stock de seguridad que sirva como colchón ante estas fluctuaciones, de tal forma que la empresa se proteja de estas desviaciones sin comprometer su margen de ganancia tal y como lo explica Meindl, en su libro *Administración en la cadena de suministros*, y lo ejecuta Cano en su investigación. Para el caso de la empresa B en investigación, se determinó una inversión de 8780 dólares al año basadas en la creación de un stock de seguridad, que sirva como colchón en caso el proveedor no cumpla con los tiempos de abastecimiento

requeridos, es de esta manera que se protege el abastecimiento de este material estratégico para la empresa y se mejora el cumplimiento de las fechas de entrega, las cuales se traducen en ahorro por el no pago de penalidades en 21946 dólares, 2.5 veces de lo que se invirtió. Adicionalmente, al igual que Cáceres se determina un punto de reposición de dicho material estratégico, el cual permita estar alerta y generar una orden de compra automática cuando se llegue a este punto, para la investigación el ROP es de 27 unidades, las cuales sirven para abastecer por completo la producción mensual de la empresa B y sincronizar con los 30 días que demora en llegar el producto desde Brasil hasta su planta

Para obtener dichos resultados, la identificación de la restricción dentro de la empresa es clave, no se puede tomar decisiones en base a supuestos por lo que se necesita herramientas que nos permitan aclarar el camino, tal y como lo hicieron en el sector de revestimientos cerámicos en Colombia, con la toma de tiempos por áreas para determinar cuál es el proceso más lento. Para el caso de la investigación se emplearon los historiales de performance por cada área con sus tiempos en un alcance de un año, tiempo suficiente para validar en dónde el flujo de producción se ralentiza y qué actividad es la que lo provoca. Al tener esta información, el trabajo de la investigación fue tabular los datos y obtener conclusiones, en el caso no se hubiese tenido estos historiales, la toma de tiempos hubiese sido la herramienta a escoger.

Por último, la Teoría de Restricciones es una metodología cuyos resultados son positivos para la empresa y basa sus criterios en su practicidad y sentido común, ya depende de cada empresa o investigador adecuar sus respuestas ante sus problemas de acuerdo a la complejidad de su proceso, a lo que se aconseja no solo basarse en datos numéricos sino también a lo que se puede ir tomando de la experiencia de las personas involucradas en la investigación, las cuales son las implicadas en aceptar o rechazar las propuestas de mejora que se tomen.

## **IV.2. Conclusiones**

1. La presente investigación a través de la aplicación de la Teoría de Restricciones ha generado ingresos al sector por 737 378 dólares americanos en el año 2016 y un aumento de 47% en rentabilidad comparando el año 2015 con en el año 2016.

2. Estos resultados monetarios van alineados con la mejora de sus procesos debido a que la velocidad de manufactura, determinada por su cuello de botella, en promedio se ha acelerado en un 40% de lo que se venía haciendo hasta antes de la investigación.
3. Para el caso de la empresa A, su cuello de botella es el departamento eléctrico y para la empresa B su departamento neumático, para lo cual se plantearon estrategias para aumentar su capacidad y subordinar todo el proceso a la velocidad de estas actividades ordenando las operaciones de tal forma que se respeten las precedencias y las áreas de trabajo.
4. Mediante diagramas de Ishikawa se pudieron desmenuzar los factores que ralentizan los procesos de cada empresa en investigación y se propusieron estrategias para acelerar.
5. Las restricciones de ambas empresas ingresarán a laborar en el cuarto día de permanencia de la unidad en línea, según el nuevo balanceo planteado y dividido por estaciones de trabajo.
6. Se regularizó el flujo de material que recibe cada cuello de botella para que no existan paradas por desabastecimiento y una clasificación de productos que permita facilitar la gestión de compras.
7. Se reorganizó el sistema de despacho de material para el cuello de botella de la empresa A, de tal manera que el material este a la mano del operario y no tenga tiempos ociosos por espera de despachos.
8. Para el caso de la empresa B, el stock de seguridad que se adquirirá será de 7 pistones neumáticos los cuales le permitirá a la empresa protegerse frente a las fluctuaciones que el proveedor pueda incurrir, en un nivel de servicio de 0.5.
9. En el caso existan desabastecimientos, las empresas gozan de una semana de protección para tomar decisiones que no perjudiquen a su cuello de botella o restricción.
10. En el caso de desviaciones en el proceso, las empresas gozan de cuatro días de protección para tomar decisiones que no perjudiquen a su cuello de botella o restricción.
11. Identificando los cuellos de botella (restricción), controlando el abastecimiento de material (soga) y supervisando efectivamente en los días que faltan para la operación donde la restricción se va ejecutar (amortiguadores) se ejecutó por completo la metodología de la Teoría de restricciones en el sector de carrocerías de Trujillo.

12. La hipótesis planteada por la investigación es aceptada en base a los resultados efectuados en el año 2016 dentro del sector de manufactura de carrocería de buses.

## **V. RECOMENDACIONES**

- Sistematizar mediante un software el proceso de compras teniendo en cuenta la clasificación del producto.
- Continuar con el estudio de compras del sector hasta llegar a cálculos de lotes óptimos de compra y cálculos de descuentos por cantidad.
- Tener en cuenta que no siempre la actividad que más tiempo necesita para su ejecución es el cuello de botella del proceso.
- Estudiar todos los factores que involucren a la restricción para un mejor análisis.
- La metodología del TOC es aplicable para cualquier sector empresarial.
- Las soluciones que se otorguen ante los problemas expuestos no tienen un camino definido, incluso están abiertas a nuevas soluciones por lo que la creatividad y la apertura del investigador juega un rol importante en el desarrollo de la metodología.

## FUENTES DE REFERENCIA

### Bibliografía

Aguilera, C. (2000). *Revista de Estudios Gerenciales, Universidad ICESI*.

Ballesteros, P. P. (2008). *Algunas reflexiones para aplicar la manufactura esbelta en empresas Colombianas. Scientia et Technica Año XIV, No 38, 223-224.*

Bernal, C. A. (2006). *Metodología de la Investigación*. Naucalpan: Pearson educación.

Cabarca Reyes Carlos, A. C. (2010). *Mejoramiento del flujo y aumento de la capacidad de prestación de servicios de un taller de reparación y mantenimiento automotriz, a través de estrategias basadas en los principios de la teoría de restricciones*. *Prospectiva*, 45-54.

Cabarcas Reyes, A. C. (2010). *Mejoramiento del flujo y aumento de la capacidad de prestación de servicios de un taller de reparación y mantenimiento automotriz, a través de estrategias basadas en los principios de a teoría de restricciones*.

Cáceres, C. (2014). *Modelo de programación lineal para la planeación de requerimientos de material en carrocerías "M & L"*. Ambato.

Cano, A. (2011). *Modelo de un sistema MRP cerrado integrando incertidumbre en los tiempos de entrega, disponibilidad de capacidad de fabricacion e inventarios*. Medellín.

Centro de Innovación y Desarrollo Empresarial . (2004). *Guías de Gestión de la innovación en*

*Producción y Logística* . Barcelona : Generalitat de Catalunya.

CIDEM. (2004). *Guía de la gestión e innovación en logística y producción*. Barcelona: Una y Media

Massmedia, SL.

Córdoba, J. C. (2007). *Modelo de Calidad para Portales Bancarios*. San José, Costa Rica.

Fernandez. (1993). *Dirección de la producción*. Buenos Aires.

Goldbratt, E. (2004). *La Meta*. Barcelona: Diaz de Santos.

Gonzales Gomez, O. M. (2003). *Desarrollo de una metodología de implementación de los conceptos  
de TOC para empresas colombianas*. Bogotá: ISSN .

Hernandez Sampieri, R. (1997). *Metodología de la Investigación*. Colombia: Mc Graw-Hill.

Jimenez, J. (2008). *Coordinación de inventarios en una cadena de suministro del sector automotriz  
a través de épocas comunes de resurtido, y el uso de diversos modos de transporte*.

México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes de Instituto Mexicano del Transporte.

Jorquera, F. J. (2012). *Calidad y Satisfacción en el Servicio a Clientes en la Industria Automotriz:*

*Análisis de Principales Factores que Afectan la Evaluación de los Clientes.* Santiago de Chile .

Kotler, P., & Armstrong, G. (2010). *Fundamentos del Marketing.* Mexico: Pearson Educación.

Krajewski Lee, R. L. (2010). *Administración de Operaciones, 8va edición, Editorial Prentice Hall,*  
*España. Madrid : Editoria Prentice.*

Kraljic, P. (1983). Purchasing Must Become Supply Management. *Harvard Bussiness Review.*

Meindl, S. C. (2008). *Administración de la cadena de suministro .* Mexico : Pearson Educación.

Morillo, M. (2001). Rentabilidad Financiera y Reducción de Costos. *Actualidad Contable,* 35-48.

Pascual Ramón, F. J. (1999). *Nuevas técnicas de gestión de stocks: MRP y JIT.* Mexico D.F.:  
Marcombo S.A.

Porter, M. (2008). *Estrategia Competitiva.* Mexico: Grupo Editorial Patria.

Reyes, J. C. (18 de Julio de 2016). Sector Manufactura sería el único que retrocederá este año.  
*Gestión,* pág. 12.

Rosander, A. (1994). *Los catorce puntos de Deming aplicados a los servicios*. Madrid: Ediciones

Díaz de Santos .

Sallenave, J. P. (2002). *Gerencia y Planeación Estratégica*. Bogotá: Norma.

Salvador, L. (2015). *Mejoramiento de los procesos productivos en la fabricación de furgones en la  
empresa metalmeccánica METALCAR aplicando MRP*. Guayaquil: Ecuador.

Sanchez, J. (2002). *Análisis de Rentabilidad de la empresa*. Obtenido de Universidad de Murcia:

[www.5campus.com/leccion/anarenta](http://www.5campus.com/leccion/anarenta)

Urán, C. A. (2009). *Desarrollo de Modelos de Programación Matemática Fuzzy para la*

*Planificación de la Producción en Contextos de Incertidumbre. Un caso aplicado a la*

*Industria Automotriz*. Medellín.

Valdunciel, L. M. (2007). Análisis de la Calidad de Servicio que prestan las Entidades Bancarias y su

repercusión en la satisfacción del cliente y la lealtad hacia la Entidad. . *Revista Asturiana*

*de Economía*, 85.

Valencia, A. (2012). Una visión para hacer mas eficiente el desempeño del Sector Bancario en

América Latina. *IDC- Analyze The Future*, 1.

Vargas, P. (2015). *Plan de requerimiento de materiales para el control de uso de inventario en la producción de buses en la empresa carrocerias Jacome*. Ecuador.

Weirs, R. M. (2008). *Introducción en la estadística para negocios* . Mexico : Editorial Thomson.