

UNIVERSIDAD PANAMERICANA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Con estudios incorporados a la
Secretaría de Educación Pública

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS PARA LA
IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE PARTES
PROTOTIPO PARA UNA EMPRESA DEL SECTOR
AUTOMOTRIZ.”**

Caso Práctico

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MAESTRÍA EN INGENIERÍA

P R E S E N T A

Ing. Grecia Jimena Reyes Vázquez

DIRECTOR DE TESIS:

Dra. Margarita Hurtado Hernández

Ciudad de México.

2023

Dedicatoria y Agradecimiento

*Agradezco a Dios, a mis padres, hermana y a la Doctora
Margarita por apoyarme en la realización de mi caso
práctico.*

*Les dedico todo mi esfuerzo y el trabajo puesto para la
realización de este proyecto.*

Resumen

El caso de estudio se centra en una empresa de la industria automotriz, dentro del área de Logística que forma parte del área de Ingeniería. Esta área está encargada de dar soporte a los ingenieros de diseño y de pruebas para la importación y exportación de partes automotrices, sin embargo, el área no cumplía con los requerimientos o expectativas de los ingenieros.

En el proceso de importación, más del 90% de las partes automotrices no llegaban a tiempo, ocasionando que las otras áreas trabajaran tiempos extraordinarios para poder cumplir con las fechas impuestas por los nuevos vehículos que estaban por lanzarse en la compañía.

En el proceso de exportación, no se tenía un procedimiento definido. Solo el 20% de las partes se enviaban en tiempo, ocasionando que la entrega de productos por parte de los ingenieros estuviera fuera de tiempo para ser enviados o proporcionaban información errónea, generando el retorno de paquetes o productos.

En este trabajo se implementó un proceso para la importación y exportación de partes prototipo, con el objetivo de reducir los retrasos en la entrega de estas y los costos logísticos asociados. Se usaron herramientas de Six Sigma y Pensamiento Sistémico para el diagnóstico del proceso, para identificar sus puntos críticos y para diseñar la propuesta de solución.

Con ayuda de las herramientas de teoría de restricciones se encontró una solución (o inyección) que ataca la causa raíz de los retrasos. Además, se identifican acciones complementarias que apoyan la inyección propuesta para implementar una solución exitosa.

Índice y Contenido

Capítulo 1: Antecedentes.....	12
1.1 Antecedentes.....	12
1.2 Subáreas de Ingeniería.....	13
1.3 Sistema LIES.....	14
1.4 Importación y exportación de partes automotrices.....	15
1.5 Información de importación en el 2020.....	16
1.5 Indicador de creación de LIES.....	18
1.6 Conclusión de los antecedentes.....	20
Capítulo 2: Marco teórico.....	21
2.1 Metodología Lean Six Sigma.....	21
2.1.1 Capacidad del proceso.....	24
2.1.2 Principales metodologías de Six Sigma:.....	26
2.2 DMAIC.....	26
2.2.1 Origen de la variación y tipos de proceso.....	28
2.2.2 DMADV.....	28
2.3 Histograma.....	29
2.4 Diagrama de Ishikawa.....	30
2.5 Diagrama de flujo.....	32
2.6 Símbolos de diagramas de flujo.....	33
2.7 ¿Cómo hacer un diagrama de flujo de procesos?.....	34
2.8 Teoría de Restricciones (TOC).....	35
2.9 Procesos de Razonamiento TOC.....	36
2.7 Conclusión.....	39
Capítulo 3: Diagnóstico del proceso del área de Logística.....	40
3.1 Diagnóstico del proceso de importación y exportación de partes AUTOMOTRICES, diagrama de flujo.....	40
3.2 Primera aproximación para la identificación de las CAUSAS RAÍZ.....	46
3.3 Capacidad del proceso de entrega de Logística.....	47

3.4	Análisis de costos por retrasos de importación.....	51
3.5	Análisis de horas extras del Área de Ingeniería DE PRUEBAS.	54
3.6	Identificación de la causa raíz del problema, mediante el uso del pensamiento sistémico. 55	
3.7	Indicadores con los que se estudia el impacto para la solución propuesta en el caso...62	
3.8	Conclusión.....	63
	Capítulo 4: Solución propuesta e implementación.....	64
4.2	Proceso para la implementación de la inyección PROPUESTA.	65
4.3	Diagrama de flujo después de las inyecciones.....	69
	Capítulo 5: Análisis, resultados e implementación	72
5.1	Implementación	72
5.2	Métricos del sistema LIES.....	72
5.3	Capacidad del proceso de entrega.....	74
5.4	Priorización del proceso de importación y exportación de partes	76
5.5	Métrico en el Área de Pruebas	77
	Capítulo 6: Conclusiones	79
	Capítulo 7: Bibliografía	81
	Anexo.....	84

Índice de figuras

Figura 1. Estructura del Área de Ingeniería por subáreas.	14
Figura 2. Creación de número de seguimiento.....	15
Figura 3: Gráfica de importación de partes automotrices en el año 2020.....	16
Figura:4 Gráfica de exportación de LIES	17
Figura 5: Exportación de partes en tiempo	18
Figura 6: Gráfica de creación de LIES	19
Figura 7: Índices de Cp y Cpk	26
Figura 8: Circulo de Lean 6σ Sigma.	27
Figura 9: Gráficas de control.....	28
Figura 10: Histograma.....	29
Figura 11: Diagrama de Ishikawa.	31
Figura 12: Diagrama de flujo.....	32
Figura 13: Símbolos de diagramas de flujo.	33
Figura 14: Procesos de mejora continua de TOC.	36
Figura 15: Árbol de realidad actual.	38
Figura 16: Nube de conflicto	38
Figura 17: Diagrama de flujo proporcionado por el área de Logística para la importación de partes.	40
Figura 18: Diagrama de flujo proporcionado por el área de Logística para exportación de partes.....	41
Figura 19: Diagrama de flujo del proceso de exportación del área de Logística.	43
Figura 20: Diagrama de flujo del proceso de importación ir al anexo, para ver a detalle.	44
Figura 21: Grafica de Ishikawa, realizada por medio de entrevistas a diferentes áreas.....	46
Figura 22: Gráfica de proceso de capacidad	47
Figura 23: Descripción estadística.....	48
Figura 24: Histograma del tiempo en que las partes tardan en ser identificadas por la aduana.....	49
Figura 25: Diagrama de caja del tiempo en que las partes tardan en ser identificadas por la aduana	49
Figura 27: Comparación de carga de trabajo por mes del año 2018 al 2021.	52

Figura 28: Gráfica de número de LIES creados por mes VS Costos de almacenaje por mes.	53
Figura 29: Horas extras laboradas en el 2020.	54
Figura 30: Árbol de realidad actual del sistema de Logística.....	58
Figura 31: Nube de conflicto	61
Figura 32: Nube de conflicto con la inyección	64
Figura 33: Diagrama de flujo después de la implementación de las inyecciones en el ARF	70
Figura 34: Análisis de creación de LIES en tiempo y con demora del 2021.....	72
Figura 35: Seguimiento de LIES en tiempo y con demora.....	73
Figura 36: Análisis de procesos de capacidad después de la implementación de los pasos de TOC.....	75

Índice de tablas

Tabla 1. Información solicitada por el sistema LIES para la importación y exportación de partes prototipo.....	14
Tabla 2. Determinación de niveles de Six Sigma.....	24
Tabla 3. Efectos encontrados dentro de las entrevistas realizadas a los ingenieros y Área de Logística.....	55
Tabla 4. Identificación y clasificación de los EFI.....	59
Tabla 5. Información agregada al sistema de LIES.....	76
Tabla 6. Información agregada de manera automática	76

Introducción

El caso de estudio se centra en una empresa de la industria automotriz, dentro del área de Logística que forma parte de Ingeniería. Esta área está encargada de dar soporte a los ingenieros de diseño y de pruebas, para la importación y exportación de partes automotrices. El estudio tiene la finalidad de mejorar el proceso actual que se tiene en el área e implementar nuevos procesos, con la finalidad de brindarle un buen servicio a los ingenieros y evitar retrasos en la entrega de partes.

En cada uno de los siguientes capítulos, se estará describiendo el trabajo que se llevó a cabo paso a paso.

En el Capítulo 1 se habla de los procesos internos de la compañía en estudio, describiendo así al área de Ingeniería donde se centrará el tema.

En el Capítulo 2 se presentan las herramientas de Six Sigma y Teoría de Restricciones, herramientas usadas para el diseño del proceso de importación y exportación de partes prototipo.

En el Capítulo 3 se realiza un diagnóstico del proceso del área de Logística, donde se analiza la forma en que operaba el área, su capacidad y el impacto que tenía en las demás áreas involucradas al no tener las partes en tiempo. En este capítulo también se identificó la causa raíz de los problemas del área y se definieron los parámetros que se deben de tener en cuenta para ver si una solución es buena o no.

En el Capítulo 4, con ayuda de la nube de conflicto desarrollada en el capítulo 3 y por medio de la inyección y pasos complementarios, se realizó el proceso para el diseño e implementación de la solución. Con ayuda de las herramientas de teoría de restricciones, se encontró una solución (o inyección) que ataca la causa raíz de los retrasos encontrada en el capítulo 3. Además, se identifican acciones complementarias que apoyan la inyección propuesta para implementar una solución exitosa.

En el Capítulo 5, después de implementar la solución propuesta, se describe la comparación de los resultados obtenidos antes y después de la implementación.

Finalmente, en el Capítulo 6 se resumen las principales conclusiones del trabajo, así como recomendaciones para futuras aplicaciones de las metodologías utilizadas.

Capítulo 1: Antecedentes

Este capítulo tiene como objetivo dar a conocer la estructura de las diferentes áreas por las que está compuesta la empresa, así como el proceso de importación y exportación de partes automotrices dentro del área de Ingeniería.

1.1 ANTECEDENTES

El presente estudio se centra en una empresa de la industria automotriz ubicada en la Ciudad de México. La compañía es una empresa americana fundada en 1903 en Estados Unidos de Norteamérica, en la Ciudad de Michigan. Actualmente es una empresa que cuenta con presencia a nivel mundial con 37 plantas automotrices en 16 países.

La compañía comienza sus operaciones en la Ciudad de México en 1925 como planta de ensamble. En la actualidad, la empresa tiene como objetivo crear el centro de Ingeniería más grande de América Latina, con el fin de aumentar su productividad y operaciones en nuestro país con ingenieros altamente capacitados y especializados para ampliar su mercado a nivel mundial. En México se espera que este centro de Ingeniería traiga mayor derrama económica y oportunidades de empleo.

La empresa cuenta con áreas de: Finanzas, Calidad, Manufactura, Recursos Humanos, Tecnología de la Información, Ingeniería, Mercadotecnia, Área Jurídica, entre otras. El análisis del presente estudio se centra en el área de Ingeniería. Esta área se encuentra formada por subáreas, referenciadas en la Figura 1 y descritas en el siguiente subtema.

1.2 SUBÁREAS DE INGENIERÍA

El área de Ingeniería cuenta con cuatro subáreas: Ingeniería de Planta, Ingeniería de Diseño, Ingeniería de Pruebas y el Área de Logística. Este estudio se enfocará en la subárea de Logística e Ingeniería y la interacción que hay entre ellas.

- Ingeniería de planta: Se encarga de las operaciones de ensamble y de las partes automotrices dentro de la planta, no tiene relación directa con el área de Logística.

- Ingeniería de diseño: Se encarga del diseño de partes automotrices y requiere del servicio de logística, en el proceso de importación y exportación de partes.

- Ingeniería de pruebas: Se encarga de la validación de las partes automotrices, diseñadas por los Ingenieros de Diseño. El área de pruebas requiere cumplir con tiempos y fechas específicas de validación, impuestas por los vehículos en desarrollo. El área de Logística juega un papel muy importante en la importación y exportación de partes para su validación.

- Área de logística: Se encarga de realizar la importación y exportación de partes para el área de Ingeniería de diseño y de pruebas.

Para que el Área de Logística pueda realizar el proceso de importación y exportación de partes automotrices, se requiere que los ingenieros de diseño y pruebas den de alta la información de las partes automotrices en un sistema, este sistema es el Sistema LIES, con significado por sus siglas en inglés “*Logistic Importation and Exportation System*”.

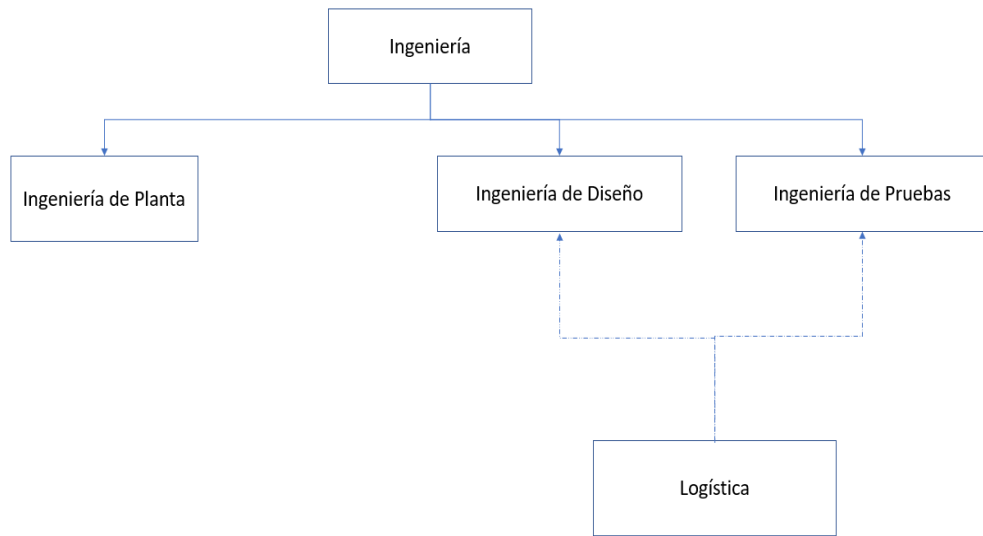


Figura 1. Estructura del Área de Ingeniería por Subáreas.

Fuente: El Autor

1.3 SISTEMA LIES

El sistema LIES, es el sistema interno encargado de reunir la información de las partes a importar o exportar.

En este sistema, los ingenieros de diseño y de pruebas deben de ingresar datos e información específica citada en la Tabla 1.

Tabla 1. Información solicitada por el sistema LIES para la importación y exportación de partes prototipo.

Logistics Importation and Exportation Systems	
Importación	Exportación
Nombre del solicitante	Nombre de quien recibirá la parte
Lugar de entrega de las partes	Lugar donde se entregará la parte
Programa	Programa
Información del proveedor	Orden de compra de la parte
Número de guía	Costo de la parte
Número de partes	Localización de la parte
Costos de las partes	País de origen de la parte
Orden de compra de la parte	Proveedor
Localización de la parte	Medidas de la caja y peso
País de origen de la parte	

Fuente: Información tomada de la página del sistema LIES

Al agregar la información en el sistema LIES. El sistema generará un número alfanumérico de manera aleatoria, al que Logística requiere dar seguimiento, para proceder a realizar la importación o la exportación de las partes.

En la Figura 2 se puede ver un ejemplo de cómo se muestra dicha información después de la creación de un registro.

Request #	Date Created	Name
BJ3535	Dec 3, 2020	Reyes, Jimena (J.)

Figura 2. Creación de número de seguimiento.

Fuente: Tomada de la información de la compañía

1.4 IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE PARTES AUTOMOTRICES

Se procede a definir el proceso de importación y exportación dentro del área de Logística

Importación:

Es el proceso que se lleva a cabo para la adquisición de partes en el extranjero.

En la que existen dos formas de recibir partes automotrices en la compañía:

- 1. Envío global:** Se considera como envío global a las partes que cuestan menos de \$50USD. Toda parte que cueste menos de la cantidad mencionada no requerirá ser declarada en aduana. La entrega se lleva a cabo de manera directa entre el proveedor y la empresa.
- 2. Envío aduanal:** Si una parte automotriz cuesta más de \$50USD, requerirá ser declarada en aduana. El área de Logística, con la información proporcionada en el sistema LIES y con el agente comercial -quien se encargará de la liberación de las partes en la aduana- pagará un costo por la parte y, posteriormente, se entregará la parte en la empresa.

1.5 INFORMACIÓN DE IMPORTACIÓN EN EL 2020

En el año 2020 se tuvo en México una importación total de 1,091 partes automotrices, de las cuales 744 se gestionaron con LIES, 347 fueron envíos globales y 14 partes se tuvieron que declarar en abandono. Ver en la Figura 3.

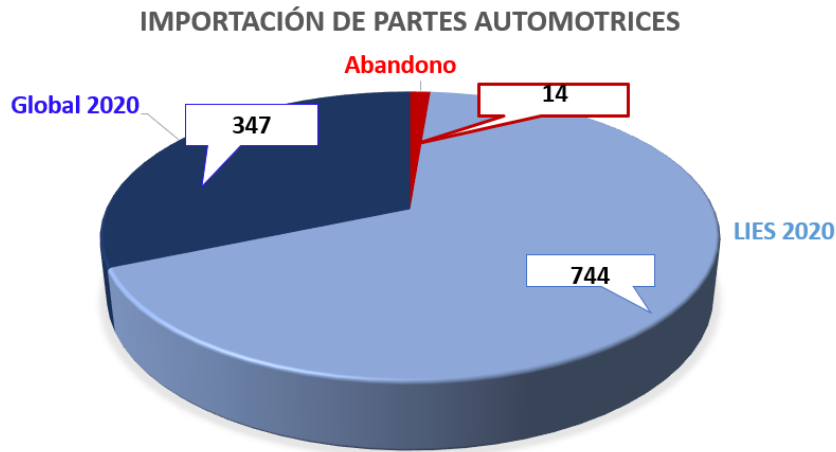


Figura 3: Gráfica de importación de partes automotrices en el año 2020.

Fuente: Datos proporcionados por el agente aduanal en diciembre del 2020.

Parte en abandono:

Una parte en abandono se define como aquella parte que viene con información errónea, que puede ser por las siguientes razones: nombre de la compañía incorrecta, nombre del remitente incorrecto, datos incompletos o no tenía remitente.

Esta situación ocasiona que la empresa no sea notificada del envío de las partes automotrices y al momento de realizar la búsqueda o proceder a un reclamo ante la aduana, la parte ya haya sido desechada.

Exportación

Es el proceso de enviar partes fuera del territorio nacional mexicano.

En la información recabada del sistema LIES, en el 2020, se tuvo un registro de 199 partes automotrices matriculadas. Mostrada en la Figura 4 por mes.

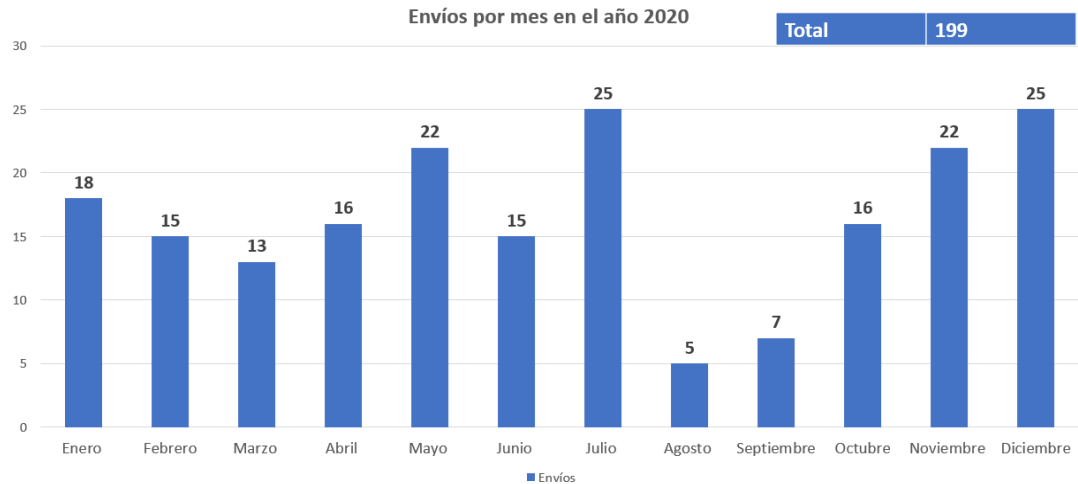


Figura:4 Gráfica de exportación de LIES

Fuente: tomada de la información de la compañía.¹

De las cuales solo el 20% de las partes se importaron en tiempo (ver Figura 5), se encontró que los ingenieros asumían que el equipo de Logística se pondría en contacto para la recolección de las partes automotrices para su envío, al no ser así, generaban molestias en los ingenieros.

¹ Esta información fue tomada de los indicadores del sistema LIES, en el 2021

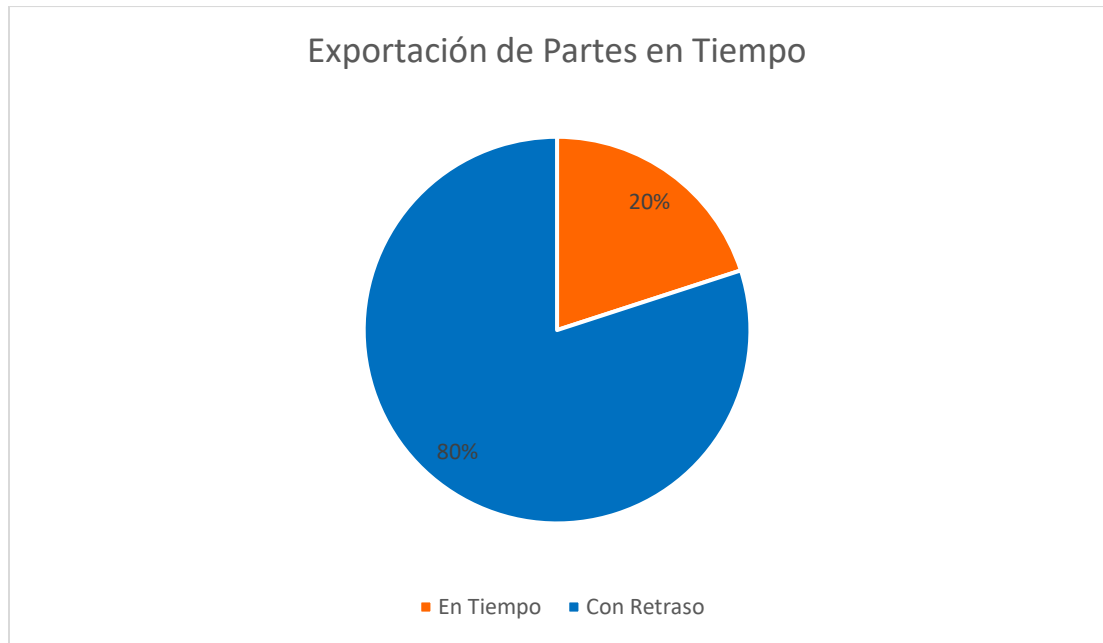


Figura 5: Exportación de Partes en Tiempo

Fuente: tomada de la información de la compañía.

Definido lo anterior se revisaron los LIES creados, ya que se quería conocer los indicadores que Logística utilizaba para su proceso actual, en el cual no se encontró información.

1.5 INDICADOR DE CREACIÓN DE LIES

Para la integración de este indicador se solicitó la siguiente información del sistema LIES:

- Número de LIES generado antes de que las partes fueran enviadas.
- Número de LIES generados cuando las partes ya se encontraban en la aduana.

De los datos obtenidos por el Área de Logística en el proceso de importación y exportación se optó por la creación de un indicador que nos permitiera saber cuántos LIES fueron creados antes y después de que las partes automotrices llegaran a la aduana.

Al ser desconocidos los datos, este indicador fue creado mediante la diferencia de 2 variables, la primera siendo los LIES creados antes de la importación descrita como “Ta”

y la segunda siendo los LIES creados después de su importación descrita como “Ti”, (información obtenida por el sistema LIES).

Donde:

Total de partes importadas en el 2020 = Tp ; 1091

Total de LIES creado después de importación = Ti ; 1040 creados

Total de LIES creados antes de importación = Ta ; 51 creados

$$Tp = Ti + Ta ; \quad (1)$$

$$Ta = 51 = 4.65\% \quad (2)$$

$$Ti = 1040 = 95.35\% \quad (3)$$

Obteniendo solo 4.65% de los LIES fueron creados antes de que las partes llegaran a la aduana. Mientras que 95.35% de los LIES se crearon después de que las partes llegaran a la aduana. Esto se puede ver mejor en la Figura 6.



Figura 6: Gráfica de Creación de LIES

Fuente: tomada de la información de la compañía.²

² Información obtenida del sistema LIES del año 2020. Para la generación de la gráfica se tomó la fecha que dio notificación el agente aduanal del arribo de las partes y la fecha en que se creó el número de LIES.

De la información obtenida de las partes de importación y exportación, como de los retrasos y la pérdida de partes se realizaron entrevistas, encontrando que existían molestia por retrasos en la operación del área de Logística, esto hizo que se pudiera trabajar de manera inmediata en el diagnóstico del problema, para poder proceder después a una propuesta de solución.

1.6 CONCLUSIÓN DE LOS ANTECEDENTES

- El Área de Logística apoya en la gestión de partes automotrices que llegan a la aduana, con la finalidad de agilizar el proceso a los ingenieros de diseño y a los ingenieros de pruebas.
- El sistema LIES con significado de su sigla en inglés *Logistics Importation and exportation System*, permite tener la información de importación y exportación centralizada, para que Logística pueda trabajar con dicha información.
- En las importaciones, el 95.35% de las veces se creaba el LIES hasta que Logística daba aviso, lo que significa que más del 90% de las partes no llegaban a tiempo, ocasionando que las otras áreas tuvieran que cubrirlo con tiempos extraordinarios para cumplir con los tiempos de programa
- Para el proceso de exportación, solo el 20% de las partes se enviaban en tiempo, debido a que los ingenieros no las dejaban para su envío.

Todo esto hizo que se tuviera que trabajar de manera inmediata para buscar una solución.

Capítulo 2: Marco Teórico

En este capítulo se presentan las herramientas utilizadas para el diagnóstico y el diseño de procesos del Área de Logística, utilizando la metodología Lean Six Sigma y TOC por sus siglas en inglés (Theory of Constraints) o Teoría de Restricciones.

Procediendo a describir las metodologías utilizadas:

Lean Six Sigma: Es una metodología cuyo objetivo es la mejora de procesos, incrementando la rentabilidad y productividad, enfocada en eliminar el desperdicio con el fin de mejorar el flujo en el proceso (Archidiácono & Pieroni, 2018).

Teoría de Restricciones: La Teoría de las Restricciones es una metodología de mejora de procesos, que enfatiza la importancia de identificar la "restricción del sistema" o cuello de botella. Al aprovechar esta restricción, las organizaciones pueden lograr sus objetivos financieros, mientras entregan a tiempo y en su totalidad a los clientes, evitando desabastecimientos en la cadena de suministro y reduciendo el tiempo de entrega. (Cox III & Schleier 2010)

2.1 METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA.

Es una metodología de mejora de procesos (*process improvement*) que busca establecer herramientas estadísticas y de análisis de datos. Su objetivo es lograr una mejora continua, satisfacer las necesidades del cliente y que sea competitiva (Socconini, 2019).

La principal filosofía de Six Sigma es que todos los procesos pueden ser definidos, medidos, analizados, mejorados y controlados, lo que comúnmente se conoce como el método DMAIC. Según Six Sigma, en todos los procesos debe haber entradas y salidas. Las entradas son acciones que el equipo lleva a cabo y las salidas son los efectos de esas acciones. La idea central es que, si puedes controlar la mayor cantidad de entradas (o acciones) como sea posible, también controlarás sus salidas.

¿De dónde proviene el término Six Sigma?

El desarrollador Bill Smith creó esta metodología en 1986. El término “Six Sigma” se origina a partir de la modelación estadística de los procesos de fabricación. Básicamente se puede definir la madurez de un proceso por su calificación “sigma” que indica el porcentaje de productos sin defecto.

Por definición, un proceso Six Sigma es aquel en el que se espera que el 99.99966% de los productos no tengan defectos. Es por ello que Six Sigma comúnmente se usa en la parte de fabricación y en producción ayudando a evitar que se produzcan problemas en la calidad.

La Metodología Six Sigma tiene 5 principios clave que puede aplicarse en el análisis de los procesos:

1. **Poner interés en el cliente:** Al identificar lo que el cliente quiere y necesita, el equipo puede entender mejor cómo retenerlo y hacer que vuelva constantemente al producto. El equipo debe entender cuál es la calidad del producto que los clientes consideran aceptable, a fin de poder cumplir o incluso exceder sus expectativas. Una vez conociendo el nivel de calidad, se puede utilizar como punto de referencia para la producción.
2. **Usar los productos para detectar dónde se produce la variación:** Una manera muy simple de descubrir si existe variabilidad en un proceso, es poniendo el trabajo en retrospectiva. Por ejemplo, si el objetivo es reducir el tiempo de producción, se analiza cuánto tiempo toma cada paso en ese proceso, encontrando la variabilidad y a su vez después proceder a la implementación.
3. **Mejora los procesos continuamente:** Es necesario observar los procesos de producción, pensar en los pasos que no aportan valor al equipo y a los clientes finales. Usar herramientas como los mapas de flujo para identificar cómo se puede perfeccionar los procesos y reducir la cantidad de cuellos de botella.

4. **Incluir a todos:** Todos los integrantes deben recibir capacitación en procesos Six Sigma para disminuir los riesgos de crear más obstáculos en vez de eliminarlos, brindando una visión integral de cómo un mismo proceso puede afectar a las distintas partes del sistema

5. **Garantizar un ambiente flexible y receptivo:** Six Sigma se centra en crear cambios positivos para los clientes. Buscando continuamente formas de mejorar los procesos. El equipo debe ser siempre flexible para poder dar un giro cuando sea necesario.

Es por ello que Lean Six Sigma crea un meta realista y cuantificable con el objetivo de llegar a un máximo de 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO). Los defectos por millón ayudan al rendimiento del proceso (Banuelas, R., & Antony, J ,2024).

Una meta de 3.4 defectos en un millón es una meta ambiciosa, considerando que el porcentaje de defectos comúnmente en la industria es de un 10%.

Existiendo una fórmula para calcular el DPMO:

$$DPMO = \left(\frac{\text{Total de números encontrados en una muestra}}{\text{Total de números o defectos de oportunidad en una muestra}} \right) \times 1000000 \quad (4)$$

Del resultado obtenido de la fórmula, se procede a comparar con los valores de la Tabla 2. De esta forma podemos determinar si el proceso de una empresa requiere de una mejora.

Si el valor de sigma cae entre 0 y 4.5, será necesario considerar realizar una mejora en el proceso, de lo contrario, se considera que la calidad del proceso es buena.

Tabla 2. Determinación de Niveles de Six Sigma.

Nivel σ	DPM	% Defectos	Rendimiento(%)	
0	933,193	93 %	6.7%	0-3 Necesita Mejorar
1	690,000	69 %	31%	
2	308,537	31 %	69%	
2.5	158,655	15.86 %	84.14 %	
3	66,807	7 %	93%	3 - 4.5 Calidad Convencional
4	6,210	0.6 %	99.4%	
4.5	1350	0.14%	99.86%	
5	233	0.02%	99.97%	4.5 - 6 Buen Proceso
5.5	32	0.003 %	99.997%	
6	3.40	0.0 %	100.0%	6 Proceso óptimo

Fuente: José Alejandro RM,2008, vol.38 no.3 La Habana set.-dic. 2017.

2.1.1 Capacidad del Proceso

Capacidad del proceso: se define como el nivel de variación que se cuenta en el desarrollo de producción y ayuda a saber si cumple o no con el requerimiento establecido. Esta variabilidad está relacionada con el flujo natural que existe en las operaciones. La variabilidad de los procesos no es deseable, por lo que se debe de tender a reducir lo más posible la fluctuaciones o cambios que alteran la producción. (Alexander M, 2001)

El análisis de la capacidad de un proceso tiene como objetivos:

1. Definir si el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones establecidas a través de los índices de capacidad.
2. Cuantificar la variación del proceso.
3. Analizar la variación respecto a las especificaciones del producto, es decir a lo que se planificó previamente.
4. Reducir en lo posible la variación, modificando o revisando el proceso

Existen varios tipos de índices de capacidad:

Los índices de capacidad: Son parámetros que permiten analizar y comparar la variabilidad del proceso con relación a especificaciones.

La capacidad potencial del proceso: Denominado por “Cp”, se encarga de la diferencia entre los límites de tolerancia que son superiores e inferiores dividida entre la variabilidad del proceso. Definidos como:

$$Cp = \frac{LST-LIT}{6\sigma} \quad (5)$$

Donde,

Cp. Capacidad del proceso

LST límite superior de la tolerancia

LIT límite inferior de la tolerancia

σ desviación típica (sigma)

Índice de capacidad real del proceso: Denominado por “CPK”: No solo nos ayudan a evaluar la capacidad, sino la media del proceso, ayudándonos a saber si está centrado o no el proceso y se llega a definir como:

$$Cpk = \frac{LST-\mu}{3\sigma} \quad (6)$$

Donde,

CPK Relación de la capacidad real

LST límite superior de la tolerancia

μ media del proceso

σ desviación típica (sigma)

A continuación, podemos observar cómo se representan estos índices de manera gráfica. Ver Figura 7.

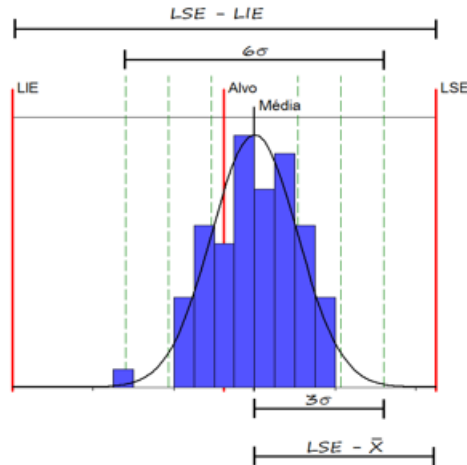


Figura 7: Índices de Cp y Cpk

Fuente: Basado en el libro de Lean Six Sigma de Rafael Cabrera

2.1.2 Principales metodologías de Six Sigma:

Hay dos procesos comunes dentro de Six Sigma que ayudan a su estabilización, cada uno se usa en una situación diferente. El proceso DMAIC es el estándar que se usa cuando hay que optimizar los procesos existentes. La otra herramienta, el DMADV, se aplica cuando los procesos aún no se han establecido y todavía hay que crearlos.

2.2 DMAIC

DMAIC es un acrónimo en inglés y cada letra representa un paso del proceso: Define, Measure, Analyze, Improve and Control. Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, los cuales se ilustran en la Figura 8 y se describen a continuación:



Figura 8: Círculo de Lean 6σ Sigma.

Fuente: Figura referenciada del libro Lean Six Sigma 2013.

- *Definir:* Identifica el perfil ideal de cliente e incluir lo que el cliente necesita, así como identificar los objetivos del proyecto. Todas las oportunidades que tiene la empresa o el negocio.
- *Medir:* Con los objetivos establecidos en la etapa de “Definición”, marca el punto de partida de los procesos actuales y usa los datos para informar cómo se requiere optimizar el proyecto.
- *Analizar:* Determinar causa raíz de los problemas e identifica cómo ocurren las variaciones $Y=f(X)$ de un proceso.
- *Mejorar:* Teniendo en cuenta el análisis del paso anterior, crea un proceso futuro nuevo. Significa que debe crearse una muestra del proceso mejorado y probarla en un entorno separado para ver cómo se comporta, eliminando el desperdicio y la variación no deseada del proceso.
- *Controlar:* Mantener los resultados. Si los resultados de la etapa de “mejora” están a la altura de los estándares del equipo, implementa este proceso nuevo en tu flujo de trabajo actual.

2.2.1 Origen de la variación y tipos de proceso

Six Sigma define al problema como oportunidad de mejora, y la forma de empezar a buscar esa mejora se realiza midiendo la variabilidad. El origen de la variación se puede dar por dos razones, ya sea de manera inherentes al proceso o por causas comunes dentro del sistema (Altman, 2018). Donde DMAIC es una buena herramienta para la variación.

Dentro de los procesos existen 3 tipos de procesos estables, inestables o fuera de control, ilustrados en la Figura 9.

1. *Proceso estable*: se define como aquel en donde la variación es predecible dentro de los límites de control y su capacidad también es predecible.
2. *Proceso inestable*: se define cuando las variaciones se originan por causas especiales y su comportamiento es impredecible.
3. *Proceso fuera de control*: Se define cuando alguno de los puntos se encuentra fuera de los límites.

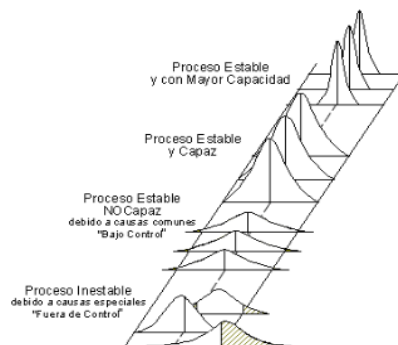


Figura 9: Gráficas de control.

Fuente: Figura referenciada del artículo Asturias Corporación Universitaria.

2.2.2 DMADV

El DMADV, por sus siglas en inglés (Define, Measure, Analyze, Design and Verification), se usa cuando el cliente requiere una mejora en un producto o requiere el diseño de un nuevo proyecto, con el fin de tener un producto de alta calidad cumpliendo los requisitos del cliente. Usualmente el DMADV se usa para el desarrollo de nuevos procesos o productos

Para el presente caso de estudio, se decidió usar la metodología DMAIC para su resolución, utilizando las siguientes herramientas:

1. Histograma
2. Diagrama de Pareto
3. Diagrama de Ishikawa
4. Diagrama de flujo

2.3 HISTOGRAMA.

Un histograma es la representación gráfica en forma de barras, que simboliza la distribución de un conjunto de datos. Sirven para obtener una primera vista general o panorámica de la distribución de la población o de la muestra, respecto a una característica cuantitativa y continua.

Un histograma ayuda a ver el número de veces que se repite cada uno de los resultados medidos; permite ver cómo se agrupan las mediciones y cuál es la dispersión de ese valor central.

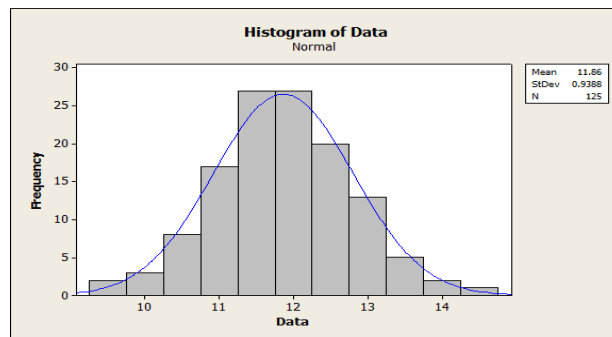


Figura 10: Histograma.

Fuente: Figura referenciada del libro Lean Six Sigma de Rafael Cabrera

Para poder crear un histograma y obtener un mejor resultado, se requiere de una muestra significativa para establecer grupos de datos, estos se agrupan en función de la cantidad de veces que se presentan en cada uno de los grupos (Pértegas Díaz).

La función principal del histograma nos sirve para:

- Obtener la variabilidad del sistema
- Mostrar cambios en el sistema
- Comparar la variabilidad con los límites de especificaciones establecidas

2.4 DIAGRAMA DE ISHIKAWA.

Kaoru Ishikawa es el creador de esta metodología que se desarrolló en 1943. El gran valor que tuvo su idea fue elaborar un análisis gráfico para que fuera más comprensible. Este esquema también conocido como diagrama de causa-efecto se basa en la premisa de que todo problema tiene una causa. Hay que identificar de dónde surgen las acciones que están conformando ese problema.

Una de las ventajas del diagrama de Ishikawa es su flexibilidad para adaptarse a cualquier industria, actividad, o situación, para identificar cuáles pueden ser las posibles causas que están generando un problema. Para ello se requiere clasificar por categorías, con el fin de identificar dentro de este y ver en qué parte del sistema se encuentra el problema (Liliana L, 2016).

Como se observa en la Figura 11, la estructura del diagrama de Ishikawa es como el esqueleto de un pescado. Esto no es casualidad: cada elemento representa una razón y conlleva a la resolución de los problemas expuestos.

Los elementos del diagrama de pescado son:

1. **Cabeza:** Emerge de la espina central y en esta parte se representan los problemas.
2. **Espinas:** Salientes de la espina central. Pueden existir muchas o pocas espinas, dependiendo de las posibles causas que estén provocando el problema en cuestión.
3. **Espinas menores:** Las espinas grandes también incluyen espinas más pequeñas, con las que se determinan las causas menores.

Por último, el diagrama de Ishikawa puede servir para:

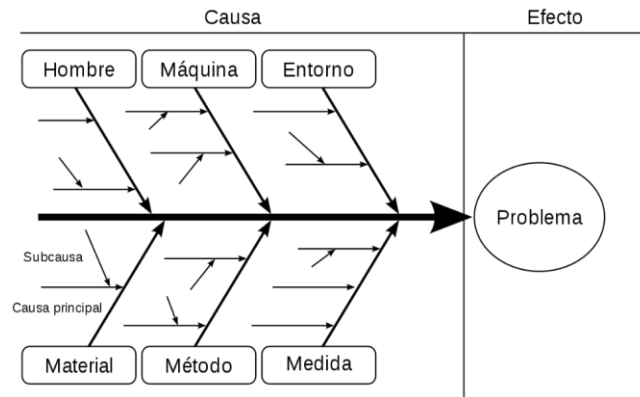


Figura 11: Diagrama de Ishikawa.

Fuente: Figura referenciada del libro de Lean Six Sigma de Rafael Cabrera

- Mejorar la toma de decisiones
- Contribuir a un mejor ambiente laboral
- Hacer apto un proceso de trabajo para obtener certificaciones
- Identificar áreas que requieran capacitar al personal
- Motivar a tus empleados
- Medir diversas áreas y su desempeño operativo
- Saber dónde invertir
- Aprovechar las áreas de oportunidad

2.5 DIAGRAMA DE FLUJO.

Los diagramas de flujo se continúan usando hoy en día. En Japón, Kaoru Ishikawa (1915-1989), fue una personalidad clave en las iniciativas de calidad en manufactura, afirmó que los diagramas de flujo eran una de las herramientas fundamentales en el área de control de calidad junto a otras complementarias como el histograma, la ficha de control y el diagrama de causa-efecto (Nave, 2002).

Visualmente se puede apreciar la relación secuencial con la ayuda de descripciones, rectángulos, óvalos, diamantes y otras figuras para definir el tipo de paso, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia. Ver Figura 12

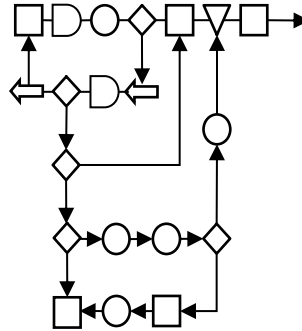


Figura 12: Diagrama de flujo.

Fuente: Lean Six Sigma de Rafael Cabrera

2.6 SÍMBOLOS DE DIAGRAMAS DE FLUJO

A continuación, se muestran algunos de los símbolos de diagramas de flujo más comunes. Figura 13.

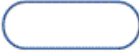







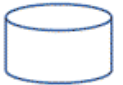

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Terminal: Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso.		Actividad: Representa la actividad llevada a cabo en el proceso.
	Decisión: Señala un punto en el flujo donde se produce una bifurcación del tipo "Sí" – "No".		Documento: Documento utilizado en el proceso.
	Multidocumento: Refiere un conjunto de documentos. Por ejemplo, un expediente.		Inspección / Firma: Aplicado en aquellas acciones que requieren de supervisión.
	Conector de un Proceso: Conexión o enlace con otro proceso, en el que continúa el diagrama de flujo. Por ejemplo, un subproceso.		Archivo: Se utiliza para reflejar la acción de archivo de un documento o expediente.
	Base de Datos: Empleado para representar la grabación de datos.		Línea de Flujo: Indica el sentido del flujo del proceso.

Figura 13: Símbolos de diagramas de flujo.

2.7 ¿CÓMO HACER UN DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS?

- A. **Definir el proceso a representar:** El primer paso es detectar el proceso que se requiere analizar, identificar los límites de dónde empiezan y dónde terminan.
- B. **Localizar las etapas más destacadas:** Determinar el número de las etapas que van a considerarse para crear el diagrama de flujo de proceso. Si es muy detallado puede estar cargado de información y, por lo tanto, ser confuso. Y, si es muy breve, es posible que se salte algunos pasos esenciales para lograr el objetivo del proceso.
- C. **Realizar un borrador:** Una vez consideradas las etapas del proceso que se ha decidido representar, se realiza un borrador del diagrama de flujo de proceso, donde se empieza a usar los símbolos que generalmente se utilizan en este tipo de formato.
- D. **Solicitar retroalimentación:** Es esencial pedir la opinión de los colaboradores que participan directamente en el proceso en cuestión, porque ellos son los que pueden brindarte la información más valiosa con base en su experiencia
- E. **Trazar el diagrama:** Ya corregido el diagrama de flujo de proceso es momento de darle formato para concluirlo y presentarlo a socios, directivos y colaboradores de la empresa. En especial al área encargada de ese proceso, para saber qué acciones tomar en cada una de las etapas, que se han representado de manera visual para ser comprendidas rápidamente.
- F. **Asignar roles en cada etapa:** Por último, con ayuda del diagrama de flujo se pueden dividir las tareas que desempeñarán determinados colaboradores en cada una de las etapas del proceso. Con ello se podrá obtener resultados positivos y, por lo tanto, de mayor rendimiento (Socconini, 2019).

Una vez completado el diagrama de flujo de proceso es más factible asignar los roles de los colaboradores en cada una de las etapas. Por lo tanto, también se puede

usar como una herramienta de capacitación para explicarles a nuevos trabajadores cómo es que funciona el proceso.

Con un diagrama de flujo es más fácil estudiar y observar el proceso para: identificar puntos de mejora, detectar bucles repetitivos y eliminar todo tipo de ineficiencias que entorpezcan los resultados buscados.

Propósitos y beneficios del diagrama de flujo

- Documentar un proceso con el fin de lograr una mejora en la comprensión, el control de calidad y la capacitación de los empleados.
- Estandarizar un proceso para obtener una eficiencia y repetibilidad óptima.
- Estudiar un proceso para alcanzar su eficiencia y mejora. Ayuda a mostrar los pasos innecesarios, cuellos de botella y otras ineficiencias.
- Crear un proceso nuevo o modelar uno mejor.
- Comunicar y colaborar con diagramas que se dirijan a diversos roles dentro y fuera de la organización.

2.8 TEORÍA DE RESTRICCIONES (TOC)

La Teoría de Restricciones, o TOC, por sus siglas en inglés (Theory of Constraints) es una metodología que se centra en identificar las restricciones de los sistemas de producción.

Una restricción se considera como cualquier factor que impide que una empresa pueda llegar a su objetivo o metas del proyecto. Existen muchos tipos de restricciones, por ejemplo, están las relacionadas con la fabricación o las relacionadas a un departamento específico, como puede ser del área de ventas que se encargan de traducir la demanda del mercado en pedidos, y de otros muchos ejemplos más.

Para TOC, la mejora de un sistema productivo debe enfocarse según en las siguientes prioridades:

1. Incrementar el throughput.
2. Reducir la inversión.
3. Reducir costos.

Goldratt, 1990, define un proceso de mejora continua, el cual consta de cinco pasos. Para poder trabajar sobre la restricción será necesario seguir los cinco pasos de TOC, como se muestra en la Figura 14:

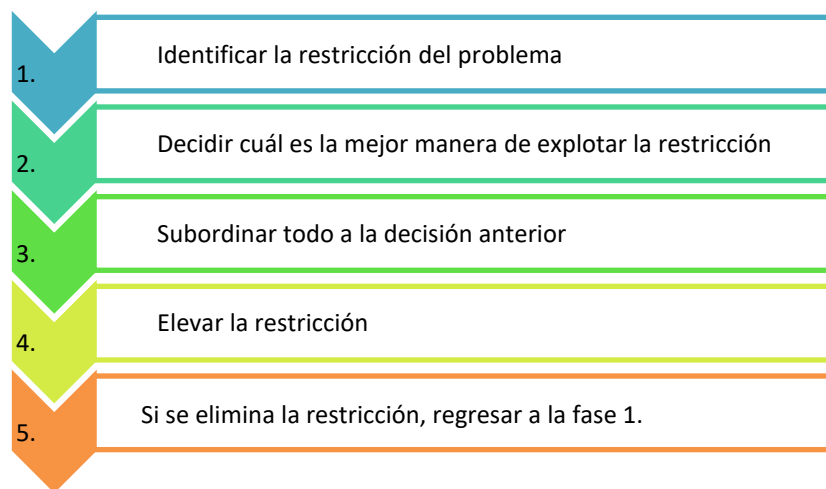


Figura 14: Procesos de Mejora Continua de TOC.

2.9 PROCESOS DE RAZONAMIENTO TOC

Para que TOC pueda dar solución al problema cuenta con herramientas llamadas procesos de razonamiento, enfocadas en encontrar qué cambiar, cómo hacer el cambio y hacia dónde realizar el cambio, siendo las siguientes herramientas: el Árbol de Realidad Actual, la Nube de Conflicto, el Árbol de Realidad Futura, el Árbol de Pre-Requisitos y el Árbol de Transición. (Martínez, D. J. E., Hernández , 2019).

El Árbol de Realidad Actual, fue usado dentro del diagnóstico del proceso y es el que será descrito a continuación:

- **Árbol de Realidad Actual (ARA):** Rastrea todos los "efectos no deseados" (EFIs) hasta la causa raíz y, en última instancia, identifica el conflicto central. Ver Figura 15.

Los pasos para concluir un ARA son:

1. Elige una situación que desees mejorar.
2. Escribe los aspectos de esta situación que desees que cambien. Los que llamaremos como Efectos Indeseados (EFIs).
3. Identifica las relaciones causales que existen entre estos efectos indeseados. Algunos pueden ser causa de otros o causados por otros.
4. Se construye la nube de conflicto y se usa como base para la construcción del ARA.
5. El árbol se lee de abajo hacia arriba examinando cada flecha y entidad usando las palabras de apoyo "Si ... entonces ...". La lectura debe ser fluida, como ejemplo, leyendo de la siguiente forma: "Si aumenta el precio, entonces disminuyen las ventas".
6. Hacer las correcciones necesarias hasta que el árbol en su conjunto refleje la situación que se desea mejorar.
7. Si una causa es responsable de más del 70% de los efectos indeseados (EFIs), entonces esa causa es el problema de fondo, o problema medular. De lo contrario, selecciona el conjunto de causas que producen la mayoría de los EFIs e intenta identificar una causa común a ellas.
8. Si no se encuentra una causa responsable de al menos el 70% de los EFIs, significa que el conocimiento actual del problema quizás sea insuficiente y en esos casos es recomendable indagar más. Otra alternativa es aplicar el otro método que existe para realizar árboles de realidad actual, el método de las Tres Nubes.

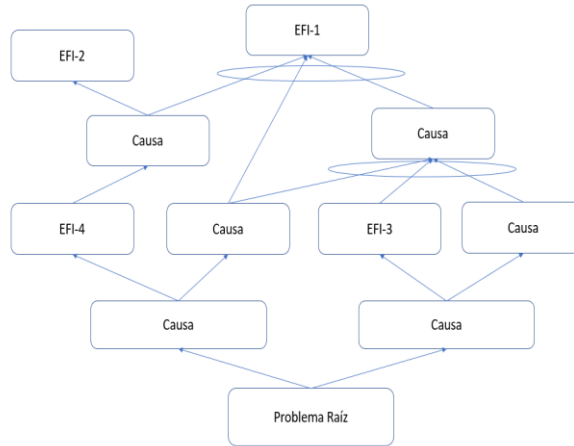


Figura 15: Árbol de Realidad Actual.

- **Nube o diagrama de conflicto:** Permite presentar claramente los problemas y por qué una organización actúa como actúa. Verbaliza y encuentra solución a situaciones problemáticas con supuestos ocultos que la hacen ver como imposible de cambiar, pero que por medio de una inyección o solución puede hacer cambiar el entorno, se visualiza en la Figura 16.

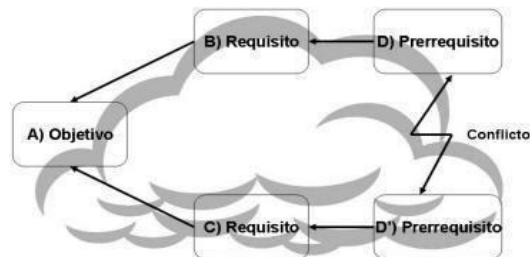


Figura 16: Nube de Conflicto.

La nube se construye de derecha a izquierda, es de (D) y (D') a (A), iniciando por el conflicto. Pero se lee de izquierda a derecha, comenzando con el objetivo que se quiere alcanzar.

El problema radica en que los prerrequisitos D y D' están en conflicto; es decir que no se puede tener D y D' simultáneamente y, por tanto, parece que el objetivo es inalcanzable y se tendrán los requisitos B y C, el cual cada uno de ellos tiene un prerrequisito. En cada uno de ellos se tendrán supuestos, los cuales se buscarán debatir con la finalidad de

resolver el conflicto y lograr el objetivo planteado. A esa solución encontrada, se le llama inyección.

2.7 CONCLUSIÓN

En este capítulo se presentó la metodología Lean Six Sigma y las herramientas de Teoría de las Restricciones utilizadas, para la resolución de este caso práctico.

- Empleando las herramientas de Six Sigma y TOC en el caso de estudio se busca que la empresa pueda tener ahorros en tiempo y costos, generar más ingresos, lograr mayor productividad y rentabilidad en los equipos de trabajo para facilitar los procesos y hacer el negocio más competitivo. Estas necesidades o expectativas se convertirán en algún momento en objetivos estratégicos a lograr.
- Lean Six Sigma, es una herramienta que ayuda a la mejora continua. La mayoría de las empresas están implementando diferentes herramientas que les permita gestionar sus procesos de negocio de una manera eficaz, eficiente y segura, así como satisfacer las necesidades del cliente.
- Dentro del caso de estudio se hizo uso de TOC para encontrar las posibles causas por medio de la nube de conflicto y aplicando la inyección para la solución del problema

En el siguiente capítulo se describe el detalle de cómo se utilizaron las herramientas descritas.

Capítulo 3: Diagnóstico del proceso del Área de Logística

En el año 2020 y 2021, la empresa en estudio incrementó su carga de trabajo, debido a la apertura de nuevos proyectos. El aumento de carga de trabajo ocasionó quejas por parte de los ingenieros y retrasos en la parte de entrega, como en el envío de partes. Por tal razón se solicitó al equipo de Logística el histórico de datos de importaciones y exportaciones, así como información sobre el proceso logístico. Por la poca información obtenida, se optó por realizar un diagnóstico del proceso del área, utilizando herramientas de Six Sigma y de Teoría de Restricciones.

3.1 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE PARTES AUTOMOTRICES, DIAGRAMA DE FLUJO.

Los diagramas mostrados en las Figuras 17 y 18 fueron proporcionados por el equipo de Logística.

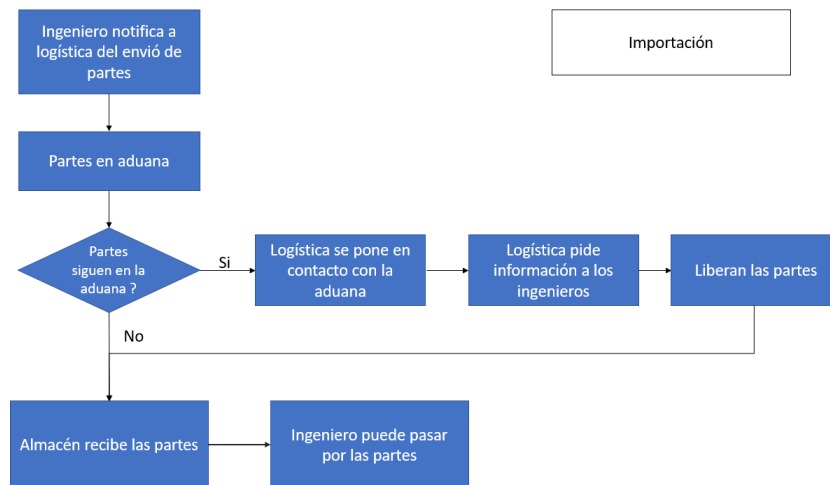


Figura 17: Diagrama de flujo proporcionado por el área de Logística para la importación de partes.

Fuente: Tomada de la información del área de Logística.

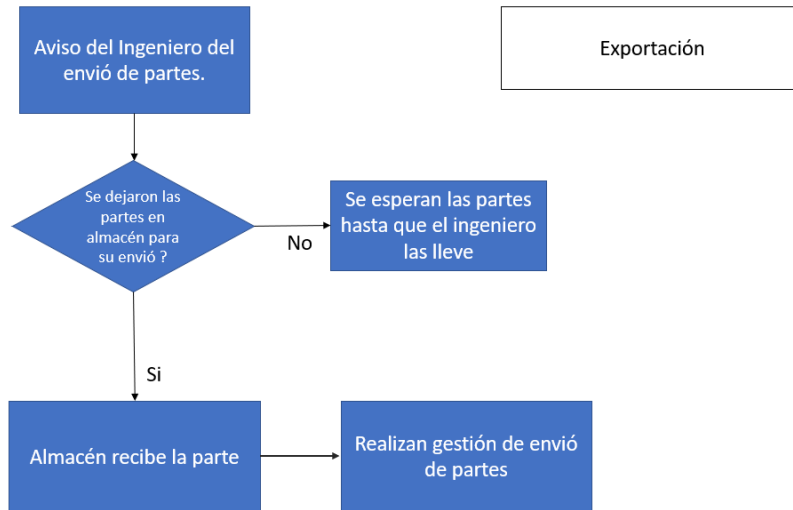


Figura 18: Diagrama de flujo proporcionado por el área de Logística para exportación de partes.

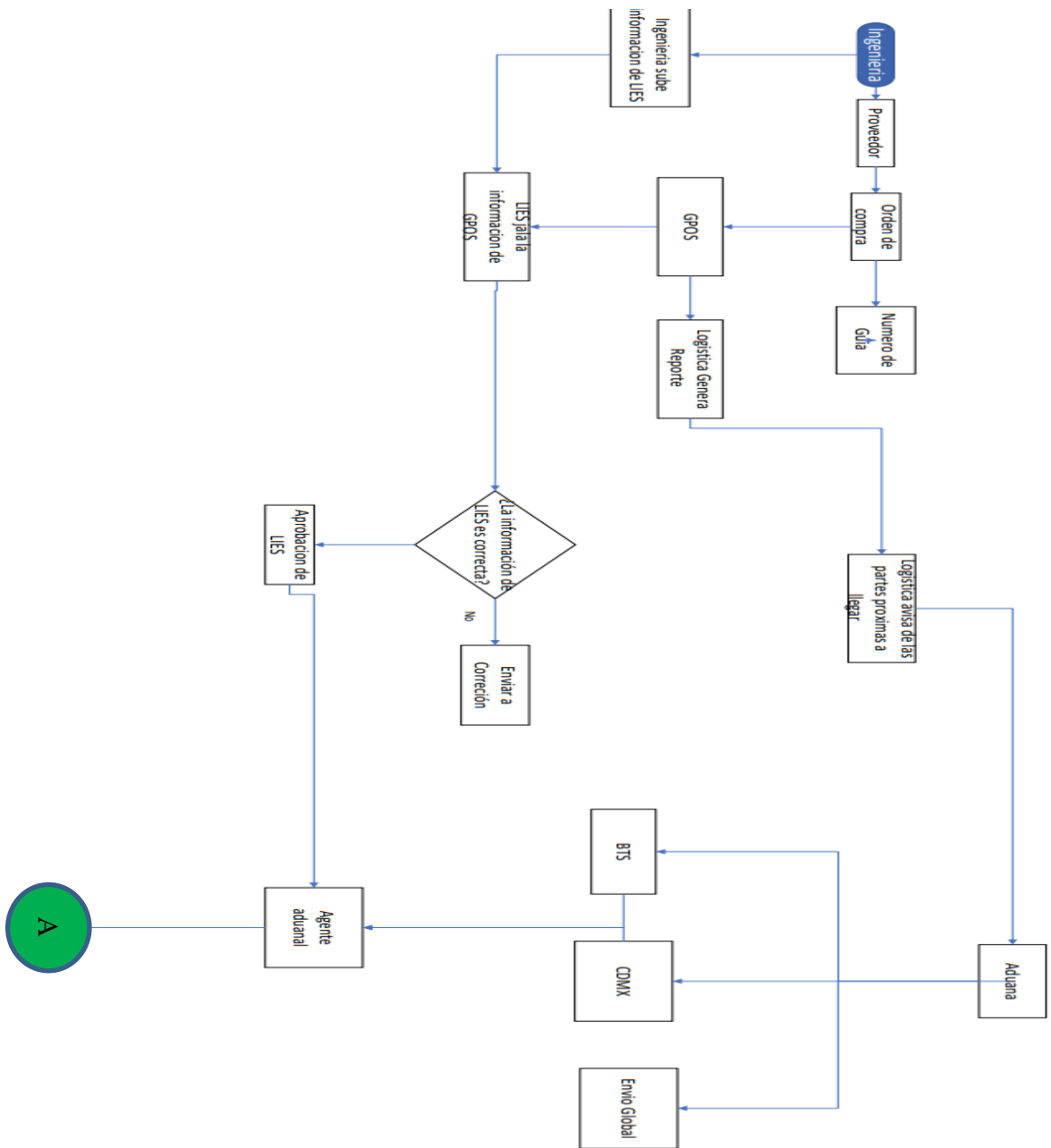
Fuente: El autor, tomada de la información del área de Logística.

Analizando los dos diagramas de flujo presentados por el área de Logística, se observó lo siguiente:

El área de Logística esperaba que los ingenieros de pruebas y de diseño tuvieran conocimientos de los diagramas. Encontrando lo contrario, los ingenieros no conocían el proceso, y faltaba por definir parte de las actividades que tenían que cumplir tanto Logística y los ingenieros, ocasionando molestias por ambas partes.

Se procedió a realizar un diagrama de flujo con mayor detalle del proceso, como se puede observar en la Figura 19 y Figura 20. Con la finalidad de conocer los pasos faltantes, se realizó un diagrama de flujo, apoyado de las entrevistas a ingenieros de las diferentes subáreas y al área de Logística.

Exportación.



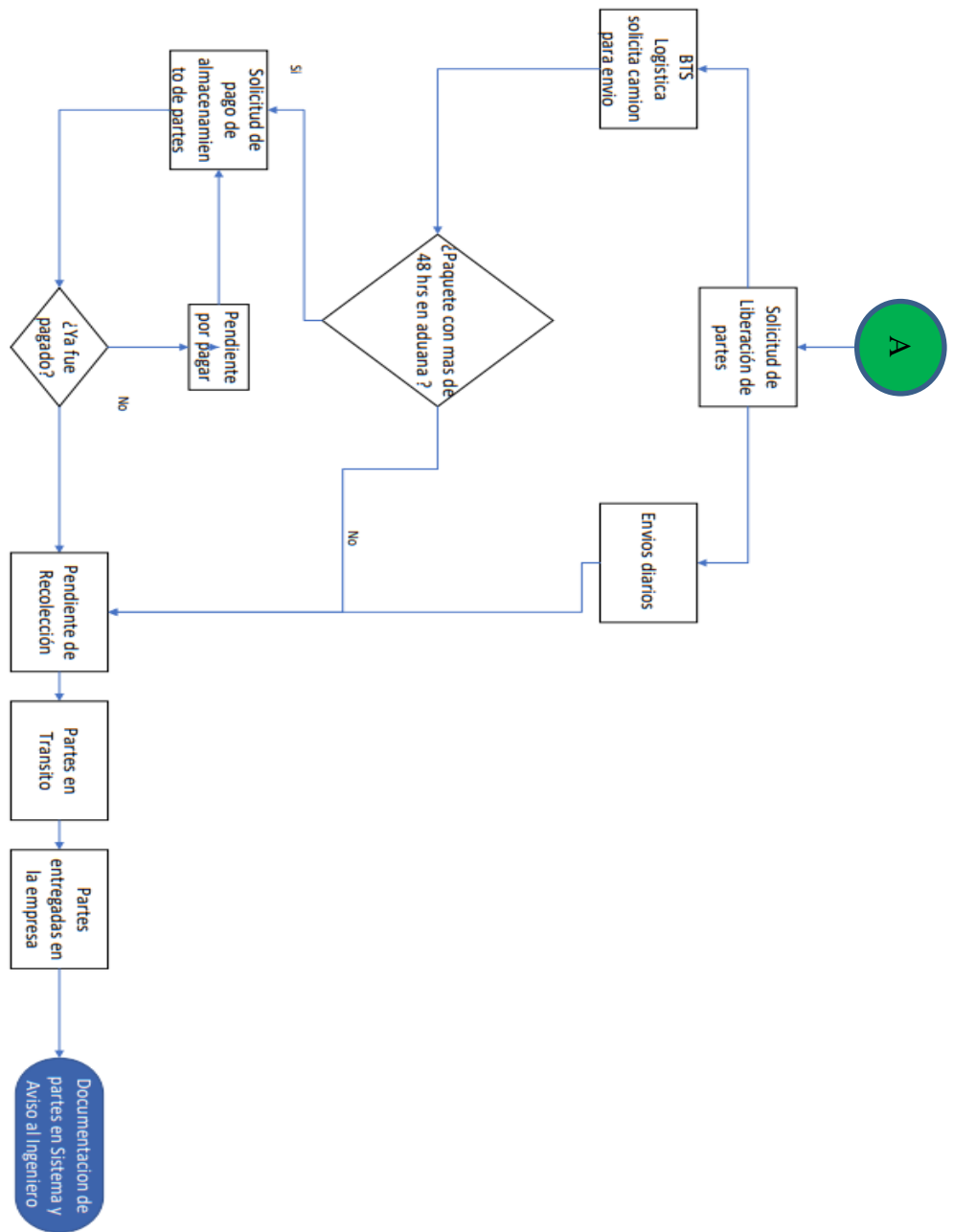


Figura 19: Diagrama de flujo del proceso de exportación del área de Logística.

Importación

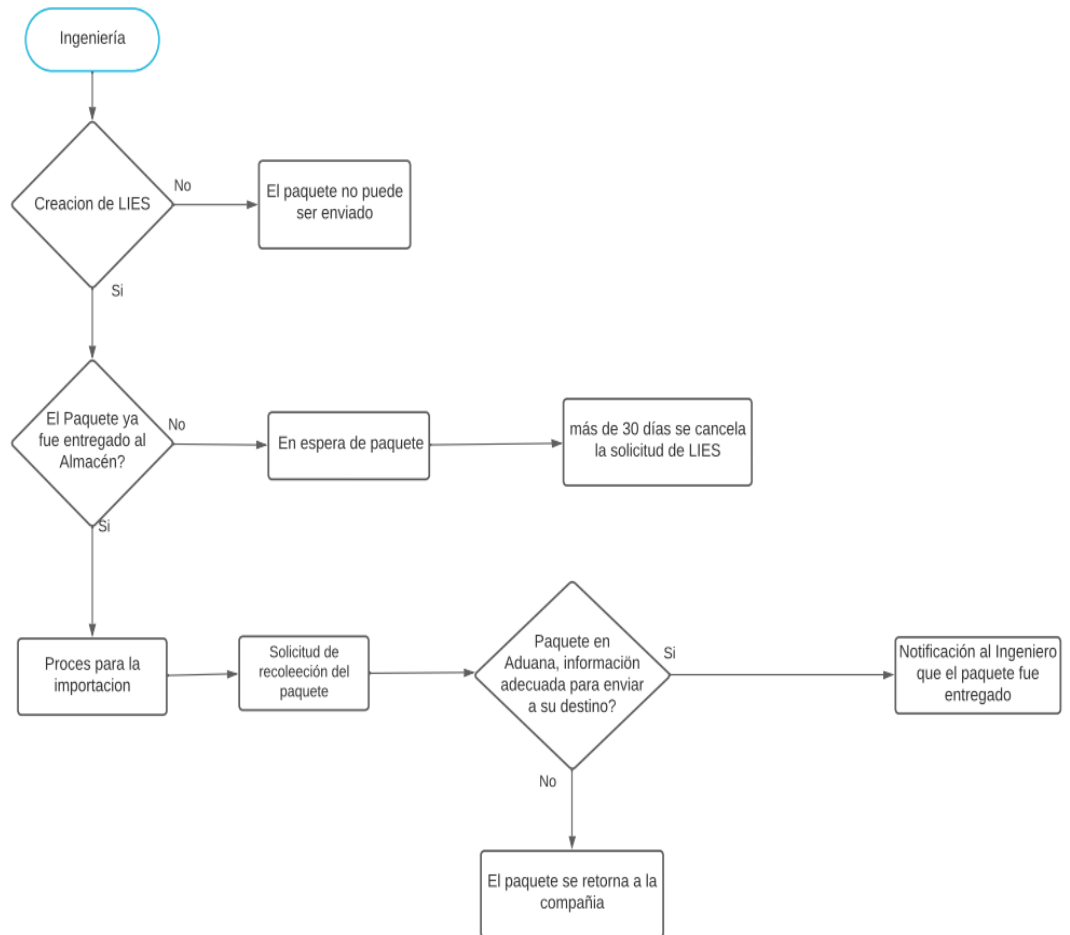


Figura 20: Diagrama de flujo del proceso de importación ir al anexo, para ver a detalle.

Fuente: El autor, realizada por medio de entrevistas a diferentes áreas.

En primera instancia se halló que el proceso de importación y exportación era más complejo de lo esperado.

Para la parte de importación se encontró lo siguiente:

- Un envío global llega de manera directa a la empresa. De lo contrario, se tendrá que declararla parte.
- Para poder proceder a la liberación de partes, se requiere que la información se encuentre en el sistema LIES y sea correcta, de lo contrario la parte no se podrá liberar de aduana.
- Si el ingeniero no notifica a Logística, por medio del sistema LIES, Logística pierde tiempo en buscar al ingeniero o dueño de la parte, generando días en la aduana y esto a su vez costos.
- Si la parte no fue reclamada por el dueño en 48 horas, tendrá un costo de almacenamiento.
- Existen 3 aduanas para la entrega de las partes por lo que los días de entrega o demora dependerá de la localidad donde se haya entregado el paquete.

Para la parte de exportación:

- Para poder realizar la exportación de una parte se requerirá de la creación de un LIES.
- La parte requiere ser entregada al almacén por los ingenieros dueños de las partes, de lo contrario la parte no será enviada.
- Si pasa el plazo de entrega y la parte no fue llevada al almacén en el tiempo estipulado, entonces el LIES será cancelado.
- Si la información LIES no es correcta, el paquete puede ser enviado de vuelta a las instalaciones de la empresa, generando costos.

Con los puntos previamente descritos, se procedió a realizar el diagrama de Ishikawa, para la identificación de problemas por medio de forma gráfica.

3.2 PRIMERA APROXIMACIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS RAÍZ

En la Figura 21 se agruparon las causas encontradas de la siguiente forma: comunicación, material, procesos, personas, equipo y administración.

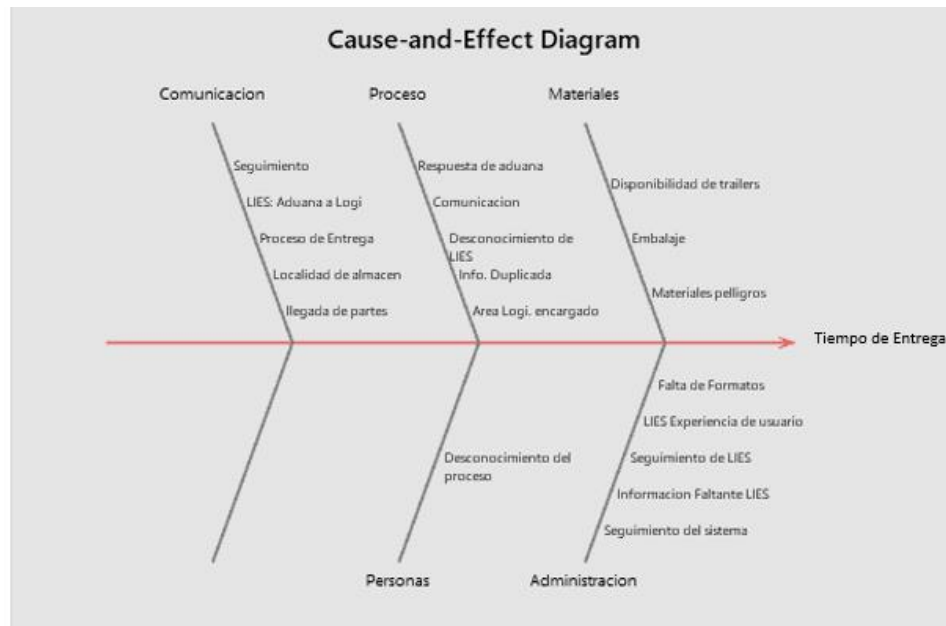


Figura 21: Grafica de Ishikawa, realizada por medio de entrevistas a diferentes áreas³.

El diagrama de Ishikawa es una herramienta que se encarga de agrupar y trabajar los problemas de manera independiente, como se puede observar en la Figura 21. Por esta razón se decidió hacer uso de la herramienta de pensamiento sistémico, ya que el pensamiento sistémico busca trabajar las causas de manera conjunta.

Antes de proceder a la aplicación del pensamiento sistémico, al encontrar ciertos factores nuevos en el proceso de logística, se procedió a realizar los siguientes análisis:

- Capacidad del proceso de entrega de logística debido a los retrasos de entrega.
- Análisis de costos por retrasos de importación

³ El diagrama de Ishikawa salió de los síntomas o de las causas que se encontraron dentro del diagrama de flujo, ayudando a separar en categorías para análisis futuros a describir

- Análisis de horas extras y costos por parte del área de Ingeniería

Con el objetivo de conocer la capacidad de respuesta máxima del área de Logística y de ver si sus procedimientos afectaban en costo y tiempo en las áreas que esta da servicio.

3.3 CAPACIDAD DEL PROCESO DE ENTREGA DE LOGÍSTICA

Al no encontrar una estandarización en el proceso, se analizó la capacidad del sistema de entrega con el uso de MiniTab, tomando las siguientes variables: fecha de cuando las partes automotrices eran identificadas por el agente aduanal y las fechas de arribo de las partes automotrices a la empresa. Tomando datos del sistema LIES y complementándose con la información obtenida de los agentes aduanales, se tomó una muestra de 30 variables de manera aleatoria para ver la capacidad del sistema, obteniendo la siguiente información presentada en la Figura 22.

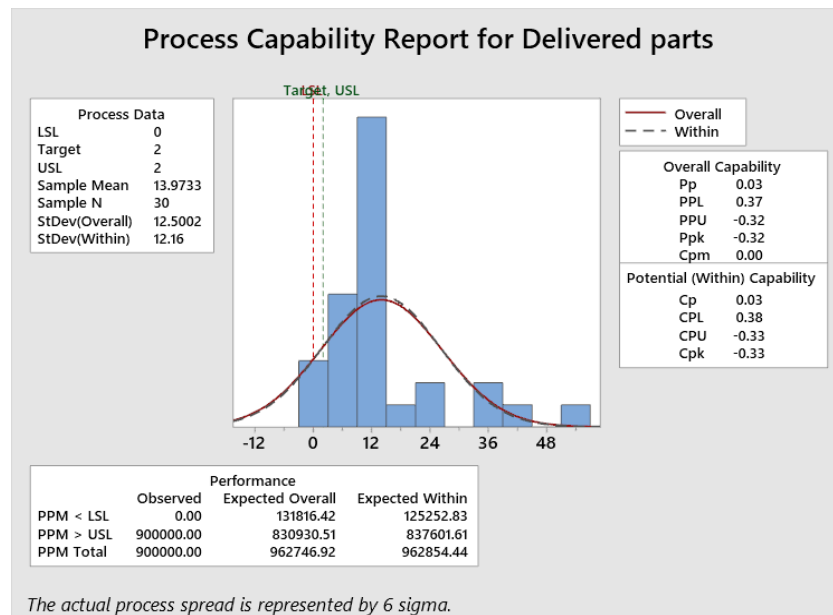


Figura 22: Gráfica de proceso de capacidad

Fuente: El autor, tomada de la información del sistema LIES y del agente aduanal⁴.

⁴ Reporte interno del Sistema LIES, gráfica creada con la herramienta de MiniTab. Se tomaron como datos de notificación de arribo de partes a la aduana y llegada de partes al almacén de la empresa.

El área de Logística tenía, como regla en su proceso, el realizar la liberación de las partes automotrices y la entrega de ellas en 2 días como máximo. Sin embargo, en el proceso de capacidad, la mayoría de las partes llegaban 14 días después de la fecha estipulada por el área de Logística (visualizado en la capacidad de proceso como Sample Mean).

Como no cumplían con los tiempos requeridos en la entrega de partes automotrices y sabiendo que logística tenía que notificar a los ingenieros de la existencia de partes en la aduana. Se analizó cuánto tiempo permanecían estas en el sitio.

Se tomaron 52 elementos del Sistema LIES, considerando como datos:

- Primer dato: Fecha del arribo de las partes en la aduana.
- Segundo dato: Fecha de notificación al ingeniero

Obteniendo la siguiente información:

Descriptive Statistics

N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI for μ
52	10.44	10.36	1.44	(7.56, 13.33)

μ : mean of Days without being identified

Test

Null hypothesis	$H_0: \mu = 3$
Alternative hypothesis	$H_1: \mu \neq 3$
T-Value	P-Value
5.18	0.000

Figura 23: Descripción estadística

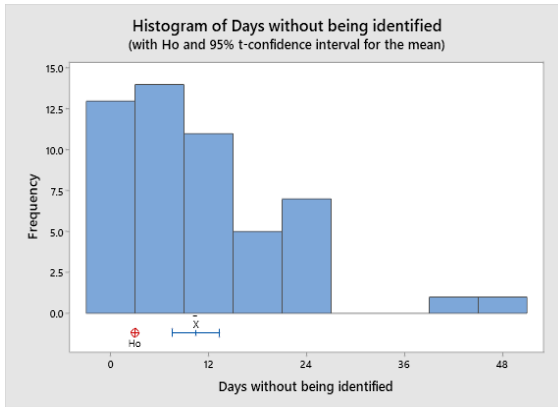


Figura 24: Histograma del tiempo en que las partes tardan en ser identificadas por la aduana.

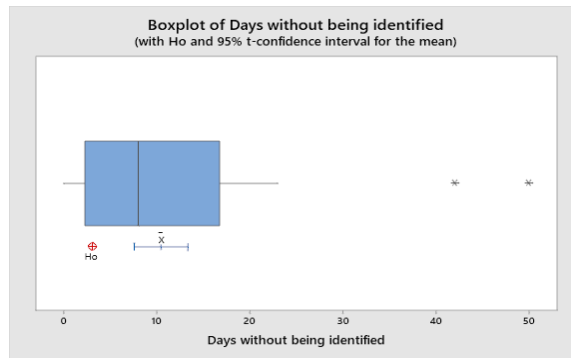
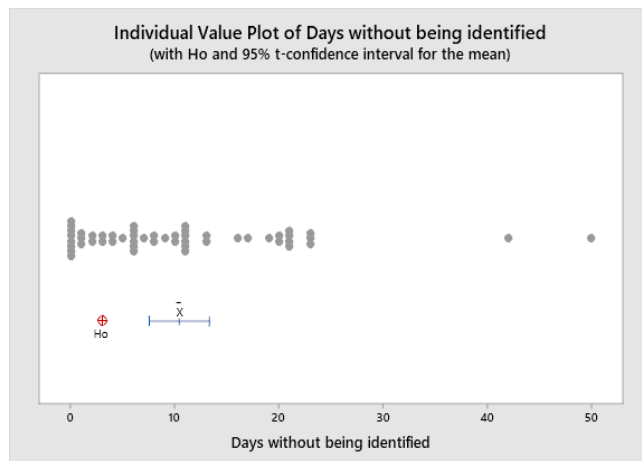


Figura 25: Diagrama de caja del tiempo en que las partes tardan en ser identificadas por la aduana



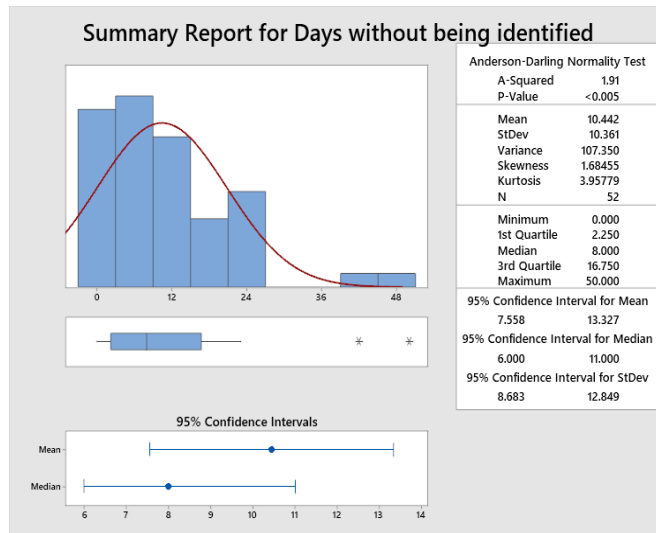


Figura 26: Análisis de datos tomados del sistema LIES

Analizando la información obtenida en MiniTab:

- En la Figura 23, la media de los 52 datos analizados es de 10.44 días, eso quiere decir que logística tarda en localizar al dueño de las partes 10 días hábiles.
- Por medio de la Figura 24, 25 y 26, podemos observar que la mayor cantidad de partes que se encontraban en la aduana, suelen ser identificadas entre 0 y 24 días hábiles posteriores a su llegada, aunque existen ciertos envíos que se llegan a identificar 48 días hábiles después.

Con todo esto se observó que el proceso real que se estaba llevando a cabo en el área de Logística era el siguiente:

- Las partes llegaban a la aduana, el equipo de aduana notificaría al área de Logística y esta buscaría al ingeniero que había solicitado las partes automotrices, tomando un tiempo aproximado de 11 días para localizar al dueño de las partes.
- El ingeniero propietario de la parte proporcionaba la documentación requerida en el sistema LIES, para la liberación de la parte de la aduana.
- Si la información era correcta, se procedía a la gestión de liberación de partes, de lo contrario se incrementa el tiempo para la liberación y costos de almacenaje por parte de la aduana.

En conjunto los 3 pasos anteriores sumaban más o menos un total de 25 días hábiles para tener las partes en la empresa, siendo un proceso distinto al descrito por el área de Logística en la Figura 20. A continuación se procedió a estudiar cómo es que esto estaba afectando en los gastos operacionales en el proceso de importación.

3.4 ANÁLISIS DE COSTOS POR RETRASOS DE IMPORTACIÓN

Se solicitó el registro histórico del total de piezas importadas y exportadas de 4 años previos del sistema LIES, los cuales se visualiza en la Figura 27.

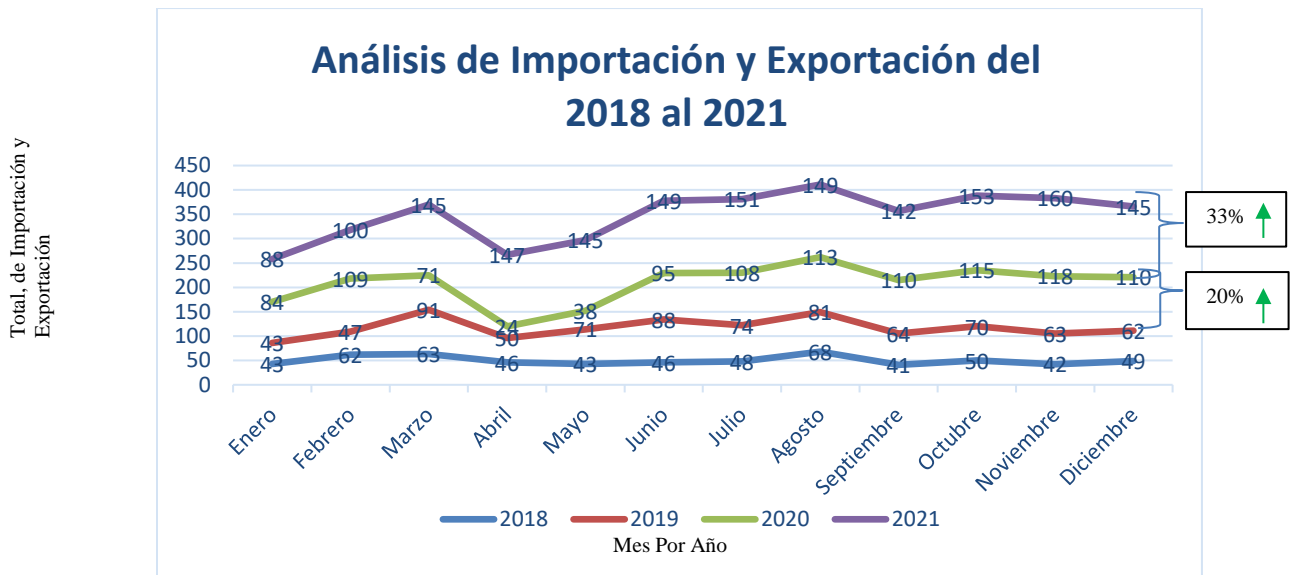


Figura 27: Comparación de carga de trabajo por mes del año 2018 al 2021.

Fuente: tomada de la información de la compañía.⁵

Entre el año 2020 y 2021, se encontró un aumento en la carga de trabajo del 33%, comparado con años anteriores.

El último punto para analizar fue visualizar el costo de almacenamiento con los datos del año 2020.

Se realizó una gráfica combinada representada por dos variables:

1. Encontrando importación de partes almacenadas en la aduana por un monto total anual de \$570,000.00 MXP y un gasto mensual promedio de \$47,500.00, cuando este gasto debería tender a “cero”. La empresa no tenía destinado ni estipulado un gasto para este rubro procesos de almacenamiento, reflejado en la Figura 28.

⁵ Esta información fue tomada del sistema LIES del reporte que se genera de cuántos envíos se llegan a tener por mes de los años analizados.

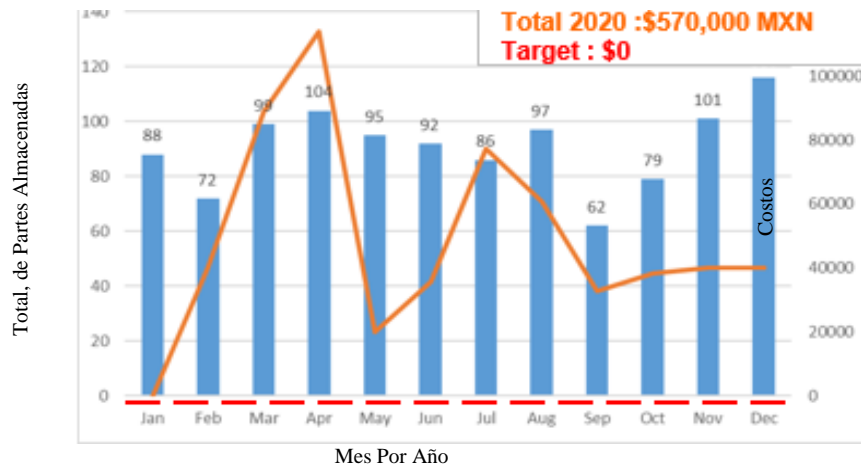


Figura 28: Gráfica de número de LIES creados por mes VS Costos de

Fuente: Datos tomada de la información del área de contraloría y del sistema LIES.

Por medio de entrevistas, se encontraron tres factores que generaban gastos extraordinarios:

Tiempo: El encargado del área de Logística se veía rebasado en tiempo para gestionar todas las partes automotrices que llegaban en el día.

Desconocimiento: Los ingenieros no daban aviso al área de logística, previo a la solicitud de partes, esto hacía que para el encargado de logística fueran inciertos los envíos.

Mala documentación: Paquetes mal consignados, rotulados o faltos de información, esto derivado del desconocimiento de los ingenieros de los requerimientos para el envío de paquetes.

En consecuencia, 14 piezas fueron declaradas en abandono y por tanto destruidas por la aduana, generando en el año 2020, una pérdida económica de \$200,000.00 MXP. Siendo éstas las principales causas en los costos de almacenamiento.

Las consecuencias que lleva a la inoperancia del procedimiento son:

Los costos de almacenamiento empiezan a generarse cuando una pieza no ha sido identificada en la aduana y ha excedido el plazo de documentación de 24 horas.

El área de Logística, como forma de evitar la generación de pagos extras de almacenaje en aduana, solicitaba la información en un Excel, ignorando que esta información se encontraba en el sistema LIES. La misma área de Logística cuestionó el uso del sistema, por la misma apatía al propio sistema.

Al observar la Figura 28, surgió la siguiente pregunta:

¿Si el área de Logística se tarda en la liberación de partes, cómo impacta esto al proceso del área de Ingeniería de Pruebas? A continuación, se procede a describir la respuesta a la pregunta

3.5 ANÁLISIS DE HORAS EXTRAS DEL ÁREA DE INGENIERÍA DE PRUEBAS.

Debido a la llegada tardía de partes automotrices, el área de Ingeniería de pruebas tuvo que buscar compensar el tiempo de entrega de los programas vehiculares cubriendo estos retrasos con horas extras laborales, lo que conlleva a un mayor costo en la producción, por tiempos no programados. En la Figura 29 se observa el incremento de horas extras laboradas por parte de los ingenieros y técnicos mes a mes, pagando un monto de horas extras que ascendía a \$6,220,607.83 MXP, (dato proporcionado por la empresa) impactando directamente en el costo final.

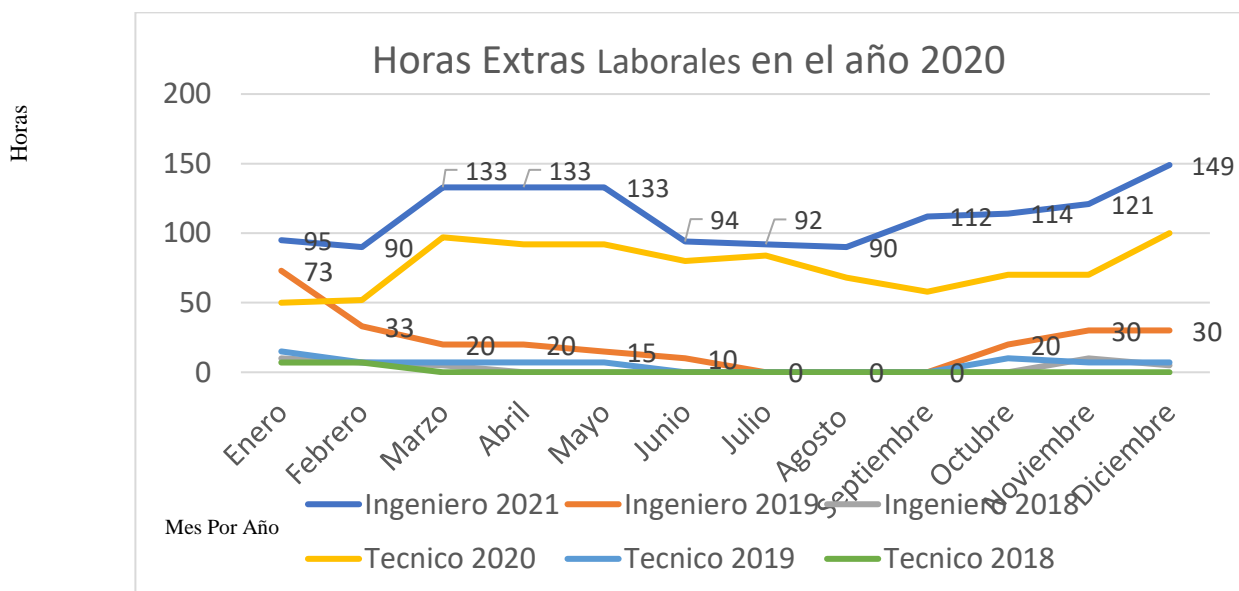


Figura 29: Horas extras laboradas en el 2020.

Fuente: El autor, datos proporcionados por el sistema de la empresa. Horas en azul, total de horas por los ingenieros y las horas en naranja total de horas por los técnicos, generadas por mes⁶.

3.6 IDENTIFICACION DE LAS CAUSA RAIZ DEL PROBLEMA, MEDIANTE EL USO DEL PENSAMIENTO SISTEMICO.

Los anteriores análisis ayudaron a entender mejor los problemas del área de Logística. Con este mayor entendimiento se procedió a usar los procesos de pensamiento de TOC, con el objeto de realizar un análisis sistémico de la situación, y garantizar que las causas encontradas ejecutivamente fueran las causas raíz del problema. Se inició la identificación de los Efectos indeseados (EFIS) obtenidos, de las entrevistas previamente realizadas. Ver Tabla3.

Tabla 3. Efectos encontrados dentro de las entrevistas realizadas a los ingenieros y área de Logística

EFIS	Efecto	Descripción del Efecto
EFI 1	Desconocimiento de la dirección del almacén (Laredo, Texas) previo a su entrega.	Se identificó que el proveedor, al enviar la parte automotriz por vía terrestre, las partes no eran entregadas en el almacén correcto de Laredo, permaneciendo las partes en un almacén distinto por días o semanas, provocando una demora para gestionar el envío y a su vez un mayor costo.
EFI 2	Desconocimiento de la entrega de partes automotrices por parte del proveedor	Se encontró que si el ingeniero que requiere importar partes no comunica correctamente el proceso de envío, el proveedor realizará un envío inadecuado, provocando un retraso en la liberación de piezas o pérdida de ellas.
EFI 3	Materiales peligrosos	Se detectó que los ingenieros que realizan envíos de materiales peligrosos como baterías, solventes, etc. por desconocimiento, quedan como perdidas ya que para su envío se requiere de distinto proceso, aumentando los costos.
EFI 4	El ingeniero que requiere el servicio de Logística proporciona información errónea en el sistema LIES	El solicitante no cuenta con la información o no sabe cómo obtener la información para el llenado del sistema LIES, se observó que esto genera bloqueos para la liberación adecuada de piezas automotrices en la aduana.

⁶ Reporte generado con datos de la empresa. Horas totales de ingenieros y de los técnicos trabajadas por mes.

EFI 5	Desconocimiento del proceso	El ingeniero no conoce los pasos a seguir para la gestión aduanal de las partes automotrices.
EFI 6	No cuentan con formato de solicitud de importación	Se detectó que no existe un formato estandarizado que cuente con la descripción necesaria para que el proveedor pueda hacer el envío de las partes automotrices.
EFI 7	Exceso de correos por parte del sistema LIES (pérdida de la información)	Por cada cambio que se realiza en el sistema LIES, el sistema envía un correo al usuario. El usuario ya no lee los correos
EFI 8	Falta de comunicación entre Logística y los ingenieros de diseño y pruebas	El ingeniero no comunica el envío de las partes automotrices al área de logística por medio del sistema LIES, provocando retrasos en la entrega de partes por parte de los ingenieros.
EFI 9	El proceso de liberación de partes automotrices es desconocido por los ingenieros de pruebas y diseño	Si el proceso de liberación de partes no es conocido por el área de Ingeniería, la interacción entre el equipo de logística y los ingenieros es más de una vez al día.
EFI10	Desconocimiento del Sistema LIES	No existe una capacitación para el uso del sistema LIES tanto para el área logística como para los ingenieros
EFI 11	Deficiencia en el traslado de partes automotrices.	Se encontró que, aun liberando las piezas en el plazo predeterminado de 24 horas, hay una espera de más de 3 semanas en la aduana, ya que se requiere llenar un tráiler para poder trasladar las partes.
EFI 12	Inexistencia de manuales de procesos de logística en importación y exportación	No se cuentan con manuales escritos que describan los pasos a seguir del proceso, sino que esto se sabe a través de los conocimientos de ingenieros a ingenieros.
EFI 13	Desconocimiento de las horas laborales en la que se debe de gestionar el proceso aduanal.	El equipo de Logística no tenía conocimiento de los horarios en que la aduana gestiona la liberación de partes automotrices (8am a 3pm). Si la información se entrega después de la hora estipulada, esta se tramitará al día siguiente.
EFI 14	Información insuficiente requerida por el sistema LIES	Se solicita llenado de formato adicional a los ingenieros por parte del área de logística.
EFI 15	Interfaz de usuario (ingeniero) en el sistema LIES no es intuitiva	El usuario no sabe cómo manejar el sistema LIES considerándolo poco amigable, ocasionando varias revisiones por parte del equipo de logística.

EFI 16	Equipo de Logística no sigue los procesos del sistema LIES	Con el fin de agilizar el proceso de liberación de partes, se crean documentos (Excel) fuera del sistema LIES
EFI 17	Seguimiento de las partes no es adecuado	Alta demanda de la carga de trabajo para el área de logística existiendo fallas en asignar prioridad a las entregas.
EFI 18	Embalaje	El ingeniero o el proveedor desconoce que el embalaje de las partes automotrices tiene que ser enviado con madera tratada, de lo contrario no podrá proceder el envío y se retorna al proveedor.
EFI 19	Desconocimiento del área específica de importación y exportación de partes.	Los ingenieros que llegan a enviar partes por primera vez desconocen que hay un equipo específico para la importación y exportar partes.

Después de haber listado los efectos indeseados se procedió a la construcción del árbol de realidad actual ARA para visualizar la relación causal “Si X, entonces Y” y la identificación de la causa raíz de los EFI.

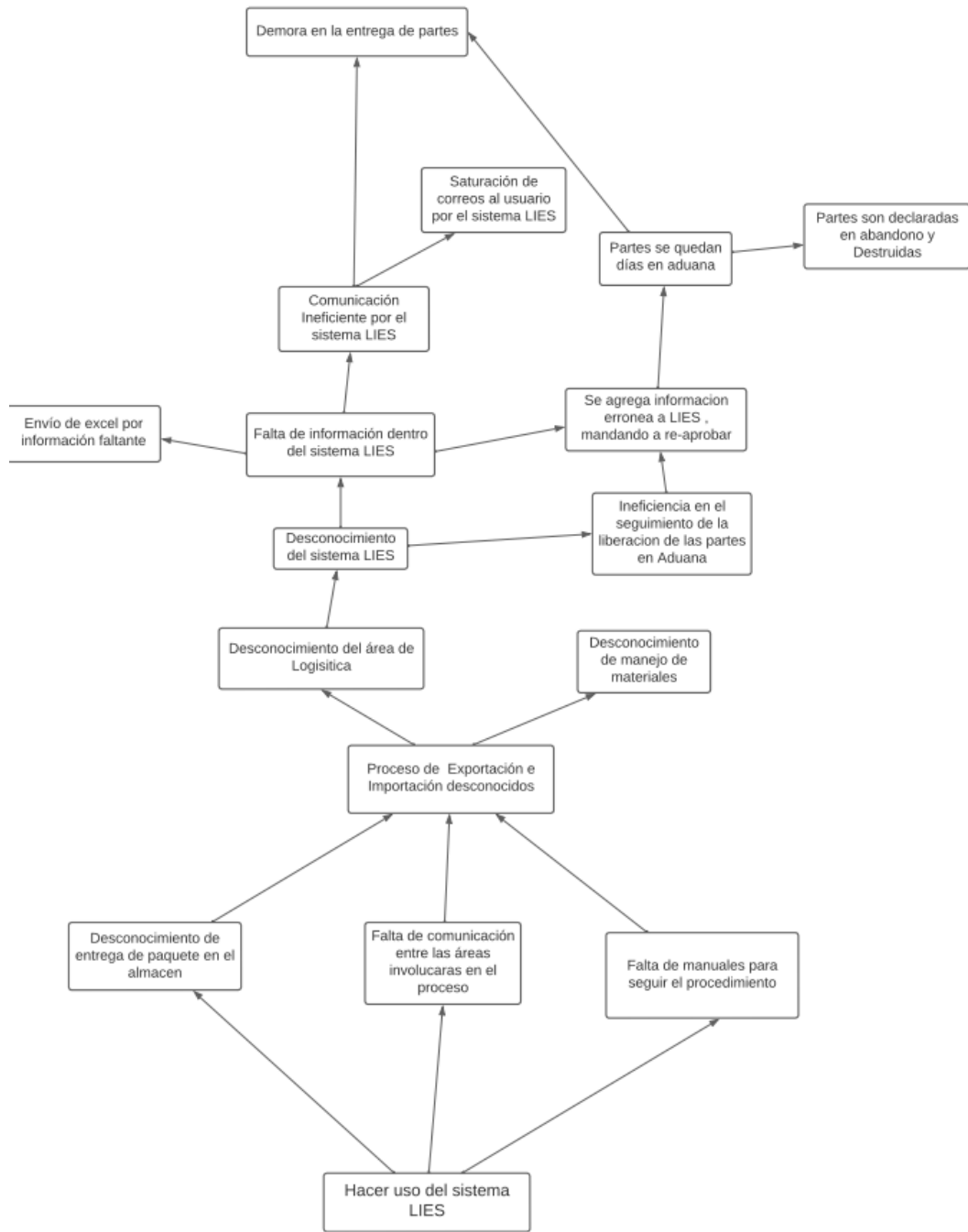


Figura 30: Árbol de realidad actual del sistema de Logística

Como se observa en la Tabla 4 y en el ARA Figura 30, existen muchos efectos indeseados con contenidos similares derivados de una misma causa. Para simplificar su análisis se procedió a clasificarlos en tres grupos. En la Tabla 4 se puede observar la nueva categorización.

Tabla 4. Identificación y Clasificación de los EFI

IDENTIFICACIÓN	Efectos Indeseables	Clasificación
EFI 1	Desconocimiento de entrega de paquete en las aduanas	Áreas de oportunidad en el proceso de importación y exportación
EFI 2	Proceso de entrega desconocido por parte del proveedor	
EFI 3	Desconocimiento de manejo de materiales peligrosos	
EFI 7	Desconocimiento de la gestión de partes en aduana	
EFI 8	Sistema de LIES es desconocido	
EFI 10	Desconocimiento de horario de gestión de las partes por aduana	
EFI 14	Desconocimiento de embalaje	
EFI 15	Desconocimiento del área de Logística	
EFI 16	Desconocimiento del proceso de importación por el usuario	
EFI 17	Desconocimiento del proceso de exportación por el usuario	
EFI 4	Se agrega información errónea por parte del ingeniero en el sistema de LIES manda a re-aprobar	Falta de manuales del procedimiento
EFI 3	Desconocimiento de manejo de materiales peligrosos	
EFI 21	Abandono de partes	
EFI 5	Múltiples formatos para la solicitud de importación	Comunicación eficiente y acertada del área de Ingeniería y Logística
EFI 6	Saturación de correos al usuario por el Sistema LIES	
EFI 9	Falta de comunicación entre las áreas involucradas en el proceso	
EFI 11	Información solicitada por el sistema LIES insuficiente.	
EFI 12	Interfaz del sistema LIES no es intuitiva	
EFI 13	Ineficiencia en el seguimiento de la liberación de las partes en aduana	
EFI 18	Comunicación ineficiente por el sistema LIES	
EFI 19	Falta de procesos dentro del sistema LIES	
EFI 20	Partes se atorán en aduana por días	
EFI 22	Excel solicitado por Logística	
EFI 23	Demora en la entrega de partes	

Podemos concluir de esta tabla que los efectos indeseados se ven en tres tipos:

- 1) *Áreas de oportunidad en el proceso de importación y exportación:* Partes del proceso no establecidas de manera estandarizada o bien definidas, ocasionando una ruptura en la continuidad del proceso de importación o exportación.
- 2) *Falta de manuales de procedimiento:* Al no existir manuales del proceso, no se tenía definido el manejo de importación y exportación, ocasionando incumplimiento en los envíos.
- 3) *Falta de comunicación ineficiente y poco acertada del área de Ingeniería y de Logística:* La incomunicación entre las dos áreas hacía evidente que las partes automotrices se quedarán en la aduana por un periodo de tiempo largo, ocasionando costos extras y pérdida en tiempo de operación.

Los ingenieros de nuevo ingreso eran renuentes al uso del sistema LIES y, por el contrario, los ingenieros con experiencia y que tienen tiempo realizando este proceso consideran necesario el uso del sistema LIES. Además del beneficio que traerá al evitar futuros problemas con el Servicio de Administración Tributaria SAT, ya que cada año se realizan auditorías.

Para el área de Logística esto era un conflicto, ya que los ingenieros tenían renuencia para crear un LIES, aunque sabían que era necesario esta práctica para evitar la centralización de la información para evitar las penalizaciones por parte del SAT.

Se procedió a realizar una “Nube de Conflicto” con las herramientas de TOC, con la finalidad de entender si seguir usando el sistema LIES era la mejor opción.

Muchas veces las quejas de los ingenieros de diseño se daban por la pérdida de tiempo en llenar la información en el sistema, preferían usar ese tiempo en la construcción de los vehículos, ya que el vehículo tiene tiempos de entrega. Si no se logran cumplir con los tiempos, entonces son pérdidas económicas para la empresa.

Es por ello que se procedió a la construcción de la siguiente nube de conflicto, la cual se puede observar en la Figura 31, con la finalidad de encontrar una solución al conflicto presente:

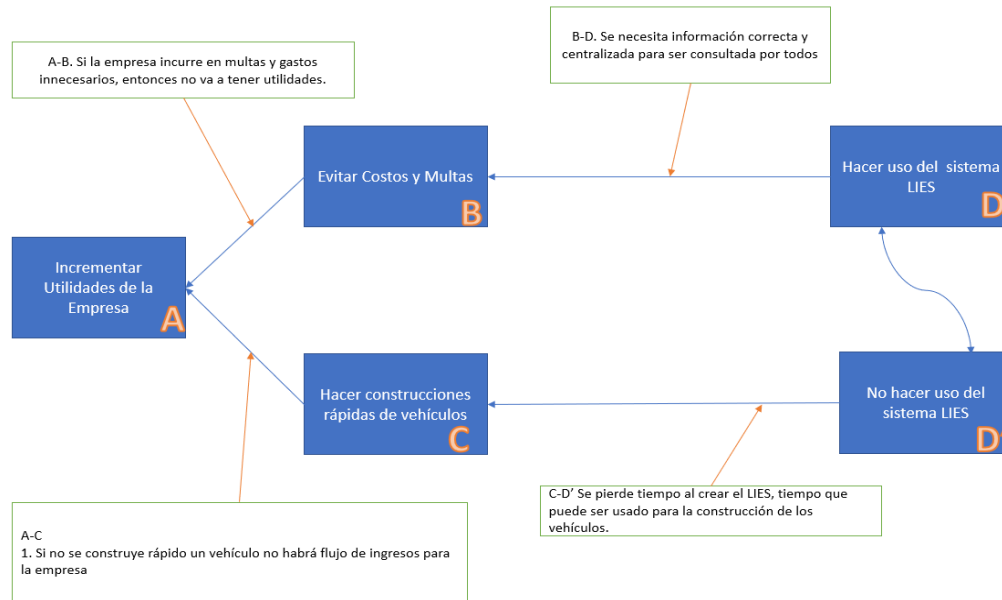


Figura 31: Nube de conflicto

La nube de conflicto se lee de la siguiente forma: Hacer uso del sistema LIES o no hacer uso del sistema LIES. Si se hace uso del sistema, entonces se evitan multas, con el fin de incrementar las utilidades de la empresa. Por el otro lado, si no se hace uso del sistema LIES se puede buscar hacer construcciones rápidas de los vehículos, lo que lleva a incrementar las utilidades de la empresa.

Por medio de la construcción de la nube de conflicto se siguieron los siguientes pasos:

- Paso 1: Identificación del conflicto: Hacer uso o no hacer uso del sistema LIES (Ver D y D' en la Figura 31).
- Paso 2: Resolviendo la pregunta ¿Qué pasaría si no hago uso del sistema LIES? El ingeniero tiene más tiempo para dedicarse a la construcción de los vehículos, pero a su vez podría haber pérdida de información, generando costos por multas. (C)

- Paso 3: Resolviendo la pregunta ¿Qué puedo hacer para evitar costos y multas y satisfacer las necesidades del cliente? No hacer uso del sistema LIES con el fin de no tener tiempo muerto. (B)
- Paso 4: ¿Para qué se necesitan B y C simultáneamente? Para cuidar que se cumplan los tiempos del vehículo; se debe de tener un equilibrio entre tener la información centralizada y evitar que se llegue a extraviar la información.

Es importante evidenciar que la causa raíz de los EFI encontrados, el conflicto de este se origina en hacer uso o no de LIES, es por ello que al diseñar una solución a este problema es necesario la disolución del conflicto, la cual será desarrollada en el capítulo 4.

3.7 INDICADORES CON LOS QUE SE ESTUDIA EL IMPACTO PARA LA SOLUCIÓN PROPUESTA EN EL CASO.

Después de haber realizado el diagnóstico, se procedió a identificar los posibles indicadores que pueden funcionar como métrico para la solución y su implementación. A continuación, se describen los métricos considerados:

- **%Creación de LIES:** Tomando los datos de porcentaje de solicitudes de LIES creadas antes de que las partes llegaran a la aduana y cuántos fueron creados después de que llegaran a la aduana.
- **Capacidad del proceso de entrega:** Se definirá como el tiempo que tarde el equipo de logística en la entrega de partes, tomando datos antes y después de la implementación del proceso.
- **Comparación de costos por almacenamiento en la aduana:** Analizar los costos que se tenían de almacenamiento antes y después de la implementación del proceso.

3.8 CONCLUSIÓN

Las principales conclusiones de este capítulo son:

- Logística no seguía su propio proceso: Había pasos que no se consideraban en su proceso, como el hecho de que si la información no era correcta existirían retrasos en la entrega, esto se puede observar en el diagrama de flujo. Adicionalmente había información no considerada en el sistema LIES por lo que el equipo de logística enviaba un Excel, saltándose la importancia del sistema.
- Se realizó un diagrama de Ishikawa ya que era una herramienta conocida por el área. Ayudó a la identificación de ciertas causas, pero no es una herramienta que trabaje de manera conjunta todo el problema, por lo que se sugirió el uso de TOC.
- Se hizo la identificación de los efectos indeseados, se construyó el ARA para ver su interconexión y la clasificación de los EFI, como también se realizó la nube de conflicto, con el objetivo de encontrar la causa raíz.
- Se encontró que la causa raíz a los efectos indeseados era el conflicto que existía respecto a hacer uso o no del sistema LIES. La solución a este conflicto será propuesta en el capítulo 4.
- Se hizo la identificación de los indicadores que se utilizarán para medir los beneficios de la solución propuesta: % de creación de LIES, capacidad del proceso de entrega y la comparación de los costos por el almacenamiento en la aduana.

Capítulo 4: Solución propuesta e implementación

En este capítulo se da continuidad a la nube de conflicto que se realizó en el capítulo 3.

El conflicto se tenía sobre el uso del LIES, entre continuar utilizándolo o dejar de usarlo. La inyección sugerida para romper el conflicto es: Mejorar el sistema de LIES con el objetivo de que sea rápido de usar, que cuente con toda la información requerida para la importación o exportación de partes y que a su vez sea una herramienta que permita a logística la gestión de partes de manera eficaz. Es importante que el diseño atienda las causas raíz del problema identificadas:

- Desconocimiento del proceso.
- Falta de guía de procesos.
- Comunicación entre los usuarios y Logística.

En la figura 32 se puede observar la nube de conflicto con la inyección propuesta para su solución la cual, para su implementación, se tuvo que realizar un proceso.

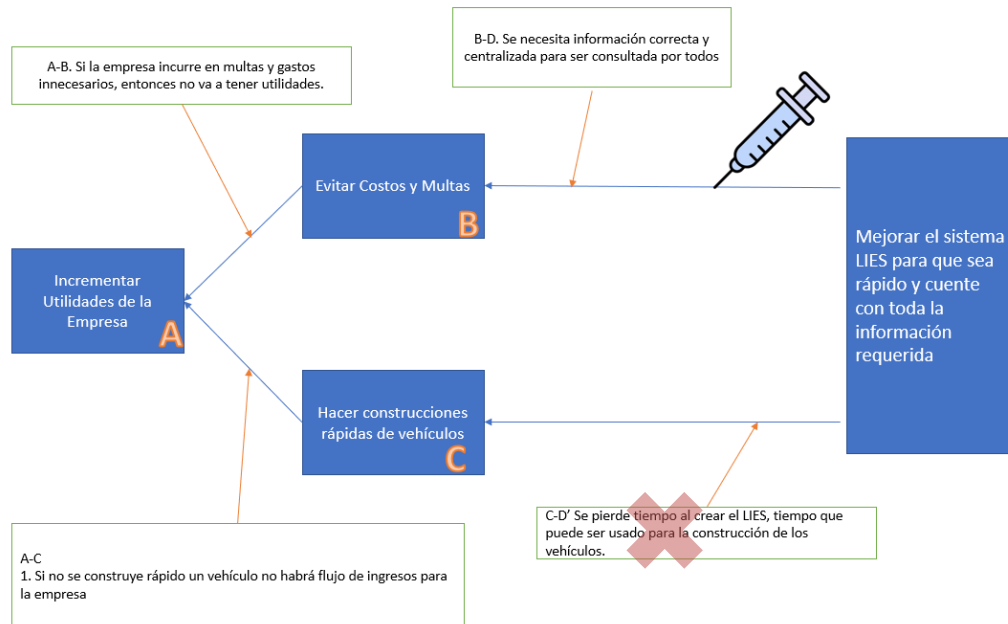


Figura 32: Nube de conflicto con la inyección

4.2 PROCESO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA INYECCIÓN PROPUESTA.

Para la ejecución de la inyección, se realizaron los siguientes pasos en el proceso:

Asignación de más personal: Se asignaron más personas a la restricción, con el fin de agilizar el proceso.

Un líder para cada aduana, y dos ayudantes para cada aduana. Formando un grupo de 9 personas, se empezó a agilizar la liberación de parte, se empezó a tener una respuesta rápida a los usuarios y un mejor control de la información dentro del sistema LIES.

Se observó que en ciertos períodos llegaba a existir una mayor carga de trabajo en alguna de las 3 aduanas; en el caso de que una de las 3 aduanas llegara a tener mayor carga se asignaba a uno de los integrantes a la aduana con mayor carga, es decir el número de personas asignadas a una de las aduanas podía variar por la carga de trabajo.

Uso del sistema GPOS y creación de macros: el equipo de logística no tenía cómo saber si un paquete venía a México, hasta que el personal de aduanas notificaba del arribo de las partes.

Se le comunicó al equipo de logística que dentro de la compañía había un sistema llamado GPOS (*Global Purchase Orders*), donde se encuentran las órdenes de compra con la localidad a la que están destinadas esas órdenes.

Se implementó el uso de GPOS como proceso de identificación de partes; se empezaron a enviar correos a los ingenieros antes de que las partes automotrices fueran enviadas, con la finalidad de que los usuarios pudieran crear su LIES con la información necesaria para la importación de partes. El objetivo era notificar a la aduana antes de que las partes llegaran, para evitar que las partes se tengan que quedar en resguardo.

El equipo de logística empezó realizando la búsqueda de las órdenes de compra de manera manual en GPOS. Esto hacía que le restara tiempo al encargado de logística para otras actividades. Se hizo la solicitud del desarrollo de una macro, con el fin de que el reporte se pudiera correr automáticamente todas las mañanas.

Anteriormente, al equipo de logística le tomaba de 40 minutos a 1 hora realizar el reporte. Por medio de la automatización se recortó el tiempo a 5 min.

Documento para la gestión de partes entre aduana y Logística: Se implementó un documento donde el equipo de logística agregaba la información para paquetes próximos a llegar y el equipo de aduana agregaba paquetes que habían llegado y que la empresa no había dado aviso previo.

Difusión del área de Logística: Se dio difusión del área de Logística por todas las áreas de Ingeniería, por medio de comunicados de gerencia, correos electrónicos y publicación en la página web de la empresa, con el fin de que se diera a conocer el proceso de importación y exportación.

Derivado de la difusión del área para la parte de exportación, los ingenieros, de manera automática, empezaron a generar LIES y llevar los paquetes al almacén en tiempo para su exportación.

Creación de LIES previo a la llegada de las partes: Los ingenieros que requerían del servicio de importación de partes, empezaron a crear los LIES antes de la llegada de partes. Entendiendo la importancia del sistema, y cómo esta tenía que ayudarlos a la liberación de las partes.

Revisión de LIES con tiempo para agilizar proceso: Se empezó a revisar la información agregada en los LIES antes de que llegaran las partes a la aduana y se comunicaba a la aduana previamente para la liberación de las partes de manera inmediata.

Modificación del sistema LIES:

- Se solicitó que el sistema LIES fuera modificado, con toda la información adicional que era solicitada en un documento aparte.
- Se agregó en el sistema de LIES la opción de agregar la orden de compra donde el sistema cargaba, de manera automática, la información de GPOS, ahorrándole tiempo al ingeniero de agregar la información al sistema.
- Todos los ingenieros que recibían partes tendían a decir que su envío era importante y urgente. Se pidió información adicional para saber a qué vehículo iban las partes y ver cuál era la fecha que tenían que cumplir. Con esta información, Logística empezó asignar prioridades a las órdenes.

Nuevas reglas en el proceso de Logística: El ingeniero tenía que enviar su solicitud por medio del sistema LIES 10 días antes de su envío.

Si el paquete era visualizado en GPOS, pero no existía número de orden en LIES, se tendría que llevar a cabo el siguiente protocolo:

1. Solicitar al ingeniero, dueño del paquete, que generara una orden en el sistema LIES.
2. Si el ingeniero no lo generaba en un periodo de 2 días, la solicitud iría al supervisor.
3. De no haber tenido respuesta de ambos, la solicitud iría al gerente para realizarlo a la brevedad.

Métricos en el Área de Logística: El equipo de Logística empezó a generar métricos con el objetivo de sacar un reporte semanal y mensual, con el fin de tener una mejora continua.

Se agregó una junta semanal en el cual se buscaba detectar las prioridades y asignar los recursos necesarios para la elaboración de las tareas semanales.

Después de la implementación de los procesos mencionados para la implementación de la inyección, se procedió a realizar el diagrama de flujo. Observando que el flujo del sistema tiene mayor continuidad y no cuenta con tantas iteraciones o pasos adicionales como se encontraban en los diagramas previos.

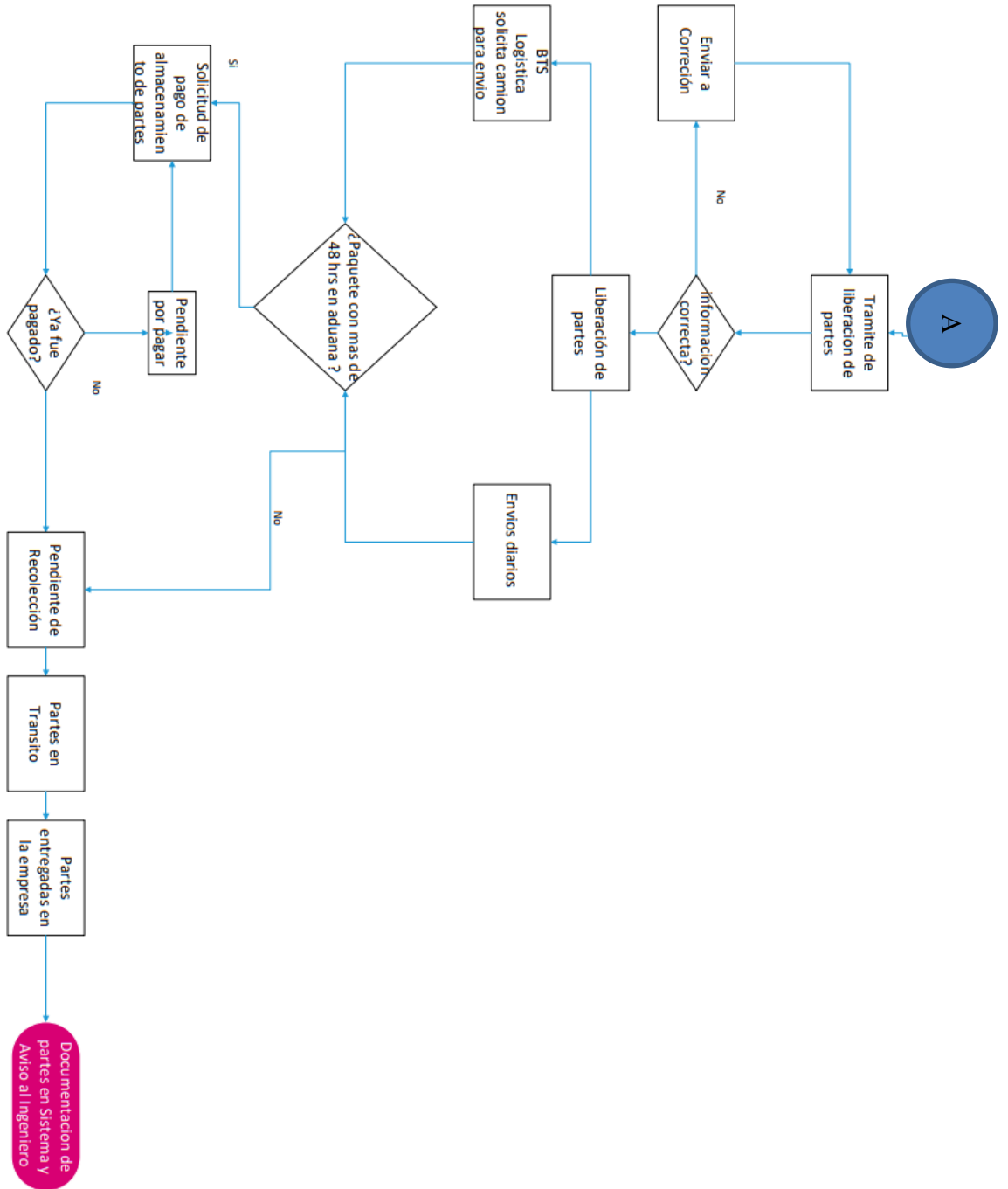


Figura 33: Diagrama de flujo después de la implementación de las inyecciones.

4.4 CONCLUSIÓN

- Se propuso la inyección para la resolución del problema, la cual es mejorar el sistema LIES para la mejora del conflicto.
- Para la implementación de la inyección se integraron procesos adicionales como: personal adicional en el área, uso del sistema GPOS, creación de Macros y documentos para la gestión de partes en la aduna y logística, difusión del área, creación de LIES previos a la llega de partes y la revisión de LIES con tiempo.
- Se adicionó al sistema LIES la información solicitada por el equipo de Logística, mandada previamente en un documento de Excel.
- Se realizó la interconexión de LIES con GPOS.
- Se generaron nuevas métricas para la mejora continua del área.

Capítulo 5: Análisis, resultados e implementación

5.1 IMPLEMENTACIÓN

Debido a la alta demanda del servicio y al aumento de quejas, se solicitó la implementación de la propuesta de solución del capítulo 4.

5.2 MÉTRICOS DEL SISTEMA LIES

Los métricos se crearon para conocer cómo se encontraba el estado inicial del sistema y cómo se encuentra el sistema después de la implementación de la inyección.

El primer indicador que se decidió establecer fue para saber cuántos LIES eran creados después de la implementación de la inyección. Los pasos que se tomaron en cuenta de la inyección son el dar difusión al área de Logística y de solicitar a los ingenieros de crear los LIES antes de que las partes lleguen a la aduana.

Anteriormente solo el 4.65 % de los LIES se creaban. Después de la implementación de la inyección de la nube de conflicto, el número de LIES creadas del 91.20%, solo el 8.8% no creó el LIES en tiempo, encontrando una mejora del 90.36%.

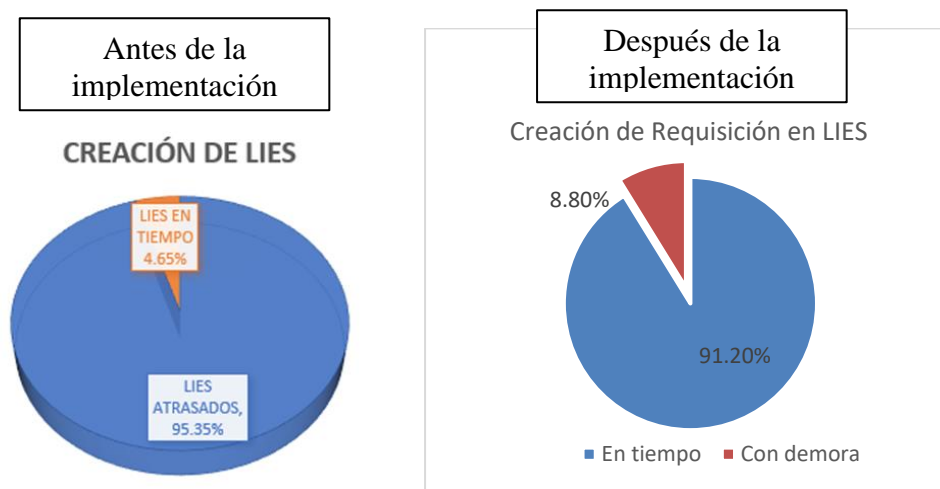


Figura 34: Análisis de Creación de LIES en tiempo y con demora del 2021

La gráfica circular ayudó a identificar las mejoras en el sistema, como primera instancia; después se cambió a una gráfica de barras, para el seguimiento mensual y como mejora del proceso.

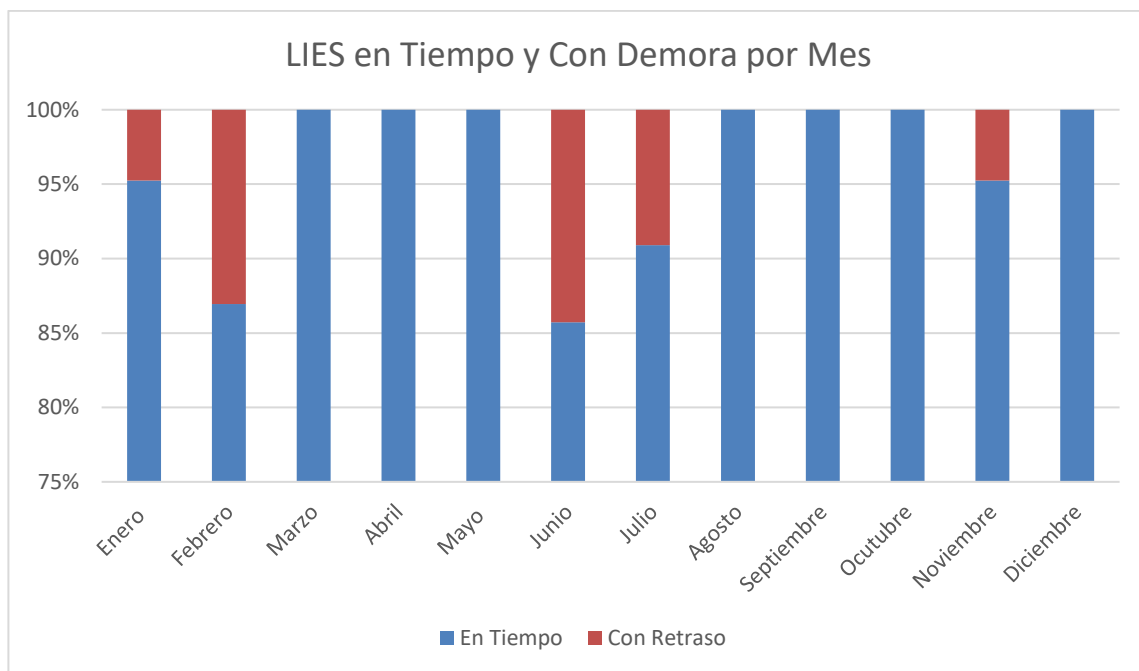


Figura 35: Seguimiento de LIES en Tiempo y con Demora

Del 8.8% que no se encontró en tiempo, se buscó entender la razón, encontrando las siguientes causas:

- El proveedor colocó mal la información fiscal de la empresa.
- Mala documentación de las partes enviadas.

Como segundo indicador, se tomaron las 14 piezas que fueron declaradas en abandono, de las que se tuvo una pérdida económica de \$200,000 MXN. Gracias a la difusión del proceso y a la homologación del formato, no se tuvo que declarar partes en abandono, pero es un dato que el área seguía revisando como parte de tu control.

Por último, se analizaron los gastos por el almacenamiento de partes en aduana. De ser un gasto de \$570,000, se tuvo un gasto mínimo de \$54,000, esto debido a días feriados.

5.3 CAPACIDAD DEL PROCESO DE ENTREGA

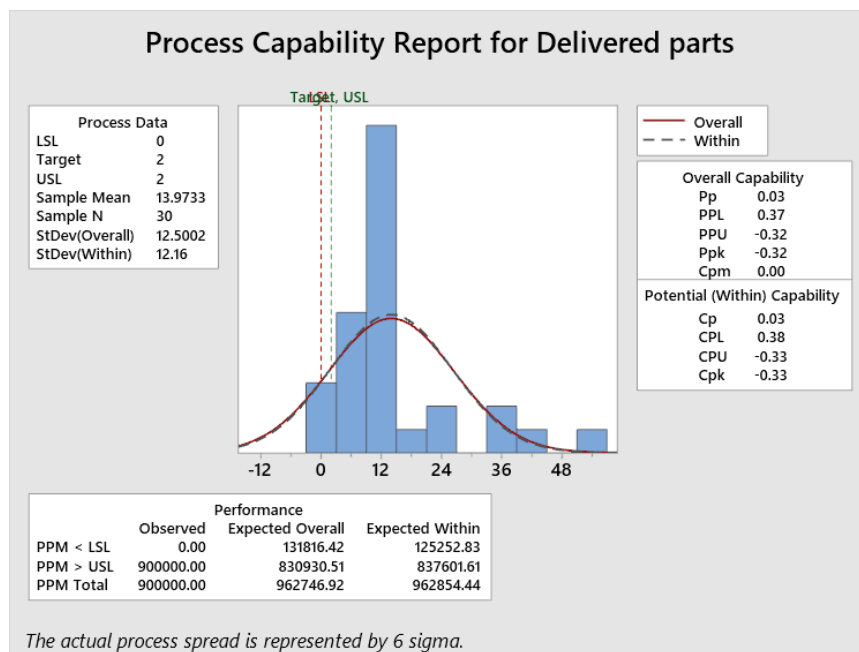
Con la implementación de la inyección se revisó nuevamente la capacidad del proceso de logística.

Tomando nuevamente 58 muestras, de manera aleatoria, para conocer la capacidad del proceso en el 2021, se obtuvieron los siguientes resultados en Minitab.

El equipo de Logística tomó los siguientes métricos:

- Tiempo que tardó en una parte en ser identificada en la aduana
- Tiempo que tardó en llegar una parte a la empresa.

Capacidad de Procesos Previo a la Implementación



Capacidad de Procesos Después de la Implementación

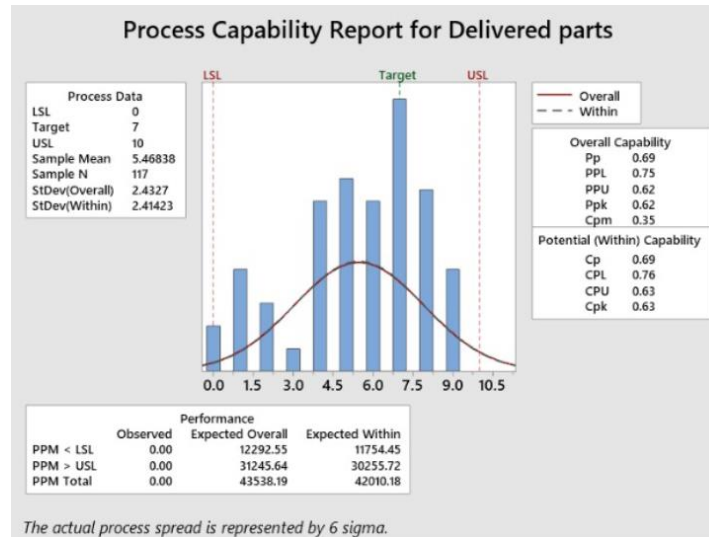


Figura 36: Análisis de procesos de capacidad después de la implementación de los pasos de TOC.

Observando que, después de la implementación del nuevo proceso, el área tiene una mejora de 83% en su capacidad de reacción con los nuevos cambios en el sistema.

El equipo de Logística implementó este semanalmente para observar en dónde se tenían que centralizar los recursos para tener una mejora continua dentro del proceso.

Tanto los métricos del sistema LIES como la capacidad del proceso, el área de Logística los consideró como parte importante para saber cómo el área se encontraba.

5.4 PRIORIZACIÓN DEL PROCESO DE IMPORTACIÓN Y EXPORTACIÓN DE PARTES

Para la parte del sistema LIES, se agregó la información que anteriormente el equipo de Logística solicitaba por medio de una tabla de Excel. Ver tabla 5

Tabla 5. Información agregada al sistema de LIES

Información adicional solicitada por el equipo de Logística en un Excel previamente. Esta información se llenada de manera automática
Numero de guía
Consignación de la parte
Dirección de la importación
Fecha de llegada de la parte
Qué fecha tiene que cumplir la prueba
Número de partes
Cantidad de las partes
Proveedor de la parte

Adicional, se solicitó la interconexión de del sistema LIES con GPOS, haciendo que el llenando de la información sea de manera automática; ahora el ingeniero de las partes sólo debe de revisar que la información se encuentre correcta en cada uno de los campos.

Tabla 6. Información agregada de manera automática

Antes el proceso se tenía que llenar de manera manual y no estaba completo
Material del proyecto
Nombre del proyecto
El material se quedará en México
Certificado de origen
Función de las partes
Propósito de las partes
Primera vez en esta facilidad
¿Empaque especial?

Después

Import Information (-)

Importation Type: *

Wished pickup date (Material/Vehicle must be ready to be shipped on Pickup Date): * Mar 23, 2023

Shipped via: *

Number: *

Consigned to: (Read Only)

Importer: (Read Only)

Ship to: *

Address: (Read Only)

Tax ID: *

CDSID: (Optional)

Contact's Name: *

Contact's Phone: *

Contact's Email: *

Timing Information(-)

MRD: *

FEC: *

PEC: *

Other: *

Unit Of Measure	Quantity	Description	Serial Number	Brand	Model	Manufacturing Material	Material Purpose	Installation Location	Unit Price	Currency
Piece	5	NLTB-78045K48-CAW	NA	yamaha	2021	plastic	DV Validation	Center console	38.67	USD

5.5 MÉTRICO EN EL ÁREA DE PRUEBAS

Por último, se revisaron los gastos que el área de pruebas había tenido anteriormente por horas extras. Debido al retraso en partes, en el capítulo 3 se hace mención a los \$6,220,607.83 MXP, por cuestiones de retraso en la importación de partes; para el año 2021 se tuvo un gasto de \$200,000 MXN de horas extras debido a un mal funcionamiento de una cámara de pruebas, siendo una situación ajena al área de Logística.

Lo que hizo ver que las mejoras realizadas en el área de Logística ya tenían impacto en áreas que brindaba el servicio.

5.6 CONCLUSIÓN

Se cumplió con lo esperado de obtener una mejora en el proceso dentro del área de Logística, generando también de manera indirecta, mejoras en otras áreas.

Con la implementación de la solución, se tuvo mejora en los indicadores de la siguiente forma:

- El porcentaje de creación de LIES: solo el 4.65% de los LIES se creaban en tiempo, con la implementación se logró tener 91.20% de los LIES, dándole al equipo de Logística mayor tiempo de respuesta para la gestión de las partes en la aduana.
- Capacidad del proceso de entrega: previo a la implementación, las partes eran entregadas en un periodo de 12 a 48 días. Después de la implementación, el proceso de capacidad era de un periodo de 7 a 9 días. El tiempo era determinado por la distancia de las aduanas.
- Comparación de los costos por el almacenamiento en la aduana: el gasto que se tuvo del 2021 era de \$6,220,607.83 MXP. Gracias a la mejora del sistema LIES, después de su implementación, no se tuvieron gastos por retraso de partes.

Capítulo 6: Conclusiones

Se diseñó e implementó exitosamente uno proceso de importación y exportación de partes automotrices, obteniendo los siguientes resultados y aprendizajes:

Resultados:

- Se rediseñó el proceso del área de Logística. Se incluyó en el proceso la importancia de que los ingenieros sepan del área de Logística e incluirlos en el proceso para la gestión de las partes en la aduana y la importancia del uso del sistema LIES.
- Se definió el sistema LIES como herramienta central para el área de logística que, con los cambios propuestos, cumple con la función de poder asociar la información de los ingenieros con la información de GPOS, para la obtención de información más robusta al momento de liberar partes de la aduana. Ayudando al igual, a generar de manera rápida reportes ante el SAT
- El sistema de LIES empezó a agrupar la información por diferentes características como puede ser tipo de envíos e información del envío, generando datos estadísticos que, posteriormente, el equipo de Logística utilizará para la mejora continua.
- Se generaron nuevas métricas para la mejora continua del área.
- La implementación de la solución dio como resultado una mejora en todos los métricos definidos: se incrementó en un 86% la cantidad de LIES creados a tiempo, se redujo en un 73% el tiempo de entrega de partes y no se tuvo costos de almacenamiento en aduana, lo que representó un ahorro del \$6,220,607.83 MXP, respecto al año anterior de la implementación del nuevo proceso.

Aprendizajes:

- El uso de TOC y de Six Sigma para la mejora de procesos de un área de logística, son excelentes herramientas que ayudan a la creación de reglas para el proceso de importación y exportación de partes y definir.
- Six sigma ayuda a medir, analizar, mejorar y controlar la variación de un proceso, esto se observó mucho en la parte de la capacidad del proceso.
- TOC, por medio de sus procesos de razonamiento y del análisis sistémico, ayuda a trabajar de manera conjunta todos los aspectos del problema, ayudando a obtener una solución raíz que ataca todos los efectos indeseados
- La inyección en la nube de conflicto es la pieza principal para acabar de raíz el problema. En ciertas ocasiones se requerirán pasos adicionales, que ayudan a la correcta implementación de dicha inyección.
- Para realizar un cambio dentro de un área es bueno utilizar herramientas, procesos y acciones que la empresa conozca para evitar cualquier tipo de resistencia a los cambios. Involucrar a las áreas donde se requiere hacer el cambio a colaborar es de suma importancia para la toma de decisiones. Esto ayudará a que las personas del área no sientan resistencia y sean más flexibles a los nuevos procesos, generando un ambiente laboral sano.

Capítulo 7: Bibliografía

- Akella, D., & Khoury, G. (2021). *Resistance to Organizational Change in Academia: A Case Study From Palestine Investigating the Under-Reflected Role of*
- Alexander, M. (2001). *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporation*. *Technometrics*, 43(3), 370.
- Altman Harry, (2018). *Six Sigma: Guia Rapida Paso a Paso Para Mejorar La Calidad Y Eliminar Defectos En Cualquier Proceso*
- Arcidiacono, G., & Pieroni, A. (2018). *The revolution lean six sigma 4.0*. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 8(1), 141-149.
- Banuelas, R., & Antony, J. (2004). *Six sigma or design for six sigma? The TQM magazine*
- Blackstone, J. (25 de Mayo de 2010). *Scholarpedia*. Recuperado el 29 de Mayo de 2010, de http://www.scholarpedia.org/article/Theory_of_Constraints
- Change Agents*. In *Research Anthology on Digital Transformation, Organizational Change, and the Impact of Remote Work* (pp. 1451-1471). IGI Global.
- Choe, K., & Herman, S. (2004). *Using theory of constraints tools to manage organizational change: A case study of Euripa labs*. *International Journal of Management & Organisational Behaviour*, 8(6), 540-558.
- Cinite, I., & Duxbury, L. E. (2018). *Measuring the behavioral properties of commitment and resistance to organizational change*. *The Journal of Applied Behavioral Science*, 54(2), 113-139.
- Constraints, a framework for choosing what's best for your organization*. American Society for Quality another thesis.

Corbett, T. H. O. M. A. S., & Csillag, J. M. (2001). Analysis of the effects of seven drum-buffer-ropes implementations. *Production and Inventory Management Journal*, 42(3/4), 17- 23.

Cox III, J. F., CIRM, C., & Schleier Jr, J. G. (2010). *Theory of constraints handbook*. McGraw-Hill Education.

Cuantitativos para la Economía y la Empresa, 27(1 (2019)), 74-90.

Daniela Bradutanu ,2015, *Resistance to change- A new perspective*, pag 104.

Employee REaction to Organizational Change. Hpw change. Ann- Karin Rieder

ENFOQUE CONCEPTUAL DE LA DIRECCIÓN ESTRATÉGICA PERSPECTIVAS,
núm. 26, julio-diciembre, 2010, pp. 153-178

Estudio de caso. Resistencia a los cambios en una empresa de tradición familia (pp. 1-13)

For Faculty of Education theses, the bibliography and all in-text citations must conform to APA style. Refer to QUT's Cite/Write guidelines (available from www.citewrite.qut.edu.au)

For further information on citations and referencing, see Thesis PAM

Grisales, N. M., Pizza, E. A. H., & Correa, F. J. E. (2016). Caracterización de la implementación de lean manufacturing vs teoría de restricciones: Estudio de caso colombiano. *Revista ESPACIOS/ Vol. 37 (Nº 25) Año 2016*.

Goldratt, E. M. (1990). *Theory of constraints (pp. 1-159)*. Croton-on-Hudson: North River.

Huang, C. T., Chen, K. S., & Chang, T. C. (2010). An application of DMADV methodology for increasing the yield rate of surveillance cameras. *Microelectronics Reliability*, 50(2), 266-272.

Mabin, V. (2015). *Goldratt's" Theory of Constraints" thinking processes: A systems methodology linking soft with hard*. History (London).

MARTÍNEZ, D. J. E., Hernández, G. G., & Varela, D. C. *Artículo Científico*. 2019

Moonik, H. H., & Saerang, D. P. (2020). ANALYSIS THE FACTORS OF EMPLOYEE RESISTANCE ON ORGANIZATIONAL CHANGE AT LOTUS RESORT MOKUPA NORTH SULAWESI. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi*, 8(4).

Nave, Dave. (2002). *How to compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints*.

La cultura organizacional y la resistencia al cambio: Relaciones entre la cultura organizacional y la resistencia al cambio: caso medianas y grandes empresas de confecciones (pp. 1-92)

Liliana, L. (2016, November). *A new model of Ishikawa diagram for quality assessment*. In *Iop conference series: Materials science and engineering* (Vol. 161, No. 1, p. 012099). IOP Publishing.

Lunenburg, F. C. (2010, September). *Forces for and resistance to organizational change*. In *National Forum of Educational Administration and Supervision Journal* (Vol. 27, No. 4, pp. 1-10).

Pértegas Díaz, S., & Pita Fernández, S. (2001). *La distribución normal*. *Cad Aten Primaria*, 8, 268-274.

Reosekar, R. S., & Pohekar, S. D. (2014). *Six Sigma methodology: a structured review*. *International Journal of Lean Six Sigma*.

Romero Rojas, J. D., Ortiz Triana, V. K., & Caicedo-Rolón Jr, A. (2019). *La teoría de restricciones y la optimización como herramientas gerenciales para la programación de la producción. Una Aplicación en la Industria de Muebles*. *Revista de Métodos*

Şimşit, Z. T., Günay, N. S., & Vayvay, Ö. (2014). *Theory of constraints: A literature review*. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 150, 930-936.

Schrageheim, E., & Dettmer, H. W. (2000). *Simplified Drum-Buffer-Rope A Whole System Approach to High Velocity Manufacturing*. *Goal Systems International*.

Schrageheim, E., & Ronen, B. (1990). *Drum-bufferrope shop floor control*. *Production and Inventory Management Journal*, 31(3), 18- 22.

Schulz-Knappe, C., Koch, T., & Beckert, J. (2019). *The importance of communicating change: Identifying predictors for support and resistance toward organizational change processes*. *Corporate Communications: An International Journal*.

Socconini Luis (2019), *LEAN MANUFACTURING Paso a Paso*

Spector, B. (2011). *Implementing organizational change: Theory into practice – international edition*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
