



UNIVERSIDAD ESAN

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA INDUSTRIAL Y COMERCIAL

INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y SISTEMAS

Propuesta de optimización de procesos operativos para incrementar la productividad y reducir el nivel de inventario en la conversión vehicular

Trabajo de Suficiencia Profesional presentado en satisfacción parcial de los requerimientos para:

Obtener el título profesional de Ingeniero Industrial y Comercial

Obtener el título profesional de Ingeniero de Tecnologías de Información y Sistemas

AUTORES

Alexandra Alicia Valverde Valverde

Diego Mauricio Vásquez Jeri

Jorge Soto Contreras

Juan Jesús Eugenio Tarazona Romero

Selenia Guadalupe Sequeiros Tumpay

ASESOR

Renzo Estrada Morriberón

ORCID N° 0000-0002-0913-7148

Diciembre, 2021

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación no experimental se expondrá el análisis, diagnóstico y propuesta de solución para optimizar el proceso de preparación vehicular de una de las empresas con mayor participación de mercado en el sector automotriz en el Perú. El objetivo principal de esta investigación es diseñar una propuesta de mejora de procesos bajo el marco metodológico de Business Process Management (BPM) que busca incrementar la productividad con la cual se tendría un impacto directo en el nivel de inventario de vehículos en el Centro de Distribución. Se realizó un análisis de todos los procesos que forman parte del área de producción, el cual incluye la preparación de vehículos (inspecciones de calidad, conversiones a gas, etc) antes de ser despachados al cliente final (directo o por concesionario). Se estableció un rediseño de procesos como propuesta de solución que pretende aumentar la productividad. Para comprobar el nivel de impacto de la propuesta de solución se ha empleado el software de simulación Arena. Finalmente, se menciona la variación de los indicadores determinados del modelo actual (AS IS) y después de la simulación obtenida con el diseño de la propuesta de solución (TO BE) obteniendo un impacto teórico significativo.

Palabras clave: Sector Automotriz, mejora de procesos, gestión de procesos, productividad, costo de almacenamiento.

ABSTRACT

This non-experimental research will present the analysis, diagnosis, and solution proposal to optimize the vehicle preparation process of one of the companies with the largest market share in the automotive sector in Peru. The main objective of this research is to design a process improvement proposal under the methodological framework of Business Process Management (BPM) that seeks to increase productivity with which it would have a direct impact on the level of vehicle inventory in the Distribution Center. An analysis of all the processes that are part of the production area was carried out, which includes the preparation of vehicles (quality inspections, gas conversions, etc.) before being delivered to the end customer (direct or by dealer). A redesign of processes was established as a solution proposal that aims to increase productivity. To check the level of impact of the proposed solution, the Arena simulation software has been used. Finally, the variation of the determined indicators of the current model (AS IS) is mentioned and after the simulation obtained with the design of the solution proposal (TO BE) obtaining a significant theoretical impact.

Keywords: Automotive sector, process improvement, process management, productivity, storage cost

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Capítulo I: Planteamiento del Problema.....	9
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	9
1.2 Justificación de la Investigación.....	11
1.2.1 Teórica.....	11
1.2.2 Metodológica.....	11
1.2.3 Práctica.....	12
1.3 Delimitación de la Investigación.....	12
1.3.1 Espacial.....	12
1.3.2 Temporal.....	13
1.3.3 Alcance.....	13
Capítulo II: Marco Teórico.....	15
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	15
2.1.1 Tesis 1.....	15
2.1.2 Tesis 2.....	16
2.1.3 Tesis 3.....	17
2.1.4 Artículo 1:.....	18
2.1.5 Artículo 2:.....	19
2.2 Bases Teóricas.....	21
2.2.1 Supply Chain Management.....	21
2.2.2 Ciclo de Deming.....	22
2.2.3 Optimización de Procesos.....	23
2.2.4 Inteligencia Artificial.....	27
2.2.5 Machine Learning.....	28
2.2.6 Capacidad de producción.....	28

2.2.7 Gestión de almacén	29
Capítulo III: Entorno Empresarial	30
3.1 Descripción de la empresa	30
3.1.1 Reseña histórica y actividad económica	30
3.1.2 Descripción de la organización	31
3.1.3 Datos generales estratégicos de la empresa	35
3.2 Modelo de negocio actual (CANVAS).....	48
3.2.1 Mapa de procesos actual	49
Capítulo IV: Metodología De La Investigación	51
4.1 Diseño de la Investigación.....	51
4.2 Metodología de implementación de la solución	51
4.3 Metodología para la medición de resultados de la implementación.....	54
4.4 Cronograma de actividades y presupuesto.....	55
Capítulo V: Desarrollo de la Solución	58
5.1 Propuesta solución	58
5.1.1 Planteamiento y descripción de Actividades	58
5.1.2 Desarrollo de actividades. Aplicación de herramientas de solución. (Presentación de cálculos, gráficos. Reportes u otros)	60
5.2 Medición de la solución.....	75
5.2.1 Análisis de Indicadores cuantitativo y/o cualitativo.	75
5.2.2 Simulación de solución. Aplicación de Software	79
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones	85
6.1 Conclusiones.....	85
6.2 Recomendaciones	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolutivo Mensual de Venta de Vehículos Livianos y Pesados	10
Figura 2. Ubicación Geográfica Satelital del Centro de Distribución Inchcape Perú.....	13
Figura 3. Diagrama de Causas del Problema y Propuestas de Solución.....	16
Figura 4. Técnica de Ingeniería de Métodos.....	20
Figura 5. Técnica de Ingeniería de Tiempos.....	21
Figura 6. Elementos, agentes y flujos en la cadena de suministro.....	22
Figura 7. Ciclo de BPM.....	24
Figura 8. Modelo integral de BPM.....	25
Figura 9. Cuadro comparativo de técnicas de mejora de procesos	27
Figura 10. Organigrama Inchcape Perú	31
Figura 11. Organigrama de Logística	32
Figura 12. Cadena de suministro de Inchcape: Flujo de Información	34
Figura 13. Cadena de suministro de Inchcape: Flujo de Materiales	34
Figura 14. Cadena de suministro de Inchcape: Flujo de Efectivo	35
Figura 15. Valor del ciclo de vida de un vehículo	36
Figura 16. Flujo de Viajes por Turismo Interno	39
Figura 17. PBI y Demanda Interna.....	40
Figura 18. Venta e Inmatriculación de vehículos livianos.....	41
Figura 19. Canvas Inchcape.....	48
Figura 20. Mapa de Proceso actual de Inchcape.....	50
Figura 21. Clasificación de Diseño No Experimental	51
Figura 22. Las cinco etapas en la realización de un proyecto.....	52
Figura 23. Cronograma de Actividades	56
Figura 24. Value Stream Map.....	61
Figura 25. Secuencia de Recorrido Normal.....	61
Figura 26. Secuencia de Recorrido con Conversión a Gas (GLP o GNV).....	62
Figura 27. Diagrama de Bloques del Proceso de Producción.....	67
Figura 28. Diagrama de Flujo de Recepción y Almacenamiento de Vehículos	68
Figura 29. Diagrama de Flujo de Proceso de Producción.....	68
Figura 30. Diagrama de Flujo de Despacho	69

Figura 31. DAP As Is del Proceso de Producción.....	69
Figura 32. Diagrama de Ishikawa	70
Figura 33. Proceso de Conversión a Gas AS IS	81
Figura 34. Proceso de Conversión a Gas TO BE	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Oportunidades y amenazas del análisis global.....	38
Tabla 2. Oportunidades y amenazas del análisis social	39
Tabla 3. Oportunidades y amenazas del análisis económico	41
Tabla 4. Oportunidades y amenazas del análisis político legal.....	42
Tabla 5. Oportunidades y amenazas del análisis tecnológico	43
Tabla 6. Oportunidades y amenazas del análisis ambiental.....	44
Tabla 7. FODA	46
Tabla 8. Análisis Cuantitativo FODA	47
Tabla 9. Indicadores medición.....	55
Tabla 10. Presupuesto para la Elaboración de la Investigación	57
Tabla 11. Estructura del diseño de la propuesta de mejora.....	58
Tabla 12. Capacidad de Recepción y Almacenaje.....	63
Tabla 13. Tiempo por subproceso de conversión	64
Tabla 14. Capacidad de conversión a gas	64
Tabla 15. Tiempo por subproceso de accesorización	65
Tabla 16. Capacidad de accesorización	65
Tabla 17. Capacidad de PDI.....	66
Tabla 18. Tiempo de Despacho	66
Tabla 19. Escala de frecuencia	71
Tabla 20. Escala de impacto	71
Tabla 21. Análisis de impacto de elementos.....	72
Tabla 22. Pareto causas	73
Tabla 23. DAP To Be del Proceso de Producción.....	74
Tabla 24. Parámetros de simulación.....	75
Tabla 25. Estatus de las variables del modelo AS IS.....	76
Tabla 26. KPIS del modelo AS IS.....	77
Tabla 27. Parámetros de Simulación de Procesos AS IS.....	80
Tabla 28. Parámetros de Simulación de Procesos TO BE.....	83
Tabla 29. Parámetros de simulación.....	84
Tabla 30. Tabla de comparación de resultados AS IS vs TO BE	84
Tabla 31. Tabla de porcentaje de mejora de resultados	85

Introducción

La gestión de procesos ha tomado mucha relevancia entre las organizaciones debido a su contribución en la competitividad en un entorno cada vez más complejo y cambiante. Este marco de trabajo implica un conjunto de métodos y herramientas para diseñar, analizar y controlar los procesos operacionales; es decir, este método se enfoca en la mejora del rendimiento de los procesos de manera integral que permite a las organizaciones ser más competitivas en el mercado, debido a la planificación, implementación, control y mejora continua de sus procesos.

El presente trabajo de investigación tiene como objeto de estudio a INCHCAPE PERÚ, empresa dedicada a la comercialización de vehículos y accesorios que también ofrece el servicio de mantenimiento de las marcas Subaru, Mini Cooper, BMW, BMW Motos, DFSK y BYD. Esta investigación aborda como principal problemática los retrasos en la entrega de pedidos, específicamente de autos livianos.

La extensión del estudio está definida por un diseño de propuesta de solución que ayudará en la optimización de los procesos de producción, que se contempla desde la llegada de los vehículos al Centro de Distribución ubicado en Lurín-Lima hasta el despacho. El desarrollo de la propuesta de solución apoyada en el ciclo de Deming, partió de un análisis de la situación actual de la empresa y utilizando las principales herramientas de ingeniería y las buenas prácticas de gestión de procesos.

La estructura de la investigación se describe en seis capítulos. En el primer capítulo se presenta la realidad problemática con la justificación del presente estudio. En el segundo capítulo, el marco teórico con los conceptos y metodologías empleadas además de revisión de literatura previa. En el tercer y cuarto capítulo, se delimita el entorno empresarial y se profundiza en el método de investigación. En el quinto capítulo, se presenta el diseño de la propuesta de solución así como la simulación mediante el uso del software Arena. Finalmente, en el sexto capítulo se encuentran las conclusiones y recomendaciones.

Capítulo I: Planteamiento del Problema

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

El presente trabajo de investigación se centra en la empresa Inchcape Perú, multinacional del sector automotriz que está presente en nuestro país desde el año 2016. Esta empresa representa marcas muy reconocidas y acogidas por el mercado nacional, una de sus marcas es DFSK, que según la Asociación Automotriz del Perú (2021) está dentro del top 10 de vehículos livianos más vendidos en nuestro país con un crecimiento de casi el 80% con respecto al año 2020.

En relación a la problemática, se debe entender en primer lugar los retos que el sector automotriz viene afrontando en la actualidad, los cuales ponen en riesgo el efectivo flujo de su cadena de suministro.

En efecto, como muchos de los sectores económicos, el automotriz, que abarca un 12% del PBI del país generando más de 400 mil empleos directos (APP, 2020), se vio impactado por la llegada de la pandemia ocasionada por el coronavirus. Su rápida propagación en el 2020 obligó a muchos países a tomar medidas de salud y seguridad estrictas, como cerrar sus fronteras e implantar el aislamiento social obligatorio por lo que la gran mayoría de las actividades económicas se vieron paralizadas por mucho tiempo. Posteriormente, estas actividades económicas suspendidas por el estado de emergencia reiniciaron sus operaciones en 4 fases según Decreto Supremo No. 080-2020-PCM.

En específico, para el sector automotriz, el reinicio de las operaciones fue referidas a la Fase 2 que se dio luego de 4 meses de paralización la cual fue abrupta. En la Figura 1, se evidencia la rápida recuperación que se dio mes a mes, llegando al último trimestre del año 2020 a niveles pre-pandémicos.

Figura 1. *Evolutivo Mensual de Venta de Vehículos Livianos y Pesados*



Fuente: Asociación automotriz del Perú (2021)

Cabe señalar que, pese a no pertenecer a un sector relacionado directamente a salud, según un informe elaborado por OLX Autos Perú (2020), tuvo una creciente demanda que respondía a un nuevo perfil automotor adaptado a la “nueva normalidad”, con nuevos hábitos de consumo y necesidades. El incremento de facilidades de financiamiento, la necesidad de un transporte liviano privado por temor al contagio del COVID-19, la motivación de uso del vehículo como herramienta de trabajo, entre otros, fueron los principales factores que impulsaron esta demanda.

Sin embargo, si bien el incremento que la demanda es predefinida como una oportunidad, este exige al mercado la capacidad de responder y abastecer a tiempo su necesidad por lo cual se convierte en un gran reto de optimización y adaptación en su cadena de suministro que de no gestionarse correctamente podría ser perjudicial.

Hoy Inchcape Perú tiene dificultades en responder esta creciente demanda dado que su capacidad operativa es insuficiente y perjudicial para la empresa ya que está generando un retraso en la entrega de sus pedidos. A grosso modo, dicho retraso no solo impacta en posibles cancelaciones o insatisfacción de sus clientes, sino también genera sobrecostos por la cantidad de días que los pedidos permanecen en stock antes de ser distribuidos.

1.2 Justificación de la Investigación

1.2.1 Teórica

En cuanto a la optimización de procesos operativos existe una gran cantidad de bibliografía que recopila diferentes enfoques, teorías y modelos de análisis, en razón a esta investigación, se basará en la perspectiva del Business Process Management o BPM, por sus siglas en inglés, con el propósito de contribuir con el conocimiento nacional existente entre los conceptos que se encuentran en relación a la gestión de mejora de procesos en el sector automotriz.

Conceptualmente, se hará hincapié en cómo el BPM contribuye a la competitividad en medio de la globalización, ya que permite perdurar en el mercado y aprovechar el crecimiento empresarial. Esta técnica de gestión de procesos de negocios ayuda a las organizaciones a afrontar de manera ágil y oportuna los cambios y riesgos que deban afrontar.

El objetivo del BPM es directamente la mejora de la eficiencia a través de una gestión integral de los procesos de negocio. Esto implica el monitoreo y optimización de manera continua (Díaz, F., 2008). Cabe señalar también, lo que indica Garimella (2008), que esta filosofía del BPM es un conjunto de métodos y herramientas para diseñar, analizar y controlar los procesos operacionales; es decir, esta filosofía tiene un enfoque centrado en la mejora del rendimiento de los procesos de manera integral.

1.2.2 Metodológica

Para el desarrollo del estudio, se contempla un proceso metodológico secuencial, ordenado y sistémico, para ir evaluando los avances en relación a lo planificado. Esto se complementará con el uso técnicas de investigación cuantitativas, herramientas de ingeniería y softwares que permitan evaluar el impacto de las mejoras propuestas de manera objetiva.

Asimismo, como parte del modelo propuesto de mejora se usará el ciclo PDCA o también conocido como el ciclo de Deming, desarrollando cada uno de sus pasos (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar) para el desarrollo de la propuesta, la medición de su impacto y los ajustes necesarios para continuar potenciando este planteamiento.

La presente investigación propone una solución a la empresa Inchcape Perú bajo un marco metodológico del Business Process Management (BPM), esta propuesta se sustenta en

la importancia probada en extensas literaturas y aplicaciones en distintos sectores como herramienta que conlleva a mejora de productividad y excelencia operacional.

1.2.3 Práctica

Esta investigación contribuye de manera práctica a las empresas automotrices, no manufactureras, tales como Inchcape Perú, ya que se brindará una propuesta de solución para la problemática que hoy enfrenta, de modo que no afecte el flujo de sus ventas, implique sobre costos o dañe la calidad que es un indicador clave para una cadena de renombre internacional como esta.

Esto considerando el reto que implica gestionar cambios en los proveedores los cuales, en este tipo de empresas, o similares, tienen un papel fundamental ya que influyen directamente en el producto final.

1.3 Delimitación de la Investigación

1.3.1 Espacial

El presente trabajo de investigación se realizará en la empresa Inchcape Perú dedicada a la comercialización de vehículos y accesorios además de servicio de mantenimiento de las marcas Subaru, Mini Cooper, BMW, BMW Motos, DFSK y BYD.

El estudio se centrará en el levantamiento de información y análisis para una propuesta de solución para el proceso operativo de Inchcape, cuyo Centro de Distribución (CD) se encuentra ubicado en Av. Portillo Grande N° S/N Otr. Pampas en el distrito de Lurín, Lima según la figura 2.

Cabe señalar que se delimitará el análisis solo para los vehículos de marca DFSK y BYD, ya que estos representan el 93% de las unidades vendidas de Inchcape Perú en el mercado nacional, por lo que serán más potenciadas comercialmente en el próximo año.

Figura 2. *Ubicación Geográfica Satelital del Centro de Distribución Inchcape Perú*



Fuente: Google Maps

1.3.2 Temporal

El sector automotriz se encuentra operando en un contexto post pandemia COVID-19, que implica una nueva normalidad que conlleva distintos retos, siendo preponderante la gestión de la cadena de suministro para hacer frente a la creciente demanda de vehículos livianos.

Es así que se pretende formular la propuesta de solución haciendo uso de datos del año 2020 y 2021 con una proyección al 2022 que es cuando se pretende implementar las mejoras propuestas.

1.3.3 Alcance

Como resultado de esta investigación se obtendrá una propuesta de mejora de procesos operativos orientada a una parte del BPM que es analizar y diseñar un proceso que permita reducir los retrasos en las entregas de los autos. El impacto se evaluará mediante una simulación del to be, en comparación al as is, con el software Arena.

Asimismo, se propone complementar esta propuesta con un control de priorización mediante el Machine Learning que podría mejorar los resultados logrados en la primera parte.

Cabe señalar que este segundo punto se limitará a plantearse de manera conceptual más no a desarrollarse ya que para ello se consideraría contratar a un tercero que haga las programaciones necesarias para lograr el fin con las variables que serán planteadas.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Tesis 1

W. Fuertes (2013). Análisis y mejora de procesos y distribución de planta en una empresa que brinda el servicio de revisiones técnicas vehiculares. [Tesis de titulación] Pontificia Universidad Católica del Perú.

2.1.1.1 Objetivo de la Investigación

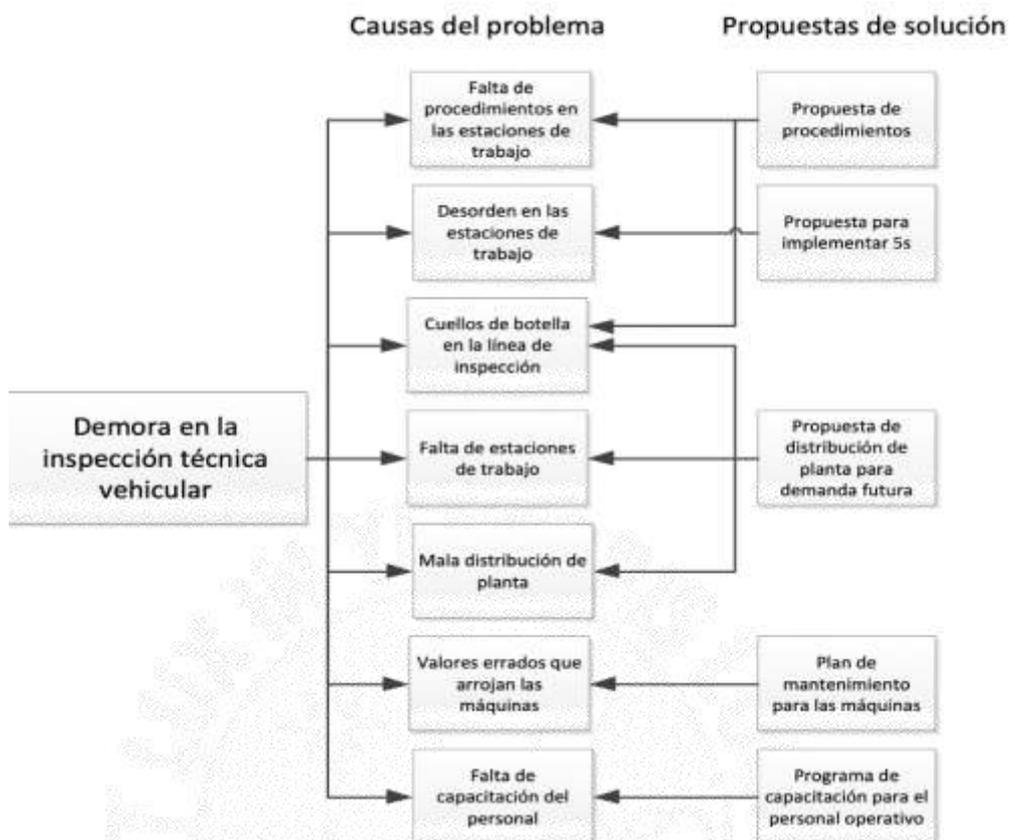
W. Fuertes (2013) en su estudio de Análisis y mejora de procesos y distribución de planta presenta como objetivo principal desarrollar un plan de mejora en todas las áreas operativas en una planta de revisiones técnicas vehiculares dada la evidente crecida del parque automotor en Lima. Así mismo, se quiere plantear una nueva distribución de planta flexible que pueda responder a la demanda creciente, para lo cual se empleó un pronóstico de demanda con un rango de 4 años.

2.1.1.2 Resultados obtenidos

El autor implementa para sus propuestas de mejoras una metodología de Lean Manufacturing, específicamente la de 5s. Así mismo, genera una predicción de la demanda para 4 años y así modificar la distribución de la planta. Algunos de los resultados finales obtenidos de la investigación son:

- Mitigación de incertidumbre de la demanda futura
- Ampliación de la capacidad de atención en un 12% gracias a la distribución de planta propuesta por cada año.
- Se obtuvo un VAN económico de más de S/ 17 mil soles por el concepto de ahorro costo H-H pagada con la implementación de mejora en cada puesto de trabajo
- Impacto en la reducción de tiempo en todas las estaciones de trabajo impactando en la capacidad de atención ya mencionada.

Figura 3. Diagrama de Causas del Problema y Propuestas de Solución



Fuente: W. Fuertes (2013). Análisis y mejora de procesos y distribución de planta en una empresa que brinda el servicio de revisiones técnicas vehiculares.

2.1.2 Tesis 2

Afana, M. (2014). *Rediseño de procesos para la gestión de la cadena de suministro de una embotelladora de bebidas mediante la aplicación de los modelos BPM y mapas de flujo de valor*. [Tesis de titulación] Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

2.1.2.1 Objetivos de la investigación

Según Afana (2014) el objetivo principal de la investigación se basa en rediseñar procesos críticos para mejorar la gestión de cadena de suministros de una empresa embotelladora, señala también, que se hará uso de la metodología BPM y Flujo de Valor de procesos, para contribuir en el incremento de valor de la empresa mediante un enfoque de mejoramiento continuo. Otros objetivos que propone el autor, incluyen:

Primero, brindar una descripción de la metodología BPM para mejora de procesos, así como, el Flujo de Valor de procesos, ambas metodologías usadas para brindar un diagnóstico que combinada con herramientas de la metodología Kaizen permiten proponer mejoras al proceso.

Segundo, con las metodologías señaladas se busca identificar procesos críticos dentro de la Cadena de suministros de la empresa en estudio, con el fin de modelarlos y proponer mejoras integrales.

Tercero, se busca explicar la propuesta de rediseño de los procesos de la Cadena de suministros a la empresa de estudio y una nueva forma de gestión con el fin de que se evalúe la factibilidad de la implementación.

2.1.2.2 Resultados obtenidos

En la investigación, la autora planteó la propuesta de mejora de la cadena de abastecimiento, para ello se enfocó en evaluar los puntos críticos del proceso identificando los procesos ineficientes. Se aplicó la metodología BPM, que permitió indagar en el problema y explorar las opciones hasta encontrar una solución que aporte valor al proceso.

Por otro lado, se implementó un software para una mejor gestión de un área crítica para el proceso: el área de patio, esto permitió aumentar la eficiencia de los procesos de esta área y es una base para desarrollar una futura expansión de la empresa.

Se extrajeron algunas herramientas de la metodología Kaizen que permitieron realizar grupos de sugerencias para incluir a los empleados en las opciones de mejoras y las propuestas de solución, estas dinámicas permitieron aumentar el compromiso de los empleados para una mejor implementación de la solución.

Finalmente, se demostró que habría un impacto positivo con las mejoras propuestas mediante la adquisición de tecnologías que agilizarán todo el flujo, también se permitirá reducir la cantidad de errores en el ingreso manual de información y mejora en la productividad general.

2.1.3 Tesis 3

Huamán, R. (2016) Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de PDI del almacén gloria de la Empresa Ransa Comercial, Lima Perú 2016. [Tesis de titulación] Universidad César Vallejo.

2.1.3.1 Objetivos de la investigación

Según Huamán (2016) su investigación tiene como objetivo principal el poder comprobar que el estudio del trabajo mejoraría la productividad en el proceso de acondicionamiento de autos - PDI en la empresa Ransa Comercial S.A.

Por otro lado, busca presentar la metodología del estudio del trabajo y las herramientas de análisis que ayudarán a mejorar la productividad del operador logístico Ransa Comercial.

2.1.3.2 Resultados obtenidos

Como resultado de la investigación, se demostró que la aplicación de un estudio de trabajo, sustentado en la prueba Wilcoxon, impacta positivamente en la productividad del proceso de acondicionamiento - PDI; lográndose obtener hasta un 33% de incremento en la productividad. Por otro lado, se muestra el incremento de la eficacia en los procesos de un 8% y un aumento en la eficiencia de los traslados del casi 40%.

2.1.4 Artículo 1:

Peña, G. (2019). *Elementos importantes de la cadena de abastecimiento del sector automotriz en Colombia*. INGE CUC, vol. 15 no. 1, pp. 168-183

2.1.4.1 Objetivos de la investigación

Peña (2019) señala en su artículo Elementos importantes de la cadena de abastecimiento del sector automotriz en Colombia busca destacar la importancia y caracterizar la cadena de abastecimiento del sector automotriz de un país que se encuentra en desarrollo como es el caso de Colombia. También menciona que se debe incentivar el estudio permanente de los procesos, ya que el contexto de la industria en crecimiento en el tiempo es muy competitivo. Asimismo, este menciona factores externos que podrían influir en las varianzas a desarrollar en algún punto de la cadena de suministros lo cual podría enriquecer el desarrollo de la investigación.

2.1.4.2 Resultados obtenidos

El estudio se realizó a través de una metodología compuesta de los siguientes pasos:

- **Etapas 1:** En esta etapa se busca proporcionar un contexto económico y social a nivel global y doméstico sobre la cadena de abastecimiento.
- **Etapas 2.** Se busca identificar las etapas, los escalones y enlaces dentro la cadena de suministros.

- **Etapa 3.** Describir el valor agregado de los agentes y todos componentes involucrados en la cadena de suministro.
- **Etapa 4.** Describir las especificaciones sobre el desempeño de la cadena de suministros.
- **Etapa 5.** Se realizará un diagnóstico y conclusiones sobre la condición de la cadena de suministros.

Finalmente, el autor señala que se obtuvieron los siguientes resultados respecto a la condición de la cadena de suministros:

El sector automotriz constituye un bajo porcentaje de la producción bruta industrial colombiana y la capital es el principal contribuyente a la generación de empleo a nivel nacional, además de concentrarse en tres grandes ejes: ensamble de vehículos, producción de autopartes y ensamble de motocicletas.

Por otro lado, los volúmenes de venta de carros en no alcanzan un volumen suficiente como para que haya más ensambladoras en el país, en esa medida resulta más económico comprar un carro ensamblado en otro lado que en su lugar de origen, en donde tienen una economía a escala. Lo que determina traer el vehículo completo o ensamblarlo al país es el volumen de ventas del modelo que se va a traer, y la economía del arancel que sopesa con el costo de ensamblarlo localmente.

2.1.5 Artículo 2:

Correa, A., Gómez, R. y Botero, C. (2012). *La ingeniería de métodos y tiempos como herramienta en la cadena de suministro*. Revista Soluciones de Postgrado EIA: Medellín, número 8. p. 89-109.

2.1.5.1 Objetivo de la investigación

Correa, A., Gómez, R. y Botero, C. (2012) señalan que su artículo tiene el objetivo de dar a conocer como la técnica de Ingeniería de métodos y tiempos afecta en la cadena de abastecimiento, en este sentido, se realizará una evaluación de cómo las herramientas de esta técnica se pueden usar en la cadena logrando una mejor gestión, alineando los procesos logísticos e identificando problemas. Así también, congrega la unión de otras herramientas como la estandarización de procesos para lograr productividad.

2.1.5.2 Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos a partir de la investigación consideran que las herramientas de la Ingeniería de métodos son, en esencia, la aplicación de un enfoque de la ingeniería que ayudan en la gestión de procesos.

Las técnicas empleadas y las herramientas utilizadas son un conjunto en común de aplicaciones que varían en nombre, según los autores, pero conservan la utilidad de la planeación en todos los campos de gestión de procesos.

Finalmente, se cumple con el objetivo de dar a conocer la técnica de Ingeniería de métodos y tiempos, así como la funcionalidad de sus herramientas que impactan de forma positiva en la productividad de la empresa.

Figura 4. *Técnica de Ingeniería de Métodos*

Ingeniería de Métodos	
Diagrama de procesos	Cursograma que incluye las operaciones, inspecciones, transportes, esperas y almacenamientos (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006)
Diagrama de operaciones	Cursograma que incluye la secuencia de operaciones e inspecciones de un trabajo o actividad (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006)
Diagrama de recorrido	Plano a escala que muestra la continuidad y los flujos de los elementos en el proceso productivo (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006)
Diagrama de hilos	Plano a escala en el que se sigue con un hilo el recorrido del material o del operario (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006).
Diagrama de actividades múltiples	Registra las respectivas actividades de varios objetos de estudio (máquinas u operarios) según una escala de tiempo común (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006).
Diagrama bimanual	Describe la operación realizada por cada mano en una escala de tiempo común (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006)
Diagrama hombre – máquina	Permite conocer paralelamente las actividades realizadas por un operador y su(s) máquina(s) a cargo. (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006)
Gráfico de trayectoria	Cuadro donde se consignan datos cuantitativos sobre los movimientos de trabajadores, materiales o equipo entre cualquier número de lugares durante cualquier periodo dado de tiempo (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006)
Economía de movimientos	Lista de principios creados en 1964 por Gilbreth y Barnes en cuanto a: el uso del cuerpo humano, la disposición y estado del lugar de trabajo; y el diseño de las herramientas o aparatos (Alford, Bangs, & Hageman, 1992)
Estudio de micromovimientos	Estudio de los movimientos a mayor detalle, descomponiendo las operaciones en elementos o movimientos básicos conocidos como therbligs (Meyers, 2000). Usualmente emplean cámaras de cine o de videograbación (Mundel).
Análisis de operaciones	Procedimiento que involucra una actitud interrogativa sobre aspectos como la finalidad de las operaciones, el diseño de las piezas, los materiales y su manipulación, las condiciones de trabajo (ventilación, iluminación, biometría, ergonomía, etc.), entre otros (Maynard, 1991).

Fuente: La ingeniería de métodos y tiempos como herramienta en la cadena de suministro

(2012)

Figura 5. *Técnica de Ingeniería de Tiempos*

Ingeniería de Tiempos	
Muestreo del trabajo	Estima el porcentaje del tiempo total, empleado por una persona en una actividad, a través de observaciones hechas al azar y analizadas estadísticamente (Vaughn, 2000).
Cronometraje	Medición del tiempo que requiere un operador calificado y a un ritmo normal para realizar cierta actividad, por medio de un cronómetro (OIT (Oficina internacional del Trabajo Ginebra), 2006).
Sistemas de estándares de tiempos predeterminados (PTSS)	Utilización de tablas que tienen estimaciones de los tiempos según los movimientos básicos o therbligs (Krick, 1999) y que se llevan a cabo durante un fase de plantación (Meyers, 2000). Existen diferentes técnicas como: MTM (Methods time measurement), MOST (<i>Maynard Operacional Sequence Techinique</i>), MODAPTS (<i>Modular Arrangement of PTS</i>), Work-Factor, etc. (Hicks, 1999).
Datos estándares	Tiempos tomados de bases de datos de estudios de tiempos pasados (Meyers, 2000).
Según expertos	Son dados por la opinión experta de una persona con experiencia (Meyers, 2000).

Fuente: La ingeniería de métodos y tiempos como herramienta en la cadena de suministro (2012)

En conclusión, el método Ingeniería de Métodos y Tiempos propuesto funciona para desarrollar una estrategia que genera el aumento de la productividad, también da conocer herramientas que permiten gestionar los procesos de manera eficiente y reducir tiempos muertos.

El método estudiado se puede emplear a lo largo de la cadena de abastecimiento, con énfasis en los procesos logísticos de entrada y salida; además, se garantiza que el flujo de información, producto y dinero sea eficaz y fluido.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Supply Chain Management

Según Chase, Aquilano & Jacobs (2000) la cadena de suministros es en conjunto una red de proveedores que interactúan entre sí por un objetivo; por otro lado, Tompkins & Harmelink (2004) señalan que la cadena de suministros permite identificar las relaciones entre los diferentes agentes dentro de una organización, así como su interacción.

La OEM - National research council staff (2000) define la cadena de suministros como un conjunto de asociados entre proveedores y clientes (consumidores) que alineando sus

intereses compran, manufacturan y distribuyen bienes y servicios que al final se terminan relacionando y culminan en la creación de un producto.

Figura 6. *Elementos, agentes y flujos en la cadena de suministro*

Enfoque y Autor	Descripción
<i>Elementos de la cadena de Suministro.</i> (Price Waterhouse Coopers, 2007)	Procesos de negocios, personas, organización, tecnología e infraestructura física.
<i>Agentes de la cadena de Suministro</i> (Chopra & Meindl, 2001)	Manufactureros Proveedores Transportistas Almacenes Distribuidores Clientes
<i>Flujos en la cadena de Suministro</i> (Mentzer, y otros, 2002)	Flujos de: productos, servicios, información, recursos financieros, demanda, pronósticos.

Fuente: La ingeniería de métodos y tiempos como herramienta en la cadena de suministro (2012)

Por su parte, Handfield & Nichols (2002), indican que la SCM “abarca todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima (extracción) hasta el usuario final, así como los flujos de información y productos relacionados de forma directa e indirecta”.

2.2.2 Ciclo de Deming

Quiroa, M. (2021) indica que el ciclo de Deming es un sistema utilizado por las empresas para el logro de un proceso de mejora continua. Este es utilizado por muchas empresas que buscan incrementar sus estándares de calidad y funcionar de manera más eficaz. Si es utilizado correctamente ayuda a las empresas a mejorar sus niveles de productividad y rendimiento debido a que todo el trabajo y esfuerzo propuesto se orienta al logro de objetivos previamente planteados y establecidos.

El ciclo de Deming es un método altamente efectivo que es aplicado en los sistemas de gestión de calidad y mejora continua. También ayuda en la búsqueda de soluciones a ciertos

problemas específicos en una organización y poder alcanzar la optimización de los procesos implementados por las organizaciones.

Uno de los métodos más utilizados y relacionados con el ciclo de Deming es el PDCA, método de gestión que corresponde a las acciones necesarias para garantizar la solución de un problema en específico. El método PDCA se divide en las siguientes etapas fundamentales:

- 1) Identificación del problema: Se define el problema y evaluar su impacto dentro de la empresa.
- 2) Análisis del fenómeno: Dividir el problema en fragmentos manejables.
- 3) Análisis de proceso: Listar y priorizar principales causas.
- 4) Plan de acción: Proponer medidas para la eliminación de anomalías.
- 5) Ejecución del plan de acción: Comunicar que se hará y ejecutar determinada acción.
- 6) Chequeo de resultados: Monitorizar si las acciones aplicadas fueron capaces de eliminar el problema.
- 7) Análisis de los desvíos: Si la meta no fue alcanzada, revisar la planeación.
- 8) Estandarización: Impedir que problemas del pasado vuelvan a ocurrir causando nuevamente algún impacto negativo a la empresa.

2.2.3 Optimización de Procesos

2.2.3.1 Business Process Management - BPM

En cuanto a este concepto, Sanchez (2011) señala que el BPM (Business Process Management) compone una nueva tendencia de gestión global que lleva a las organizaciones a participar de manera colaborativa y sistemática en los procesos de negocio de una empresa.

Los beneficios que trae esta práctica son:

- a) Aporta visibilidad a los directivos sobre la dinámica de los procesos ejecutados inconscientemente por los trabajadores de las organizaciones.
- b) Habilita la modificación de los procesos de manera mucho más rápida a través de herramientas tecnológicas para así agilizar la adopción del cambio en la formas de manejar.

En cuanto a su implementación, involucra:

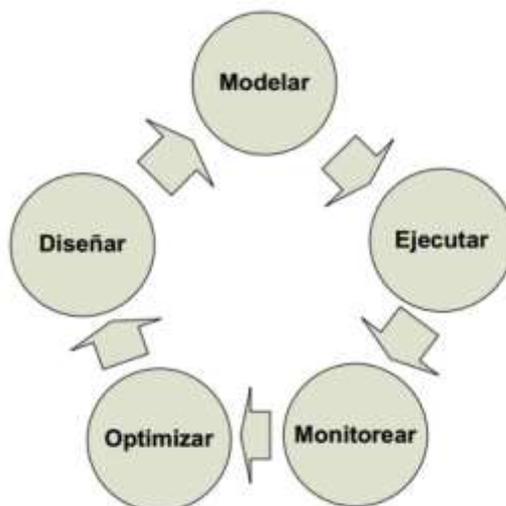
- a) Articulación de la estrategia, los procesos y la tecnología de una organización para que así sea posible agregar valor a la cadena de negocio.

- b) A comparación de los modelos de gestión anteriores, este modelo se concentra en la articulación de las iniciativas estratégicas con los procesos de la empresa, impulsados en estándares tecnológicos que facilitan su desarrollo alineado en las actividades cotidianas.

Para Pais, J. (2013) define en 5 fases el ciclo del BPM:

- 1) **Diseñar:** levantamiento de información para el entendimiento de los procesos y sistemas actuales involucrados para el diseño y la mejora de procesos.
- 2) **Modelar:** Modelamiento de la propuesta de solución, donde se analiza los posibles escenarios para la simulación.
- 3) **Ejecutar:** Implementación de la solución.
- 4) **Monitorizar:** Seguimiento de los indicadores asociados a las mejoras del proceso.
- 5) **Optimizar:** Identificar posibles mejoras en base a los resultados del monitoreo para trabajar en la mejora continua de los procesos.

Figura 7. *Ciclo de BPM*



Fuente: Business Process Management. Pais, J. (2013).

Figura 8. *Modelo integral de BPM*



Fuente: Business process management (BPM): articulando estrategia, procesos y tecnología.

Recuperado de la base de datos de UESAN (022117)

2.2.3.2 Metodologías Ágiles

Para Ortega (2018) involucrar al usuario en el proceso es un derecho fundamental porque es él quien conoce más del proceso, normalmente, se deja de lado al usuario final hasta que el área encargada del rediseño culmine con la actividad. La agilidad toma sentido ya que a diferencia de la metodología clásica, aquí incluye a los agentes del proceso como parte del equipo de trabajo logrando mejores resultados.

El autor también señala dos técnicas para el rediseño de procesos: el Design thinking y la gestión con SCRUM.

2.2.3.3 Reingeniería

Fisher (1996) señala el concepto de reingeniería como una técnica administrativa para reformar radicalmente los procesos y el desempeño de una empresa. Este concepto fue popularizado por el trabajo de Michael Hammer y James Champy (1994) a través de su libro “Reingeniería” y fue conocido por muchas empresas alrededor del mundo en la década de los noventa que implementaron las ideas y conceptos.

2.2.3.4 Mejoramiento continuo de procesos

El término de mejoramiento de procesos fue propuesto por James Harrington (Adesola & Baines, 2005) que señalan que el mejoramiento continuo de procesos se refiere a cambios menores, específicos y continuos en los procesos que impactan de manera general.

2.2.3.5 Rediseño de procesos

Aquirre (2007) señala que este es un método que tiene el rango más amplio de investigación en la industria puesto que se usa para el rediseño de procesos entre otras aplicaciones. La implantación de tecnología, como son los sistemas ERP, CRM, son usados para exprimir y sacar provecho de la tecnología del internet creciente, apuntando hacia la innovación en los productos, procesos o servicios.

2.2.3.6 Seis Sigma

Aguirre (2007) menciona que es una herramienta de mejoramiento organizacional. Está relacionada con la desviación estándar, el cual sirve para medir el desempeño del proceso en cuanto al ratio de bienes o servicios fuera de un rango determinado. Correspondiente a su metodología, Six sigma significa el progreso continuo de los procesos a través del uso principalmente de herramientas estadísticas (Escalante, 2006).

Figura 9. Cuadro comparativo de técnicas de mejora de procesos

	Reingeniería	Rediseño de procesos	Mejoramiento continuo de procesos	Seis Sigma	BPM
Características principales	Implica cambio radical en los procesos y/o en el modelo de negocio. Se realizan cambios mayores o se introduce nueva tecnología.	Se realizan cambios importantes en procesos críticos. Se diseñan nuevos procesos para soportar nuevos servicios o líneas de productos.	Implica cambios graduales y continuos en los procesos de negocio.	Usado principalmente en procesos de manufactura. Requiere el uso de herramientas estadísticas derivadas del control estadístico de procesos.	Se introducen herramientas tecnológicas para la automatización y control de los procesos. Implantado principalmente en procesos de servicios.
Impacto y problemas	Se pueden tener impactos considerables en el desempeño organizacional. Ha sido en desuso por su asociación con procesos de reestructuración.	Es la metodología más usada debido a su amplio rango de aplicación como por ejemplo el rediseño de procesos previo a la implantación de sistemas ERP, introducción de nuevos productos, innovación en el servicio, entre otros.	Puede tener impactos limitados pero continuos en el tiempo. No requiere de grandes cambios organizacionales.	Todo proyecto de seis sigma debe producir un retorno a la inversión para que sea reconocido como tal. Requiere un gran esfuerzo para obtener y analizar los datos con herramientas estadísticas.	Muchas compañías han reportado importantes beneficios en su implantación en términos de mejoramiento de términos de respuesta. Requiere una inversión importante en tecnología informática.
Pasos de la metodología	a) Identificación de los procesos estratégicos. b) Desarrollo de la visión de los nuevos procesos mejorados. c) Creación y rediseño de procesos. d) Preparación y prueba de los nuevos procesos. (Hammer y Champy, 1994)	a) Planear el proyecto. b) Analizar los procesos. c) Diseñar o rediseñar el proceso. d) Desarrollar los recursos para el proceso mejorado. e) Gestionar la transición hacia el nuevo proceso. (Harmon, 2003)	a) Organizar el mejoramiento. b) Entender los procesos. c) Mejorar los procesos. d) Medición, control y retroalimentación. e) Mejoramiento continuo. (Harrington, 1993)	a) Definir b) Medir c) Analizar d) Mejorar e) Controlar (Escalante, 2006)	a) Diseñar y modelar el proceso. b) Definir las reglas del negocio. c) Asignar recursos. d) Probar el proceso. e) Analizar indicadores. (Vision Software, 2006) (Howard & Finger, 2003)

Fuente: Marco metodológico para el desarrollo de proyectos de mejoramiento y rediseño de procesos (2007)

2.2.4 Inteligencia Artificial

Jean-Paul Haton (2006) sostiene que la inteligencia artificial se ocupa del diseño y la implementación de sistemas informáticos capaces de resolver problemas que requieran la capacidad del ser humano para que sean desarrolladas. Problemas que pueden corresponder a una alta complejidad (como por ejemplo visión, comprensión de idioma o comprensión de ciertos patrones). Usualmente estos no pueden resolverse con algoritmos básicos por lo que se requiere la manipulación de información simbólica y datos numéricos.

Su implementación es muy variada y está presente en diversos campos. Según Haton (1993) las características básicas de la IA y su aplicación se encuentran dispersas en diferentes dominios o campos. Por ejemplo, en la industria de manufactura se aplica IA en conjunto con técnicas de robótica para la automatización de procesos relacionados a la cadena de suministro como la etapa de producción hasta la parte final como la entrega y retroalimentación de la cadena.

2.2.5 Machine Learning

Según Bagnato (2020), Machine Learning o también conocido como Aprendizaje Automático, es un concepto perteneciente a la rama de la inteligencia artificial que abarca “(...) cómo construir programas de computadora que mejoran automáticamente adquiriendo experiencia (...)”.

Vanderplas (2016) que recalca que el Machine Learning va más allá de simplemente aplicar el aprendizaje automático a los datos, es decir, que requiere de una profunda comprensión de las fortalezas y debilidades de cada uno de los métodos que se podrían poner en práctica y de los conceptos correlacionados.

Machine Learning se categoriza en dos tipos, los cuales se detallan a continuación, el primero (A. supervisado) desarrollado como base para el presente estudio y el segundo (A. no supervisado) a modo de una breve referencia:

- a. Aprendizaje supervisado: Este implica modelar la relación entre variables y alguna etiqueta relacionada con los datos para posteriormente etiquetar a nuevos y desconocidos datos.
- b. Aprendizaje no supervisado: Involucra modelar las características de la data sin hacer referencia a ninguna etiqueta.

2.2.5.1 Algoritmos de clasificación

Según Sandoval (2018), la clasificación, junto a la regresión, pertenecen a la categoría de algoritmos de aprendizaje supervisado. Especialmente, los algoritmos de clasificación, se busca que este nos diga a qué grupo pertenece el elemento en estudio. El algoritmo encuentra patrones en los datos que se le da y los clasifica en grupos. Luego compara los nuevos datos y los ubica en uno de los grupos y es así como puede predecir de qué se trata.

2.2.6 Capacidad de producción

Para Clemente, W. y Rivas, J. (2021) la capacidad de producción es la capacidad que tiene una empresa para producir su máximo nivel de bienes o servicios con una serie de recursos disponibles en el tiempo. También, señalan que existen dos tipos de medidas de capacidad

productiva, las que se centran en inputs y las que se enfocan en outputs. A continuación, se indica en qué consiste cada una de estas medidas.

- a) **Medidas basadas en outputs:** Serán aquellas medidas en las que los procesos productivos son repetitivos en la que se tendrá que utilizar una medida de capacidad agregada.
- b) **Medidas basadas en inputs:** Se emplea este tipo de medidas cuando el proceso productivo no es repetitivo por lo que se determinará mediante la medición de cada uno de los elementos de producción que dispone la empresa.

2.2.7 Gestión de almacén

Consiste en el diseño y la ejecución de una serie de procesos claramente definidos y estructurados con el objetivo de optimizar el almacenamiento de mercancías buscando agilizar el paso de las mercancías por almacén, asegurar la correcta identificación de los productos, maximizar la utilización de espacio disponible, garantizar entregas puntuales y en forma, aumentar la productividad del personal y reducir costos operativos.

Para Chuquino, J. (2020) la gestión de almacén es un proceso complejo encargado de dar soporte en 5 procesos básicas que son:

- **Recepción:** Proceso que permite el control y gestión de lo que ingresa al almacén, desde una importación o compra local hasta la logística inversa (devoluciones); la descarga de la mercadería y su posterior verificación.
- **Almacenamiento:** Proceso que permite identificar la mercadería y ubicarla en un espacio físico.
- **Control de Inventario:** La gestión de inventario tiene el encargo de velar por la existencia de los stocks dentro del almacén. Así mismo, corresponde a todos los movimientos que se realice de la mercadería (transferencia) de una zona a otra.
- **Preparación de pedidos (Picking/Surtido):** Es el proceso de seleccionar la mercadería solicitada según las características que le correspondan (lote, fecha de vencimiento, fecha de manufactura, etc).
- **Despacho (Embarque):** Proceso en el cual se gestiona la salida de la mercadería, que va desde la generación de la documentación necesaria (guías de remisión, hoja de packing, etc.).

Capítulo III: Entorno Empresarial

3.1 Descripción de la empresa

3.1.1 *Reseña histórica y actividad económica*

El grupo Inchcape remonta sus orígenes al año 1847, con la conformación de la asociación comercial Mackinnon Mackenzie & Company (MMC) en Calcuta por dos comerciantes escoceses, William Mackinnon y Robert Mackenzie. Esta asociación centraba sus operaciones en el comercio de transporte marítimo. Desde aquí en adelante, se comienza con la formación de nuevas empresas y asociaciones abriendo cada vez más rutas comerciales globales, las cuales sentaron base al imperio a Inchcape con presencia en todos los continentes.

Mackinnon fue el que más impulsó y estableció nuevas alianzas, convenios y contratos. MMC empezó a ganar presencia con las nuevas rutas y las nuevas empresas del grupo en África oriental, el Golfo Pérsico, Australia y Londres. Para 1876 MCK era una de las más grandes compañías navieras que operaban en el Reino Unido.

Por esos años, un hito importante fue la incorporación de James Lyle Mackay a MMC. Gracias a su gran trabajo se convertiría en el heredero de los negocios de MMC tras la muerte de Mackinnon, siendo en 1913 el presidente de British India Steam Navigation Company (nuevo nombre de la compañía).

Y es en 1958 que se consolida y re organiza el original grupo de Mackinnon para formar Inchcape & Company Ltd. Esta empresa crece bajo el enfoque de diversificación y continúa con las adquisiciones en los años posteriores.

Desde 1958 a 1993 es que la expansión fue veloz, gracias a sus adquisiciones exitosas en China, Corea, Vietnam, Indonesia, Canadá, Turquía y hasta Sudamérica en Ecuador. En 1993 es que se establece Inchcape Shipping Service, con el propósito de gestionar los envíos del grupo y transformarse en una red internacional integrada.

Ya para el 1998 es que Inchcape establece como estrategia centrar su negocio en solo motores, llegando al año 2000 como un grupo consolidado solo para motores / automóviles (Inchcape, 2020).

Hoy Inchcape cuenta con una presencia en 36 países con más de 1,000 ubicaciones de distribuidor minorista de automóviles y/o repuestos, llevando las marcas más demandadas por los clientes.

Actualmente, en Perú, representa a las marcas BMW, BMW Motorrad, Mini Cooper, Subaru, BYD y DFSK. Siendo las marcas chinas (BYD Y DFSK) las que representan el mayor volumen de venta, aproximadamente el 90%.

Esta empresa brinda tanto bienes como servicios, ya que por un lado se dedica a la venta de vehículos nuevos y seminuevos; y de accesorios, y por el otro, brinda mantenimiento de estos mismos. Es por ello que tiene 2 tipos de canales hacia los clientes; local de ventas y talleres.

A nivel nacional distribuye sus puntos de venta de la siguiente manera:

- 9 locaciones de venta de Subaru (7 en Lima y 2 en provincias - Trujillo y Arequipa).
- 6 locaciones de venta de BYD (4 en Lima y 2 en provincias.)
- 6 locaciones de venta de DFSK (4 en Lima y 2 en provincias.)

Asimismo, es importante mencionar también que se pueden realizar las ventas a través de los puntos de venta directa y en los concesionarios.

3.1.2 Descripción de la organización

3.1.2.1 Organigrama

En razón a la estructura organizacional de Inchcape, en la Figura 10 se representa el organigrama. Cabe señalar, que, dado el enfoque del presente estudio, este corresponde a la sede de Perú; sin embargo, es importante mencionar que Inchcape maneja una estructura muy similar para sus operaciones en los diversos países donde tiene presencia.

Figura 10. Organigrama Inchcape Perú

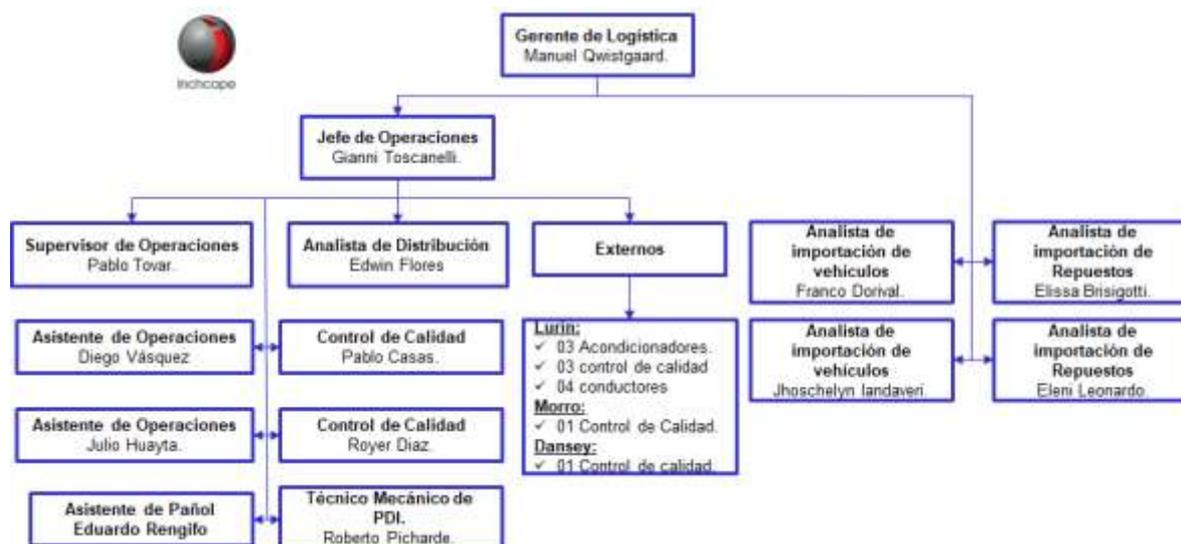


Fuente: Inchcape Perú

- **Área de TI :** Responsable del buen funcionamiento de la gestión de la información y brindar el soporte necesarios con las herramientas tecnológicas
- **Área de dirección de negocio Subaru:** Responsable de la planificación y la ejecución de las ventas
- **Área de nuevos negocios:** Es el responsable del desarrollo del plan anual de marketing como soporte al logro de la meta de ventas
- **Área de administración general BMW:** Es el responsable de las ventas, post-ventas, servicios y marketing a nivel de la marca BMW.
- **Área de administración y finanzas :** Gestión de los recursos financieros.
- **Área de logística y ADV :** Encargado de la gestión de compras, operaciones, almacén y gestión de las ventas.
- **Área de RRHH :** Gestión del capital humano

Dentro del área de operaciones, contexto de estudio dada la problemática del presente estudio, tenemos el siguiente organigrama:

Figura 11. Organigrama de Logística



Fuente: Inchoape Perú

3.1.2.2 Cadena de Suministros

Para Slone, Dittmann y Mentzer la cadena de suministro es considerado como la “actividad que gestiona el flujo de información, dinero y materiales a través de la empresa extendida, desde el proveedor hasta el cliente, pasando por los silos funcionales de la empresa” (p.13).

La cadena de suministro, por parte de abastecimiento, nace a partir de la planificación del área de compras según la programación de lote de importación, se realiza el pedido con los proveedores que son de China (DSFK y BYD), Alemania (BWM) y Japón (Subaru), en el que una vez cerrada la compra, el proveedor envía vía marítima los automóviles o repuestos solicitados, lo cual recientemente ha tomado mayor tiempo debido a factores externos que han afectado significativamente las importaciones.

Al llegar al puerto marítimo del Callao, se pasa por un proceso de inspección donde se examina si hay imperfectos producidos en el traslado marítimo. Si existiese error, se carga el monto de reparación al transportista marítimo. Luego se procede al traslado desde el puerto hacia el Centro de Distribución ubicado en Lurín, por medio de unas cigüeñas.

Al llegar al Centro de Distribución, se examina nuevamente el vehículo, de presentar daños, se carga el monto de reparación al proveedor de transporte terrestre, en otro caso, posterior a la inspección, el vehículo se almacena.

Por parte de ventas, la cadena de suministro nace a partir del cliente, este realiza la compra, el área de ventas emite un aviso de ventas en cual llega al área de operaciones. Luego se procede a equipar los accesorios según el pedido del cliente y se realiza el PDI (Inspección previa al despacho), donde se realiza la inspección, prueba, lavado y acondicionamiento. Si el vehículo termina su preparación y aprueba los test de calidad, se prepara para el despacho. De presentar daños, se manda a reparar y se vuelve a examinar el vehículo.

Para el despacho, se cargan los vehículos a cigüeñas según su punto de entrega. Los cuales pueden ser un local directo de la empresa o un concesionario. Para finalmente ser entregado al cliente final en su punto de entrega.

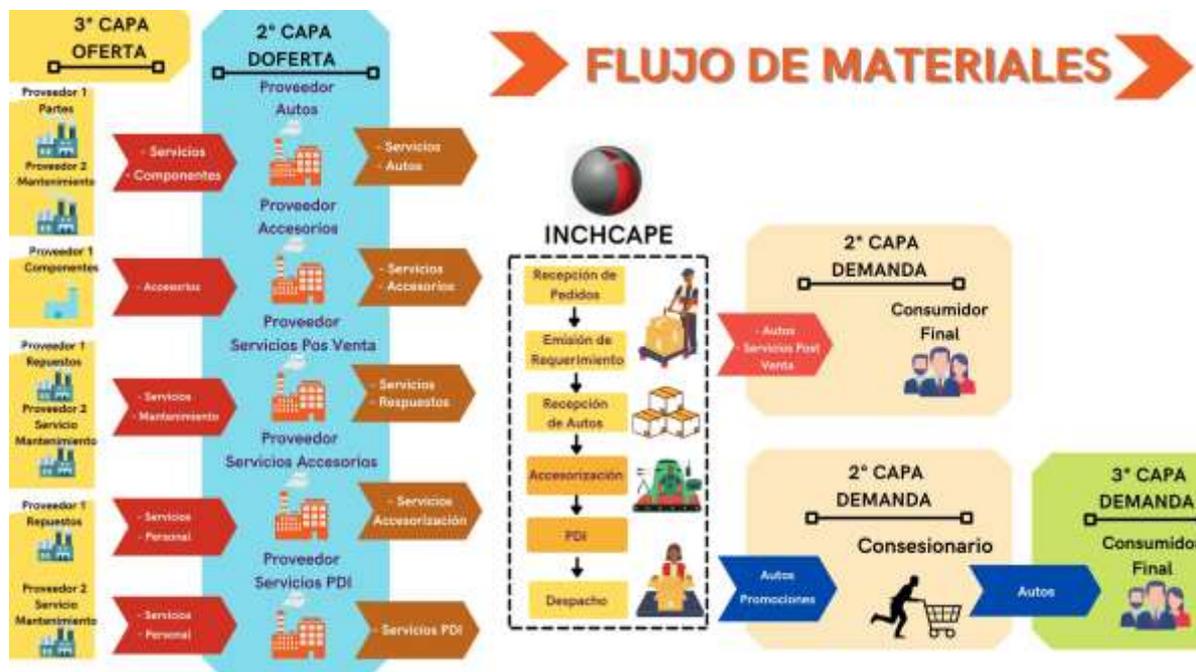
Cabe señalar que estos procesos implican el flujo tanto de información, visto en la figura 12, que puntualizan las necesidades del mercado como el de los materiales que es parte de la respuesta que se brinda visto en la figura 13.

Figura 12. Cadena de suministro de Inchcape: Flujo de Información



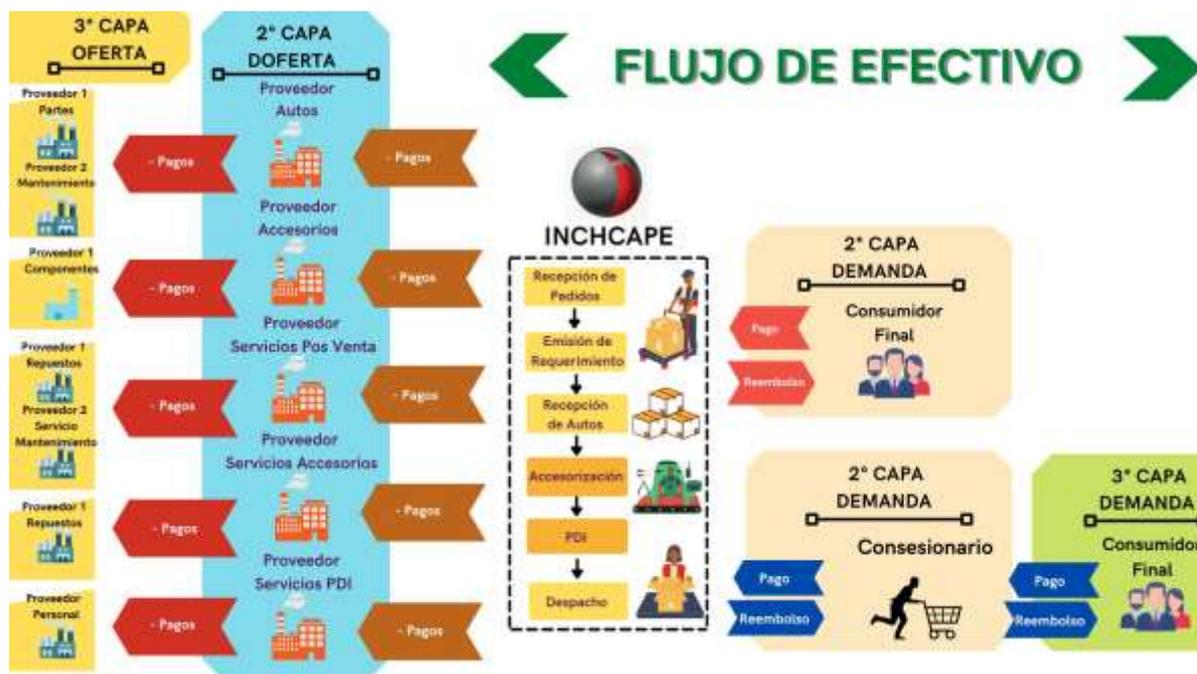
Fuente: Elaboración Propia

Figura 13. Cadena de suministro de Inchcape: Flujo de Materiales



Fuente: Elaboración Propia

Figura 14. Cadena de suministro de Inchcape: Flujo de Efectivo



Fuente: Elaboración Propia

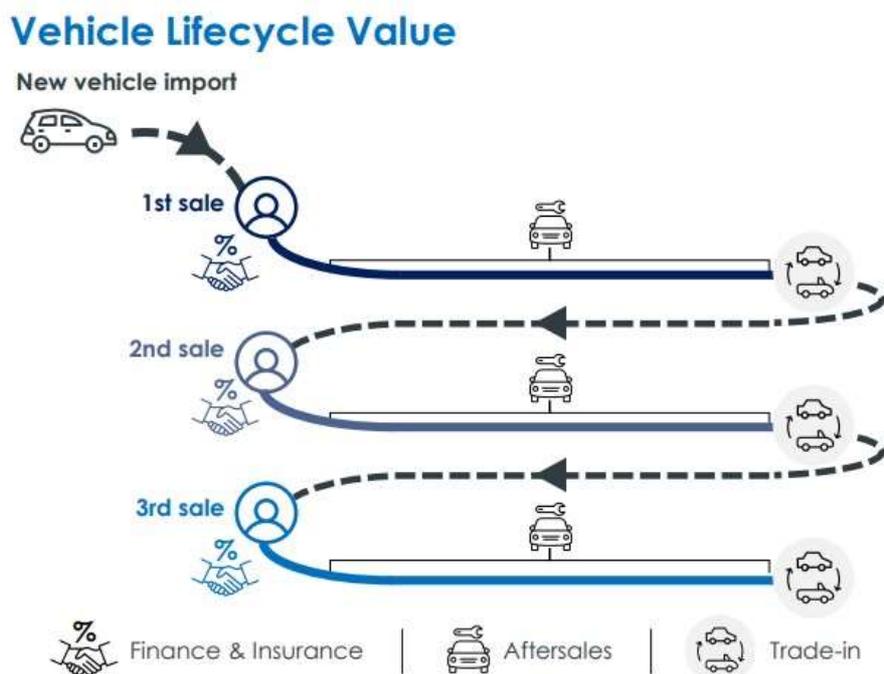
3.1.3 Datos generales estratégicos de la empresa

Inchcape internacional viene desarrollando la estrategia “Ignite” que ha sentado bases sólidas para el Grupo y catalizar un cambio hacia la distribución más atractiva segmento.

Al embarcarnos en la siguiente fase del Grupo, la distribución sigue siendo el núcleo del negocio. La nueva estrategia que presentan se centrará en dos pilares clave de crecimiento: excelencia en la distribución y servicios del ciclo de vida del vehículo.

- Es el distribuidor y minorista automotriz independiente más grande del mundo. La distribución representa la gran mayoría de los beneficios del Grupo.
- Operan en 36 mercados; enfocados en mercados de alto crecimiento.
- Fortalecimiento de la posición financiera (efectivo neto al 20 de diciembre 266 millones de libras esterlinas)
- El modelo de negocio está diseñado para arraigar las ventas de los servicios a los productos que comercializa de modo que agregan valor al ciclo de vida del vehículo, tal como se ve en el cuadro a continuación.

Figura 15. Valor del ciclo de vida de un vehículo



Fuente: Inchcape Annual Report and Accounts 2020

Reacción al cambio post covid-19

- Implementaron “click & collect” un sistema de compras virtual y ofrecieron un servicio de entrega físicamente distanciado.
- Capacidad de pago en línea agregada (tanto para vehículos como posventa).
- Implementación acelerada de plataformas en línea.
- Compañeros que trabajan en equipos divididos y remotos.

3.1.3.1 Visión, misión y valores o principios

Visión:

“Ser los líderes del mercado en la atención a las necesidades de nuestros clientes facilitándoles soluciones efectivas”

Misión:

“Trabajamos con pasión para crear una experiencia única al cliente buscando encantarlos. Hacemos todo esto ubicando a nuestra gente en el corazón de nuestro negocio

porque creemos que tener personas comprometidas en equipos ganadores, nos asegura el que podamos crear experiencias únicas y memorables para nuestros clientes.”

Principios:

- Seriedad: Tenemos el mayor compromiso de cumplir todo lo que ofrecemos.
- Eficiencia: Nos comprometemos a brindar los mejores resultados orientados a nuestros clientes.
- Trabajo: Tenemos un equipo humano altamente capacitado para atender a nuestros clientes
- Confianza: Todas nuestras acciones van orientadas a mantener la confianza de nuestros clientes.

3.1.3.2 Objetivos estratégico

- Lograr que nuestros colaboradores internalicen las visión y misión de la empresa.
- Mantener un crecimiento sostenido de la empresa.
- Convertir a nuestros proveedores en socios estratégicos y puedan estar alineados a los objetivos de la compañía.
- Incrementar nuestra participación de mercado, alcanzando el TOP 5 de marcas más vendidas en el Perú.

3.1.3.3 Evaluación interna y externa

a. Análisis Global

A nivel mundial se ha visto un crecimiento en la industria automotriz, siendo beneficiada por el rápido desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas en los vehículos y la tendencia creciente de implementar un sustituto a la gasolina, por lo que se dio origen al GLP, GNV y más recientemente a los carros eléctricos o híbridos. Como indica J. Carrillo (2014): “Para el año 2020, se espera que la demanda de vehículos híbridos y eléctricos sea superior al 7% del total de la producción mundial”

Por otro lado, la pandemia, como a todo sector, afectó la industria automotriz, generando pausas en la cadena de suministro. como lo explica Y. Sheffi (2021): “La infección comunitaria

de Covid-19 llevó a cierres que iniciaron en Wuhan y luego se extendieron alrededor del mundo (...) Si un fabricante de autos no puede obtener hasta la última pieza descrita en la lista de materiales, no podrá fabricar un solo automóvil”.

Lo que generó retrasos en las entregas de los vehículos debido al cese de la manufactura.

Adicionalmente a ello, la escasez de contenedores generó un incremento en el costo y tiempo de importación. Como indica el diario Gestión (2021): “El costo del transporte marítimo en algunos casos se ha elevado este año entre 100% y 400%”.

Sin embargo, el nivel de importación aumentó considerablemente, lo que también afecta al tiempo de importación el diario Gestión (2021): “También menciona que: “Importaciones crecen 44.6% en septiembre, 42% provienen de Asia”.

Tabla 1. *Oportunidades y amenazas del análisis global*

<i>Oportunidades</i>	<i>Amenazas</i>
O1. Crecimiento en la industria automotriz	A1. Demora de importaciones
O2. Tendencia creciente de carros eléctricos o híbridos	A2. Costo de transporte marítimo elevados

Fuente: Elaboración Propia

b. Análisis Social

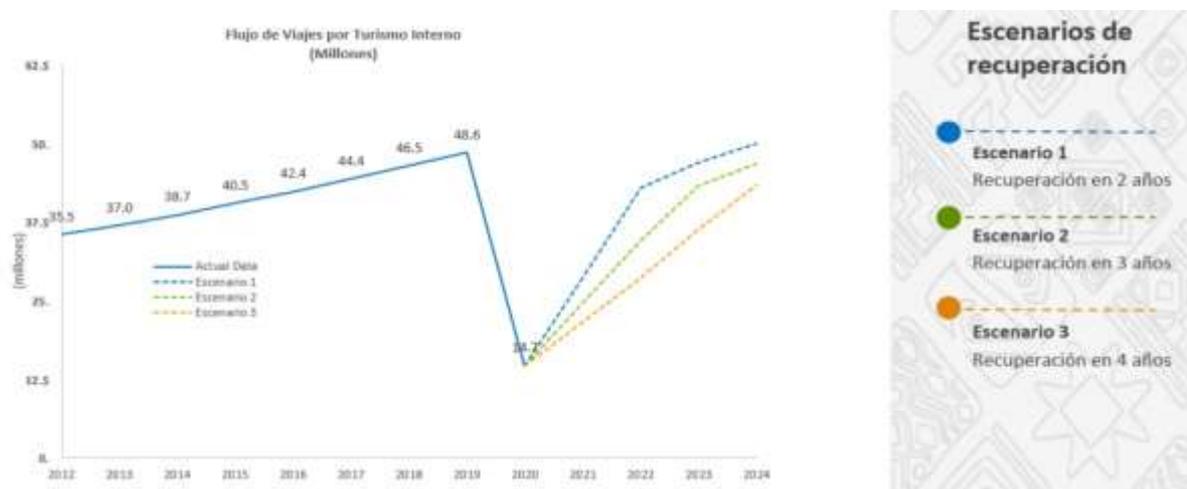
A pesar de que cada vez existía una mayor necesidad de movilizarse en medios motorizados propios, por ello el crecimiento de la demanda automotriz, además de los avances tecnológicos en esta industria; debido a la pandemia generada por el covid-19, la sociedad se vio altamente afectada, lo que se vio tiene impacto en tanto en la capacidad adquisitiva como en el comportamiento del consumidor. generando una crisis social, que iba de la mano con la crisis económica y sanitaria a nivel mundial, que conllevaron a un aislamiento social.

Sin embargo, la reapertura social y reactivación económica ya está en curso, con el avance de la vacunación a nivel mundial, esto permite que los sectores vuelvan a recuperarse.

Desde la pandemia, debido al distanciamiento, aumentaron los viajes a zonas cercanas, para distraerse de la monotonía de estar en casa. Lo cual es un escenario favorable, ya que muchas veces el hacer turismo local se realiza en vehículo propio, por lo que podría haber un aumento de clientes potenciales.

Como Pronostica el MINCETUR (2021): “El turismo interno cerraría 2021 n 2.4 millones de viajeros, lo que representa una expansión 51.2% en comparación lo previsto a el 2020 (1.6 millones)

Figura 16. *Flujo de Viajes por Turismo Interno*



Fuente: MINCETUR (2021)

Tabla 2. *Oportunidades y amenazas del análisis social*

<i>Oportunidades</i>	<i>Amenazas</i>
O3. Crecimiento del turismo local	A3. Crisis social

Fuente: Elaboración propia

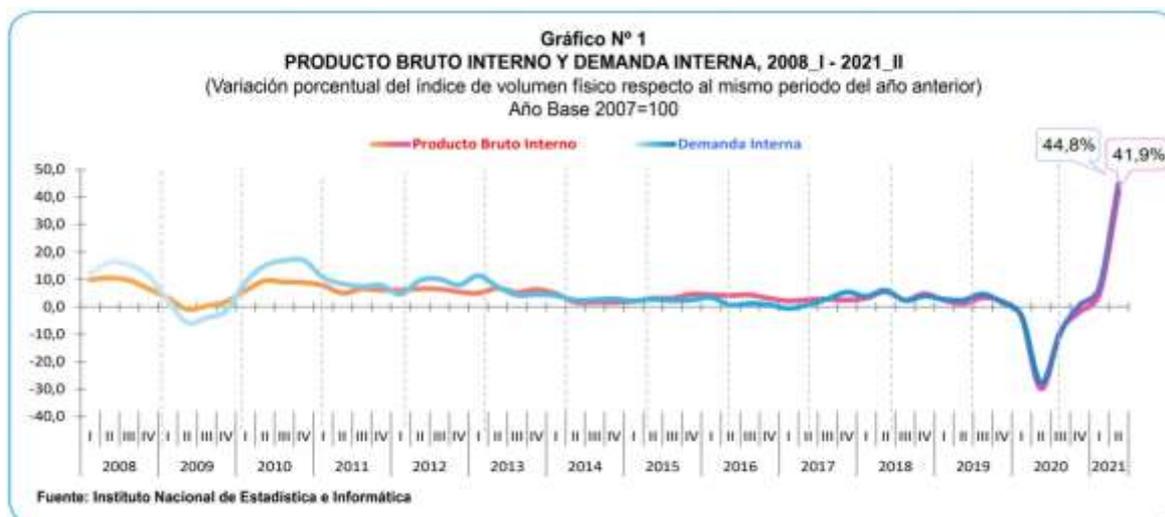
c. Análisis Económico

A nivel mundial, hubo un incremento en la tasa de desempleo, lo que conllevó a una reducción en el PBI, producto de la pandemia.

Sin embargo, el crecimiento económico a partir del 2021 ha sido positivo, mostrando una recuperación en la demanda, esto lo explica el INEI (2021) de la siguiente manera: “ El Producto Bruto Interno por actividades económicas creció 41,9%, por el aumento de las actividades de transformación (95,2%), servicios (35,0%) y extractivas (20,1%). En el primer semestre de 2021, el PBI se incrementó en 20,9% y en los cuatro últimos trimestres acumuló un crecimiento de 6,3%”.

Esto brinda un escenario bastante favorable, ya que muestra un incremento en la capacidad adquisitiva y muestra datos alentadores sobre la recuperación económica, y esperamos que siga esa pendiente positiva.

Figura 17. PBI y Demanda Interna



Fuente: INEI (2021)

Adicionalmente a ello, la recuperación económica ha influido positivamente al sector automotriz, ya que se puede ver un aumento en el nivel de ventas de automóviles livianos, tal y como se muestra en el siguiente gráfico.

Figura 18. *Venta e Inmatriculación de vehículos livianos*

Fuente: Asociación Automotriz del Perú (2021)

Pero no todo es positivo, no podemos dejar escapar un factor bastante importante, el cual es el aumento del dólar, llegando a sobrepasar los 4 nuevos soles, rompiendo récords históricos de precios. Lo cual afecta directamente el precio de la mayoría de las cosas, ya que el Perú es más un país importador que productor.

Al incrementar el precio del dólar, el costo de importación aumenta y eso hace que el precio final de un producto también aumente.

Tabla 3. *Oportunidades y amenazas del análisis económico*

<i>Oportunidades</i>	<i>Amenazas</i>
O4. Aumento del PBI	A4. Aumento del dólar
O5. Recuperación económica	
O6. Aumento de venta de Vehículos livianos	

Fuente: Elaboración Propia

d. Análisis Político Legal

A nivel político, el Perú muestra un gran desequilibrio, pasando en los últimos 4 años por 4 presidentes, cierre de congreso, vacaciones presidenciales, y en las últimas elecciones presidenciales el país se dividió en 2 grupos bastante marcados. Todo esto afectó a nivel económico, ya que la incertidumbre política generó un incremento en el precio del dólar y el cese de algunas inversiones.

Como menciona J. Vera (2019): "la inestabilidad política disminuye los niveles de productividad y eficiencia del gasto público de una región".

En el factor legal, hay incentivos que favorecen la adquisición de vehículos eléctricos. Esto lo explica el BBVA (2021): "el ministro del Ambiente, Gabriel Quijandría, ha adelantado que el Gobierno está alistando algunos incentivos económicos para la adquisición de autos eléctricos".

Tabla 4. Oportunidades y amenazas del análisis político legal

<i>Oportunidades</i>	<i>Amenazas</i>
O7. Normas que incentivan la adquisición de vehículos eléctricos	A5. Inestabilidad Política

Fuente: Elaboración propia

f. Análisis Tecnológico

Al dedicarse a la importación y venta de vehículos livianos, no interviene tecnología de manufactura. Pero si tecnologías que ayuden en gestión logística, ventas y compras.

Y en este campo, hay cada vez más innovación por parte de TI en Logística, lo cual es un punto clave, ya que esto puede impactar mucho en la eficiencia y eficacia de una empresa y repercutir directamente en los costos. Como menciona el profesor J. Caballero de ESAN (2013): "Con el uso de las TI, la logística da un gran salto y se convierte en una de las herramientas más importantes para una eficaz y eficiente administración logística".

En esto se han visto crecimientos desde sistemas ERP, sistemas de almacenamiento, códigos de barras, sistemas de picking y despacho, etc. Hasta el crecimiento de ventas por E-commerce. La coyuntura obligó a las empresas a implementar E-commerce para poder sobrevivir. Si bien es cierto el E-commerce se comenzó a implementar hace muchos años, pero la pandemia aceleró la curva, volviéndose una herramienta necesaria. Como señala La Cámara Peruana de Comercio Electrónico (2020): “Sin duda, el COVID-19 marca un antes y un después en la economía digital del país. Su impacto ha acelerado el comercio electrónico de 5 años en solo 6 años”.

Tabla 5. *Oportunidades y amenazas del análisis tecnológico*

<i>Oportunidades</i>	<i>Amenazas</i>
O8. Aumento de herramientas logísticas	
O9. Aumento de Comercio Electrónico	

Fuente: Elaboración propia

g. Análisis Ambiental

En el sector ambiental, la industria automotriz ha realizado muchos cambios para ir siguiendo la tendencia de la reducción del impacto ambiental o la contaminación ambiental.

Estos cambios, incluyen sustitutos al petróleo o gasolina, desde implementos menos contaminantes como el GLP o GNV, hasta opciones que no generan combustión, como los carros eléctricos o híbridos. Siguiendo esta tendencia, los vehículos cada vez cuentan con motores de menor consumo, como motores de 1.5 o 1.8 cilindros. con lo cual se busca el ahorro de combustible.

Este mercado tiene un gran crecimiento, como lo menciona el BBVA (2021): A pesar de la crisis generada por la pandemia en los sectores del mercado, incluido el automotriz, el mercado peruano de vehículos híbridos y eléctricos ha tenido un gran crecimiento. El año

pasado se vendieron 578 unidades, lo que significó un crecimiento de 57.9% respecto al año anterior (366 unidades), de acuerdo a lo señalado por la Asociación Automotriz del Perú (AAP)”.

Tabla 6. Oportunidades y amenazas del análisis ambiental

<i>Oportunidades</i>	<i>Amenazas</i>
O10. Aumento de sustitutos del petróleo	

Fuente: Elaboración propia

Todo esto nos da una idea más clara de cómo se encuentra el sector a nivel mundial y nacional y cuáles son los factores que pueden afectar positiva o negativamente.

A nivel de la empresa, el principal reto a superar son las demoras, esto producto de que la capacidad productiva de la empresa no se da abasto para cubrir la demanda existente, lo que genera colas en la producción que a su vez repercuten directamente en los costos de inventario. Ya que el costo de inventario es en función al día almacenado por vehículo, siendo este un valor de 2 dólares por vehículo diario, esto a su vez genera costos de oportunidad, ya que aumenta el nivel de reclamos y en algunos casos la devolución del dinero al cliente por el elevado tiempo de espera.

Esto genera un problema dentro de la empresa, debido a que el costo de importación se eleva y además, al acumularse pedidos de importación se generan fluctuaciones en la carga laboral, ya que hay períodos en los que no llegan las importaciones y la carga laboral es baja, pero cuando llegan los lotes, suelen ser lotes más grandes de lo normal porque se han acumulado, esto genera una sobrecarga en el trabajo operativo.

Como ya se ha mencionado, el nivel de ventas de vehículos y el nivel de importación ha aumentado considerablemente, lo cual genera un cuello de botella que debe tratarse.

Si bien es cierto, la causa es un factor externo que no se puede controlar, de manera interna se pueden implementar acciones para mitigar este efecto, tratando de mantener un takt time estandarizado.

El no solucionar o aliviar este cuello de botella en el proceso origina sobrecostos sustanciales, los cuales podemos definir como sobrecostos directos e indirectos los cuales afectan a la cadena de suministro y generan un efecto látigo.

Sobrecostos directos:

- Aumento del costo de almacenamiento
- La importación tiene un mayor costo.
- Debido a la demora de entrega se pueden ocasionar 2 escenarios: una ruptura de stock o sobre abastecerse.
- Aumento de tiempo muerto por parte de operarios durante el delay de la importación, ya que no hay vehículos que procesar, o repuestos que recepcionar.

Sobrecostos indirectos:

- Ventas no concretadas debido a que no hay vehículos en stock, lo cual lo consideramos como costo, ya que el cliente potencial puede optar por un producto de la competencia.
- Servicios (mantenimiento) no concretados por falta de stock de repuestos, originando que el cliente opte por un taller que ofrezca repuestos alternativos.
- Insatisfacción del cliente, considerado como costo, ya que puede transmitir su molestia a su entorno e influir en la decisión de compra o servicio de esas personas.

Para la evaluación interna y externa de Inchcape nos apoyaremos del FODA. Entendida como una herramienta básica con gran utilidad sobre las bases del planteamiento estratégico (A. Francés, 2006). A continuación, se representa en la tabla 7 y tabla 8 el análisis FODA cualitativo y cuantitativo respectivamente:

Tabla 7. FODA

<i>Oportunidades</i>	<i>Amenazas</i>
O1. Crecimiento en la industria automotriz	A1. Demora de importaciones
O2. Tendencia creciente de carros eléctricos o híbridos	A2. Costo de transporte marítimo elevados
O3. Crecimiento del turismo local	A3. Crisis social
O4. Aumento del PBI	A4. Aumento del dólar
O5. Recuperación económica	A5. Inestabilidad Política
O6. Aumento de venta de Vehículos livianos	
O7. Normas que incentivan la adquisición de vehículos eléctricos	
O8. Aumento de herramientas logísticas	
O9. Aumento de Comercio Electrónico	
O10. Aumento de sustitutos del petróleo	
<i>Fortalezas</i>	<i>Debilidades</i>
F1. Prestigio como líder global en distribución y retail automotriz	D1. Comunicación limitada entre áreas
de 70 puntos de atención y cerca de 2500 colaboradores	D2. La capacidad productiva no cubre la demanda creciente
F3. Amplio conocimiento del sector logístico automotriz	D3. Alto volumen de demoras en entregas
F4. Capital humano con amplia experiencia en el rubro y labores logísticas.	D4. Altos costos de almacenamiento
F5. Posee una operación logística integrada y centralizada.	
F6. Precios competitivos	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8. Análisis Cuantitativo FODA

FODA CUANTITATIVO		OPORTUNIDADES						AMENAZA					
		O1. Crecimiento en la industria automotriz	O5. Recuperación económica	O8. Aumento de herramientas logísticas	O9. Aumento de Comercio Electrónico	O10. Aumento de sustitutos del petróleo	PROMEDIO	A1. Demora de importaciones	A2. Costo de transporte marítimo elevados	A3. Crisis social	A4. Aumento del dólar	A5. Inestabilidad Política	PROMEDIO
FORTALEZA	F1. Prestigio como líder global en distribución y retail automotriz	6	5	4	5	4	4.8	2	2	1	2	1	1.6
	F2- Presencia en más de 70 puntos de atención y cerca de 2500 colaboradores	6	6	3	4	2	4.2	2	2	1	1	1	1.4
	F3. Amplio conocimiento del sector logístico automotriz	4	2	5	5	2	3.6	5	5	1	2	1	2.8
	F4. Capital humano con experiencia en el rubro y labores logísticas.	4	2	6	5	2	3.8	5	5	1	4	1	3.2
	F5. Posee una operación logística integrada y centralizada.	4	4	5	4	2	3.8	5	4	1		1	2.8
	F6. Precios competitivos	7	7	4	4	4	5.2	4	4	1	6	1	3.2
	PROMEDIO	5.2	4.3	4.5	4.5	2.7		3.8	3.7	1.0	3.0	1.0	
DEBILIDADES	D1. Comunicación limitada entre áreas	4	2	2	1	1	2.0	3	2	1	1	1	1.6
	D2. La capacidad productiva no cubre la demanda creciente	5	4	2	3	1	3.0	5	3	1	1	1	2.2
	D3. Alto volumen de demoras en entregas	5	2	2	3	1	2.6	5	2	1	1	1	2.0
	D4. Altos costos de almacenamiento	5	4	3	3	1	3.2	4	4	1	3	3	3.0
	PROMEDIO	4.8	3.0	2.3	2.5	1.0		4.3	2.8	1.0	1.5	1.5	

Fuente: Elaboración Propia

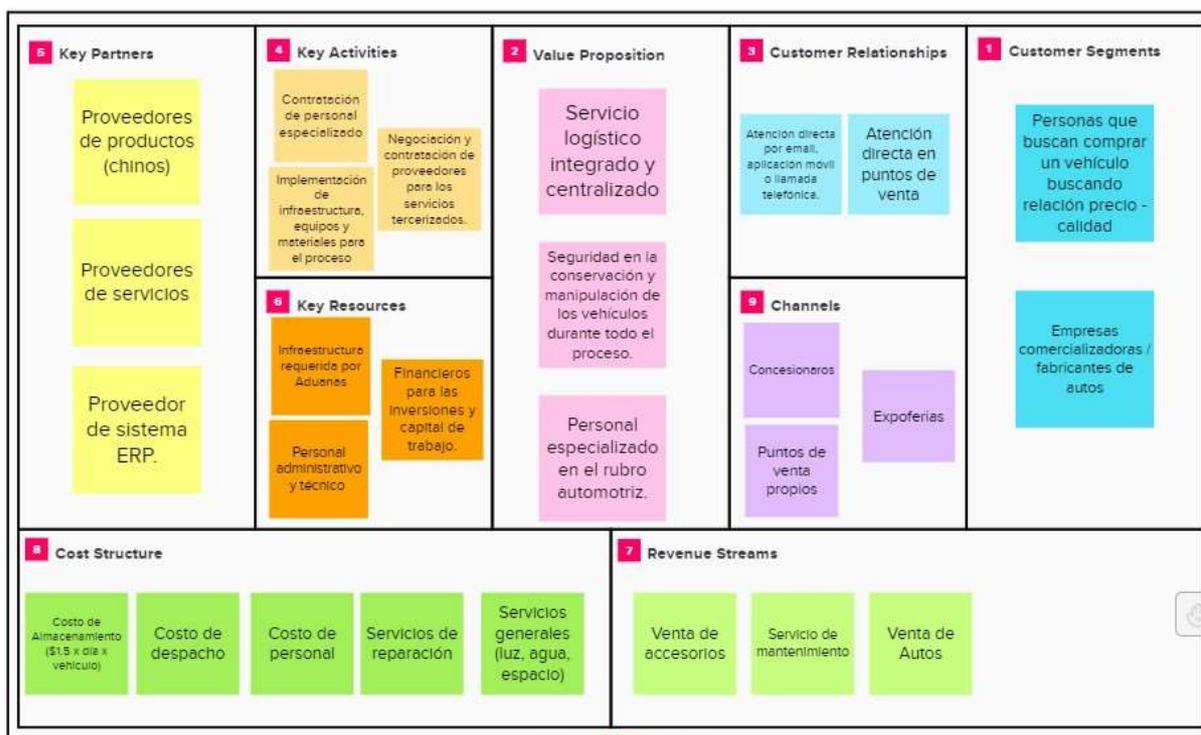
Como podemos apreciar en la tabla del FODA cuantitativo, la fortaleza que más permite aprovechar las oportunidades y mitigar las amenazas es la F6: Precios competitivos. Ya que los precios de los vehículos chinos son bastante competitivos.

Por el lado de las debilidades, está la D4: Altos costos de almacenamiento. Seguida de la D2: La capacidad productiva no cubre la demanda creciente, las cuales como se verá más adelante están muy relacionadas.

3.2 Modelo de negocio actual (CANVAS)

A continuación, detallaremos los 9 elementos claves para analizar el modelo de negocio mediante la herramienta CANVAS (A. Osterwalder & Y. Pigneur, 2010).

Figura 19. *Canvas Inchcape*



Fuente: Elaboración Propia

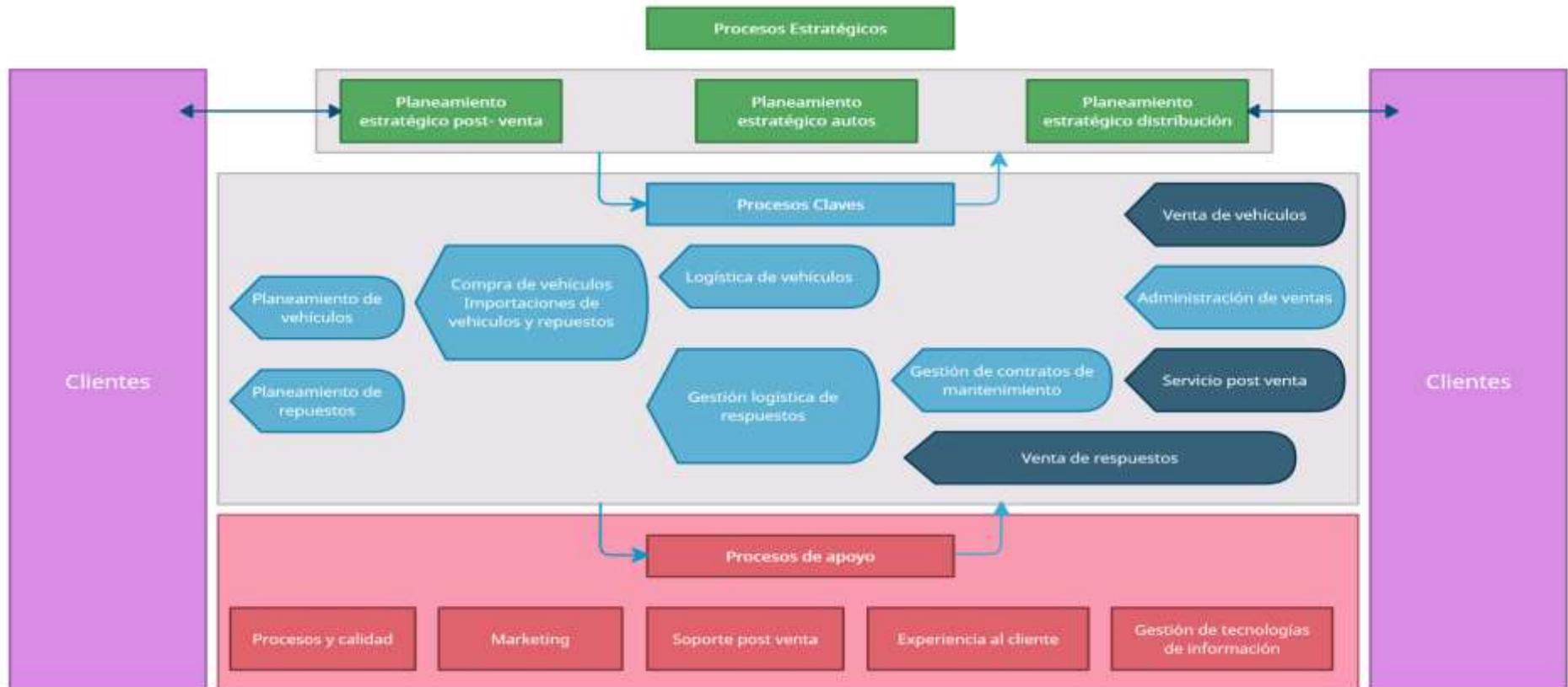
- 1. Segmentos de Clientes:** Inchcape se concentra en ganar licitaciones para la venta de vehículos de ciertas marcas estratégicas, para ofrecer a sus clientes finales una variedad de vehículos con una relación precio - calidad.
- 2. Propuesta de Valor:** Se ofrece principalmente un vehículo de calidad que cumpla con todos los estándares y especificaciones técnicas prometidas, además de servicios complementarios de mantenimiento y la venta de repuestos, todo esto por medio de un sistema logístico integrado que permite tener seguridad de la conservación del vehículo durante todo el proceso y personal especializado en el rubro automotriz que intervienen en el proceso.

3. **Relación con los Clientes:** La venta se puede realizar a través de los diferentes puntos de venta propios de la empresa o de las concesionarias, también se puede visualizar y cotizar los vehículos por medio de la página web y aplicaciones; otro canal de comunicación con los clientes son las ofertas enviadas por mail o aplicación.
4. **Actividades Clave:** Para poder ofrecer precio competitivo, se tiene una rigurosa negociación y contratación de proveedores, además de, contratar personal especializado en el sector. Por otro lado, se tiene la implementación de una adecuada infraestructura, equipos y materiales para responder a la demanda.
5. **Socios Clave:** Los proveedores de los vehículos son pieza fundamental del modelo de negocio, así como el proveedor del sistema ERP pues en conjunto permiten que Inchcape pueda respaldar sus operaciones.
6. **Recursos Clave:** La infraestructura adecuada para dar soporte a las operaciones logísticas, el recurso financiero para inversión y el personal administrativo/ técnico.
7. **Fuentes de Ingreso:** Inchcape obtiene sus principales ingresos de la venta de accesorios y servicios de mantenimiento que realiza post venta de vehículos. También, obtiene ingresos, en menor margen, de la venta de autos.
8. **Estructura de Costos:** La estructura de costos está compuesta principalmente por los costos de importación, el costo de almacén de vehículos, costos de despacho, costo de personal, servicios de reparación (reprocesos) y servicios generales (agua, luz, etc.)
9. **Canales:** Inchcape está dotado de más de 1,000 puntos de distribución minorista a nivel mundial en 36 países. En Perú también maneja los mismos canales: concesionarios, puntos de ventas propios además de estar presente en las principales ferias de expo motor.

3.2.1 Mapa de procesos actual

El mapeo de procesos es vital para cualquier empresa para que pueda tener claridad de las operaciones que se tiene, y además establecer los responsables para que las actividades se puedan cumplir. A continuación, graficamos el mapeo del proceso actual de Inchcape clasificado en Procesos Estratégicos, Procesos Claves y Procesos de Apoyo.

Figura 20. Mapa de Proceso actual de Inchcape



Fuente: Elaboración Propia

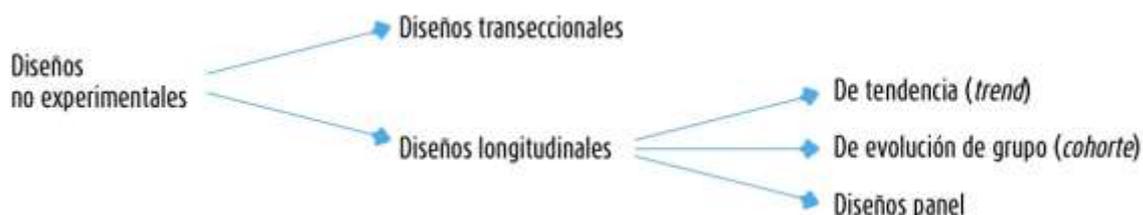
Capítulo IV: Metodología De La Investigación

4.1 Diseño de la Investigación

En base al planteamiento, esta investigación es no experimental. Para Hernández, Fernández y Baptista (2010) en estas investigaciones no se realiza ningún tipo de manipulación a las variables, pues solo se observan en su estado natural para ser analizadas. Es así que en principio se realiza el relevamiento de la información y la observación (AS IS) para poder analizar la problemática de la empresa Inchcape Perú para una posterior propuesta de escenario de solución (TO BE).

Precisar que esta investigación es de tipo longitudinal, pues para el levantamiento de información se ha empleado data histórica pre y post pandemia para poder evaluar este proceso durante ambos periodos, por lo que específicamente es un diseño de panel.

Figura 21. Clasificación de Diseño No Experimental

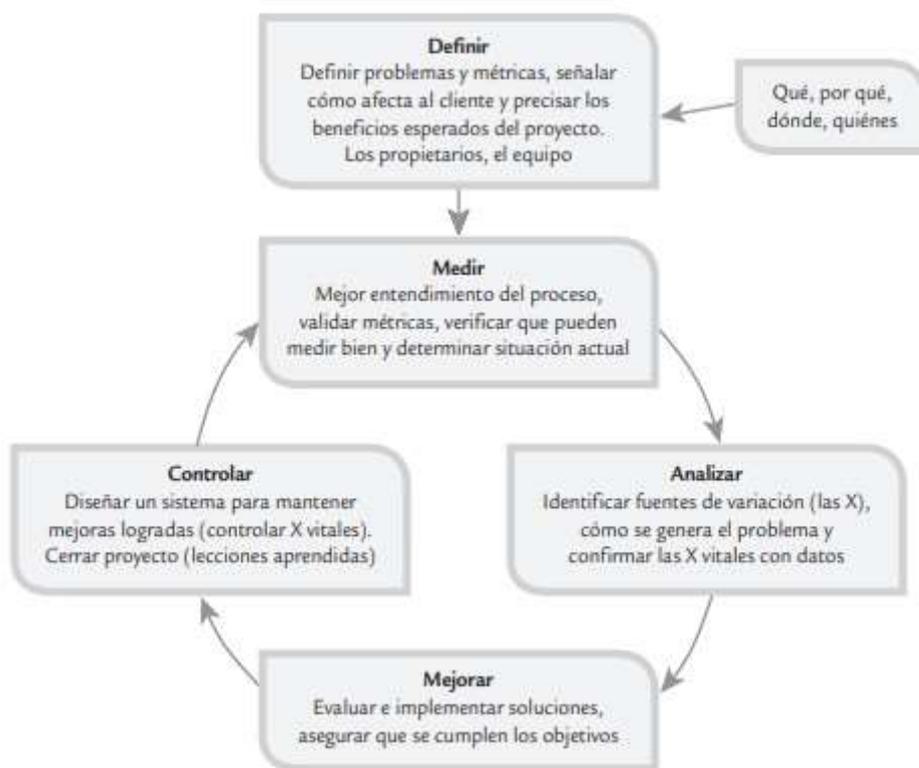


Fuente: Hernández R., Fernández C. y Baptista M. (2010)

4.2 Metodología de implementación de la solución

El presente estudio se desarrollará bajo la herramienta de gestión de procesos PDCA (Planear, hacer, revisar y actuar) ya que contempla una estructura que permitirá no solo definir una propuesta de mejora sino también la someterá a evaluación para posterior a ello realizar mejoras tal como se ve en la siguiente figura:

Figura 22. Las cinco etapas en la realización de un proyecto



Fuente: Gutierrez & De la Vera (2009)

En cuanto al levantamiento de información se hará uso de herramientas de ingeniería y administración las cuales se detallan a continuación:

a. Diagrama de Ishikawa o espina de pescado

Este es un diagrama que describe gráficamente las posibles causas de un problema. Este está compuesto por flechas para representar causa y efecto, y tiene la estructura similar a la de un esqueleto de un pez. Fue desarrollado por primera vez por Kaoru Ishikawa, por lo que se le asignó su nombre.

Su uso se justifica en la manera simple en la que muestra las entradas a un proceso, además es de fácil entendimiento. Para utilizarla adecuadamente hay una serie de pasos para que cumpla su objetivo:

- Paso 1: Definir el problema, y representarlo con una flecha principal en el medio del diagrama.
- Paso 2: Hacer una lluvia de ideas sobre todos los factores que podrían contribuir al problema.
- Paso 3: Agrupar las causas por temas para reforzar la estructura
- Paso 4: Trazar una flecha de cada factor principal al problema

b. Estudio de tiempos

Dado que se carece del detalle de los tiempos que involucra cada uno de los procesos actualmente, se ha establecido como actividad preliminar, mediante un proceso de observación y medición, establecer un tiempo promedio en el que se concretan cada una de las etapas a modo de tener una base para la simulación y a la par ir identificando otras causantes del problema planteado.

Para este proceso se requiere hacer uso de algunas herramientas, para hacer una medición correcta y una recolección de información precisa y completa como el cronómetro, el tablero de observaciones (Clipboard) y los formularios de estudio de tiempos.

- Tablero para formularios de estudio de tiempos: Este tablero es comúnmente usado por los especialistas, aquí se fijan los formularios y se anotan las observaciones realizadas. Básicamente este debe tener una consistencia dura y ser rígido, en cuanto al tamaño debe ser mayor al tamaño de la hoja del formulario. Cabe señalar que hoy se pueden encontrar tableros con cronómetros electrónicos integrados, incluso a veces con calculadora, lo cual facilita el proceso de medición.
- Formularios para el estudio de tiempos: Este es el recurso principal mediante el cual se podrán registrar los datos observados y correspondientes a las actividades que se están evaluando. Algunos de los datos registrados son:
 - ◇ Descripción de elementos
 - ◇ Observaciones
 - ◇ Duración de elementos
 - ◇ Valoraciones
 - ◇ Suplementos
 - ◇ Notas explicativas

c. Simulación

El proceso de la simulación consiste en diseñar un modelo de un sistema real, en este caso un proceso de la fábrica de chocolates, experimentar con situaciones que estén orientadas al mismo objetivo, sea aprehender el comportamiento del sistema o de evaluar diversas estrategias, para esto es necesario considerar los límites establecidos por el sistema para que así este pueda funcionar adecuadamente. (Shannon, 1975)

Las personas tenemos la capacidad de abstraer la realidad y los sistemas que la componen, de esta manera es que pueden desarrollar modelos que sean la base para experimentar y así describir, explicar y predecir el comportamiento del sistema en caso se hagan modificaciones.

Se debe tener en cuenta que la simulación es una herramienta de estudio de estos sistemas, el objetivo no es encontrar soluciones exactas, sino comprender la participación e impacto de cada elemento en el sistema para tomar decisiones.

Este requiere de una evaluación numérica, mediante el uso del software apropiado, el cual permita imitar las operaciones o características del sistema, este será el encargado de ejecutar los experimentos numéricos.

4.3 Metodología para la medición de resultados de la implementación

A continuación, se detallarán los indicadores que se utilizarán para la medición de resultados:

Tabla 9. Indicadores medición

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	VARIABLES	FÓRMULA	UNIDAD	FRECUENCIA
WIP PROMEDIO	Calcula las colas de planta Mide e tiempo de ciclo Describe productos parcialmente terminados que esperan ser completados	Productos en cola X: Cantidad de carros que se han quedado en el ciclo operativo en el día X X: Cantidad de días de muestra	$(\text{Productos en cola 1} + \text{Productos en cola 2} + \dots + \text{Productos en cola X}) / X$	UNIDADES / DÍA	QUINCENAL
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN PROMEDIO	Cantidad de vehículos que culminan el proceso operativo por día	Productos terminados: Cantidad de autos que han culminado su ciclo operativo. Periodo: Cantidad de días de un periodo determinado de producción	$\# \text{ productos terminados} / \text{ periodo}$	UNIDADES / DÍA	QUINCENAL
COSTO TOTAL DE ALMACENAMIENTO	Se consideran todos los costes que incurre la empresa para mantener los vehículos en almacenaje.	Productos en cola: Cantidad de carros que se han quedado en el ciclo operativo Días: Cantidad de días que los autos están en cola Costo diario unitario	$\# \text{ Productos en cola} * \# \text{ de días} * \text{ costo diario unitario}$	DÓLARES	QUINCENAL
NIVEL DE EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN	Nivel de efectividad de los despachos en cuanto a los pedidos requeridos en un determinado tiempo.	Lote producido: Cantidad de autos fabricados en un periodo Lote planificado: Cantidad de autos planificados a culminar en un periodo	$\text{ lote producido} / \text{ lote planificado} \%$	%	QUINCENAL

Fuente: Elaboración propia

4.4 Cronograma de actividades y presupuesto

Para la elaboración del cronograma de actividades se ha considerado el tiempo que se ha trabajado esta investigación, la cual se delimita a el diseño de la propuesta de solución para la problemática de la empresa, más no a la implementación.

Figura 23. *Cronograma de Actividades*

Actividades / Tareas	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09
	4-Oct	11-Oct	18-Oct	25-Oct	1-Nov	8-Nov	15-Nov	22-Nov	29-Nov
Formulación de problemática de la investigación									
Definición de objetivo, alcance y método de investigación									
Revisión de antecedentes y armado de marco teórico									
Levantamiento de información de empresa									
Visita a Centro de Distribución									
Diseño de solución									
Definición de indicadores en base a objetivo de investigación									
Simulación de la solución									
Análisis de resultados y recomendaciones									

Fuente: Elaboración propia

El presupuesto que se presenta a continuación toma en consideración los tiempos empleados para el levantamiento, propuesta y simulación de la solución, así como las herramientas utilizadas para este fin.

Tabla 10. *Presupuesto para la Elaboración de la Investigación*

Recurso	Descripción	Monto	
Servicio Profesional	Horas totales para el levantamiento de información y propuesta de solución en 09 semanas en part time.	S/	3,600.00
Equipo Hardware	Laptop con Microsoft Office para la documentación.	S/	1,200.00
Arena Software	Software utilizado para la simulación del As Is y la propuesta To Be. Se utilizó versión gratuita.	S/	-
Bizagi Software	Programa modelador de procesos, se usó la versión gratuita.	S/	-
Viáticos	Movilidad y almuerzo por 1 día de visita al Centro de Distribución en Lurín.	S/	120.00
Total		S/	4,920.00

Fuente: Elaboración propia

Capítulo V: Desarrollo de la Solución

5.1 Propuesta solución

5.1.1 Planteamiento y descripción de Actividades

Como se mencionó en la metodología, la investigación se basará en el ciclo de Deming para desarrollar una solución sujeta a evaluación periódica para posteriormente continuar con el ciclo de mejora continua. De esta manera, se plantearon las siguientes actividades:

Tabla 11. Estructura del diseño de la propuesta de mejora

ETAPA	OBJETIVO	DETALLE
PLANIFICAR	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué hacer? • ¿Cómo hacerlo? • ¿Qué se necesita? 	<p>Esta etapa comienza con la identificación de los problemas a los que se enfrenta la empresa.</p> <p>Parte inicial de esta etapa se ha desarrollado en el capítulo 3; misión, visión, los valores y el resto de información de la empresa (modelo de negocio, estrategias, procesos clave y de soporte).</p> <p>En base a este análisis:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se plantea el problema 2. Se establecen los objetivos 3. Se define la metodología <p>A esto se suma lo detallado en el capítulo 4 de metodología:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Establecer los objetivos y KPIS
HACER	<ul style="list-style-type: none"> • Ejecutar secuencia de de 	<p>Posteriormente a la planificación, teniendo en cuenta diversos parámetros se procede con la puesta</p>

	plan	<p>en marcha de acciones que son parte de las mejoras planteadas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar el proceso actual 2. Proponer un nuevo modelo (To be)
VERIFICAR	<ul style="list-style-type: none"> ● Evaluar si el plan se ejecutó correctamente ● Identificar el nivel de mejora logrado 	<p>Para esta etapa, se analizará la información y se irá verificando si los objetivos trazados se han logrado. Esto permitirá ir identificando las desviaciones e incluso ir haciendo mejoras.</p> <p>Esta etapa permitirá saber si el plan de acción contribuye al logro de metas trazadas. En un caso alternativo, se tendría que regresar a la etapa inicial de planificación.</p> <p>Para ello se establecen las siguientes actividades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar el nuevo modelo del proceso mediante simulación. 2. Evaluar el impacto del nuevo proceso operativo en el nivel de almacenamiento 3. Calcular el nivel de los KPIS y contrastarlos con los objetivos.
ACTUAR	<ul style="list-style-type: none"> ● Plantear puntos de mejora 	<p>Si bien esta podría considerarse como la última, es también es un nuevo inicio, ya que posterior a la implementación muy posiblemente se detectarán otros puntos de mejora lo cual nos llevará a proponer nuevas medidas correctivas.</p>

Fuente: Elaboración propia

Etapa 1: PLANIFICAR

Problema:

Existe un significativo retraso en la entrega de los pedidos de autos

Indicadores:

- WIP PROMEDIO
- CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN PROMEDIO
- ROTACIÓN DE EXISTENCIAS
- COSTO TOTAL DE ALMACENAMIENTO
- NIVEL DE EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN

Objetivos:

- Optimizar el WIP (reduciría el nivel de productos en cola).
- Incrementar la capacidad productiva promedio.
- Reducir los costos de almacenamiento de los autos no culminados.
- Optimizar la eficiencia productiva.

5.1.2 Desarrollo de actividades. Aplicación de herramientas de solución. (Presentación de cálculos, gráficos. Reportes u otros)

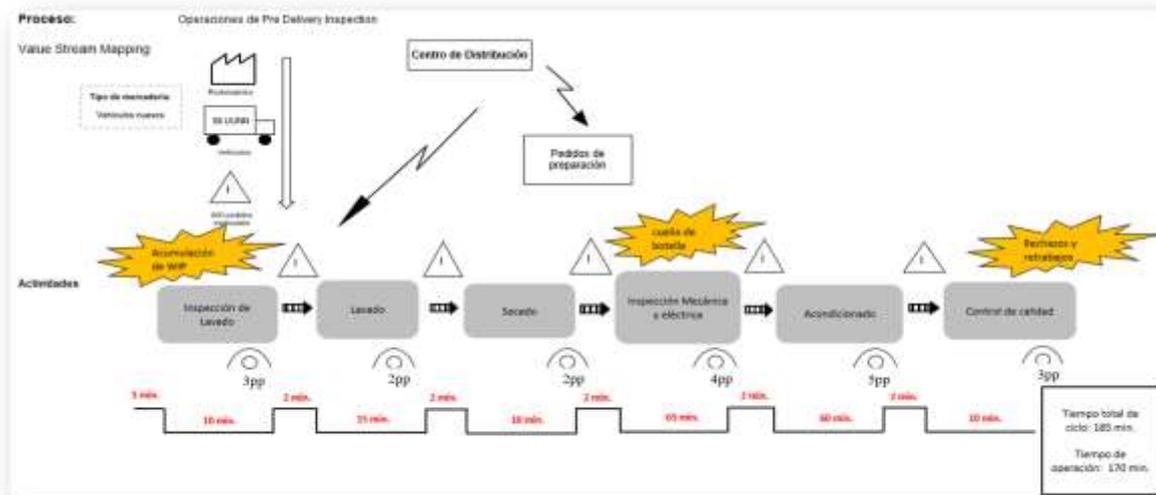
Etapa 2: HACER

Para esta sección, desarrollaremos en base al ciclo del BPM. Teniendo en cuenta, el alcance y la delimitación de la presente investigación, la cual no contempla la etapa de implementación del diseño de solución. Por lo tanto, detallamos las primeras fases desarrolladas para la propuesta de solución:

Diseñar:

En esta fase entenderemos los procesos actuales, para lo cuál se ha realizado un levantamiento de información con respecto al proceso de producción en el Centro de Distribución de Inchcape Perú.

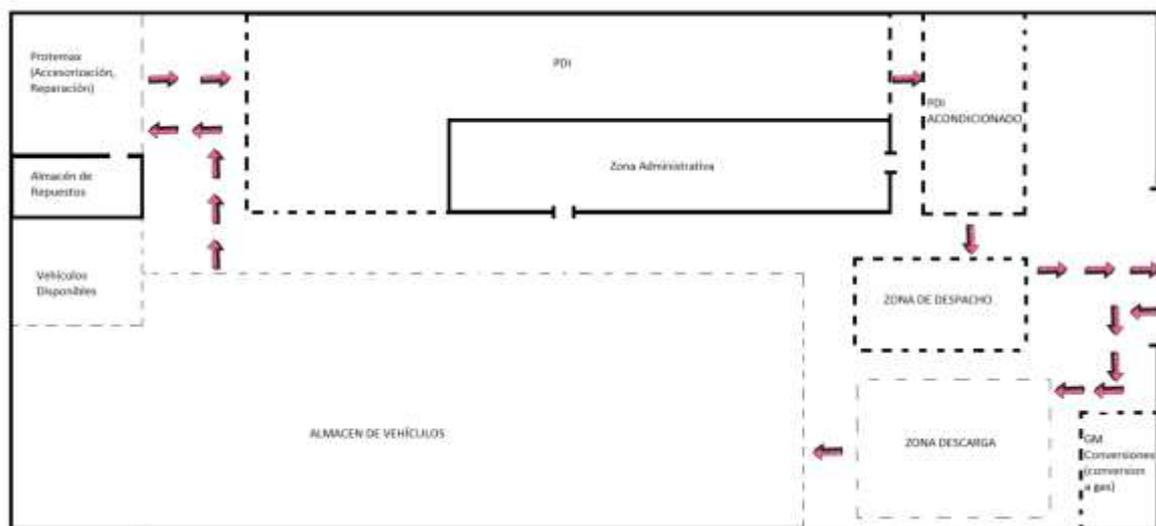
Figura 24. Value Stream Map



Fuente: Elaboración Propia

Con el Value Stream Map, podemos ver el flujo de las actividades dentro del PDI (Inspección Previa al Despacho por sus siglas en inglés), en el cual en base a tiempos estandarizados para el ciclo de operación, podemos identificar el cuello de botella en la actividad de Inspección Mecánica y Eléctrica, con lo que se debe atacar principalmente esta actividad, ya que genera cola y que haya más tiempo de despilfarro en las demás actividades.

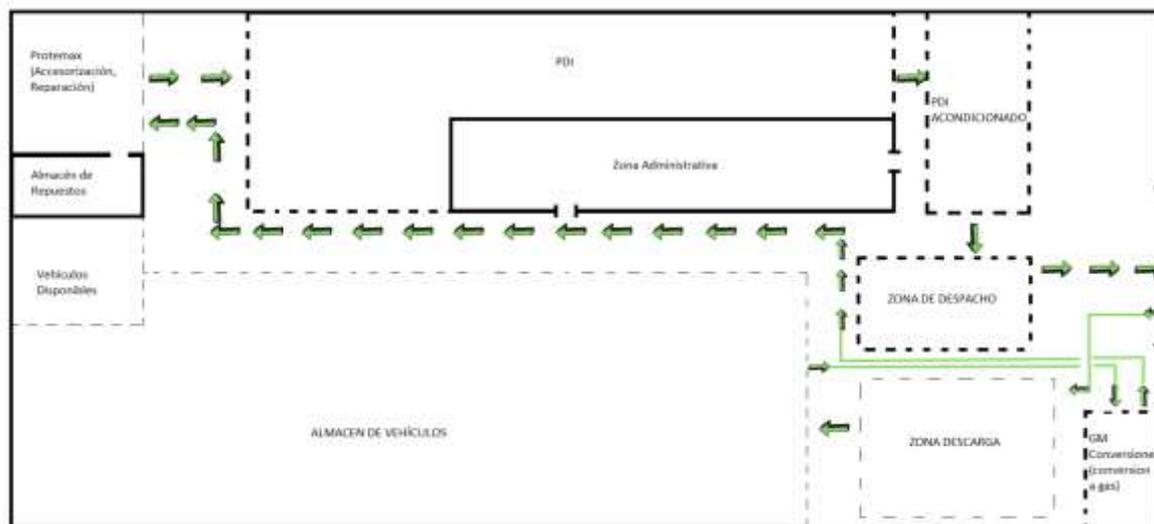
Figura 25. Secuencia de Recorrido Normal



Fuente: Elaboración Propia

En el recorrido normal intervienen las áreas de Recepción y almacenaje de vehículos, Accesorización, PDI y Despacho.

Figura 26. *Secuencia de Recorrido con Conversión a Gas (GLP o GNV)*



Fuente: Elaboración Propia

Se procede a detallar cada proceso de manera cualitativa y cuantitativa:

1. Recepción y almacenaje de vehículos

Ingresa el vehículo al almacén (rodando o con cigüeña). Se confirma el ingreso en el bastidor WMS (red del proveedor Rodo Logistics). Se procede con la inspección preliminar de daños y faltantes (se detectan daños graves y notorios). Se posicionan las unidades en la zona de almacenaje. Posteriormente se realiza el cierre de embarque (tarjeta al detalle donde se registra todas las observaciones de la unidad, es realizado por un proveedor externo (Quality Logistics Corporation SAC), el cual realiza el registro de observaciones en una formato de tarjeta y en el bastidor de Rodo Logistics. La inspección empieza en la puerta del conductor y se sigue en sentido antihorario por los 360° de la unidad). Luego se registra cierre de embarque en bastidor WMS. Una vez realizado esto, se procede a enviar el informe de cierre de embarque por correo. Los vehículos quedan almacenados (según el protocolo de almacenaje de Rodo Logistics) hasta que sean solicitados por el cliente para el despacho o preparación.

Tabla 12. *Capacidad de Recepción y Almacenaje*

Proceso	Capacidad
Recepción y Almacenaje	80 unds / día.

Fuente: Elaboración Propia

2. Preparación de Unidades - Conversión

El proceso comienza con una solicitud por parte del cliente, con la cual GM realiza una Orden de Servicio interna, generado por un personal administrativo en las oficinas centrales de GM y sirve para solicitar los repuestos (kit de conversión). La parte operativa se sigue de la siguiente forma.

Inicia con la recepción de la unidad (se deja un registro del estado en el cual ingresa la unidad, si hubiera alguna observación que no esté en tarjeta se informa a Rodo). Luego, se ingresa a bahía de trabajo (se hace una segunda revisión para levantar las observaciones en las zonas donde se va trabajar). Posteriormente, se envía la solicitud de repuestos (para el pedido del Kit y materiales se requiere la OS interna). Realizado esto, se instala el sistema electrónico (en esta etapa se instala todo el control electrónico del motor y el módulo de Gas) y el sistema mecánico (se instalan las cañerías y tanque de gas). Se procede a realizar el control de calidad A (Revisar que la instalación esté correctamente de acuerdo a la homologación del modelo / Verificar posibles fugas y prueba funcionamiento del motor). Se realiza la soldadura del tubo de escape (solo para las conversiones de GNV de algunos modelos). Luego se realiza el control de calidad B (se realiza el escaneo de la unidad, calibración del sistema de gas, verifica funcionamiento del conmutador de gas y verifica funcionamiento del motor).

Finalmente se entrega la unidad (se vuelve a revisar la unidad para detectar posibles daños y observaciones generados en proceso, y la instalación queda registrada en el sistema WMS de Rodo Logistics).

Tabla 13. *Tiempo por subproceso de conversión*

Proceso	Tiempo
Recepción de conversión	30 minutos.
Preparación y Conversión a Gas	5 a 8 horas
Salida de conversión	20 a 30 minutos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. *Capacidad de conversión a gas*

Proceso	Capacidad de atención
Recepción de conversión	19 unidades.
Conversión	28 unidades / día

Fuente: Elaboración propia

3. Preparación de Unidades - Equipamiento y Accesorios

El proceso de accesorización inicia con un requerimiento por parte del cliente. En la parte operativa se sigue el siguiente proceso.

Se realiza la recepción de unidad (se deja registro del estado en el cual ingresa la unidad, si hubiera algún daño que no esté en tarjeta se informa a Rodo para que quede registro en su sistema). Luego ingresa a la zona de trabajo (se verifica que tipo de equipamiento o accesorio lleva y se genera una OT interna de Protemax). Se realiza la solicitud de repuestos (ya sea al almacén de Inchcape o al de Protemax). Luego, se realiza la instalación de los accesorios adicionales (Por lo general se trabaja de manera paralela instalación de cerrojo, alarma y láminas). Luego de realizar la instalación, se realiza el control de calidad (se revisa funcionamiento del cerrojo, la alarma y mandos de elevalunas. En caso se haya instalado laminas, de igual manera que las láminas y otros accesorios no presenten defecto de instalación). Finalmente, se entrega la unidad (se revisa que la unidad no presente daños propios de la manipulación y se verifica que todo el requerimiento del cliente esté instalado. Esto queda registrado en el sistema WMS de Rodo).

Tabla 15. *Tiempo por subproceso de accesorización*

Proceso	Tiempo
Limpieza previo	15 minutos.
Recepción	15 a 20 minutos.
Equipamiento	2 a 2.5 horas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. *Capacidad de accesorización*

Proceso	Capacidad de atención
Equipamiento y Accesorios	30 unidades / día

Fuente: Elaboración propia

4. Preparación de Unidades - PDI (Pre Delivery Inspection)

El proceso de PDI inicia con un requerimiento por parte del cliente. En la parte operativa se sigue el siguiente proceso.

Primero la unidad se posiciona en la cola de lavado (se revisa previamente al ingreso de lavado para determinar daños y observaciones. La unidad puede venir de almacén u otro proceso). Luego se sigue con el lavado y secado (la unidad es lavada a nivel de carrocería y habitáculo del motor). Posteriormente, se realiza la inspección mecánica y eléctrica (se verifica el funcionamiento de sistemas mecánicos y eléctricos de acuerdo al check list que manda el cliente, si hubiera alguna observación de funcionamiento se informa. Al finalizar la inspección, se realiza el acondicionamiento (en esta etapa se realiza una limpieza general de la unidad usando productos como desengrasantes y cera automotriz de acuerdo al estándar de cada marca). Finalmente, se realiza el control de calidad (se realiza una inspección visual de toda la unidad con la finalidad de registrar todas las observaciones que pueda presentar, de igual manera se revisa el nivel de acondicionado y detalle de acuerdo al estándar de cada marca).

Después, se da pie al subproceso de deslinde (este proceso lo realiza un personal de Inchcape y de Rodo Logistics, en el cual se determina qué observaciones requiere trabajo y de quién es la responsabilidad en base al estándar de cada Marca). En caso se observen tareas que

requieran trabajo, se pasa al proceso de correctivos (en este proceso se corrige a través del pintado, pulido de vidrio o desabollado, todas las imperfecciones determinadas en el proceso anterior).

Tabla 17. Capacidad de PDI

Proceso	Capacidad de atención
PDI (sin correctivos)	45 unidades / día

Fuente: Elaboración propia

5. Despacho

El área de entregas envía un correo con la solicitud de despacho de las unidades de ventas Retail. En el caso de los concesionarios, una vez que termina su proceso, Operaciones informa a ADV para que confirmen si ya se puede despachar las unidades. Luego, el analista de transportes consolida todos los pedidos y confirmaciones de despacho, y envía un correo a Rodologistics un día antes del despacho, hasta las 4:30 pm, con todo el detalle de los despachos programados del día siguiente. El planificador de Rodologistics recepciona el pedido de despacho y procede a registrarlas en el WMS. Las unidades se acondicionan un día antes o el mismo día del despacho (lavado, despulverizado, tratamiento de pintura y si lo requiere aplicación de Gardex). El analista de transportes de Inchcape imprime las guías de remisión y se las entrega al transportista. El transportista realiza un inventario de la unidad cuando ya se encuentra lista (acondicionado), en el cual indica el estado y los accesorios con los que cuenta la unidad. Luego se trincan las unidades en la cigüeña y se despachan. Finalmente el planificador de Rodologistics recibe las copias de las guías y procede con el retiro de la unidad en el sistema WMS.

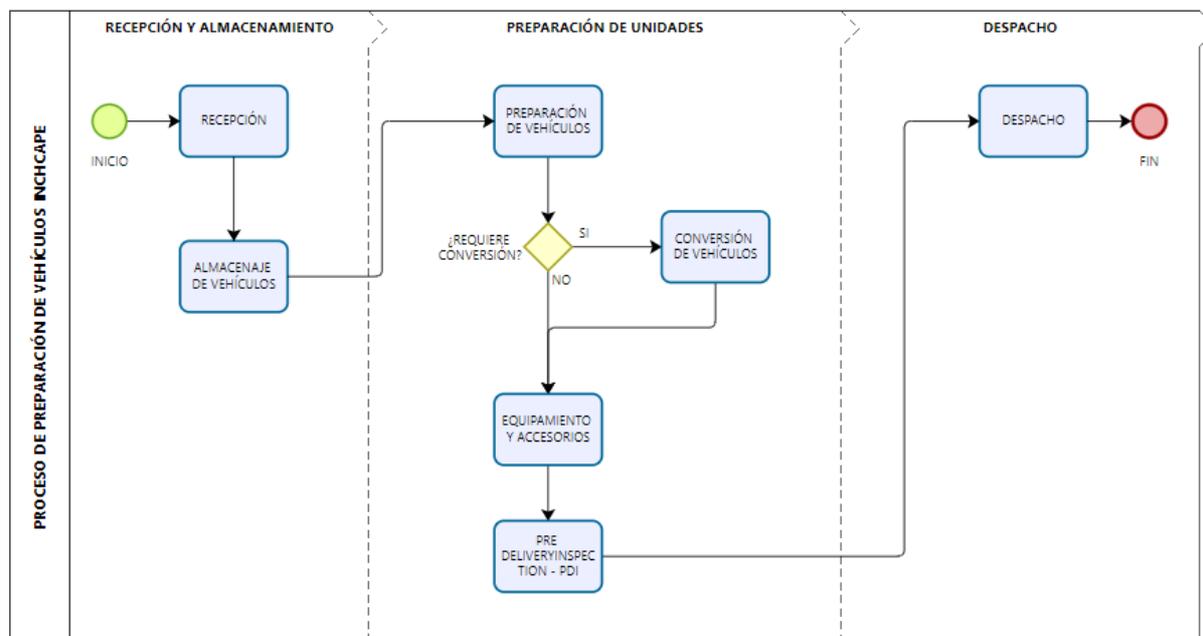
Tabla 18. Tiempo de Despacho

Proceso	Tiempo
Carga y despacho	De 6 a 8 minutos.

Fuente: Elaboración propia

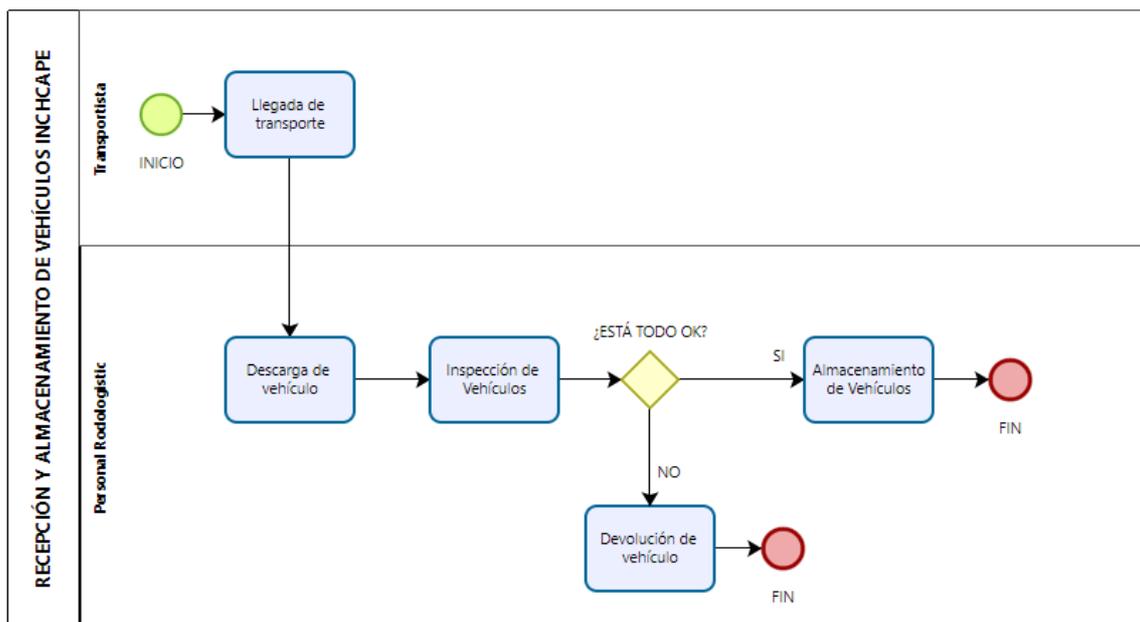
De lo expuesto anteriormente por cada uno de los sub-procesos se procede a modelar los procesos actuales (AS IS) con los diagramas de flujo y diagrama de análisis de procesos.

Figura 27. Diagrama de Bloques del Proceso de Producción



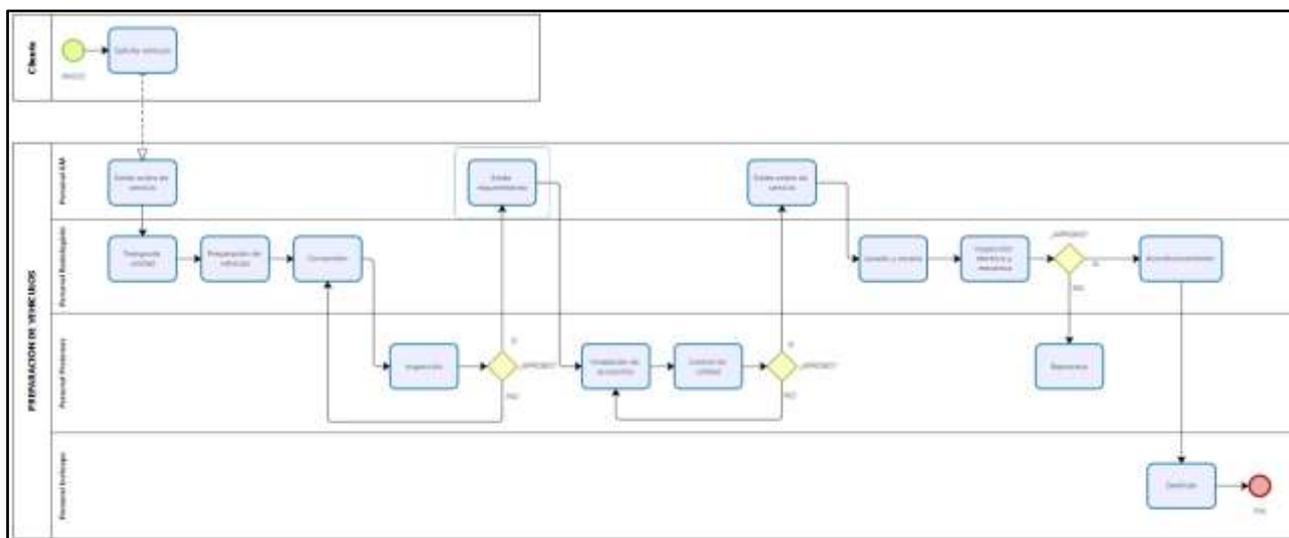
Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Diagrama de Flujo de Recepción y Almacenamiento de Vehículos



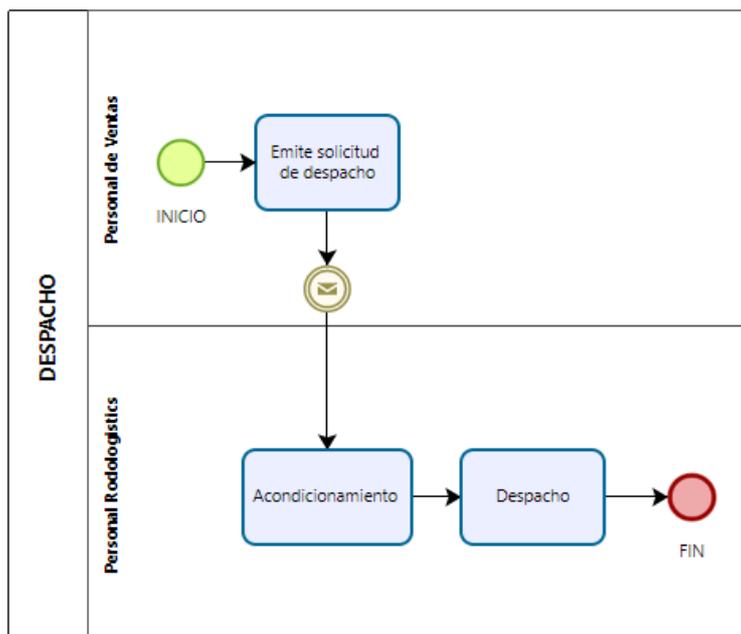
Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Diagrama de Flujo de Proceso de Producción



Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Diagrama de Flujo de Despacho



Fuente: Elaboración propia

Figura 31. DAP As Is del Proceso de Producción

Actividad						TIEMPO (MINUTOS)			N personas	
No.	Nombre de la actividad	Oper.	Trans.	Ins.	Demor.	Alm.	T. MIN	T.PROM		T. MÁX
1	Recepción + Inspección	○		■			18	20	22	5
2	Almacenaje					△	6	8	10	5
3	Movilización		➔					2		2
4	Inpeccion proveedor - ingreso a conversion			■				30		3
5	Preparación para GLP o GNV	○						60		19
6	Conversión a GLP o GNV	○					180	240	480	
7	Control de calidad del proveedor			■			10	15	20	3
8	Validacion Rodo - salida de conversión			■				30		3
9	Movilización		➔					2		2
10	Inspeccion de proveedor - Ingreso a equipamiento			■				30		3
11	Preparación / Equipamiento	○					130		150	19
12	Validación RODO -Salida de Equipamiento			■				15		3
13	Movilización		➔					2		2
14	Inspección de Lavado			■				10		3
15	Lavado	○					12	15	17	2
16	Movilización		➔					2		2
17	Secado + Inspección	○		■			12		14	2
18	Inspección Mecánica y Eléctrica	○		■				65		4
19	Acondicionado	○						60		5
20	Movilización		➔					2		2
21	Control de Calidad			■			10		12	3
22	Despacho		➔					2		1
23	TOTAL		8	6	10	0	1	378	610	725

Fuente: Elaboración Propia

Esto contribuye, no solamente a entender mejor cómo se desarrolla todo el proceso hasta la salida del vehículo, sino también, permite complementar el análisis macro.

Modelar:

Luego de haber realizado el levantamiento de información se procede con el análisis de esta para ir asociando causas, cuya resolución pueda tener mayor impacto en el problema principal. Para esto, inicialmente se hizo uso de un Diagrama Ishikawa:

Figura 32. Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Luego de haber identificado los elementos que conforman el problema, era necesario hacer un análisis más detallado de las causas, por lo que se hizo la evaluación de impacto de cada uno de los problemas, para ello se establecieron dos escalas, una en razón a la incidencia y otra con respecto al impacto a la empresa.

Tabla 19. *Escala de frecuencia*

ESCALA DE FRECUENCIA	
1	1 vez por año
2	1 vez por semestre
3	1 vez por trimestre
4	1 vez por bimestre
5	1 vez por mes
6	1 vez por semana
7	2 veces por semana
8	3 veces por semana
9	4 + veces por semana
10	Todos los días

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. *Escala de impacto*

ESCALA DE IMPACTO	
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

Fuente: Elaboración propia

En base a estas escalas, planteadas en colaboración de las jefaturas de producción y logística, y la información recopilada se realizó el Pareto visto a continuación:

Tabla 21. *Análisis de impacto de elementos*

FACTOR	ELEMENTOS	FRECUENCIA	IMPACTO	VALUACIÓN	%
ENTORNO	Áreas de procesos distanciadas	7	8	56	8%
ENTORNO	Lenta rotación de inventario (productos en proceso)	8	8	64	9%
ENTORNO	Flujo cruzado en el proceso de Conversión a Gas	4	4	16	2%
HERRAMIENTA	Herramientas insuficientes	6	2	12	2%
HERRAMIENTA	Herramientas no idóneas	8	2	16	2%
HOMBRE	Personal con desempeño deficiente	3	8	24	3%
HOMBRE	Supervisión deficiente	7	8	56	8%
HOMBRE	Personal con objetivos individualizados	2	6	12	2%
HOMBRE	Personal no comprometido con metas comerciales	4	6	24	3%
HOMBRE	Personal de proveedor sin capacitación	10	4	40	6%
MATERIAL	Accesibilidad a los accesorios	5	4	20	3%
MATERIAL	Organización de accesorios	7	4	28	4%
MÉTODO	Reprocesos por error humanos	6	6	36	5%
MÉTODO	Ausencia de procedimientos estandarizados	6	4	24	3%
MÉTODO	Ausencia de control de avance	4	8	32	4%
MÉTODO	Control de inventarios deficiente	8	6	48	7%
MÉTODO	No hay indicadores de desempeño	3	8	24	3%
OPERACIONES	Hay doble validación en diferentes etapas.	8	8	64	9%
OPERACIONES	Cuello de botella al pasar al proceso PDI	8	8	64	9%
OPERACIONES	Alto nivel de ocupabilidad en almacén	2	6	12	2%
OPERACIONES	Desconocimiento de plazos de entrega	5	8	40	6%
OPERACIONES	Se consumen accesorios de autos ya listos	3	4	12	2%

Fuente: Elaboración propia

Paralelamente se estuvo analizando las causantes de estos sub problemas de modo que bajo un mismo concepto se puedan ir agrupando y así identificar la mejor propuesta que contribuya a mejorar los KPIS.

De este modo, se realizó la tabla siguiente en la cual se van asignando causas macro mediante las cuales se llegará al inicio de la mejora.

Tabla 22. Pareto causas

FACTOR	ELEMENTOS	%	% ACUMULADO	CAUSA
OPERACIONES	Hay doble validación en diferentes etapas.	9%	54%	Proceso operativo ineficiente
OPERACIONES	Cuello de botella al pasar al proceso PDI	9%		Proceso operativo ineficiente.
OPERACIONES	Alto nivel de ocupabilidad en almacén	2%		Proceso operativo ineficiente
MÉTODO	Reprocesos por error humanos	5%		Proceso operativo ineficiente
MÉTODO	Ausencia de procedimientos estandarizados	3%		Proceso operativo ineficiente
MATERIAL	Accesibilidad a los accesorios	3%		Proceso operativo ineficiente
MATERIAL	Organización de accesorios	4%		Proceso operativo ineficiente
ENTORNO	Áreas de procesos distanciadas	8%		Proceso operativo ineficiente
ENTORNO	Lenta rotación de inventario (productos en proceso)	9%		Proceso operativo ineficiente
HOMBRE	Personal con desempeño deficiente	3%		Planificación operativa ineficiente
OPERACIONES	Desconocimiento de plazos de entrega	6%	36%	Ausencia de un proceso operativo integrado con objetivos definidos
ENTORNO	Flujo cruzado en el proceso de Conversión a Gas	2%		Ausencia de un flujo operativo eficiente
OPERACIONES	Se consumen accesorios de autos ya listos	2%		Ausencia de procedimiento de planificación y control operativo
MÉTODO	Ausencia de control de avance	4%		Ausencia de procedimiento de planificación y control operativo
MÉTODO	Control de inventarios deficiente	7%		Ausencia de procedimiento de planificación y control operativo
MÉTODO	No hay indicadores de desempeño	3%		Ausencia de procedimiento de planificación y control operativo
HOMBRE	Supervisión deficiente	8%		Ausencia de procedimiento de planificación y control operativo
HOMBRE	Personal con objetivos individualizados	2%		Ausencia de procedimiento de planificación y control operativo
HOMBRE	Personal no comprometido con metas comerciales	3%		Ausencia de procedimiento de planificación y control operativo
HOMBRE	Personal de proveedores sin capacitación	6%		Ausencia de control de calidad a proveedores
HERRAMIENTA	Herramientas insuficientes	2%	9%	Ausencia de control de calidad a proveedores
HERRAMIENTA	Herramientas no idóneas	2%		Ausencia de control de calidad a proveedores
			100%	

Fuente: Elaboración propia

Por un lado, mediante la agrupación de los problemas, se evidencia que el 54% de las causas corresponde a un proceso operativo ineficiente (baja productividad) y un 36% con la ausencia de un procedimiento de planificación y control de este.

Etapa 3: VERIFICAR

Es por esto que se procede con la revisión exhaustiva del DAP As Is, entre las posibles mejoras identificadas, se concluyó que las expuestas a continuación presentaron mayor impacto en los indicadores, a través de las cuales se desarrolló la propuesta plasmada en el DAP To Be.

- **Preparación y Conversión GLP o GNV:** Se trabajan en 2 filas diferentes y los mismos encargados de hacer la preparación sin quienes realizan la conversión a gas.
- **Movilización:** Los encargados de movilizar los vehículos tienen un tiempo muerto muy alto. Esto debido a que quienes hacen el proceso previo no realizan el traslado de la unidad.
- **Inspección:** Se realiza doble inspección en un par de casos por diferentes proveedores, esto genera más demoras e interrupciones en el flujo.

Tabla 23. DAP To Be del Proceso de Producción

Actividad						TIEMPO (MINUTOS)			N personas	
No.	Nombre de la actividad	Oper.	Trans.	Ins.	Demor.	Alm.	T. MIN	T. PROM		T. MÁX
1	Recepción + Inspección	○		■			18	20	22	5
2	Almacenaje					△	6	8	10	5
3	Movilización		➡					2		1
4	Inpeccion proveedor - ingreso a conversion			■				30		3
5	Preparación para GLP o GNV	○						60		4
6	Conversión a GLP o GNV	○					180	240	480	11 GLP 4 GNV
7	Control de calidad de GM y RODO			■				30		3
8	Movilización		➡					2		1
9	Inspeccion de proveedor - Ingreso a equipamiento			■				30		3
10	Preparación / Equipamiento	○					130		150	19
11	Validación RODO e Inspeccion de Lavado -Salida de Equipamiento			■				20		3
12	Movilización		➡					2		1
13	Lavado	○					12	15	17	2
14	Movilización		➡					2		2
15	Secado + Inspección	○		■			12		14	2
16	Inspección Mecánica y Eléctrica	○		■				65		4
17	Acondicionado	○						60		5
18	Movilización		➡					2		5
19	Control de Calidad			■			10		12	3
20	Despacho		➡					2		1
21	TOTAL		8	6	8	0	1	368	590	705

Fuente: Elaboración Propia

Con el DAP propuesto podemos encontrar que el tiempo promedio por vehículo disminuye de 610 minutos a 590 minutos en total. Además, al mejorar la distribución de los colaboradores en los procesos de Preparación para GLP o GNV y Conversión a GLP o GNV, se pudo mejorar el flujo en el proceso y evitar la formación de colas. Adicionalmente a ello, se

unificaron los procesos de inspección de calidad que realizaba un proveedor seguido de otro proveedor. Esto involucra tener un check list para las inspecciones unificando ambos aspectos evaluados por los proveedores para que lo realicen en paralelo.

5.2 Medición de la solución

5.2.1 Análisis de Indicadores cuantitativo y/o cualitativo.

En razón a este punto, se evaluará el impacto de la propuesta de mejora TO BE desarrollado para esta empresa, esto en base a los KPIS propuestos en la metodología los cuales serán contrastados con los resultados obtenidos con la simulación del proceso AS IS.

Como primer paso, es importante comenzar mencionando que para la simulación se han planteado los parámetros de la siguiente tabla, estas serán algunas de las variables que se tomarán para el cálculo de los KPIS. Cabe señalar que el lote se calculó en base a una ratio interna de la empresa que corresponde a producir 31 carros por día. Adicionalmente, se propuso trabajar con 12 días ya que esto aproximaba lo más posible la cantidad del lote planificado ($12 \times 31 = 372$) al límite permitido por el software.

Tabla 24. *Parámetros de simulación*

PARAMETROS	CANTIDAD	UNIDADES
LOTE PLANIFICADO	372	Carros
PERIODO	12	Días
COSTO DIARIO POR UNIDAD	1,8	Dólares

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, cabe señalar que mediante la simulación del modelo AS IS se obtuvieron los resultados de la tabla vista a continuación que complementa la base para el cálculo de los KPIS en la situación actual.

Tabla 25. *Estatus de las variables del modelo AS IS*

VARIABLES	AS IS
PRODUCTOS TERMINADOS	254
CANTIDAD DE PRODUCTOS EN COLA	118

Fuente: Elaboración propia

5.2.2.1 Análisis de KPIS

En primer lugar, se propuso el **WIP promedio**, ya que es un indicador clave para identificar la cantidad de trabajo que se queda en proceso en un determinado plazo lo cual es crítico ya que involucra costos asociados adicionales por el almacenamiento de cada uno de los autos lo cual es una consecuencia alterna de los embudos operativos. Bajo la situación actual se tiene un WIP de 87 autos aproximadamente, lo cual significa un 23% del lote planificado que no se logra culminar dentro del periodo proyectado.

Asimismo, se está considerando la **capacidad de producción promedio** ya que esto denota la eficiencia de los recursos y cómo estos están siendo gestionados. En el caso puntual de Inchcape se sostiene una capacidad de 21 carros al día en promedio lo cual está desfasado de la ratio interna que tiene la empresa en 10 unidades, lo cual podría causarse por el reducido periodo propuesto para la muestra por lo que se considera solo como una base a mejorar.

Complementando los dos indicadores previos, se considera también el **nivel de eficiencia de producción** ya que esto demostrará que tanto se logra producir con respecto a lo que se planifica para un determinado periodo, entendiendo esto como la eficiencia productiva, la empresa actualmente está cubriendo un 68% de lo proyectado, lo cual está llevando a tener las demoras identificadas en el planteamiento del problema.

Finalmente, siendo un indicador de interés para la parte financiera, se está evaluando el **Costo total de almacenamiento** el cual surge a raíz de los autos que se quedan en cola esperando a culminar su ciclo operativo ya que una vez listo estos proceden a salir de la planta por lo que no hay un inventario de productos terminados. Considerando que se paga \$1,8 por día por cada auto y que hay una cola de 118 por 12 días, el costo total asciende a \$2548,8.

A modo de resumen se presenta la siguiente tabla con los montos desarrollados y explicados previamente:

Tabla 26. *KPIS del modelo AS IS*

INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA	AS IS
WIP PROMEDIO	$(\text{Productos en cola 1} + \text{Productos en cola 2} + \dots + \text{Productos en cola X}) / X$	QUINCENAL	86,92
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN PROMEDIO	$\# \text{ productos terminados} / \text{ periodo}$	QUINCENAL	21,17
COSTO TOTAL DE ALMACENAMIENTO	$\# \text{ Productos en cola} * \# \text{ de días} * \text{ costo diario unitario}$	QUINCENAL	2548,8
NIVEL DE EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN	$\text{ lote producido} / \text{ lote planificado} \%$	QUINCENAL	68,28%

Fuente: Elaboración propia

5.2.2.2 Herramienta de control: Machine Learning aplicado a la priorización de producción de vehículos

Desde la cuarta revolución industrial, existen diferentes herramientas que provienen de diferentes campos de la optimización: Internet de las cosas, ciencia de datos e inteligencia artificial las cuales han creado nuevas oportunidades en la gestión de la producción. Si bien es cierto que los procesos de producción son de carácter estocástico y las decisiones deben tomarse, en algunas veces, en condiciones de incertidumbre, aún es una tarea complicada decidir cuándo se debe dar prioridad a ciertas tareas, lo que a menudo se aborda en la práctica de forma codiciosa.

Esto es relevante para la investigación presente, dado que para encontrar un equilibrio entre la priorización del flujo de producción de vehículos que han sido recepcionados y procurar minimizar los retrasos que existen en diferentes áreas para la producción de estos debido a diversos factores internos, se propone un marco de priorización, que integra técnicas de aprendizaje automático supervisado y algoritmos de optimización.

Para poder realizar esta tarea, se propone evaluar desarrollar un algoritmo de clasificación con una configuración dependiendo de cada vehículo. En base a la revisión de la data actual, se plantea que se tomen los siguientes parámetros/variables en este algoritmo:

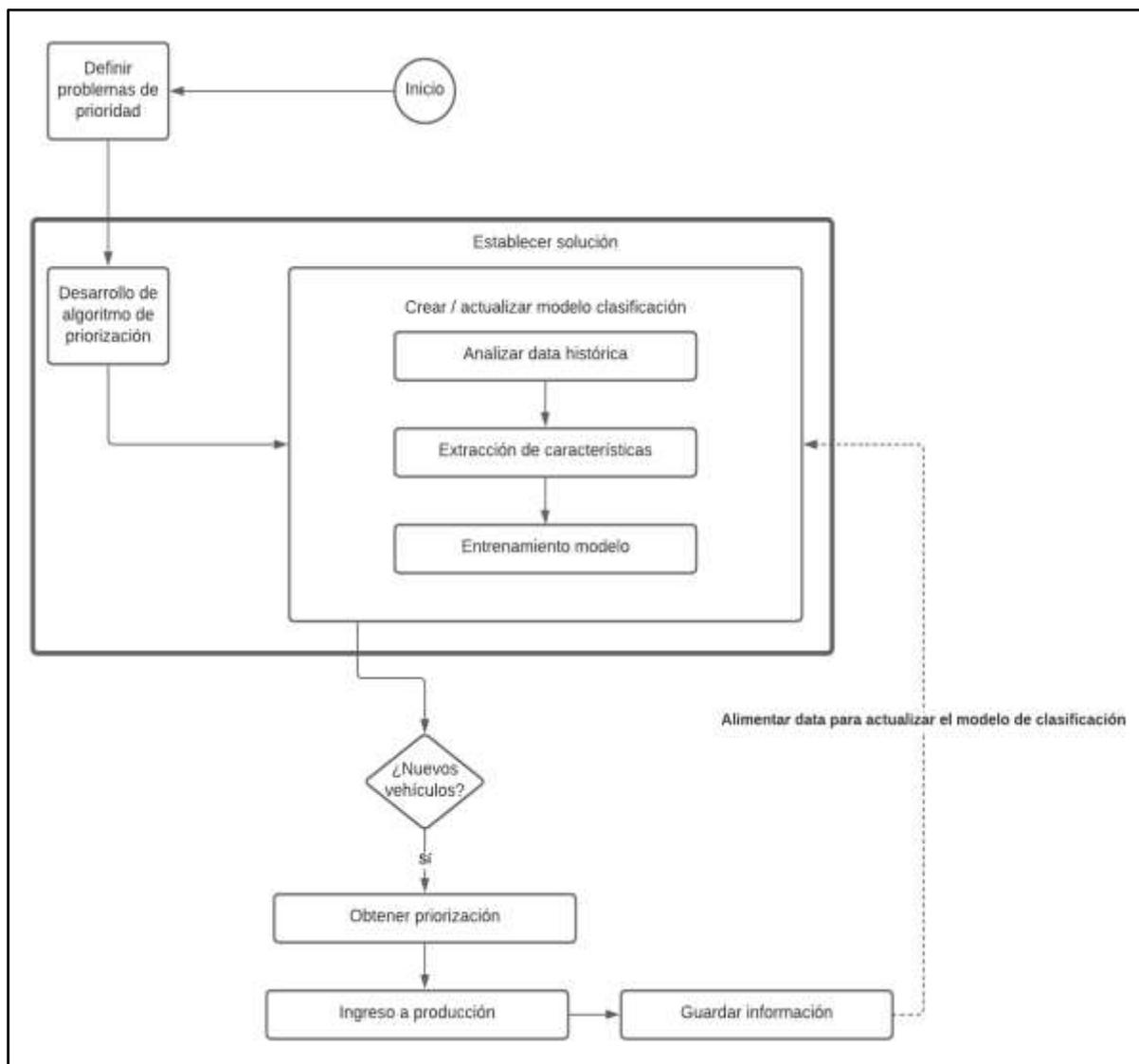
Variables independientes:

- **Placa rodaje:** La matrícula o placa de rodaje de un vehículo es una combinación de caracteres alfabéticos o numéricos que identifica e individualiza el vehículo respecto a los demás. Como variable tendrá dos valores: sí o no en el caso que el vehículo posea o no la placa respectivamente.
- **Tarjeta de identificación vehicular:** Es un documento indispensable para que cualquier vehículo pueda circular en el país. al igual que la variable anterior tendrá los valores Si o no, aludiendo a su tenencia.
- **Título de propiedad:** Documento legal que proporciona pruebas legales de que un vehículo pertenece a su propietario. Los valores para el modelo serán si tiene o no título de propiedad.
- **Expediente de matriculación:** Este es un requisito previo para que puedas circular con el vehículo por las vías públicas.

Variable dependiente:

- **Priorización A, B o C:** La priorización A son aquellos vehículos que serán atendidos en el primer lote cuando lleguen a la recepción, la priorización B son aquellos vehículos que serán atendidos con prioridad normal y la priorización C serán atendidos al último. La estructura de la implementación del modelo de priorización será la siguiente:

Figura 35. Estructura de Implementación de Modelo de Machine Learning



Fuente: Elaboración propia

El gráfico representa el proceso básico de generación, desarrollo, uso y alimentación de un algoritmo de clasificación para la priorización de vehículos. Hay 3 etapas principales, la primera define el problema para optimizarlo, construcción del modelo y finalmente la implementación y su retroalimentación.

5.2.2 Simulación de solución. Aplicación de Software.

La propuesta de solución que presentamos, principalmente abarca mejoras en los procesos del Centro de Distribución, en algunos casos se modifican los procesos y en otros se

unifican. Por otro lado, el impacto más representativo y que se encuentra en el alcance delimitado en la presente investigación, se puede observar con la simulación de los procesos de producción, para el cual se utilizó el software Arena.

Con este software se pudo determinar que las mejoras que se plantearon para los procesos mencionados incrementan la cantidad de vehículos producidos dentro de un periodo, con lo cual se alcanza una mayor eficiencia en el proceso, con esto se logra que los vehículos sean despachados en menor tiempo y con ello se logra un ahorro en el costo de almacenamiento.

Con respecto al proceso de producción del Centro de Distribución, se ha determinado como entidad al vehículo, con una distribución constante de 31 vehículos diarios por 12 días (simulando los ingresos vehiculares de medio mes). Respecto a los tiempos de los procesos, se han empleado los datos proporcionados por los supervisores de operación de Inchcape, y los proveedores involucrados, Rodologistics, Protemax y GM Conversiones. Es así que el modelo actual o AS IS se simuló bajo los siguientes parámetros en Arena:

Tabla 27. Parámetros de Simulación de Procesos AS IS

No.	Nombre de la actividad	Tipo de Demora (en minutos)	Personas
1	Movilización	Constante (2)	2
2	Inpeccion de ingreso a conversion	Constante (30)	30
3	Preparación para GLP	Constante (60)	10
	Conversión a GLP	Uniforme (180,240)	
4	Preparación para GNV	Constante (60)	9
5	Conversión a GNV	Uniforme (240,300)	
6	Control de calidad del proveedor	Triangular (10,15,20)	3
7	Corrección1	Triangular (30,45,60)	1
8	Validacion Rodo - salida de conversión	Constante (30)	3
9	Movilización	Constante (2)	2
10	Inspeccion de proveedor - Ingreso a equipamiento	Constante (30)	3
11	Accesorización Protemax	Uniforme(130,150)	19
12	Validación RODO -Salida de Equipamiento	Constante(15)	3
13	Movilización	Constante (2)	2
14	Inspección de Lavado	Constante (12)	3
15	Corrección2	Triangular(45,60,70)	1
16	Lavado	Triangular(12,15,17)	2
17	Movilización	Constante (2)	2
18	Secado + Inspección	Uniforme(12,14)	2
19	Inspección Mecánica y Eléctrica	Uniforme(60,65)	4
20	Acondicionado	Constante(60)	5
21	Movilización	Constante(2)	2
22	Control de Calidad	Uniforme(10,15)	3
23	Corrección3	Triangular(30,45,60)	2
24	Despacho	Constante(2)	1

Fuente: Elaboración propia

Al analizar el flujo del proceso se pudo observar que el principal cuello de botella se origina en la **conversión a gas**, dado que el 95% de los vehículos pasa por este proceso, fue el foco central para tratar de hacerlo más fluido con los recursos existentes.

El proceso actual se encuentra distribuido de la siguiente forma: 10 personas preparan e instalan el Kit de GLP y 9 personas que preparan el vehículo e instalan el kit de GNV como se muestra a continuación:

Figura 33. *Proceso de Conversión a Gas AS IS*



Fuente: Elaboración Propia

Con ello, se puede observar que 270 vehículos ingresan a conversión a GLP de los cuales solo 203 unidades terminan el proceso en 2 semanas de simulación. Quedando una cola en proceso de 23 unidades en Proceso de conversión GLP y 44 unidades en Preparación GLP.

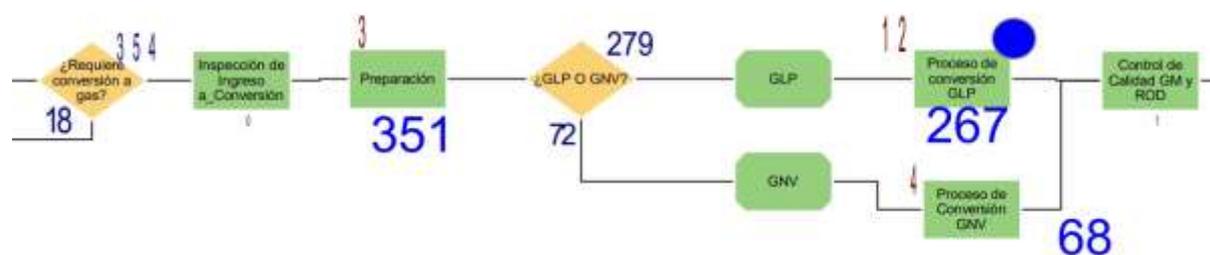
Por otro lado, se observa también que las 9 personas encargadas de la Preparación GNV y Proceso de Conversión GNV, no generan tanta cola, debido a que de los vehículos que ingresan a conversión a gas, solo el 20% entra a GNV y el 80% ingresa a GLP.

A modo de resumen, se encontraron los siguientes resultados:

- Se despacharon 276 vehículos de los 372 que ingresaron a producción. lo que representa el 75.19%, en las 2 semanas simuladas.
- El tiempo de espera total promedio es de 9.8882 horas.
- Las actividades que más tiempo en cola tienen son Preparación de GLP (6.75 horas) y proceso de conversión GLP (6.5302).

Con los cambios propuestos dentro de este proceso, la simulación obtuvo mejores resultados. Se hizo una distribución de los colaboradores y separamos las tareas. De esta forma 4 personas se dedican a la preparación del vehículo, ya sea para GLP o GNV, y posteriormente 11 personas se encargan de realizar la Conversión a GLP y 4 personas la Conversión a GNV, ya que este último no maneja mucho volumen. Se muestra a continuación el nuevo flujo y los resultados obtenidos:

Figura 34. *Proceso de Conversión a Gas TO BE*



Fuente: Elaboración Propia

De esta manera, para realizar la simulación del proceso de producción propuesto (TO BE), por el mismo periodo de tiempo y la misma cantidad de colaboradores, se consideraron los siguientes parámetros en Arena:

Tabla 28. *Parámetros de Simulación de Procesos TO BE*

No.	Nombre de la actividad	Tipo de Demora (en minutos)	Personas
1	Movilización	Constante (2)	1
2	Inpeccion de ingreso a conversion	Constante (30)	3
3	Preparación para GLP o GNV	Constante (60)	4
	Conversión a GLP	Uniforme (180,240)	11
4	Conversión a GNV	Uniforme (240,300)	4
5	Control de Calidad GM y RODO	Constante(30)	3
6	Corrección1	Triangular (30,45,60)	1
7	Movilización	Constante (2)	
8	Inspeccion de proveedor - Ingreso a equipamiento	Constante (30)	3
9	Accesorización Protemax	Uniforme(130,150)	19
10	Validación Rodo e Inspección Pre Lavado	Constante(20)	3
11	Movilización	Constante (2)	1
12	Corrección2	Triangular(45,60,70)	1
13	Lavado	Triangular(12,15,17)	2
14	Movilización	Constante (2)	
15	Secado + Inspección	Uniforme(12,14)	2
16	Inspección Mecánica y Eléctrica	Uniforme(60,65)	4
17	Acondicionado	Constante(60)	5
18	Movilización	Constante(2)	
19	Control de Calidad	Uniforme(10,15)	3
20	Corrección3	Triangular(30,45;60)	1
21	Despacho	Constante(2)	1

Fuente: Elaboración propia

Consecuentemente, se observaron que los vehículos que terminaron el proceso de conversión aumentaron de 279 vehículos a 322, lo que representa un aproximadamente un 15% de incremento en la producción, en síntesis:

- Se despacharon 322 vehículos de 372 que ingresaron, lo que representa un 86.56%, en las 2 semanas simuladas.
- El tiempo de espera promedio es de 4.5 horas.
- Las actividades que más tiempo requieren son Conversión a GNV o GLP y Preparación/Equipamiento.
- El recurso más empleado son los técnicos encargados de la preparación de los vehículos a conversión a gas, seguidos de los encargados de realizar la conversión a GLP y GNV.

A modo de resumen y para el contraste, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 29. *Parámetros de simulación*

VARIABLES	AS IS	TO BE
PRODUCTOS TERMINADOS	254	322
CANTIDAD DE PRODUCTOS EN COLA	118	50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. *Tabla de comparación de resultados AS IS vs TO BE*

INDICADOR	FÓRMULA	FRECUENCIA	AS IS	TO BE	UNIDAD
WIP PROMEDIO	$(\text{Productos en cola 1} + \text{Productos en cola 2} + \dots + \text{Productos en cola X}) / X$	QUINCENAL	86.92	59.46	UNIDADES / DÍA
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN PROMEDIO	$\# \text{ productos terminados} / \text{ periodo}$	QUINCENAL	21.17	26.83	UNIDADES / DÍA
COSTO TOTAL DE ALMACENAMIENTO	$\# \text{ Productos en cola} * \# \text{ de días} * \text{ costo diario unitario}$	QUINCENAL	2548.8	1080	DÓLARES
NIVEL DE EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN	$\text{lote producido} / \text{lote planificado} \%$	QUINCENAL	68.28%	86.56%	%

Fuente: Elaboración propia

Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

Actualmente, no se está aprovechando la capacidad de producción (preparación) que tiene el Centro de Distribución, hay procesos en los que se desperdicia mucho tiempo. Se cae en procesos de inspección ya que no existe una comunicación horizontal entre los proveedores y parecen más preocupados en que no se les impute algún coste de reparación.

Con los cambios realizados, se logró reducir el tiempo promedio de la preparación por vehículo. con lo que se logró preparar más vehículos en el mismo lapso de tiempo lo cual es favorable, ya que, al despachar más vehículos por día, se evita pagar más almacenamiento por vehículo.

Adicional a ello, los resultados obtenidos en la simulación del diseño de procesos propuesta, no solo logrará reducir el costo de almacenamiento, ya que los vehículos se despacharon más rápido. También da pie a que se puedan producir o preparar más vehículos, ya que, con el incremento de la demanda, aumentar la producción es una obligación.

Considerando los 12 días de simulación se muestran algunos de los resultados obtenidos a grandes rasgos en la simulación:

Tabla 31. *Tabla de porcentaje de mejora de resultados*

Item	Actual (As Is)	Propuesto (To Be)	Mejora
Unidades despachadas	276	322	16.67%
Cantidad de vehículos almacenados en proceso	96	50	47.91%
Tiempo de espera promedio en horas	9.88	4.5	54.45%

Fuente: Elaboración propia

La investigación realizada, hasta la etapa de simulación, ha mostrado resultados favorables y acordes a los objetivos propuestos. Se muestra un incremento en la producción y una disminución en el tiempo de almacenamiento de vehículos, ya que si el proceso es más rápido, el vehículo pasa menos tiempo en el centro de distribución.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar la implementación del modelo propuesto, ya que, como se ha visto en los resultados de la simulación, el diseño del modelo propuesto impacta positivamente en la productividad de los procesos mencionados.

También, se recomienda hacer uso de las herramientas tecnológicas usadas en el diseño de la propuesta de solución. Por ejemplo, la herramienta de simulación de colas Arena permite realizar cambios en los flujos y los recursos para encontrar un modelo del proceso eficiente. Además, de hacer uso de otras herramientas tecnológicas que permitan complementar el sistema actual.

Asimismo, se recomienda se evalúe a fondo los costos asociados de involucrar un soporte especializado en Machine Learning para el desarrollo de sistema de priorización de producción basándose en las variables que se proponen para de esta manera llevar un plan operativo sustentado y agilizar las colas que actualmente se vienen generando.

Referencia Bibliográficas

1. Adesola, S. & Baines, T. (2005). Developing and evaluating a methodology for business process improvement, *Business Process Management Journal* (pp. 37-47).
2. Afana, M. (2014). Rediseño de procesos para la gestión de la cadena de suministro de una embotelladora de bebidas mediante la aplicación de los modelos BPM y mapas de flujo de valor. *Pontificia Universidad Católica de Valparaíso: Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas*. Recuperado de: <http://biblioteca.esucomex.cl/RCA/Redise%C3%B1o%20de%20procesos%20para%20la%20gesti%C3%B3n%20de%20la%20cadena%20de%20suministro%20de%20una%20embotelladora%20de%20bebidas%20mediante%20la%20aplicaci%C3%B3n%20de%20los%20modelos%20BPM%20y%20mapas%20de%20flujo%20de%20valor.pdf>
3. Aguirre, S. (2007). Marco metodológico para el desarrollo de proyectos de mejoramiento y rediseño de procesos (pp. 21-32). Ad-Minister.
4. Arrazola, I. (2014). Mejores prácticas en gestión de proveedores a nivel mundial, aplicables al sistema de Administración de la Relación con el Proveedor (ARP) de la Jefatura de Operaciones Logísticas (JOL) de la Fuerza Aérea Colombiana (FAC).
5. Bagnato, J. (2020). Aprende Machine Learning. *Leanpub*. Recuperado de <http://leanpub.com/aprendeml>
6. Barbier, P. (1960). El progreso técnico y la organización del trabajo. *Taurus*.
7. Caballero, J. (2013). La importancia en la tecnología en la logística. *Esan*. Recuperado de: <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2013/05/02/importancia-tecnologia-logistica/>
8. Carrillo, J. (2014). El auge de la industria automotriz en México en el siglo XXI. Recuperado de:

<https://books.google.com.pe/books?id=nNHTCQAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

9. Chase, R., Aquilano, N., & Jacobs, F. R. (2000). Administración de la producción y operaciones. Mc Graw Hill Interamericana.
10. Clemente, W., Rivas, J. (2021) Implementación de una línea de producción de fabricación de casquillos de munición para incrementar la capacidad productiva en la empresa Fame S.A.C. Facultad de Ingeniería: Universidad Privada del Norte.
11. Cooper, S. (2018). Data Science from Scratch The #1 Data Science Guide for Everything A Data Scientist Needs to Know: Python, Linear Algebra, Statistics, Coding, Applications, Neural Networks, and Decision Trees.
12. Correa, A, Gómez. R. y Botero. C. (2012) La ingeniería de métodos y tiempos como herramienta en la cadena de suministro. *Revista Soluciones de Postgrado EIA*, (8), 89-109.
13. Craighead, C. W., Blackhurst, J., Rungtusanatham, M. J., & Handfield, R. B. (2007). The Severity of Supply Chain Disruptions: Design Characteristics and Mitigation.
14. Díaz, F. (2008). Gestión de procesos de negocio BPM (Business Process Management), TICs y crecimiento empresarial ¿Qué es BPM y cómo se articula con el crecimiento empresarial?. Universidad del Rosario, Colombia. Recuperado de: <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/1061/959>
15. Escalante, E. (2006). *Seis sigma. Metodología y técnicas*. México: Editorial Limusa.
16. Espejo, M. & Moyano-Fuentes, J. (2007). Lean Production: estado actual y desafíos futuros de la investigación. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/28186586_Lean_Production_estado_actual_y_desafios_futuros_de_la_investigacion

17. Fernandez, C. (27 de mayo de 2019). 'Agile' vs 'Lean': ¿cuál es la diferencia?. Recuperado de: <https://www.bbva.com/es/agile-vs-lean-cual-es-la-diferencia/>
18. Fernando, F. (2018). Análisis de una cadena de suministro de autopartes. *INNOVA Research Journal*, Vol 3, No. 10.1. Recuperado de <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/3785/11/An%C3%A1lisis%20de%20una%20cadena%20de%20suministro%20de%20autopartes.pdf>
19. Fisher, B. (1996). Reengineering your business process. *Journal of Systems Management*, Vol. 47, No. 1; pp. 46-54.
20. Fuertes, W. (2013). Análisis y mejora de procesos y distribución de planta en una empresa que brinda el servicio de revisiones técnicas vehiculares. Recuperado de: https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1715/FUERTES_WILDER_REVISIONES_TECNICAS_VEHICULARES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
21. Garimella, K., Lees M. y Williams, B. (2008). *Introducción a BPM*. Edición especial de Software AG [libro electrónico]. Recuperado de: <https://pol.com.co/wp-content/uploads/2015/06/BPM-para-Dummies.pdf>
22. Gutierrez, H. y de la Vera, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. (Segunda ed.). México D.F.: Mexicana.
23. Hammer, M. & Champy J. (1994). *Reingeniería*. Bogotá: Editorial Norma.
24. Handfield, R., & Nichols, E. L. (2002). *Introduction to supply chain management*. Prentice Hall.
25. Hanke, J , Reitsch, A. (2006). *Pronósticos en los Negocios*. Octava Edición, *Prentice Hall*, México.
26. Haton, J-P. (2006). A brief introduction to artificial intelligence. Recuperado de: <https://doi.org/10.3182/20060522-3-FR-2904.00003>

27. Huamán, G. (2016) Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de PDI del almacén Gloria de la empresa Ransa Comercial, Lima Perú 2016. Universidad César Vallejo: Facultad de Ingeniería. Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/10036/Huam%c3%a1n_GRM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
28. Importaciones crecen 44.6% en septiembre, 42% provienen de Asia. (25 de octubre de 2021). *Diario Gestión*. Recuperado de: <https://gestion.pe/economia/importaciones-crecen-446-en-setiembre-42-provienden-de-asia-noticia/>
29. Inchcape Annual Report and Accounts. (2020). *Inchcape*. Recuperado de: <https://www.inchcape.com/content/dam/inchcape/corporate/annualreport/2020/pdfs/FuII-Annual-Report.pdf>
30. Informe del Sector Automotor. (2021). *Asociación Automotriz del Perú*. <https://aap.org.pe/informes-estadisticos/diciembre-2020/Informe-Diciembre-2020.pdf>
31. Informe Técnico Producto Bruto Interno Trimestral. (2021). *Instituto nacional de estadísticas e informática*. <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/03-informe-tecnico-pbi-ii-trim-2021.pdf>
32. Injazz J. & Paulraj A. (2004). Towards a theory of supply chain management: the constructs and measurements. Recuperado de https://www.tlog.lth.se/fileadmin/tlog/Utbildning/Kurser/Logistik_i_foersoerjningskedjor/Artiklar/JOM-2004-Paulraj.pdf
33. J.P. Haton et M.C. Haton. (1933). *L'intelligence artificielle*. Tercera edición.
34. Jacobs, R., Chase, R. & Aquilino, N. (2009). Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros. Recuperado de <https://www.u->

[cursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi_blog/r/Administracion de Operaciones - Completo.pdf](https://cursos.cl/usuario/b8c892c6139f1d5b9af125a5c6dff4a6/mi_blog/r/Administracion_de_Operaciones_-_Completo.pdf)

35. Krajewski, L. J. (2008). *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor*. Octava edición. Naucalpán de Juárez: Pearson Educación.
36. López, P. (16 de marzo de 2021). *Los autos eléctricos se abren paso en Perú en beneficio del medio ambiente*. Recuperado de: <https://www.bbva.com/es/pe/los-autos-electricos-se-abren-paso-en-peru-en-beneficio-del-medio-ambiente/>
37. Los Santos, I. (2006). *Logística y marketing para la distribución comercial*. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=fFUfMBIkmcEC&lpg=PA19&dq=cadena%20de%20suministro&hl=es&pg=PA26#v=onepage&q&f=false>
38. Mejía, J., Palacio O. & Ardame, W. (2014). Efecto Látigo en la Planeación de la Cadena de Abastecimiento, Medición y Control. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v23n2/v23n2a03.pdf>
39. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2021). Estrategia Nacional de Reactivación del Sector Turismo <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1764327/RVM%20N%20004-2021-MINCETUR-VMT%20%2B%20Anexo.pdf.pdf>
40. MkNorthAmerica. (2017). The Benefits of Lean Manufacturing: Why and How to Go Lean. Recuperado de: <https://www.mknorthamerica.com/Blog/benefits-lean-manufacturing/>
41. Mohammed, J. y Wagner, M. (2014). *Data Mining and Analysis: Fundamental Concepts and Algorithms*. Estados Unidos: Universidad de Cambridge. Recuperado de <https://books.google.com.pe/books?id=Gh9GAwAAQBAJ&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>

42. Niebel, B. (1970). Ingeniería Industrial. Estudio de tiempos y movimientos. Representaciones y servicios de Ingeniería S.A.
43. Ortega, G. (2018). Diferencias entre la metodología clásica y la metodología ágil de rediseño de procesos Conexión ESAN, p. 1.
44. Osterwalder & Y. Pigneur. (2010). Generación de Modelos de Negocio. Deusto, España.
45. País, J. (2013). BPM: Cómo alcanzar la agilidad y eficiencia operacional a través de BPM y la organización orientada a procesos. España
46. Peña, G. (15 de enero de 2019). Elementos importantes de la cadena de abastecimiento del sector automotriz en Colombia. *Revistascientificas*. Recuperado de https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/2060/2377#content/citation_reference_70
47. Pérez, J. (2004). Gestión por procesos: cómo utilizar ISO 9001:2000 para mejorar la gestión de la organización, ESIC, Madrid.
48. Pimentel Claro, D., Borin de Oliveira Claro, P., y Zylbersztajn, D. (2005). Relationship Marketing Strategies: When Buyer and Supplier Follow Different Strategies to Achieve Performance.
49. Rayuelas, E., Laguna, J. (2014) Comparación de predicción basada en redes neuronales contra métodos estadísticos en pronósticos de ventas. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, vol. IV, núm. 12, pp. 91-105. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215037911008.pdf>
50. Rodríguez, R., Aguirre R., Polo, S., Sierra, J. & Daza-Escorcía, M. (2016). *Medición del efecto látigo en redes de suministro*. *Ingeniare*, No. 20, pp. 13-32.
51. Salas, L. (24 de noviembre del 2020). OLX: Millennials lideran demanda online de vehículos nuevos y seminuevos. El Comercio.

<https://elcomercio.pe/economia/negocios/millennials-lideran-demanda-online-de-vehiculos-nuevos-y-seminuevos-generacion-x-venta-de-autos-suv-pick-up-sedan-autopolis-toyota-nissan-kia-chevrolet-ncze-noticia/>

52. Sanchez, L. (2011). Business process management (BPM): articulando estrategia, procesos y tecnología. Recuperado de la base de datos de UESAN
53. Seis hechos que marcaron el sector automotor durante el 2020 ante la pandemia del COVID-19. (19 de enero de 2021). *Diario Gestión*. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/seis-hechos-que-marcaron-el-sector-automotor-durante-el-2020-ante-la-pandemia-del-covid-19-nndc-noticia/?ref=gesr>
54. Shannon, R. (1975). *Systems Simulation the Art and Science*. Estados Unidos: ThriftBooks-Atlanta.
55. Sheffi, Y. (2021). La nueva normalidad: Reestructurando la estrategia de negocios y la cadena de abastecimiento más allá del Covid-19. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=oGIuEAAAQBAJ&pg=PT59&dq=la+pandemia+y+la+demanda+automotriz&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjHjYXo2vPzAhWdSDA BHavrBjkQ6AF6BAGLEAI#v=onepage&q=la%20pandemia%20y%20la%20demanda%20automotriz&f=false>
56. Slone, R., Dittmann, P. & Mentzer, J. (2019). Transformando la Cadena de Suministro.
57. Stoner, James y R. Freeman: Administración. Prentice Hall, México, 1994. A. Francés (2006). Estrategia y planes para la empresa con el cuadro de mando integral. Naucalpan de Juárez, Estado de México: Pearson.
58. Tompkins, J. A., & Harmelink, D. (2004). The Supply Chain Handbook. Tompkins Press.

59. Vela, J. (2019). Predicción de la demanda usando softcomputing: Caso industria automotriz. Universidad Autónoma de Nuevo León: Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Recuperado de: <http://eprints.uanl.mx/18004/1/1080288715.pdf>
60. Venta e Inmatriculación de Vehículos Nuevos. (2021). Asociación *Automotriz del Perú*. https://aap.org.pe/estadisticas/ventas_inmatriculaciones_vehiculos_nuevos/venta-e-inmatriculacion-de-vehiculos-nuevos-2021/

ANEXOS

Anexo 1. Foto de Zona de Almacenaje



Anexo 2. Foto de Zona de Conversión

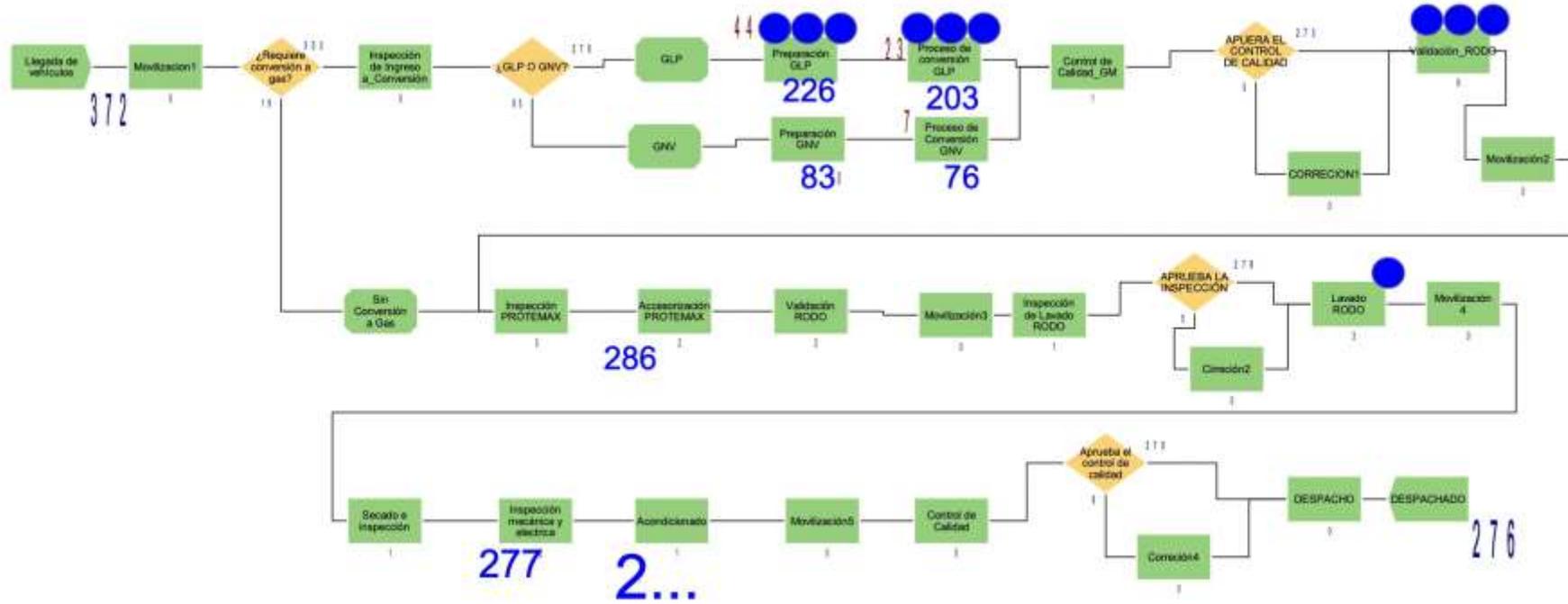


Anexo 3. Foto de Zona de Accesorización**Anexo 4. Foto de Zona de Preparación de Unidades PDI**

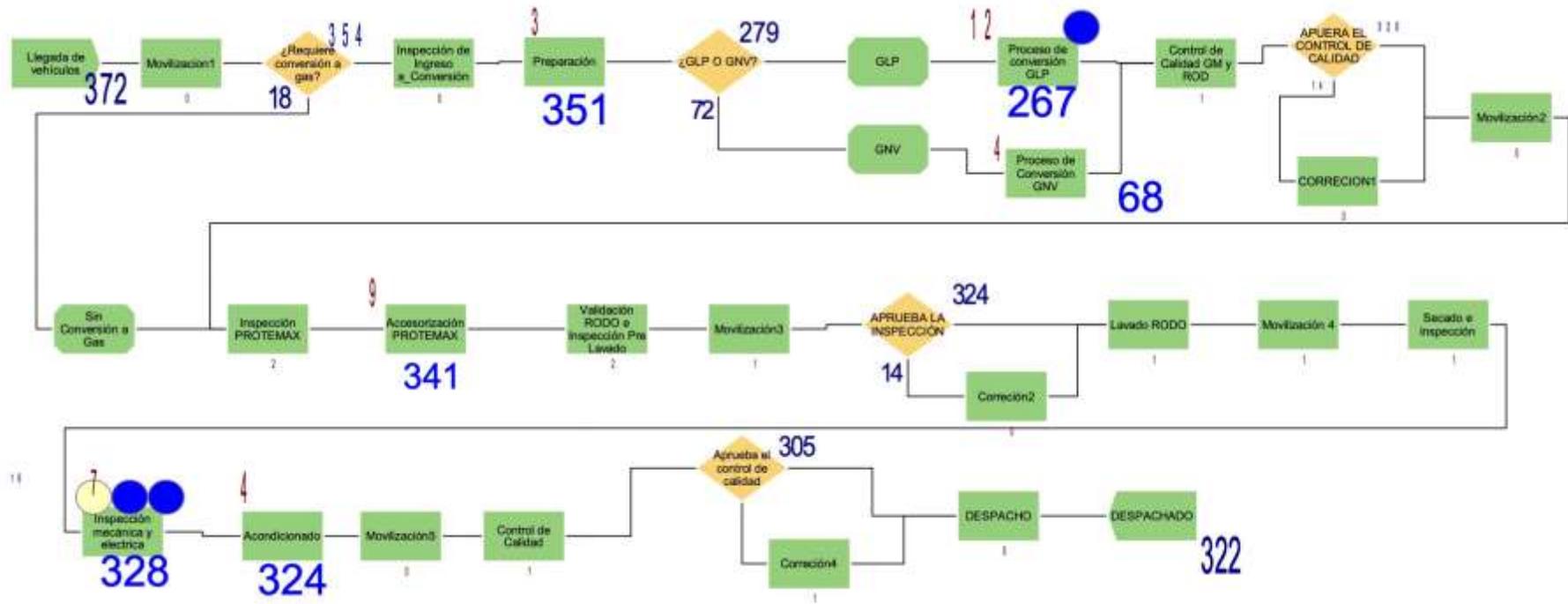
Anexo 5. Foto de Zona de Despacho



Anexo 6. Flujo As Is Modelado en Arena



Anexo 7. Flujo To Be Modelado en Arena



Anexo 8. Resultados de Simulación AS IS

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	276

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	11.8628	(Insufficient)	5.9738	14.1623
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	9.8882	(Insufficient)	0.00	27.4136
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	21.7509	(Insufficient)	6.0131	39.5492

Other

Number In	Value			
Entity 1	372.00			
Number Out	Value			
Entity 1	276.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	80.9506	(Insufficient)	0.00	123.00

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Accesorización	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
PROTEMAX.Queue				
Acondicionado.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Cirrección2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Control de Calidad.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Control de Calidad_GM.Queue	0.00407190	(Insufficient)	0.00	0.1662
CORRECIÓN1.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Corrección4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
DESPACHO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Inspección de Ingreso a Conversión.Queue	1.9631	(Correlated)	0.00	4.4646
Inspección de Lavado RODO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Inspección mecánica y eléctrica.Queue	0.2186	(Insufficient)	0.00	0.9008
Inspección PROTEMAX.Queue	0.01435437	(Insufficient)	0.00	0.4746
Lavado RODO.Queue	0.01137895	(Insufficient)	0.00	0.1933
Movilización 4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Movilización1.Queue	0.2406	(Correlated)	0.00	0.6128
Movilización2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Movilización3.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Movilización5.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparación GLP.Queue	6.7657	(Insufficient)	0.00	14.2361
Preparación GNV.Queue	0.00602410	(Insufficient)	0.00	0.4828
Proceso de conversión GLP.Queue	6.5302	(Insufficient)	0.00	14.2861
Proceso de Conversión GNV.Queue	0.04119524	(Insufficient)	0.00	1.0000
Secado e inspección.Queue	0.00003245	(Insufficient)	0.00	0.00771524
Validación RODO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Validación_RODO.Queue	0.05078063	(Insufficient)	0.00	0.4993

Other

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Accesorización	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
PROTEMAX.Queue				
Acondicionado.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Cirrección2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Control de Calidad.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Control de Calidad_GM.Queue	0.01183397	(Insufficient)	0.00	2.0000
CORRECIÓN1.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Corrección4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
DESPACHO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Inspección de Ingreso a Conversión.Queue	7.2185	(Correlated)	0.00	27.0000
Inspección de Lavado RODO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Inspección mecánica y eléctrica.Queue	0.6352	0,192552898	0.00	4.0000
Inspección PROTEMAX.Queue	0.04351168	(Insufficient)	0.00	3.0000
Lavado RODO.Queue	0.03377654	(Insufficient)	0.00	2.0000
Movilización 4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Movilización1.Queue	0.9323	(Correlated)	0.00	29.0000
Movilización2.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Movilización3.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Movilización5.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparación GLP.Queue	19.5731	(Correlated)	0.00	48.0000
Preparación GNV.Queue	0.00520833	(Insufficient)	0.00	2.0000
Proceso de conversión GLP.Queue	15.4240	(Insufficient)	0.00	31.0000
Proceso de Conversión GNV.Queue	0.03561672	(Insufficient)	0.00	2.0000
Secado e inspección.Queue	0.00009465	(Insufficient)	0.00	1.0000
Validación RODO.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Validación_RODO.Queue	0.1536	(Insufficient)	0.00	3.0000

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average		Minimum Value	Maximum Value
	Average	Half Width		
EMPLEADO1	0.06713379	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado10	0.5042	0,059794179	0.00	1.0000
Empleado11	0.3662	0,042994786	0.00	0.6842
Empleado12	0.2471	0,035432867	0.00	1.0000
Empleado13	0.04930556	0,006920708	0.00	1.0000
Empleado14	0.1965	0,027292301	0.00	1.0000
Empleado15	0.01673129	(Insufficient)	0.00	0.3333
Empleado16	0.3582	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado17	0.04861111	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado18	0.3153	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado19	0.7526	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado2	0.6128	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado20	0.5770	(Correlated)	0.00	0.8000
Empleado21	0.04791667	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado22	0.1981	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado24	0.07282213	0,021004672	0.00	1.0000
Empleado3	0.9884	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado5	0.5123	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado6	0.2412	0,030315385	0.00	1.0000
Empleado7	0.04253759	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado8	0.4768	0,054352051	0.00	1.0000
Empleado9	0.04722222	0,005756099	0.00	1.0000

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Resource

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EMPLEADO1	0.1343	(Insufficient)	0.00	2.0000
Empleado10	1.5127	0,179382536	0.00	3.0000
Empleado11	6.9575	0,816900943	0.00	13.0000
Empleado12	0.7414	0,106298600	0.00	3.0000
Empleado13	0.0986	0,013841417	0.00	2.0000
Empleado14	0.5896	0,081876903	0.00	3.0000
Empleado15	0.05019386	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado16	0.7163	(Correlated)	0.00	2.0000
Empleado17	0.0972	(Correlated)	0.00	2.0000
Empleado18	0.6306	(Correlated)	0.00	2.0000
Empleado19	3.0104	(Insufficient)	0.00	4.0000
Empleado2	1.8385	(Insufficient)	0.00	3.0000
Empleado20	2.8849	(Correlated)	0.00	4.0000
Empleado21	0.0958	(Correlated)	0.00	2.0000
Empleado22	0.5943	(Correlated)	0.00	3.0000
Empleado24	0.1456	0,042009343	0.00	2.0000
Empleado3	9.8840	(Insufficient)	0.00	10.0000
Empleado5	4.6105	(Insufficient)	0.00	9.0000
Empleado6	0.7237	0,090946154	0.00	3.0000
Empleado7	0.04253759	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado8	1.4304	0,163056154	0.00	3.0000
Empleado9	0.0944	0,011512199	0.00	2.0000

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Resource

Usage

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EMPLEADO1	2.0000	(Insufficient)	2.0000	2.0000
Empleado10	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
Empleado11	19.0000	(Insufficient)	19.0000	19.0000
Empleado12	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
Empleado13	2.0000	(Insufficient)	2.0000	2.0000
Empleado14	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
Empleado15	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
Empleado16	2.0000	(Insufficient)	2.0000	2.0000
Empleado17	2.0000	(Insufficient)	2.0000	2.0000
Empleado18	2.0000	(Insufficient)	2.0000	2.0000
Empleado19	4.0000	(Insufficient)	4.0000	4.0000
Empleado2	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
Empleado20	5.0000	(Insufficient)	5.0000	5.0000
Empleado21	2.0000	(Insufficient)	2.0000	2.0000
Empleado22	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
Empleado24	2.0000	(Insufficient)	2.0000	2.0000
Empleado3	10.0000	(Insufficient)	10.0000	10.0000
Empleado5	9.0000	(Insufficient)	9.0000	9.0000
Empleado6	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
Empleado7	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Empleado8	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
Empleado9	2.0000	(Insufficient)	2.0000	2.0000

Unnamed Project

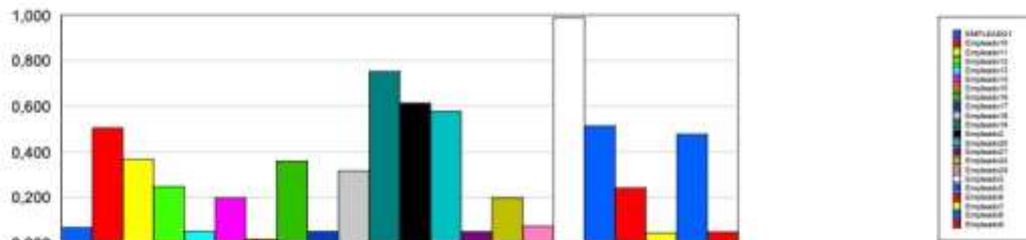
Replications: 1 Time Units: Hours

Resource

Usage

Scheduled Utilization

	Value
EMPLEADO1	0.06713379
Empleado10	0.5042
Empleado11	0.3662
Empleado12	0.2471
Empleado13	0.04930556
Empleado14	0.1965
Empleado15	0.01673129
Empleado16	0.3582
Empleado17	0.04861111
Empleado18	0.3153
Empleado19	0.7526
Empleado2	0.6128
Empleado20	0.5770
Empleado21	0.04791667
Empleado22	0.1981
Empleado24	0.07282213
Empleado3	0.9884
Empleado5	0.5123
Empleado6	0.2412
Empleado7	0.04253759
Empleado8	0.4768
Empleado9	0.04722222



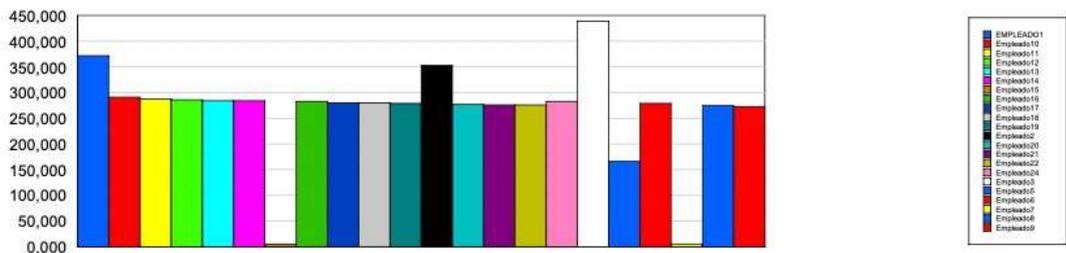
Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Resource

Usage

Total Number Seized	Value
EMPLEADO1	372.00
Empleado10	291.00
Empleado11	288.00
Empleado12	286.00
Empleado13	284.00
Empleado14	284.00
Empleado15	5.0000
Empleado16	282.00
Empleado17	280.00
Empleado18	280.00
Empleado19	279.00
Empleado2	353.00
Empleado20	277.00
Empleado21	276.00
Empleado22	276.00
Empleado24	282.00
Empleado3	439.00
Empleado5	166.00
Empleado6	279.00
Empleado7	5.0000
Empleado8	275.00
Empleado9	272.00



Anexo 9. Resultados de Simulación TO BE**Unnamed Project**

Replications: 1 Time Units: Hours

Key Performance Indicators

System	Average
Number Out	322

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Entity

Time

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	11.5416	0,176705024	5.9162	13.6977
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	4.5050	0,659117423	0.00	12.3130
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	16.0466	0,782680054	6.4661	24.6884

Other

Number In	Value			
Entity 1	372.00			
Number Out	Value			
Entity 1	322.00			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Entity 1	59.5731	4,92922	0.00	81.0000

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Queue

Time

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Accesorización	0.00	0,000000000	0.00	0.00
PROTEMAX.Queue				
Acondicionado.Queue	0.00004381	0,000093991	0.00	0.01437033
Control de Calidad GM y ROD.Queue	0.04296717	0,012018680	0.00	0.5042
Control de Calidad.Queue	0.00	0,000000000	0.00	0.00
CORRECCION1.Queue	0.00509720	(Insufficient)	0.00	0.02529808
Corrección2.Queue	0.06091830	(Insufficient)	0.00	0.5311
Corrección4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
DESPACHO.Queue	0.00136221	(Correlated)	0.00	0.02987061
Inspección de Ingreso a Conversión.Queue	1.7336	(Correlated)	0.00	3.9919
Inspección mecánica y eléctrica.Queue	0.8505	(Correlated)	0.00	2.2216
Inspección PROTEMAX.Queue	0.05707810	0,030170829	0.00	0.7499
Lavado RODO.Queue	0.01244815	0,003730070	0.00	0.2082
Movilización 4.Queue	0.01690208	0,006076506	0.00	0.1801
Movilización1.Queue	0.5237	(Correlated)	0.00	1.3158
Movilización2.Queue	0.04078568	(Correlated)	0.00	0.7578
Movilización3.Queue	0.00165535	0,000610207	0.00	0.04082344
Movilización5.Queue	0.00	0,000000000	0.00	0.00
Preparación.Queue	1.1012	(Correlated)	0.00	2.4953
Proceso de conversión GLP.Queue	0.1652	(Insufficient)	0.00	1.3561
Proceso de Conversión GNV.Queue	1.1929	(Insufficient)	0.00	5.4639
Secado e Inspección.Queue	0.00873469	0,002934287	0.00	0.1566
Validación RODO e Inspección Pre Lavado.Queue	0.00026234	0,000366916	0.00	0.05175006

Other

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Accesorización PROTEMAX.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Acondicionado.Queue	0.00014969	(Insufficient)	0.00	1.0000
Control de Calidad GM y ROD.Queue	0.1499	(Insufficient)	0.00	4.0000
Control de Calidad.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
CORRECCION1.Queue	0.00074334	(Insufficient)	0.00	1.0000
Corrección2.Queue	0.00888392	(Insufficient)	0.00	1.0000
Corrección4.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
DESPACHO.Queue	0.00456910	(Insufficient)	0.00	1.0000
Inspección de Ingreso a_Conversión.Queue	6.3925	(Correlated)	0.00	24.0000
Inspección mecánica y eléctrica.Queue	2.9463	(Correlated)	0.00	9.0000
Inspección PROTEMAX.Queue	0.2093	(Insufficient)	0.00	5.0000
Lavado RODO.Queue	0.04382787	(Insufficient)	0.00	1.0000
Movilización 4.Queue	0.05933334	(Insufficient)	0.00	1.0000
Movilización1.Queue	2.0293	(Correlated)	0.00	30.0000
Movilización2.Queue	0.1419	(Insufficient)	0.00	5.0000
Movilización3.Queue	0.00584544	(Insufficient)	0.00	2.0000
Movilización5.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Preparación.Queue	4.0606	(Insufficient)	0.00	10.0000
Proceso de conversión GLP.Queue	0.4828	(Insufficient)	0.00	6.0000
Proceso de Conversión GNV.Queue	0.8947	(Insufficient)	0.00	5.0000
Secado e inspección.Queue	0.03057142	(Insufficient)	0.00	1.0000
Validación RODO e Inspección Pre Lavado.Queue	0.00093184	(Insufficient)	0.00	1.0000

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Resource

Usage

Instantaneous Utilization	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EMPLEADO1	0.1315	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado10	0.6096	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado11	0.4400	(Correlated)	0.00	0.7895
Empleado12	0.3931	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado13	0.1174	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado15	0.1390	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado16	0.4879	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado17	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Empleado18	0.3777	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado19	0.8919	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado2	0.6146	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado20	0.7002	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado21	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Empleado22	0.2342	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado24	0.1400	(Insufficient)	0.00	1.0000
EMPLEADO25	0.1118	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado3	0.8901	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado4	0.9188	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado5	0.8301	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado6	0.5814	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado7	0.2255	0,051866668	0.00	1.0000

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Resource

Usage

Number Busy	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EMPLEADO1	0.1315	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado10	1.8287	(Correlated)	0.00	3.0000
Empleado11	8.3600	(Correlated)	0.00	15.0000
Empleado12	1.1793	(Correlated)	0.00	3.0000
Empleado13	0.1174	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado15	0.1390	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empleado16	0.9758	(Correlated)	0.00	2.0000
Empleado17	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Empleado18	0.7554	(Correlated)	0.00	2.0000
Empleado19	3.5675	(Insufficient)	0.00	4.0000
Empleado2	1.8437	(Insufficient)	0.00	3.0000
Empleado20	3.5011	(Correlated)	0.00	5.0000
Empleado21	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Empleado22	0.7027	(Correlated)	0.00	3.0000
Empleado24	0.1400	(Insufficient)	0.00	1.0000
EMPLEADO25	0.1118	(Correlated)	0.00	1.0000
Empleado3	9.7914	(Insufficient)	0.00	11.0000
Empleado4	3.6754	(Insufficient)	0.00	4.0000
Empleado5	3.3206	(Insufficient)	0.00	4.0000
Empleado6	1.7441	(Correlated)	0.00	3.0000
Empleado7	0.2255	0,051866668	0.00	1.0000

Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Resource

Usage

Number Scheduled	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
EMPLEADO1	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Empleado10	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
Empleado11	19.0000	(Insufficient)	19.0000	19.0000
Empleado12	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
Empleado13	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Empleado15	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Empleado16	2.0000	(Insufficient)	2.0000	2.0000
Empleado17	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Empleado18	2.0000	(Insufficient)	2.0000	2.0000
Empleado19	4.0000	(Insufficient)	4.0000	4.0000
Empleado2	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
Empleado20	5.0000	(Insufficient)	5.0000	5.0000
Empleado21	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Empleado22	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
Empleado24	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
EMPLEADO25	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Empleado3	11.0000	(Insufficient)	11.0000	11.0000
Empleado4	4.0000	(Insufficient)	4.0000	4.0000
Empleado5	4.0000	(Insufficient)	4.0000	4.0000
Empleado6	3.0000	(Insufficient)	3.0000	3.0000
Empleado7	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

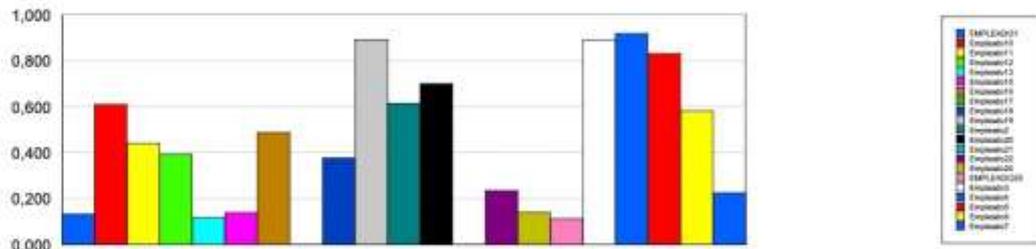
Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Resource

Usage

Scheduled Utilization	Value
EMPLEADO1	0.1315
Empleado10	0.6096
Empleado11	0.4400
Empleado12	0.3931
Empleado13	0.1174
Empleado15	0.1390
Empleado16	0.4879
Empleado17	0.00
Empleado18	0.3777
Empleado19	0.8919
Empleado2	0.6146
Empleado20	0.7002
Empleado21	0.00
Empleado22	0.2342
Empleado24	0.1400
EMPLEADO25	0.1118
Empleado3	0.8901
Empleado4	0.9188
Empleado5	0.8301
Empleado6	0.5814
Empleado7	0.2255



Unnamed Project

Replications: 1 Time Units: Hours

Resource

Usage

Total Number Seized	Value
EMPLEADO1	372.00
Empleado10	352.00
Empleado11	350.00
Empleado12	341.00
Empleado13	339.00
Empleado15	14.0000
Empleado16	675.00
Empleado17	0.00
Empleado18	336.00
Empleado19	332.00
Empleado2	354.00
Empleado20	652.00
Empleado21	0.00
Empleado22	324.00
Empleado24	18.0000
EMPLEADO25	322.00
Empleado3	278.00
Empleado4	354.00
Empleado5	72.0000
Empleado6	335.00
Empleado7	348.00

