

SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA
PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA
RENAULT RS.

JOSÉ FRANCISCO IGLESIAS ROJAS
JHON JAVIER ORTIZ PÉREZ

UNIVERSIDAD LIBRE
INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTÁ

2017

SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA
PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA
RENAULT RS.

JOSÉ FRANCISCO IGLESIAS ROJAS
062102043
JHON JAVIER ORTIZ PÉREZ
062111030

TRABAJO DE GRADO

ING. EDGAR LEONARDO DUARTE FORERO
DIRECTOR DE PROYECTO

UNIVERSIDAD LIBRE
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ

2017

El trabajo de grado titulado “SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA RENAULT RS” realizado por los estudiantes José Francisco Iglesias Rojas y Jhon Javier Ortiz Pérez con códigos 062102043 y 062111030 respectivamente, cumple con todos los requisitos legales exigidos por la Universidad Libre para optar al título de Ingeniero Industrial.

Firma director de proyecto

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, junio de 2017 (Fecha de la sustentación)

DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mi esposa y madre por su compañía y dedicación. Y a mi compañero Jhon Ortiz que sin él no hubiera sido posible culminar el proceso.

José Francisco Iglesias Rojas

A Dios por permitirme los logros obtenidos hasta ahora,

A mi esposa e hija, por su comprensión y apoyo para permitirme lograr la terminación de este proyecto,

A mis padres que al igual que mi esposa e hija son el motor de mi vida que me impulsa a salir adelante con todas las metas propuestas en mi vida.

Jhon Javier Ortiz Pérez

Al ingeniero Edgar Leonardo Duarte Forero por su especial dedicación y apoyo al compartir sus conocimientos con nosotros para el logro de este proyecto.

José Francisco Iglesias Rojas y Jhon Javier Ortiz Pérez

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todos y cada uno de los docentes que hicieron parte de nuestro proceso de formación profesional, por transmitirnos sus conocimientos y formarnos como profesionales éticos, para poder servir a nuestro país de la mejor manera.

En especial agradecemos al profesor Manuel Camacho, por su colaboración y aportes al desarrollo de este proyecto.

Al ingeniero Néstor Cordero por su apoyo en los momentos difíciles y su apoyo incondicional para salir satisfactoriamente de estos.

A todo el personal de RENAULT RS, en especial a Andrey Pinto, quien nos dio la confianza para poder desarrollar este proyecto en su empresa y nos facilitó los espacios e información necesarios.

RESUMEN

El presente documento muestra el desarrollo del sistema de planeación, programación y control de la prestación de servicios de mantenimiento preventivo en la empresa RENAULT RS, utilizando herramientas de ingeniería de métodos y simulación, para lograr optimizar los tiempos de entrega de los vehículos que toman estos servicios en la empresa, en pro de una mayor satisfacción al cliente y reducir los espacios ocupados dentro del taller para poder atender de manera más pronta a los clientes que llegan.

Como primer paso del proyecto se realizó diagnóstico de la situación problema de la empresa, que arrojó como resultado altos índices de entregas no conformes y pérdida de clientes potenciales a causa de espacios ocupados por vehículos retrasados en la entrega pactada con el cliente por demoras en los procesos. Para tener como medir los resultados obtenidos de la etapa de diagnóstico de manera cuantitativa, se realizó un análisis estadístico de la información con el fin de determinar los procesos cuello de botella, de los cuales se evidenció que los servicios de cambio de aceite, cambio de correas de repartición, mantenimiento de frenos y mantenimiento general se encontraban en esta categoría, razón por la cual se enfocó el proyecto en buscar solución e implementar mejoras en dichos procesos. Con base en los resultados arrojados por el análisis estadístico se desarrolló el sistema con el fin de planear, programar y controlar la operación buscando mejoras en los procesos y obtener resultados en estos servicios que permitan disminuir las cantidades de entregas no conformes de vehículos a los clientes.

Para ejecutar la validación de los resultados arrojados por la investigación y datos estadísticos obtenidos, así como de los resultados de la mejora, se realiza por medio de los datos históricos suministrados por la empresa un pronóstico de la demanda y una toma de tiempos estándar de los procesos cuello de botella con el fin de poder hacer un plan agregado y desarrollar una programación adecuada para la prestación del servicio, lo que permite que se obtenga un diagrama de proceso documentado para realizar el control de dicha programación. Se simuló el sistema actual en el software SIMIO SIMULATE para poder tener una versión real de lo ocurrido en la empresa y de los planes de mejora propuestos para poder hacer el comparativo de los resultados. Por otro lado, se comprobó por medio de un análisis financiero los beneficios que la empresa obtendrá al momento de realizar la aplicación de la mejora propuesta.

Palabras Clave: Planeación, programación, tiempo estándar, servicios, simulación, plan agregado, mantenimiento preventivo automotriz.

ABSTRACT

This document shows the development of the planning system, Programming and control of the provision of preventive maintenance services in the RENAULT R'S company, it uses engineering tools, methods and simulation in order to achieve and optimize the delivery times of the vehicles with services in the company, with the aim of greater customer satisfaction and at the same time reduce the spaces occupied within the workshop to be able to serve customers more quickly.

In the first step of the project was made a diagnosis of the problem of the company, which showed high rates of non-conforming deliveries and loss of potential customers due to spaces occupied by vehicles delayed in the delivery agreed with the customer due to delays in the processes. In order to measure the results obtained from the diagnostic stage, it used a quantitative way, it was made a statistical analysis of the information in order to determine bottleneck processes, in which it was evidenced that oil change services, change of belt of distribution, brakes maintenance and general maintenance were in this category, for that reason, it focused the project on finding and implementing improvements in these processes. Based on the results showed by the statistic analysis it developed the system with the purpose of planning, program and control the operation and at the same time look for improvements in all the process and obtain results in the services that allow decreasing the quantities of non-conforming deliveries of vehicles to the customers.

In order to execute the validation of the results of the research and statistical data obtained, and at the same time the improvement's results, it developed by mean the historical data supplied by the company a demand forecast and a standard time of the process bottleneck in order to can do an aggregate plan and develop proper programming for the provision of the service, which permits to obtain a document process diagram to be control this schedule. The current system was simulated in SIMIO SIMULATE software in order to have a real version of what happened in the company and of the proposed improvement plans to be able to make the comparative of the results. On the other hand, it was verified by means of a financial analysis the benefits that the company will obtain at the moment of realizing the application of the proposed improvement.

Key Words: Planning, scheduling, standard time, services, simulation, added plan, automotive preventive maintenance.

CONTENIDO

	Pág.
1 GENERALIDADES.....	16
1.1 PROBLEMA	16
1.1.1 Descripción del problema	16
1.1.2 Formulación del problema	22
1.2 OBJETIVOS	22
1.2.1 Objetivo general.....	22
1.2.2 Objetivos específicos.....	22
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	22
1.3.1 Delimitación espacial	22
1.3.2 Delimitación conceptual.....	22
1.4 METODOLOGÍA	23
1.4.1 Tipo de investigación	23
1.4.2 Cuadro metodológico.....	24
1.4.3 Marco legal y normativo.....	26
1.5 MARCO REFERENCIAL.....	27
1.6 ANTECEDENTES	27
1.7 MARCO TEÓRICO.....	30
1.7.1 Prestación del Servicio	30
1.7.2 Diagnóstico organizacional.....	32
1.7.3 Matriz Dofa	33
1.7.4 POAM: perfil de oportunidades y amenazas	34
1.7.5 Matriz de Vester.....	34
1.7.6 Diagrama de Pareto.....	35
1.7.7 Cálculo del Tamaño de la muestra:	36
1.7.8 Estudios de tiempos y movimientos.....	37
1.7.9 Ingeniería de métodos	39
1.7.10 Pronósticos de demanda	42
1.7.11 Plan agregado para empresas de servicios.....	46
1.7.12 Planificación y control a muy corto plazo.....	48

1.7.13	Modelos matemáticos.....	49
1.7.14	Teoría de colas.....	51
1.7.15	Distribución en planta.....	52
1.7.16	Evaluación financiera.....	52
1.8	MARCO CONCEPTUAL.....	54
2	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	56
2.1	DIAGNÓSTICO ORGANIZACIONAL.....	56
2.1.1	Análisis DOFA.....	56
2.1.2	Perfil de capacidad interna.....	56
2.1.3	Perfil de amenazas y oportunidades del medio.....	57
2.1.4	Matriz de Vester.....	60
2.1.5	Árbol de problemas.....	64
2.1.6	Árbol de soluciones.....	65
2.1.7	Perfil de capacidad disponible.....	66
2.1.7.1	Mano de obra.....	67
2.1.7.2	Horarios.....	67
2.1.7.3	Listado de servicios prestados por la empresa.....	68
2.1.7.4	Herramientas de trabajo.....	69
2.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PROBLEMA.....	70
2.2.1	Estadística de prestación de servicio y entregas no conformes.....	70
2.2.2	Diagrama de Pareto no conformidades.....	71
2.2.3	DIAGRAMA DE PARETO INGRESOS SERVICIOS A PRESTAR....	76
2.3	ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS A TRAVÉS DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.....	79
2.3.1	TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	79
2.3.1.1	FRENOS.....	80
2.3.1.2	CORREA DE REPARTICIÓN.....	80
2.3.1.3	CAMBIO DE ACEITE.....	81
2.3.1.4	MANTENIMIENTO GENERAL.....	82
2.3.2	TOMA DE TIEMPOS.....	83
2.3.3	TIEMPOS ESTÁNDAR.....	83

2.3.3.1	FRENOS	83
2.3.3.2	CORREA DE REPARTICIÓN	85
2.3.3.3	CAMBIO DE ACEITE	86
2.3.3.4	MANTENIMIENTO GENERAL.....	87
2.4	SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL.....	88
2.4.1	PRONÓSTICO.....	88
2.4.1.1	Método Promedios Móviles	89
2.4.1.2	Método Winters o suavización exponencial triple.....	90
2.4.2	NOTACIÓN MATEMÁTICA PLAN AGREGADO	92
2.4.3	PLAN AGREGADO.....	95
2.4.4	CONTROL	98
2.5	SIMULACIÓN Y ANÁLISIS FINANCIERO DEL ESCENARIO	100
2.5.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LAS TASAS DE LLEGADA Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS.....	100
2.5.2	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DATOS GENERALES.....	100
2.5.3	SIMULACIÓN ESTADO ACTUAL.....	103
2.5.4	SIMULACIÓN RESULTADO PROPUESTO	105
2.5.5	ANÁLISIS FINANCIERO	108
2.5.5.1	ANÁLISIS FINANCIERO ACTUAL	108
2.5.5.2	ANÁLISIS FINANCIERO PROPUESTA.....	110
2.5.5.3	ANÁLISIS FINANCIERO SEGUNDA PROPUESTA	112
3	CONCLUSIONES.....	116
4	RECOMENDACIONES	118
5	BIBLIOGRAFIA	119
6	CIBERGRAFIA.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Servicios prestados periodo desde junio de 2015 a marzo 2016	18
Tabla 2. Cuadro metodológico.	24
Tabla 3. Normas Ambientales para un establecimiento automotriz.....	26
Tabla 4. Matriz de Vester	35
Tabla 7. Los valores Z más utilizados y sus niveles de confianza.....	37
Tabla 5. Tabla de Therbligs con símbolo y definición.....	40
Tabla 6. Escala EEP de Borg con palabras clave	41
Tabla 8. Matriz DOFA PCI.....	57
Tabla 9. Matriz DOFA POAM	57
Tabla 10. Matriz DOFA.....	59
Tabla 11. Matriz de Vester	60
Tabla 12. DESCRIPCIÓN DE CARGO	67
Tabla 13. Datos clientes mes y entregas no conformes. (Junio 2015 a marzo 2016)	70
Tabla 14. Datos clientes mes y entregas no conformes. (Junio 2015 a marzo 2016)	71
Tabla 15. Datos no conformidades de servicios prestados (Junio 2015 a marzo 2016)	72
Tabla 16. Datos clientes y entregas no conformes al mes de junio de 2015.....	72
Tabla 17. Datos clientes y entregas no conformes al mes de julio 2015.....	73
Tabla 18. Datos clientes y entregas no conformes al mes de agosto 2015.	74
Tabla 19. Resumen Pareto No Conformidades septiembre 2015 a marzo 2016 ..	75
Tabla 20. Pareto ingresos servicios a prestar junio.....	76
Tabla 21. Tabla de frecuencias de ingresos servicios a prestar julio - 2015	77
Tabla 22. Pareto ingresos servicios a prestar agosto.....	77
Tabla 23. Resumen Frecuencia Absoluta septiembre 2015 a marzo 2016	78
Tabla 24. Tamaño de la muestra de servicios.....	79
Tabla 25. Estadístico Frenos.....	80
Tabla 26. Estadístico Correa de Repartición	81
Tabla 27. Estadístico Cambio de Aceite.....	81
Tabla 28. Estadístico Mantenimiento General.....	82
Tabla 29. Tiempo Estándar Frenos (Minutos)	84
Tabla 30. Tiempo Estándar Correa de Repartición (Minutos)	85
Tabla 31. Tiempo Estándar Cambio de Aceite (Minutos)	86
Tabla 32. Tiempo Estándar mantenimiento general (Minutos)	87
Tabla 33. Datos Demanda 3 años.....	88
Tabla 34. Datos Método Promedios Móviles	89
Tabla 35. Pronóstico Método Promedios Móviles	90
Tabla 36. Prueba de Error Método Promedios Móviles.....	90

Tabla 37. Promedios cada año.....	91
Tabla 38. Pronóstico Método Winters	91
Tabla 39. Parámetros notación matemática	92
Tabla 40. Demanda de servicios (vehículos/mes).....	95
Tabla 41. Días hábiles y horas hombre.....	96
Tabla 42. Plan Agregado.....	97
Tabla 43. Aceptación de distribuciones en STAT::FIT	100
Tabla 44. Estadístico datos generales	101
Tabla 45. Distribución de probabilidad diagrama de flujo Simio	102
Tabla 46. Simulación propuesta	107
Tabla 47. Resumen datos obtenidos de los escenarios.	107
Tabla 48. Flujo de Caja Actual	108
Tabla 49. Flujo de Caja Propuesta	111
Tabla 50. Flujo de caja Segunda Propuesta	113

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Relación entregas y no conformidades mes a mes (Junio 2015 a marzo 2016)	71
Gráfico 2. Pareto No-Conformidades junio de 2015.....	73
Gráfico 3. Pareto No-Conformidades julio 2015	74
Gráfico 4. Pareto No-Conformidades agosto 2015.....	75
Gráfico 5. Análisis de Pareto ingresos junio	76
Gráfico 6. Pareto ingresos julio	77
Gráfico 7. Pareto ingresos agosto	77
Gráfico 8. Comparativo Demandas últimos 3 años.	88
Gráfico 9. Distribución Datos generales	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación entre número de clientes y entregas no conformes.....	18
Figura 2. Diagrama de Ishikawa de la empresa RENAULT RS.....	21
Figura 3. Perspectiva de la administración de servicio.....	30
Figura 4. Mapa estratégico de servicio (Promoción en mantenimiento).....	32
Figura 7. Desarrollo matriz DOFA	34
Figura 6. Comparativo problema antes y después de realizar análisis Pareto.	36
Figura 5. Cola - centro de servicio.....	52
Figura 8. Matriz tipos de problemas	61
Figura 9. Árbol de problemas	64
Figura 10. Árbol de Solución	65
Figura 11. Áreas de Trabajo.....	66
Figura 12. Área Capacidad.....	66
Figura 13. Organigrama sugerido.....	68
Figura 14. Flujo de control.....	99
Figura 15. Diagrama de Flujo Simulación Simio.....	102
Figura 16. Simulación Actual.....	103
Figura 17. Simulación Propuesta	106
Figura 18. Segunda Simulación Propuesta	106

ANEXOS

Anexo A. Tabulación de encuestas empleados

Anexo B. Tabulación de encuestas clientes

Anexo C. Perfil de capacidad interna PCI

Anexo D. Perfil amenazas oportunidades del medio POAM

Anexo E. Herramientas de trabajo

Anexo F. Tablas & Gráficos Pareto No conformidades septiembre 2015 a marzo 2016

Anexo G. Tablas & Gráficos Pareto ingresos servicios a prestar septiembre 2015 a marzo 2016

Anexo H. Toma de tiempos

Anexo I. Diagrama de flujo frenos

Anexo J. Diagrama de flujo correa de repartición

Anexo K. Diagrama de flujo aceite

Anexo L. Diagrama de flujo mantenimiento general

Anexo M. Desarrollo de hipótesis Nula y Alternativa

INTRODUCCIÓN

En el mundo globalizado donde día a día la competencia en el mercado se hace cada vez más grande, las empresas tienen la necesidad de desarrollar estrategias de mejoramiento para poder ser líderes e ir creciendo para ser más competitivos y poder ajustarse con el aumento de la demanda, que se genera a causa del consumismo al que la humanidad se ha ido acostumbrando en los últimos años.

Debido a que el mercado de venta de vehículos ha ido creciendo a pasos agigantados, los servicios que vienen ligados con dicho producto se han salido de las manos de las empresas productoras, razón por la cual han tenido que realizar alianzas con otras empresas para que los servicios sean prestados a sus clientes; como ejemplo se puede citar el servicio de mantenimiento de los vehículos, que se ha convertido en el dolor de cabeza de los propietarios de vehículos debido al mal estado de la malla vial de las ciudades, lo que genera mayor desgaste en los carros y a su vez que el propietario deba buscar la opción en la que su vehículo sea reparado con la mayor eficiencia y así tener su medio de transporte en uso lo más rápido posible.

Con base en lo anterior la empresa RENAULT RS busca convertirse en la mejor opción para que los propietarios de vehículos realicen con ellos el mantenimiento preventivo de su carro, pero para lograr esto se debe realizar una excelente planeación, programación y control de la prestación de dicho servicio con el fin de generar satisfacción en sus clientes y a su vez hacerlo de la manera más eficiente para poder tener espacios para la recepción de vehículos de nuevos clientes y así hacer crecer el buen nombre de su empresa.

En el siguiente trabajo se encuentra el desarrollo del sistema de la planeación, programación y control de la prestación del servicio, basado en los datos históricos de demanda de la empresa, proyectados por medio de pronósticos y así poder hacer un plan agregado que le permita satisfacer la demanda actual y llevar a cabo por medio de programas de simulación un plan para afrontar un posible cambio en la demanda futura.

JUSTIFICACIÓN

Es para **RENAULT RS** importante desarrollar el sistema de planeación y programación de la prestación de servicios, con el fin de poder competir en el mercado, lograr ampliar la cantidad de clientes y fidelización de los mismos, buscando mantener la alianza estratégica que se tiene actualmente con la empresa fabricante de vehículos de la marca, sin embargo el no lograr mantenerse de manera competitiva haría que la empresa desaparezca del mercado, ya que la competencia en este tipo de servicios es bastante amplia, lo que hace más complejo el sostenimiento de la operación de la empresa.

Desarrollar el proyecto permite a su vez a la universidad fortalecer su imagen y el de sus egresados por el hecho de brindar apoyo a una microempresa, las cuales han tendido a desaparecer por factores como los tratados de libre comercio, y el buen momento económico que se presenta en el país fomentando de esta manera la inversión extranjera en las diferentes actividades comerciales desarrolladas en nuestro territorio.

Así mismo a los autores les proporciona herramientas prácticas en áreas sensibles de una empresa brindándole de esta manera competencias que fortalecerían sus aptitudes para afrontar situaciones reales presentes día a día en el desarrollo del país, por otro lado fomenta el perfil investigador del ingeniero industrial dándole la destreza y conocimientos para el manejo de una investigación en su campo de acción teniendo en cuenta los parámetros establecidos para llevarla a cabo.

1 GENERALIDADES

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Descripción del problema

La empresa **RENAULT RS**, que fue creada en el año 2011, se encuentra ubicada en la Avenida Boyacá # 50 – 25, en el sector de Normandía en la ciudad de Bogotá, Cuenta con un total de Nueve (9) trabajadores en su planta de personal y su objeto social está orientado al mantenimiento y reparación en exclusivo de vehículos RENAULT, contando con el apoyo de SOFASA, la compañía que ensambla esta marca en Colombia.

La empresa realiza trabajos de mantenimiento preventivo como:

- Sistema de suspensión
- Sistema de dirección
- Sistema de frenos
- Sistema de inyección
- Sistema eléctrico
- Sistema de lubricación
- Sistema de refrigeración
- motor
- Sincronización

Dentro de los procesos de mantenimiento correctivo se encuentran:

- Sistema de suspensión
- Sistema de dirección
- Sistema de frenos
- Sistema de inyección
- Sistema eléctrico
- Sistema de lubricación
- Sistema de refrigeración
- Reparación de motores
- Sincronización
- Reparación de cajas de velocidades
- Latonería y pintura
- Cambio repuestos en general.

Los centros de trabajo con los que cuenta la empresa en la parte de procesos de producción se encuentran organizados de la siguiente manera:

- Un (1) centro para la recepción de los vehículos
- Un (1) centro de trabajo con gato hidráulico para el mantenimiento de suspensión y transmisión del vehículo
- Seis (6) centros de trabajo para mantenimiento preventivo
- Dos (2) centros de trabajo para reparación de motores
- Dos (2) centros de trabajo para mantenimientos correctivos
- Dos (2) centros de trabajo para latonería
- Dos (2) centros de trabajo para pintura
- Un (1) centro de trabajo de cámara de secado de pintura.

La distribución de planta cuenta con un área operativa de 468 m², la cual se distribuye en 3 secciones de trabajo, mantenimiento preventivo, correctivo y pintura. Con una capacidad instalada de 8 espacios para vehículos de trabajo en mantenimiento preventivo, 4 espacios para vehículos de trabajo en mantenimiento correctivo y 5 espacios para vehículos en pintura.

En la parte administrativa la empresa cuenta con personal en las áreas de gerencia general, secretaría y facturación, contabilidad y almacén.

En la empresa, se atiende una demanda de 211 vehículos en promedio mensual, los cuales requieren un servicio de mantenimiento correctivo o preventivo. Para cada uno de estos servicios se hace necesario una revisión previa, así como la aprobación del cliente para realizar los trabajos necesarios, que es uno de los factores que genera demoras, otro factor de demora en las entregas son los repuestos que no hay en stock debido a su poca rotación, ya que los proveedores tienen tiempos de suministro altos.

Adicionalmente, las instalaciones frecuentemente se encuentran ocupadas en un porcentaje cercano al 100% de la capacidad y ello conlleva a que se presenten situaciones de rechazo de clientes, lo cual afecta la estabilidad financiera de la empresa.

En la tabla 1, Se presenta la demanda de servicios de vehículos en el periodo comprendido entre el mes de junio del 2015 a marzo del 2016, así como la cantidad de entregas no conformes por el mismo periodo con su respectivo porcentaje y sus promedios.

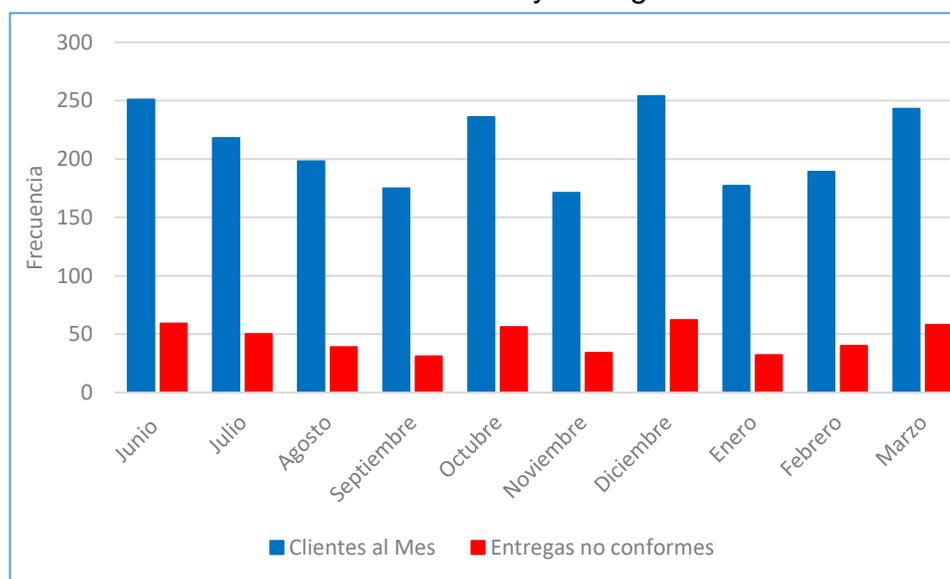
Tabla 1. Servicios prestados periodo desde junio de 2015 a marzo 2016

Mes	Cientes al Mes	Entregas no conformes	Porcentaje de entregas no conformes
<i>Junio</i>	251	59	23,5
<i>Julio</i>	218	50	22,9
<i>Agosto</i>	198	39	19,7
<i>Septiembre</i>	175	31	17,7
<i>Octubre</i>	236	56	23,7
<i>Noviembre</i>	171	34	19,9
<i>Diciembre</i>	254	62	24,4
<i>Enero</i>	177	32	18,1
<i>Febrero</i>	189	40	21,2
<i>Marzo</i>	243	58	23,9
Promedios	211	46,1	21,3

Fuente: Datos proporcionados por la empresa.

En la Figura 1, se observa el comportamiento de la variable de entregas no conformes con respecto a la demanda de servicios, se encuentra por fuera de los rangos de calidad de la empresa.

Figura 1. Relación entre número de clientes y entregas no conformes



Fuente: Datos estadísticos de la empresa periodo junio 2015 a marzo 2016

De acuerdo con la anterior información se puede evidenciar que un porcentaje de incumplimiento del 21.3% está por fuera del rango de aceptación de la empresa, lo

que está generando pérdida de clientes y poniendo en riesgo la alianza estratégica con la empresa SOFASA.

La alianza mencionada beneficia a la empresa ya que recibe apoyos económicos, publicitarios, en máquinas y descuentos en repuestos; que les permite prestar un mejor y completo servicio, siendo de esta manera más competitiva en el mercado; esto siempre y cuando la empresa cumpla con ciertos estándares estipulados por SOFASA.

Por esta razón se hace necesario mejorar el sistema de planeación de la prestación de servicios de la empresa, de manera que le permita disminuir el porcentaje de incumplimientos del proceso que comprende los pasos de recepción del vehículo, revisión de diagnóstico, confirmación con el cliente para la autorización de la orden de trabajo, solicitud a almacén y proveedores según el caso de los respectivos repuestos y realización del proceso de cambio de piezas.

Para ello se debe tener en cuenta que puede haber vehículos en los centros de trabajo en los cuales se va a realizar el proceso, lo que puede generar retrasos en el inicio del proceso, sin tener en cuenta la parte de latonería y pintura, ya que esta no está siendo afectada en alto porcentaje por el fenómeno debido a los métodos de trabajo y las mediciones de tiempos en los procesos, falta de capacitación de los empleados para tener un control de la entrada y salida de los vehículos.

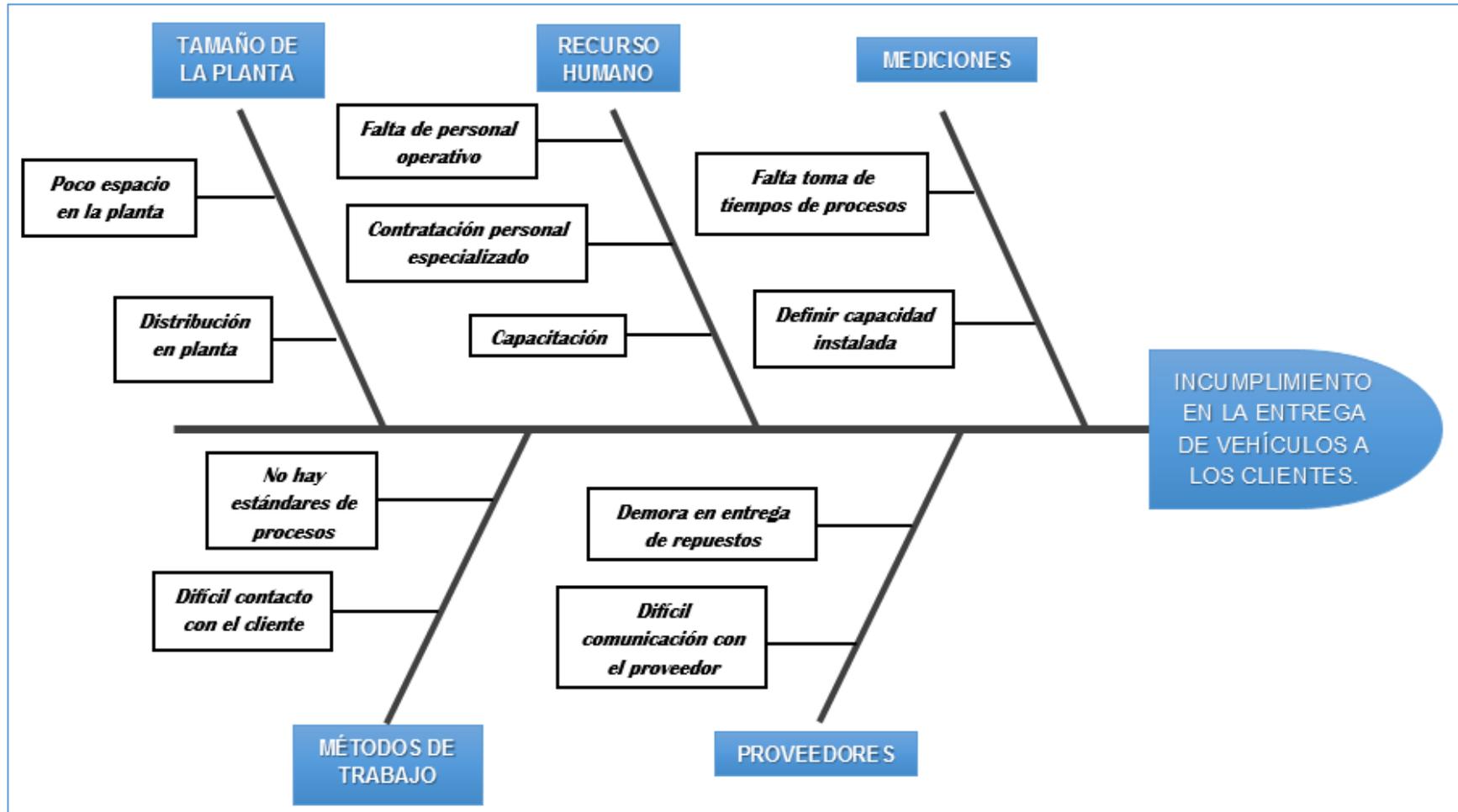
Como se observa en la Figura 2, el diagrama muestra los factores que originan el incumplimiento con la entrega de vehículos, razón por la cual hay un incrementado en las quejas de inconformidades con el servicio de atención, el alto stock de vehículos en espera ha originado pérdida de nuevos clientes por el tamaño de la planta del centro automotriz, debido a esto el nuevo cliente no tiene una atención directa y no hay ingreso, lo que hace que se rechace por espacio, por consiguiente el cliente se retire y no tendrá ganas de volver en otra oportunidad; cada uno de estos inconvenientes internos resalta la falta de planeación, programación y control que presenta la empresa, situación que afecta la facturación, servicio, atención y disminución en los ingresos y ventas que debe mantener para el funcionamiento y sostenibilidad del centro automotriz.

La situación actual de servicio al cliente ha desmejorado por falencias con los proveedores, tamaño de planta física, falta de personal operativo, definir la capacidad instalada, la falta de estándares y otros inconvenientes mencionados en la Figura 2, lo que afecta la llegada de nuevos clientes, aunque en la actualidad la calidad en el trabajo automotriz es buena y cumple con los requerimientos de SOFASA para la refacción de los vehículos con reparaciones preventivas y correctivas. Se debe mejorar con la planificación, programación y control del servicio

en el cumplimiento de la entrega de los vehículos y con esto incrementar el ingreso de nuevos clientes al conocer la calidad del servicio y reparaciones; logrando una atención y disponibilidad inmediata en el servicio automotriz.

Al prestar atención a los inconvenientes presentes en el centro automotriz, se busca con el trabajo de grado mostrar a los propietarios una mejor funcionalidad en la planta con la aplicación de ingeniería, para que de esta manera fortalezca sus alianzas e incremente sus ingresos por la planificación, programación y control de sus procesos y la calidad en el servicio aplicando a la certificación ISO 9001 del 2015 en la calidad de sus procesos internos.

Figura 2. Diagrama de Ishikawa de la empresa RENAULT RS



Fuente: Los autores, basados en la información recolectada.

1.1.2 Formulación del problema

¿De qué forma puede **RENAULT RS** reducir el incumplimiento de los tiempos pactados de entrega para los vehículos asignados a mantenimiento?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema para la planeación, programación y control de la prestación del servicio de mantenimiento preventivo en la empresa **RENAULT RS** utilizando ingeniería de métodos, teoría de colas y simulación con el fin de mejorar el cumplimiento de metas de tiempos de entrega.

1.2.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico organizacional en la empresa **RENAULT RS**, con el fin de determinar las principales causas de retraso en la entrega de los vehículos.
- Recopilar datos acerca de las variables que inciden en el porcentaje de incumplimientos presentados en los servicios estudiados.
- Estandarizar los procesos de mantenimiento preventivo a través de un estudio de tiempos y movimientos.
- Desarrollar el sistema de planeación, programación y control de la prestación de servicios para la empresa.
- Validar la funcionalidad y conveniencia del sistema desarrollado utilizando herramientas financieras y de simulación.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1 Delimitación espacial

El proyecto se llevó a cabo en la empresa **RENAULT RS**, ubicada en la Avenida Boyacá # 50 – 25, en el barrio Normandía en la localidad décima de Engativá en la ciudad de Bogotá.

1.3.2 Delimitación conceptual

Se desarrolló un sistema de planeación, programación y control de la prestación de servicios sin realizar la implementación, la cual queda sujeta a decisión del representante legal de la empresa. Algunas de las herramientas utilizadas son: diagnóstico organizacional, estudio de tiempos y movimientos, teorías de colas, programación de producción, planeación de la capacidad, pronósticos.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Tipo de investigación

Debido a que la investigación requiere datos que no necesariamente deben ser medidos presenta un enfoque cualitativo; y a su vez requiere de mediciones, recopilación de datos estadísticos, donde se busca probar las causas de los efectos que provocan las entregas no conformes en la empresa, datos que son determinados por un enfoque cuantitativo; al existir en la investigación una mezcla de los dos tipos de enfoques se puede determinar que el tipo de investigación que se va a implementar en el proyecto corresponde al mixto.

1.4.2 Cuadro metodológico

Tabla 2. Cuadro metodológico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES Y/O METODOLOGÍA	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
<p>Realizar un diagnóstico organizacional en la empresa RENAULT RS, con el fin de determinar las principales causas de retraso en la entrega de los vehículos.</p>	<p>Desarrollo del Análisis DOFA</p> <p>Construcción de la Matriz de Vester</p>	<p>Observación directa de las metodologías utilizadas por la empresa.</p> <p>Encuestas a trabajadores</p> <p>Encuestas a clientes actuales de la empresa</p>
<p>Recopilar datos acerca de las variables que inciden en el porcentaje de incumplimientos presentados en los servicios estudiados.</p>	<p>Desarrollo del análisis de Pareto con el fin de determinar los procesos con mayor tasa de incumplimientos.</p> <p>Análisis con respecto a cuáles son los trabajos en los que con mayor frecuencia se incumple.</p> <p>Recolección de datos estadísticos de tipos de trabajos realizados más comúnmente en RENAULT RS.</p> <p>Planteamiento del análisis estadístico de los datos recopilados</p>	<p>Tomar de los archivos históricos de la empresa los datos de los servicios prestados con el fin de determinar la frecuencia con que se realiza un trabajo determinado.</p> <p>Encuestas a trabajadores</p>
<p>Estandarizar los procesos de mantenimiento correctivo a través de un estudio de tiempos y movimientos.</p>	<p>Toma de tiempos de los procesos más realizados en la empresa con el fin de estandarizar tiempos de procesos.</p> <p>Aplicación de los cálculos necesarios para la estandarización de los tiempos</p> <p>Estandarización de los tiempos de los procesos</p>	<p>En los procesos más frecuentes en la empresa y los que generan mayores demoras en los tiempos de entrega, toma de tiempos y movimientos con el fin de estandarizar.</p>

OBJETIVOS ESPECÍFICOS (continuación)	ACTIVIDADES Y/O METODOLOGÍA	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Desarrollar el sistema de planeación y programación de la prestación de servicios para la empresa.	<p>Aplicación de las herramientas de pronóstico, plan agregado y programación de la prestación del servicio</p> <p>Análisis teoría de colas para la planeación del problema.</p>	Determinar el mejor modelo matemático para el taller y realizar los cálculos de secuenciación y recursos
Validar la funcionalidad y conveniencia del sistema desarrollado utilizando herramientas financieras y de simulación.	<p>Comprobación de la viabilidad financiera del proyecto, comparándola con el estado financiero actual de la empresa.</p> <p>Desarrollo del programa de simulación del proyecto con el fin de observar los posibles resultados arrojados por el proyecto</p> <p>Herramientas de análisis financiero</p> <p>Desarrollo algoritmo para programa de simulación</p> <p>Sustentación de resultados obtenidos en el proyecto a jurado de la universidad</p> <p>Socialización a la empresa de resultados obtenidos</p>	<p>Realizar el análisis de los posibles resultados del proyecto en cuanto a beneficios financieros</p> <p>Elegir programa en el que se va a montar el algoritmo de simulación del proyecto.</p>

Fuente: Los autores, basados en la información recolectada

1.4.3 Marco legal y normativo

El marco legal para los cuales se rige un taller automotriz son los siguientes:

NTC-ISO14001

Certificación con la que debe contar la empresa **Renault RS**, ya que demuestra el desempeño ambiental y el control del impacto de su actividad sobre el medio ambiente. Su relevancia en el desarrollo de las actividades del presente radica en la concordancia con la prestación del servicio y del manejo de residuos en materia ambiental junto con las consecuencias que pueden derivarse de todas las actividades.

Normas establecidas para el cuidado del medio ambiente que debe tener un taller automotriz como la empresa **Renault RS**, las cuales son indispensable para el desarrollo y libre funcionamiento del establecimiento bajo los parámetros de la alcaldía (ver tabla 3) y usos permitidos del terreno.

Tabla 3. Normas Ambientales para un establecimiento automotriz.

ASUNTO	NORMA	DESCRIPCIÓN
Aceites pesados	Convenio de Basilea, aprobado mediante Ley 253 del 9 de enero de 1996	Aceites usados son considerados residuos peligros.
Gestión de aceites usados	Resolución 1188 de 2003	Por la cual se adopta el manual de normas y procedimientos para la gestión de aceites usados en el distrito.
Ambiente sano	Constitución política de Colombia art. 79	Reconoce el derecho a gozar de ambiente sano e impone al Estado el deber de proteger la diversidad e integridad del ambiente.
Utilización de aceites usados	Ley 430 de 1998	Para la generación de energía eléctrica solo sin son generados en el país.
Aceites usados	Resolución 415 de 1998	Uso como combustibles.
Residuos peligros	Decreto 4741 del 20005	Reglamenta parcialmente la gestión de residuos en el marco de la gestión de residuos.

Fuente. Los autores, basados en la información de los documentos de la empresa.

Debido a las anteriores normas la empresa ha establecido una política ambiental.

“Estamos comprometidos con a la identificación de los impactos ambientales generados por el uso de ciertos materiales tóxicos, con el fin de mejorar continuamente nuestros procesos de producción, para prevenir o disminuir la contaminación” (Pinto Andrey, 2015)

Decreto 1443 de 2014

Norma legal de obligatorio cumplimiento por todo tipo de empleadores, con el objeto de definir los lineamientos para la implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo; parámetros que la empresa **Renault RS**, en materia de anticipación, reconocimiento, control y evaluación de riesgos que afectan la seguridad y la salud en el trabajo y en los cuales debe estar enmarcada la actuación de cada uno de los integrantes de la empresa en su puesto de trabajo.

NTC-ISO9001

Certificación con la que debe contar la empresa **Renault RS** a futuro para continuar con el respaldo de RENAULT y garantizar la calidad en los servicios, control de procesos y documentación interna; está orientada a la evaluación de la capacidad de las organizaciones para satisfacer los requisitos del cliente y los propios de la organización.

1.5 MARCO REFERENCIAL

RENAULT RS, es una empresa perteneciente al sector de mecánica automotriz, con más de 5 años de experiencia en el mercado de mantenimiento preventivo, correctivo, latonería y pintura de vehículos de marca Renault, que debido a su ubicación estratégica y al respaldo ofrecido por sus proveedores ha logrado fidelizar clientes y posesionarse en el mercado con facilidad.

Sin embargo el gran resultado que ha obtenido RENAULT RS ha hecho que la demanda de servicios aumente, lo que implica que la capacidad disponible e instalada de la empresa no sea suficiente para satisfacer a los clientes que llegan en busca de la prestación de un servicio, generándose de esta manera inconvenientes a la hora de la atención por falta de espacio, ya que casi todo el tiempo su capacidad está ocupada en el 100%, razón que ha generado inconformidad en algunos clientes que acuden a la competencia.

1.6 ANTECEDENTES

Se puede evidenciar que la cantidad de vehículos en las principales ciudades del país ha venido creciendo en los últimos años, pero por otro lado la malla vial no está en las mejores condiciones en la mayoría de ciudades, lo que incrementa el riesgo de daños en

los vehículos. Es por tal razón que la cantidad de vehículos que asisten a los talleres de servicios mecánicos es alta, en consecuencia, se presenta saturación en estos servicios, lo que obliga a los jefes de taller de estos centros a implementar estrategias para lograr disminuir la saturación y tratar de atender al 100% de los clientes que asisten a sus talleres.

Para complementar esta información a continuación se relacionan investigaciones hechas sobre este tema en diferentes lugares del país y en el extranjero:

En el taller automotriz BERNAL en la ciudad de Guayaquil, Ecuador, Ángel Bernal (2012); el problema que encuentra para el desarrollo del proyecto es el exceso de tiempo que tarda un vehículo en ser entregado a su propietario, de este problema hay variables internas que influyen en los tiempos de entregas como: control de repuestos e ingreso de vehículos, inventarios, demoras en puestos de trabajo, pérdida de tiempo en la ejecución de los mantenimientos control de trabajos internos realizados, para dar solución a estos inconvenientes y a la administración del taller. El ingeniero para contrarrestar y dar solución a la problemática después de conocer el proceso de entrada y salidas del vehículo, estudio e inspección y toma de tiempos en los puestos de trabajo, implementó un software que permite a los administradores de talleres tener un control sobre los servicios que prestan y sobre el personal que los realiza, así mismo tienen un control propio sobre los inventarios de los repuestos, control de presupuestos y gastos entre otros.

El sistema también le permite obtener un historial de varios años anteriores de los servicios que se le han prestado al vehículo al que se le va a realizar el mantenimiento, lo cual le permite al jefe de taller llegar a los puntos exactos y estrictamente necesarios del vehículo para realizar el mantenimiento preventivo.

El porcentaje de mejora que arrojó la implementación a este taller fue del 9,71% en cuanto a las operaciones internas y concluyeron que, con el uso del software y el trabajo de ingeniería para determinar los fallos focales en el taller, se logró optimizar los recursos disponibles, disminuir la parada de vehículos en los puestos de trabajo a la mitad para estar a nivel competitivo con los demás centros automotrices y así reducir los costos y tener una mayor ganancia.

En el taller de latonería de la empresa MIRASOL S.A., Pablo Cedillo (2010), en la ciudad de Cuenca, Ecuador realizó un estudio con referencia a los tiempos de servicio, sin embargo al ser un taller en el que los servicios dependen del tipo de siniestro, debido a esto se hace complicado determinar los tiempos de servicios y el orden de ejecución, para lo cual utiliza un simulador realizado en Excel que se basa en la teoría de colas, el objetivo de este proyecto es ofrecer un programa de planificación de producción en el taller.

El problema se centra en el incumplimiento con las fechas de entrega a los clientes por la falta de planificación en la producción. El simulador permite obtener resultados en mejoras de tiempos, el sistema da opción de programar la orden de trabajo para obtener la mejor posible y reducir los tiempos, también permite estimar un tiempo de entrega con una precisión alta. Por otro lado, permite al administrador del taller saber a qué capacidad está funcionando el taller para recibir órdenes de trabajo nuevas. Otra herramienta fundamental para el administrador es la de poder ver qué partes se deben trabajar en cada vehículo.

La conclusión que se obtuvo del proyecto permitió mejorar considerablemente la calendarización de las fechas de entrega y un sistema de recopilación de datos desde la entrada del vehículo hasta después de la reparación, consiguiendo la eficacia y eficiencia del taller.

En el taller DIEGO CHASIS, de la ciudad de Santiago de Cali, Colombia, Diego Correa, (2013), enfrenta un problema al igual que los anteriores de administración, sin metodologías claramente definidas, sino que simplemente están basadas en la experiencia de quienes los manejan.

Para la solución de estos problemas administrativos el autor se apoya de los métodos de calidad total y justo a tiempo.

El anterior trabajo no tuvo una implementación ni simulación por lo cual no hay resultados claros, sin embargo, la búsqueda del proyecto se enfocaba en la fidelización de los clientes.

En los talleres Autorizados S.A. del grupo DINISSAN, debido a la desorganización existente, falta de planeación y control, se desarrolló un proyecto basado en la teoría de líneas de espera o teoría de colas, el cual iba a ser aplicado para mejorar el control de las actividades del taller ya que luego de la instalación de tableros electrónicos que serían los encargados de dar ese control a la administración no se obtuvo ningún resultado satisfactorio, los ingenieros (Laverde & Becerra, 2012) implementaron un software que pudiera servir de manera efectiva a la administración de este taller.

En conclusión lo que se busca en los talleres es que se deje de manejar la administración y la planeación de manera manual sin que se presenta desorganización y pérdida de clientes, por lo que en los casos que se presentaron y en el que se va a llevar a cabo, por medio de las herramientas de la ingeniería en toma de tiempos, registro de información, planeación, programación y control dejar las bases para que por medio del software se facilite la organización, atención interna para el flujo de caja y clientes o por medio de programas informáticos que permiten a los administradores hacer los cálculos

de la prestación del servicio en cuanto a los resultados arrojados en la toma de datos y recopilación de la información para el proceso de simulación.

1.7 MARCO TEÓRICO

Dentro del proyecto a desarrollar existen temas importantes que se deben tener en cuenta de manera clara para lograr el objetivo, los temas a tratar son los siguientes:

1.7.1 Prestación del Servicio

Dentro de la naturaleza de los servicios, todas aquellas empresas que prestan intangibles creen manejar el concepto de servicio en seis generalidades, José Domínguez (2003):

1. Considerar ser el mejor y experto en servicios del mundo.
2. La particularidad en los servicios; lo que funciona bien en uno puede desfavorecer otro.
3. Diferencia entre la calidad de trabajo a calidad de servicio.
4. Determinar el contenido de tangibles e intangibles que constituyen el servicio que se prestara.
5. Gerencia de servicios efectiva; efectividad sobre mercadeo, personal y operaciones.
6. Comportamiento cíclico del servicio con la interacción hacia el cliente por medios personales, telefónicos o correo.

Se ubica al cliente en la parte media de las decisiones (Figura 3) como punto central, el cliente para una organización es quien mantiene el funcionamiento y existencia de esta.

Figura 3. Perspectiva de la administración de servicio



Fuente: Los autores utilizando como base el triángulo de servicio, tomado del libro Gerencia del Servicio Karl Albrecht Ron Zamke pag. 40.

En toda organización el cliente es el aspecto más importante, ya que al satisfacer sus expectativas tendrán un mayor porcentaje de aceptación y al conocer sus derechos como consumidor incrementa su nivel de exigencia.

El cliente busca calidad, cumplimiento, buenos precios y valor agregado, la atención que prima sobre todas las demás, un lugar que le brinde un ambiente agradable, trato personalizado (cliente totalmente satisfecho), para contar con una buena base de datos y adicional obtener más clientes y asignar citas y tiempos de respuesta a sus requerimientos.

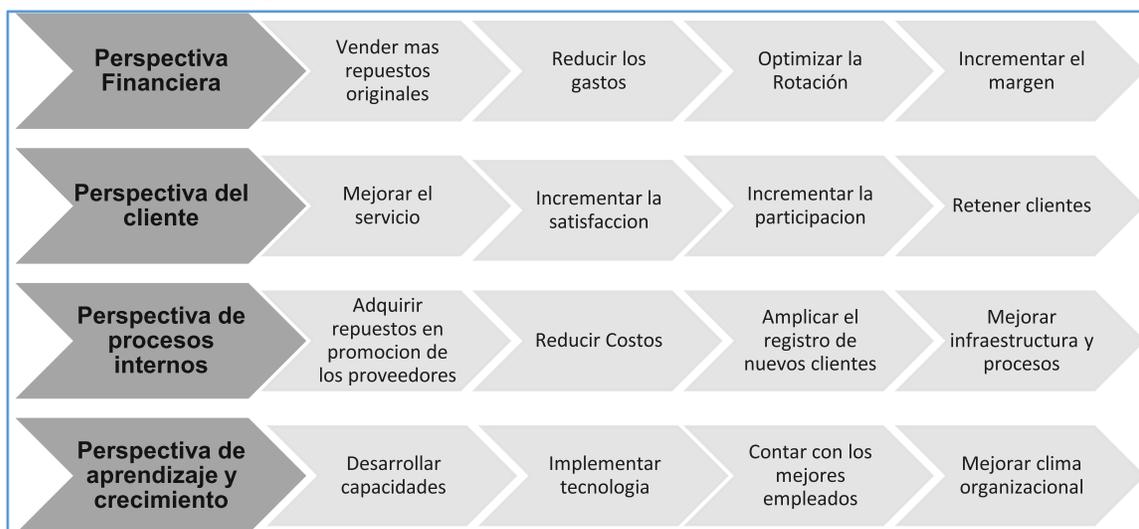
La planeación de servicios se tiene en cuenta en el desarrollo de mercadotecnia de prueba, es una metodología que aplicaría de manera muy puntual ya que los servicios prestados por la organización son de conocimiento general en la parte automotriz para los clientes, por lo que se podría decir que no requiere de prueba, sin embargo de la manera que se podría planear los servicios es estableciendo metodologías de servicio al cliente y cubrimiento de la garantía del servicio prestado, logrando de esta manera mayor fidelidad por parte de los clientes.

Para la programación de los servicios se debe tener en cuenta que difieren de la programación de los procesos de manufactura, en que mientras los de manufactura el énfasis está en los materiales, en los servicios esta es en la cantidad de personal necesario, en los niveles de inventario que en los servicios en muchas ocasiones es nulo y en lo variable de la mano de obra.

En los sistemas de servicios lo que se busca es que la demanda este nivelada con la capacidad de personal que se tiene para la prestación del mismo, para ello lo que se busca es implementar sistemas como los de citas, o según sea el caso se realiza la atención por el sistema primeras en llegar primeras en salir, estos sistemas, favorecen mucho a este tipo de organizaciones, ya que reducen bastante el tiempo de espera del cliente, logrando de esta manera la satisfacción plena de este (Domínguez, 2003).

Figura 4. Mapa estratégico de servicio (Promoción en mantenimiento)

A



continuación en la Figura 4 se observa mapa estratégico.

Fuente: Los Autores con información de registro estratégico histórico suministrada por la empresa, utilizando la herramienta gráfica del BSC Kaplan y Norton..

1.7.2 Diagnóstico organizacional

Consiste en la recolección de datos que permitan mejorar o hacer un análisis sobre la situación actual de la eficacia de la organización, con el fin de conocer el funcionamiento de los subsistemas de la organización para comprender la conducta de la organización en conjunto y establecer estrategias de mejora en la organización.

En un proyecto se debe tener en cuenta que los problemas de la organización no solamente radican del sitio de trabajo, sino que en ocasiones son consecuencia de la falta de stock de seguridad en el inventario o demora en la respuesta u orden de trabajo de un cliente, para lo cual se debe establecer estrategias que mitiguen este tipo de dificultades que afectan los tiempos de entrega y generan problemas a la organización.

- **Diagnóstico de proceso**

Representan el estado actual de los fundamentos de funcionamiento, los cuales permite hacer una revisión de las actividades agrupándolas en actividades que se deben seguir realizando o no se deberían realizar, para poder determinar los procesos de la empresa y de esta manera analizar y desarrollar la planeación de la mejor acción correctiva para mejoras en el servicio.

1.7.3 Matriz Dofa

Dentro de la matriz DOFA, se busca establecer estrategias que permiten realizar un diagnóstico organizacional, generando información para el desarrollo de la planeación estratégica de la empresa. En el desarrollo de esta herramienta se debe hacer un análisis profundo de la organización obteniendo las debilidades, fortalezas, oportunidades y amenazas que rodean a la empresa. Donde las amenazas y oportunidades son situaciones que genera el ambiente externo para la empresa, mientras que las debilidades y fortalezas son generadas por el ambiente interno de la empresa, es decir que son las únicas que puede manipular la empresa desde su administración.

Para el análisis de la matriz DOFA la organización debe tener en cuenta las siguientes formas de interpretación:

Estrategias DO: Busca que con base en las oportunidades externas se logre superar las debilidades internas de la empresa.

Estrategias FA: Busca minimizar las amenazas externas utilizando como estrategia las fortalezas internas, de esta manera se debe conocer las fortalezas para manipularlas con el fin de lograr eliminar las amenazas.

Estrategias FO: Se busca aprovechar por intermedio de las fortalezas internas de la empresa las oportunidades que el ambiente genera.

Estrategias DA: buscan impedir la presencia de debilidades internas y las amenazas externas que pueden atacar a la empresa y afectarla ampliamente en el cumplimiento de sus objetivos.

A continuación, en la (Figura 7) se tiene una explicación gráfica de cómo se debe hacer la matriz DOFA y el establecimiento de las estrategias para cada caso con el fin de establecer los objetivos y defensas para la empresa (López, 2007).

Figura 5. Desarrollo matriz DOFA

Organización	Fortalezas(F) (Lista)	Debilidades(D) (Lista)
Oportunidades(O) (Lista)	Estrategias(FO) (Relacionar las fortalezas para aprovechar las oportunidades)	Estrategias(DO) (¿Cómo superar las debilidades desde las oportunidades?)
Amenazas(A) (Lista)	Estrategias(FA) (¿Cómo usar las fuerzas para evitar las amenazas?)	Estrategias(DA) (¿Cómo reducir las debilidades y evitar las amenazas?)

Fuente: Planeación estratégica de tecnologías informáticas y sistemas de información. P. 33

1.7.4 POAM: perfil de oportunidades y amenazas

Consiste en hacer un análisis externo de la empresa, teniendo en cuenta las oportunidades y las amenazas del ambiente de la empresa, lo anterior se hace con el fin de aprovechar al máximo las oportunidades y eludir las amenazas. Los factores externos que se deben tener en cuenta para hacer el análisis POAM son (Amaya, 2005):

- Factor económico: se debe llevar a cabo a nivel tanto nacional como internacional.
- Factor político: tener en cuenta las leyes, normas y otros dictaminados por los gobiernos nacional, departamental, municipal.
- Factor social: todo lo que tiene que ver con la salud, la educación, seguridad, empleo, creencias, entre otros.
- Factor tecnológico: todo lo que tiene que ver con los desarrollos de tecnología en la maquinaria, herramientas, materiales, procesos, etc.
- Factor competencia: todo lo relacionado con el mercado y empresas del mismo sector comercial.
- Factor geográfico: la ubicación de la planta, clima de la ciudad, espacio, topografía, recursos naturales, animales.

Aunque es una realidad que para las empresas es imposible manipular los factores externos, lo que debe hacer es un análisis para poder aprovecharlos al máximo en el caso de las oportunidades y eludirlos en el caso de las amenazas.

1.7.5 Matriz de Vester

Para Jay Heizer 2004, da a la organización una herramienta que permite determinar las causas u consecuencias de un problema, las cuales se deben listar en la matriz y calificarlas según su nivel de causa del problema, para al final realizar la suma de las

filas y las columnas. La suma total de las filas conduce al total de activos y la suma de las columnas al total de pasivos.

Los pasivos se ubican en el eje de las Y, y los activos en el eje de las X, y luego se divide en dos dejando un plano como se puede observar en la tabla 4 donde se ubican de la siguiente manera los cuadrantes:

Cuadrante I: problemas críticos

Cuadrante II: problemas pasivos

Cuadrante III: problemas indiferentes

Cuadrante IV: problemas activos

Tabla 4. Matriz de Vester

<p>Cuadrante II: pasivos</p> <p>Son de pasivo alto y activo bajo</p> <p>Son problemas que son causados por los demás.</p>	<p>Cuadrante I: Críticos</p> <p>Son de pasivo alto y activo alto</p> <p>Se deben intervenir de manera inmediata, ya que son causados por los demás y ayudan a la causa de los demás, son los más peligrosos para el desarrollo de los objetivos de la organización.</p>
<p>Cuadrante III: indiferentes</p> <p>Son de activos bajos y pasivos bajos</p> <p>Se deben tener en cuenta más no son de intervención inmediata o pronta. Ya que no causan problemas ni son causados por los demás problemas.</p>	<p>Cuadrante IV: activos</p> <p>Son de activo alto y pasivo bajo</p> <p>Son causa de los demás problemas pero no son causados por los demás problemas, se deben atender con prioridad, ya que son la causa de grandes problemas de la organización.</p>

Fuente: Planeación estratégica de tecnologías informáticas y sistemas de información

1.7.6 Diagrama de Pareto

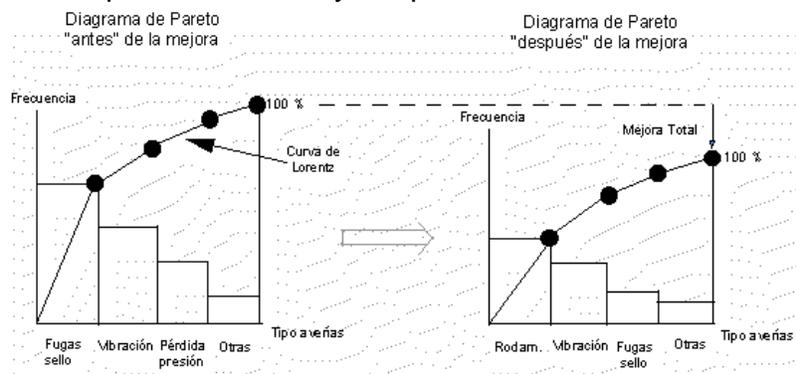
Para Pablo Verdoy (2006), el diagrama de Pareto consiste en una herramienta, que gráficamente y por medio de barras que se ubican de izquierda a derecha en un plano cartesiano, muestran los niveles de importancia de cada una de las variables del factor estudiado.

Para la construcción de un diagrama de Pareto se debe tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Definir la clase de problema que se va a investigar.
2. Agrupar los datos de mayor a menor valor.
3. Calcular la frecuencia absoluta, absoluta acumulada, relativa unitaria y relativa acumulada.
4. Dibujar el diagrama de Pareto
5. Dibujar el grafico de Pareto en el plano
6. Realizar la curva acumulativa
7. Etiquetar los datos del gráfico
8. Hacer el análisis del diagrama, por lo general se utiliza la técnica 80/20 donde se da intervención inmediata a las causas que acumulan el 80% del total ya que estas son las principales.
9. Luego de intervenir las causas mencionadas en el punto anterior, volver a realizar desde el paso 2.

En la figura 6. Se encuentra un análisis de Pareto como ejemplo de causas de mala calidad por varios tipos de averías en una planta de bombas hidráulicas.

Figura 6. Comparativo problema antes y después de realizar análisis Pareto.



Fuente: Manual de control estadístico de calidad: teoría y aplicaciones. P. 209

1.7.7 Cálculo del Tamaño de la muestra:

El tamaño de la muestra depende básicamente del tamaño de la población, del nivel de confianza o confiabilidad de las estimaciones, del grado de variación o dispersión de la variable a estudiar y del error de estimación; para determinar el tamaño de la muestra se deben tener en cuenta varios aspectos:

Parámetro: se refiere a las características de la población que es objeto de estudio.

Estimador: es la función de la muestra que se usa para medirlo.

Error Muestral: se presenta ya que siempre existe una pérdida de la representatividad al momento de escoger los elementos de la muestra, dependiendo de la naturaleza de la investigación nos indicara hasta qué grado se puede aceptar.

Nivel de confianza: Es la probabilidad de que la estimación efectuada se ajuste a la realidad; es decir, que caiga dentro de un intervalo determinado basado en el estimador y que capte el valor verdadero del parámetro a medir.

Cálculo del tamaño de la muestra desconociendo el tamaño de la población. Benjamín Niebel (2008). La fórmula para encontrar el tamaño de la muestra sin tener el tamaño de la población consiste en:

$$n = \frac{Z^2 * p * (1 - p)}{d^2}$$

En donde,

Z = Nivel de confianza (ver tabla 7),

p = Probabilidad de éxito, o proporción esperada

d = Precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

Manuel Vivanco (2005) plantea la fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se conoce el tamaño de la población como la siguiente:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * (1 - p)}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * (1 - P)}$$

En donde,

N = Tamaño de la población

Z = Nivel de confianza (ver tabla 7),

p = Probabilidad de éxito, o proporción esperada

d= Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción, es el error muestral deseado).

Tabla 5. Los valores Z más utilizados y sus niveles de confianza

Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95,5%	99%
Z	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2	2,58

Fuente. Tablas niveles de confianza

1.7.8 Estudios de tiempos y movimientos

Benjamín Niebel (2008) plantea que, para la toma de los tiempos de un proceso, hoy en día se tiene una herramienta que es de gran ayuda, los videos. Éstos permiten al analista realizar de manera más exacta la toma de los tiempos, y es de manera más exacta debido a que en este se puede hacer repetición de la actividad, la misma grabación arroja

el tiempo real de duración, el operario no se siente presionado, lo que puede hacer que la información recolectada se vea afectada por este factor, se tiene menor impacto con los supervisores y con el sindicato de la empresa.

Por otro lado, si no se cuenta con este tipo de ayudas el analista debe generar confianza tanto en el operario, supervisor del proceso y en los representantes de los empleados, que son los directamente implicados en el estudio. Para lo que el analista debe contar con una buena experiencia.

Elección del operario, se debe hacer el estudio sobre el operario capacitado con experiencia promedio en el proceso y que tenga un rango normal, para que de esta manera no se pueda llegar a viciar los datos recolectados. Cabe anotar que en ocasiones el analista no puede escoger el operario ya que solamente uno es el que realiza dicha operación.

Registro de información significativa, en este registro se debe tener en cuenta todo lo que tiene que ver con el proceso como maquinas, herramientas, departamento, fecha, Datos del operario, nombre del observador, y cuadro de observaciones. En este registro se debe apuntar todos los datos relevantes en la toma de tiempos, información que a futuro y en una nueva toma de tiempos para el mismo proceso puede llegar a ser relevante para la empresa.

Posición del observador, para facilidad del observador debe estar de pie, posición que le facilita la observación de los movimientos del operario, se debe ubicar a cierta distancia atrás del operador, y debe evitar interrumpir al operador ya que esto puede hacerlo distraer y viciar la información recolectada.

División de la operación en elementos, al dividir operaciones grandes en elementos, facilita la toma de los tiempos de varios ciclos en procesos cortos, mientras que si el proceso es muy largo mientras se realiza un elemento el observador puede apuntar información relevante sobre el proceso, datos que no podría apuntar en el momento si fueran elementos muy cortos.

Inicio de estudio, se debe tener en cuenta y apuntar la hora de inicio del estudio, en este momento se debe poner a correr el cronometro e iniciar la toma de tiempos, para esto se puede utilizar la técnica de vuelta a cero o tiempo continuo.

Calificación del operario, en este punto se realiza una calificación al operario teniendo en cuenta la rapidez con la que el operario hizo la operación, para esto el observador debe conocer la forma de realizar la operación.

Asignación de suplementos, en ocasiones los operarios agregan tiempos a las operaciones debido a paradas para cambios de herramientas, por interrupciones de

compañeros de la planta, o por necesidades fisiológicas, para lo cual se debe tener en cuenta con qué frecuencia ocurren este tipo de suplementos y así agregarlos a los tiempos o no tenerlos en cuenta para determinar el tiempo de la operación.

Calculo de tiempos, para finalizar se tiene en cuenta los tiempos obtenidos de los ciclos tomados, la calificación del operario y se realiza los cálculos de la duración de la operación.

Tiempo estándar, consiste en el tiempo sin interrupciones en que se realiza una pieza, por lo general se determina la cantidad de piezas realizadas en un tiempo que por lo general es de horas.

1.7.9 Ingeniería de métodos

A partir de la definición de Benjamín Niebel (2008), se puede decir que la ingeniería de métodos consiste en apropiarse de los mejores métodos para determinar la forma a aplicar para obtener los mejores resultados en la relación hombre-máquina en la fabricación de un producto.

Según Benjamín Niebel (2008) el estudio de movimientos proporciona a la organización ahorro en los tiempos y costos de producción, ya que al reducir los movimientos realizados por un operario para el desarrollo de un trabajo, buscando de esta manera dejar en el proceso simplemente los movimientos que agreguen valor al producto, buscando tener una mayor efectividad y un alza en la productividad.

Dentro de las técnicas utilizadas para el estudio de movimientos se puede analizar tanto los macro movimientos o de vista panorámica, como los micro movimientos según Fred Meyers (2000), el estudio de los macro movimientos consiste en analizar las operaciones globales de la empresa de forma general, teniendo en cuenta las operaciones, transportes, detenciones, demoras, etc. Los cuales se pueden obtener por intermedio de diagramas de flujo, diagramas de proceso, hojas de operaciones y diagramas de flujo de proceso.

En cuanto a los micro movimientos Gilbreth Frank & Lilliam pioneros de esta técnica, ya que fueron quienes establecieron las leyes básicas para la economía de movimientos, desarrollaron estudios filmados que fueron denominados estudios de micro movimientos, los cuales son utilizados debido a su alto costo solo en operaciones que son altamente repetitivas en la planta. Para este tipo de estudios se utiliza el diagrama de movimiento simultáneo (simo), en dichos movimientos se utiliza el diagrama de proceso bimanual.

El diagrama de simo, aunque proporciona una buena información en muchas ocasiones es inmodificable, ya que los movimientos por lo general se convierten en vitales para el

proceso del operario, para la toma de este diagrama se tiene 17 therbligs cada uno con su respectivo símbolo y significado tomados de la tabla 5:

Tabla 6. Tabla de Therbligs con símbolo y definición

THERBLIGS EFECTIVOS (implica un avance directo en el proceso del trabajo. Pueden acortarse, pero es difícil eliminarlos)		
THERBLIGS.	DESCRIPCIÓN.	SÍMBOLO.
Alcanzar	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto; el tiempo depende de la distancia; en general precede de soltar y va seguido de tomar.	AL
Mover	Movimiento con la mano llena; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; en general precedida por tomar y seguida de soltar o posicionar.	M
Tomar	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control; depende del tipo de tomar; en general precedido por alcanzar y seguido por mover.	T
Soltar.	Dejar el control de un objeto; por lo común es el therblig más corto.	S
Pre posicionar.	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior; casi siempre ocurre junto con mover, como al orientar una pluma para escribir.	PP
Usar.	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha; se detecta con facilidad al hacer que avance el trabajo.	U
Ensamblar.	Unir dos partes que van juntas; suele ir precedido por posicionar o mover, y seguido por soltar.	E
Desensamblar.	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas; en general precedido de posicionar o mover, seguido de soltar.	DE
Buscar	Ojos o manos que deben encontrar un objeto; inicia cuando los ojos se mueven para localizar un objeto.	B
Seleccionar	Elegir un artículo entre varios; por lo común sigue a buscar.	SE
Posicionar.	Orientar un objeto durante el trabajo; en general precedido de mover y seguido de soltar (en contraste a durante para pre posicionar).	P
Inspeccionar.	Comparar un objeto con un estándar, casi siempre con la vista, pero también puede ser con otros sentidos.	I
Planear.	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción; en general se detecta como una duda antes del movimiento.	PL
Retraso inevitable.	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina un alcance más lejano.	RI
Retraso evitable.	Solo el operario es responsable del tiempo ocioso, como el toser.	RE

Descanso para contrarrestar la fatiga.	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos, depende de la carga de bajo físico.	D
---	---	---

Fuente: Ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo, Niebel. 11ª edición. P 150

En cuanto al diagrama de proceso bimanual, este tiene en cuenta los movimientos de ambas manos del operario, definiendo de manera clara los logros obtenidos por cada mano en los movimientos dentro del proceso, este busca que la operación se realice de manera nivelada con ambas manos teniendo en cuenta el principio de economía de movimientos.

En la “Evaluación subjetiva del esfuerzo percibido” se busca tener en cuenta la carga y el estrés producido en el trabajador el desarrollo del trabajo asignado, para lo cual se tiene en cuenta la tabla 6.

Tabla 7. Escala EEP de Borg con palabras clave

Calificación	Palabra Clave
6	Ningún esfuerzo
7	Extremadamente ligero
8	
9	Muy ligero
10	
11	Ligero
12	
13	Un poco fuerte
14	
15	Fuerte
16	
17	Muy fuerte
18	
19	Extremadamente fuerte
20	Esfuerzo máximo

Fuente: ingeniería industrial métodos, estándares y diseño del trabajo, Niebel. 11ª edición. P 161

Según la definición de Benjamín Niebel (2008) estas herramientas consisten en un método para determinar “un día de trabajo justo”, lo cual se puede definir como la cantidad que puede producir un operario o empleado calificado, cuando no tiene ninguna restricción en el proceso utilizando su tiempo de manera efectiva trabajando a un ritmo o paso normal, es decir que produce lo que la empresa esperaría debe producir en contraprestación a su salario.

Para la toma de los tiempos en el proceso que se quiere estandarizar se debe tener en cuenta que el operario debe tener la experticia necesaria para que el proceso se desarrolle de manera estándar, así mismo se debe tener en cuenta que las personas que

estén involucradas con el proceso deben estar enteradas de la toma de los tiempos del proceso con el fin de que se tenga lo necesario para que el proceso se lleve a cabo de la manera estándar buscando de esta manera que ningún factor pueda llegar a afectar el estudio, ya que se podría llegar a presentar faltantes de material, o problemas en las herramientas utilizadas de manera tradicional en el proceso.

Dentro del proceso del estudio de tiempos se debe realizar de manera responsable las actividades correspondientes a cada una de las personas involucradas en el proceso, ya que un error de alguno de ellos podría llegar a afectar de manera drástica el resultado del estudio.

Para la toma de los tiempos del estudio se debe tener un formato en el que se apuntara los tiempos tomados, un cronometro con el cual se tomara los tiempos, una tabla que facilite al investigador la forma de tomar los apuntes y una calculadora, así como también podría ser útil la toma de videograbaciones.

Dentro de los estudios de tiempos se puede diferenciar varios métodos para la toma de los mismos, dentro de los que se encuentra con vuelta a cero, y continuo.

Con vuelta a cero: después de finalizar cada elemento del proceso se vuelve el cronómetro a cero para la toma del nuevo tiempo del siguiente elemento, logrando de esta manera obtener de manera inmediata el tiempo observado en el elemento sin necesidad de realizar ninguna operación.

Continuo: puede presentar una ventaja ya que se toma el tiempo completo de la operación, teniendo en cuenta tanto el tiempo de la labor como el de los objetos extraño que se puedan presentar en el desarrollo de la operación, lo que nos puede arrojar tiempos más reales de lo que puede demorarse la operación.

1.7.10 Pronósticos de demanda

Tomando la definición Hanke & Wichern Dean (2006) en su libro Pronósticos en los Negocios, se determina que todas las organizaciones deben utilizar los pronósticos que consisten en predecir la incertidumbre a la que están sometidas, generando herramientas para los administradores de estas organizaciones para la toma de decisiones en los diferentes campos de acción en los que están envueltas todas las empresas, los pronósticos permiten predecir el futuro de las empresas en los campos de las ventas, áreas financieras, de marketing, de producción y problemas del personal.

Permite estar preparados para las situaciones cambiantes del entorno, permitiéndole ser más competitiva en el mercado.

En los tipos de pronósticos se encuentran:

Los de largo y corto plazo: con los cuales se busca realizar un análisis estratégico del futuro de la empresa en el caso de los de largo plazo utilizados generalmente por los altos directivos, y para la toma de decisiones de manera inmediata o en un futuro muy próximo tenemos los de corto plazo, utilizados por los mandos medios y gerentes de línea.

Micro y macro pronósticos: Para el caso de los micro son utilizados para casos específicos de poblaciones pequeñas como pueden ser poblaciones de las empresas o producciones u otros aspectos específicos, en cuanto a los macro son para poblaciones de mayor tamaño como podría ser la población de una ciudad o de un país.

Cualitativos y cuantitativos: En cuanto a los cualitativos, dependen más del juicio de la persona que los evalúa y depende de la manipulación por parte de este de los datos históricos del caso pronosticado, por otro lado, los cuantitativos que son los más utilizados ya que arrojan resultados altamente confiables, al necesitarse manipulación más sofisticada y entendimiento más amplio de estos procesos.

Para evaluar un pronóstico, se debe comparar con los datos históricos, de esta comparación nace el error absoluto que es el dato que permite al evaluador del pronóstico si se tiene en cuenta el dato arrojado o si se vuelve a calcular el pronóstico, otro tipo de evaluación se puede hacer por medio de la suma de los cuadrados del error, dato que se compara con cifras alternas de pronósticos.

Para el análisis de series de tiempo que es el que se presenta, se puede tener en cuenta las técnicas de promedio movible simple ya que se presenta una demanda que no crece ni disminuye de manera veloz, características que se acoplan fácilmente para el uso de esta técnica. La técnica consiste en tomar series de tiempos anteriores promediarlos y ubicar este en el periodo medio, e irse desplazando por el resto de los datos con el fin de ir encontrando resultados mes a mes, con lo cual se llega a tener pronósticos para el siguiente mes con respecto a la demanda.

- **Promedio móvil simple**

Utilizado cuando la demanda no fluctúa con rapidez y no tiene características estacionales; para este tipo de pronóstico se debe tener una gran serie de datos históricos, con el fin de basarse en estos para poder promediar series de tiempos y determinar los pronósticos que se quieren hallar.

Formulación:

$$Y_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{k}$$

Donde,

Y_{t+1} = valor pronosticado para el siguiente periodo

Y_t = valor real en el periodo t

k = número de términos en el promedio móvil

$$e_t = Y_t - \bar{Y}_t$$

Donde

e_t = Error pronostico

Y_t = valor real en el periodo t

\bar{Y}_t = valor pronosticado para el siguiente periodo

- **Método de suavización exponencial triple o método Winter**

Se utiliza comúnmente cuando los datos históricos tienen un comportamiento estacional, por esta razón se debe tener series de datos históricos grandes para poder determinar la estacionalidad de los valores y así poder determinar si el método Winter es la mejor opción para la determinación de los pronósticos de la serie de tiempo.

Formulación:

1. Series suavizadas exponencialmente o nivel estimado:

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-s}} + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

2. Estimación de la tendencia:

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

3. Estimado de estacionalidad:

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s}$$

4. Pronóstico de p periodos futuros:

$$Y_{t+p} = (L_t + pT_t)S_{t-s+p}$$

Donde

L_t = nuevo valor suavizado (estimado de nivel actual)

α = constante de suavización del nivel

Y_t = nueva observación o valor real en el periodo t

β = constante de suavización para el estimado de tendencia

T_t = estimado de tendencia

γ = constante de suavización para el estimado de estacionalidad.

S_t = estimado de estacionalidad

P = periodos futuros a pronosticarse

s = longitud de la estacionalidad

Y_{t+p} = el pronóstico para el periodo p en el futuro

$$e_t = Y_t - \bar{Y}_t$$

Donde

e_t = Error pronostico

Y_t = valor real en el periodo t

\bar{Y}_t = valor pronosticado para el siguiente periodo

Factor tendencia (B_0):

$$B_0 = \frac{D_m - D_l}{(m - 1)L}$$

Factor promedio (S_0):

$$S_0 = D_l - \frac{L}{2} * B_0$$

Donde:

D_m = Promedio demanda último año

D_l = Promedio demanda primer año

m = Periodo datos históricos

L = Periodo de estudio

1.7.11 Plan agregado para empresas de servicios

El desarrollo de un plan agregado Domínguez (2003) en una empresa de servicios, está básicamente enfocado al cálculo no de la producción como es el caso de las empresas productivas, sino a él cálculo del personal necesario para satisfacer la demanda pronosticada, determinada en periodos para el medio y largo plazo.

Para el desarrollo del plan agregado se debe tener en cuenta dos actuaciones posibles de realizar:

- **Actuar sobre la demanda:**

En donde la empresa tiene en cuenta la demanda con base a la capacidad de producción de la firma, tratando de que en los casos en que la demanda es mayor bajarla para que la diferencia se pueda producir en los tiempos de baja demanda, mientras que en los tiempos o periodos en los que la demanda es menor que la capacidad de producción de la empresa, busca metodologías basadas en promociones, disminución de precios o creación de nuevos productos con el fin de balancear la demanda con la capacidad.

- **Actuar sobre la capacidad:**

Básicamente consiste en hacer estrategias con la mano de obra de la empresa, ya sea por medio de despidos y vinculaciones, trabajos en horas extras, subcontrataciones, estrategias de eliminación de tiempos ociosos, programación de vacaciones en periodos de bajas demandas, teniendo en cuenta que esto puede tener implicaciones legales y desmotivación del personal, así como también mayores costos de producción, por lo cual se debe establecer la mejor estrategia sin causar mayor traumatismo, así mismo que puede llegar a establecerse una estrategia que pueda llegar a aumentar los inventarios de productos terminados, lo que incrementaría los costos del producto.

Las anteriores estrategias también pueden ser conocidas con el nombre de estrategias de caza y estrategias de nivelación, que simplemente consisten en los mismos aspectos de contratación, despidos, horas extras y demás apartes ya mencionados anteriormente.

Para realizar un buen plan agregado se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

Limitaciones del entorno: teniendo en cuenta todos los aspectos legales que pueden afectar el plan.

Políticas de la empresa: donde podrían existir restricciones en cuanto a la rotación de personal, limitación de horas extras, tiempos ociosos, entre otros que deben ser tenidos en cuenta para el desarrollo del plan.

Los costos: que pueden llegar a causarse en su gran mayoría por modificaciones en aspectos como: Mano de obra, despidos y contrataciones, horas extras, subcontratación y otros aspectos ya mencionados anteriormente.

La satisfacción del cliente: basándose en los tiempos de entrega y la calidad del producto.

Para el desarrollo del plan agregado se debe llevar a cabo las actividades mencionadas a continuación:

- **Determinar las cantidades a producir:** Determinar por medio de pronósticos las cantidades a producir o para el caso de servicios la cantidad de posibles servicios a prestar en un periodo establecido que puede ser mensual o trimestral.
- **Hacer un plan factible:** Se debe establecer un plan que sea posible de ejecutar por la empresa, teniendo en cuenta las posibles variables y restricciones que pueden llegar a afectar el plan.
- **Facilitar la consecución del plan estratégico:** El plan que se quiera llevar a cabo debe estar lineado con los objetivos del plan estratégico de la empresa que será desarrollado en el largo plazo, teniendo en cuenta las previsiones de ventas, producción y otras vitales para la empresa y el desarrollo de mencionado plan.
- **Lograr la mayor eficacia posible:** busca cumplir con los mejores niveles de satisfacción del cliente, en cuanto a la calidad y plazos de entrega.

Se debe tener en cuenta que es en la mayoría de los casos difícil satisfacer los numerales anteriormente mencionados, por lo que se debe aplicar el plan que cumpla con la mayor parte de estos requerimientos, así como también se debe tener un plan alternativo que pueda aplicarse en caso de no arrojar los resultados esperados por el plan inicialmente planteados.

Las técnicas aplicables para la planificación agregada son las siguientes:

- **La técnica de prueba y error mediante gráficos y tablas:**

Esta técnica consiste en tener en cuenta los aspectos mencionados anteriormente de mano de obra y demás basados en las experiencias vividas anteriormente por la empresa, siendo esta la técnica más aplicada ya que se puede calcular con información que se encuentra a la mano de la empresa, ya que se obtiene del historial de la misma.

- **Técnica de programación matemática:**

El cual es basado en hipótesis y puede arrojar resultados que no son satisfactorios para el plan, se puede hacer utilizando la programación lineal, la programación cuadrática aplicada a la planificación agregada.

- **Las técnicas heurísticas:**

Aunque pueden estar alejadas del hipotético óptimo, son muy acertadas para la realización de los planes, teniendo en cuenta las técnicas más conocidas como: *los coeficientes de gestión*, tiene en cuenta los históricos de mano de obra, producción e inventarios que fueron exitosos anteriormente y aplicados por la empresa. Y la técnica de *programación paramétrica*, que se implementa solamente para mano de obra y producción, buscando emplear funciones de costos cuadráticas a minimizar.

- **Las técnicas de simulación:**

Este tipo de técnicas son llevadas a cabo en un ordenador, al cual se le incluyen las variables relevantes en el plan y se ejecuta, luego se hace un análisis de los resultados arrojados y se observa si son los óptimos, de no ser así se í se hace una modificación en las variable y se repite el análisis y así hasta encontrar una solución óptima para el plan.

1.7.12 Planificación y control a muy corto plazo

En las empresas de servicios es muy común que la prestación del servicio se dé de tipo *job shop*, lo que quiere decir que sus trabajos no necesariamente deben pasar por todos los procesos, para lo cual se debe tener en cuenta el número de pedidos N en los centros de trabajo M , por lo cual es mucho más complicado llegar a una secuenciación más complicada, por lo cual se busca minimizar al máximo los tiempos ociosos, programando los trabajos a medida que un centro de trabajo M tiene disponibilidad de atender un servicio N . Para la solución de los problemas que representa tener este tipo de producción en una empresa, se ha determinado por datos históricos que la aplicación de herramientas como procedimientos de prueba y error: grafico de Gantt, y las heurísticas son las que han arrojado resultados más óptimos para la solución de problemas de producción de este tipo (Domínguez, 2003).

- **Gráfico de Gantt:**

Este gráfico permite mostrar los procesos y en que máquina se van a desarrollar, facilitando la toma de decisiones de manera más práctica sobre la secuencia que se debe seguir para la programación de las actividades. Para el desarrollo de estos gráficos se debe tener en cuenta el tipo de simultaneidad de las actividades, también se debe tener en cuenta la asignación de los recursos necesarios para el desarrollo de estas.

Sin solapamiento de tareas: en este caso se dice que las actividades no se pueden llevar a cabo simultáneamente, lo que quiere decir que hasta no haber terminado una tarea no se puede dar inicio a la siguiente.

Con solapamientos de tareas: este tipo de simultaneidad se puede llevar a cabo al principio o al final, cuando se realiza al principio se debe cumplir con la condición de que ambas tareas empiecen al mismo tiempo, sin embargo su fecha de finalización no es la misma, mientras que si hace con solapamiento al final se debe tener en cuenta que la fecha de iniciación de las dos tareas debe ser diferente, en un punto se realizan simultáneamente y se terminan al mismo tiempo.

- Reglas de prioridad

Las reglas buscan minimizar los tiempos ociosos para los centros de trabajo que están próximos a terminar con un trabajo, dentro de estas reglas se encuentran las siguientes:

Operación más corta: es la operación que tardaría menos tiempo en realizarse en ese centro de trabajo, sin tener en cuenta los tiempos de entrega.

Operación más larga. De manera contraria a la regla anterior esta regla le da prioridad a la operación que más tarde en ser realizada en este centro de trabajo.

Trabajo más corto: en este se tiene en cuenta son los trabajos a los que le reste menos tiempo para ser terminados.

Trabajo más largo: en este se tiene en cuenta el trabajo al que le reste mayor tiempo para ser terminado totalmente.

Menor tiempo restante: al tener en cuenta esta regla se ejecutará la tarea a la que le quede menor tiempo para cumplir con la fecha de entrega.

Menor fecha de entrega: busca cumplir con el objetivo de la entrega a tiempo.

Menor tiempo de holgura: consiste en realizar primero la tarea que tenga menor tiempo de holgura y pueda llegar a retrasar el tiempo de entrega.

Menor tiempo de holgura por operación restante: en esta regla se tiene en cuenta una tarea a la que la holgura sea muy pequeña y pueda llegar a retrasar más operaciones que pueden llegar a afectar el tiempo de entrega.

Para las empresas de servicios se emplea técnicas de cita previa y reserva previa, que le permite a la administración tener en cuenta cual va a ser la necesidad de capacidad para satisfacer a los clientes que van a hacer uso de sus servicios.

1.7.13 Modelos matemáticos

Teniendo en cuenta la definición de Juan Prawda (2004), se puede decir que los modelos son parte primordial de la investigación de operaciones, ya que nos permiten representar el problema de forma matemática al igual que las posibles soluciones para el mismo,

diferenciándolo de los modelos experimentales o de los modelos de representación, aterrizando la definición a el proyecto se puede ver que el problema se puede representar por medio de un modelo matemático lo cual podría generar una forma más fácil de resolver el problema ya que de la misma manera va a arrojar soluciones matemáticas y resultados matemáticos que llegan a ser más exactos y fáciles de entender.

- **Secuenciación:**

Tomando la definición dada por David de la Fuente (2005) se puede decir que la secuenciación consiste en determinar de qué manera se debe realizar las diferentes operaciones en un proceso para poder optimizar el uso de los recursos (entendiéndose como maquinas) buscando hacer que la línea de producción sea lo más eficiente posible.

- **Simulación:**

Resumiendo la definición de simulación dada por Francisco Rey, se puede decir que consiste en ingresar unos datos (entradas) en un programa de ordenador quien al procesar arroja los resultados animados posibles en un sistema real, lo que genera que para la administración de una organización sea más fácil tomar decisiones en cuanto a los datos ingresados y la situación simulada.

Para la metodología de simulación es importante tener en cuenta los siguientes pasos:

La definición del problema: determinar el problema que se quiere simular.

Crear un modelo de simulación: para la solución de un problema el modelo de simulación debe ser específico por tal motivo se debe crear el modelo.

Especificar los valores de los parámetros y las variables: determinar los parámetros (propiedades fijas) y las variables (los que se pueden variar al correr la simulación)

Especificar las reglas de decisión: es la forma por la que el evaluador se debe regir para hacer la observación del comportamiento de la simulación para así establecer cuál es la mejor decisión a tomar.

Especificar las distribuciones probabilísticas: en la simulación existen dos categorías de distribución, la empírica de la frecuencia y la matemática.

Especificación del procedimiento para incrementar tiempo: en una simulación se puede incrementar el tiempo de manera fija o variable. La cual depende de los hechos que se quieran estudiar en la simulación.

Evaluar los resultados: en esta etapa se hace la evaluación de los resultados arrojados por la simulación para establecer si se cumple o no la hipótesis planteada en el proyecto.

Validación: en este paso se hace una revisión del lenguaje del programa de simulación con el fin de establecer que el programa si este acorde con lo que se necesitaba simular.

Para las simulaciones se puede utilizar una tabla de Excel o programas que permiten utilizar diferentes lenguajes de programación.

Los modelos de simulación continuos son basados en ecuaciones matemáticas y son para todos los puntos de tiempo y los discretos solamente ocurren en periodos específicos.

1.7.14 Teoría de colas

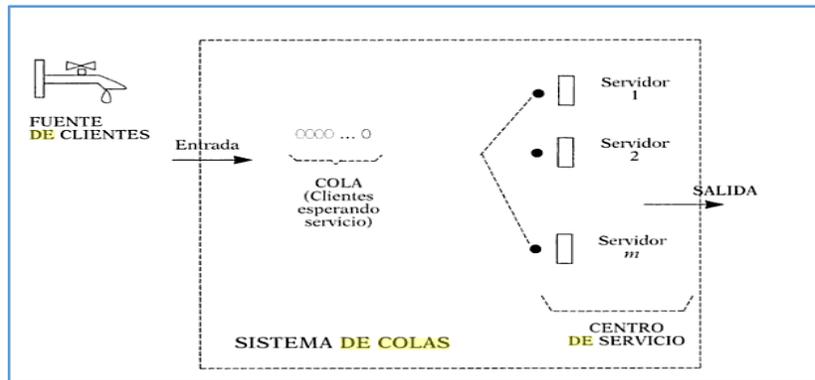
Para Ángel Viejo (1996), las colas se encuentran en todos los tipos de servicios que se necesita sean prestados, como por ejemplo servicios en hospitales, en gasolineras, en muelles de barcos, en lavaderos de carros, bancos, peluquerías, etc.

La definición de una cola depende de una fuente de clientes, una cola o línea de espera, centros de servicio, servidores, y salida. (Véase figura 5). Dónde básicamente se busca que una serie de clientes que buscan por parte de un servidor la atención o prestación de un servicio, estos clientes luego de ser atendidos salen del sistema, sin embargo, estas colas se forman debido a que el tiempo de servicio o el número de servidores no es suficiente para satisfacer la demanda, es decir hay clientes que no son atendidos inmediatamente y tienen que esperar la prestación del servicio requerido.

La teoría de colas o líneas de espera, en los procesos se presenta variación por aleatoria tanto de las llegadas de clientes como de los tiempos de servicio, lo que llega a generar en la línea que el cliente tenga que esperar para ser atendido lo cual haría que se forme una *cola*.

Uno de los problemas que debe afrontar la administración es el atender varios servicios al mismo tiempo, lo que hace que se convierta en fundamental, para establecer un método de secuenciación, optimizar los recursos de los puestos de trabajo y de los técnicos.

Figura 7. Cola - centro de servicio



Fuente: La investigación operativa. P 373.

1.7.15 Distribución en planta

De la definición de David de la Fuente (2006), se establece que la distribución de planta se convierte en una parte esencial para el cumplimiento de la actividades de cualquier planta productiva, envolviéndola como un todo para que las todas las áreas de la empresa estén relacionadas entre sí de la mejor manera posible, optimizando todas las relaciones entre las áreas de la empresa logrando de esta manera que los tiempos de desplazamientos entre una operación y otra o entre un área y otra sean mínimos logrando tener una mayor productividad utilizando el espacio de la mejor manera posible evitando los desperdicios de espacio; la definición en su libro distribución en planta es la siguiente:

“La distribución en planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participen en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos” (De la Fuente, 2006, p. 132).

Aprovechar de la mejor manera posible el espacio, logrando la ubicación de la mayor cantidad de vehículos posible dentro de las instalaciones, así como también establecer la organización de los puestos de trabajo de manera tal que las herramientas necesarias para el desarrollo de sus actividades estén ubicadas estratégicamente, mejorando de esta manera los tiempos en desplazamientos del operario para realizar su actividad.

1.7.16 Evaluación financiera

James Van, (2012) indica que es importante para la evaluación financiera tener en cuenta el flujo de efectivo de la organización, así como los efectos a largo plazo que puede desencadenar al llevar a cabo el proyecto, los grados de incertidumbre que genera a la organización el llevar a cabo proyectos contemplados a largo plazo, de igual manera genera para la organización costos que son necesarios para tener un control periódico entre lo planeado y el comportamiento real en cuanto a las desviaciones.

Las herramientas para realizar la evaluación financiera del proyecto son las siguientes:

- **TIR** (tasa interna de retorno):

Es la tasa en la que los valores de los beneficios obtenidos del proyecto son iguales a los valores de inversión, conocida como tasa de descuento.

$$I_0 = \sum_{n=1}^n \frac{R_n}{(1 + TIR)^n}$$

Donde:

TIR= Tasa interna de retorno

R_n= Flujo de efectivo anual

I₀= Inversión Inicial

- **VPN** (valor presente neto):

También conocido como VAN (valor actual neto) el cual busca la diferencia entre el flujo de inversiones y el flujo de ingresos en un tiempo actual del flujo.

Se puede obtener de la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \frac{Fn_1}{(1 + K)} + \frac{Fn_2}{(1 + K)^2} + \frac{Fn_3}{(1 + K)^3} + \frac{Fn_n}{(1 + K)^n}$$

Donde:

I₀= Inversión Inicial

K= Costo de Capital

F_n= Flujo de efectivo neto en el año

- **Flujo de Efectivo:**

James Van (2002) proporciona información en cuanto a las salidas y entradas de dinero de una empresa durante un periodo de tiempo determinado, dentro de las actividades operativas de inversión y de financiamiento.

La información obtenida de esta herramienta permite tomar decisiones tales como:

- Capacidad futura de generar entradas de dinero, para el pago de deudas, intereses y dividendos.
- Si existe necesidad de financiarse externamente
- Las razones de las diferencias entre el ingreso neto y el flujo de efectivo neto provenientes de las operaciones.
- Los efectos de las inversiones en efectivo y no en efectivo.

1.8 MARCO CONCEPTUAL

Planeación de servicios: La entidad planifica y desarrolla los procesos necesarios para la prestación del servicio de acuerdo a lo establecido en el mapa de procesos y en las fichas de caracterización de procesos en los documentos relacionados.

Programación de los servicios: En la programación el interés general se centra en minimizar las demoras y maximizar los recursos, teniendo en cuenta diferentes variables; ya que lo que se tiene en consideración son recursos humanos, dependiendo de la disponibilidad de los recursos con la demanda que se esté presentando. Por consiguiente la programación de servicios intenta equilibrar la demanda de los clientes con la capacidad para cumplir con la demanda.

Cambio de aceite: Es cuando se reemplaza el aceite que lubrica el motor de un vehículo. Este proceso se debe realizar según las recomendaciones del fabricante del aceite acompañado del cambio del filtro de aire y de aceite.

Revisión de frenos: El sistema de frenos es uno de los principales elementos del vehículo en materia de seguridad, son fundamentales en la detención, por lo cual disminuye su efectividad obligando a su sustitución eventualmente.

La importancia en las revisiones preventivas de frenos se deriva del desgaste en las bandas, pastillas, discos delanteros y traseros por el continuo rozamiento, el líquido de frenos soporta elevadas temperaturas por lo cual debe ser reemplazado periódicamente.

Cambio correa de repartición: la correa de repartición se encarga de sincronizar el funcionamiento del motor, un fallo en ella y será imposible el poder circular con el vehículo. Por ello la importancia del cambio preventivo para evitar que se rompa, si llegase a romperse, podría ocasionar otros daños al vehículo e incluso destrozarse el motor por completo y dejarlo inservible.

Lo importante de este cambio, hecho en el momento adecuado, puede ahorrar dinero y posteriores problemas y deterioro en el motor, pistones y válvulas.

Mantenimiento general: consta de una serie de revisiones que se efectúan en un tiempo determinado para disminuir las probabilidades de fallas o desgastes que amerite una reparación costosa del vehículo.

¿Qué se revisa en el mantenimiento preventivo automotriz?

- Aceite y filtro del motor
- Bandas y correas
- Batería

- Escape
- Líquido de la dirección hidráulica
- Líquido de la transmisión automática
- Lubricación del chasis
- Luces
- Luces de encendido del motor
- Mangueras

Cuando el vehículo ha recorrido más de 9.000 kilómetros se incluye en el mantenimiento preventivo automotriz: los frenos, la lubricación del chasis, el refrigerante, las bujías y el filtro de gasolina a los demás chequeos mencionados previamente.

Diagnóstico organizacional: Se basa en la recolección de información para mejorar y analizar la situación actual con la capacidad de alcanzar el efecto que se espera de la organización, con el objeto de descubrir problemas y áreas de oportunidad para tener un método de corrección y aprovechamiento.

En el diagnóstico, los sistemas y prácticas de la comunicación interna y externa se examinan y mejoran en todos sus niveles y comunicación en sus conversaciones diarias. El diagnóstico no es un fin en sí mismo, sino que es el primer paso esencial para perfeccionar el funcionamiento comunicacional de la organización

Diagnóstico de proceso: Es en un análisis previo de las posibilidades de racionalización de producto en el proceso:

- Existencia de normas de la empresa
- Existencia de reglas y restricciones
- Análisis rápido del número de soluciones existentes en el histórico
- Posibilidad de parametrización
- Análisis rápido de las variables de entrada del producto
- Análisis superficial de los sistemas y herramientas utilizado

2 DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1 DIAGNÓSTICO ORGANIZACIONAL

2.1.1 Análisis DOFA

Como método complementario del perfil de capacidad interna (PCI) y del perfil de amenazas y oportunidades en el medio (POAM), el análisis DOFA ayuda a determinar si la organización está capacitada para desempeñarse en su medio y planear estratégicamente las acciones y medidas para poder conocer su capacidad interna y externa para actuar ante los cambios que se presentan a nivel competitivo.

Mediante entrevista con el gerente, personal de la empresa y clientes, por medio de encuestas e información suministrada se determinó los ítems para establecer cuáles son los factores en fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades, que alimentan la matriz DOFA.

El Anexo A contiene la Tabulación de las encuestas realizadas a los empleados con un total de 8 encuestados entre área administrativa y operarios.

El Anexo B contiene la Tabulación de las encuestas realizadas a los clientes con un total de 30 encuestados referente a los servicios de mecánica preventiva.

2.1.2 Perfil de capacidad interna

Se determinó la capacidad interna por medio de observación de las capacidades directiva, competitiva, de talento humano, tecnológica y financiera (Anexo C) que debe tener la organización para poder actuar y conocer sus debilidades y fortalezas las cuales se recopilan en la tabla 8.

De acuerdo con la evaluación se puede obtener calificación en alto, medio y bajo. Con base en estos resultados se puede observar que para el caso de este proyecto se tiene una alta fortaleza en la competitividad, lo que le ayuda a ser fuerte en el mercado y le proporciona una calificación baja en debilidades, se tiene una alta debilidad en el talento humano que como consecuencia se puede presentar casos en los que los índices de desempeño del trabajador sean bajos generando altos impactos en los cumplimientos de la empresa.

Tabla 8. Matriz DOFA PCI

Calificación	GRADO			GRADO			IMPACTO		
	FORTALEZAS			DEBILIDADES					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
1. Directiva		X			X		X		
2. Competitiva	X					X		X	
3. Talento humano		X		X			X		
4. Tecnológica			X		X		X		
5. Financiera	X				X			X	

Fuente: Los autores con datos de la empresa

2.1.3 Perfil de amenazas y oportunidades del medio

Para la evaluación de los factores externos se utiliza la matriz DOFA POAM, donde se analizan los factores tecnológicos, económicos, políticos, geográficos y sociales que afectan a la empresa. Según los resultados obtenidos en las tablas del Anexo D, para este caso específico se resumen en la tabla 9.

En cuanto a amenazas la empresa tiene un alto grado en cuanto a los factores tecnológicos y geográficos, lo anterior debido a que la competencia tiene mejores tecnologías, a nivel geográfico por tamaño de planta donde se prestan los servicios; sin embargo el factor geográfico es un alto grado de oportunidad ya que la ubicación de la planta es buena con respecto a la competencia, se observa que se tiene altos grados en varios factores lo que le puede permitir a la empresa al enfocar bien sus estrategias lograr crecer en grandes magnitudes.

Tabla 9. Matriz DOFA POAM

Calificación	GRADO			GRADO			IMPACTO		
	AMENAZAS			OPORTUNIDADES					
	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Tecnológicos	X			X			X		
Económicos			X	X			X		
Políticos			X		X			X	
Geográficos	X			X			X		
Sociales			X	X			X		

Fuente: Los autores con datos de la empresa

En cuanto a la matriz DOFA tabla 10, se puede observar que al realizar las conexiones entre la matriz DOFA PCI y la DOFA POAM de los factores con calificación de impacto alto, se tiene como resultado ítems referentes a las fortalezas, debilidades, amenazas y

oportunidades a las cuales la empresa les debe generar estrategias FO, FA, DO, DA, con el fin de intervenir dichos ítems en busca de implementar estrategias para hacerse más competitivo en el mercado.

Para el caso objetivo de este trabajo se puede ver que la estrategia más representativa entre otras y que significa una solución al problema con mayor influencia en la empresa es:

Cumplir con los tiempos de entrega y calidad de servicio como valor agregado evitando la pérdida de clientes por capacidad de recepción y falta de espacios, obtenida de las Fortalezas y Amenazas.

Las estrategias están enfocadas en contrarrestar la pérdida de clientes por falta de espacio, demoras en los tiempos de entrega, recepción de vehículos resaltando las fortalezas y oportunidades.

Tabla 10. Matriz DOFA

DOFA	OPORTUNIDADES.	AMENAZAS.
<p>FORTALEZAS.</p> <ul style="list-style-type: none"> Lealtad y fidelidad de clientes. Personal capacitado. Variedad de servicios, precio y herramientas. Repuestos originales y sello de garantía Respaldo de RENAULT Valor agregado Competir con precios 	<p style="text-align: center;">FO</p> <p>La variedad de servicios y equipos especializados facilita una ventaja competitiva .</p> <p>La lealtad y fidelización de clientes permitirá un crecimiento en el mercado y atención de nuevos clientes referidos.</p> <p>Incrementar el respaldo de Renault para maximizar la calidad en el servicio automotriz para nuestros clientes y mostrar una ventaja competitiva .</p> <p>Con ubicación estratégica y competitividad en precios dar un valor agregado para captación de nuevos clientes.</p> <p>Fidelizar a los clientes manteniendo la instalación de repuestos originales y sello de garantía diferenciando el servicio con la competencia.</p>	<p style="text-align: center;">FA</p> <p>La variedad en servicios, atención y las herramientas especializadas garantiza una ventaja frente a los otros talleres.</p> <p>La diferencia de precios con respecto a los concesionarios y el respaldo de Renault y acceso a repuestos de originales permitirá ofrecer un servicio de calidad y garantía..</p> <p>Buscar respaldo en Renault para ir de la mano con los avances tecnológicos para la revisión de los vehículos de la marca.</p> <p>Cumplir con los tiempos de entrega y calidad de servicio como valor agregado evitando pérdida de clientes por capacidad de recepción y ocupamiento.</p>
<p>DEBILIDADES.</p> <ul style="list-style-type: none"> Manual de funciones o responsabilidades. Sistemas de control. Evaluación de gestión. Índices de desempeño. Departamento de recursos humanos Uso de la curva de experiencia Uso de los planes estratégicos 	<p style="text-align: center;">DO</p> <p>Al definir las funciones y responsabilidades de cada uno de los colaboradores se logra una mayor participación en el mercado.</p> <p>Mediante los sistemas de control se obtiene calidad en el servicio automotriz y satisfacción en el servicio la cliente</p> <p>La prestación de un servicio más rápido y eficiente logre diferenciar a la empresa de los demás talleres.</p> <p>Debido al crecimiento en el mercado se debe fortalecer el departamento de recursos humanos, con el fin de contar con un mayor personal y así cumplir con las expectativas del cliente en el servicio.</p> <p>Implementar planes estratégicos en la calidad de servicio automotriz, brindando confiabilidad a los clientes y fidelización.</p>	<p style="text-align: center;">DA</p> <p>Implementar manuales de funciones y responsabilidades para con ello mantener la calidad en el servicio y prevenir la pérdida de clientes al buscar en otros talleres o en el concesionario.</p> <p>Ante el espacio de planta, planificar y programar el servicio de entrada y salida de vehículos compitiendo con precio y tiempos de atención rápidos en relación al prestado por los concesionarios.</p> <p>Implementar índices de desempeño e iniciar con el departamento de recursos humanos con el objetivo de mantener un control interno y proyectar un crecimiento escalonado para estar al nivel de los concesionarios.</p> <p>Reducir los tiempos de entrega de vehículos optimizando los tiempos y fortalecer la curva de experiencia para que con ello la limitante de espacio no nos impida la atención y programación de nuevos clientes.</p> <p>Realizar planes estratégicos para la captación de nuevos clientes evitando que busquen opciones de otros talleres o la atención directa al concesionario.</p>

Fuente: Los autores con base en la información recopilada

2.1.4 Matriz de Vester

Tabla 11. Matriz de Vester

VARIABLES O PROBLEMA														TOTAL
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	ACTIVOS
P1		4	1	0	3	2	0	3	0	0	0	2	0	15
P2	0		3	2	2	0	2	2	3	4	3	3	0	24
P3	1	2		0	2	0	4	2	2	4	3	2	1	23
P4	0	0	2		1	0	2	1	4	1	0	0	0	11
P5	1	1	0	0		0	1	3	2	1	1	0	0	10
P6	3	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	3
P7	1	4	2	2	2	0		2	3	3	2	1	0	22
P8	0	3	2	1	3	0	3		4	2	3	1	1	23
P9	1	0	3	1	0	0	0	4		1	2	3	2	17
P10	0	0	0	1	2	0	3	1	1		4	3	1	16
P11	1	1	2	0	0	0	1	3	2	4		3	1	18
P12	0	3	2	1	2	0	1	2	3	4	3		1	22
P13	0	0	0	0	0	0	2	3	2	3	1	1		12
TOTAL PASIVOS	8	18	17	8	17	2	19	26	26	27	22	19	7	

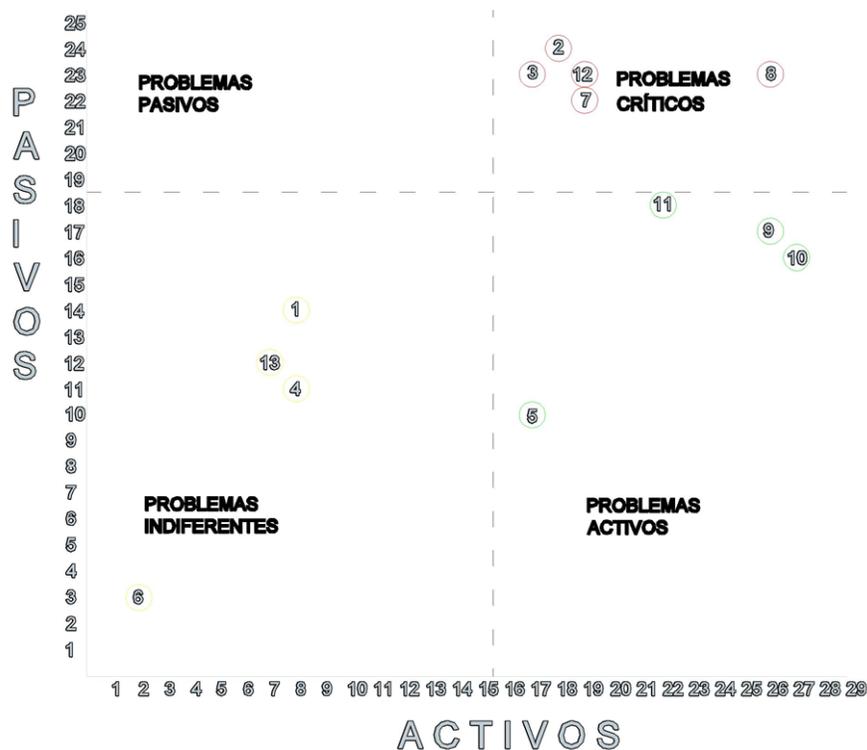
Fuente: Los autores de la información recopilada

P1	NO HAY DEFINIDOS RANGOS DE CONTROL DE JEFES EN LA	P4	NO CUENTAN CON UN MANUAL DE CALIDAD EN LA EMPRESA	P7	LA GERENCIA NO UTILIZA INDICES DE GESTIÓN	P10	NO HAY CONTROL DE PERDIDA DE CLIENTES NO INGRESADOS.	P13	NO HAY DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y
P2	NO HAY DEFINIDOS INDICADORES DE GESTIÓN	P5	NO SE HAN DEFINIDO OBJETIVOS DE CONTROL	P8	NO HAY PLAN DE PRODUCCIÓN (SERVICIO)	P11	NO HAY INDICADORES QUE MIDAN LAS NO CONFORMIDADES		
P3	NO CUENTA CON PLAN ESTRATÉGICO	P6	NO EXISTE UN SISTEMA QUE DETERMINE LOS COSTOS DE LA NO	P9	NO SE REALIZAN PRONÓSTICOS RESPECTO A LA	P12	NO HAY CONTROL FINANCIERO, DE INVENTARIOS.		

En la tabla 11, se recopila la información obtenida de las encuestas realizadas a los empleados y clientes de la empresa (ver formato Anexo A y B), de los cuales al realizar la tabulación se obtiene un diagnóstico de ciertas variables o problemas que están afectando al funcionamiento de la empresa, los cuales son evaluados por medio de la matriz de Vester dándoles un valor de ponderación según afecte el funcionamiento de la empresa.

Al final se obtiene una suma de valores activos y pasivos, dichos valores son llevados a la matriz de tipo de problemas, Figura 8. En la cual se ubican según los valores obtenidos en los cuadrantes correspondientes, lo que arroja una clasificación de problemas de tipos pasivos, críticos, activos e indiferentes.

Figura 8. Matriz tipos de problemas



Fuente: Los autores de la información recopilada

La Interpretación de cada cuadrante y la ubicación de cada problema es el que se muestra a continuación:

En el cuadrante I se encuentran los problemas críticos, presentan altos totales de activo y pasivo. Se entienden como problemas de gran causalidad y son causados por gran parte de lo demás, los resultados finales dependen en gran medida de ellos, por lo que se debe tener cuidado en su análisis; dentro de ellos se tiene para el objeto de estudio de este proyecto los siguientes:

- P8. No hay plan de producción (servicio)**
- P2. No hay definidos indicadores de gestión**
- P12. No hay control financiero, de inventarios.**
- P3. No cuenta con plan estratégico**
- P7. La gerencia no utiliza índices de gestión**

En el cuadrante II se encuentran los problemas pasivos, presentan altos totales de pasivo y total activo bajo. Se entienden como problemas sin gran influencia causal sobre los demás pero que son causados por la mayoría.

Para el caso objeto de estudio de este proyecto no se encuentra ningún problema dentro de esta categoría.

En el cuadrante III se encuentran los problemas indiferentes, presentan bajos totales de pasivo y activo. Su influencia es baja, no son causados por la mayoría de los demás. Son problemas de baja prioridad dentro del caso objeto de estudio de este proyecto se pueden encontrar los siguientes:

- P1. No hay definidos rangos de control de jefes en la organización**
- P4. No cuentan con un manual de calidad en la empresa**
- P6. No existe un sistema que determine los costos de la no calidad**
- P13. No hay departamento de investigación y desarrollo**

En el cuadrante IV se encuentran los problemas activos; presentan alto total de activos y bajo total pasivo. Son problemas de alta influencia sobre la mayoría de los restantes pero que no son causados por otros, dentro del caso objeto de estudio de este proyecto se pueden encontrar los siguientes:

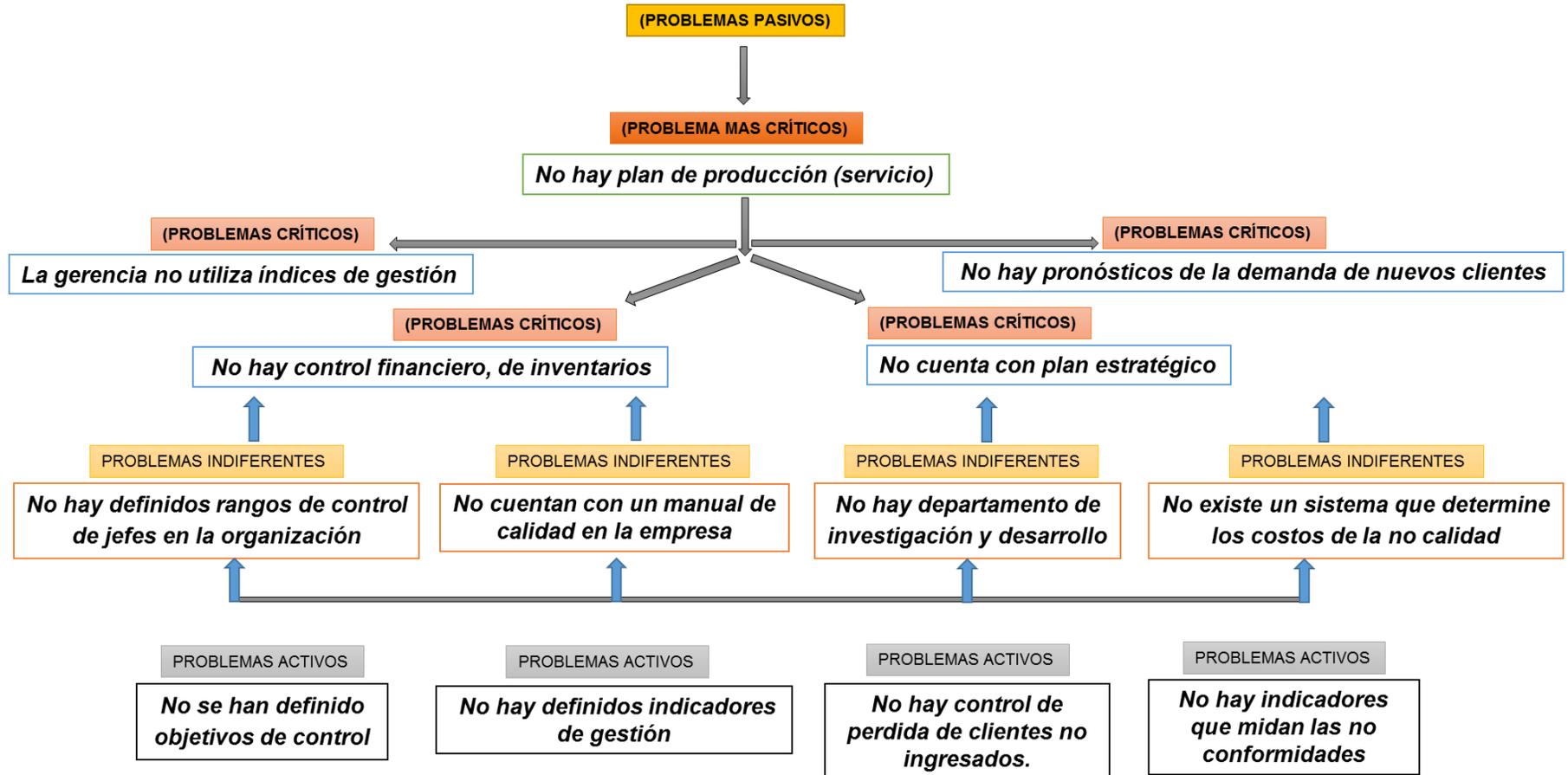
- P5. No se han definido objetivos de control**
- P 9. No se realizan pronósticos respecto a la demanda de clientes**
- P10. No hay control de pérdida de clientes no ingresados.**
- P11. No hay indicadores que midan las no conformidades.**

El siguiente paso es jerarquizar los problemas, utilizando un árbol de problemas Figura 9. Y posteriormente realizar el árbol de objetivos Figura 10. Dicha jerarquía permite ver con mayor claridad cuáles son los problemas que son causa de otros problemas con

mayor influencia en la operatividad de la empresa y a su vez con base en los resultados del árbol de problemas construir el árbol de objetivos de solución con el fin de crear estrategias que permitan minimizar su impacto y lograr así efectos positivos de dichos problemas.

2.1.5 Árbol de problemas

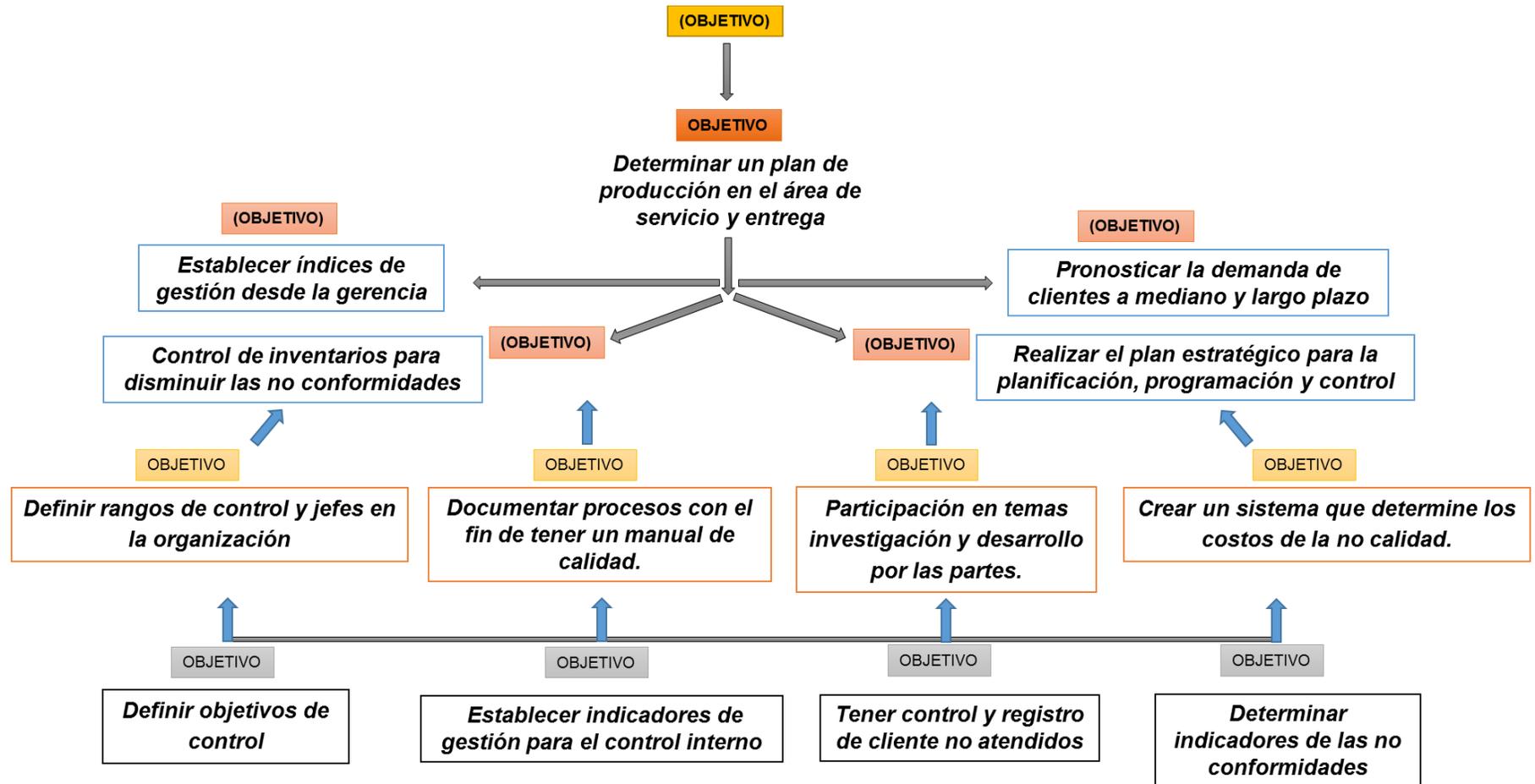
Figura 9. Árbol de problemas



Fuente: Los autores con la información recopilada

2.1.6 Árbol de soluciones

Figura 10. Árbol de Solución



Fuente: Los autores con la información recopilada

2.1.7 Perfil de capacidad disponible

El espacio físico fue adaptado al área de tres casas. La empresa cuenta con delimitación de zonas de trabajo en mantenimiento preventivo, correctivo y pintura, como se observa en la Figura 11 y zona de área administrativa ubicada en la segunda planta.

La capacidad de atención al máximo se observa en la Figura 12, consta de un espacio de 6 vehículos en mantenimiento preventivo, 4 en correctivo, 2 en salida, 4 en espacio de pintura y 1 en cabina de pintura con una capacidad total de 17 vehículos al 100%.

Figura 11. Áreas de Trabajo

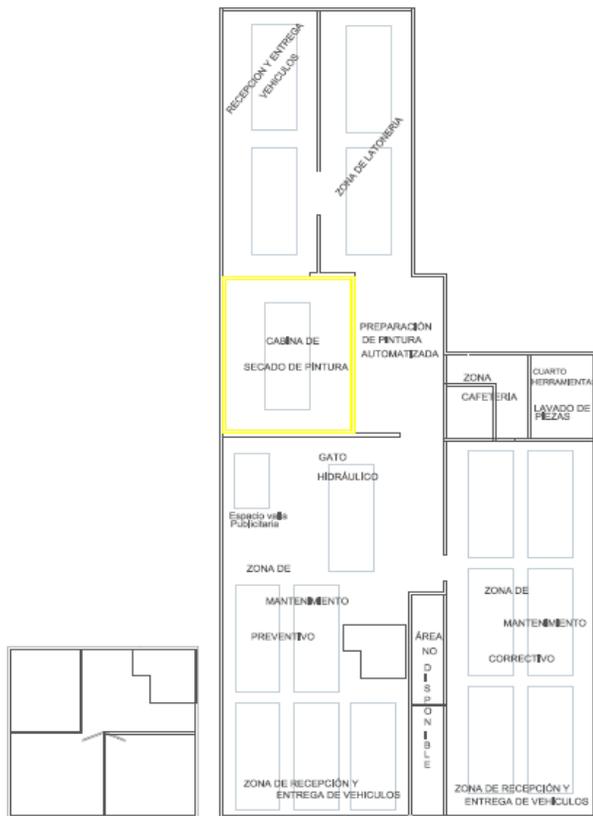
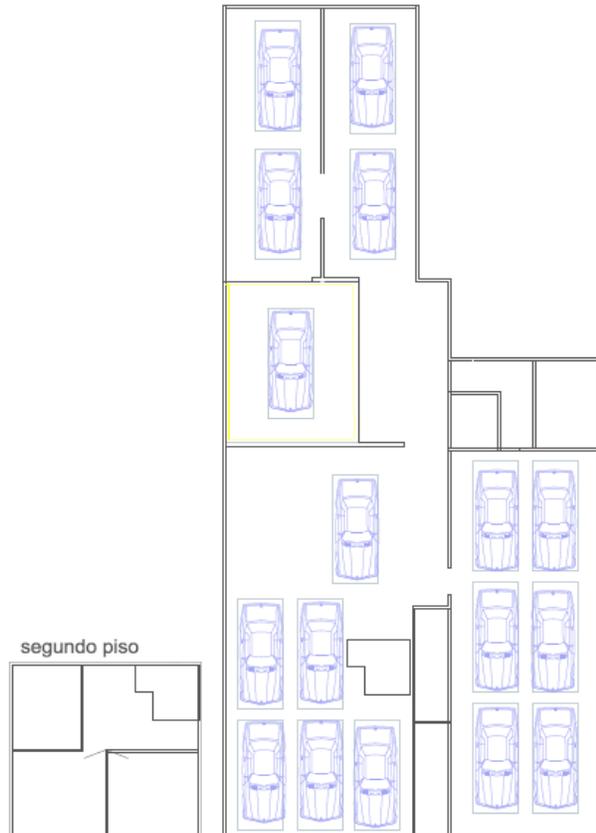


Figura 12. Área Capacidad



Fuente: Los autores

2.1.7.1 Mano de obra

En la tabla 12, se hace la descripción de las funciones por cargos relacionados en el organigrama sugerido, en el que se observa la jerarquización en la empresa.

Tabla 12. DESCRIPCIÓN DE CARGO

CARGO	FUNCIONES
Gerente general	Administrar la empresa; contacta a los clientes con el fin de pedir la autorización de la orden de trabajo; realizar las ordenes de pedido de los repuestos necesarios para el mantenimiento de los vehículos de los clientes.
Jefe de taller	Realiza la recepción y entrega de los vehículos a los clientes; lleva los vehículos a desarrollarle los trabajos que son realizados en otros talleres; coordina con los mecánicos la ejecución de las diferentes órdenes de trabajo.
Contador	Lleva la contabilidad de la empresa, asesora al Gerente sobre los diferentes pagos de obligaciones fiscales de la empresa.
Secretaria	Realiza los recibos de pago y facturas de los servicios prestados a los clientes; ejecuta los pagos a proveedores y servicios para el funcionamiento de la empresa.
Almacenista	Controla la recepción y entrega de los repuestos necesarios para la ejecución de las órdenes de trabajo; controlar los inventarios y dar aviso al Gerente General de la necesidad de repuestos para colocar el pedido.
Mecánico (pesada)	Es el mecánico que se encarga de las reparaciones que requieren de desarme de piezas complejas del vehículo y que requieren de varios días para la ejecución de la orden de trabajo.
Mecánico (rápida)	Es el mecánico que se encarga de realizar trabajos que no requieren de desarmes complejos y que son realizados el mismo día de recepción del vehículo, en los momentos en los que no hay de este tipo de órdenes de trabajo apoya las funciones de mecánica pesada.
Latonero	Realiza trabajos de latonería en los vehículos que son ingresados para la realización de trabajos que requieren enderezado de piezas, tiene la capacidad de apoyar las labores de pintura.
Pintor	Ejecuta las labores de pintura de los vehículos que son ingresados para este tipo de órdenes de trabajo, tiene la capacidad de realizar trabajos de latonería.
Ayudante de mecánica	Se encarga de prestar apoyo a los mecánicos tanto de mecánica pesada como de la rápida en los diferentes desarmes y requerimientos de herramientas que estos puedan necesitar.

Fuente: Los autores de la información recopilada

2.1.7.2 Horarios

La empresa **RENAULT RS** presta sus servicios en los siguientes horarios:

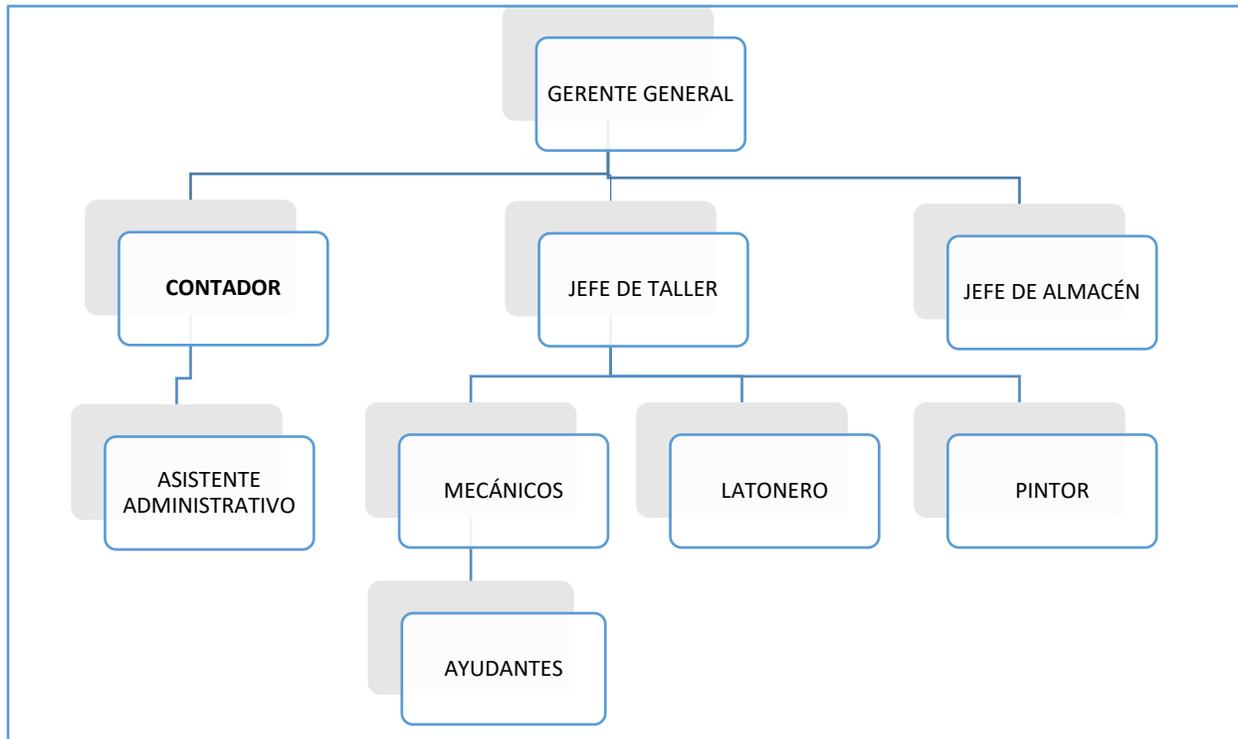
Lunes a Viernes: 8 a.m. a 1 p.m. y de 2 p.m. a 6 p.m. (Trabajo en servicios, recepción y entrega de vehículos).

Sábados: 8 a.m. a 1 p.m. (Entrega de vehículos)

2.1.3.3 Organigrama

En la figura 13, se presenta el organigrama propuesto para la empresa, actualmente no existe ninguno establecido.

Figura 13. Organigrama sugerido



Fuente: Los autores.

2.1.7.3 Listado de servicios prestados por la empresa

La empresa realiza trabajos de mantenimiento preventivo como:

- Sistema de suspensión
- Sistema de dirección
- Sistema de frenos
- Sistema de inyección
- Sistema eléctrico
- Sistema de lubricación
- Sistema de refrigeración
- motor
- Sincronización

Dentro de los procesos de mantenimiento correctivo se encuentran:

- Sistema de suspensión
- Sistema de dirección
- Sistema de frenos
- Sistema de inyección
- Sistema eléctrico
- Sistema de lubricación
- Sistema de refrigeración
- Reparación de motores
- Sincronización
- Reparación de cajas de velocidades
- Latonería y pintura
- Cambio repuestos en general.

Los centros de trabajo con los que cuenta la empresa en la parte de procesos de producción se encuentran organizados de la siguiente manera:

- Un (1) centro para la recepción de los vehículos
- Un (1) centro de trabajo con gato hidráulico para el mantenimiento de suspensión y transmisión del vehículo
- Dos (6) centros de trabajo para mantenimiento preventivo
- Dos (2) centros de trabajo para reparación de motores
- Dos (2) centros de trabajo para mantenimientos correctivos
- Dos (2) centros de trabajo para latonería
- Dos (2) centros de trabajo para pintura
- Un (1) centro de trabajo de cámara de secado de pintura.

2.1.7.4 Herramientas de trabajo

En la empresa se utilizan una serie de herramientas las cuales se ven en el Anexo E, que hacen parte del desarrollo diario de la mecánica preventiva objeto de estudio para este trabajo, se relacionan para que el lector reconozca, diferencie y pueda tener una mayor claridad en los diferentes procesos.

2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL PROBLEMA

En el presente capítulo se desarrollará el análisis estadístico del problema con el fin de determinar con resultados numéricos y por medio de diagramas los datos históricos de la empresa en materia de vehículos atendidos por mes y las entregas no conformes reportadas en los mismos periodos.

2.2.1 Estadística de prestación de servicio y entregas no conformes

En la tabla 13, se puede observar que el porcentaje de entregas no conformes en promedio para los meses comprendidos entre junio de 2015 y marzo de 2016, es de 21,3%, lo cual hace que se tenga el riesgo de perder este mismo porcentaje de clientes al quedar inconformes con la entrega a tiempo de su vehículo.

Tabla 13. Datos clientes mes y entregas no conformes. (Junio 2015 a marzo 2016)

	Mes	Clientes al Mes	Entregas no conformes	% entregas no conformes
		(Vehículos/mes)	(Vehículos/mes)	
2015	Junio	251	59	23,5
	Julio	218	50	22,9
	Agosto	198	39	19,7
	Septiembre	175	31	17,7
	Octubre	236	56	23,7
	Noviembre	171	34	19,9
	Diciembre	254	62	24,4
2016	Enero	177	32	18,1
	Febrero	189	40	21,2
	Marzo	243	58	23,9
	Promedios	211	46,1	21,3

Fuente: Datos estadísticos de la empresa.

Así mismo, cabe anotar que dentro de este valor porcentual no se tiene en cuenta los vehículos que son rechazados por el taller debido a la falta de espacio físico en el que se pueda realizar el trabajo al vehículo, valor que en los meses en los que se atiende una cantidad de clientes superior a 200 se encuentra entre 30 y 40 carros mensuales. En cuanto a los meses en los que los clientes atendidos son menores a 200, este valor está entre 20 y 30 carros rechazados al mes.

En la tabla 14, se pueden observar los meses ordenados con base en la mayor cantidad de no conformidades y de acuerdo con lo anterior en los meses en los que es mayor el número de clientes atendidos el número de no conformidades aumenta.

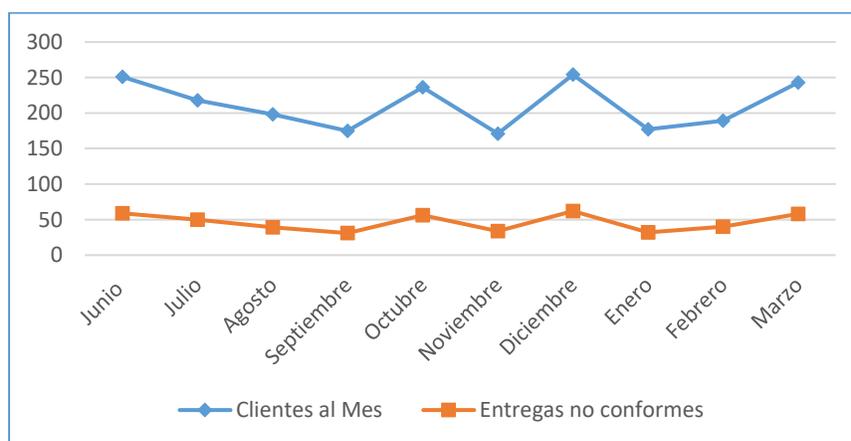
Tabla 14. Datos clientes mes y entregas no conformes. (Junio 2015 a marzo 2016)

MES	CLIENTES AL MES	ENTREGAS NO CONFORMES
Diciembre 2015	254	62
Junio 2015	251	59
Marzo 2016	243	58
Octubre 2015	236	56
Julio 2015	218	50
Febrero 2016	189	40
Agosto 2015	198	39
Noviembre 2015	171	34
Enero 2016	177	32
Septiembre 2015	175	31

Fuente: Datos estadísticos de la empresa.

A continuación, en el gráfico 1, se representan los valores de la cantidad de clientes atendidos por mes en el periodo comprendido entre junio 2015 y marzo 2016, junto con las entregas no conformes del mismo periodo, donde se puede observar las variaciones en dichos datos.

Gráfico 1. Relación entregas y no conformidades mes a mes (Junio 2015 a marzo 2016)



Fuente: Los autores

2.2.2 Diagrama de Pareto no conformidades

En la tabla 15, se representa los datos de frecuencia de los tipos de servicios y las entregas no conformes de los servicios prestados en el periodo comprendido entre el mes de Junio de 2015 y marzo de 2016, así como las frecuencias absoluta y acumulada de las no conformidades con los cuales se va a realizar el diagrama de Pareto.

Tabla 15. Datos no conformidades de servicios prestados (Junio 2015 a marzo 2016)

SERVICIO	TOTAL NO CONFORMIDADES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA
	Vehículos		
Cambio aceite	635	0,301	30%
Frenos	389	0,184	48%
Cambio correa	317	0,150	63%
Mantenimiento General	250	0,118	75%
Pintura	195	0,092	85%
Suspensión	150	0,071	92%
Electricidad	97	0,046	96%
Motor	43	0,020	98%
Escáner	24	0,011	99%
Caja de velocidades	12	0,006	100%
Total	2112		

Fuente: Los autores con los datos de la compañía

La tabla 16, contiene los datos recopilados para el mes de junio de 2015, donde se puede observar la cantidad de vehículos que acuden a la empresa para solicitar cada uno de los servicios prestados, entregas no conformes con sus respectivas frecuencias.

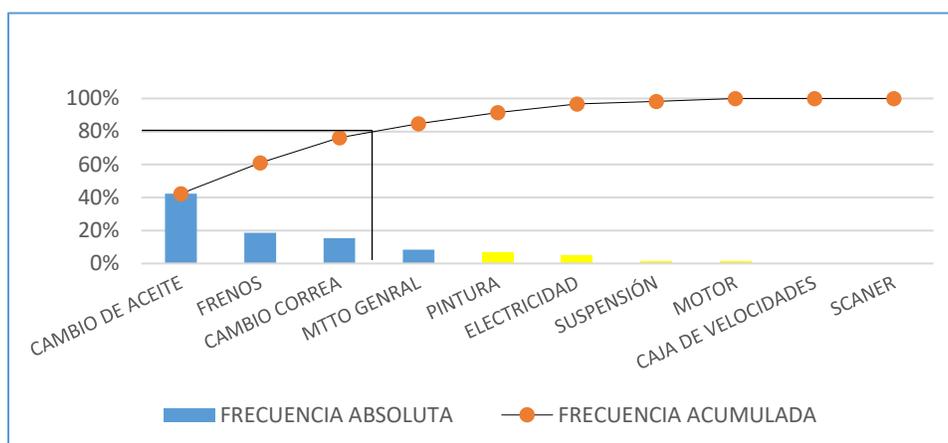
Tabla 16. Datos clientes y entregas no conformes al mes de junio de 2015.

mes	TIPO DE SERVICIO	FRECUENCIA	ENTREGAS NO CONFORMES	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
2015		(Vehículos/mes)	(Vehículos/mes)		
JUN	Cambio de aceite	84	25	42%	42%
	Frenos	47	11	19%	61%
	Cambio correa	29	9	15%	76%
	Mantenimiento general	29	5	8%	85%
	Pintura	26	4	7%	92%
	Electricidad	15	3	5%	97%
	Suspensión	15	1	2%	98%
	Motor	6	1	2%	100%
	Caja de velocidades	0	0	0%	100%
	Escaner	0	0	0%	100%
	TOTAL	251	59		

Fuente: Datos estadísticos de la empresa.

En la gráfica 2, se tiene el diagrama de Pareto de las no conformidades del mes de junio de 2015, en el cual se obtiene que el 80% sobre el cual se debe generar actividades de mejora son los trabajos de cambio de aceite, frenos, cambio de correa de repartición y mantenimiento general, y los trabajos restantes representan el 20%.

Gráfico 2. Pareto No-Conformidades junio de 2015



Fuente: Los autores

En la tabla 17, se encuentra los datos de clientes atendidos, entregas no conformes y las frecuencias absoluta y acumulada por tipo de servicios correspondientes al mes de julio de 2015.

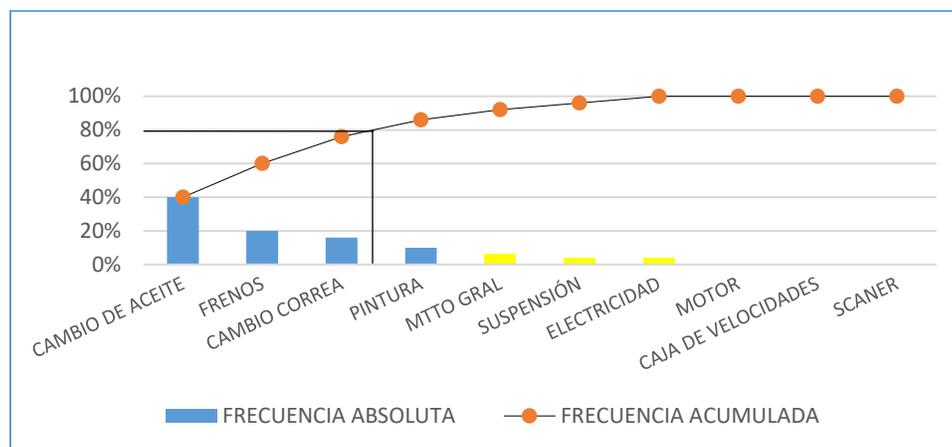
Tabla 17. Datos clientes y entregas no conformes al mes de julio 2015.

MES	TIPO DE SERVICIO	FRECUENCIA	ENTREGAS NO CONFORMES	FRECUENCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA
2015		(Vehículos/mes)	(Vehículos/mes)		
JULIO	Cambio de aceite	78	20	40%	40%
	Frenos	45	10	20%	60%
	Cambio correa	34	8	16%	76%
	Pintura	18	5	10%	86%
	Mantenimiento general	18	3	6%	92%
	Suspensión	13	2	4%	96%
	Electricidad	9	2	4%	100%
	Motor	3	0	0%	100%
	Caja de velocidades	0	0	0	100%
	Escaner	0	0	0	100%
TOTAL		218	50		

Fuente: Datos estadísticos de la empresa.

En la gráfica 3, se tiene el diagrama de Pareto correspondiente al mes de julio de 2015, el que se tiene como resultado que el 80% de las entregas no conformes corresponden a los trabajos realizados en cambio de aceite, frenos, cambio de correa y pintura; sin embargo aunque se encuentre fuera del 80% el trabajo de mantenimiento general se encuentra muy cerca, lo que empieza a generar una tendencia en cuanto a los trabajos en los cuales se debe priorizar las mejoras para disminuir las entregas no conformes.

Gráfico 3. Pareto No-Conformidades julio 2015



Fuente: Los autores

En la tabla 18, se tiene los datos de clientes atendidos, entregas no conformes y frecuencias absoluta y acumulada del mes de agosto de 2015.

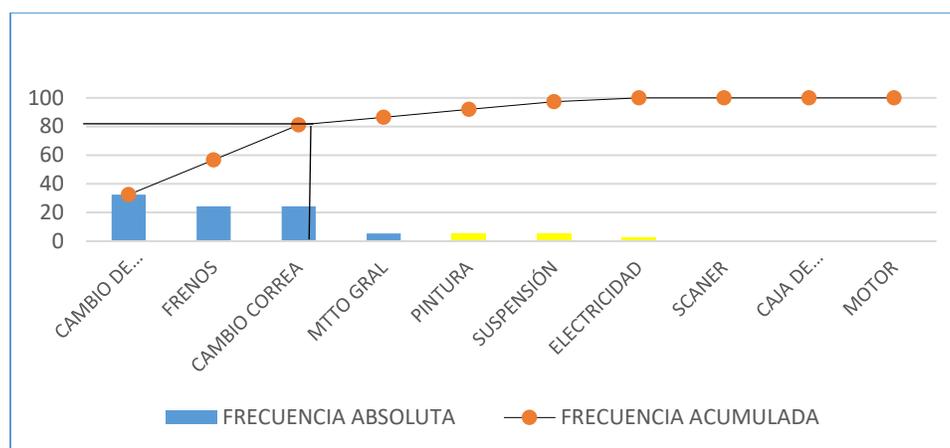
Tabla 18. Datos clientes y entregas no conformes al mes de agosto 2015.

MES	TIPO DE SERVICIO	FRECUENCIA	ENTREGAS NO CONFORMES	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA
2015		(Vehículos/mes)	(Vehículos/mes)		
AGOSTO	Cambio de aceite	54	12	32	32
	Frenos	40	9	24	57
	Cambio correa	31	9	24	81
	Mantenimiento general	23	2	5	86
	Pintura	19	2	5	92
	Suspensión	13	2	5	97
	Electricidad	8	1	3	100
	Escáner	5	0	0	100
	Caja de velocidades	3	0	0	100
	Motor	2	0	0	100
	TOTAL		198	37	

Fuente: Datos estadísticos de la empresa periodo agosto 2015

En el gráfico 4, se tiene el diagrama de Pareto de las entregas no conformes de los servicios prestados del mes de agosto de 2015, donde se obtiene de nuevo dentro del 80% los servicios de cambio de aceite, frenos, cambio de correa de repartición y nuevamente muy cerca el servicio de mantenimiento general.

Gráfico 4. Pareto No-Conformidades agosto 2015.



Fuente: Los autores

Las tablas correspondientes a los meses siguientes, se encuentran en el anexo F, se encuentran los datos de clientes atendidos, entregas no conformes, frecuencia absoluta y acumulada de los servicios prestados en los meses de septiembre de 2015 a marzo de 2016. En la tabla 19, se observa el resumen de la información y como se observa los servicios con una mayor porcentaje de no conformidades son los que van a estar sujetos a estudio sujetos al diagrama de Pareto que nos arroje el grafico.

Tabla 19. Resumen Pareto No Conformidades septiembre 2015 a marzo 2016

TIPO DE SERVICIO	FRECUENCIA ABSOLUTA						
	Septiembre 2015	Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	Enero 2016	Febrero 2016	Marzo 2016
Cambio de aceite	29,0	32,1	24%	24%	31%	25%	28%
Frenos	22,6	19,6	15%	18%	22%	23%	19%
Cambio correa	16,1	16,1	18%	18%	13%	13%	16%
Mantenimiento general	12,9	14,3	21%	21%	16%	20%	14%
Suspensión	9,7	3,6	9%	6%	9%	5%	3%
Pintura	6,5	7,1	6%	5%	3%	13%	9%
Scaner	0,0	3,6	0%	0%	0%	0%	0%
Caja de velocidades	3,2	1,8	0%	0%	0%	0%	2%
Electricidad	0,0	0,0	6%	6%	6%	0%	9%
Motor	0,0	1,8	3%	2%	0%	3%	2%

Fuente: Los autores con información recopilada

Los gráficos correspondientes a los meses se encuentran en el anexo F, se tiene los diagramas de Pareto de las no conformidades de los servicios prestados en los meses de septiembre de 2015 a marzo de 2016, donde se puede observar que la tendencia del 80% en los diagramas, corresponde generalmente a los servicios de cambio de aceite, frenos, cambio de correa de repartición y mantenimiento general, en conclusión, por lo

cual siendo los servicios que frecuentemente generan entregas no conformes en un porcentaje igual o superior al 80% en los diagramas de Pareto, son los servicios en los cuales se debe dar prioridad en las mejoras a implementar en el taller RENAULT RS.

2.2.3 DIAGRAMA DE PARETO INGRESOS SERVICIOS A PRESTAR

Teniendo en cuenta que la empresa RENAULT RS en pro de mejorar sus ingresos, pidió realizar un análisis sobre la inclusión del proceso de mantenimiento general en el estudio, se tuvo en cuenta la variable de ingresos monetarios generados por cada uno de los servicios identificados como prioritarios en los análisis de Pareto de no conformidades. Se incluyó el servicio de mantenimiento general para los mismos meses objeto de estudio en los que se tuvo en cuenta la variable de no conformidades.

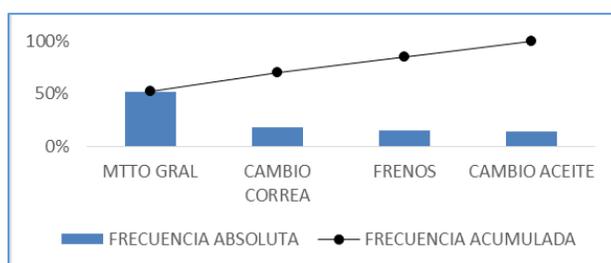
Los datos recopilados se observan en las tablas 20 a la 22 y en el anexo G. Las cuales dan como resultado que el servicio de mantenimiento general es el más representativo en cuanto a la variable de ingresos generados por la empresa mensualmente, lo anterior debido a que es un servicio que requiere de una mayor cantidad de tiempo de intervención por parte del mecánico y generando ingresos por mano de obra. También se pueden observar los resultados de los porcentajes de representación en ingresos por servicio en los gráficos del 5 al 7 y en el Anexo G.

Tabla 20. Pareto ingresos servicios a prestar junio

MES	TIPO DE SERVICIO	FRECUENCIA	TIEMPO DEL SERVICIO	TIEMPO TOTAL DEL SERVICIO POR MES	VALOR HORA	TALLER 60%	MECANICO 40%	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA
2015			HORAS		\$50.000				
JUNIO	MTTO GRAL	29	11,13	322,88	\$16.144.235	\$9.686.541	\$6.457.694	52%	52%
	CAMBIO CORREA	29	3,93	114,08	\$5.704.039	\$3.422.423	\$2.281.616	18%	70%
	FRENOS	47	1,99	93,76	\$4.687.914	\$2.812.749	\$1.875.166	15%	85%
	CAMBIO ACEITE	84	1,08	91,02	\$4.550.768	\$2.730.461	\$1.820.307	15%	100%
	TOTAL	189		621,74	\$ 31.086.956	\$ 18.652.173	\$ 12.434.782		

Fuente: Los autores con información recopilada

Gráfico 5. Análisis de Pareto ingresos junio



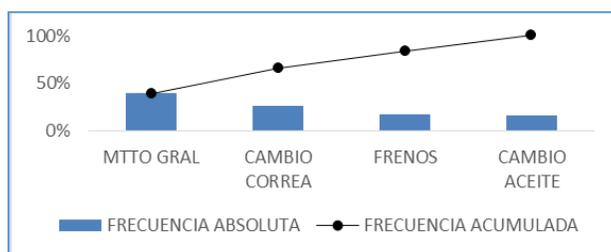
Fuente: Los autores con información recopilada

Tabla 21. Tabla de frecuencias de ingresos servicios a prestar julio - 2015

MES	TIPO DE SERVICIO	FRECUENCIA	TIEMPO DEL SERVICIO	TIEMPO TOTAL DEL SERVICIO POR MES	VALOR HORA	TALLER 60%	MECANICO 40%	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA
2015			HORAS		\$50.000				
JULIO	MTTO GRAL	18	11,13	200,41	\$10.020.560	\$6.012.336	\$4.008.224	39%	39%
	CAMBIO CORREA	34	3,93	133,75	\$6.687.494	\$4.012.496	\$2.674.998	26%	66%
	FRENOS	45	1,99	89,77	\$4.488.428	\$2.693.057	\$1.795.371	18%	83%
	CAMBIO ACEITE	78	1,08	84,51	\$4.225.713	\$2.535.428	\$1.690.285	17%	100%
	TOTAL	175		508,44	\$25.422.195	\$ 15.253.317	\$ 10.168.878		

Fuente: Los autores con información recopilada

Gráfico 6. Pareto ingresos julio



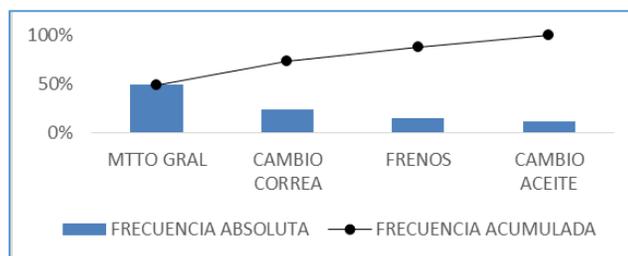
Fuente: Los autores con información recopilada

Tabla 22. Pareto ingresos servicios a prestar agosto

MES	TIPO DE SERVICIO	FRECUENCIA	TIEMPO DEL SERVICIO	TIEMPO TOTAL DEL SERVICIO POR MES	VALOR HORA	TALLER 60%	MECANICO 40%	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA
2015			HORAS		\$50.000				
AGOSTO	MTTO GRAL	23	11,13	256,08	\$12.804.048	\$7.682.429	\$5.121.619	50%	50%
	CAMBIO CORREA	31	3,93	121,95	\$6.097.421	\$3.658.452	\$2.438.968	24%	73%
	FRENOS	40	1,99	79,79	\$3.989.714	\$2.393.829	\$1.595.886	15%	89%
	CAMBIO ACEITE	54	1,08	58,51	\$2.925.494	\$1.755.296	\$1.170.197	11%	100%
	TOTAL	148		516,33	\$25.816.677	\$ 15.490.006	\$ 10.326.671		

Fuente: Los autores con información recopilada

Gráfico 7. Pareto ingresos agosto



Fuente: Los autores con información recopilada

En la tabla 23, se observa el resumen de las frecuencias absolutas entre los meses septiembre 2015 a marzo 2016.

Los ingresos generados por la empresa mensualmente en la que se detalla que el servicio de mantenimiento general es el de bastante relevancia entre los servicios que presta con un alto porcentaje de participación en los ingresos de la empresa, por lo cual se le debe prestar la atención debida para cumplir con los clientes y generar la mayoría de los ingresos que percibe la empresa Renault RS.

Tabla 23. Resumen Frecuencia Absoluta septiembre 2015 a marzo 2016

TIPO DE SERVICIO	FRECUENCIA ABSOLUTA						
	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
	2015	2015	2015	2015	2016	2016	2016
Mantenimiento general	53%	50%	53%	52%	47%	62%	47%
Cambio correa	22%	23%	21%	27%	21%	19%	25%
Frenos	14%	14%	13%	11%	14%	11%	16%
Cambio aceite	10%	13%	13%	10%	18%	8%	12%

Fuente: Los autores con información recopilada

2.3 ESTANDARIZACIÓN DE LOS PROCESOS A TRAVÉS DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS

2.3.1 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para poder determinar el tamaño de la muestra se realiza inicialmente una recopilación de datos con el fin de determinar el comportamiento y utilizarlos en las fórmulas para poder determinar valores más acertados. Para el caso objeto de estudio en este proyecto se toman las muestras de tiempos de cada proceso relacionadas en la tabla 24, obteniéndose un valor de 25 muestras iniciales.

Tabla 24. Tamaño de la muestra de servicios.

No. Datos	GENERACION ORDEN DE TRABAJO	FRENOS	CORREA DE REPARTICION	CAMBIO DE ACEITE	MTTO. GENERAL
	MIN.	MIN.	MIN.	MIN.	MIN.
1	22,96	107,65	204,04	59,02	541,90
2	21,92	110,47	204,19	60,94	544,25
3	24,16	109,88	212,13	57,35	542,67
4	22,42	109,78	201,15	58,18	546,00
5	22,82	108,53	203,61	62,89	542,94
6	23,44	109,96	209,45	58,59	540,99
7	22,11	108,66	208,15	55,45	542,88
8	23,50	108,43	206,12	58,49	540,43
9	23,46	109,25	197,32	56,13	546,42
10	22,09	109,41	198,69	59,68	544,44
11	23,09	110,39	202,46	61,43	544,84
12	22,90	110,03	208,30	54,75	539,59
13	23,80	108,18	200,35	62,83	543,16
14	23,64	107,56	200,39	60,50	545,35
15	22,98	110,06	209,03	54,05	542,09
16	22,84	107,28	204,54	59,57	546,12
17	24,43	107,76	202,48	60,05	541,76
18	22,21	109,16	202,46	56,97	541,65
19	24,31	107,11	204,14	54,79	547,04
20	23,74	109,42	197,80	57,36	539,56
21	21,45	112,08	199,89	58,21	542,83
22	22,84	109,47	201,94	61,48	543,74
23	23,20	110,15	202,51	57,83	543,55
24	23,50	109,80	193,94	57,43	540,51
25	22,90	108,52	198,84	60,24	544,58

Fuente: Los autores con información recopilada

Teniendo en cuenta los valores obtenidos en la tabla 24, se reemplazaron en la siguiente fórmula para la obtención de la muestra óptima para cada uno de los procesos.

$$n = \left(\frac{S * t}{k * \dot{X}} \right)^2$$

Donde:

n=Tamaño de la muestra
S=Desviación estándar
t=Distribución t student
k=Nivel de confianza
 \bar{X} =Media datos históricos

2.3.1.1 FRENOS

La tabla 25, contiene los datos estadísticos obtenidos de las muestras de toma de tiempos necesarios para la obtención de la muestra para el proceso de frenos.

Tabla 25. Estadístico Frenos

Media	109,161
Error típico	0,2363718
Mediana	109,40922
Desviación estándar	1,18
Varianza de la muestra	1,396791
Curtosis	0,0971392
Coefficiente de asimetría	0,1460165
Rango	4,966307
Mínimo	107,11193
Máximo	112,07824
Suma	2729,0127
Cuenta	25
Nivel de confianza (95,0%)	0,4878474

Fuente: Los autores con información recopilada

$$n = \left(\frac{1.18 * 2.064}{0.05 * 109.161} \right)^2$$
$$n = 0.20$$

Debido a que el resultado obtenido es menor a las muestras obtenidas inicialmente se mantiene la cantidad 25 muestras para realizar la toma de tiempos del proceso de frenos.

2.3.1.2 CORREA DE REPARTICIÓN

La tabla 26, contiene los datos estadísticos obtenidos de las muestras de toma de tiempos necesarios para la obtención de la muestra del proceso de cambio de correa de repartición.

Tabla 26. Estadístico Correa de Repartición

Media	202,956
Error típico	0,854966087
Mediana	202,4841539
Desviación estándar	4,27
Varianza de la muestra	18,27417524
Curtosis	-0,044758806
Coefficiente de asimetría	0,194790689
Rango	18,19832749
Mínimo	193,935965
Máximo	212,1342925
Suma	5073,909306
Cuenta	25
Nivel de confianza (95,0%)	1,764563277

Fuente: Los autores con información recopilada

$$n = \left(\frac{4,27 * 2.064}{0.05 * 202.956} \right)^2$$

$$n = 0.76$$

Debido a que el resultado obtenido es menor a las muestras obtenidas inicialmente se mantiene la cantidad 25 muestras para realizar la toma de tiempos del proceso de cambio de correa de repartición.

2.3.1.3 CAMBIO DE ACEITE

La tabla 27, contiene los datos estadísticos obtenidos de las muestras de toma de tiempos necesarios para la obtención de la muestra para la toma de tiempos del proceso de cambio de aceite.

Tabla 27. Estadístico Cambio de Aceite

Media	58,568
Error típico	0,487886814
Mediana	58,48561261
Desviación estándar	2,44
Varianza de la muestra	5,950838588
Curtosis	-0,615044221
Coefficiente de asimetría	-0,061135383
Rango	8,839034612
Mínimo	54,04810919

Máximo	62,8871438
Suma	1464,211015
Cuenta	25
Nivel de confianza (95,0%)	1,006948894

Fuente: Los autores con información recopilada

$$n = \left(\frac{2.44 * 2.064}{0.05 * 58.568} \right)^2$$

$$n = 2.96$$

Debido a que el resultado obtenido es menor a las muestras obtenidas inicialmente se mantiene la cantidad 25 muestras para realizar la toma de tiempos del proceso de cambio de aceite.

2.3.1.4 MANTENIMIENTO GENERAL

La tabla 28, contiene los datos estadísticos obtenidos de las muestras de toma de tiempos necesarios para la obtención de la muestra para el proceso de mantenimiento general.

Tabla 28. Estadístico Mantenimiento General

Media	543,172
Error típico	0,423926693
Mediana	542,9409014
Desviación estándar	2,12
Varianza de la muestra	4,492846021
Curtosis	-0,787860604
Coficiente de asimetría	0,042552693
Rango	7,4819206
Mínimo	539,5588341
Máximo	547,0407547
Suma	13579,30451
Cuenta	25
Nivel de confianza (95,0%)	0,874941691

Fuente: Los autores con información recopilada

$$n = \left(\frac{2.12 * 2.064}{0.05 * 543.17} \right)^2$$

$$n = 0.03$$

Debido a que los datos obtenidos dan como resultado valores con desviación estándar muy baja, ya que las operaciones que se tuvieron en cuenta se hicieron por parte de los mecánicos en tiempos sin diferencias significativas (ver anexo L), los tamaños de las muestras arrojan valores muy pequeños, por esta razón se determina 25 observaciones como tamaño de la muestra para todos los servicios objeto de estudio.

2.3.2 TOMA DE TIEMPOS

La toma de tiempos se llevó a cabo por medio de las cámaras de video con las que cuenta la empresa, lo que genera mayor confiabilidad en los resultados obtenidos, ya que no inciden factores como los cambios de ritmo por parte de los mecánicos al sentirse presionados e inspeccionados. Dichos datos se encuentran digitados en las tablas del anexo H, en la hoja toma de tiempos. Se recopiló información para los servicios de cambio de aceite, revisión de frenos, cambio de correa de repartición y mantenimiento general.

Este proceso se realizó seleccionando el tipo de servicio del cual se quería tomar el tiempo, se colocaba el video en el momento en el que el mecánico iba a empezar el proceso y ahí se tomaba como tiempo cero (0), se dejaba correr el video hasta que terminaba cada una de las actividades en las que está dividido el proceso, se realizaba una nueva pausa para tomar nota del tiempo que se había demorado en dicha operación y se dejaba continuar. Cabe anotar que se tomó el tiempo de cada una de las operaciones como si fuera la primera, es decir que la metodología de la toma de los tiempos que se utilizó fue con vuelta a cero (0). Por esta razón no se tuvieron en cuenta los tiempos en los que los mecánicos realizaban otro tipo de actividad, ya que ellos terminaban la operación que estaban realizando, hacían la pausa que necesitaran y luego regresaban a seguir desarrollando el proceso del servicio.

Debido a lo anterior el porcentaje de suplementos que se usó para determinar los tiempos estándar fue el determinado como constantes y variables por las condiciones mismas de la labor y fatiga normales.

2.3.3 TIEMPOS ESTÁNDAR

La determinación del tiempo estándar de cada uno de los servicios se estableció con el total de minutos obtenidos en la toma de tiempos teniendo en cuenta la calificación de la experticia con la que el mecánico realizó el proceso, agregándole los porcentajes de suplementos constantes (necesidades personales y Fatiga básica) y los variables (propios de la actividad desarrollada).

2.3.3.1 FRENOS

La tabla 29, contiene los promedios obtenidos de las 25 muestras, junto con las calificaciones a la experticia con la que actuó el mecánico en la realización del proceso

y los porcentajes de suplementos variables y constantes que se tuvieron en cuenta para la realización del servicio de mantenimiento de frenos, del cual se puede encontrar el diagrama de flujo en el anexo I.

Tabla 29. Tiempo Estándar Frenos (Minutos)

SERVICIO	NÚMERO DE OBSERVACIÓN	%CALIFICACIÓN	TIEMPO OBSERVADO	TIEMPO NORMAL
SERVICIO MANTENIMIENTO FRENOS	1	100%	107,65	107,65
	2	95%	110,47	104,95
	3	100%	109,88	109,88
	4	100%	109,78	109,78
	5	100%	108,53	108,53
	6	100%	109,96	109,96
	7	100%	108,66	108,66
	8	100%	108,43	108,43
	9	100%	109,25	109,25
	10	100%	109,41	109,41
	11	95%	110,39	104,87
	12	95%	110,03	104,53
	13	100%	108,18	108,18
	14	100%	107,56	107,56
	15	100%	110,06	110,06
	16	100%	107,28	107,28
	17	100%	107,76	107,76
	18	100%	109,16	109,16
	19	100%	107,11	107,11
	20	100%	109,42	109,42
	21	90%	112,08	100,87
	22	100%	109,47	109,47
	23	95%	110,15	104,65
	24	100%	109,80	109,80
	25	100%	108,52	108,52
PROMEDIO TIEMPO NORMAL				107,83
PORCENTAJE SUPLEMENTOS CONSTANTES			NECESIDADES PERSONAL BÁSICO POR FATIGA	5%
				4%
PORCENTAJE SUPLEMENTOS VARIABLES			TRABAJO DE PIE	0%
			POSTURA ANORMAL	2%
			USO DE FUERZA	0%
			INTENSIDAD DE LUZ	0%
			CALIDAD DEL AIRE	0%
			TENSIÓN VISUAL	0%
			TENSIÓN AUDITIVA	0%
			TENSIÓN MENTAL	0%
			MONOTONIA MENTAL	0%
			MONOTONIA FÍSICA	0%
			OTROS SUPLEMENTOS	0%
TOTAL SUPLEMENTOS				11%
TIEMPO ESTANDAR SERVICIO				119,69

Fuente: Los autores con información recopilada

2.3.3.2 CORREA DE REPARTICIÓN

La tabla 30, contiene los promedios obtenidos de las 25 muestras, junto con las calificaciones a la experticia con la que actuó el mecánico en la realización del proceso y los porcentajes de suplementos variables y constantes que se tuvieron en cuenta para la realización del servicio de cambio de correa de repartición, del cual se puede encontrar el diagrama de flujo en el anexo J.

Tabla 30. Tiempo Estándar Correa de Repartición (Minutos)

SERVICIO	NÚMERO DE OBSERVACIÓN	%CALIFICACIÓN	TIEMPO OBSERVADO	TIEMPO NORMAL
SERVICIO CAMBIO CORREA DE REPARTICIÓN	1	100%	204,04	204,04
	2	100%	204,19	204,19
	3	85%	212,13	180,31
	4	100%	201,15	201,15
	5	100%	203,61	203,61
	6	90%	209,45	188,50
	7	90%	208,15	187,33
	8	100%	206,12	206,12
	9	100%	197,32	197,32
	10	100%	198,69	198,69
	11	100%	202,46	202,46
	12	90%	208,30	187,47
	13	100%	200,35	200,35
	14	100%	200,39	200,39
	15	90%	209,03	188,13
	16	100%	204,54	204,54
	17	100%	202,48	202,48
	18	100%	202,46	202,46
	19	100%	204,14	204,14
	20	100%	197,80	197,80
	21	100%	199,89	199,89
	22	100%	201,94	201,94
	23	100%	202,51	202,51
	24	100%	193,94	193,94
	25	100%	198,84	198,84
PROMEDIO TIEMPO NORMAL				198,34
PORCENTAJE SUPLEMENTOS CONSTANTES			NECESIDADES PERSONALES	5%
			BÁSICO POR FATIGA	4%
PORCENTAJE SUPLEMENTOS VARIABLES			TRABAJO DE PIE	0%
			POSTURA ANORMAL	2%
			USO DE FUERZA	0%
			INTENSIDAD DE LUZ	2%
			CALIDAD DEL AIRE	0%
			TENSIÓN VISUAL	2%
			TENSIÓN AUDITIVA	0%
			TENSIÓN MENTAL	4%
			MONOTONIA MENTAL	0%
			MONOTONIA FÍSICA	0%
			OTROS SUPLEMENTOS	0%
TOTAL SUPLEMENTOS				19%
TIEMPO ESTANDAR SERVICIO				236,03

Fuente: Los autores con información recopilada

2.3.3.3 CAMBIO DE ACEITE

La tabla 31, contiene los promedios obtenidos de las 25 muestras, junto con las calificaciones a la experticia con la que actuó el mecánico en la realización del proceso y los porcentajes de suplementos variables y constantes que se tuvieron en cuenta para la realización del servicio de cambio de aceite, del cual se puede encontrar el diagrama de flujo en el anexo K.

Tabla 31. Tiempo Estándar Cambio de Aceite (Minutos)

SERVICIO	NÚMERO DE OBSERVACIÓN	%CALIFICACIÓN	TIEMPO OBSERVADO	TIEMPO NORMAL
SERVICIO CAMBIO DE ACEITE	1	100%	59,02	59,02
	2	100%	60,94	60,94
	3	100%	57,35	57,35
	4	100%	58,18	58,18
	5	100%	62,89	62,89
	6	100%	58,59	58,59
	7	100%	55,45	55,45
	8	100%	58,49	58,49
	9	100%	56,13	56,13
	10	100%	59,68	59,68
	11	100%	61,43	61,43
	12	100%	54,75	54,75
	13	100%	62,83	62,83
	14	100%	60,50	60,50
	15	100%	54,05	54,05
	16	100%	59,57	59,57
	17	100%	60,05	60,05
	18	100%	56,97	56,97
	19	100%	54,79	54,79
	20	100%	57,36	57,36
	21	100%	58,21	58,21
	22	100%	61,48	61,48
	23	100%	57,83	57,83
	24	100%	57,43	57,43
	25	100%	60,24	60,24
PROMEDIO TIEMPO NORMAL				58,57
PORCENTAJE SUPLEMENTOS CONSTANTES			NECESIDADES PERSONALES	5%
			BÁSICO POR FATIGA	4%
PORCENTAJE SUPLEMENTOS VARIABLES			TRABAJO DE PIE	2%
			POSTURA ANORMAL	0%
			USO DE FUERZA	0%
			INTENSIDAD DE LUZ	0%
			CALIDAD DEL AIRE	0%
			TENSIÓN VISUAL	0%
			TENSIÓN AUDITIVA	0%
			TENSIÓN MENTAL	0%
			MONOTONIA MENTAL	0%
			MONOTONIA FÍSICA	0%
			OTROS SUPLEMENTOS	0%
TOTAL SUPLEMENTOS				11%
TIEMPO ESTANDAR SERVICIO				65,01

Fuente: Los autores con información recopilada

2.3.3.4 MANTENIMIENTO GENERAL

La tabla 32, contiene los promedios obtenidos de las 25 muestras, junto con las calificaciones a la experticia con la que actuó el mecánico en la realización del proceso y los porcentajes de suplementos variables y constantes que se tuvieron en cuenta para la realización del servicio de mantenimiento general, del cual se puede encontrar el diagrama de flujo en el anexo L.

Tabla 32. Tiempo Estándar mantenimiento general (Minutos)

SERVICIO	NÚMERO DE OBSERVACIÓN	%CALIFICACIÓN	TIEMPO OBSERVADO	TIEMPO NORMAL
MANTENIMIENTO GENERAL	1	100%	541,90	541,90
	2	100%	544,25	544,25
	3	100%	542,67	542,67
	4	90%	546,00	491,40
	5	100%	542,94	542,94
	6	100%	540,99	540,99
	7	100%	542,88	542,88
	8	100%	540,43	540,43
	9	90%	546,42	491,78
	10	100%	544,44	544,44
	11	100%	544,84	544,84
	12	100%	539,59	539,59
	13	100%	543,16	543,16
	14	100%	545,35	545,35
	15	100%	542,09	542,09
	16	90%	546,12	491,51
	17	100%	541,76	541,76
	18	100%	541,65	541,65
	19	90%	547,04	492,34
	20	100%	539,56	539,56
	21	100%	542,83	542,83
	22	100%	543,74	543,74
	23	100%	543,55	543,55
	24	100%	540,51	540,51
	25	100%	544,58	544,58
PROMEDIO TIEMPO NORMAL				534,43
PORCENTAJE SUPLEMENTOS CONSTANTES			NECESIDADES PERSONAL	5%
			BÁSICO POR FATIGA	4%
PORCENTAJE SUPLEMENTOS VARIABLES			TRABAJO DE PIE	0%
			POSTURA ANORMAL	2%
			USO DE FUERZA	0%
			INTENSIDAD DE LUZ	0%
			CALIDAD DEL AIRE	0%
			TENSIÓN VISUAL	2%
			TENSIÓN AUDITIVA	0%
			TENSIÓN MENTAL	4%
			MONOTONIA MENTAL	0%
			MONOTONIA FÍSICA	0%
			OTROS SUPLEMENTOS	8%
TOTAL SUPLEMENTOS				25%
TIEMPO ESTANDAR SERVICIO				668,04

Fuente: Los autores con información recopilada

2.4 SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL

2.4.1 PRONÓSTICO

Para poder realizar la planeación del servicio en la empresa RENAULT RS, se llevó a cabo el cálculo de los pronósticos de demandas basados en los datos históricos de los últimos tres años (ver tabla 33) de la demanda de los servicios prestados por la empresa, con el fin de probarlos por diversos métodos de pronósticos y así poder determinar cuál era el más acertado, es decir, el que menor error arrojara como resultado. Los métodos usados para la prueba de los pronósticos fueron promedios móviles y Winters o de suavización exponencial triple.

Tabla 33. Datos Demanda 3 años

MES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
	2014-2015	2015-2016	2016-2107
AGOSTO	139	152	198
SEPTIEMBRE	108	147	175
OCTUBRE	166	180	236
NOVIEMBRE	129	142	171
DICIEMBRE	178	209	254
ENERO	122	143	177
FEBRERO	136	159	189
MARZO	165	185	243
ABRIL	96	142	164
MAYO	125	162	188
JUNIO	192	251	213
JULIO	163	218	191

Fuente: Los autores con información recopilada

En el gráfico 8, se tiene la comparación de las demandas de servicios prestados de los últimos 3 años en la empresa.

Gráfico 8. Comparativo Demandas últimos 3 años.



Fuente: Los autores con información recopilada

2.4.1.1 Método Promedios Móviles

El método de promedios móviles consiste en determinar los pronósticos con base en promedios de los datos históricos, desplazándose un periodo a la vez para poder calcular el próximo pronóstico, también se debe determinar la ubicación del valor obtenido por medio del promedio de los periodos respectivos y por último se debe centrar en los periodos correspondientes y hallar la razón entre la demanda y el promedio móvil centrado Tabla 34.

Tabla 34. Datos Método Promedios Móviles

PERIODO	MES	DEMANDA	PM(12)	PERIODO PROMEDIO	CENTRADO	PERIODO	PM CENTRADO	PERIODO	MES	(A) DEMANDA	(B) PM CENTRADO	(A)/(B) RAZÓN
1	Agosto	139				1	145	1	Agosto	139	145	0,960
2	Septiembre	108				2	145	2	Septiembre	108	145	0,745
3	Octubre	166				3	145	3	Octubre	166	145	1,147
4	Noviembre	129				4	145	4	Noviembre	129	145	0,889
5	Diciembre	178				5	145	5	Diciembre	178	145	1,229
6	Enero	122		6,5	143	6	145	6	Enero	122	145	0,840
7	Febrero	136		7,5	144	7	144	7	Febrero	136	144	0,946
8	Marzo	165		8,5	147	8	146	8	Marzo	165	146	1,129
9	Abril	96		9,5	149	9	148	9	Abril	96	148	0,647
10	Mayo	125		10,5	150	10	149	10	Mayo	125	149	0,838
11	Junio	192		11,5	152	11	151	11	Junio	192	151	1,271
12	Julio	163	143	12,5	154	12	153	12	Julio	163	153	1,067
13	Agosto	152	144	13,5	156	13	155	13	Agosto	152	155	0,981
14	Septiembre	147	147	14,5	158	14	157	14	Septiembre	147	157	0,934
15	Octubre	180	149	15,5	162	15	160	15	Octubre	180	160	1,125
16	Noviembre	142	150	16,5	165	16	163	16	Noviembre	142	163	0,871
17	Diciembre	209	152	17,5	170	17	167	17	Diciembre	209	167	1,251
18	Enero	143	154	18,5	174	18	172	18	Enero	143	172	0,835
19	Febrero	159	156	19,5	178	19	176	19	Febrero	159	176	0,904
20	Marzo	185	158	20,5	180	20	179	20	Marzo	185	179	1,033
21	Abril	142	162	21,5	185	21	183	21	Abril	142	183	0,776
22	Mayo	162	165	22,5	187	22	186	22	Mayo	162	186	0,868
23	Junio	251	170	23,5	191	23	189	23	Junio	251	189	1,326
24	Julio	218	174	24,5	194	24	193	24	Julio	218	193	1,132
25	Agosto	198	178	25,5	196	25	195	25	Agosto	198	195	1,014
26	Septiembre	175	180	26,5	201	26	199	26	Septiembre	175	199	0,880
27	Octubre	236	185	27,5	203	27	202	27	Octubre	236	202	1,167
28	Noviembre	171	187	28,5	205	28	204	28	Noviembre	171	204	0,837
29	Diciembre	254	191	29,5	200	29	204	29	Diciembre	254	204	1,247
30	Enero	177	194	30,5	202	30	201	30	Enero	177	201	0,880
31	Febrero	189	196	31,5	200	31	200	31	Febrero	189	200	0,945
32	Marzo	243	201	32,5	200	32	200	32	Marzo	243	200	1,212
33	Abril	164	203	33,5	200	33	200	33	Abril	164	200	0,819
34	Mayo	188	205	34,5	200	34	200	34	Mayo	188	200	0,938
35	Junio	213	202	35,5	200	35	200	35	Junio	213	200	1,064
36	Julio	191	200		200	36	200	36	Julio	191	200	0,954

Fuente: Los autores con información recopilada

En la tabla 35, contiene los resultados correspondientes a la operación de multiplicar el promedio obtenido de los factores estacionales por mes con la media de los datos, luego se obtiene la diferencia del valor pronosticado con el valor del mismo periodo del último año, este valor es conocido como error, se eleva al cuadrado y por último se divide el error entre la demanda del mismo periodo del último año y se totalizan los resultados.

Tabla 35. Pronóstico Método Promedios Móviles

MES	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	PROMEDIO	FACTOR ESTACIONAL	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ²	ERROR/DEMANDA
Agosto	0,960	0,981	1,014	0,985	0,993	171	27	717	0,135
Septiembre	0,745	0,934	0,880	0,853	0,860	148	27	714	0,153
Octubre	1,147	1,125	1,167	1,146	1,156	199	37	1350	0,156
Noviembre	0,889	0,871	0,837	0,866	0,873	150	21	421	0,120
Diciembre	1,229	1,251	1,247	1,242	1,253	216	38	1448	0,150
Enero	0,840	0,835	0,880	0,852	0,859	148	29	839	0,164
Febrero	0,946	0,904	0,945	0,932	0,940	162	27	731	0,143
Marzo	1,129	1,033	1,212	1,125	1,134	195	48	2258	0,196
Abril	0,647	0,776	0,819	0,747	0,753	130	34	1164	0,208
Mayo	0,838	0,868	0,938	0,882	0,889	153	35	1207	0,185
Junio	1,271	1,326	1,064	1,220	1,230	212	1	1	0,004
Julio	1,067	1,132	0,954	1,051	1,060	183	8	69	0,044
			TOTAL	11,900	12,000		330	10920	1,656

Fuente: Los autores con información recopilada

En la tabla 36, se muestra la prueba de errores, el DAM (desviación absoluta media), que se obtiene de la división de la sumatoria del error entre N, el ECM (error cuadrático medio), que corresponde a la división de la sumatoria del cuadrado del error entre N y el EPAM (error porcentual absoluto medio) que se obtiene de la sumatoria del valor obtenido de la división del error entre la demanda, y este a su vez dividido entre N.

Tabla 36. Prueba de Error Método Promedios Móviles

PRUEBA ERRORES	
DAM	27,54
ECM	910,01
EPAM	0,138

Fuente: Los autores con información recopilada

2.4.1.2 Método Winters o suavización exponencial triple

Para realizar el cálculo de pronósticos por este método, se debe obtener el promedio de cada año de los datos históricos (ver tabla 37) y obtener el Go y So por medio de las siguientes formulas:

$$Go = \frac{V3 - V1}{(3 - 1) * N}$$

$$So = (V3 + (Go * (N - 1/2)))$$

Tabla 37. Promedios cada año

V1	V2	V3
143	174	200

G ₀	S ₀
2,365	212,92

Fuente: Los autores con información recopilada

En la tabla 38, se puede ver los resultados del cálculo de la estimación índice estacional de los datos históricos, el resultado de los datos obtenidos de los pronósticos y los valores de error calculados de la misma manera que en los métodos anteriormente comparados, así mismo se muestran los resultados obtenidos de la prueba de errores.

Tabla 38. Pronóstico Método Winters

		PROMEDIOS	FACTOR ESTACIONAL	PRONOSTICO	ERROR	ERROR ²	ERROR DEMANDA
C ₃₅	1,5214	1,253	0,946	163	35	1223	0,177
C ₃₄	1,3446	1,100	0,830	143	32	1015	0,182
C ₃₃	1,8133	1,490	1,125	194	42	1775	0,179
C ₃₂	1,3139	1,131	0,854	147	24	565	0,139
C ₃₁	1,9517	1,642	1,239	214	40	1628	0,159
C ₃₀	1,3600	1,132	0,855	147	30	881	0,168
C ₂₉	1,4522	1,240	0,936	161	28	766	0,146
C ₂₈	1,8671	1,518	1,146	198	45	2068	0,187
C ₂₇	1,2601	1,028	0,776	134	30	912	0,184
C ₂₆	1,4445	1,216	0,918	158	30	886	0,158
C ₂₅	1,6366	1,680	1,268	219	6	32	0,026
C ₂₄	1,4676	1,466	1,107	191	0	0	0,001
C ₂₃	1,1688	15,894	12,000	TOTALES	342	11751	1,706
C ₂₂	1,1261						
C ₂₁	1,3801						
C ₂₀	1,0910						
C ₁₉	1,6056						
C ₁₈	1,1016						
C ₁₇	1,2220						
C ₁₆	1,4208						
C ₁₅	1,0882						
C ₁₄	1,2419						
C ₁₃	1,9286						
C ₁₂	1,6750						
C ₁₁	1,0676						
C ₁₀	0,8287						
C ₉	1,2755						
C ₈	0,9891						
C ₇	1,3676						
C ₆	0,9343						
C ₅	1,0445						
C ₄	1,2653						
C ₃	0,7358						
C ₂	0,9609						
C ₁	1,4743						
C ₀	1,2557						

PRUEBA ERRORES	
DAM	28,47
ECM	979,23
EPAM	0,142

Fuente: Los autores con información recopilada

Luego de comparar los resultados obtenidos en los tres métodos con referencia a la prueba de errores se determina que se debe utilizar el que arroje los valores más bajos en dicha prueba, por lo que para el caso objeto de estudio de este proyecto el pronóstico a tener en cuenta es el arrojado por el método de promedios móviles.

2.4.2 NOTACIÓN MATEMÁTICA PLAN AGREGADO

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^N \tau_i + \sum_{i=1}^N v_i + \sum_{i=1}^N \chi_i + \sum_{i=1}^N \varphi_i + \sum_{i=1}^N \psi_i + \sum_{i=1}^N \omega_i$$

$\alpha_i = \text{Parametro}$

$\beta_i = \text{Parametro}$

$\gamma_i = \text{Parametro}$

$\varepsilon_i = \text{Parametro}$

$\eta_i = \text{Parametro}$

$\kappa_i = \text{Parametro}$

Sujeto a:

$$1 \leq \delta_i \leq 3$$

$$\gamma_i, \varepsilon_i = \text{Binario } (0,1)$$

$$\lambda_i \leq 2$$

$$\rho_i \leq 8$$

$$\sigma_i \geq 0$$

En la tabla 39 se observa los diferentes parámetros que intervienen en minimizar los costos en cuanto a las variables dependientes e independientes.

Tabla 39. Parámetros notación matemática

Parámetro	Definición
α_i	Horas equivalentes al mes
β_i	Días hábiles laborales por mes
γ_i	Trabajadores contratados en el mes
ε_i	Trabajadores despedidos en el mes
η_i	Horas extras
κ_i	Horas subcontratadas al mes

Fuente: Los autores con información recopilada

Los anteriores parámetros están sujetos a las siguientes restricciones, δ_i debe estar entre los valores mayores a 1 y menor o igual a 3 debido a la capacidad instalada de los equipamientos de trabajo, γ_i ε_i deben ser binarios 0 – 1, λ_i las horas extras diarias permitidas por trabajador no deben superar las 2 horas diarias y 12 horas semanales según la ley 50 del 1990 en su artículo 22, ρ_i el promedio de horas subcontratadas diarias

debe ser menor o igual a 8 horas, σ_i las horas faltantes u ociosas deben ser mayores o iguales a cero.

En la ecuación de δ_i , se observa la condición que se debe tener determinar el número de trabajadores disponibles, en el que tenemos una base de dos trabajadores más la diferencia de trabajador contratado o despedido en el periodo i de tiempo que corresponda del plan maestro.

$$\delta_i = 2 + \gamma_i - \varepsilon_i$$

En el valor λ de i , lo que representa las horas diarias por trabajador, se obtiene de la división entre horas extras y días hábiles y lo anterior sobre el número de trabajadores disponibles.

$$\lambda_i = \frac{\eta_i}{\frac{\beta_i}{\delta_i}}$$

El valor de θ , correspondiente al valor de horas regulares, es equivalente al número de trabajadores obtenidos del periodo i por el número de horas trabajadas en el día por los días hábiles del periodo i .

$$\theta_i = \delta_i * 8 * \beta_i$$

El valor de ν , equivale al valor de horas regulares más las horas extras, correspondiente al valor total de horas.

$$\nu_i = \theta_i + \eta_i$$

El valor de ρ , equivale al número de horas subcontratadas sobre días hábiles de cada periodo i ; obteniendo el promedio de horas subcontratadas día.

$$\rho_i = \frac{\kappa_i}{\beta_i}$$

El valor de σ , se determina de la diferencia del número de horas totales menos el número de horas equivalentes; lo cual da el valor de número de horas faltantes u ociosas.

$$\sigma_i = \nu_i - \alpha_i$$

El valor de τ , es el costo de empleados regulares y se obtiene del número de trabajadores disponibles por el valor de la hora de trabajo por el número de horas trabajadas día por los días hábiles trabajados del periodo i .

$$\tau_i = \delta_i * \$20.000 * 8 * \beta_i$$

El valor de ε , es el costo de horas extras trabajadas y se obtiene del valor de horas extras mes de cada periodo i por el costo de la hora extra.

$$\varepsilon_i = \eta_i * \$ 25.000$$

El costo de subcontratar χ , se determina del valor de horas subcontratadas al mes con el costo del uso de un servicio en otro establecimiento automotriz.

$$\chi_i = \kappa_i * \$ 60.000$$

El costo de horas faltantes u ociosas φ , se determina del valor de horas faltantes u ociosas por el valor de la hora.

$$\varphi_i = \sigma_i * \$ 20.000$$

El costo de contratación ψ , se determina de la contratación por el valor que incurre está, determinada de la siguiente manera: costo de capacitación, afiliaciones de ley, elementos dotacionales, examen de ingreso.

$$\psi_i = \gamma_i * \$ 148.000$$

El costo de despido ω , se determina del despido del trabajador correspondiente al periodo i por el valor que se incurre en el despido el cual corresponde a: retiro de afiliaciones, examen de retiro, liquidación, entre otros.

$$\omega_i = \varepsilon_i * \$ 245.000$$

A continuación, se tiene la notación matemática con la cual se determina el costo mínimo en el plan agregado para un periodo de 12 meses, en el cual se suman los costos de empleados regulares, horas extras, subcontratar, horas faltantes u ociosas y costos de contratación y despido, obtenido de la aplicación SOLVER sujeto a las restricciones establecidas en el inicio.

$$\begin{aligned}
 \text{Min } Z = & \sum_{i=1}^N \delta_i * \$20.000 * 8 * \beta_i + \sum_{i=1}^N \eta_i * \$ 25.000 + \sum_{i=1}^N \kappa_i * \$ 60.000 + \sum_{i=1}^N \sigma_i * \$ 20.000 \\
 & + \sum_{i=1}^N \gamma_i * \$ 148.000 + \sum_{i=1}^N \varepsilon_i * \$ 245.000
 \end{aligned}$$

Fuente: Los autores con información recopilada

2.4.3 PLAN AGREGADO

La tabla 40, contiene la demanda por servicios y general del periodo de agosto de 2015 a julio de 2016, con los días hábiles de cada mes.

Tabla 40. Demanda de servicios (vehículos/mes)

Mes	Días hábiles	Unidades	cambio aceite	mtto gral	frenos	cambio correa
1	22	148	54	23	40	31
2	22	131	46	23	35	27
3	20	178	71	27	44	36
4	20	128	55	21	28	24
5	21	176	62	31	38	45
6	16	141	70	18	30	23
7	20	142	47	34	32	29
8	22	183	68	26	50	39
9	18	148	65	22	32	29
10	21	172	64	18	49	41
11	20	148	55	20	35	38
12	19	169	55	31	39	44

Fuente: Los autores con información recopilada

La tabla 41, contiene la cantidad de horas hombre necesarias para satisfacer la demanda de cada uno de los meses, estos datos pasan a ser información importante para el plan agregado que se desarrolla en la tabla 42, el cual se resuelve utilizando la herramienta de Excel Solver, el cual arroja un resultado de \$115.213.300, que corresponde a los costos que debe estar preparada para asumir la empresa para ese periodo de agosto 2015 a julio 2016.

Tabla 41. Días hábiles y horas hombre.

Parte a.	Días hábiles	Horas hombre equivalentes
Mes		
1	22	418,17
2	22	391,37
3	20	491,73
4	20	360,99
5	21	528,09
6	16	349,62
7	20	494,06
8	22	497,94
9	18	399,38
10	21	421,22
11	20	396,4
12	19	520,89

Fuente: Los autores con información recopilada

En la Tabla 42, se desarrolló el plan agregado en Solver con el fin de determinar su costo teniendo en cuenta la notación matemática propuesta para determinar el valor óptimo.

Tabla 42. Plan Agregado

Demanda													
Horas equivalentes	418,17	391,37	491,73	360,99	528,09	349,62	494,06	497,94	399,38	421,22	396,4	520,89	
Días hábiles	22	22	20	20	21	16	20	22	18	21	20	19	
Trabajadores disponibles	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	>=1
Contratados	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
Despedidos	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
Horas extra	66,17	39,37	11,73	40,99	24,09	0	14,06	0	0	0	76,4	64,89	
Horas extra diarias por persona	1,50	0,89	0,20	1,02	0,38	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	1,91	1,14	<=2
Horas regulares	352	352	480	320	504	384	480	528	432	504	320	456	
Horas extra	66,17	39,37	11,73	40,99	24,09	0	14,06	0	0	0	76,4	64,89	
Horas totales	418,17	391,37	491,73	360,99	528,09	384	494,06	528	432	504	396,4	520,89	
Horas subcontratadas al mes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Promedio horas subcontratada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<=8
Horas producidas	418,17	391,37	491,73	360,99	528,09	384	494,06	528	432	504	396,4	520,89	
Horas demandadas	418,17	391,37	491,73	360,99	528,09	349,62	494,06	497,94	399,38	421,22	396,4	520,89	
horas faltantes u ociosas	0	0	0	0	0	34,38	0	30,06	32,62	82,78	0	0	>=0
Costo empl. Regulares	7040000	7040000	9600000	6400000	10080000	7680000	9600000	10560000	8640000	10080000	6400000	9120000	
Costo horas extra.	1654250	984250	293250	1024750	602250	0	351500	0	0	0	1910000	1622250	
Costo subcontratar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Costo horas faltantes u ociosas	0	0	0	0	0	687600	0	601200	652400	1655600	0	0	
Costo de contratación	0	0	148000	0	148000	0	0	0	0	0	0	148000	
Costo de despido	0	0	0	245000	0	0	0	0	0	0	245000	0	
Costo total	\$115.213.300												

Fuente: Los autores con información recopilada

2.4.4 CONTROL

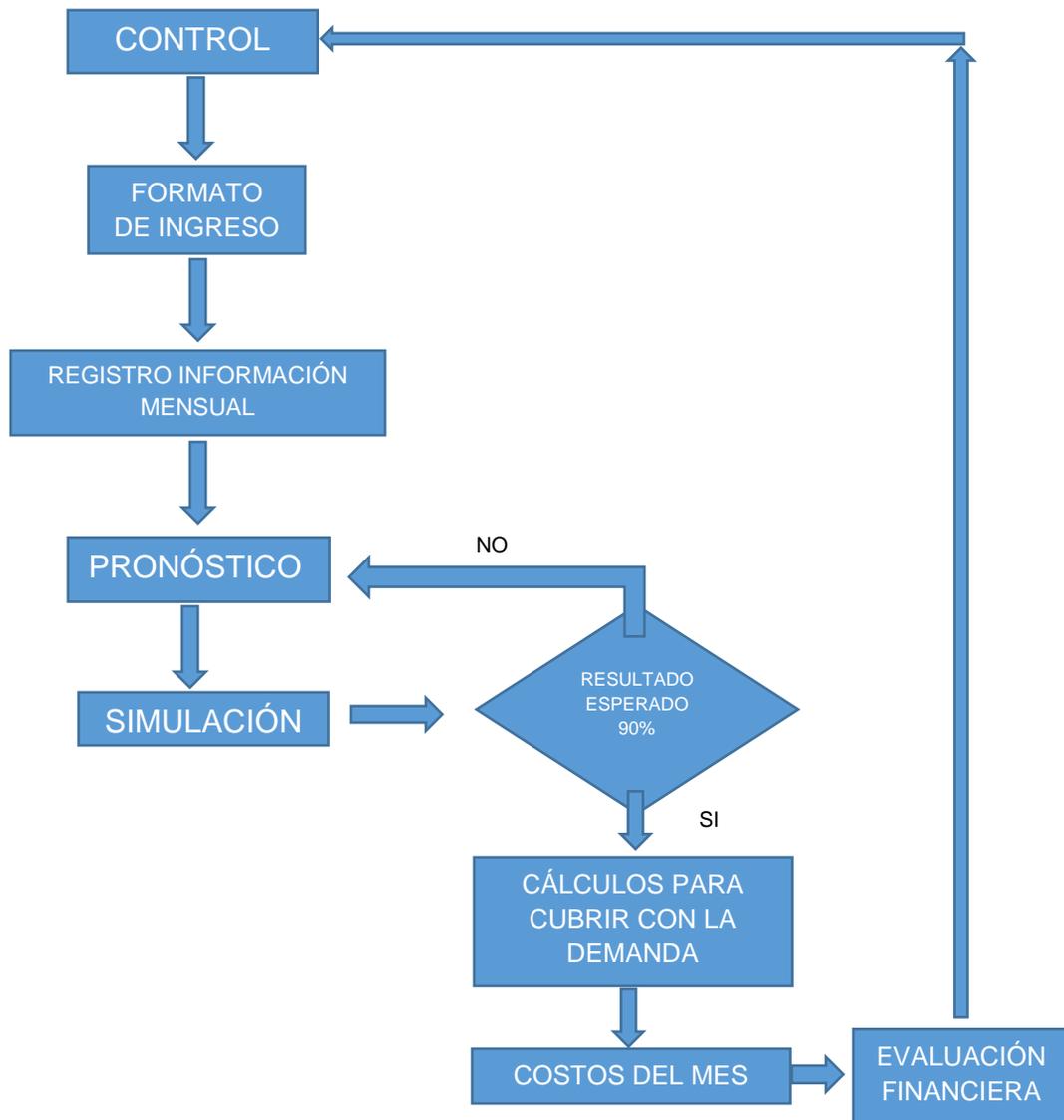
Como herramienta de gestión de control se diseñó el diagrama de control (ver figura 14) para el corto plazo que debe realizar los siguientes pasos:

- Desarrollar formato para el registro de la demanda por cada mes.
- Realizar el pronóstico del mes siguiente en formato Excel.
- Correr simulación del proceso con el valor pronosticado y hacer el cálculo de los recursos necesarios para la satisfacción de la demanda.
- Llevar a cabo el cálculo de los costos del mes para poder atender dicha demanda.
- Hacer la evaluación financiera de la simulación del pronóstico por mes en formato Excel.

Como plan de gestión de control para el largo plazo se debe realizar los siguientes pasos:

- Recopilar los datos de la demanda del último año y hacer un pronóstico para un periodo de un año en formato Excel.
- Validar por medio de métodos de pronósticos y cálculos de errores de los mismos la veracidad de los datos obtenidos.
- Se determina que los pronósticos deben cumplir con un 90% de confiabilidad con respecto a los datos reales del periodo.
- Hacer el plan agregado y calcular recursos necesarios para la satisfacción de la demanda pronosticada.
- Correr Solver para calcular los gastos de operación para el tiempo pronosticado y hacer un plan de contratación para el periodo calculado.
- Realizar la evaluación financiera de los datos pronosticados con el fin de tomar decisiones que puedan beneficiar a la empresa.
- Revisar al finalizar cada mes pronosticado la certeza de los datos obtenidos de los pronósticos realizar ajustes de llegar a ser necesario.

Figura 14. Flujo de control



Fuente: Los autores con información recopilada

2.5 SIMULACIÓN Y ANÁLISIS FINANCIERO DEL ESCENARIO

2.5.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA LAS TASAS DE LLEGADA Y PRESTACIÓN DE SERVICIOS

Para el análisis estadístico de los datos históricos obtenidos con base en los archivos de la empresa, se utilizó la herramienta STAT::FIT del software *PROMODEL*. En dicha herramienta los datos son ingresados manualmente o importados desde Excel.

Para poder hacer el análisis de la estadística descriptiva de los datos, se ejecuta la opción AUTO::FIT donde arroja los resultados obtenidos para poderle hacer su respectivo análisis. En esta misma herramienta se le puede hacer las pruebas de bondad donde se tiene en cuenta la aceptación de cada una de las distribuciones para los datos. Estas pruebas de aceptación reciben el nombre de Anderson-Darling, Chi-cuadrada y Kolmogorov - Smirnov, con base en los porcentajes de aceptación de las distribuciones se escoge el resultado con mayor valor.

Tabla 43. Aceptación de distribuciones en STAT::FIT

Auto::Fit of Distributions		
distribution	rank	acceptance
Poisson[211]	100	do not reject

Para el caso objeto de estudio de este proyecto los resultados arrojados como distribución con mayor porcentaje de aceptación fue una distribución de probabilidad de Poisson (ver tabla 43), debido a que corresponde a una tasa de llegadas en un periodo de tiempo determinado. Por esa razón se tiene en cuenta la siguiente fórmula que es la correspondiente a la distribución de probabilidad Poisson:

$$P(X, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^X}{X!}$$

Donde:

e = 2.71828

χ : Variables

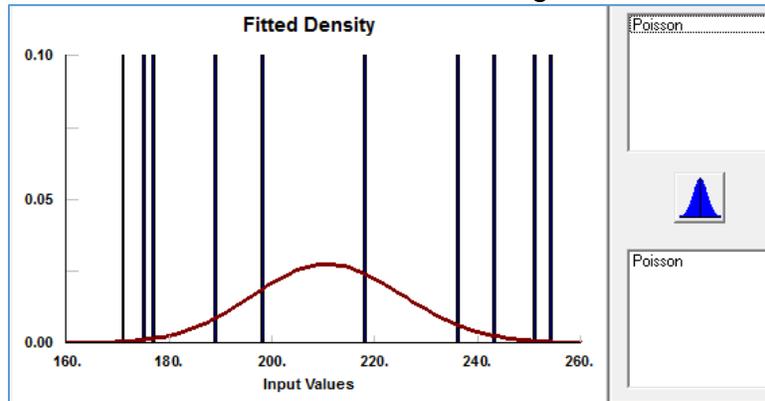
λ : Parámetro de la distribución de Poisson.

2.5.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DATOS GENERALES

En el gráfico 9, se puede observar la distribución gráfica correspondiente a los datos históricos ya analizados por la herramienta STAT::FIT. Como análisis de la gráfica se

puede deducir que los valores históricos se encuentran en valores entre 160 y 260 carros/mes, con una mayor frecuencia en valores cercanos a 215 carros/mes.

Gráfico 9. Distribución Datos generales



Estadística descriptiva datos generales

En la tabla 44, contiene los datos estadísticos de los valores generales ingresados a la herramienta, datos como la media, desviación estándar, lamda, entre otros de gran importancia para el análisis del comportamiento del sistema.

Tabla 44. Estadístico datos generales

descriptive statistics	
data points	10
minimum	171.
maximum	254.
mean	211.2
median	208.
mode	212.5
standard deviation	33.0851
variance	1094.62
coefficient of variation	15.6653
skewness	9.02271e-002
kurtosis	-2.00019

Poisson

Lamda = 211.2 Result DO NOT REJECT

Con base en los datos estadísticos obtenidos se determinó las distribuciones de probabilidad según la tabla 45.

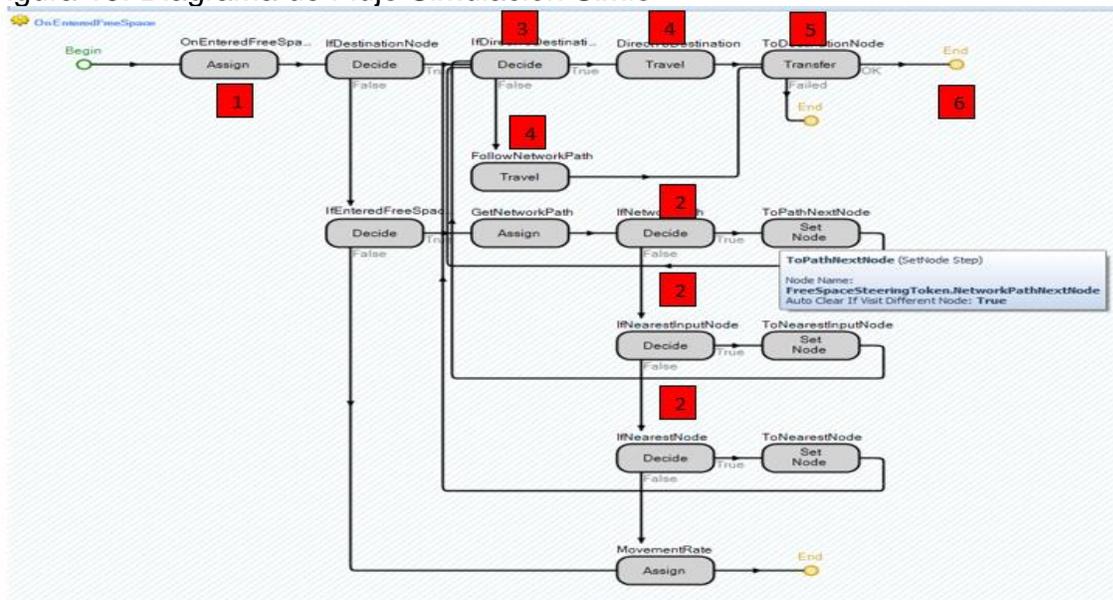
Tabla 45. Distribución de probabilidad diagrama de flujo Simio

Etapa	Nombre	Modelo Matemático
1	Tasa de arribo	Poisson (211.2)
2	Decisión tipo de servicio	36% del arribo (aceite) 18% del arribo (correa) 28% del arribo (frenos) 18% del arribo (mantenimiento general)
3	Asignación por mecánico	Aleatorio del programa Simio
4	Transporte del vehículo al punto de atención según el mecánico asignado	Tiempo según programa tiende a 0 (cero)
5	Proceso del servicio (tiempo de proceso en minutos según distribución)	Normal(58.5;2.44) para aceite Normal(203;4.14) para correa Normal(109;1.11) para frenos Normal(543;1.97) para mantenimiento general
6	Salida del vehículo del sistema	Corresponde a la entrega del vehículo al cliente.

Fuente: Los autores mediante los datos obtenidos.

En la figura 15, se observa el diagrama de proceso de la simulación del sistema como funciona actualmente en la empresa, donde se representa gráficamente las etapas del proceso descritas en la tabla anterior.

Figura 15. Diagrama de Flujo Simulación Simio



Fuente: Los autores mediante el Programa de Simulación SIMIO

Para los sistemas de mejora propuestos adición de un mecánico y ampliación del área de trabajo y contratar dos mecanicos más, el diagrama de proceso tomado por Simio y los datos de las etapas son los mismos del sistema actual, debido a que la tasa de llegadas de vehículos, el proceso de atención y asignación del trabajo al vehículo es el mismo.

2.5.3 SIMULACIÓN ESTADO ACTUAL

En la figura 16, se observa la simulación gráfica del sistema actual de la empresa, donde se tiene un ingreso mensual total de 162 vehículos, de los cuales 80 fueron atendidos por el mecánico 1 y 70 por el mecánico 2, para un throughput total en el mes de 150 vehículos atendidos satisfactoriamente.

Figura 16. Simulación Actual



Fuente: Los autores mediante el Programa de Simulación SIMIO

La aceptación de la simulación se determina mediante el experimento de la Hipótesis Nula (H_0) confrontada con la Hipótesis alternativa (H_A), con 10 réplicas asociadas a la demanda general y servicios de Aceite, Correa, Frenos y Mantenimiento general (ver anexo M).

De la información que arroja el programa de Simulación SIMIO, se obtiene la media de las medias para confrontarlas con la media del histórico de los datos.

Hipótesis Demanda Throughput

Ho: La media histórica es igual a la media de las réplicas simuladas

H1: La media obtenida de las réplicas es diferente de la histórica

Ho: $\mu = 159.1$

H1: $\mu \neq 159.1$

Se obtuvo que la hipótesis nula se acepta ya que el valor crítico $T_c = -1,587$ en donde está dentro del rango del gráfico de aceptación comprendido entre $-1,64$ y $+1,64$ con una media obtenida de la simulación de $164,57$ con una desviación $10,89$.

Para validar la simulación y tener un mayor grado de confiabilidad se determinaron las réplicas para cada uno de los servicios a los cuales se le está evaluando y se obtuvo la aceptación de las hipótesis nulas de la siguiente manera:

Hipótesis Cambio de aceite

Ho: La media histórica es igual a la media de las réplicas simuladas

H1: La media obtenida de las réplicas es diferente de la histórica

Ho: $\mu = 62,4$

H1: $\mu \neq 62,4$

Media obtenida de la simulación 66.29 , con una desviación de $10,41$ y con un $T_c = 1,17$ valor que se encuentra dentro del rango de aceptación.

Hipótesis Frenos

Ho: La media histórica es igual a la media de las réplicas simuladas

H1: La media obtenida de las réplicas es diferente de la histórica

Ho: $\mu = 38,9$

H1: $\mu \neq 38,9$

Media obtenida de la simulación $40,21$, con una desviación de $4,75$ y con un $T_c = 0,98$ valor que se encuentra dentro del rango de aceptación.

Hipótesis Correa de Repartición

Ho: La media histórica es igual a la media de las réplicas simuladas

H1: La media obtenida de las réplicas es diferente de la histórica

Ho: $\mu = 33,5$

H1: $\mu \neq 33,5$

Media obtenida de la simulación 34,1, con una desviación de 2,68 y con un $T_c = 0,70$ valor que se encuentra dentro del rango de aceptación.

Hipótesis Mantenimiento General

Ho: La media histórica es igual a la media de las réplicas simuladas

H1: La media obtenida de las réplicas es diferente de la histórica

Ho: $\mu = 24,4$

H1: $\mu \neq 24,4$

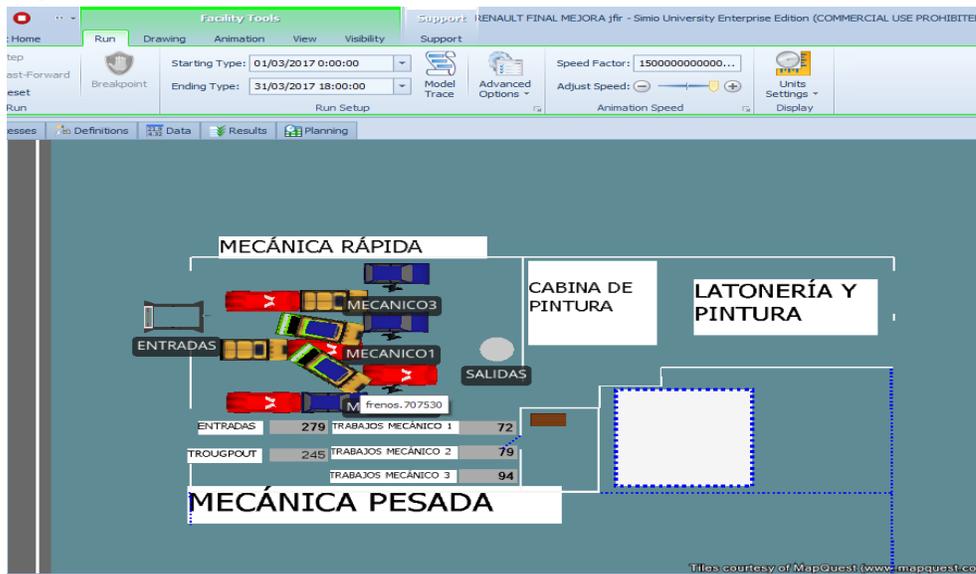
Media obtenida de la simulación 24,93, con una desviación de 2,62 y con un $T_c = 0,64$ valor que se encuentra dentro del rango de aceptación.

Al obtener este resultado dentro del rango de aceptación se tiene confiabilidad en la simulación y obtención de datos en la formulación de las propuestas que se plantearán.

2.5.4 SIMULACIÓN RESULTADO PROPUESTO

Para el primer sistema de mejora propuesto se determinó adicionar un mecánico más figura 17, lo que arrojó resultados satisfactorios debido a que la cantidad de vehículos ingresados al sistema se aumentó a 279, de los cuales 72 fueron atendidos por el mecánico 1, por el mecánico 2 fueron atendidos 79 y por el mecánico 3 un total de 94, por lo cual en el mismo periodo simulado con el sistema actual y debido a la mejora propuesta se obtuvo un throughput de 245 vehículos atendidos satisfactoriamente, teniendo un aumento en el throughput del 63%.

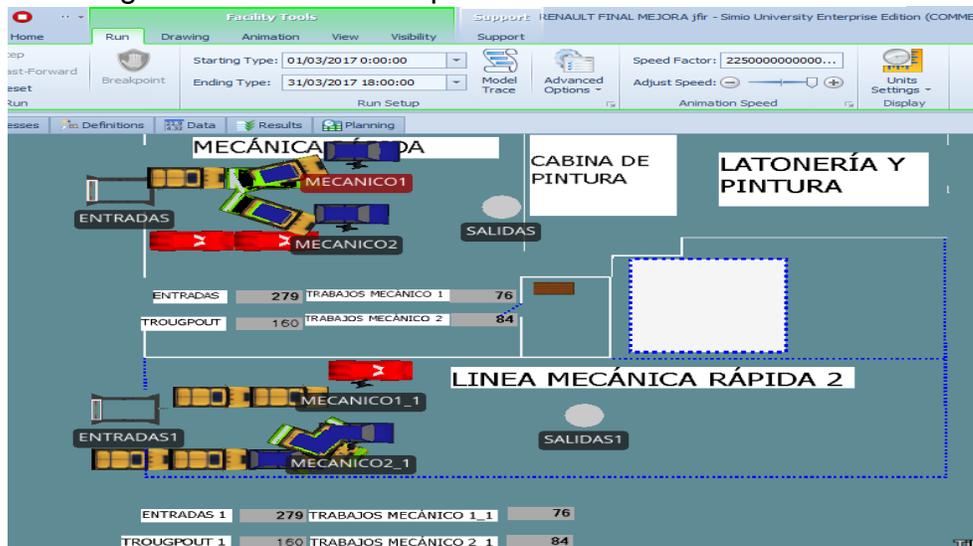
Figura 17. Simulación Propuesta



Fuente: Los autores mediante el Programa de Simulación SIMIO.

La figura 18, segunda mejora propuesta consiste en realizar una ampliación de la planta física del taller e implementar una segunda línea de servicio con la misma capacidad de la que tiene la empresa actualmente, lo cual incremente la cantidad de vehículos ingresados al sistema a 558, con un throughput de 320 vehículos atendidos satisfactoriamente, sin embargo se debe tener en cuenta que para implementar esta propuesta se debe realizar una inversión en compra de inmuebles, obra civil de adecuación de la planta física y la contratación del personal de la segunda línea.

Figura 18. Segunda Simulación Propuesta



Fuente: Los autores mediante el Programa de Simulación SIMIO.

Con los datos obtenidos de la simulación en las dos propuestas y comprobándolo con la prueba de hipótesis en la que se acepta la hipótesis alternativa en donde la media obtenida con la simulación es mayor a la de los datos históricos en cuanto a los throughput y respuesta en los servicios.

En la tabla 46. Lo valores están fuera de la zona de aceptación, rechazando la hipótesis nula y aceptando la alternativa.

Tabla 46. Simulación propuesta

ACEPTA HIPOSIS ALTERNATIVA			
<i>Datos alternos simulacion (MEJORA)</i>			
	promedio	Obtenida	Desv.
	historico	mejora	
aceite	62,4	97,82	2,17
correa	33,5	48,14	1,86
frenos	38,9	58,64	1,56
mtto	24,4	34,06	1,74

VALOR EXPERIMENTOS.	236,7
DESV. ESTANDAR	3,6
Tc Deman.	-153,2

Tc	aceite	115,4
	correa	55,7
	frenos	89,5
	mtto	39,3

Fuente: Los autores con la información obtenida de la simulación.

En la tabla 47, se resumen los resultados obtenidos en las tres simulaciones número de vehículos al mes.

Tabla 47. Resumen datos obtenidos de los escenarios.

Medida desempeño	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
	(Actual)	(Adicionar un mecánico)	(Ampliación línea de trabajo)
	(Vehículo/mes)	(Vehículo/mes)	(Vehículo/mes)
Ingresos	162	279	558
Throughput	150	245	320
Throughput aceite	60	99	130
Throughput correa	34	52	68
Throughput frenos	31	58	74
Throughput mantenimiento	25	36	48

Fuente: Los autores con la información obtenida de la simulación.

Para el caso de este proyecto la simulación da a la administración de RENAULT RS un acercamiento a las situaciones probables de los casos que se presentan en el taller, lo que les facilitaría en la mayoría de los casos la toma de decisiones.

2.5.5 ANÁLISIS FINANCIERO

A continuación se hará una evaluación del sistema actual y los propuestos en este trabajo con base en los flujos de caja de los resultados arrojados por la simulación, lo anterior con el fin de determinar cuál es el sistema que mejor aplicaría en la empresa.

2.5.5.1 ANÁLISIS FINANCIERO ACTUAL.

Como se puede observar en la tabla 48, el flujo de caja del estado actual es positivo, con un VPN y una TIR con buenos resultados, lo que indica que a pesar de la tasa de no conformidades que se tiene en el sistema actualmente los resultados de utilidad arrojados son positivos para la empresa.

Tabla 48. Flujo de Caja Actual

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ACEITE		57	67	62	65	59	67	67	68	69	68	67	63
CORREA		30	35	33	34	33	34	35	34	34	34	33	34
FRENOS		35	41	35	37	30	41	41	40	42	41	43	39
MANTENIMIENTO		22	24	25	24	25	24	25	24	24	25	24	25
TOTAL VEHÍCULOS		144	167	155	160	147	166	168	166	169	168	167	161
INGRESOS ACEITE		\$ 3.078.000	\$ 3.618.000	\$ 3.348.000	\$ 3.510.000	\$ 3.186.000	\$ 3.618.000	\$ 3.618.000	\$ 3.672.000	\$ 3.726.000	\$ 3.672.000	\$ 3.618.000	\$ 3.402.000
INGRESOS CORREA		\$ 5.895.000	\$ 6.877.500	\$ 6.484.500	\$ 6.681.000	\$ 6.484.500	\$ 6.681.000	\$ 6.877.500	\$ 6.681.000	\$ 6.681.000	\$ 6.681.000	\$ 6.484.500	\$ 6.681.000
INGRESOS FRENOS		\$ 3.482.500	\$ 4.079.500	\$ 3.482.500	\$ 3.681.500	\$ 2.985.000	\$ 4.079.500	\$ 4.079.500	\$ 3.980.000	\$ 4.179.000	\$ 4.079.500	\$ 4.278.500	\$ 3.880.500
INGRESOS MTTO		\$ 12.243.000	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500
TOTAL INGRESOS		\$ 24.698.500	\$ 27.931.000	\$ 27.227.500	\$ 27.228.500	\$ 26.568.000	\$ 27.734.500	\$ 28.487.500	\$ 27.689.000	\$ 27.942.000	\$ 28.345.000	\$ 27.737.000	\$ 27.876.000
MANO DE OBRA		\$ 9.879.400	\$ 11.172.400	\$ 10.891.000	\$ 10.891.400	\$ 10.627.200	\$ 11.093.800	\$ 11.395.000	\$ 11.075.600	\$ 11.176.800	\$ 11.338.000	\$ 11.094.800	\$ 11.150.400
COSTO DE CONTRATAR	-\$ 100.000												
PUESTA EN MARCHA PROYECTO	-\$ 15.000.000												
INGENIERO INDUSTRIAL	-\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000
INGRESOS NETOS	-\$ 18.600.000	\$ 11.319.100	\$ 13.258.600	\$ 12.836.500	\$ 12.837.100	\$ 12.440.800	\$ 13.140.700	\$ 13.592.500	\$ 13.113.400	\$ 13.265.200	\$ 13.507.000	\$ 13.142.200	\$ 13.225.600

PERIODO	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ACEITE	60	65	58	57	67	62	65	59	67	68	69	68
CORREA	34	35	34	30	35	33	34	33	35	34	34	34
FRENOS	38	41	29	35	41	35	37	30	41	40	42	41
MANTENIMIENTO	24	24	24	22	24	25	24	25	25	24	24	25
TOTAL VEHÍCULOS	156	165	145	144	167	155	160	147	168	166	169	168
INGRESOS ACEITE	\$ 3.240.000	\$ 3.510.000	\$ 3.132.000	\$ 3.078.000	\$ 3.618.000	\$ 3.348.000	\$ 3.510.000	\$ 3.186.000	\$ 3.618.000	\$ 3.672.000	\$ 3.726.000	\$ 3.672.000
INGRESOS CORREA	\$ 6.681.000	\$ 6.877.500	\$ 6.681.000	\$ 5.895.000	\$ 6.877.500	\$ 6.484.500	\$ 6.681.000	\$ 6.484.500	\$ 6.877.500	\$ 6.681.000	\$ 6.681.000	\$ 6.681.000
INGRESOS FRENOS	\$ 3.781.000	\$ 4.079.500	\$ 2.885.500	\$ 3.482.500	\$ 4.079.500	\$ 3.482.500	\$ 3.681.500	\$ 2.985.000	\$ 4.079.500	\$ 3.980.000	\$ 4.179.000	\$ 4.079.500
INGRESOS MTTO	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 12.243.000	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500	\$ 13.912.500	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500
TOTAL INGRESOS	\$ 27.058.000	\$ 27.823.000	\$ 26.054.500	\$ 24.698.500	\$ 27.931.000	\$ 27.227.500	\$ 27.228.500	\$ 26.568.000	\$ 28.487.500	\$ 27.689.000	\$ 27.942.000	\$ 28.345.000
MANO DE OBRA	\$ 10.823.200	\$ 11.129.200	\$ 10.421.800	\$ 9.879.400	\$ 11.172.400	\$ 10.891.000	\$ 10.891.400	\$ 10.627.200	\$ 11.395.000	\$ 11.075.600	\$ 11.176.800	\$ 11.338.000
COSTO DE CONTRATAR												
PUESTA EN MARCHA PROYECTO												
INGENIERO INDUSTRIAL	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000
INGRESOS NETOS	\$ 12.489.800	\$ 12.948.800	\$ 11.887.700	\$ 11.074.100	\$ 13.013.600	\$ 12.591.500	\$ 12.592.100	\$ 12.195.800	\$ 13.347.500	\$ 12.868.400	\$ 13.020.200	\$ 13.262.000
PERIODO	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
ACEITE	65	58	59	67	67	67	68	69	60	65	58	59
CORREA	35	34	33	34	34	35	34	34	34	35	34	33
FRENOS	41	29	30	41	41	41	40	42	38	41	29	30
MANTENIMIENTO	24	24	25	24	24	25	24	24	24	24	24	25
TOTAL VEHÍCULOS	165	145	147	166	166	168	166	169	156	165	145	147
INGRESOS ACEITE	\$ 3.510.000	\$ 3.132.000	\$ 3.186.000	\$ 3.618.000	\$ 3.618.000	\$ 3.618.000	\$ 3.672.000	\$ 3.726.000	\$ 3.240.000	\$ 3.510.000	\$ 3.132.000	\$ 3.186.000
INGRESOS CORREA	\$ 6.877.500	\$ 6.681.000	\$ 6.484.500	\$ 6.681.000	\$ 6.681.000	\$ 6.877.500	\$ 6.681.000	\$ 6.681.000	\$ 6.681.000	\$ 6.877.500	\$ 6.681.000	\$ 6.484.500
INGRESOS FRENOS	\$ 4.079.500	\$ 2.885.500	\$ 2.985.000	\$ 4.079.500	\$ 4.079.500	\$ 4.079.500	\$ 3.980.000	\$ 4.179.000	\$ 3.781.000	\$ 4.079.500	\$ 2.885.500	\$ 2.985.000
INGRESOS MTTO	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500
TOTAL INGRESOS	\$ 27.823.000	\$ 26.054.500	\$ 26.568.000	\$ 27.734.500	\$ 27.734.500	\$ 28.487.500	\$ 27.689.000	\$ 27.942.000	\$ 27.058.000	\$ 27.823.000	\$ 26.054.500	\$ 26.568.000
MANO DE OBRA	\$ 11.129.200	\$ 10.421.800	\$ 10.627.200	\$ 11.093.800	\$ 11.093.800	\$ 11.395.000	\$ 11.075.600	\$ 11.176.800	\$ 10.823.200	\$ 11.129.200	\$ 10.421.800	\$ 10.627.200
COSTO DE CONTRATAR												
PUESTA EN MARCHA PROYECTO												
INGENIERO INDUSTRIAL	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150
INGRESOS NETOS	\$ 12.686.650	\$ 11.625.550	\$ 11.933.650	\$ 12.633.550	\$ 12.633.550	\$ 13.085.350	\$ 12.606.250	\$ 12.758.050	\$ 12.227.650	\$ 12.686.650	\$ 11.625.550	\$ 11.933.650

PERIODO	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
ACEITE	65	58	59	67	67	67	68	69	60	65	58	59
CORREA	35	34	33	34	34	35	34	34	34	35	34	33
FRENOS	41	29	30	41	41	41	40	42	38	41	29	30
MANTENIMIENTO	24	24	25	24	24	25	24	24	24	24	24	25
TOTAL VEHÍCULOS	165	145	147	166	166	168	166	169	156	165	145	147
INGRESOS ACEITE	\$ 3.510.000	\$ 3.132.000	\$ 3.186.000	\$ 3.618.000	\$ 3.618.000	\$ 3.618.000	\$ 3.672.000	\$ 3.726.000	\$ 3.240.000	\$ 3.510.000	\$ 3.132.000	\$ 3.186.000
INGRESOS CORREA	\$ 6.877.500	\$ 6.681.000	\$ 6.484.500	\$ 6.681.000	\$ 6.681.000	\$ 6.877.500	\$ 6.681.000	\$ 6.681.000	\$ 6.681.000	\$ 6.877.500	\$ 6.681.000	\$ 6.484.500
INGRESOS FRENOS	\$ 4.079.500	\$ 2.885.500	\$ 2.985.000	\$ 4.079.500	\$ 4.079.500	\$ 4.079.500	\$ 3.980.000	\$ 4.179.000	\$ 3.781.000	\$ 4.079.500	\$ 2.885.500	\$ 2.985.000
INGRESOS MTTO	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.356.000	\$ 13.912.500
TOTAL INGRESOS	\$ 27.823.000	\$ 26.054.500	\$ 26.568.000	\$ 27.734.500	\$ 27.734.500	\$ 28.487.500	\$ 27.689.000	\$ 27.942.000	\$ 27.058.000	\$ 27.823.000	\$ 26.054.500	\$ 26.568.000
MANO DE OBRA	\$ 11.129.200	\$ 10.421.800	\$ 10.627.200	\$ 11.093.800	\$ 11.093.800	\$ 11.395.000	\$ 11.075.600	\$ 11.176.800	\$ 10.823.200	\$ 11.129.200	\$ 10.421.800	\$ 10.627.200
COSTO DE CONTRATAR												
PUESTA EN MARCHA PROYECTO												
INGENIERO INDUSTRIAL	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150
INGRESOS NETOS	\$ 12.686.650	\$ 11.625.550	\$ 11.933.650	\$ 12.633.550	\$ 12.633.550	\$ 13.085.350	\$ 12.606.250	\$ 12.758.050	\$ 12.227.650	\$ 12.686.650	\$ 11.625.550	\$ 11.933.650

INVERSIÓN INICIAL	-\$ 18.600.000
UTILIDAD AÑO 1	\$ 155.678.700
UTILIDAD AÑO 2	\$ 151.291.500
UTILIDAD AÑO 3	\$ 148.436.100
UTILIDAD TOTAL	\$ 455.406.300

VPN	\$ 396.682.627
TIR	833%

Fuente: Los autores con información recopilada

2.5.5.2 ANÁLISIS FINANCIERO PROPUESTA

En la tabla 49, se puede observar el flujo de caja del sistema propuesto como mejora del sistema, obtenido del plan agregado, que consiste en integrar un nuevo mecánico, arroja resultados positivos para los valores del VPN y la TIR y además se evidencia que al realizar una inversión del costo de contratar otro empleado genera una mayor utilidad a la empresa, razón por la cual se debe implementar este sistema con el fin de obtener mejores resultados y disminución de las no conformidades.

Tabla 49. Flujo de Caja Propuesta

PERIODO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
ACEITE		96	100	99	100	96	96	96	96	97	95	99	96	99	
CORREA		48	49	49	49	48	46	45	48	46	48	48	51	51	
FRENOS		59	59	58	57	58	58	58	61	59	59	57	57	58	
MANTENIMIENTO		34	33	34	34	35	32	36	37	34	31	36	33	36	
TOTAL VEHÍCULOS		237	241	240	240	237	232	235	242	236	233	240	237	244	
INGRESOS ACEITE		\$ 5.184.000	\$ 5.400.000	\$ 5.346.000	\$ 5.400.000	\$ 5.184.000	\$ 5.184.000	\$ 5.184.000	\$ 5.184.000	\$ 5.238.000	\$ 5.130.000	\$ 5.346.000	\$ 5.184.000	\$ 5.346.000	
INGRESOS CORREA		\$ 9.432.000	\$ 9.628.500	\$ 9.628.500	\$ 9.628.500	\$ 9.432.000	\$ 9.039.000	\$ 8.842.500	\$ 9.432.000	\$ 9.039.000	\$ 9.432.000	\$ 9.432.000	\$ 10.021.500	\$ 10.021.500	
INGRESOS FRENOS		\$ 5.870.500	\$ 5.870.500	\$ 5.771.000	\$ 5.671.500	\$ 5.771.000	\$ 5.771.000	\$ 5.771.000	\$ 6.069.500	\$ 5.870.500	\$ 5.870.500	\$ 5.671.500	\$ 5.671.500	\$ 5.771.000	
INGRESOS MITTO		\$ 18.921.000	\$ 18.364.500	\$ 18.921.000	\$ 18.921.000	\$ 19.477.500	\$ 17.808.000	\$ 20.034.000	\$ 20.590.500	\$ 18.921.000	\$ 17.251.500	\$ 20.034.000	\$ 18.364.500	\$ 20.034.000	
TOTAL INGRESOS		\$ 39.407.500	\$ 39.263.500	\$ 39.666.500	\$ 39.621.000	\$ 39.864.500	\$ 37.802.000	\$ 39.831.500	\$ 41.276.000	\$ 39.068.500	\$ 37.684.000	\$ 40.483.500	\$ 39.241.500	\$ 41.172.500	
MANO DE OBRA		\$ 15.763.000	\$ 15.705.400	\$ 15.866.600	\$ 15.848.400	\$ 15.945.800	\$ 15.120.800	\$ 15.932.600	\$ 16.510.400	\$ 15.627.400	\$ 15.073.600	\$ 16.193.400	\$ 15.696.600	\$ 16.469.000	
COSTO DE CONTRATAR	-\$	100.000,00													
PUESTA EN MARCHA PROYECTO	-\$	15.000.000													
INGENIERO INDUSTRIAL	-\$	3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.745.000	
INGRESOS NETOS	-\$	18.600.000,00	\$ 20.144.500	\$ 20.058.100	\$ 20.299.900	\$ 20.272.600	\$ 20.418.700	\$ 19.181.200	\$ 20.398.900	\$ 21.265.600	\$ 19.941.100	\$ 19.110.400	\$ 20.790.100	\$ 20.044.900	\$ 20.958.500

PERIODO	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ACEITE	101	95	96	100	95	97	101	100	95	100	97
CORREA	50	50	47	46	47	45	50	51	49	48	48
FRENOS	59	60	61	56	56	59	59	57	57	58	57
MANTENIMIENTO	36	35	35	34	35	31	31	32	37	35	36
TOTAL VEHÍCULOS	246	240	239	236	233	232	241	240	238	241	238
INGRESOS ACEITE	\$ 5.454.000	\$ 5.130.000	\$ 5.184.000	\$ 5.400.000	\$ 5.130.000	\$ 5.238.000	\$ 5.454.000	\$ 5.400.000	\$ 5.130.000	\$ 5.400.000	\$ 5.238.000
INGRESOS CORREA	\$ 9.825.000	\$ 9.825.000	\$ 9.235.500	\$ 9.039.000	\$ 9.235.500	\$ 8.842.500	\$ 9.825.000	\$ 10.021.500	\$ 9.628.500	\$ 9.432.000	\$ 9.432.000
INGRESOS FRENOS	\$ 5.870.500	\$ 5.970.000	\$ 6.069.500	\$ 5.572.000	\$ 5.572.000	\$ 5.870.500	\$ 5.870.500	\$ 5.671.500	\$ 5.671.500	\$ 5.771.000	\$ 5.671.500
INGRESOS MITTO	\$ 20.034.000	\$ 19.477.500	\$ 19.477.500	\$ 18.921.000	\$ 19.477.500	\$ 17.251.500	\$ 17.251.500	\$ 17.808.000	\$ 20.590.500	\$ 19.477.500	\$ 20.034.000
TOTAL INGRESOS	\$ 41.183.500	\$ 40.402.500	\$ 39.966.500	\$ 38.932.000	\$ 39.415.000	\$ 37.202.500	\$ 38.401.000	\$ 38.901.000	\$ 41.020.500	\$ 40.080.500	\$ 40.375.500
MANO DE OBRA	\$ 16.473.400	\$ 16.161.000	\$ 15.986.600	\$ 15.572.800	\$ 15.766.000	\$ 14.881.000	\$ 15.360.400	\$ 15.560.400	\$ 16.408.200	\$ 16.032.200	\$ 16.150.200
COSTO DE CONTRATAR											
PUESTA EN MARCHA PROYECTO											
INGENIERO INDUSTRIAL	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000
INGRESOS NETOS	\$ 20.965.100	\$ 20.496.500	\$ 20.234.900	\$ 19.614.200	\$ 19.904.000	\$ 18.576.500	\$ 19.295.600	\$ 19.595.600	\$ 20.867.300	\$ 20.303.300	\$ 20.480.300

PERIODO	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
ACEITE	100	99	97	97	95	99	96	97	101	95	101	95
CORREA	48	46	47	49	51	46	51	50	48	49	45	47
FRENOS	60	61	58	58	56	59	60	60	56	60	56	61
MANTENIMIENTO	32	36	34	36	34	33	36	34	32	37	33	31
TOTAL VEHÍCULOS	240	242	236	240	236	237	243	241	237	241	235	234
INGRESOS ACEITE	\$ 5.400.000	\$ 5.346.000	\$ 5.238.000	\$ 5.238.000	\$ 5.130.000	\$ 5.346.000	\$ 5.184.000	\$ 5.238.000	\$ 5.454.000	\$ 5.130.000	\$ 5.454.000	\$ 5.130.000
INGRESOS CORREA	\$ 9.432.000	\$ 9.039.000	\$ 9.235.500	\$ 9.628.500	\$ 10.021.500	\$ 9.039.000	\$ 10.021.500	\$ 9.825.000	\$ 9.432.000	\$ 9.628.500	\$ 8.842.500	\$ 9.235.500
INGRESOS FRENOS	\$ 5.970.000	\$ 6.069.500	\$ 5.771.000	\$ 5.771.000	\$ 5.572.000	\$ 5.870.500	\$ 5.970.000	\$ 5.970.000	\$ 5.572.000	\$ 5.970.000	\$ 5.572.000	\$ 6.069.500
INGRESOS MTTO	\$ 17.808.000	\$ 20.034.000	\$ 18.921.000	\$ 20.034.000	\$ 18.921.000	\$ 18.364.500	\$ 20.034.000	\$ 18.921.000	\$ 17.808.000	\$ 20.590.500	\$ 18.364.500	\$ 17.251.500
TOTAL INGRESOS	\$ 38.610.000	\$ 40.488.500	\$ 39.165.500	\$ 40.671.500	\$ 39.644.500	\$ 38.620.000	\$ 41.209.500	\$ 39.954.000	\$ 38.266.000	\$ 41.319.000	\$ 38.233.000	\$ 37.686.500
MANO DE OBRA	\$ 15.444.000	\$ 16.195.400	\$ 15.666.200	\$ 16.268.600	\$ 15.857.800	\$ 15.448.000	\$ 16.483.800	\$ 15.981.600	\$ 15.306.400	\$ 16.527.600	\$ 15.293.200	\$ 15.074.600
COSTO DE CONTRATAR												
PUESTA EN MARCHA PROYECTO												
INGENIERO INDUSTRIAL	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150
INGRESOS NETOS	\$ 19.158.850	\$ 20.285.950	\$ 19.492.150	\$ 20.395.750	\$ 19.779.550	\$ 19.164.850	\$ 20.718.550	\$ 19.965.250	\$ 18.952.450	\$ 20.784.250	\$ 18.932.650	\$ 18.604.750

INVERSIÓN INICIAL	-\$ 18.600.000
UTILIDAD AÑO 1	\$ 241.926.000
UTILIDAD AÑO 2	\$ 241.291.800
UTILIDAD AÑO 3	\$ 236.235.000
UTILIDAD TOTAL	\$ 719.452.800

VPN	\$ 615.434.290
TIR	1300%

Fuente: Los autores con información recopilada

2.5.5.3 ANÁLISIS FINANCIERO SEGUNDA PROPUESTA

En la tabla 50, que corresponde al flujo de caja de una segunda opción de mejora que consiste en realizar una ampliación a la planta física de la empresa y crear una nueva línea para la prestación del servicio, generaría un aumento en la cantidad de carros recibidos y atendidos por la empresa, sin embargo no es una buena opción ya que la inversión inicial en la que se debe incurrir es muy alta, lo que genera que la TIR no arroje resultados favorables para los intereses de la empresa, ya que el periodo de recuperación sería en el mes 48 después de haber realizado dicha inversión.

Tabla 50. Flujo de caja Segunda Propuesta

PERIODO		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ACEITE		114	134	124	130	118	134	134	136	138	136	134	126
CORREA		60	70	66	68	66	68	70	68	68	68	66	68
FRENOS		37	82	70	74	60	82	82	80	84	82	86	78
MANTENIMIENTO		44	48	50	48	50	48	50	48	48	50	48	50
TOTAL VEHÍCULOS		255	334	310	320	294	332	336	332	338	336	334	322
INGRESOS ACEITE		\$ 6.156.000	\$ 7.236.000	\$ 6.696.000	\$ 7.020.000	\$ 6.372.000	\$ 7.236.000	\$ 7.236.000	\$ 7.344.000	\$ 7.452.000	\$ 7.344.000	\$ 7.236.000	\$ 6.804.000
INGRESOS CORREA		\$ 11.790.000	\$ 13.755.000	\$ 12.969.000	\$ 13.362.000	\$ 12.969.000	\$ 13.362.000	\$ 13.755.000	\$ 13.362.000	\$ 13.362.000	\$ 13.362.000	\$ 12.969.000	\$ 13.362.000
INGRESOS FRENOS		\$ 3.681.500	\$ 8.159.000	\$ 6.965.000	\$ 7.363.000	\$ 5.970.000	\$ 8.159.000	\$ 8.159.000	\$ 7.960.000	\$ 8.358.000	\$ 8.159.000	\$ 8.557.000	\$ 7.761.000
INGRESOS MITTO		\$ 24.486.000	\$ 26.712.000	\$ 27.825.000	\$ 26.712.000	\$ 27.825.000	\$ 26.712.000	\$ 27.825.000	\$ 26.712.000	\$ 26.712.000	\$ 27.825.000	\$ 26.712.000	\$ 27.825.000
TOTAL INGRESOS		\$ 46.113.500	\$ 55.862.000	\$ 54.455.000	\$ 54.457.000	\$ 53.136.000	\$ 55.469.000	\$ 56.975.000	\$ 55.378.000	\$ 55.884.000	\$ 56.690.000	\$ 55.474.000	\$ 55.752.000
MANO DE OBRA		\$ 18.445.400	\$ 22.344.800	\$ 21.782.000	\$ 21.782.800	\$ 21.254.400	\$ 22.187.600	\$ 22.790.000	\$ 22.151.200	\$ 22.353.600	\$ 22.676.000	\$ 22.189.600	\$ 22.300.800
COSTO DE CONTRATAR	-\$ 200.000												
COMPRA TERRENOS	-\$ 1.200.000.000												
OBRA CIVIL	-\$ 210.000.000												
PUESTA EN MARCHA PROYECTO	-\$ 15.000.000												
INGENIERO INDUSTRIAL	-\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000	\$ 3.500.000
INGRESOS NETOS	-\$ 1.428.700.000	\$ 24.168.100	\$ 30.017.200	\$ 29.173.000	\$ 29.174.200	\$ 28.381.600	\$ 29.781.400	\$ 30.685.000	\$ 29.726.800	\$ 30.030.400	\$ 30.514.000	\$ 29.784.400	\$ 29.951.200
		-\$ 1.404.531.900	-\$ 1.374.514.700	-\$ 1.345.341.700	-\$ 1.316.167.500	-\$ 1.287.785.900	-\$ 1.258.004.500	-\$ 1.227.319.500	-\$ 1.197.592.700	-\$ 1.167.562.300	-\$ 1.137.048.300	-\$ 1.107.263.900	-\$ 1.077.312.700

PERIODO	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ACEITE	120	130	116	114	134	124	130	118	134	136	138	136
CORREA	68	70	68	60	70	66	68	66	70	68	68	68
FRENOS	76	82	58	70	82	70	74	60	82	80	84	82
MANTENIMIENTO	48	48	48	44	48	50	48	50	50	48	48	50
TOTAL VEHÍCULOS	312	330	290	288	334	310	320	294	336	332	338	336
INGRESOS ACEITE	\$ 6.480.000	\$ 7.020.000	\$ 6.264.000	\$ 6.156.000	\$ 7.236.000	\$ 6.696.000	\$ 7.020.000	\$ 6.372.000	\$ 7.236.000	\$ 7.344.000	\$ 7.452.000	\$ 7.344.000
INGRESOS CORREA	\$ 13.362.000	\$ 13.755.000	\$ 13.362.000	\$ 11.790.000	\$ 13.755.000	\$ 12.969.000	\$ 13.362.000	\$ 12.969.000	\$ 13.755.000	\$ 13.362.000	\$ 13.362.000	\$ 13.362.000
INGRESOS FRENOS	\$ 7.562.000	\$ 8.159.000	\$ 5.771.000	\$ 6.965.000	\$ 8.159.000	\$ 6.965.000	\$ 7.363.000	\$ 5.970.000	\$ 8.159.000	\$ 7.960.000	\$ 8.358.000	\$ 8.159.000
INGRESOS MITTO	\$ 26.712.000	\$ 26.712.000	\$ 26.712.000	\$ 24.486.000	\$ 26.712.000	\$ 27.825.000	\$ 26.712.000	\$ 27.825.000	\$ 27.825.000	\$ 26.712.000	\$ 26.712.000	\$ 27.825.000
TOTAL INGRESOS	\$ 54.116.000	\$ 55.646.000	\$ 52.109.000	\$ 49.397.000	\$ 55.862.000	\$ 54.455.000	\$ 54.457.000	\$ 53.136.000	\$ 56.975.000	\$ 55.378.000	\$ 55.884.000	\$ 56.690.000
MANO DE OBRA	\$ 21.646.400	\$ 22.258.400	\$ 20.843.600	\$ 19.758.800	\$ 22.344.800	\$ 21.782.000	\$ 21.782.800	\$ 21.254.400	\$ 22.790.000	\$ 22.151.200	\$ 22.353.600	\$ 22.676.000
COSTO DE CONTRATAR												
COMPRA TERRENOS												
OBRA CIVIL												
PUESTA EN MARCHA PROYECTO												
INGENIERO INDUSTRIAL	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000	\$ 3.745.000
INGRESOS NETOS	\$ 28.724.600	\$ 29.642.600	\$ 27.520.400	\$ 25.893.200	\$ 29.772.200	\$ 28.928.200	\$ 28.929.200	\$ 28.136.600	\$ 30.440.000	\$ 29.481.800	\$ 29.785.400	\$ 30.269.000
	-\$ 1.048.588.100	-\$ 1.018.945.500	-\$ 991.425.100	-\$ 965.531.900	-\$ 935.759.700	-\$ 906.831.700	-\$ 877.902.500	-\$ 849.765.900	-\$ 819.325.900	-\$ 789.844.100	-\$ 760.058.700	-\$ 729.789.700

PERIODO	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
ACEITE	130	115	117	131	133	133	135	137	119	131	115	118
CORREA	70	79	67	65	65	70	68	67	68	70	68	67
FRENOS	82	59	61	83	79	83	81	83	75	80	57	61
MANTENIMIENTO	48	48	51	49	45	51	47	47	48	47	49	50
TOTAL VEHÍCULOS	330	301	296	328	322	337	331	334	310	328	289	296
INGRESOS ACEITE	\$ 7.020.000	\$ 6.210.000	\$ 6.318.000	\$ 7.074.000	\$ 7.182.000	\$ 7.182.000	\$ 7.290.000	\$ 7.398.000	\$ 6.426.000	\$ 7.074.000	\$ 6.210.000	\$ 6.372.000
INGRESOS CORREA	\$ 13.755.000	\$ 15.523.500	\$ 13.165.500	\$ 12.772.500	\$ 12.772.500	\$ 13.755.000	\$ 13.362.000	\$ 13.165.500	\$ 13.362.000	\$ 13.755.000	\$ 13.362.000	\$ 13.165.500
INGRESOS FRENOS	\$ 8.159.000	\$ 5.870.500	\$ 6.069.500	\$ 8.258.500	\$ 7.860.500	\$ 8.258.500	\$ 8.059.500	\$ 8.258.500	\$ 7.462.500	\$ 7.960.000	\$ 5.671.500	\$ 6.069.500
INGRESOS MTTO	\$ 26.712.000	\$ 26.712.000	\$ 28.381.500	\$ 27.268.500	\$ 25.042.500	\$ 28.381.500	\$ 26.155.500	\$ 26.155.500	\$ 26.712.000	\$ 26.155.500	\$ 27.268.500	\$ 27.825.000
TOTAL INGRESOS	\$ 55.646.000	\$ 54.316.000	\$ 53.934.500	\$ 55.373.500	\$ 52.857.500	\$ 57.577.000	\$ 54.867.000	\$ 54.977.500	\$ 53.962.500	\$ 54.944.500	\$ 52.512.000	\$ 53.432.000
MANO DE OBRA	\$ 22.258.400	\$ 21.726.400	\$ 21.573.800	\$ 22.149.400	\$ 21.143.000	\$ 23.030.800	\$ 21.946.800	\$ 21.991.000	\$ 21.585.000	\$ 21.977.800	\$ 21.004.800	\$ 21.372.800
COSTO DE CONTRATAR												
COMPRA TERRENOS												
OBRA CIVIL												
PUESTA EN MARCHA PROYECTO												
INGENIERO INDUSTRIAL	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150	\$ 4.007.150
INGRESOS NETOS	\$ 29.380.450	\$ 28.582.450	\$ 28.353.550	\$ 29.216.950	\$ 27.707.350	\$ 30.539.050	\$ 28.913.050	\$ 28.979.350	\$ 28.370.350	\$ 28.959.550	\$ 27.500.050	\$ 28.052.050
	-\$ 700.409.250	-\$ 671.826.800	-\$ 643.473.250	-\$ 614.256.300	-\$ 586.548.950	-\$ 556.009.900	-\$ 527.096.850	-\$ 498.117.500	-\$ 469.747.150	-\$ 440.787.600	-\$ 413.287.550	-\$ 385.235.500

PERIODO	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
ACEITE	134	130	134	136	136	134	126	130	114	136	130	115
CORREA	70	68	70	68	68	66	68	70	60	68	70	79
FRENOS	82	74	82	80	82	86	78	82	70	82	82	59
MANTENIMIENTO	48	48	50	48	50	48	50	48	44	50	48	48
TOTAL VEHÍCULOS	334	320	336	332	336	334	322	330	288	336	330	301
INGRESOS ACEITE	\$ 7.236.000	\$ 7.020.000	\$ 7.236.000	\$ 7.344.000	\$ 7.344.000	\$ 7.236.000	\$ 6.804.000	\$ 7.020.000	\$ 6.156.000	\$ 7.344.000	\$ 7.020.000	\$ 6.210.000
INGRESOS CORREA	\$ 13.755.000	\$ 13.362.000	\$ 13.755.000	\$ 13.362.000	\$ 13.362.000	\$ 12.969.000	\$ 13.362.000	\$ 13.755.000	\$ 11.790.000	\$ 13.362.000	\$ 13.755.000	\$ 15.523.500
INGRESOS FRENOS	\$ 8.159.000	\$ 7.363.000	\$ 8.159.000	\$ 7.960.000	\$ 8.159.000	\$ 8.557.000	\$ 7.761.000	\$ 8.159.000	\$ 6.965.000	\$ 8.159.000	\$ 8.159.000	\$ 5.870.500
INGRESOS MTTO	\$ 26.712.000	\$ 26.712.000	\$ 27.825.000	\$ 26.712.000	\$ 27.825.000	\$ 26.712.000	\$ 27.825.000	\$ 26.712.000	\$ 24.486.000	\$ 27.825.000	\$ 26.712.000	\$ 26.712.000
TOTAL INGRESOS	\$ 55.862.000	\$ 54.457.000	\$ 56.975.000	\$ 55.378.000	\$ 56.690.000	\$ 55.474.000	\$ 55.752.000	\$ 55.646.000	\$ 49.397.000	\$ 56.690.000	\$ 55.646.000	\$ 54.316.000
MANO DE OBRA	\$ 22.344.800	\$ 21.782.800	\$ 22.790.000	\$ 22.151.200	\$ 22.676.000	\$ 22.189.600	\$ 22.300.800	\$ 22.258.400	\$ 19.758.800	\$ 22.676.000	\$ 22.258.400	\$ 21.726.400
COSTO DE CONTRATAR												
COMPRA TERRENOS												
OBRA CIVIL												
PUESTA EN MARCHA PROYECTO												
INGENIERO INDUSTRIAL												
INGRESOS NETOS	\$ 33.517.200	\$ 32.674.200	\$ 34.185.000	\$ 33.226.800	\$ 34.014.000	\$ 33.284.400	\$ 33.451.200	\$ 33.387.600	\$ 29.638.200	\$ 34.014.000	\$ 33.387.600	\$ 32.589.600
	-\$ 351.718.300	-\$ 319.044.100	-\$ 284.859.100	-\$ 251.632.300	-\$ 217.618.300	-\$ 184.333.900	-\$ 150.882.700	-\$ 117.495.100	-\$ 87.856.900	-\$ 53.842.900	-\$ 20.455.300	\$ 12.134.300

INVERSIÓN INICIAL	-\$ 1.428.700.000
UTILIDAD AÑO 1	\$ 327.219.200
UTILIDAD AÑO 2	\$ 347.523.000
UTILIDAD AÑO 3	\$ 344.554.200
UTILIDAD AÑO 4	\$ 397.369.800
UTILIDAD TOTAL	\$ 1.416.666.200

Fuente: Los autores con información recopilada

VPN	\$ 1.090.790.581
TIR	0%

3 CONCLUSIONES

- Gracias a las herramientas de diagnóstico de la empresa se pudo encontrar problemas que no estaban identificados por la administración, lo que permite que se tomen medidas de prevención o mejora de dichos problemas.
- Con base en los datos estadísticos se pudo determinar que existen falencias en el servicio de mantenimiento general que aunque no tienen gran cantidad de no conformidades si representa un gran ingreso para la empresa, por lo cual se debe tomar medidas de mejora para que la empresa no se afecte económicamente.
- Con los datos obtenidos de los estudios de la demanda histórica se pudo establecer que es de tipo estacionario, lo que le permite a la empresa determinar periodos en los que se debe ofrecer promociones con el fin de incentivar a los clientes al uso de sus servicios en estos periodos.
- La empresa cuenta con datos históricos importantes, que serán muy útiles para poder establecer periodos de determinación de los pronósticos de la demanda, lo que le podría facilitar el cálculo de los recursos necesarios para satisfacer dicha demanda.
- El método que arrojó menor valor en la prueba de error para los pronósticos fue el de promedios móviles lo que hace que sus resultados sean más confiables.
- Al determinar los tiempos estándar de los servicios de mayor influencia en la empresa se puede establecer tiempos de entrega más acertados con el fin de disminuir las entregas no conformes.
- Con base en los resultados obtenidos en el plan agregado y posterior cálculo en solver, se logró determinar los costos que debe asumir la empresa para su funcionamiento por el periodo de un año.
- Con base en el formato de plan agregado y datos obtenidos en cálculos de pronósticos la empresa puede tomar decisiones más acertadas sobre la contratación de personal, horas extras y tercerización de servicios.
- El sistema que le convendría más a la empresa implementar según los datos arrojados por la simulación en el software SIMIO, sería el de contratar otro mecánico ya que esto haría que su Throughput se incremente en un 63% sin realizar una inversión muy alta.
- De acuerdo con los datos arrojados por el análisis financiero, implementar el sistema de ampliar el espacio y crear una segunda línea no sería conveniente para la empresa, ya que la inversión es muy alta y el periodo de recuperación de dicha inversión es demasiado largo, lo que pondría a la empresa en insuficiencia económica durante por lo menos 48 meses después de realizada dicha inversión. Sin embargo si se sigue presentando problemas de no aceptar trabajos por falta de espacio.

- Para la implementación del sistema en la empresa se debe contratar un ingeniero industrial que realice periódicamente la actualización de los datos, pronósticos, toma de tiempos y manejo del programa de simulación Simio.

4 RECOMENDACIONES

- Implementar el organigrama propuesto con el fin de dar organización a su jerarquía.
- Poner en práctica los diagramas de proceso definidos en el presente trabajo.
- Se recomienda contratar un mecánico más en su planta de mecánica rápida, lo cual le generaría atender satisfactoriamente un 63% más de los servicios prestados en el estado actual.
- Determinar el pronóstico de la demanda periódicamente con el fin de poder preparar sus inventarios y su planta de personal para las temporadas altas.
- Hacer seguimiento de las entregas no conformes con el fin de establecer las causas de dichas inconformidades y establecer estrategias de mejora para bajar el porcentaje de clientes insatisfechos.
- Tomar como punto de referencia los tiempos estándar determinados en este trabajo para los servicios solicitados con mayor frecuencia por los clientes, con el fin de establecer tiempos de entrega del vehículo más acertados.

5 BIBLIOGRAFIA

HANKE, John. WICHERN, Dean. Pronósticos en los negocios. México: Pearson Educación, 2006. P. 1

PRAWDA, Juan. Métodos y modelos de investigación de operaciones, volumen 1. México: Limusa Noriega editores, 2004. P. 22

DE LA FUENTE, David. Organización de la producción en ingenierías, Oviedo (Asturias): Ediciones la universidad de Oviedo, 2006. P. 132

DE LA FUENTE, David. Distribución en planta. Universidad de Oviedo, 2005.P.3

REY, Francisco. Manual del mantenimiento integral en la empresa, España: Fundación Confemetal, 2001. P. 378

NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11ª edición. Alfaomega, P.148

NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. 11ª edición. Alfaomega, P. 373

MEYERS, Fred. Estudios de tiempos y movimientos. México: Pearson educación, 2000. P. 16

BERNAL, Angel. Manejo y optimización de las operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo en un taller automotriz. Ecuador: 2012. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Escuela superior politécnica del Litoral. Facultad de ingeniería mecánica y ciencias de la producción.

CEDILLO, Pablo. Planificación de la producción en el taller de latonería de la empresa MIRASOL S.A. Ecuador: 2010. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad de Cuenca. Facultad de ciencias químicas escuela de ingeniería industrial.

CORREA, Diego. Diseño del direccionamiento estratégico con énfasis en los procesos de producción automotriz de taller diego chasis en la ciudad Santiago de Cali. Cali. 2013. Trabajo de grado (Administrador de negocios). Universidad San Buenaventura. Facultad de ciencias económicas y empresariales

LAVERDE, German. BECERRA; Edgar. Sistema de seguimiento y control del servicio vehicular, en el taller diesel express en dinissan, Bogotá. Bogotá. 2012. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad Libre. Facultad de ingeniería.

VIEJO, Ángel. La investigación operativa. España: Gráficas ORTEGA, 1996. P. 367

AMAYA, Jairo. Gerencia: Planeación & Estrategia. Colombia: Universidad Santo Tomas de Aquino. 2005, P. 34

VERDOY, Pablo. Manual de control estadístico de calidad: teoría y aplicaciones. España: Publicación Universidad Jaume, 2006. P. 207

VIVANCO, Manuel. Muestreo estadístico. Diseño y aplicaciones. Editorial Universitaria, 2005. P. 46

6 CIBERGRAFIA

TORRES, MARIELA; PAZ, Karim; SALAZAR, Federico. Tamaño de una muestra para una investigación. Boletín electrónico Universidad Landívar, 2006, vol. 2.

SIMULATION, PRODUCTION PLANNING AND SCHEDULING SOFTWARE; Simio, <https://www.simio.com/index.php>. Simio LLC 504 Beaver St. Sewickley, PA 15143 412.528.1576 Email Webmaster. Email Sales. ©2017 Simio LLC