

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE COLISIONES DE
CENTRAL MOTOR AMÉRICA S.A.S**

JULIAN RICARDO CRISTANCHO BLANCO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2017

**MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE COLISIONES DE
CENTRAL MOTOR AMÉRICA S.A.S**

JULIAN RICARDO CRISTANCHO BLANCO

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial

Directora

PIEDAD ARENAS DIAZ

MSc. Política y Gestión de la ciencia y la tecnología

Tutor:

MAURICIO ANTONIO RODRÍGUEZ

Administrador de empresas

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES
BUCARAMANGA**

2017

AGRADECIMIENTOS

*A DIOS por haberme acompañado durante el transcurso de mi vida.
A mis padres por su incondicional apoyo durante cada etapa de este proceso.*

A mi directora de proyecto por su confianza, apoyo y dedicación en la realización de esta tesis, a Central Motor por permitirme realizar mi práctica, a mis amigos y en general a todas las personas que de algún modo contribuyeron a alcanzar este logro personal.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN -----	16
1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA -----	19
1.1 RESEÑA HISTÓRICA -----	19
1.2 MISIÓN -----	20
1.3 VISIÓN -----	20
1.4 POLÍTICA DE CALIDAD -----	20
1.5 TALLER DE COLISIÓN -----	21
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO -----	22
2.1 OBJETIVO GENERAL -----	22
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS -----	22
2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA -----	22
2.4. DESARROLLO METODOLOGÍCO -----	24
3. MARCO TEÓRICO -----	26
3.1 MÉTODOS Y ESTÁNDARES. -----	26
3.2 IMPORTANCIA DE LA EFICIENCIA. -----	27
3.3 HERRAMIENTAS DE REGISTRO Y ANÁLISIS. -----	28
3.3.1 Diagrama de flujo del proceso -----	28
3.3.2 Diagrama de recorrido -----	29
3.4 MEDICIONES DEL DESEMPEÑO. -----	30
3.4.1 Productividad -----	30
3.5 SIMULACIÓN -----	31
3.5.1 Razones para simular -----	31
3.6 MARCO DE ANTECEDENTES -----	32
4. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA -----	34
4.1 PROCESO -----	35

4.1.1 Descripción del proceso productivo -----	35
4.2 PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN -----	39
4.2.1 Indicadores de gestión-----	40
4.3 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA -----	40
4.3.1 Diagrama de recorrido -----	40
4.4 PERSONAS -----	45
4.4.1 Eficiencia promedio del trabajador.-----	46
4.5 PARTES-----	50
4.5.1 Comportamiento de la demanda. -----	50
4.5.2 Nivel de desempeño mensual-----	53
4.5.3 Porcentaje de vehículos según nivel de daño -----	55
5. PLAN DE MEJORAMIENTO -----	58
5.1 ESTUDIO DE TIEMPOS APARTIR DEL MUESTREO DE TRABAJO. -----	58
5.1.1 Tamaño de muestra -----	60
5.1.2 Tamaño de la población por tipo de daño -----	60
5.1.3 Población éxito o esperada-----	61
5.1.4 Porcentaje de error -----	61
5.1.5 Tamaño de muestra por tipo de daño -----	62
5.1.6 Tiempo entre arribo de vehículos al taller -----	63
5.2 TIEMPO DE CICLO Y CAPACIDAD. -----	65
5.3 PLAN DE MEJORAMIENTO PROPUESTO AL PROCESO DE COLISIÓN. --	67
5.4. REDISTRIBUCIÓN DE CARGAS DE TRABAJO.-----	69
5.4.1 Mejora propuesta-----	69
5.4.2 Justificación-----	70
5.4.3 Desarrollo de la propuesta-----	70
5.5 IMPLEMENTACIÓN CLEAR MECHANIC. -----	76
5.5.1 Mejora propuesta-----	76
5.5.2 Justificación-----	76
5.5.3 Desarrollo de la propuesta-----	76
5.6 CONTROL DE CALIDAD ENTRE PROCESOS. -----	80

5.6.1 Mejora propuesta-----	80
5.6.2 Justificación-----	80
5.6.3 Desarrollo de la propuesta-----	80
5.7 SIMULACIÓN DE UN SERVICIO EXPRÉS DE COLISIÓN. -----	81
5.7.1 Mejora propuesta-----	81
5.7.2 Justificación-----	82
5.7.3 Desarrollo de la propuesta-----	82
5.7.4 Elementos del modelo simulado.-----	84
6. SISTEMA DE INDICADORES -----	88
6.1 DISEÑO DE INDICADORES. -----	88
7. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN -----	91
7.1 CONTENIDO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN-----	91
8. CONCLUSIONES -----	94
9. RECOMENDACIONES -----	96
BIBLIOGRAFÍA-----	97
ANEXOS -----	100

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Símbolos para Diagrama de flujo (ASME)	29
Figura 2. Diagrama de flujo del sistema productivo.	36
Figura 3. Información diagrama de recorrido	41
Figura 4. Diagrama de recorrido.	42
Figura 5. Bancada sin utilizar y repuestos.	44
Figura 6. Bodega Desechos	45
Figura 7, Número de autos atendidos de 2014 a 2016.....	46
Figura 8. Promedio de vehículos atendidos por trabajador 2014 a 2016	48
Figura 9. Vehículos entraron año 2014.....	50
Figura 10. Vehículos entraron año 2015.....	51
Figura 11. Vehículos entraron año 2016.....	51
Figura 12. Comportamiento de la Demanda 2014 a 2016	52
Figura 13. Nivel desempeño 2014 a 2016	54
Figura 14. Nivel de daño.....	56
Figura 15. Distribución tiempo entre arribos.	63
Figura 16. Relación Carga – Capacidad.	71
Figura 17. Planning de carga por operario.....	72
Figura 18. Planeación antes de la mejora.....	72
Figura 19. Tablero de planificación.	73
Figura 20. Distribución horas en el taller.....	74
Figura 21. Ejemplo lista chequeo colisión.....	78
Figura 22. Ejemplo lista control de calidad en colisión.....	78
Figura 23. Tablero de control CLEAR MECHANIC.	79
Figura 24. Ejemplo orden vista por cliente.....	79
Figura 25. Comportamiento de las estaciones de trabajo.....	86

Figura 26. Grafica nivel de acumulación promedio producto en proceso.87

Figura 27. Capacitación CLEAR MECHANIC.92

Figura 28. Control de calidad entre procesos.92

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Instrumentos de diagnóstico.	34
Tabla 2. Número de autos atendidos por mes en total.	46
Tabla 3. Número de trabajadores en operación para cada año.	47
Tabla 4. Promedio de vehículos atendidos por trabajadores en el mes.	48
Tabla 5. Análisis estadístico 2014 a 2016.	49
Tabla 6. Resumen estadístico años 2014 a 2016.	52
Tabla 7. Nivel de desempeño mensual.	54
Tabla 8. Análisis desempeño 2014 a 2016.	55
Tabla 9. Cuadro resumen del diagnóstico del proceso de colisión.	57
Tabla 10. Ficha técnica del muestreo de trabajo.	59
Tabla 11. Tamaño de población.	61
Tabla 12. Desviación estándar muestral Alistamiento.	61
Tabla 13. Desviación estándar muestral Pintura.	61
Tabla 14. Porcentaje de error Alistamiento.	62
Tabla 15. Porcentaje de error Pintura.	62
Tabla 16. Tamaño de muestra alistamiento.	62
Tabla 17. Tamaño de muestra Pintura.	63
Tabla 18. Resumen datos por Proceso.	64
Tabla 19. Tiempo de ciclo por proceso.	65
Tabla 20. Capacidad del proceso.	66
Tabla 21. Plan de mejoramiento propuesto.	68
Tabla 22. Resumen de Tiempos.	75
Tabla 23. Parámetros de productividad línea base.	75
Tabla 24. Datos previos a la mejora realizada.	81
Tabla 25. Datos posteriores a la mejora realizada.	81

Tabla 26. Requerimiento recursos servicio exprés.	83
Tabla 27. Registro de procesamiento Simulación servicio exprés.	85
Tabla 28. Indicadores de gestión para CENTRAL MOTOR AMÉRICA.	88

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Formato de verificación entre procesos.-----	101
Anexo B. Cotización del vehículo.-----	102
Anexo C. Ejemplo SIPO (Sistema Integral de peritaje on-line).-----	103
Anexo D. Grafico distribuciones golpe fuerte.-----	104
Anexo E. Grafico distribuciones golpe medio.-----	108
Anexo F. Grafico distribuciones golpe leve.-----	111
Anexo G. Muestra de formato de verificación entre procesos.-----	115
Anexo H. Formato de verificación entre procesos.-----	116
Anexo I. Demanda 2014-----	117
Anexo J. Prueba para desviación estándar-----	117
Anexo K. Tamaño de muestra-----	117
Anexo L. Control calidad entre procesos-----	117
Anexo M. Formato de retorno técnicos-----	117
Anexo N. Planning carga de trabajo semanal-----	117
Anexo O. Simulación servicio exprés-----	117

RESUMEN

TÍTULO: MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE COLISIONES DE CENTRAL MOTOR AMÉRICA S.A.S*

AUTOR: CRISTANCHO BLANCO, Julián Ricardo**

PALABRAS CLAVES: Mejoramiento, proceso, eficiencia, colisión, automóviles.

DESCRIPCIÓN:

CENTRAL MOTOR AMERICA S.A.S es una organización dedicada a la comercialización de vehículos y servicios post venta como mecánica, garantías y reparación de colisiones, esta última unidad de negocio manteniendo la operación de las cuatro marcas (Ford, Hyundai, Kia y Cinascar) en un solo taller.

La empresa se destaca por buscar permanentemente el mejoramiento de sus procesos. Con base en esta filosofía de la empresa, se desarrolló el presente proyecto de grado, enfocado al mejoramiento del proceso de colisión.

Inicialmente se realizó un diagnóstico, donde se analizó la situación actual del proceso, los métodos usados en este, la demanda, el número de operarios y la capacidad demostrada del mismo, todo enfocado a identificar las causas de los principales problemas y oportunidades de mejora en el proceso. A partir del diagnóstico realizado, se calculó la capacidad del proceso empleando un muestreo de trabajo y posteriormente planteando un plan de mejoramiento enfocado a incrementar la eficiencia del mismo.

Este plan de mejoramiento incluyó la redistribución de cargas de trabajo, control de calidad, simulación del servicio exprés y uso del Clear Mechanic. Finalmente, se procedió a la implementación de las mejoras con sus respectivos indicadores, bajo la aprobación y supervisión de la gerencia.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Directora: Ing. Piedad Arenas Díaz. Tutor: Adm. Antonio Mauricio Rodríguez.

ABSTRACT

TITLE: IMPROVEMENT OF THE COLLISION REPAIR PROCESS OF CENTRAL MOTOR AMÉRICA S.A.S*

AUTHOR: CRISTANCHO BLANCO, Julián Ricardo.**

KEYWORDS: Improvement, Process, Efficiency, Collision, Automobile.

DESCRIPTION:

CENTRAL MOTOR AMERICA SAS is an organization dedicated to the commercialization of vehicles and after sales services like mechanics, guarantees and collision repair, this last business unit maintaining the operation of the four brands (Ford, Hyundai, Kia and Cinascar) in a single workshop.

The company stands out for constantly looking for the improvement of its processes. Based on this philosophy of the company, the present degree project was developed, focused on improving the collision process.

Initially a diagnosis was made, analyzing the current situation of the process, the methods used in it, the demand, the number of operators and the demonstrated capacity of the same, all focused on identifying the causes of the main problems and opportunities for improvement in the process. Based on the diagnosis, the capacity of the process was calculated using a sample of work, and later, an improvement plan was designed to increase its efficiency.

This improvement plan included redistribution of workloads, quality control, express service simulation, and use of the Clear Mechanic. Finally, improvements were implemented with their respective indicators, under the approval and supervision of management. were implemented with their respective indicators, under the approval and supervision of management.

* Degree Project.

** Faculty of Physic mechanical Sciences. School of Industrial and business studies. Project Director: Ing. Piedad Arenas Díaz. Tutor: Adm. Antonio Mauricio Rodríguez.

INTRODUCCIÓN

Con el avance y uso de nuevas tecnologías en la industria automotriz se reduce el número de siniestros, aparecen nuevos tipos de proveedores de trabajo, surgen nuevas necesidades, hábitos en los consumidores de los servicios y se establecen diferentes y más sofisticadas fórmulas de desarrollo de negocio, con las que aportar el mejor y más rentable servicio a los clientes. Por ello, ha de plantearse si el modelo empresarial sigue siendo, a día de hoy, igual de válido que años atrás.

Un mercado tan competitivo como el de la reparación de carrocería y pintura conduce a mantener una visión amplia y unos niveles de exigencia muy elevados para entender y, en la medida de lo posible, anticipar la satisfacción de las necesidades cambiantes de los clientes. Pero esa satisfacción ha de hacerse obteniendo siempre el máximo rendimiento y utilizando los recursos adecuados de la manera correcta. Conseguir la máxima eficiencia en el normal desarrollo de la actividad es un punto fundamental si se quiere maximizar la rentabilidad y los resultados del taller, garantizando de este modo su viabilidad.

Así mismo, la búsqueda de la eficiencia operacional a través del uso de los recursos de producción, mejorando la productividad operativa para una mayor competitividad, es una necesidad para las empresas en este momento, sin importar el mercado o sector económico que atiendan. La eficiencia del proceso de colisiones debido a la falta de herramientas y métodos que permitan dar solución y tener un conocimiento real de los problemas en el taller, que se producen principalmente por la extensión de los tiempos de permanencia de los vehículos, falta de control y número de reprocesos, se ve reflejada en la baja rentabilidad de la unidad de negocio.

El presente trabajo consiste en el diseño e implementación de un plan de mejoramiento del proceso de colisiones de CENTRAL MOTOR AMÉRICA S.A.S con el que se pretende contribuir a identificar y solucionar debilidades en el proceso y afianzar fortalezas del mismo, todo enfocado en lograr una mayor eficiencia del proceso y rentabilidad del negocio.

Inicialmente, se realizó un diagnóstico general del proceso de colisiones que permitió identificar aspectos críticos que sirvieron como base para plantear propuestas de mejora, concluida esta etapa se realizó un estudio de tiempos en el taller de latonería y pintura que permitió conocer la duración real de las operaciones y tiempo estándar para un vehículo dentro del taller.

Con base en las dos etapas anteriores se diseñó el plan de mejoramiento para el proceso de colisiones, buscando la eficiencia del sistema y la capacidad de respuesta frente a los clientes, además de la selección de los indicadores clave de desempeño y de una metodología de seguimiento apropiada la cual es crítica para el éxito del proceso de medición y análisis.

Finalmente, se implementaron las mejoras planteadas así como un programa de capacitación al personal involucrado, para garantizar la efectiva realización de las propuestas y métodos logrando un incremento en la eficiencia del proceso.

OBJETIVOS PROPUESTOS	CAPÍTULOS REFERENCIADOS
Realizar un diagnóstico general del proceso de colisiones de Central Motor América S.A.S	Capítulo 4
Determinar los tiempos estándar en el taller de latonería y pintura, mediante la aplicación de técnicas para estudio de métodos y tiempos.	Numerales 5.1 – 5.2 Anexos: I,J,K
Elaborar un plan de mejoramiento para el proceso de colisiones dentro de la empresa Central Motor AMÉRICA S.A.S	Numeral 5.3
Diseñar un sistema de indicadores que permita dar seguimiento a los cambios realizados en el proceso de colisiones.	Capítulo 6
Diseñar un programa de capacitación para el personal encargado del proceso de colisiones sobre las mejoras realizadas.	Capítulo 7
Implementar las mejoras a corto plazo aprobadas por la gerencia de la empresa.	Numerales 5.4 - 5.5 - 5.6 - 5.7 Anexos: H,L,M,N,O

1. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

1.1 RESEÑA HISTÓRICA

Fundada en 1996, dando continuidad a la concesión de HYUNDAI para Bucaramanga, la cual estuvo desde 1992 en manos de KOREAUTOS S.A con quien se comparten socios y empleados en esta nueva compañía. En noviembre de 2003, se aplica para representar la marca KIA para el departamento de Santander, dando comienzo a las actividades en mayo durante el Décimo Salón del Automóvil de Cenfer. En el año 2006 por invitación de la presidencia de Hyundai Colombia, Central Motor asumió la distribución de las marcas chinas de Cinascar para Bucaramanga. Puso al servicio de esta nueva marca todo su conocimiento y el potencial humano disponible para introducir al mercado santandereano esta propuesta novedosa, con la seguridad de estar apostándole al futuro. En el año 2010 Ford Colombia abre una licitación para la distribución de su marca en Santander. Central Motor participa con otros prestigiosos aspirantes nacionales y gana la franquicia que comienza sus operaciones el primer día del mes de octubre del mismo año.

Central Motor Ltda., en su trayectoria de casi 20 años en la ciudad de Bucaramanga, ha logrado mantener la imagen que a nivel local y nacional. Proyecta: responsabilidad corporativa, solidez empresarial y efectiva estrategia comercial.¹

La empresa cuenta con empleados en sus tres áreas básicas (Administrativa, asesoría y servicio), que continúan en la empresa con el paso del tiempo, lo que

¹ CENTRAL MOTOR, Grupo Automotriz, Historia central motor, [Citado el 23 de julio de 2016] Disponible en < <http://www.centralmotor.com.co/secciones-22-s/historia-de-central-motor.htm>>

facilita la solidez de la misión institucional, el desarrollo de su visión, el trabajo en equipo y le va permitiendo a Central Motor afianzar la parte fundamental de su misión comercial: “Trabajamos para lograr la fidelidad de nuestro cliente”, esta misión implica lo dicho antes: responsabilidad, solidez y cumplimiento con lo ofrecido y pactado con el cliente.

1.2 MISIÓN

“En Central Motor, trabajamos por identificar las necesidades de nuestros clientes, satisfaciéndolas con excelentes productos y servicios; creando un ambiente que propicie el desarrollo integral de los colaboradores y optimizando los recursos para lograr un nivel de rentabilidad y crecimiento atractivo para los inversionistas, que nos ubique a la vanguardia del mercado y contribuya al desarrollo de nuestra comunidad”.²

1.3 VISIÓN

“CENTRAL MOTOR aspira a ser una empresa sólidamente posicionada dentro del mercado automotriz de Santander, bajo las directrices de eficacia, eficiencia y productividad”.³

1.4 POLÍTICA DE CALIDAD

“Nuestro principal objetivo es hacer todo bien desde la primera vez, trabajando con profesionalismo y honestidad, llevando en alto las marcas representadas, para

² Ibíd.

³ Ibíd.

satisfacer a nuestros clientes y que se sientan orgullosos de adquirir nuestros productos y servicios asegurando un crecimiento sostenible, mediante un equipo humano competente y una capacidad administrativa, técnica y de alta tecnología adecuada para la prestación de servicios de mantenimiento y reparación, venta de vehículos, repuestos y accesorios genuinos, optimizando el cumplimiento de los tiempos de entrega según los requerimientos de nuestros clientes y lograr una mejora continua de la organización. También tenemos como objetivo la implementación y ejecución del programa SOL (seguridad, orden y limpieza) en cada una de las áreas de la empresa”.⁴

1.5 TALLER DE COLISIÓN

El taller de colisión de Central Motor América S.A.S es una unidad de negocio, creada con el fin de establecer un servicio post venta que ofrezca total respaldo a cualquiera de las cuatro marcas que maneja el grupo automotriz, con la creación de este taller, se establecieron convenios suscritos entre Central Motor América S.A.S y 13 aseguradoras de vehículos, quienes envían los siniestros al concesionario autorizado por Cesvi* Colombia para su reparación, garantizando la originalidad de los repuestos y la calidad en la reparación.

⁴ Ibíd.

* Centro de Experimentación y Seguridad Vial.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Diseñar e implementar un plan de mejoramiento a la eficiencia del proceso de colisiones en Central Motor S.A.S

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico general del proceso de colisiones de Central Motor América S.A.S
- Determinar los tiempos estándar en el taller de latonería y pintura, mediante la aplicación de técnicas para estudio de métodos y tiempos.
- Elaborar un plan de mejoramiento para el proceso de colisiones dentro de la empresa Central Motor América S.A.S
- Diseñar un sistema de indicadores que permita dar seguimiento a los cambios realizados en el proceso de colisiones.
- Diseñar un programa de capacitación para el personal encargado del proceso de colisiones sobre las mejoras realizadas.
- Implementar las mejoras a corto plazo aprobadas por la gerencia de la empresa.

2.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El taller de reparación y colisión de CENTRAL MOTOR AMÉRICA S.A.S, ubicado en Bucaramanga, con 75 empleados directos, se ha caracterizado por ser un

concesionario que ofrece al cliente la calidad de las operaciones y piezas reparadas, manteniendo así la originalidad del vehículo.

A pesar de los esfuerzos de CENTRAL MOTOR AMÉRICA S.A.S el taller no cuenta con un modelo de gestión de planeación de producción, por esta razón se presentan reprocesos antes de la entrega y retornos asociados a producto no conforme, para estos casos se debe disponer de recursos físicos y humanos para corregir las operaciones que no cuentan con la calidad esperada, teniendo un impacto en la operatividad y los indicadores financieros del taller.

El desconocimiento de los tiempos medios de reparación por área operativa y global por vehículo, no permite calcular la capacidad instalada del taller, el impacto que la rotación de vehículos dentro del taller tiene sobre las zonas de circulación, ni determinar cargas de trabajo por área. Estas variables sumadas a tiempos muertos por ocupación de herramientas y malas operaciones en procesos de conformación o sustitución de piezas son las causas de la baja eficiencia del proceso de colisiones en CENTRAL MOTOR AMÉRICA S.A.S.

Los puntos presentados tienen un impacto directo en la productividad y calidad de las operaciones, implementar un plan de mejoramiento enfocado en la eficiencia está asociado directamente a resultados operacionales, actividades de planeación, ejecución y mejora, actividades que se deben soportar en un sistema de indicadores que permitan tomar decisiones y tengan un impacto positivo sobre los recursos y resultados económicos del taller.

Para CENTRAL MOTOR AMÉRICA S.A.S y en específico para el proceso de colisiones es importante que a través de este proyecto de grado se logre mediante la aplicación de la metodología propuesta, identificar los puntos críticos de cada proceso con el fin de lograr una mayor eficiencia de este, obtener los tiempos reales

de operación dentro del taller y suministrar un sistema de indicadores que permita tener un mayor control del taller y que dé seguimiento a las mejoras propuestas.

Este proyecto de grado enfocado desde una pertinencia práctica pretende contribuir a dar solución a la problemática planteada, diseñando e implementando un plan de mejoramiento a la eficiencia del proceso de colisiones, con el fin que la empresa mejore su productividad y clasificación por parte del Centro de Investigación y Seguridad Vial (CESVI Colombia).

2.4. DESAROLLO METODOLOGÍCO

El proyecto realizado en CENTRAL MOTOR AMÉRICA S.A.S del mejoramiento del proceso de colisión, implico realizar un plan de mejoramiento, sistema de indicadores y una serie de actividades que se describen en las siguientes etapas:

FASE 1. OBSERVACIÓN Y DOCUMENTACIÓN DEL PROCESO

Se revisó el proceso de colisión, realizando visitas permanentes a la empresa, con el fin de conocer a profundidad las actividades realizadas en el taller, el funcionamiento operativo y administrativo para determinar puntos críticos. Así mismo se buscó documentación, formatos e información relacionada con el taller de colisión en la empresa.

FASE 2. DIAGNÓSTICO ACTUAL DEL PROCESO

Con base en la información obtenida en la empresa, entrevistas y documentación sobre el tema (fase 1), se procedió a realizar el diagnóstico del proceso para documentarlo y tener una base para el plan de mejoramiento, se tomó como referencia para realizar el diagnóstico las 5p de producción.

FASE 3. DETECCIÓN PUNTOS CRÍTICOS DEL PROCESO

A partir de la información recolectada en las dos fases anteriores, se enfocó la atención en la detección de puntos críticos del proceso que permitieron plantear mejoras y se documentó información en la empresa para validar estos resultados.

FASE 4. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORAMIENTO

Basado en los Análisis de los puntos críticos, se realizó un plan de mejoramiento para el taller de colisiones, se tuvo en cuenta opiniones de la gerencia, escuchando necesidades reales de la empresa y se procedió a implantar las que fueron aprobadas. Para la implementación del plan de mejoramiento se tuvieron en cuenta los datos obtenidos en la fase de diagnóstico para lograr mejorar la eficiencia del proceso, implantar un modelo de planeación de cargas de trabajo y un sistema de servicio exprés a partir del estudio de tiempos realizado.

FASE 5. IMPLEMENTACIÓN SISTEMA DE INDICADORES Y CAPACITACIÓN.

En esta fase del proyecto se construyó un sistema de indicadores que permite dar seguimiento a las mejoras implantadas y ayudando a la empresa a tener un control sobre el proceso de colisiones, así mismo se implementó un programa de capacitación al personal sobre las mejoras realizadas y sobre el correcto uso de los nuevos indicadores en la gestión del taller.

3. MARCO TEÓRICO

El marco teórico presentado a continuación, tiene como propósito enunciar las bases teóricas sobre las cuales se apoyan las actividades descritas en este proyecto. El objetivo es definir unos parámetros con el fin de facilitar la comprensión del trabajo realizado.

3.1 MÉTODOS Y ESTÁNDARES.

La ingeniería de métodos estudia y analiza las operaciones, diseño y simplificación del trabajo de cualquier actividad operativa, con diversos fines como el mejorar la productividad, disminuir el costo y aumentar la calidad de los productos o procesos.⁵

El estudio de métodos consta de siete etapas fundamentales en las que se analiza tanto el proceso como la operación. Estas etapas son el seleccionar, registrar, examinar, idear, definir, implantar y mantener el nuevo método con el fin de enlazar las mejores técnicas o habilidades, con el fin de lograr una eficiente relación entre el operario y la máquina o proceso.

La Ingeniería de Métodos es considerada un enfoque fundamental de la Ingeniería Industrial y su origen es usualmente asociado a la aplicación del método científico en la organización. Al hablar del método científico, se hace alusión al uso de la indagación como instrumento de análisis.⁶

⁵ NIEBEL, Benjamín W. FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 12a ed. México: Mc Graw Hill, 2009.

⁶ BARBIER, P. El progreso técnico y la organización del trabajo. 1ra ed. Francia, Taurus, 1960. 654p.

El análisis de los procesos involucra entre otras cosas, el estudio de tiempos que es de mucha importancia dentro de los procesos y organizaciones, ya que permiten cumplir los objetivos planteados por la empresa, la marca o las regulaciones pertinentes.⁷

3.2 IMPORTANCIA DE LA EFICIENCIA.

La eficiencia productiva se trata de utilizar los recursos racionalmente y aprovechar todos los potenciales existentes en la organización, esta es una tarea continua y que por consiguiente debe seguirse a largo plazo. El punto de partida para incrementar la eficiencia de un proceso debe ser el diseño de este, teniendo en cuenta la planta y los métodos a utilizar, esto significara una reducción en los tiempos de fabricación y en los materiales utilizados.

Para conseguir una producción realmente eficiente no basta con considerar únicamente la eficiencia energética o limitarse tan solo a la técnica de las máquinas, sino más bien considerar toda la cadena de creación de valor y todos los factores que influyen en ella: desde el diseño del producto hasta la planificación de la producción. Cada una de las áreas implicadas ofrece potenciales para reducir los costes por unidad de forma duradera, por ejemplo, reduciendo factores como consumo energético, utilización de material, personal, tiempos de procesamiento, pasos de fabricación, tiempos de parada y producción de piezas defectuosas.⁸

⁷ MUNDEL, Marvin E. Estudio de tiempos y Movimientos. 1 ed. México. Ed.CECSCA.1984

⁸ ARBURG, Eficiencia en la producción: pensando globalmente, reduciendo los costes por unidad. Alemania 2016. [Citado el 21 de agosto de 2016]. Disponible en <https://www.arburg.com/fileadmin/redaktion/mediathek/prospekte/arburg_production_efficiency_680244_es.pdf>.

3.3 HERRAMIENTAS DE REGISTRO Y ANÁLISIS.

3.3.1 Diagrama de flujo del proceso. El diagrama de flujo es la representación gráfica de la secuencia del proceso, las actividades implicadas en este, mostrando la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en el proceso, el número de pasos del proceso, las operaciones interdepartamentales y la selección de los indicadores para el sistema.







Además de registrar operaciones e inspecciones, los diagramas de flujo de procesos muestran todos los retrasos de movimientos y almacenamiento a los que se expone un artículo a medida que recorre la planta. Esta herramienta tiene como ventaja, la visualización de las fortalezas y debilidades de los procesos, así como establece los límites de cada uno.⁹

El diagrama de flujo debe ser realizado por un equipo de trabajo en la que distintas personas aporten, en conjunto, una perspectiva completa del proceso. Cuando un proceso es modelado, con la ayuda de un diagrama de flujo, pueden apreciarse con facilidad las interrelaciones existentes, analizar cada actividad, dando la posibilidad de establecer acciones de mejora.

Los símbolos utilizados en los diagramas de flujo, están estandarizados y regularizados por la ASME (AMÉRICAN society of mechanical Engineers), los cuales se muestran en la siguiente figura:

⁹ PALACIOS, L. C. Ingeniería de Métodos. 2 ed. Bogotá: Ecoe Ediciones. 2009, p. 59.

Figura 1. Símbolos para Diagrama de flujo (ASME)

Símbolo	Significado
	Origen
	Operación
	Inspección
	Transporte
	Demora
	Almacenamiento

En ocasiones, algunos otros símbolos no estándar pueden utilizarse para señalar operaciones administrativas, de papeleo u operaciones combinadas. Dos tipos de diagramas de flujo se utilizan actualmente: de productos o materiales y de personas u operativos. El diagrama de producto proporciona los detalles de los eventos que involucran un producto o un material, mientras que el diagrama de flujo operativo muestra a detalle cómo lleva a cabo una persona o una secuencia de operaciones.

3.3.2 Diagrama de recorrido. Este diagrama muestra el recorrido que sigue el proceso dentro de la planta, el objetivo general es lograr que el flujo sea lo más lineal posible, minimizando cruces entre líneas del proceso y evitando retrocesos y acumulaciones de producto en la planta.

Este diagrama es una representación gráfica de los planos de la planta en el que se dibujan los flujos de material entre actividades. Cuando se elabora un diagrama de recorrido, se identifica cada actividad mediante símbolos y números correspondientes a los que aparecen en el diagrama de flujo del proceso. La dirección del flujo se indica colocando pequeñas flechas periódicamente a lo largo de las líneas de flujo. Se pueden utilizar colores diferentes para indicar líneas de flujo en más de una parte.¹⁰

3.4 MEDICIONES DEL DESEMPEÑO.

3.4.1 Productividad. La productividad se mide en términos de producción por hora de trabajo. Sin embargo, esta medida no asegura que la empresa gane dinero, la productividad consiste en todas las acciones que acercan a una compañía a su meta. Para probar si la productividad aumentó, se debe formular las siguientes preguntas:¹¹

- ¿La acción emprendida aumento la producción?
- ¿Se redujo el inventario?
- ¿Bajaron los gastos operativos?

En la relación entre los productos obtenidos y los recursos para obtenerlos, es importante tener en cuenta el tiempo requerido, entre menor sea el tiempo requerido para obtener el resultado esperado, más productivo será el sistema. La productividad debe ir siempre relacionada con la eficiencia.¹²

¹⁰ NIEBEL, Benjamín W. FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 12a ed. México: Mc Graw Hill, 2009.

¹¹ CHASE, Richard B., Nicholas J. Aquilano & F. Robert Jacobs. 2001, "Administración de Producción y Operaciones". 12 ed. México: Mc Graw Hill, 2009

¹² ROGER G. Schroeder. Administración de operaciones, 3 ed. México: McGraw Hill, 2009. P. 533

3.5 SIMULACIÓN

La simulación en los negocios se refiere a utilizar una computadora para hacer experimentos con un modelo de un sistema real. Se puede emprender la simulación antes de que un sistema real esté operando o para evaluar la respuesta del sistema ante cambios en su estructura.

La simulación es especialmente para situaciones donde el tamaño o la complejidad del problema hacen que las técnicas para la optimización resulten difíciles o impracticables. La simulación es útil para enseñar a los administradores y a los trabajadores como opera el sistema real, les demuestra los efectos de los cambios en las variables del sistema, como controlar en tiempo real y como desarrollar ideas nuevas para controlar un negocio.¹³

3.5.1 Razones para simular. Existen muchas razones válidas para elaborar un modelo de simulación, entre las cuales están:

- La simulación estimula la adopción de soluciones creativas a los problemas: la simulación permite probar infinidad de soluciones o posibilidades sin riesgo a un mínimo costo.
- La simulación permite predecir los resultados: la predicción racional requiere el aprendizaje sistemático y comparaciones de resultados a corto y largo plazo, de los posibles cursos de acción.
- La simulación promueve soluciones totales: Dividir un problema y atacarlo por separado conduce a la suboptimización. Existe una mayor probabilidad de encontrar soluciones totales cuando un sistema se analiza en conjunto; este es precisamente el tipo de análisis que promueve la simulación.¹⁴

¹³ CHASE. AQUILANO JACOBS. Administración de producción y operaciones. Bogotá: Mc Graw Hill, 2007. P.215.

¹⁴ HARREL, Bateman and Gogg, Mott, System Improvement Using Simulation, 2 ed. Estados unidos. JMI consulting group, 1992, p.2.

3.6 MARCO DE ANTECEDENTES

PEÑA, Juliana Andrea¹⁵, desarrollo el proyecto “Mejoramiento del proceso productivo de Metálicas García”, en el cual se llevó como primera instancia el análisis actual del proceso productivo, con el fin de identificar ineficiencias y despilfarros, mediante la observación, caracterización y análisis de los procesos. Se utilizaron una serie de herramientas tales como estudio de tiempos, diagrama de flujo de proceso, análisis de capacidad, indicadores de gestión y diagrama de recorrido.

A partir de los resultados obtenidos del diagnóstico se elaboran propuestas de mejora para su posterior implementación según la viabilidad y se establecen indicadores de gestión, los planes de mejoramiento se acompañan con capacitaciones y sensibilización para promover la implementación de los mismos. La importancia del proyecto radica en la similitud de procesos como el tratamiento de láminas y procesos de pintura en los cuales se apoya para la caracterización y tratamiento de las mejoras.

GUZMAN, Pablo Javier¹⁶, en su monografía de grado “Propuesta para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento en talleres de servicio para motocicletas”, plantea que para el análisis profundo del rendimiento del operario y del funcionamiento del taller, es necesario saber las horas que se emplea en cada reparación y las horas que se le facturaron al cliente por dicha reparación para contrastarlas y analizar los puntos a mejorar, el uso de formatos de registro de actividades de planeación y ejecución son fundamentales para lograr este propósito. Es importante resaltar que en la monografía se describe

¹⁵ PEÑA, Juliana Andrea. Tesis “Mejoramiento del proceso productivo de Metálicas García”. Universidad Industrial de Santander. Escuela de estudios industriales y empresariales.

¹⁶ GUZMAN, Pablo Javier. Monografía de grado “ Propuesta para la implementación de un sistema de gestión de mantenimiento en talleres de servicio para motocicletas”. Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica

como la selección de los indicadores debe centrarse en unos pocos vitales, que permitan tomar decisiones y realizar acciones estratégicas, este aporte es fundamental para la siguiente etapa del proyecto donde se deberá tener un control de las mejoras a implantar.

GUALDRON, Carlos y LUNA, Edinson¹⁷, en su proyecto de grado " Manual multimedia de reparación de carrocerías autoportantes" recopilan las técnicas de reparación y de sustitución de los componentes fundamentales del automóvil, este manual multimedia permite solucionar dudas y conocer técnicas de reparación de carrocerías para los sectores parciales, reparadores y aseguradoras que deben decidir y actuar sobre este componente del automóvil.

Este proyecto de grado tiene un aporte fundamental debido a que proporciona una fuente de información acerca de cómo realizar de manera técnica los procesos del área operativa del taller, este manual describe claramente paso a paso como proceder en operaciones de corte críticas.

¹⁷ GUALDRON, Carlos y LUNA, Edinson. Tesis " Manual multimedia de reparación de carrocerías autoportantes". Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Mecánica.

4. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

El diagnóstico de CENTRAL MOTOR AMÉRICA S.A.S está organizado de acuerdo a las 5p de producción: Proceso, planificación y control, planta, personas y partes.

Se comenzó el diagnóstico realizando entrevistas a trabajadores y una inspección visual de cada uno de los procesos por los que debe pasar el vehículo, así como de los procesos administrativos que lleva la empresa para el manejo del taller, se recopilaron datos del estado actual de las actividades de la empresa, partiendo de este análisis se muestra lo encontrado en cada proceso, tanto operacional como administrativo.

Tabla 1. Instrumentos de diagnóstico.

Proceso	Descripción del proceso. Situación actual del proceso. Diagrama de flujo del proceso.
Planificación y control	Planeación y gestión de producción. Indicadores de Gestión.
Planta	Distribución de planta. Diagrama de Recorrido.
Personas	Eficiencia promedio trabajador. Capacidad demostrada.
Partes	Comportamiento de la demanda. Porcentaje de cumplimiento de la demanda.

4.1 PROCESO

En este numeral se presenta la descripción del sistema productivo del taller de colisión de Central Motor América S.A.S, en este análisis de cada etapa del proceso, se identifican los principales problemas y se priorizan con el objetivo de realizar la acción de mejora correspondiente.

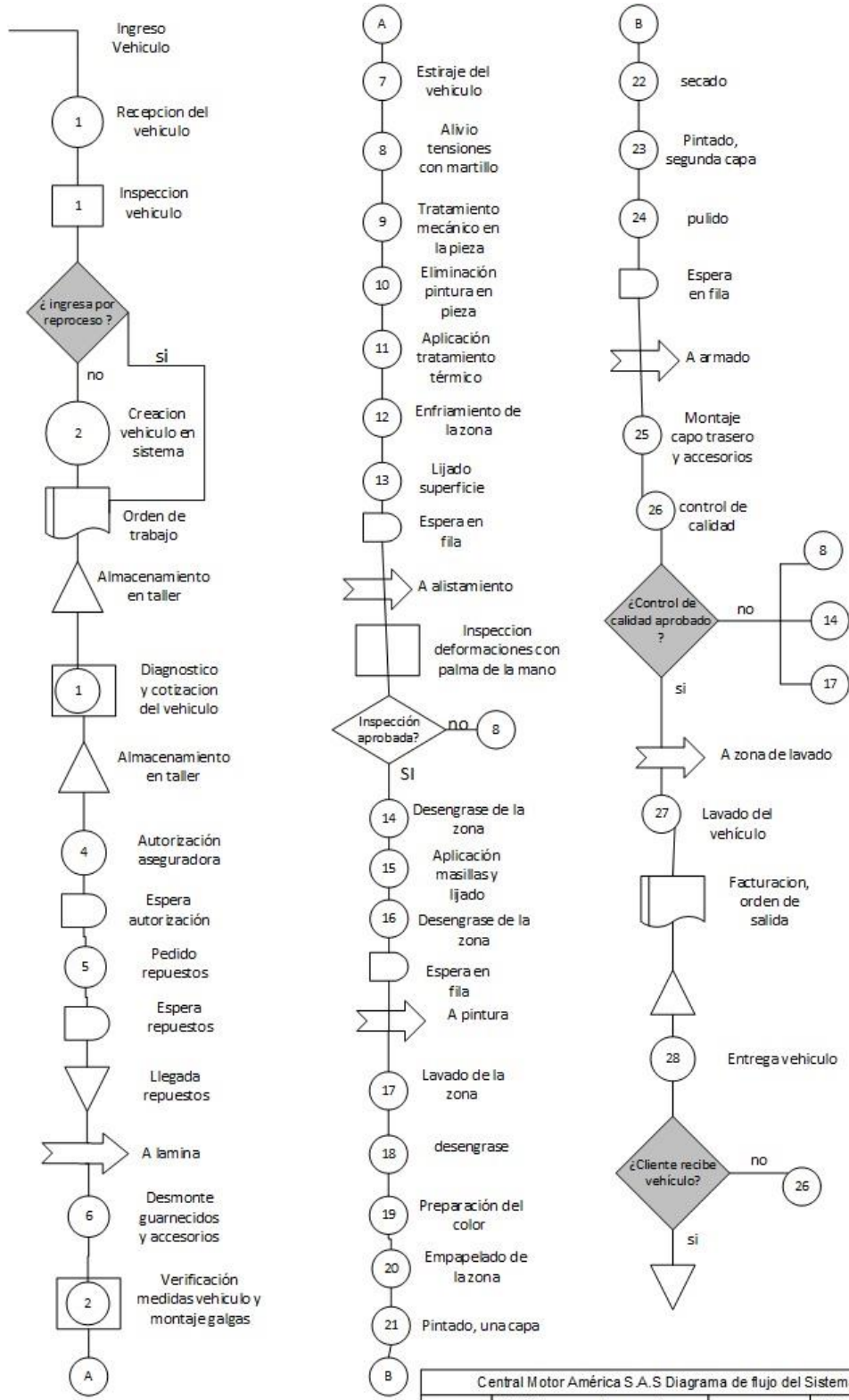
4.1.1 Descripción del proceso productivo. El diagnóstico empresarial constituye una herramienta de gran utilidad a los fines de conocer la situación actual de una organización y los problemas que impiden su crecimiento, sobrevivencia o desarrollo.

Gracias a este tipo de diagnóstico se pueden detectar las causas principales de los problemas "raíces", de manera de poder enfocar los esfuerzos futuros en buscar las medidas más efectivas y evitar el desperdicio de energías.¹⁸

En la figura 2, se presenta el diagrama de flujo del proceso productivo del taller de colisiones de CENTRAL MOTOR AMÉRICA S.A.S para un vehículo con golpe en el capo trasero.

¹⁸ ROMAGNOLI, Sergio. Herramientas de gestión: Diagnóstico empresarial. EN: Instituto nacional de tecnología [en línea]. N°52 DE 2007. Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210502.pdf> [citado el 13 de julio de 2016]

Figura 2. Diagrama de flujo del sistema productivo.



Central Motor América S.A.S Diagrama de flujo del Sistema Productivo			
N° 1	Vehículo con golpe capo trasero	22-07-16	Julian Ricardo Cristancho

Recepción del vehículo: El proceso empieza con la revisión visual del vehículo por parte del empleado, el cual tiene asignado un formato para registrar el estado de los sistemas del vehículo y de latonería y pintura, además de un inventario de elementos que deje el cliente dentro del carro, este proceso se realiza frente al cliente y se certifica con un video del vehículo y la firma del cliente. Se presentan dificultades al momento de dar respuesta a quejas y reclamos por parte del cliente debido a la no existencia de una herramienta de comunicación entre el taller y el dueño del vehículo.

Cotización del vehículo: El vehículo pasa al técnico que está encargado ese día de realizar la cotización de daños y repuestos del carro (Anexo B), el técnico que realiza esta operación es el mismo que repara el vehículo, no existe una planificación de cargas de trabajo.

Registro y Autorización de la aseguradora o cliente: Se hace el registro de la orden de trabajo del vehículo en la página de la aseguradora y se espera a que esta autorice la reparación del vehículo, los tiempos de respuesta varían, oscilando entre 3 y 8 días hábiles, tiempo en el que el vehículo permanece en el taller disminuyendo áreas de movimiento.

Pedido de repuestos: Una vez la aseguradora o cliente autorice la reparación del vehículo, se hace el pedido de los repuestos informados en la cotización. No existe una política de inventario, la bodega de repuestos es pequeña para el flujo de material que tiene el taller y el tiempo de espera entre ordenes varia para cada marca y modelo de vehículo, además por situaciones ajenas a la empresa como problemas de movilidad en el país e inconvenientes de tipo legal con el importador de una de las marcas, los tiempos para la llegada de un repuesto oscilan entre los cuatro días y los cuatro meses, ocasionando molestias en el cliente y disminuyendo el área productiva del taller por la permanencia del vehículo sin operación.

Latonería: El técnico recibe el vehículo que se le asignó con orden de trabajo ya autorizada y procede a realizar desmonte de carrocería, reparaciones, sustituciones o trabajo en bancada (estiramiento) dependiendo del tipo de golpe que tenga el vehículo y el procedimiento que deba seguir para preparar la zona con imperfección. En este punto del proceso el técnico debe llenar y firmar un formato de verificación entre procesos, especificando el trabajo que realizó en el vehículo (Anexo A). No se realiza ningún control de calidad sobre el trabajo realizado en el carro.

Alistamiento: El técnico recibe el vehículo que proviene de latonería, hace una revisión del área afectada y procede a él desengrase, lijado, pulido y aplicación de masilla para luego volver a desengrasar el área, estas operaciones son importantes previo a la aplicación de la pintura ya que corrige la superficie y evita imperfecciones en la aplicación de pintura. En este punto del proceso el técnico debe llenar y firmar un formato de verificación entre procesos, especificando el trabajo que realizó en el vehículo, una vez terminada la operación el técnico no recibe ningún control de calidad sobre el trabajo en el vehículo.

Preparación de colores en el laboratorio: Los encargados del proceso son el almacenista y el colorista, el primero es el encargado de preparar la información (color, vehículo, cantidad sugerida) de todos los colores solicitados por los técnicos para preparar y se la entrega al colorista quien con esta información realiza la mezcla, luego de obtenerla se realiza una verificación del color por parte de los operarios, se registra y se le asigna al vehículo.

Pintura: El pintor recibe el vehículo y la mezcla de pintura a continuación realiza la aplicación que el vehículo requiere y espera el tiempo de secado. Este procedimiento se realiza en la cabina de pintura. En este punto del proceso el técnico debe llenar y firmar un formato de verificación entre procesos, especificando el trabajo que realizó en el vehículo.

Control de calidad: Lo realiza la persona encargada de realizar este control antes de la entrega al cliente, se guía de un formato de evaluación de vehículo general, otorgando así la constancia de que el vehículo se encuentra en óptimas condiciones. En esta etapa del proceso se producen retrocesos y reprocesos, esto debido a que el control de calidad se realiza una vez el vehículo ha terminado por lo que solo en este momento se encuentran los defectos en la reparación.

Entrega de vehículo: Una vez el vehículo termina el control de calidad, se pasa al área de lavado, se genera la orden de salida y se entrega al cliente.

4.2 PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE PRODUCCIÓN

La empresa realiza producción sobre pedido y una distribución funcional o por proceso, de manera que el vehículo es el que se mueve a lo largo del taller, no existen órdenes de movimiento y puede haber pérdidas de trabajo por los tiempos de movimiento de una sección a otra. Se acumulan vehículos en proceso debido a anticipaciones en la entrega lo que disminuye áreas de trabajo, el control de calidad debe hacerse visualmente, no hay seguimiento a la carga de trabajo del taller con el fin de establecer las fechas de entrega previstas al cliente.

La programación de producción se realiza de acuerdo al proceso productivo, para latonería se realiza una programación mensual que consiste en un técnico diferente cada semana para cotizar los vehículos, al técnico se le asignan los vehículos que cotiza. Alistamiento no tiene una programación de trabajo definida y se asignan vehículos de acuerdo a la cantidad de trabajo del operario. Para pintura los dos operarios reciben los vehículos de acuerdo a su función, uno está designado para vehículos internos y clientes externos y otro para aseguradoras. En este proceso de planificación no existen fechas exactas de inicio ni finalización de cada área del taller.

4.2.1 Indicadores de gestión. La planificación del taller no permitió comparar la programación y la ejecución, para establecer un índice de cumplimiento debido a que no existían fechas establecidas de inicio y finalización de los procesos.

El taller no contaba con los tiempos reales de operación por área de trabajo, por esto no se podía determinar la capacidad real del taller ni monitorear la permanencia total del vehículo en el área operativa y confrontarlo con los tiempos de reparación para establecer un indicador.

La empresa únicamente tenía establecidos indicadores financieros para el taller, pero ningún indicador de tipo operativo que permitiera tener un control sobre las operaciones realizadas.

4.3 DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Para el análisis de la distribución de planta se elaboró el diagrama de recorrido, el cual se observa la localización de los puestos de trabajo, las máquinas y los sitios asignados para la espera de vehículos, con el objetivo de mostrar el flujo de trabajo dentro del taller

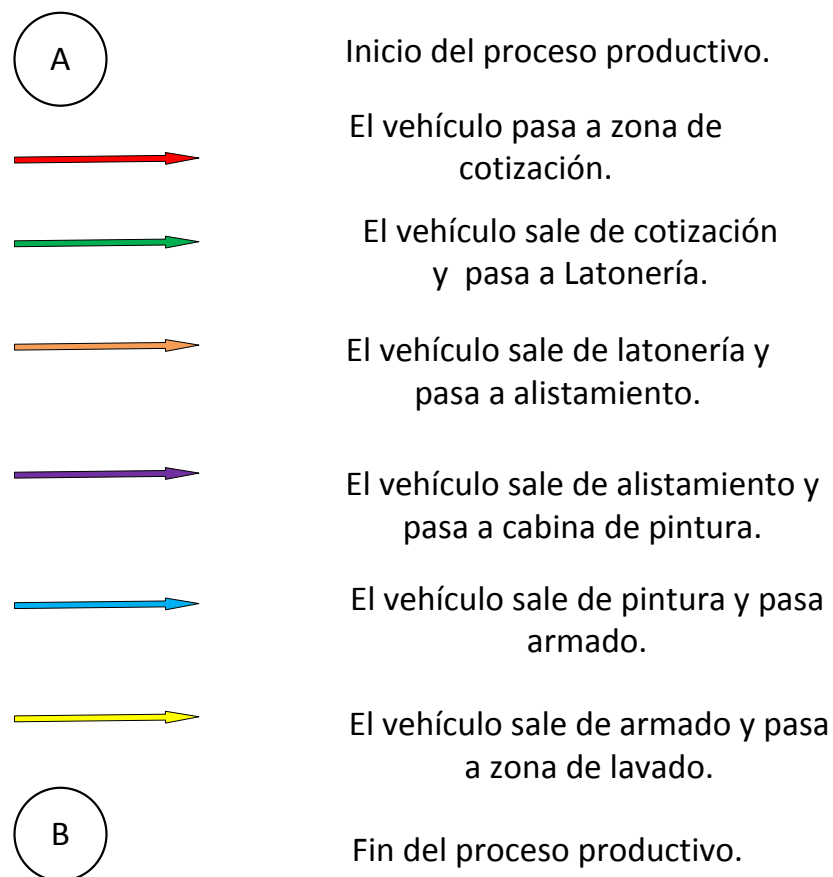
4.3.1 Diagrama de recorrido. Este diagrama se realiza sobre un plano o escala de producción, se trazan líneas que indican la ruta o movilización del producto en proceso, desde que inicia su recorrido hasta que sale como producto terminado.

Con un buen análisis del recorrido de los productos se podrán evidenciar fallas o problemas de desplazamiento con los que generalmente se convive, una vez evidenciadas las fallas se obtienen ventajas como las siguientes: disminución de distancias recorridas, disminución del espacio ocupado y eliminación de zonas de alta congestión. La distribución física del taller afecta notablemente la eficiencia

del sistema productivo, por tal razón, lo ideal sería diseñar una distribución de planta que se ajuste al flujo normal del sistema productivo y no ajustar el flujo a una distribución caprichosa de la planta de producción.¹⁹

En la figura 3, se muestra la información sobre el movimiento que realiza un vehículo sobre el taller en su proceso de reparación.

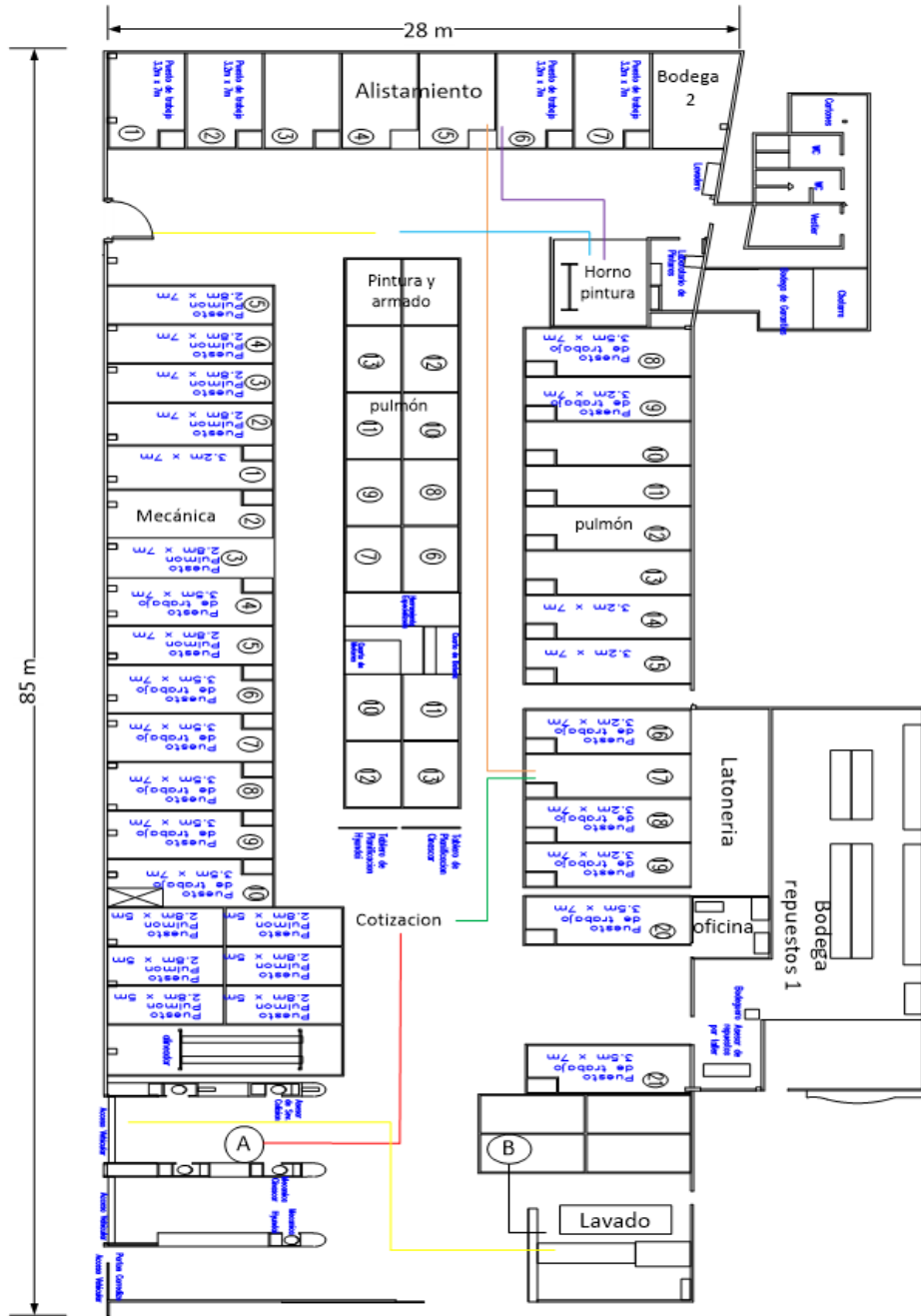
Figura 3. Información diagrama de recorrido



En la figura 4, se presenta el diagrama de recorrido que debe realizar un vehículo en el taller para realizar una reparación de colisión:

¹⁹ ORTIZ P, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Ediciones. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga. 1999. Pág. 23.

Figura 4. Diagrama de recorrido.



	Mejoramiento Proceso de colisiones de CENTRAL MOTOR AMERICA S.A.S		
	Plano taller de colisiones y mecanica		
Julian Ricardo Crisnacho Blanco	TAMAÑO	FECHA: 1/5/16	NE DIBUJO
	ESCALA	1:1000	1
		HOJA	1 DE 1

El taller de colisiones cuenta con una superficie construida de 3200 mt² en forma de rectángulo. El área de producción se encuentra distribuida y organizada por procesos, el movimiento del vehículo en el taller tiene una secuencia lógica, sin embargo las zonas de espera de vehículos es demasiado pequeña para la cantidad de carros en el taller, por cual se genera congestión en los pasillos de movimiento de vehículos entre procesos.

El espacio no operativo del taller destinado a latonería y pintura es de 700 mt² y el operativo es de 500 mt², se cuenta con 4 bodegas de repuestos, la primera para almacenamiento de repuestos, otra destinada únicamente para garantías, la tercera de piezas de vehículos en proceso y la última de desechos.

Para conocer la distribución del taller se utilizó el diagrama de recorrido, el cual, indica sobre el plano como se mueve el vehículo alrededor del taller, comenzando el proceso en el área recepción y terminando en el mismo lugar.

Con esta distribución del taller se observó, que existe pérdida de tiempo en el movimiento de los vehículos alrededor del taller y entre los procesos, el primer cuello de botella se observa con los vehículos a espera de cotización o autorización por aseguradora, estos procesos previos al área de lámina son los que mayor congestión generan ya que no cuentan con espacio suficiente para la espera y se acomodan de acuerdo al espacio disponible, en la mayoría de los casos el pasillo de movimiento entre lámina y alistamiento.

El taller cuenta con equipos en el área de lámina que no se utilizan, esto debido a que los equipos no se encuentran operativos por falta de mantenimiento, sin embargo ocupan espacio necesario en el taller y generan desorden en los puestos de trabajo.

Las bodegas de repuestos con las que cuenta el taller no tienen el espacio suficiente para el número de repuestos, se almacenan repuestos junto al área de lámina donde se encuentra una de las bancadas no operativas (Figura 5), este procedimiento es riesgoso tanto para operarios como para la empresa, ya que los repuestos no se encuentran protegidos y esta es un área de gran movimiento, lo que puede generar accidentes o pérdidas de algún elemento. La bodega de garantías con un área de 13 mt² esta subutilizada 47% de la capacidad, posee más espacio del que necesita y la bodega de desechos genera desorden debido a la forma de almacenamiento, se apilan unos sobre otros y la evacuación de estos debe atravesar el pasillo entre alistamiento y pintura. (Figura 6).

Figura 5. Bancada sin utilizar y repuestos.



Figura 6. Bodega Desechos



4.4 PERSONAS

En este numeral, se realiza un análisis sobre la demanda del servicio de colisión presentada durante los años 2014 a 2016, teniendo en cuenta el número de trabajadores de cada periodo y la cantidad de vehículos que se lograron procesar en este periodo de tiempo.

Las observaciones realizadas en el diagnóstico, sobre los trabajadores de la empresa, el número de trabajadores por sección respecto a la demanda mensual obtenida de la base de datos, permitió evaluar la eficiencia real del sistema para atender vehículos en un mes. A continuación se muestra el análisis estadístico para los datos mencionados durante los años 2014, 2015 y 2016:

4.4.1 Eficiencia promedio del trabajador.

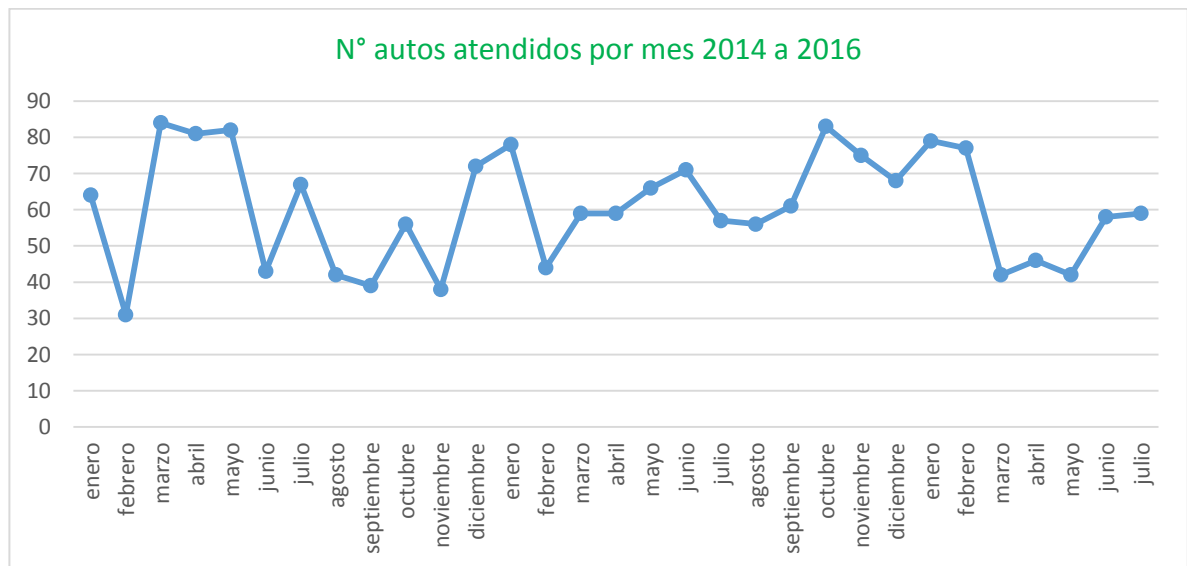
- Número de autos atendidos por mes en total.

Tabla 2. Número de autos atendidos por mes en total.

2014											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
64	31	84	81	82	43	67	42	39	56	38	72
2015											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
78	44	59	59	66	71	57	56	61	83	75	68
2016											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
79	77	42	46	42	58	59	47				

Fuente: Central Motor Ltda.

Figura 7. Número de autos atendidos de 2014 a 2016.



Fuente: Central Motor Ltda.

Se analiza el número de autos atendidos por el taller para los años 2014 a 2016 (tabla 2), con el objetivo de determinar la capacidad demostrada. Se observa que en los 3 años de análisis hay una disminución de los vehículos atendidos entre

enero y febrero, con una variación negativa en 2014 del 51,56%, en 2015 del 43,58% y en 2016 del 2,53%. Se debe resaltar que para los años 2014 y 2015 se presentó en febrero una variación negativa del comercio y la venta de vehículos en Bucaramanga del 3,9% y 1,8% respectivamente²⁰.

Los meses de marzo a mayo de 2014 y 2015 presentan un aumento en los vehículos atendidos, para febrero de 2014 se atendieron 84 vehículos, siendo este mes el de mayor Número para los 3 años. Los años 2014 y 2015 presentan un comportamiento variable entre los meses de junio y septiembre, se presenta dispersión en estos datos y no vuelve a aumentar significativamente el número de vehículos atendidos sino hasta el último trimestre del año. El año 2016 presenta una disminución significativa a partir de febrero, se debe tener en cuenta que la disminución de la capacidad del taller es directamente proporcional al tiempo, esto se debe a que se van acumulando vehículos en trabajo que entraron en meses anteriores y no han salido del taller, estos retrasos están asociados a demora en autorizaciones de la aseguradora o pedido de repuestos generalmente.

Tabla 3. Número de trabajadores en operación para cada año.

	2014	2015	2016
Latonero	5	4	3
Alistador	4	4	2
Pintor	2	2	2
pulido 6 meses	0	1	0
pintor 6 meses	0	1	0

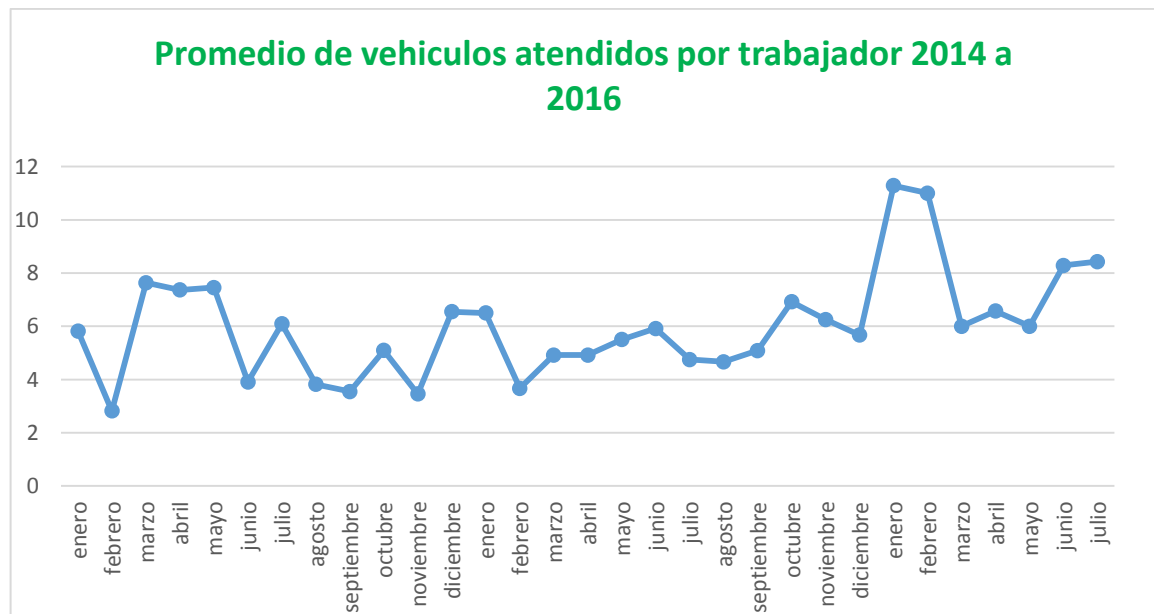
²⁰Las ventas del comercio aumentaron 4,3% en febrero. EN: Revista Portafolio: [14, abr, 2015], disponible en: <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/ventas-comercio-aumentaron-febrero-33666>.

Tabla 4. Promedio de vehículos atendidos por trabajadores en el mes.

2014											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
6	3	8	7	7	4	6	4	4	5	3	7
2015											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
7	4	5	5	6	6	5	5	5	7	6	6
2016											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
11	6	7	6	8	8						

Fuente: Central Motor Ltda.

Figura 8. Promedio de vehículos atendidos por trabajador 2014 a 2016



El promedio de vehículos atendidos por trabajador (tabla 4) y en general del taller durante un mes, permite observar que la productividad desciende a medida que pasa el tiempo, este tipo de tendencia está sujeta a variables que no son de control del trabajador, ya que se debe principalmente a vehículos acumulados de meses anteriores por demoras en partes del proceso previas a latonería, estos vehículos demandan horas de trabajo del siguiente mes que el trabajador debe

atender ya que se sigue como principio que los vehículos que primero entran son los que en teoría primero deberían salir.

El número de trabajadores por año (tabla 3) muestra que el cambio en la carga de trabajo por área de producción no tuvo un efecto directo sobre la cantidad de unidades atendidas. En los años 2014 y 2015, se tuvo una mayor cantidad de operarios, sin embargo, se atendieron en promedio 6 vehículos en los primeros seis meses de cada año, dos menos que en el 2016.

Tabla 5. Análisis estadístico 2014 a 2016

<i>Análisis estadístico 2014 a 2016</i>	
Media	5,99570591
Error típico	0,35538674
Mediana	5,91666667
Moda	4,91666667
Desviación estándar	1,97870961
Varianza de la muestra	3,91529171
Curtosis	1,3218277
Coeficiente de asimetría	0,95403728
Rango	8,46753247
Mínimo	2,81818182
Máximo	11,2857143
Suma	185,866883
Cuenta	31

La capacidad demostrada del taller tiene un valor máximo de 84 vehículos atendidos en el mes de marzo de 2014, en este año se contaba con un latonero más que en 2015 y dos más que en 2016 y en promedio cada trabajador atendió 8 carros en este mes, siendo el valor más alto para 2014 y 2015. El año 2016 muestra en enero y febrero el mayor número de vehículos atendidos por trabajador en los 3 años de estudio, la desviación estándar y la curtosis del

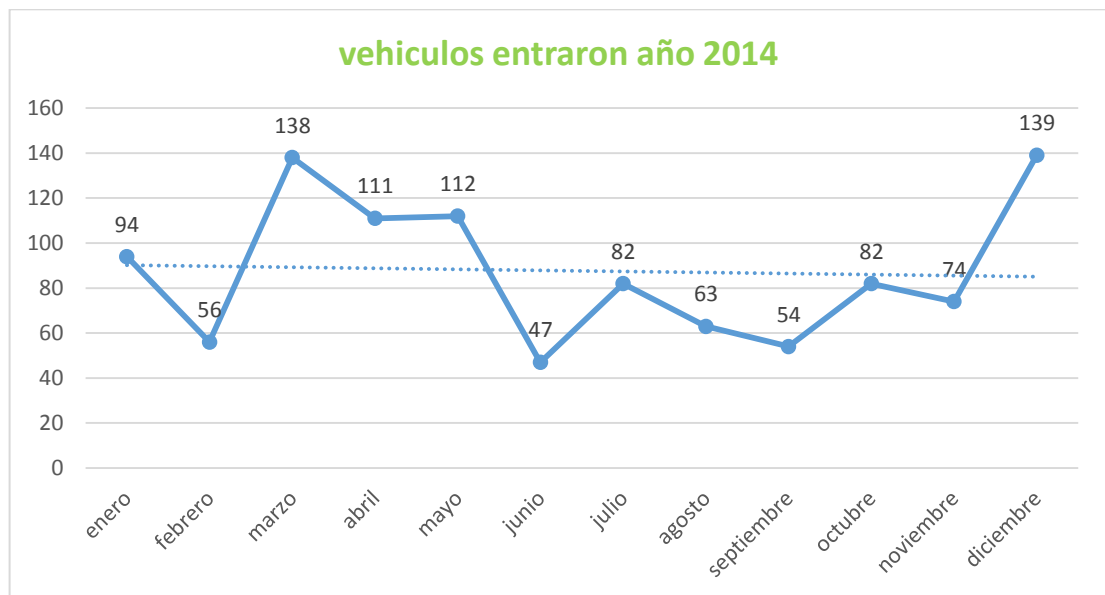
promedio de vehículos atendidos en los 31 meses (tabla 5), muestran una concentración cerca de la media de la distribución con poca dispersión entre los datos de los tres años.

4.5 PARTES

El diagnóstico de las partes del proceso, analizó las variables externas que afectan el proceso de colisión, dentro de estas se encuentra la demanda para los años 2014, 2015 y 2016, el número de vehículos que ingresan al taller durante un mes y cuál es la respuesta del taller frente a esta carga de trabajo, su nivel de desempeño. Este nivel de desempeño y demanda se relacionaron con el nivel de daño que tiene cada vehículo que ingresa (leve, medio, fuerte), con el fin de determinar cuál es la población de mayor tamaño.

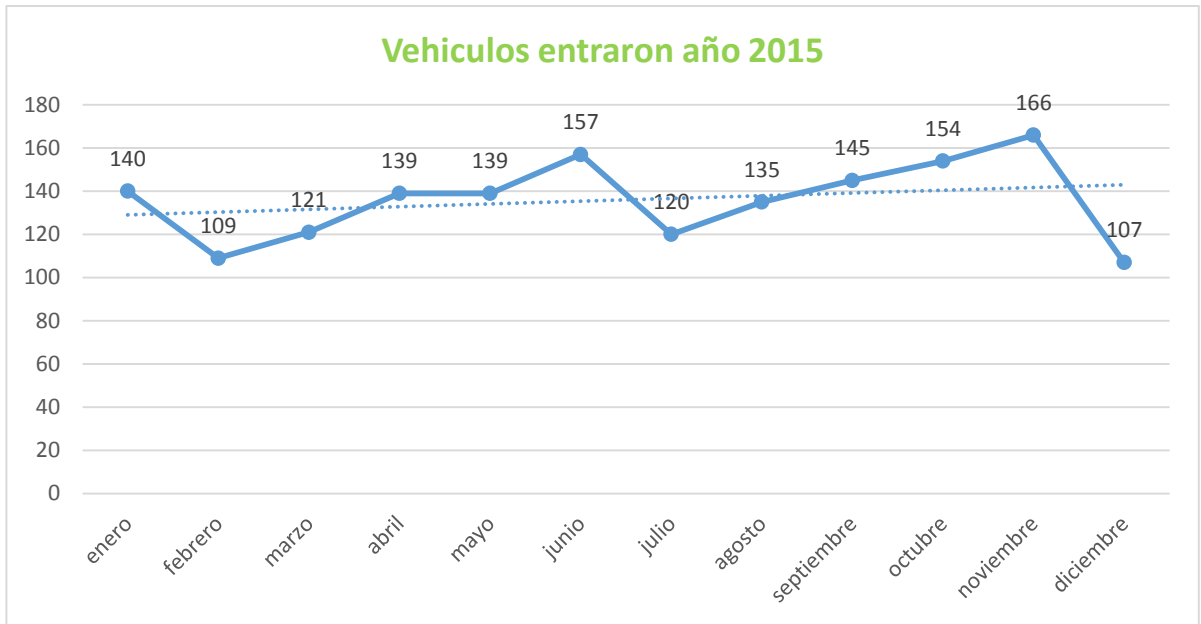
4.5.1 Comportamiento de la demanda.

Figura 9. Vehículos entraron año 2014



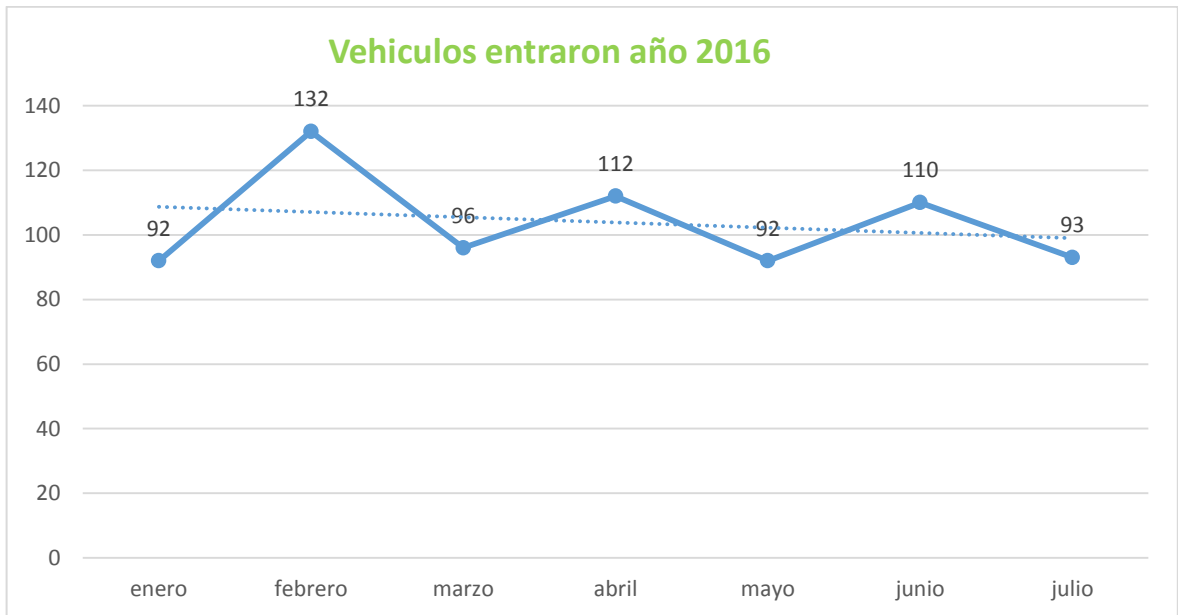
Fuente: Central Motor Ltda.

Figura 10. Vehículos entraron año 2015



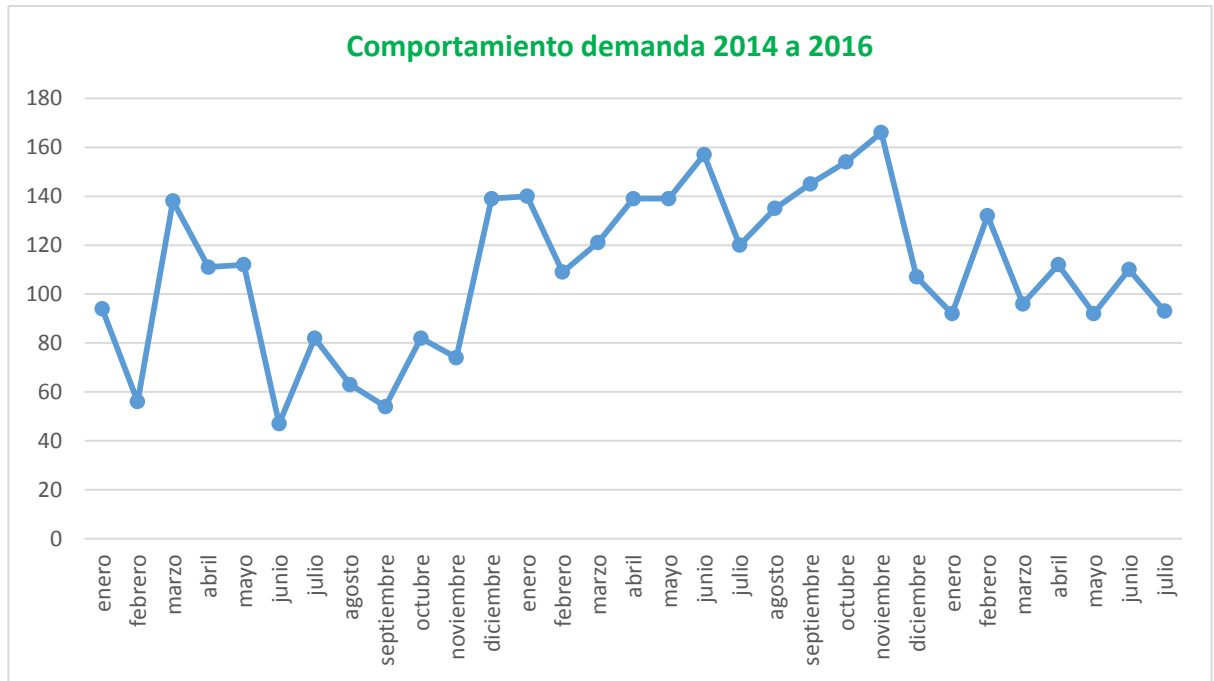
Fuente: Central Motor Ltda.

Figura 11. Vehículos entraron año 2016



Fuente: Central Motor Ltda.

Figura 12. Comportamiento de la Demanda 2014 a 2016



Fuente: Central Motor Ltda.

Tabla 6. Resumen estadístico años 2014 a 2016

<i>Resumen estadístico años 2014 a 2016</i>	
Media	110,032258
Error típico	5,73097298
Mediana	111
Moda	139
Desviación estándar	31,9087071
Varianza de la muestra	1018,16559
Curtosis	-0,71413909
Coficiente de asimetría	-0,26944628
Rango	119
Mínimo	47
Máximo	166
Suma	3411
Cuenta	31

En el análisis de la demanda de los años 2014 a 2016 se observa una alta variabilidad, aunque los valores medios de los datos entre los tres años no están muy alejados, la desviación estándar y la curtosis muestran que la dispersión de los datos dentro del mismo periodo de tiempo (año) es muy alta (tabla 6). La media para los datos de los últimos tres años, es superior a la capacidad máxima demostrada por el taller, este valor sumado a los retrasos del sistema a lo largo del tiempo genera una disminución del flujo del proceso dentro de este.

En los datos de los últimos 3 años, el patrón de la demanda muestra que no es estacional y tiende a ser aleatoria, el primer trimestre para los años 2014 y 2015 presentan el mismo comportamiento, con una disminución en febrero y un aumento de la demanda en marzo.

Los datos para el año 2014 y lo corrido del año 2016 muestran lo irregular de la demanda, la correlación es baja, estos años presentan comportamientos totalmente opuestos, ambos siguen el mismo patrón de incremento en un mes y decremento en el siguiente pero comienzan con pendientes diferentes, negativa para 2014 y positiva para 2016.

El año 2015 presenta en la demanda de vehículos que ingresan una tendencia positiva a lo largo del año, con decremento solo en tres de los doce meses del año, este año muestra el valor máximo de los tres, con 166 vehículos que ingresaron al taller en noviembre, la media para este año es de 136 vehículos por mes, superior a la media de los 3 años.

4.5.2 Nivel de desempeño mensual. Para determinar el nivel de desempeño mensual del taller, durante los años 2014, 2015 y 2016, se utilizó la relación entre el número de vehículos que ingresan y la cantidad que es atendida en el mismo periodo de tiempo, este índice (tabla 7) muestra como varia el comportamiento del taller a medida que transcurre el tiempo, teniendo en cuenta el cambio en el

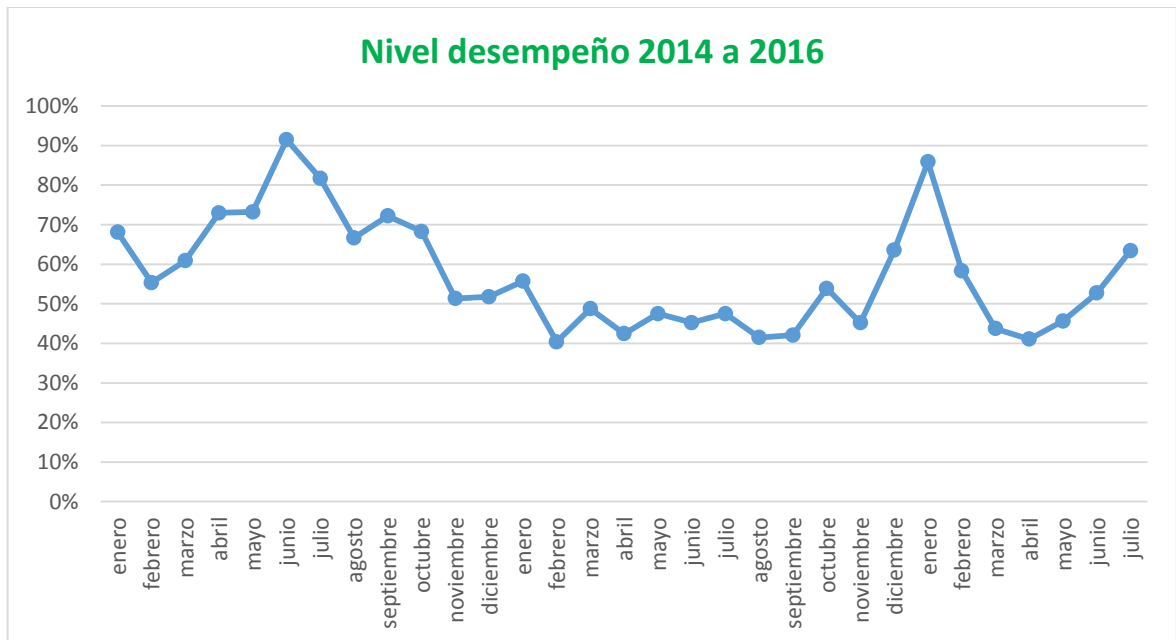
número de trabajadores para cada periodo y sección además de la acumulación de trabajo entre un mes y el siguiente.

En la figura 13 y tabla 8, se muestra la representación gráfica de los datos obtenidos y su análisis estadístico respectivamente.

Tabla 7. Nivel de desempeño mensual

2014											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
68%	55%	61%	73%	73%	91%	82%	67%	72%	68%	51%	52%
2015											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
56%	40%	49%	42%	47%	45%	48%	41%	42%	54%	45%	64%
2016											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
86%	58%	44%	41%	46%	53%	63%					

Figura 13. Nivel desempeño 2014 a 2016



Los tres años de tratamiento presentan un nivel de desempeño por encima del 50% de cumplimiento en la entrega de vehículos que ingresan y salen en el mismo mes (tabla 7).

El taller durante los 31 meses de estudio no cumplió en ninguno de estos el 100% de las entregas, siendo junio de 2014 el máximo porcentaje, con un 91%, pero con un nivel de productividad bajo, ya que el número de vehículos que ingresaron en este mes fue de 47 vehículos y la capacidad demostrada del taller es de 84.

Tabla 8. Análisis desempeño 2014 a 2016

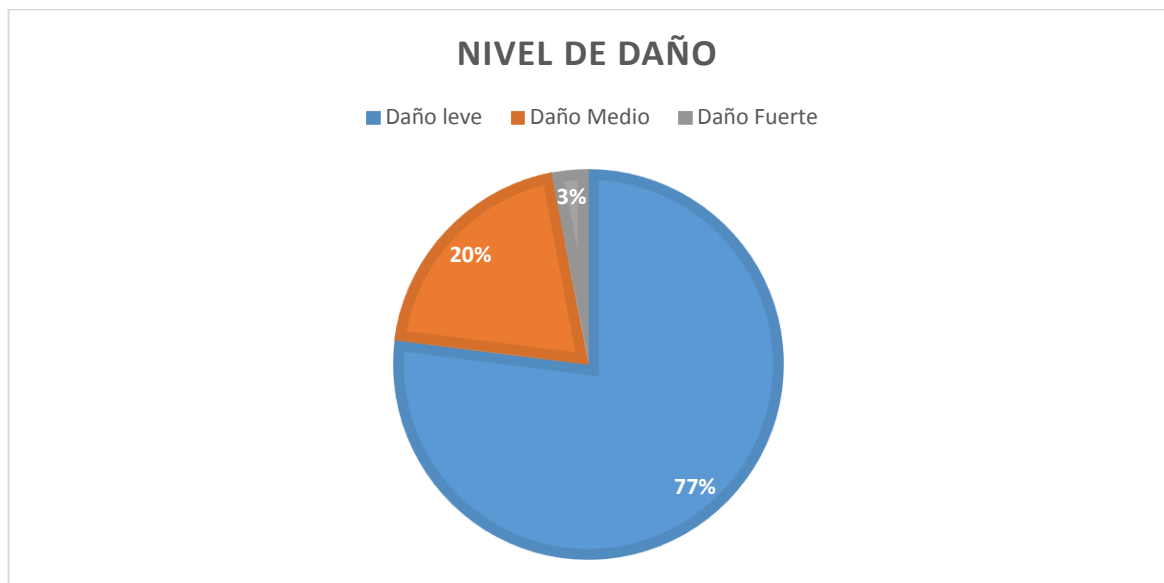
<i>Análisis desempeño 2014 a 2016</i>	
Media	0,573723588
Error típico	0,025299296
Mediana	0,538961039
Moda	#N/A
Desviación estándar	0,140860519
Varianza de la muestra	0,019841686
Curtosis	-0,200463118
Coefficiente de asimetría	0,779215137
Rango	0,511223892
Mínimo	0,403669725
Máximo	0,914893617
Suma	17,78543122
Cuenta	31

4.5.3 Porcentaje de vehículos según nivel de daño. Se tomó el número de vehículos que ingresaron al taller en los meses de mayo a julio de 2016 (295 en total), y se clasificaron de acuerdo al nivel de daño que presentaron, esta clasificación del nivel de daño se realizó teniendo en cuenta el SIPO (Sistema integrador de peritaje on-line) de CESVI* Colombia, el cual muestra las operaciones a realizar en el vehículo, repuestos y nivel de daño en cada sección a

* Centro de Experimentación y Seguridad Vial.

reparar. De los 295 vehículos que ingresaron al taller en estos tres meses 227 fueron por daño leve, 59 por daño medio y 9 por daño fuerte, ejemplo de SIPO* Anexo C.

Figura 14. Nivel de daño.



- Daño Leve: De acuerdo a las pruebas realizadas por CESVI-Colombia, se considera un daño leve cuando es menor al 8% de la superficie total de la pieza a reparar.
- Daño Medio: El daño medio se caracteriza principalmente por la suma total de los daños que están localizados dentro de una sola pieza, es decir, que debe ser superior al 8% y no debe pasar el 25% de la superficie total de la pieza. Este nivel aplica tanto a piezas exteriores como interiores que presentan las características mencionadas en cuanto a la superficie deformada.
- Daño Fuerte: Se establece como un daño fuerte a la suma total de los daños que están localizados en una sola pieza, y que deberán ser superiores al 25% de la superficie total de la pieza, este nivel también aplica a piezas interiores.²¹

* Sistema integrador de peritaje on-line.

Tabla 9. Cuadro resumen del diagnóstico del proceso de colisión.

DIAGNÓSTICO	VARIABLES CLAVES	SOLUCIONES A EJECUTAR
<ul style="list-style-type: none"> Planificación de producción 	<ul style="list-style-type: none"> Mano de obra - Aumentar productividad Cargas de trabajo por operario. 	<ul style="list-style-type: none"> Redistribución de cargas de trabajo. Análisis de la demanda.
<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de indicadores de gestión 	<ul style="list-style-type: none"> Proceso productivo – controlar y mejorar. Control de inventarios. 	<ul style="list-style-type: none"> Indicadores de gestión que permitan controlar y gestionar las mejoras implementadas
<ul style="list-style-type: none"> Ausencia de tiempos del proceso 	<ul style="list-style-type: none"> Tiempos de operación Cronograma de actividades 	<ul style="list-style-type: none"> Muestreo de trabajo por proceso Tiempos de ciclo y capacidad del proceso.
<ul style="list-style-type: none"> Control de calidad 	<ul style="list-style-type: none"> Programa de calidad para los procesos. Número de reprocesos 	<ul style="list-style-type: none"> Control de calidad entre procesos. Indicador de desempeño del trabajador.

²¹ MURILLO VALDEZ, José y LOPEZ GARCIA, Ismael. Valoración de daños en Automóviles. EN: Cesvi México. Diciembre, 2010. no. 27, p. 38-40.

5. PLAN DE MEJORAMIENTO

El plan de mejoramiento presentado en este documento, es el resultado de la fase de diagnóstico y análisis realizado durante el desarrollo de la práctica empresarial.

El plan de mejoramiento, tiene como objetivo orientar las acciones necesarias para eliminar las debilidades detectadas en el taller utilizando herramientas de ingeniería industrial.

5.1 ESTUDIO DE TIEMPOS APARTIR DEL MUESTREO DE TRABAJO.

El muestreo de trabajo como técnica de la ingeniería de métodos puede aplicarse con éxito para resolver una gran variedad de problemas, se puede definir como la técnica para el análisis cuantitativo en términos de tiempo de las actividades de hombres, maquinas o cualquier condición observable de operación.²²

El taller de latonería y pintura de CENTRAL MOTOR AMÉRICA S.A.S está compuesto por varios procesos como: latonería, alisamiento, pintura, armado como se mostró en el diagrama de flujo.

Se realizó un muestreo de trabajo para la toma de datos desde que el vehículo empieza la fase de operación hasta que termina el proceso de pintura, se debe tener en cuenta que los datos se toman una vez el vehículo tiene autorización de repuestos disponibles y en los resultados está incluido una constante para alistamiento de puesto de trabajo y herramientas. Este estudio de tiempos es

²² RIGGS, James L. Sistemas de producción, planeación, análisis y control. 3. ed. México. Limusa, 2005 p. 346.

fundamental para el taller ya que actualmente no se cuenta con este registro, este permite determinar la causa de los incumplimientos en las órdenes, retrasos, reprocesos y la capacidad de producción del taller con los operarios y equipos disponibles.

- **Tiempos de operación:** Son los tiempos del conjunto de operaciones que realizan los técnicos sobre el vehículo y en su puesto de trabajo. Estos datos se obtendrán con la ayuda de los técnicos, supervisores y líder de proyecto.

La recolección de datos se realizó a través del módulo DMS (Dynamic Modular System) y del formato de verificación entre procesos (Anexo G), se aconsejó a la gerencia que instalara un equipo en el taller con este módulo con el fin que los técnicos tuvieran acceso al sistema, previo a esta instalación se realizó una capacitación en la que se instruyó a los técnicos sobre el manejo del DMS y la información que debían registrar.

La toma de datos no fue una actividad sencilla, ya que el proceso es extenso e involucra varias actividades, a esto se le debe agregar las pausas en la operación debido a falta de repuestos, imprevistos, disponibilidad de espacio etc. Esto hace que el seguimiento a los técnicos al momento de ingresar los datos sea controlado con el fin de evitar equivocaciones que generen ruidos en los datos a analizar. En la tabla 10, se muestra la ficha técnica del muestreo de trabajo realizado para las operaciones de reparación de carrocerías.

Tabla 10. Ficha técnica del muestreo de trabajo.

Población	Vehículos que ingresaron al taller de colisión los nueve primeros meses de 2016
Ámbito geográfico muestral	Bucaramanga, Santander
Procedimiento de muestreo	Discrecional, 1091 vehículos en total
Nivel de confianza	95% (z= 1,96)
Error muestral	118 min (p = q = 0,5)

Fecha de realización	Octubre – Noviembre de 2016
Fuentes de Información	Secundaria: Base de datos de Central Motor Ltda y SIPO (sistema de peritaje on-line)

Fuente: Autor del proyecto.

5.1.1 Tamaño de muestra. Los vehículos que entran al taller se clasifican en tres categorías dependiendo del área de la pieza afectada en el impacto, nivel de daño: Leve, medio y fuerte, tomar el tamaño de muestra para las tres categorías generaría un sesgo por la variabilidad en los datos, es por esto que se tomara una muestra diferente para cada nivel de impacto.

Se usa la ecuación de tamaño de muestra:²³

$$n = \frac{N * S^2 * z^2_{\alpha/2}}{e^2 * (N - 1) + S^2 * z^2_{\alpha/2}}$$

Dónde:

n= Tamaño de la muestra por tipo de daño

N= tamaño de la población por tipo de daño

S= Desviación estándar muestral (obtenida a partir de prueba piloto).

$Z^{\alpha/2}$ = Nivel de confianza.

e= Error maximo permisible.

5.1.2 Tamaño de la población por tipo de daño. Para determinar el tamaño de la población según el tipo de daño, se utilizó la base de datos de la empresa y el SIPO* de cada vehículo para saber la clasificación de daño que tuvo el vehículo que ingreso al taller. Se tomaron los datos para los 9 primeros meses de 2016, 1091 vehículos en total (Anexo I) y se obtuvieron los siguientes resultados:

²³ MONTGOMERY, RUNGER, "Probabilidad y Estadística Aplicada a la Ingeniería". 1 ed. México: McGraw Hill, 1996. 800 p.

* Sistema integrador de peritaje on-line.

Tabla 11. Tamaño de población

Tipo de daño	# autos atendidos
LEVE	753
MEDIO	240
FUERTE	98

5.1.3 Población éxito o esperada. Para conocer la proporción esperada se realizó una prueba con los registros de valores de 10 muestras, en el anexo J se encuentran los datos de la prueba piloto. Esta prueba se realiza con el fin de tener una referencia de la desviación estándar muestral del proceso con relación a la población. A continuación se presentan los resultados:

Tabla 12. Desviación estándar muestral Alistamiento.

Tipo de daño	Desviación Estándar
LEVE	107,70
MEDIO	170,43
FUERTE	218,34

Tabla 13. Desviación estándar muestral Pintura.

Tipo de daño	Desviación Estándar
LEVE	18,57
MEDIO	24,27
FUERTE	42,42

5.1.4 Porcentaje de error. El porcentaje de error que se presenta para la desviación estándar muestral obtenida para cada tipo de ciclo. El error de estimación que se toma es del 10% para el dato correspondiente a la desviación estándar muestral, se tomó aleatoriamente el vehículo 3 para alistamiento y pintura.

Tabla 14. Porcentaje de error Alistamiento.

Tipo de daño	Porcentaje de error (min)
LEVE	32
MEDIO	69
FUERTE	118

Tabla 15. Porcentaje de error Pintura.

Tipo de daño	Porcentaje de error (min)
LEVE	6
MEDIO	9
FUERTE	18

5.1.5 Tamaño de muestra por tipo de daño. Se definió el tamaño de muestra por tipo de daño y operación según los factores anteriormente mencionados. Se debe tener en cuenta que para el proceso, la toma de datos y la cantidad de vehículos por ciclo varia, esto significa que el tamaño de la muestra puede ser menor a 40 datos, lo cual es lo recomendado estadísticamente para evitar errores en la medición, sin embargo, por la cantidad de vehículos que ingresan por daño fuerte o medio en el taller, una muestra pequeña es representativa estadísticamente en este estudio. Se presenta el tamaño de muestra calculado para los procesos de alistamiento y pintura.

Tabla 16. Tamaño de muestra alistamiento.

Tipo de daño	Tamaño de muestra
LEVE	41
MEDIO	21
FUERTE	12

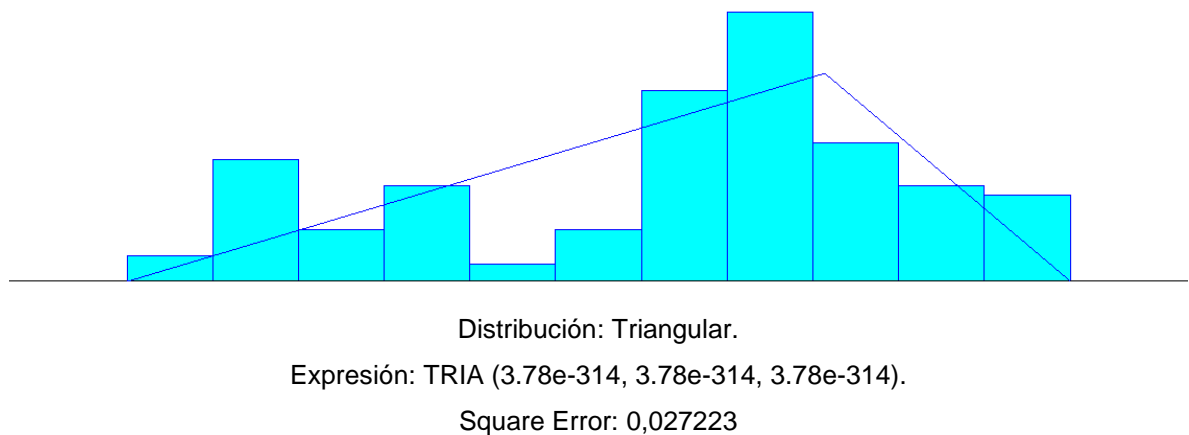
Tabla 17. Tamaño de muestra Pintura

Tipo de daño	Tamaño de muestra
LEVE	35
MEDIO	25
FUERTE	18

El tamaño de muestra para el proceso de lámina se tomó similar al proceso de pintura, esto debido al número de operaciones realizadas dentro de este proceso, siendo este el más largo y complejo de las tres operaciones, en el anexo J se observa los tiempos en lámina para la prueba realizada de desviación estándar.

5.1.6 Tiempo entre arribo de vehículos al taller. Se determinó el tiempo entre arribos de vehículos al taller, con el objetivo de encontrar una distribución que represente el comportamiento del flujo de vehículos al taller. Se utilizó el Input Analyzer* ® para los datos del mes de febrero de 2016.

Figura 15. Distribución tiempo entre arribos.



* Software para el ajuste de distribuciones aplicando bondad de ajuste.

Una vez tomados los tiempos de cada proceso (Anexo K), se procedió a categorizarlos para sus respectivos análisis. En la tabla 18 se presentan los datos para cada proceso, en esta se puede observar el nivel de daño, el tamaño de muestra, la distribución a la que se ajusta y la media, la cual permitirá determinar el tiempo de ciclo de cada proceso.

Tabla 18. Resumen datos por Proceso.

	LEVE			MEDIO			FUERTE		
	# Datos	Distribución	Media (min)	# Dato	Distribución	Media (min)	# Datos	Distribución	Media (min)
Desarme	35	NORM(2.64e-312, 2.64e-312)	72,7	25	110 + 19 * BETA(2.64e-312, 2.64e-312)	117	18	TRIA(2.64e-312, 2.64e-312, 2.64e-312)	297
Medición y Estiraje	34	60 + 180 * BETA(2.64e-312, 2.64e-312)	138	25	NORM(2.64e-312, 2.64e-312)	234	18	200 + 190 * BETA(2.64e-312, 2.64e-312)	327
Sustitución Parcial	22	59.5 + 91 * BETA(2.64e-312, 2.64e-312)	95	21	TRIA(2.64e-312, 2.64e-312, 2.64e-312)	260	15	NORM(3.78e-314, 3.78e-314)	424
Conformación lamina	35	TRIA(2.64e-312, 2.64e-312, 2.64e-312)	130	25	NORM(2.64e-312, 2.64e-312)	301	18	UNIF(3.78e-314, 3.78e-314)	474
Armado	33	45 + 105 * BETA(2.64e-312, 2.64e-312)	82,7	25	NORM(2.64e-312, 2.64e-312)	169	18	TRIA(3.78e-314, 3.78e-314, 3.78e-314)	297
Alistamiento	41	120 + 390 * BETA(3.78e-314, 3.78e-314)	286	21	540 + 810 * BETA(3.78e-314, 3.78e-314)	930	12	TRIA(3.78e-314, 3.78e-314, 3.78e-314)	1240
Pintura	35	59.5 + LOGN(3.78e-314, 3.78e-314)	67,7	25	59.5 + 61 * BETA(3.78e-314, 3.78e-314)	79,4	18	60 + EXPO(3.78e-314)	98,3

Debido a la variabilidad de cada uno de los procesos y la variación de actividades que se realiza en estos, cada uno posee una distribución diferente. Su elección depende directamente del error cuadrado con el que se ajusta, un valor $<0,05$. Los gráficos de cada una de las distribuciones obtenidas en el Input Analyzer® se presentan en los Anexos D, E, F para Fuerte, Medio y Leve respectivamente.

Debido a que cada vehículo requiere de una atención diferente y posee características únicas en cuanto a la zona de reparación, cantidad de repuestos y área afectada, los datos tomados en la muestra no requieren prueba de independencia.

5.2 TIEMPO DE CICLO Y CAPACIDAD.

Una vez determinados los tiempos de operación de cada actividad, se procedió a conocer el tiempo de ciclo de cada una y la capacidad real del proceso, con el objetivo de obtener los cuellos de botella y restricciones en el sistema. A partir de la tabla 19 se calcula el tiempo de ciclo para los procesos. Para estimar este tiempo se utilizó un promedio ponderado que tuvo en cuenta los valores de la media y los porcentajes obtenidos en el diagnóstico para los niveles de daño, este promedio ponderado se dividió en el número de técnicos de cada proceso para obtener el tiempo de ciclo.

Tabla 19. Tiempo de ciclo por proceso.

	Promedio ponderado (min)	Número de técnicos	Tiempo de ciclo (min)
Desarme	88,289	3	29,4296667
Medición y Estiraje	162,87	3	54,29
Sustitución Parcial	137,87	3	45,9566667
Conformación lamina	174,52	3	58,17333333
Pintura	76,919	2	38,4595

	Promedio ponderado (min)	Número de técnicos	Tiempo de ciclo (min)
Alistamiento	443,42	4	110,855
Armado	100,428	3	33,476

De la tabla se puede observar que el mayor tiempo de ciclo se presenta en alistamiento con 110,85 minutos con 4 técnicos asignados a esta operación, sin embargo hay que tener en cuenta que la suma de las operaciones de latonería es superior, esto quiere decir que este sería el segundo cuello de botella, pero no todos los vehículos pasan por todos estos procesos.

Tabla 20. Capacidad del proceso.

	Número de técnicos	Capacidad/hora
Desarme	3	2,03
Medición y Estiraje	3	1,11
Sustitución Parcial	3	1,31
Conformación lamina	3	1,03
Pintura	2	1,56
Alistamiento	4	0,54
Armado	3	1,79

Los resultados de la tabla 20 muestran que el taller tiene una capacidad de producción de 112 vehículos al mes, el cuello de botella sigue siendo alistamiento con 0,54 vehículos por hora, alistamiento y pintura serian recursos restrictivos y latonería el cuello de botella del taller.

El proceso de pintura es un recurso restrictivo ya que los tiempos mostrados aunque son bajos, se toman para la mano de obra sin tener en cuenta el uso de la cabina. Esta cabina en el diagnóstico inicial se identificó que no tiene ningún tipo de programación en su encendido, es decir su utilización se realiza de acuerdo a la necesidad inmediata de esta sin tener en cuenta los gastos que produce encenderla para su funcionamiento.

Establecer la capacidad y tiempos de ciclo de cada sección del taller, permitió conocer los cuellos de botella y recursos restrictivos del taller, tiempos que sirvieron de base para establecer el plan de mejoramiento en el taller.

5.3 PLAN DE MEJORAMIENTO PROPUESTO AL PROCESO DE COLISIÓN.

Dentro de los objetivos del proyecto se buscó a partir de un análisis de la realidad del taller, iniciar un proceso de implementación de acciones tendientes a mejorar la eficiencia, plasmadas en mejoras ejecutables y alcanzables.

El plan de mejoramiento presentado en la tabla 21, a partir del diagnóstico y el muestreo de trabajo realizado, se enfoca a un sistema de mejoramiento continuo pues no implica acciones aisladas, sino la producción de un conjunto de actividades que unidas llevan al taller a avanzar en una mejora del proceso productivo.

Tabla 21. Plan de mejoramiento propuesto.

Plan de mejoramiento proceso de colisión Central Motor										
Elaboración de una distribución de carga de trabajo para los operarios de latonería y pintura del taller										
Diagnóstico	Objetivo	Acciones	Metas	Indicadores	Cronograma		Recursos	Responsable	Prioridad	Restricciones
					Fecha inicio	Fecha final				
Se identificó que la distribución actual genera retrasos en el taller debido a que la distribución no se hace de manera uniforme sino está ligada a la demanda diaria.	Realizar una distribución de carga de trabajo que permita conocer el tiempo del que dispone el operario para poder asignarle vehículos.	Realizar un diagrama de gannt utilizando los tiempos obtenidos en el estudio para cada tipo de golpe y el tiempo de trabajo de cada técnico con el fin de elaborar un planning de cargas.	Disminuir la acumulación de trabajo en un solo operario.	Número de vehículos trabajados por operario.	1/11/2016	15/12/2016	-	Autor del proyecto	Vital	-
Simulación de un servicio Exprés de colisión.										
Diagnóstico	Objetivo	Acciones	Metas	Indicadores	Cronograma		Recursos	Responsable	Prioridad	Restricciones
					Fecha inicio	Fecha final				
Se identificó en el estudio de tiempos que el 77% de los vehículos ingresan por un golpe leve, y con un tiempo de ciclo menor a 10 horas.	Realizar una simulación de un servicio exprés para golpes leves que permita conocer la capacidad de este servicio.	Simulación utilizando Promodel del servicio exprés para conocer la capacidad que tendría este servicio.	Disminuir el tiempo de vehículos con golpes leves dentro del taller.	-	1/11/2016	15/12/2016	-	Autor del proyecto	Conveniente	-
Implementación de un control de calidad entre procesos.										
Diagnóstico	Objetivo	Acciones	Metas	Indicadores	Cronograma		Recursos	Responsable	Prioridad	Restricciones
					Fecha inicio	Fecha final				
Durante la etapa de diagnóstico se observó que el control de calidad se realiza una vez el vehículo finaliza todos los procesos, esto genera fallas que generan reprocesos en el taller.	Evitar retrocesos y reprocesos en el taller además de tener un control sobre los operarios.	Diseño del formato de calidad entre procesos, asignar nuevas funciones al encargado de calidad en el taller.	Disminuir el número de reprocesos en el taller.	Número de reprocesos por técnico. Número de reprocesos en el mes.	15/10/2016	15/12/2016	-	Autor del proyecto y encargado de calidad en el taller	Vital.	-
Implementación del DMS (Dynamic Modular System) para toma de tiempos reales de operación										
Diagnóstico	Objetivo	Acciones	Metas	Indicadores	Cronograma		Recursos	Responsable	Prioridad	Restricciones
					Fecha inicio	Fecha final				
El formato utilizado para registrar los tiempos de operación no permite una tabulación rápida de los datos para conocer la capacidad del taller y generar informes.	Registrar los tiempos reales del taller utilizando el sistema DMS de la empresa.	Capacitación del personal en el uso del módulo del DMS para el registro de los tiempos de operación.	Digitalizar el formato de control de actividades, teniendo la información en tiempo real.	-	1/10/2016	-	Software, Equipo de computo, red de internet	Autor del proyecto - Jefe de taller.	Deseable	Se debe realizar una prueba piloto mínimo de 2 meses con el objetivo de familiarizar el personal con el equipo, debido a ausencia de conocimientos de informática básica.

Implementación del programa Clear Mechanic para el proceso de colisión.										
Diagnóstico	Objetivo	Acciones	Metas	Indicadores	Cronograma		Recursos	Responsable	Prioridad	Restricciones
					Fecha inicio	Fecha final				
El proceso de reparación de colisiones no cuenta con una herramienta que permita dar seguimiento a los trabajos realizados para informar al cliente.	Informar en tiempo real sobre la reparación del vehículo al cliente.	Capacitación del personal en el empleo de la herramienta, adaptación del programa a colisión.	Mejorar la satisfacción del cliente, permitiéndole tener un conocimiento más profundo de la reparación realizada.	-	20/11/2016	-	Software, Celulares, red inalámbrica de internet	Autor del proyecto - Jefe de taller - Gerente de marca	Conveniente	-
Implementación programa de voz de cliente (VOC).										
Diagnóstico	Objetivo	Acciones	Metas	Indicadores	Cronograma		Recursos	Responsable	Prioridad	Restricciones
					Fecha inicio	Fecha final				
El proceso de colisión no cuenta con una herramienta para medir la satisfacción del cliente, con el fin de realizar mejoras en el servicio ofrecido.	Identificar que productos y servicios se deben ofrecer para satisfacer al cliente. Medir la satisfacción del cliente respecto al servicio.	Implementación de VOC en el taller.	Mejorar la satisfacción del cliente, permitiendo tener un conocimiento más profundo del consumidor y sus necesidades.	-	-	-	-	Gerente de marca	Deseable	La implementación del programa no se encuentra dentro del alcance del proyecto, sin embargo se planteó como recomendación con el fin de complementar el trabajo realizado.
Plan de Mantenimiento de equipos del taller.										
Diagnóstico	Objetivo	Acciones	Metas	Indicadores	Cronograma		Recursos	Responsable	Prioridad	Restricciones
					Fecha inicio	Fecha final				
El taller cuenta con un plan de mantenimiento, sin embargo este no se realiza con programas, sino de acuerdo al estado de la maquina, no se realiza un mantenimiento preventivo.	Realizar un programa de mantenimiento de los equipos del taller.	Nuevo inventario de maquinaria, diagnóstico del estado actual de los equipos, plan de mantenimiento de los equipos.	Evitar para no programadas por equipos dañados.	-	-	-	-	Gerente de Marca - jefe de taller	Deseable	La implementación del programa no se encuentra dentro del alcance del proyecto, sin embargo se planteó como recomendación con el fin de complementar el trabajo realizado.

A partir del plan de mejoramiento propuesto, se realizó una socialización de este con la gerencia de la organización, tomando sugerencias y recomendaciones con el fin de implementar las mejoras alcanzables en el corto plazo y más urgentes para los objetivos de la empresa. A continuación se presenta la descripción de las cuatro mejoras aprobadas e implementadas en el proceso de colisión.

5.4. REDISTRIBUCIÓN DE CARGAS DE TRABAJO.

5.4.1 Mejora propuesta. Según la necesidad generada a partir de los retrasos en las entregas, generados por la acumulación de trabajo en los operarios, se

enfaticó como punto clave, desarrollar una herramienta de planeación de las cargas que permitiera distribuir las horas disponibles entre los operarios y los vehículos a trabajar.

5.4.2 Justificación. Para definir el plazo de entrega de un vehículo es necesario conocer las cargas de trabajo por operarios o por secciones y determinar así la capacidad de producción que queda disponible, para ver la forma en que se incorpora la orden de trabajo nueva en la planificación general del taller.

5.4.3 Desarrollo de la propuesta. Para realizar el análisis de cargas de trabajo se debió especificar el orden en que se deben desarrollar las operaciones del proceso, el tiempo de ciclo de cada una y el operario asignado. Estos datos fueron tomados del estudio de tiempo de la sección 5.1 y del diagrama de flujo del proceso.

“ planificar es prever y coordinar la carga de trabajo con los medios y equipos disponibles para realizar los servicios o la producción estipulada en la cantidad y calidad que se precise, al menor coste posible y cumpliendo el plazo señalado. ”²⁴

Como se muestra en la figura 16, la previsión y coordinación de los elementos y equipos del taller para trabajar en el plazo más conveniente, requiere establecer estrategias y prioridades, basadas en las características del taller de colisión.

²⁴ GONZALEZ PAYA. Juan Carlos. Gestión y logística del mantenimiento en automoción. 2 Ed. España. Club universitario. 2009. Pág. 173.

Figura 16. Relación Carga – Capacidad.

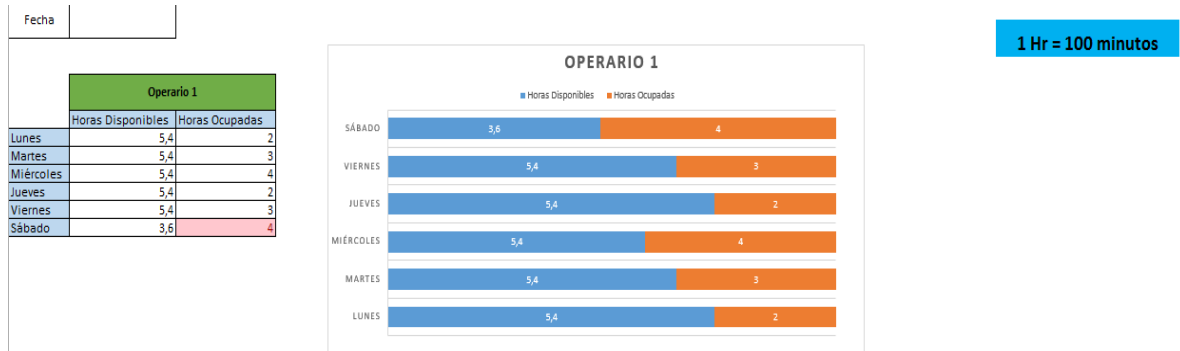


El objetivo de la mejora es ir asociando la carga de trabajo que se va acumulando a la capacidad de producción disponible. Esta disponibilidad se irá reduciendo a medida que la capacidad de producción vaya quedando comprometida con la carga de trabajo ya asignada. El trabajo de la planificación consistió en ordenar ambas de manera que se eviten plazos de entrega fuera del tiempo estipulado, con el fin de equilibrar las cargas de trabajo y la capacidad de producción.

Si la capacidad no es suficiente y se alargan mucho los plazos de entrega con relación al muestreo de trabajo realizado, habrá que valorar entre aumentar la capacidad (más operarios y equipos) o subcontratar trabajos. Hay que tener en cuenta que tanto la carga de trabajo como la capacidad de producción son elementos cambiantes y dinámicos, cuyos datos se van modificando conforme se va desarrollando la actividad del taller.

El gráfico de planning realizado en la figura 17, consiste en mostrar en un gráfico bidimensional la capacidad de producción del taller, poniendo en un eje horizontal la cantidad de horas disponibles y en el otro los operarios del taller. Esta representación gráfica se hizo a través de un diagrama de Gantt.

Figura 17. Planning de carga por operario.



En la fila superior se anotaron los datos del planning: operario correspondiente y fecha. Se señalan las horas disponibles y las horas ocupadas, marcando en rojo cuando las horas ocupadas son mayores a las disponibles, para este planning se usó una hora centesimal, es decir, cada hora tiene una duración de 100 minutos. Conforme van surgiendo las citas, se estima el tiempo de la orden a partir del nivel de daño y se asigna a un operario. En el anexo N se encuentra la plantilla de Excel con el planning realizado.

Figura 18. Planeación antes de la mejora.

CENTRAL MOTOR Cotizaciones Colisión Noviembre 2016						
Lunes	martes	miércoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo
31 OCTUBRE	1 FRANCISCO VARGAS	2 DANIEL SALCEDO	3 ALIRIO MORALES	4 FRANCISCO VARGAS	5 DANIEL SALCEDO	6
7 FESTIVO	8 ALIRIO MORALES	9 FRANCISCO VARGAS	10 DANIEL SALCEDO	11 ALIRIO MORALES	12 FRANCISCO VARGAS	13
14 FESTIVO	15 DANIEL SALCEDO	16 ALIRIO MORALES	17 FRANCISCO VARGAS	18 DANIEL SALCEDO	19 ALIRIO MORALES	20
21 FRANCISCO VARGAS	22 ALIRIO MORALES	23 DANIEL SALCEDO	24 ALIRIO MORALES	25 FRANCISCO VARGAS	26 DANIEL SALCEDO	27
28 ALIRIO MORALES	29 DANIEL SALCEDO	30 FRANCISCO VARGAS				

Fuente: Central Motor Ltda.

Una vez realizado el diagrama de Gantt para la planeación de cargas de trabajo de cada operario, se procedió a realizar la distribución de las horas del taller, el estudio consistió en equilibrar y conocer las cargas que pueden hacer los operarios, con las que se prevé se va a cubrir la demanda del taller, previsiones en las que se usaron los tiempos tomados en el estudio de la sección 5.1. El seguimiento al planning sirve para detectar y corregir imprevistos entre lo planeado y lo realizado, esta comparación entre el tiempo esperado para una operación y el realmente empleado, permite hacer conclusiones sobre el funcionamiento del taller.

Para garantizar que la mejora fuese efectiva en todos los niveles, se utilizó un tablero de planificación (figura 19) ubicado en el taller que contiene la misma información que el Excel manejado por el jefe de taller, esto con el fin que no solo este conozca las cargas de trabajo de los operarios, sino que estos también se informen en tiempo real sobre el tiempo que tienen disponible para realizar los trabajos

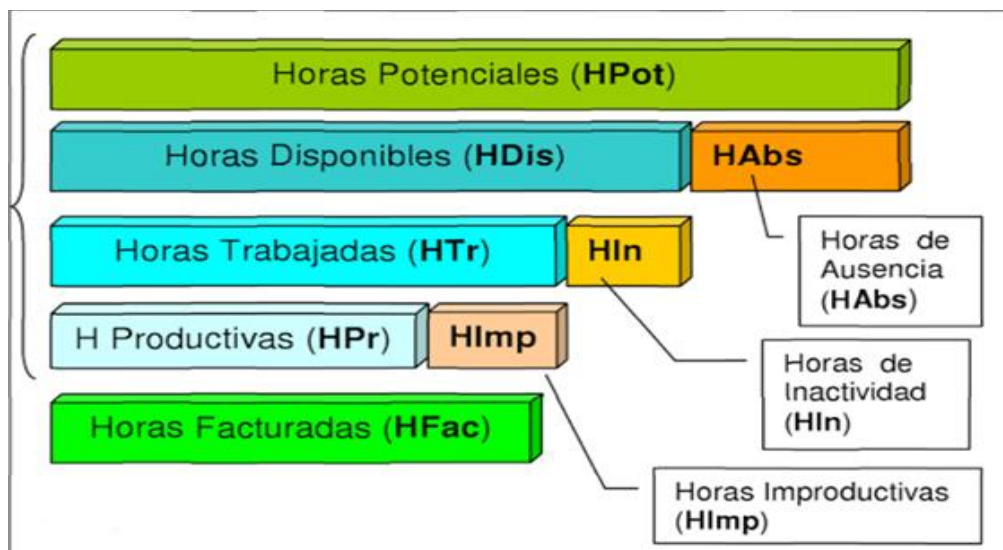
Figura 19. Tablero de planificación.



La figura 20, muestra la distribución de horas que se encuentran en un taller en general, en base a estas, se realizó el estudio para el taller de latonería y pintura, conocer el valor de estas horas es fundamental para conocer la productividad del taller, realizar ajustes a las cargas en ejecución y estimar la capacidad del taller dependiendo de la disponibilidad de técnicos y equipos.

Para obtener los datos se utilizaron órdenes de trabajo ya cerradas, de manera que las operaciones ya están finalizadas y se ha hecho la facturación de las horas pagadas al trabajador, estos datos se organizaron para conocer el valor total de estas. En esta etapa del mejoramiento se analizó cómo se han distribuido las horas de trabajo, comparando las horas realizadas con las facturadas, estableciendo un parámetro de productividad del taller. Para este análisis se utilizó el mes de octubre de 2016 y se agruparon las horas por secciones; Latonería, alistamiento, pintura.

Figura 20. Distribución horas en el taller.



Fuente: GONZALEZ PAYA. Juan Carlos. Gestión y logística del mantenimiento en automoción. 2 Ed. Club universitario. 2009. Pág. 200.

La carga de trabajo puede estar definida en una orden de trabajo por aplicar los tiempos de trabajo estipulados (sección 5.1) o estar indeterminada por trabajar con una orden abierta que implica un trabajo de diagnóstico sobre el vehículo, o que debe pararse por falta de repuestos, surgimiento de una avería oculta, etc.

Tabla 22. Resumen de Tiempos.

Mes	Octubre		1 Hr	100 min						
	H potenciales				H trabajadas					
Seccion	H Conv	H ext	H pot	H Dis	H Prod	H Imp	H Trab	H fact	H Abs	H in
Latoneria	124,8	4,8	129,6	120	110	5	115	80	9,6	2
Alistamiento	124,8	0	124,8	114	105	5	110	84	10,8	4
Pintura	124,8	0	124,8	116	106	4	110	92	8,8	6
TOTALES	374,4	4,8	379,2	350	321	14	335	256	29,2	12

Las horas obtenidas en el resumen de tiempos de la tabla 22, sirven para determinar los parámetros de productividad del taller, como se relacionan en términos relativos los distintos tipos de horas entre sí y poder medir el funcionamiento de este.

En la tabla 23 se muestra los parámetros para el mes de octubre de 2016, obtenidos a partir de estas relaciones entre horas una vez implementada la redistribución de cargas, un ejemplo de esta relación es las horas facturadas con las trabajadas para obtener los datos de productividad y eficacia en el taller.

Tabla 23. Parámetros de productividad línea base.

	Grado de aprovechamiento	Productividad	Eficacia	Rendimiento	Trabajo improductivo	Inactividad
Sección	<i>Gap</i>	<i>P</i>	<i>F</i>	<i>R</i>	<i>N</i>	<i>I</i>
Latonería	85%	73%	67%	62%	4%	6%
Alistamiento	84%	80%	74%	67%	5%	4%
Pintura	85%	87%	79%	74%	4%	5%
Total	84,64%	79,83%	73,33%	67,58%	4,17%	15%

El análisis de los parámetros de productividad del taller, muestra un nivel de aprovechamiento superior al 80% para las tres secciones, se debe resaltar que para obtener este dato, se tuvieron en cuenta las horas potenciales las cuales se tomaron de los valores dados por la aseguradora, valores generalmente menores al real, lo cual aumenta aproximadamente en un 10% este valor.

Los valores globales de rendimiento y eficacia suelen tender al 100%, este compara los valores teórico con los tiempos estándar tomados en el estudio de tiempos, lograr que estos dos parámetros sean iguales muestra un taller en buen estándar de funcionamiento, es decir sin fatigas, tiempos excesivos en la aplicación de tratamientos por demoras en el proceso o errores de ejecución, este rendimiento se puede obtener a partir de dividir el proceso en dos ciclos; uno largo para golpes medios y fuerte y otro para golpes leves. Esta es una propuesta de mejora a implementar a partir de la simulación del servicio exprés en el taller.

5.5 IMPLEMENTACIÓN CLEAR MECHANIC.

5.5.1 Mejora propuesta. Establecer el uso del software Clear Mechanic como una herramienta enfocada a mejorar la relación con los clientes y la digitalización de los formatos utilizados para los procesos.

5.5.2 Justificación. Clear Mechanic permite mediante la configuración de su plataforma establecer un contacto directo entre el cliente y el taller, teniendo este último acceso en tiempo real a la información del estado de la reparación del vehículo, esto permite dar un valor agregado generando confianza y transparencia por parte del taller.

5.5.3 Desarrollo de la propuesta. Clear Mechanic es un sistema informático orientado a la inspección mecánica de vehículos mediante herramientas digitales.

Central Motor adquirió para su red de talleres el programa, la implementación de este estaba prevista únicamente para el área de mecánica y garantías, sin embargo, por recomendaciones a la gerencia se pidió comprar dos equipos celulares extras y acoplar el programa al taller de colisión.

La razón para integrar el programa a colisión fue la necesidad detectada durante el diagnóstico de generar más confianza al cliente en el proceso de reparación y además acceder a un control del proceso de cada vehículo en tiempo real y de forma digital. Clear Mechanic permite al encargado de calidad tomar fotos o videos del proceso en que se encuentra el vehículo y subirlo al sistema, desde donde se envían al cliente por correo electrónico y mensaje de texto con un resumen y comentarios del trabajo realizado.

Utilizando esta herramienta se realizó un cambio en el proceso de recepción del vehículo, para esto se creó una lista de chequeo con 45 ítems dentro de la aplicación, que entre otras incluye la toma de video del vehículo al ingresar al taller. Con esta implementación se busca disminuir tiempos del asesor de servicio al momento de recibir un vehículo, debido a que ya no debe llenar los formatos impresos y la información se actualiza en línea tanto para el cliente como para el jefe de taller.

En las figuras 21, 22 se muestran las listas de chequeo creadas tanto para la recepción del vehículo, como para el encargado de control de calidad. El control a realizar por parte del autor del proyecto y del jefe de taller sobre la correcta implementación del programa es fundamental, esto debido a que el cliente ya no debe llamar al taller para recibir información del vehículo, esto implica el correcto envío de información y claridad en las operaciones.

Figura 21. Ejemplo lista chequeo colisión.

INVENTARIO COLISION		Editar	Borrar
Sistema: ITEMS			
VIDEO EXTERIOR	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	
VIDEO INTERIOR	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	
LLAVES	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	
LLAVERO	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	
ELEVAVIDRIOS ELECTRICOS	Editar Comentarios (1)	Añadir Detalles	
Bloqueo Central radio	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	
PORTA CD	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	
PANTALLA DVD	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	

Fuente: CLEAR MECHANIC.

Para crear la lista de control por parte del encargado de calidad, se dividió el proceso de colisión en seis etapas, cada una con las operaciones a las que se le hace revisión para la entrega de evidencia al cliente. Las seis etapas fueron: latonería y conformación de lámina, mecánica, alistamiento de pintura, pintura, armado y control de calidad final, verificación de repuestos.

Figura 22. Ejemplo lista control de calidad en colisión.

Control de calidad LyP		Editar	Borrar
Sistema: Latonería y Conformación de Lamina			
Reparacion de Lamina	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	
Cambio de componentes carroceria	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	
Bancada - Enderezado chasis	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	
Agregar Punto +			
Sistema: Mecánica			
Cambio de componentes mecanicos	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	
Alineacion	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	
Escaneo del sistema	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	
Diagnostico de falla puntual	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	
Revision Electrica	Editar Comentarios (0)	Añadir Detalles	

Figura 23. Tablero de control CLEAR MECHANIC.

Formas de Inspección Puntos de Inspección Cartas de Seguimiento Reportes Otros						
07/11/2016	Fecha Al:	OR #	Filtros	Buscar		
Mostrando 1 - 20 de 32 resultados de búsqueda. (Exportar a Excel)						
OR #	Marca/Modelo	Estatus	Inspección	Actualizado	Equipo	
37944		Cargado	22 0 1	12 nov	GE OA	
37936		Cargado	20 1 1	11 nov	GE OA	
CO18021		SMS e E-mail Enviados	51 2 3	11 nov	SJ OF	
37935		Cargado	22 0 1	11 nov	GE OA	
37931		Cargado	21 1 0	11 nov	GE OA	
37932		Cargado	1 0 0	11 nov	GE	
37933		Cargado	1 0 0	11 nov	GE	

Fuente: CLEAR MECHANIC.

Figura 24. Ejemplo orden vista por cliente.



Central Motor Ltda

Más Info
Autopista Floridablanca 111-112, Paralela Oriental, Floridablanca | (631) 300-1

Orden de Reparación #
CO18021

Hora de Carga Certificada
11/11/2016 3:05 p.m.

Miembros del Equipo
Oscar Fernando Ferrer Castro - Control de calidad

Resumen de Inspección

OK - Sin	Servicio Pronto	Servicio Urgente
51	2	3
Puntos	Puntos	Puntos

Información Adicional

Nombre: Oscar Ferrer	E-mail: calidadtaller@centralmotor.com.co	Teléfono: (313) 410-5817
Kilometraje: 49,049	Placas: KJS092	

Fuente: CLEAR MECHANIC.

5.6 CONTROL DE CALIDAD ENTRE PROCESOS.

5.6.1 Mejora propuesta. Implementación de un control de calidad entre procesos en el taller de colisión, con el objetivo de detectar fallas una vez terminado cada uno de estos evitando retrocesos y retornos al final de la reparación.

5.6.2 Justificación. La implementación de este control de calidad entre procesos, permite detectar fallas en el momento en el que el vehículo se encuentra en la sección debida, esto significa un menor índice de reprocesos y retrocesos, los cuales inciden directamente en la rentabilidad del taller.

5.6.3 Desarrollo de la propuesta. El control de calidad realizado en el taller, anterior a la mejora, se basaba en un control al final del proceso, es decir, no se incorporaban los resultados de control una vez terminado el trabajo en cada una de las tres secciones: latonería, alistamiento y pintura, con el fin de llevar un indicador y establecer acciones correctivas sobre los errores detectados.

La mejora realizada consistió en un control de calidad enfocado a la gestión integrada de procesos, esto incorpora que el documento básico es el expediente del proceso, que integra con la aplicación de herramientas informáticas, las etapas de planificación, operación, evaluación y mejora, es decir, se registra la historia de vida del proceso. La mejora ayuda a evitar la detección de errores al final de la reparación, ejerciendo tres controles previos al final; el primero al terminar latonería, el segundo al terminar alistamiento y el tercero al terminar pintura.

Estos tres controles se encuentran dentro del mismo formato (Anexo H) con el que se realiza el control final, evitando generar más papeleo para el encargado de la actividad. Se realizaron dos formatos en Excel que debe llenar el encargado de control de calidad, el primero consiste en un formato de control de calidad entre procesos, que indica el número de vehículos revisados, el número de vehículos

facturados, el número de retornos y la causa de estos. El segundo formato, muestra un informe mensual, sobre las causas de retornos internos por técnico, permitiendo detectar falencias recurrentes en el operario y corregirlas. Ambos archivos de Excel se encuentran en los anexos L y M respectivamente.

Tabla 24. Datos previos a la mejora realizada.

Mes	Agosto	Septiembre	Octubre
N° vehículos con defecto	8	10	9
N° de vehículos reparados	47	56	59

Fuente: Central Motor Ltda.

Tabla 25. Datos posteriores a la mejora realizada.

Mes	Noviembre	Diciembre
N° de vehículos con defecto	4	3
N° vehículos reparados	62	40

Fuente: Central Motor Ltda.

En la tabla 24 y 25, se muestran los datos previos y posteriores a la mejora realizada en el control de calidad del proceso, con una disminución superior al 50% en el número de vehículos con defectos.

5.7 SIMULACIÓN DE UN SERVICIO EXPRÉS DE COLISIÓN.

5.7.1 Mejora propuesta. Realizar la simulación de un servicio exprés de reparación de colisión para golpes leves, con el objetivo de aumentar la capacidad de procesamiento del taller y disminuyendo carga de trabajo al proceso actual.

5.7.2 Justificación. La simulación del modelo permite indagar la factibilidad operativa del servicio desde un punto de vista de capacidad sin incurrir en ningún costo, el modelo simulado permite tomar una decisión sobre la inversión a realizar teniendo información cuantitativa.

5.7.3 Desarrollo de la propuesta. Se realizó un proceso de simulación en PROMODEL que representa el sistema productivo del taller para golpes leves, es decir con una afectación menor al 8%. La realización de este modelo se hizo con los datos obtenidos del muestreo de trabajo de la sección 5.1 y la secuencia mostrada en el diagrama de flujo. Los tiempos de procesamiento se encuentran relacionados en la tabla 18 y el modelo en el anexo O.

En el diagnóstico realizado en el taller, se determinó que en promedio el 77% de los vehículos que entran a este, son calificados como golpes leves, este nivel de daño, tiene un tiempo de procesamiento en teoría de 10 horas, buscando eliminar las restricciones del sistema, se propone a la empresa crear dos circuitos de reparación:

- Un circuito corto, es decir, trabajos con un tiempo menor a 10 horas, para golpes leves a medios, o los llamados golpes rápidos.
- Un circuito largo, donde estarían los golpes medios y fuertes, que demoran más de 10 horas de trabajo.

La elaboración de este sistema exprés, se requiere destinar el espacio del taller utilizado actualmente para mecánica y garantías, este espacio quedara disponible para el taller en agosto de 2017, esto debido a la construcción de un nuevo taller de la empresa Central Motor que trasladaría esta operación del taller.

Para el servicio exprés se requeriría de un trabajador multifuncional, es decir, un pintor con conocimientos básicos de latonería, que se dedicara a “sacar” los golpes pequeños y enseguida prepare el carro para su pintura.

Para realizar esta mejora, se requiere de una inversión en máquinas y herramientas, que necesitará el operario para trabajar, a continuación en la tabla 26, se muestra los recursos necesarios para el circuito corto, estos valores se tomaron según la hoja de vida de cada equipo presente en el programa de mantenimiento del taller.

Tabla 26. Requerimiento recursos servicio exprés.

Requerimiento de recursos	Inversión
Gato power	\$ 700.000
Martillo de inercia	\$ 2.000.000
Taladro eléctrico	\$ 150.000
Pistola de calor	\$ 250.000
Pesas planas	\$ 280.000
Martillo plano	\$ 250.000
TOTAL	\$ 3.630.000

Con esta organización, los trabajos cortos no tendrían que esperar, sino que entrarían a repararse de forma simultánea con el circuito largo, afectando los tiempos de latonería y alistamiento, atacándose de esta manera las restricciones de estos. Para el desarrollo del modelo se tendrá en cuenta que el taller trabaja 9 horas diarias, despreciando tiempos de descanso y alistamiento de máquinas. Tomando como referencia el análisis de la demanda realizado en la etapa de diagnóstico, se estableció una llegada promedio de 1.5 vehículos/día para daño leve. Debido a que el nivel de daño a simular son golpes leves, no se tendrá en cuenta el tiempo de llegada de repuestos y se asume que los vehículos que ingresan ya están autorizados por aseguradora.

5.7.4 Elementos del modelo simulado.

Locaciones:

Se definieron 8 locaciones las cuales son: Entrada, parqueadero, desarme, medición y estiraje, lámina, alistamiento, pintura y armado.

Entidades:

Las entidades definidas en el modelo de simulación fueron:

1. Carro choque 1: vehículo que entra al sistema.
2. Carro choque 2: vehículo que se encuentra en parqueadero y pasa a bancada.
3. Carro choque 3: vehículo que pasa de bancada a alistamiento.
4. Carro choque 4: vehículo que pasa de alistamiento a pintura.
5. Carro arreglado. Vehículo listo para salir del sistema.

El modelo de simulación de PROMODEL comienza en la locación entrada, la cual se configuró para recibir 15 vehículos en una semana, es decir, en 52 horas laborales.

En la tabla 27, se muestra el resumen de las operaciones, locaciones y entidades utilizadas para la simulación, la operación que realiza cada entidad se cuantificó de acuerdo a los tiempos obtenidos en el muestreo de trabajo para cada sección.

Tabla 27. Registro de procesamiento Simulación servicio exprés.

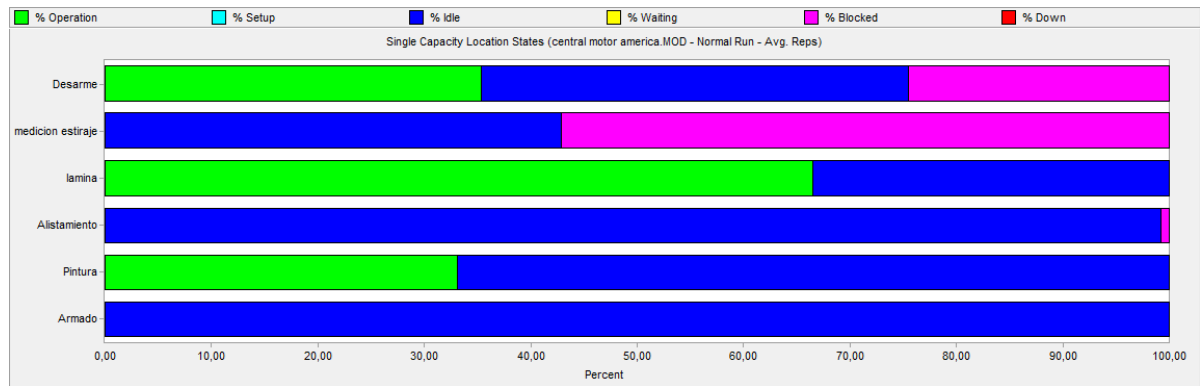
Simulación servicio exprés							
Proceso			Ruta				
Entidad	Locación	Operación	BI	Salida	Destino	Regla	Movimiento
Carro choque 1	Entrada	WAIT 30	1	Carro choque 1	Parqueadero	First 1	Move with operario
Carro choque 1	Parquea		1	Carro choque 1	Desarme	First 1	Move with Latonero
Carro choque 1	Desarme	WAIT N(72.7, 30) MIN	1	Carro choque 2	Medición estiraje	First 1	Move with Latonero
Carro choque 2	Medición estiraje	WAIT B(2.39,2.3, 60, 240) MIN	1	Carro choque 2	Lamina	First 1	Move with Latonero
Carro choque 2	Lamina	WAIT T(45, 130, 240) MIN	1	Carro choque 3	Alistamiento	First 1	Move with Latonero
Carro choque 3	Alista	WAITB(2.7, 2.75,120,390) MIN	1	Carro choque 4	Pintura	First 1	Move with Latonero
Carro choque 4	Pintura	WAIT L(67.7, 18.3) MIN	1	Carro choque 4	Armado	First 1	Move with Latonero
Carro choque 4	Pintura	WAIT B(2.2,2.2,45,105) MIN	1	Carro arreglado	SALIDA	First 1	

Análisis de resultados: La simulación del servicio exprés se analizó desde dos aspectos, primero el nivel de acumulación de vehículos en proceso y segundo sí el servicio puede procesar la cantidad de vehículos necesaria para descongestionar el proceso actual.

El número de réplicas se determina a través del nivel de precisión que se requiere para los datos de salida, para una estimación aproximada del comportamiento del

proceso, tres a cinco replicas son suficientes²⁵. Por lo tanto se realizaron 5 réplicas para la simulación del servicio.

Figura 25. Comportamiento de las estaciones de trabajo.

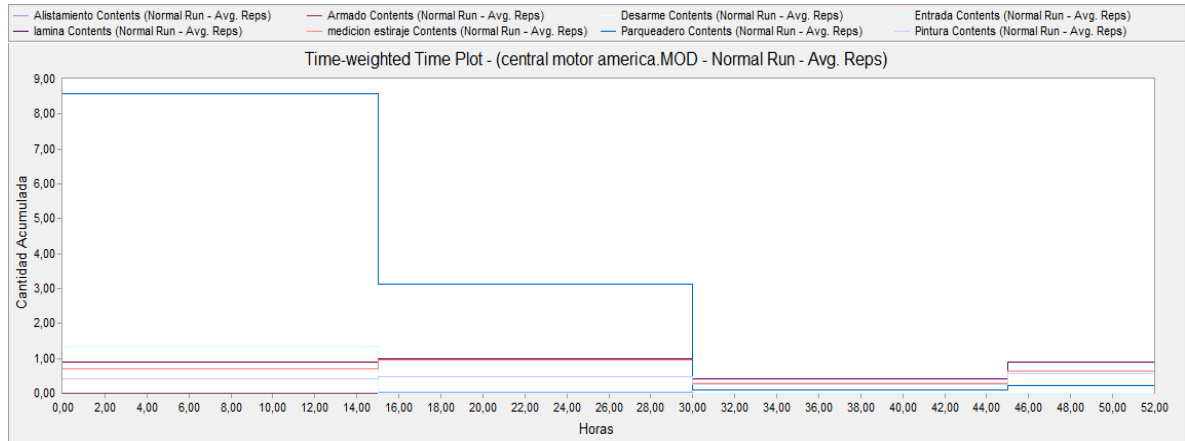


La figura 25 muestra los diferentes estados de cada estación de trabajo, porcentaje de operación, porcentaje de preparación, porcentaje de tiempo ocioso, porcentaje de espera, porcentaje de tiempo bloqueado y porcentaje de tiempo inactivo.

En la figura 25 se observa que las estaciones de desarme y medición estiraje, presentan porcentajes de bloqueo, estas estaciones son previas al cuello de botella encontrado en el estudio del capítulo 9, que es el proceso de lámina, esta estación es también la de mayor tiempo de procesamiento en el servicio exprés, razón por la cual los vehículos esperan que la estación este libre para poder realizar el procesamiento.

²⁵ USER'S GUIDE, Promodel Manufacturing Simulation Software. Versión 4.0 p.65

Figura 26. Grafica nivel de acumulación promedio producto en proceso.



La figura 26 muestra que la acumulación de vehículos en proceso, se presenta únicamente para el parqueadero, las demás estaciones pueden procesar los vehículos acorde a su capacidad.

La conclusión del análisis de la simulación del servicio exprés de colisión para CENTRAL MOTOR AMÉRICA, evidencia que la creación de este servicio para procesar vehículos con golpes leves, permitiría al taller eliminar carga al proceso actual, con la estrategia planteada, se logra aumentar la capacidad de prestación de servicio en 15 vehículos a la semana. Sí se implementan las estrategias para aumentar la capacidad del cuello de botella con inversión, se logra un aumento del 52% de la capacidad, a medida que se aumenta la capacidad de prestación de servicios para latonería y pintura, los tiempos de permanencia en el taller se disminuirán drásticamente, permitiendo facturar la totalidad de la demanda entrante en el mes, con lo cual se aumenta la satisfacción de los clientes al entregar el vehículo a tiempo y por consecuencia aumenta la rentabilidad del taller.

6. SISTEMA DE INDICADORES

6.1 DISEÑO DE INDICADORES.

Se diseñaron 4 indicadores de gestión con el propósito de realizar el seguimiento y control de las mejoras implementadas en el desarrollo del proyecto enfocado en mejorar la eficiencia del proceso; los responsables de llevar los indicadores serán el jefe de taller con la ayuda del encargado de control de calidad.

Tabla 28. Indicadores de gestión para CENTRAL MOTOR AMÉRICA.

Indicador	Fórmula	Descripción	Frecuencia	Meta
% de vehículos defectuosos	-----	Indica el porcentaje de reparación de vehículos con defectos en el mes.	Mensual.	Menor al 3%
% de cumplimiento a clientes.	-----	Indica el nivel de cumplimiento a clientes, como porcentaje de pedidos entregados con retraso	Mensual.	5%
Rotación del taller.	-----	Número de vehículos atendidos por cada puesto de trabajo.	Mensual.	10 vehículos.
% de vehículos en espera por repuestos.	-----	Indica el porcentaje de vehículos que no tienen repuestos para iniciar reparación.	Mensual.	5%
% Fill Rate repuestos	-----	Indica la cantidad de repuestos entregados frente a los solicitados.	Mensual	90%

➤ Índice de vehículos defectuosos.

Se diseñó un indicador con el objetivo de medir la cantidad de vehículos defectuosos en el proceso de reparación. La unidad que se calcula con la operación, es el porcentaje de vehículos que presentan defectos, calculado mensualmente. El indicador se presenta para los meses anteriores a la mejora del control entre procesos; agosto, septiembre y octubre, para noviembre y diciembre de 2016 se muestran los resultados luego de la implementación. Los datos fueron recolectados del DMS de la empresa Central Motor y los formatos utilizados en la mejora.

$$\% \text{ vehículos defectuosos} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de vehiculos con defecto x mes} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de vehiculos arreglados x mes}}$$

La cantidad de vehículos reparados con defectos por mes, es el número de vehículos, que presentaron algún tipo de defecto, sea este corregible o no.

➤ Índice de cumplimiento a clientes.

Se diseñó un indicador para determinar el nivel de cumplimiento a clientes, este índice, permite conocer el número de vehículos que no fueron entregados a tiempo en el mes. Este indicador complementa la mejora en el servicio realizada con CLEAR MECHANIC, esto debido a que permite controlar que la información pactada con el cliente mediante la plataforma, se cumpla.

$$\% \text{ entregas con retrasos} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de vehiculos con retraso entregados en el mes} \times 100}{\text{N}^\circ \text{ de vehiculos entregados en el mes}}$$

- Rotación del taller.

Se diseñó un indicador para determinar el número de vehículos atendidos por cada puesto de trabajo en un mes, este indicador está ligado a la distribución de carga de trabajo de cada operario, ya que con el muestreo de trabajo realizado y la carga asignada a cada operario, se puede conocer cuándo puede procesar cada centro de trabajo.

$$\text{Rotación del taller} = \frac{\text{Número de vehículos atendidos por el taller en un mes}}{\text{N° de puestos de trabajo}}$$

- Vehículos en espera de repuestos.

Este índice muestra el número de vehículos que permanecen detenidos en su proceso productivo a la espera de la llegada de repuestos.

$$\% \text{ veh en espera por repuestos} = \frac{\text{N° de vehículos en espera de repuestos x mes} * 100}{\text{N° de vehículos Autorizados por asegurado x mes}}$$

- Indicé Fill Rate de repuestos.

El índice mide el porcentaje de repuestos despachados por bodega, frente al número de repuestos solicitados por el técnico.

$$\% \text{ Fill Rate de repuestos} = \frac{\text{N° de repuestos despachados por inventario x mes} * 100}{\text{N° de repuestos solicitados x mes}}$$

7. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

Para dar cumplimiento a las mejoras realizadas, se realizó un programa de capacitación que permita socializar las mejoras implantadas con los trabajadores del taller, este programa es fundamental para garantizar la participación e interés de los involucrados en el proceso de colisión.

7.1 CONTENIDO DEL PROGRAMA DE CAPACITACIÓN

- **OBJETIVO:** Socializar las mejoras implementadas en el proceso de colisión con los trabajadores del taller.
- **ALCANCE:** Capacitación al personal operativo y administrativo del taller relacionada con el uso, toma de datos e importancia de las mejoras implementadas. Al finalizar la capacitación el personal estará en capacidad de utilizar la información suministrada, así como de manejar los distintos formatos implementados.
- **METODOLOGÍA:** 90% práctica 10% teórica, con la utilización de medios audiovisuales e instrucción asistida en el manejo de las herramientas informáticas.
- **PROGRAMA:** Conceptos sobre la importancia de los indicadores, valores de productividad, planeación de las operaciones, toma de tiempos reales de operación y el uso correcto de los formatos de Excel para la elaboración de informes del estado del taller con el fin de identificar y solucionar problemas.

- DURACIÓN: 2 Semanas (Diciembre 18-22 de 2016 y Enero 9-13 de 2017).

A continuación, se muestran algunas imágenes evidencia de la capacitación realizada en el taller.

Figura 27. Capacitación CLEAR MECHANIC.



Figura 28. Control de calidad entre procesos.



En la figura 27, se muestra evidencia de la capacitación realizada a técnicos sobre el uso de la herramienta Clear Mechanic, en esta capacitación se le indicó a los operarios como debían realizar el reporte de las actividades que realizan sobre el vehículo, los comentarios que deben adjuntar en cada foto previo al envío de información al cliente, las recomendaciones adicionales a la reparación que deben hacer con el fin de vender más servicios y los beneficios que la herramienta les ofrece al momento de realizar una cotización o hacer el inventario del vehículo. Esta capacitación se dividió en dos secciones, la primera totalmente teórica, con una duración de 2 horas y la segunda, totalmente práctica, con ejercicios sobre vehículos en proceso en el taller, con una duración de 1 semana.

La figura 28, muestra al encargado de control de calidad en el taller con el formato de calidad entre procesos, realizando una verificación de las operaciones de medición y estiraje de chasis del vehículo en la sección de latonería, este control de calidad durante toda la reparación permitió empezar a corregir defectos a tiempo en las reparaciones, evitando demoras una vez finalizado el proceso.

8. CONCLUSIONES

Como resultado del análisis de capacidad del proceso de colisión, se obtiene que su capacidad instalada promedio es de 112 vehículos/mes. Sin embargo, el porcentaje de utilización de la misma está muy por debajo, siendo la máxima capacidad demostrada por el taller de 84 vehículos/mes. Esto se debe principalmente al tiempo de llegada de repuestos, el cual es demasiado extenso, retrasando el proceso productivo.

Del análisis realizado para el número de vehículos que ingresaron en el segundo trimestre del año 2016, se evidenció que el nivel de daño leve representa el 77% de los vehículos que ingresan al taller por una colisión. Con lo que se concluye que el nivel de daño leve, es el más representativo en cuanto a volumen de vehículos.

En el diagnóstico del proceso de colisión, se concluyó que los principales problemas están representados, en la no planificación de las cargas de trabajo dentro del taller, en el método de utilizado para el control de calidad y en los tiempos de suministro de repuestos.

Asimismo, durante el periodo de análisis, se observó que no existía una herramienta que permitiera mejorar la comunicación con el cliente, garantizándole calidad y confianza en los trabajos realizados en el vehículo, razón por la cual se presentaban demasiados reclamos relacionados con información entregada al cliente.

La propuesta para eliminar los recursos restrictivos y cuellos de botella en el sistema, se determinó con base en la simulación en Promodel de un servicio de

reparación exprés para golpes leves, se concluyó que a partir de los tiempos obtenidos en el muestreo de trabajo, el servicio exprés, tendría la capacidad de procesar 15 vehículos a la semana, lo cual representa el 52% de la capacidad del taller.

El desarrollo de una planeación de las cargas de trabajo junto a un control de calidad entre procesos, permitió llevar un mayor control sobre el taller, evitando de esta forma que se presenten retrocesos, acumulación de trabajo o reprocesos por inconformidades del cliente. Estas mejoras permiten al taller aumentar sus índices de productividad y eficiencia, reflejándose en la utilidad y satisfacción de los clientes.

Los indicadores planteados no solo ayudan a llevar un control sobre las mejoras implementadas, a su vez, permiten al taller obtener mensualmente un estado de su comportamiento, ayudando a identificar causas de problemas recurrentes, reduciendo tiempos y retrasos en entregas, cumpliendo así con el objetivo general del proyecto de aumentar la eficiencia en el taller.

La elaboración del presente trabajo permitió la aplicación de conceptos teóricos como el estudio de trabajo, la simulación de un proceso a partir de datos reales, herramientas para el control de calidad, con estas aplicaciones se logró una mejora del proceso de colisión, evidenciado en la disminución de reprocesos en más de un 50%, equidad en las cargas de trabajo de los operarios lo cual se evidencia en el aumento de la capacidad y satisfacción del cliente en la información recibida en tiempo real.

9. RECOMENDACIONES

A continuación se presentan las recomendaciones y sugerencias hechas al gerente de marca Hyundai - Cinascar para continuar con la mejora del proceso:

- Capacitación de los operarios del taller en el uso de herramientas informáticas, con el fin de realizar la toma de tiempos de las operaciones utilizando el DMS de la empresa.
- Implementar un programa de voz de cliente en el taller, que permita medir la satisfacción del cliente, con el fin de identificar debilidades y mejorar el servicio ofrecido.
- Realizar y cumplir con un plan de mantenimiento de los equipos del taller, evitando paros no programados de las máquinas y disminuyendo costos en los arreglos de los equipos.
- Revisar los acuerdos actuales con las aseguradoras, con el fin de disminuir la permanencia de vehículos declarados como pérdida total dentro del taller, esto debido a que actualmente pueden durar hasta tres meses ocupando espacio necesario para las operaciones de la empresa.
- Establecer un control y una política con los proveedores de repuestos, con el objetivo de disminuir los tiempos de suministro de estos al taller.

BIBLIOGRAFÍA


- ARBURG, Eficiencia en la producción: pensando globalmente, reduciendo los costes por unidad. Alemania 2016. [Citado el 21 de agosto de 2016]. Disponible en <https://www.arburg.com/fileadmin/redaktion/mediathek/prospekte/arburg_production_efficiency_680244_es.pdf>.
- BARBIER, P. El progreso técnico y la organización del trabajo. 1ra ed. Francia, Taurus, 1960. 654p.
- CENTRAL MOTOR LTDA. Página de inicio en: Página oficial Central Motor, [en línea], disponible en: <<http://www.centralmotor.com.co/secciones-22-s/historia-de-central-motor.htm>> [citado el 20 de julio de 2016]
- CHASE, Richard B., Nicholas J. Aquilano & F. Robert Jacobs. “Administración de. Producción y Operaciones”. 12 ed. México: Mc Graw Hill, 2009
- GONZALEZ, Juan Carlos. Gestión y logística del mantenimiento en Automoción. 2a ed. España. Club Universitario.2009
- HARREL, Bateman and Gogg, Mott, System Improvement Using Simulation, 2 ed. Estados unidos. JMI consulting group, 1992, p.2.
- Las ventas del comercio aumentaron 4,3% en febrero. EN: Revista Portafolio: [14, abr, 2015], disponible en: <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/ventas-comercio-aumentaron-febrero-33666>.

- MONTGOMERY, Douglas, "Probabilidad y Estadística Aplicada a la Ingeniería". 1 ed. México: McGraw Hill, 1996. 800 p.
- MUNDEL, Marvin E. Estudio de tiempos y Movimientos. 1 ed. México. Ed.CECSCA.1984
- MURILLO VALDEZ, José y LOPEZ GARCIA, Ismael. Valoración de daños en Automóviles. EN: Cesvi México. Diciembre, 2010. no. 27, 90 P.
- NIEBEL, Benjamin W. FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo. 12a ed. México: Mc Graw Hill, 2009
- ORTIZ PIMIENTO, Néstor Raúl. Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa. Bucaramanga: UIS, 1999.
- PALACIOS, L. C. Ingeniería de Métodos. 2 ed. Bogotá: Ecoe Ediciones. 2009, p. 59.
- PROMODEL, User's guide. Promodel Corporation. United States of AMÉRICA 1997.
- ROGER G. Schroeder. Administración de operaciones, 3 ed. México: McGraw Hill, 2009. P. 533
- RIGGS, James L. Sistemas de producción, planeación, análisis y control. 3. ed. México. Limusa, 2005 p. 346.


- ROMAGNOLI, Sergio. Herramientas de gestión: Diagnóstico empresarial. EN: Instituto nacional de tecnología [en línea]. N°52 DE 2007.[citado el 13 de julio de 2016]Disponible en: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/210502.pdf>

ANEXOS

Anexo A. Formato de verificación entre procesos.

		FORMATO DE VERIFICACIÓN ENTRE PROCESOS		Código:
				Revisión: 01
Cliente:		DEYMER ALBERTO MENDOZA FLOREZ		Fecha: 15/03/2016
Vehículo:		FORD FIESTA		Página: 1 De: 1
Modelo:	2015	Kilometraje	12665	Fecha: JULIO - 21 -2016
				37064
Fecha de Autorización:		Fecha de Pedido de Repuestos:		PLACA IRN457
		Fecha de llegada de Repuestos:		
CONTROL DE CALIDAD CARROCERIA			CONTROL DE CALIDAD MECANICA	
Fecha de inicio:			Fecha de inicio:	
Técnico:			Técnico:	
OBSERVACIONES			OBSERVACIONES	
Fecha de entrega			Fecha de entrega	
Tiempo autorizado:		Tiempo Real:	Tiempo autorizado:	Tiempo Real:
CONTROL DE CALIDAD ALISTAMIENTO			CONTROL DE CALIDAD PINTURA	
Fecha de inicio:			Fecha de inicio:	
Técnico:			Técnico:	
OBSERVACIONES			OBSERVACIONES	
Fecha de entrega			Fecha de entrega	
Tiempo autorizado:		Tiempo Real:	Tiempo autorizado:	Tiempo Real:
_____ Firma de control de calidad / Jefe de Area				

Anexo C. Ejemplo SIPO (Sistema Integral de peritaje on-line).



LA EQUIDAD		SIPO - CESVI COLOMBIA	
Usuario	SARDILAEQUI	Consecutivo (Clave)	519054
Nombre	EICOPARTAJERDIAEINDZ	Fecha Siniestro	26/11/2016
Empresa	LA EQUIDAD SEGUROS O.C.	Fecha Reg	02/12/2016 8 01 20 AM
Ciudad	BUCARAMANGA	Nro Siniestro	FP370
Analista	JFR	Cliente	CENAVILAMARJO.GE/CFBIJES
Nro. Cierros	0	Nro. Modificaciones	1

Vehículo Original		Bicapa Sólido		Denuncia Adicional	
Marca	Hyundai	Acabado	NEGRO	v/ Estimado Pesado	
Línea	i25	Color	R J14		
Version	4P 1.6 Mec.	Placa	Particular		
VIN	JM1C41G4GJ97J050	Servicio	0	Amparo	PPD
Modelo	2016	Kilometraje			

Nombre del Taller: **CENTRAL MOTORS LTDA** Valor hora Carrocería **33,000** Valor hora Pintura **33,000**

Observaciones Generales
 EL TALLER NO SE COMPROMETE A REPARAR EL PARAGOLPES DELANTERO POR LAS ONDULACIONES QUE PRESENTA, EL GUARDAFANGO NO SE REPARA YA QUE LA DEFORMACION SUFRIDA ES DONDE HACE EL CUADRE DE LINEA CON EL PARAGO

I. SUSTITUCION - DESMONTAJE / MONTAJE (Carrocería y Mecánica)

Item	Descripción	Cant.	Unid.	Valor	Item	Descripción	Cant.	Unid.	Valor
S	OTROS CARROCERIA - CLIP COMPLEMENTO	3	0		S	GUARDAFANGO IZQUIERDO	1	0	
S	ESPEJO				S	LUZ ANTIHIEBLA DELANTERA IZQUIERDA	1	0	
S	BROCHES PARAGOLPES DELANTERO	10	0		S	PARAGOLPES DELANTERO	1	0	
S	FAROLA IZQUIERDA	1	0						

Observaciones

II. REPARACIÓN CARROCERÍA

Item	Descripción	Cant.	Unid.	Valor
	CAPO	L2	0.68	0.78

Observaciones

III. PINTURA

Item	Nombre de la obra	Nivel daño	P	Pint. Por.	Cant.
M	Capo	Daño Leve	100		0
M	Guardafango Izquierdo	Pieza Nueva	100		0
P	Paragolpes delantero	1 - Pieza Nueva No Imprimada		N	0

Observaciones

IV. OTRAS OPERACIONES

Descripción	Horas	Costo	Valor	Taller	Costo
BROCHES PARAGOLPES DELANTERO	0.00	0	0		0
OTROS CARROCERIA - CLIP COMPLEMENTO ESPEJO	0.00	0	0		0

Observaciones

V. RESUMEN VALORACIÓN

	Sustitución Carrocería	Sustitución Mecánica	Reparación Carrocería
Tiempo en horas	7.14	0.00	0.78
Valor en pesos	70,655		25,745
TOTAL SUSTITUCION CARROCERÍA Y MECÁNICA			96,400

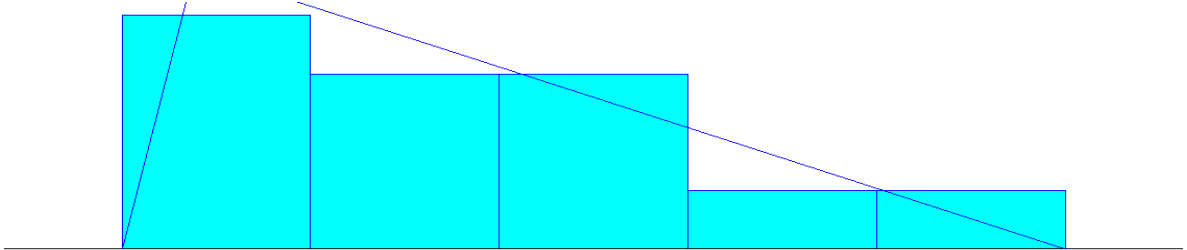
Baremo de Pintura	Piezas Metálicas	Piezas Plásticas	Piezas Interiores	TOTAL BAREMO PINTURA
Tiempo en horas	4.02	1.52	0.00	5.54
Tiempo en \$	132,660	50,160		182,820
Materiales	89,754	146,126		235,880
Valor	222,414	196,286		418,700

Otras Operaciones	Carrocería	Electromecánica	Pintura	TOTAL OTRAS OPERAC.
En el Taller				
IOF				
Insumos				
Total Otras Operaciones				

TOTAL VALORACIÓN (ANTES DE IVA)	515,100.00
REPUESTOS	2,576,110.00
IVA (16%)	494,594.00
TOTAL VALORACION (DESPUES DE IVA)	3,585,804.00
MENOS DEDUCIBLE	689,450
TOTAL TALLER	2,896,354
TODO COSTO REPUESTOS	
TODO COSTO MANO DE OBRA	

Anexo D. Grafico distribuciones golpe fuerte.

- Alistamiento – Fuerte



Distribución: Triangular

Expresión: $\text{TRIA}(3.83e-312, 3.83e-312, 3.83e-312)$

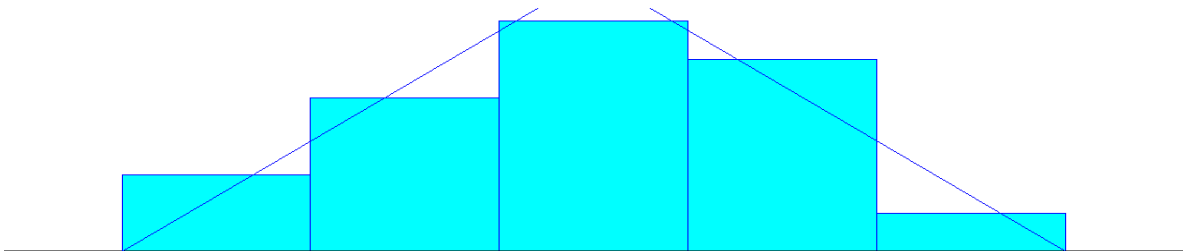
Square Error: 0.008426

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.151

Corresponding p-value > 0.15

- Armado - Fuerte



Distribución: Triangular

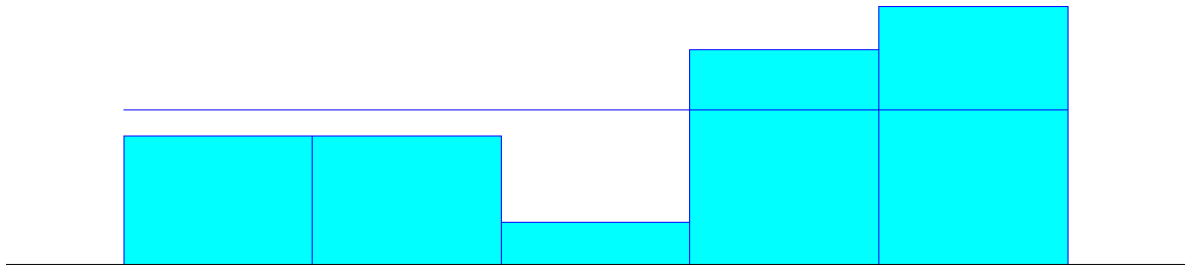
Expresión: $\text{TRIA}(4.64e-312, 4.64e-312, 4.64e-312)$

Square Error: 0.004020

Kolmogorov-Smirnov Test

Corresponding p-value > 0.15

- Conformación Lámina – Fuerte



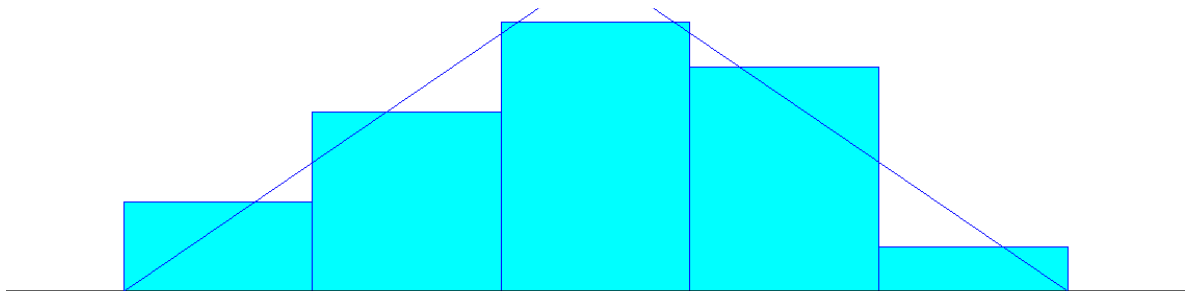
Distribución: Uniforme

Expresión: UNIF (3.75e-312, 3.75e-312)

Square Error: 0.046914

Corresponding p-value = 0.121

- Desarme – Fuerte



Distribución: Triangular

Expresión: TRIA (3.75e-312, 3.75e-312, 3.75e-312)

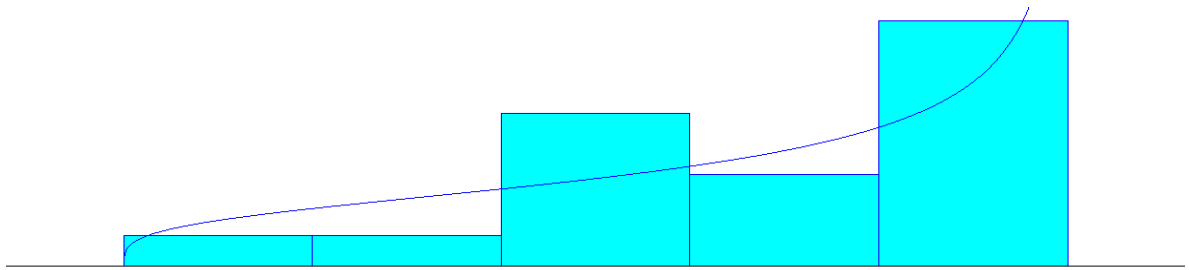
Square Error: 0.004020

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.167

Corresponding p-value > 0.15

- Medición y estiraje – Fuerte



Distribución: Beta

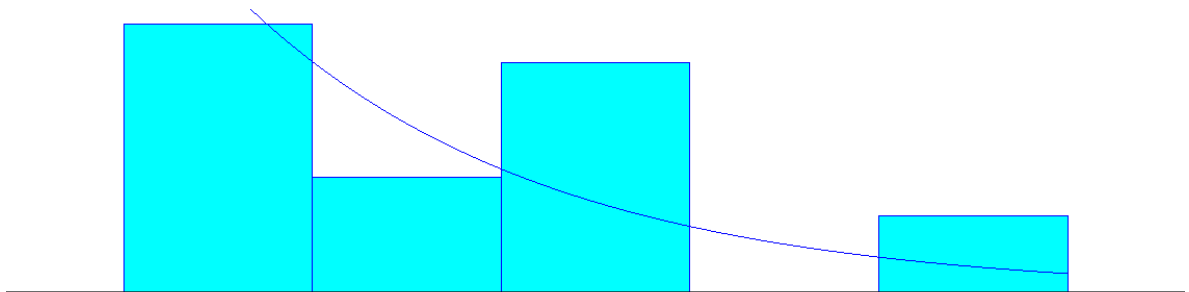
Expresión: $200 + 190 * \text{BETA}(3.75e-312, 3.75e-312)$

Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.144

Corresponding p-value > 0.15

- Pintura – Fuerte



Distribución: Exponential

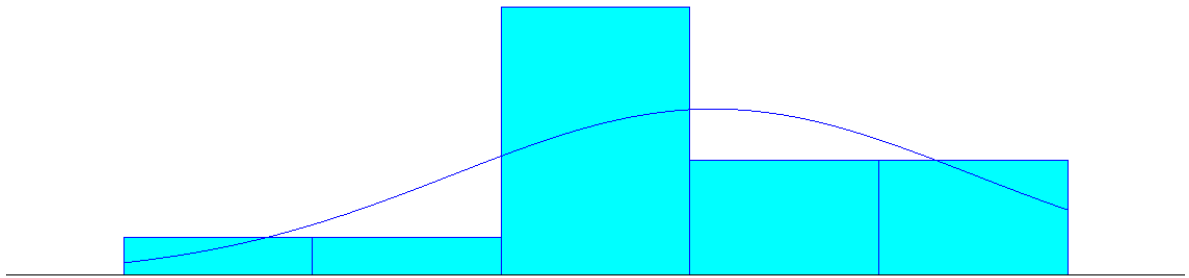
Expresión: $60 + \text{EXPO}(3.75e-312)$

Square Error: 0.063109

Kolmogorov-Smirnov Test

Corresponding p-value > 0.15

- Sustitución parcial – fuerte



Distribución: Normal

Expresión: NORM (3.75e-312, 3.75e-312)

Square Error: 0.056376

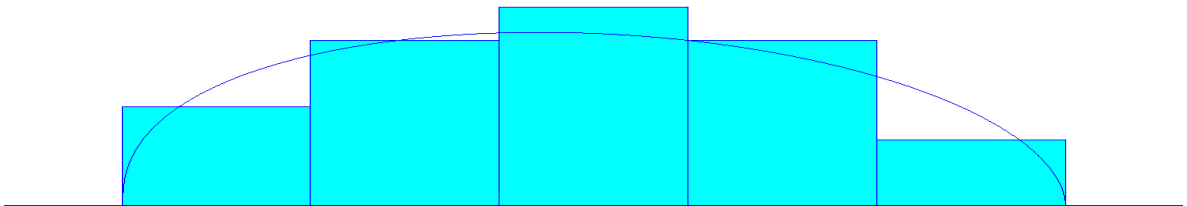
Kolmogorov-Smirnov Test

Test Statistic = 0.141

Corresponding p-value > 0.15

Anexo E. Grafico distribuciones golpe medio.

- Alistamiento – Medio



Distribución: Beta

Expresión: $540 + 810 * \text{BETA}(3.9\text{e-}312, 3.9\text{e-}312)$

Square Error: 0.003289

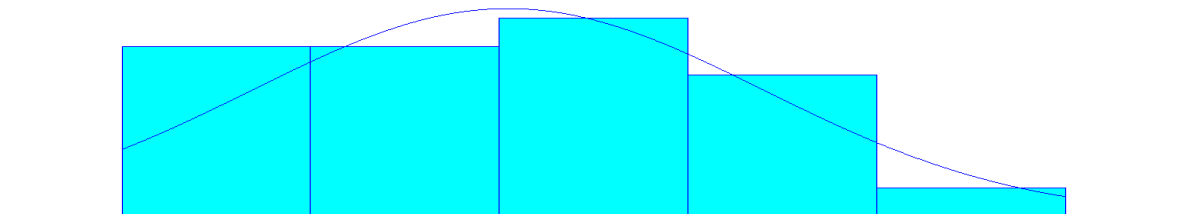
Chi Square Test

Number of intervals = 3

Degrees of freedom = 0

Corresponding p-value < 0.005

- Armado – Medio



Distribución: Normal

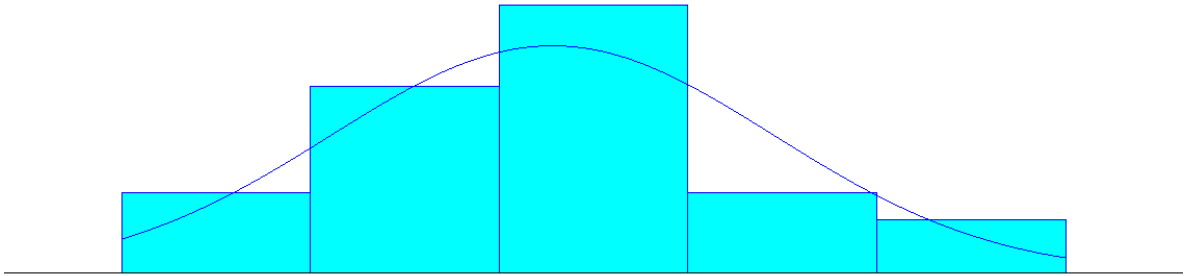
Expresión: $\text{NORM}(2.67\text{e-}312, 2.67\text{e-}312)$

Square Error: 0.009562

Chi Square Test

Corresponding p-value < 0.005

- Conformación lámina – Medio



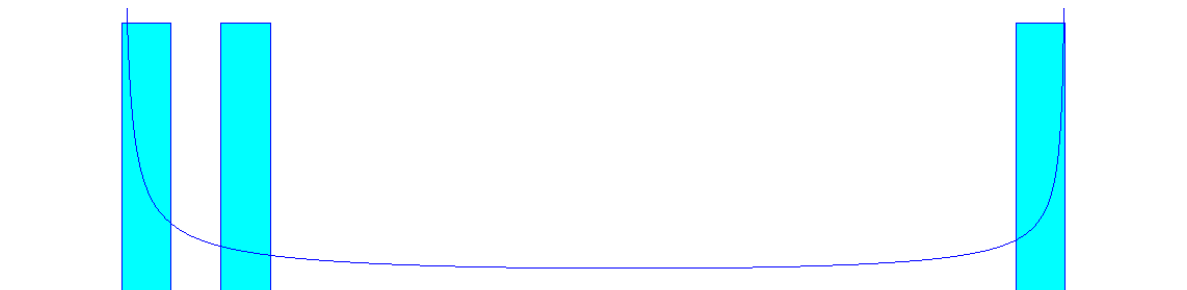
Distribución: Normal

Expresión: $NORM(3.75e-312, 3.75e-312)$

Square Error: 0.012401

Corresponding p-value < 0.005

- Desarme – Medio



Distribución: Beta

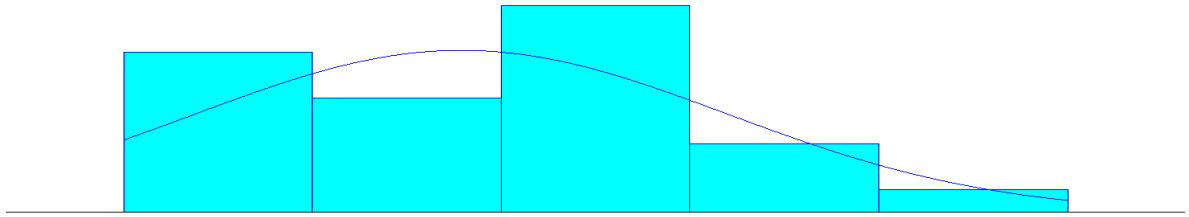
Expresión: $110 + 19 * BETA(3.75e-312, 3.75e-312)$

Square Error: 0.148058

Sample Mean = 117

Sample Std Dev = 9.87

- Medición y estiraje – Medio



Distribución: Normal

Expresión: NORM (3.75e-312, 3.75e-312)

Square Error: 0.027519

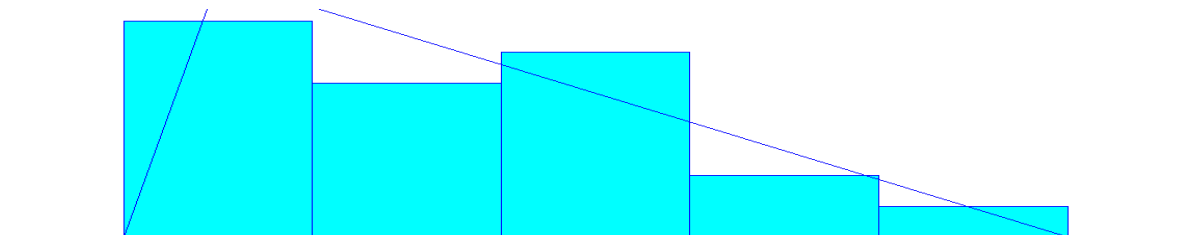
Chi Square Test

Number of intervals = 2

Degrees of freedom = -1

Corresponding p-value < 0.005

- Sustitución parcial – Medio



Distribución: Triangular

Expresión: TRIA (3.75e-312, 3.75e-312, 3.75e-312)

Square Error: 0.012799

Chi Square Test

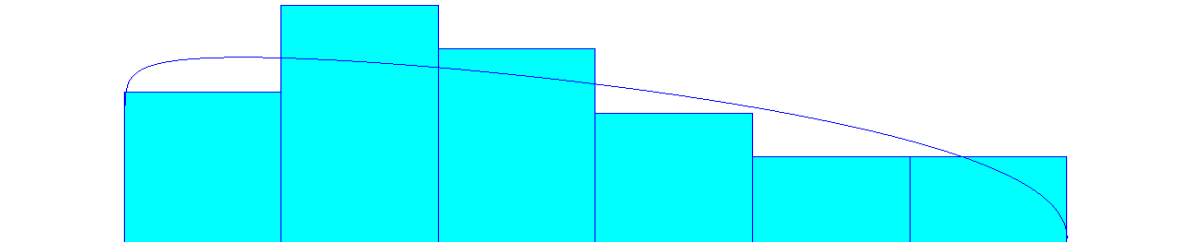
Number of intervals = 3

Degrees of freedom = 1

Corresponding p-value = 0.463

Anexo F. Grafico distribuciones golpe leve.

- Alistamiento - Leve



Distribución: Beta

Expresión: $120 + 390 * \text{BETA}(4.87\text{e-}312, 4.87\text{e-}312)$

Square Error: 0.008289

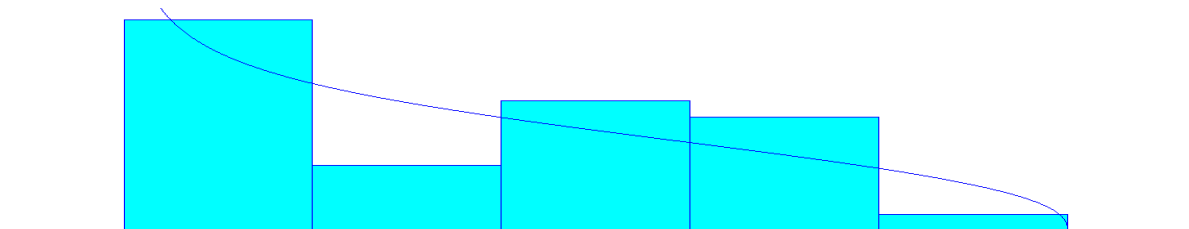
Chi Square Test

Number of intervals = 5

Degrees of freedom = 2

Corresponding p-value = 0.412

- Armado – Leve



Distribución: Beta

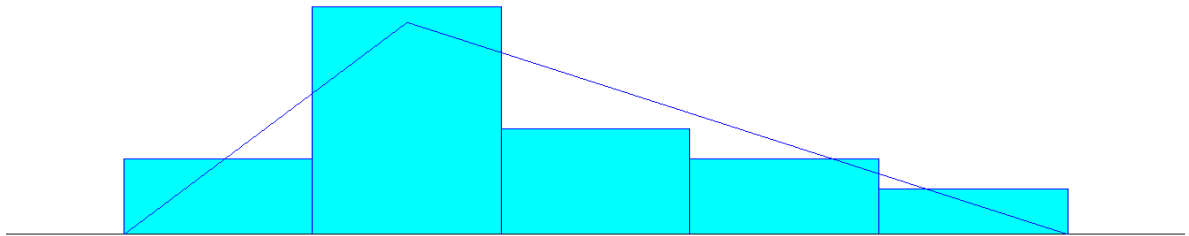
Expresión: $45 + 105 * \text{BETA}(2.07\text{e-}312, 2.07\text{e-}312)$

Square Error: 0.025240

Chi Square Test

Corresponding p-value = 0.113

- Conformación lamina – Leve



Distribución: Triangular

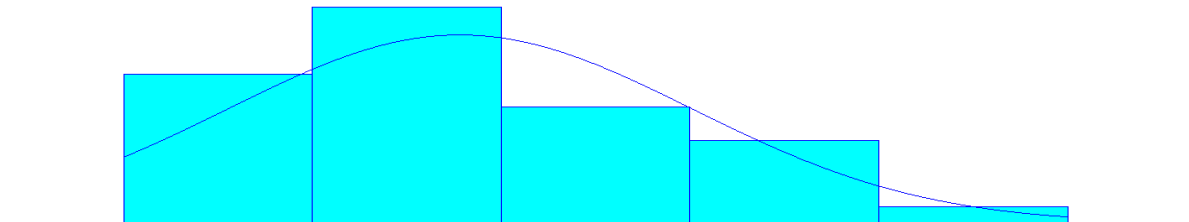
Expresión: TRIA (3.75e-312, 3.75e-312, 3.75e-312)

Square Error: 0.014875

Chi Square Test

Corresponding p-value = 0.22

- Desarme – Leve



Distribución: Normal

Expresión: NORM (3.75e-312, 3.75e-312)

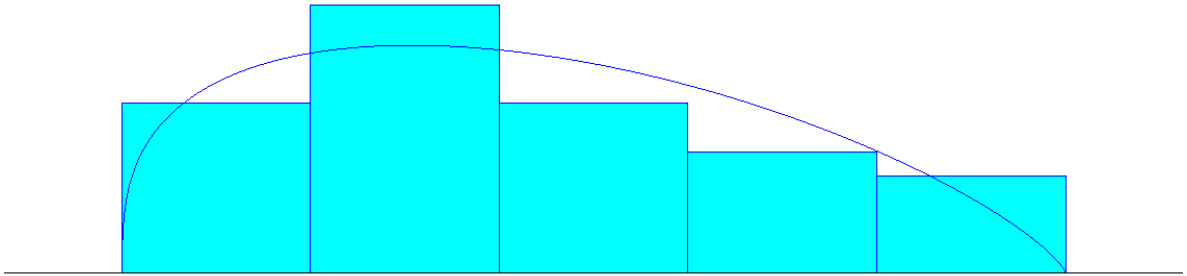
Square Error: 0.013653

Chi Square Test

Test Statistic = 1.98

Corresponding p-value = 0.179

- Medición y estiraje – Leve



Distribución: Beta

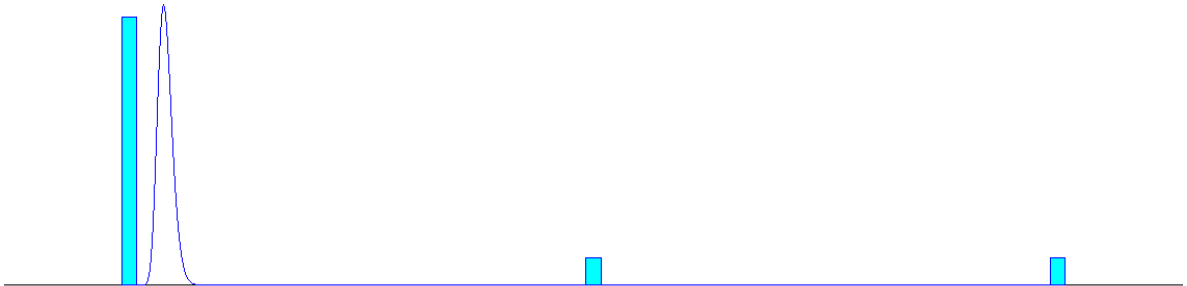
Expresión: $60 + 180 * \text{BETA} (3.75e-312, 3.75e-312)$

Square Error: 0.007604

Chi Square Test

Corresponding p-value = 0.352

- Pintura – Leve

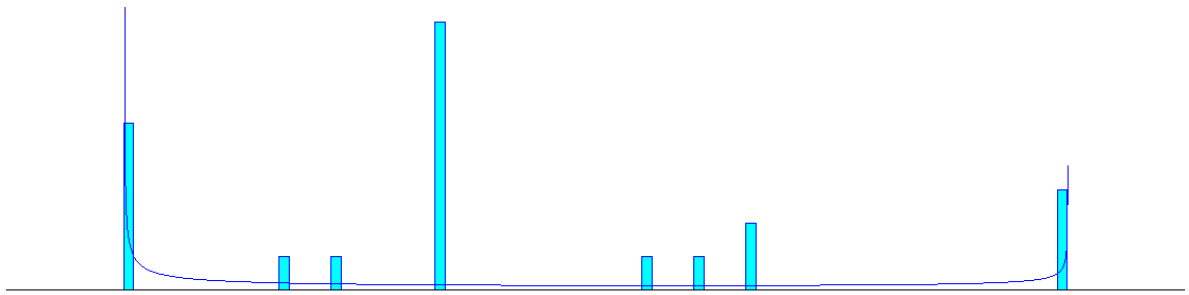


Distribución: Log normal

Expresión: $59.5 + \text{LOGN} (3.75e-312, 3.75e-312)$

Square Error: 0.177512

- Sustitución parcial – Leve



Distribución: Beta

Expresión: $59.5 + 91 * \text{BETA}(3.75e-312, 3.75e-312)$

Square Error: 0.175558

Chi Square Test

Number of intervals = 4

Degrees of freedom = 1


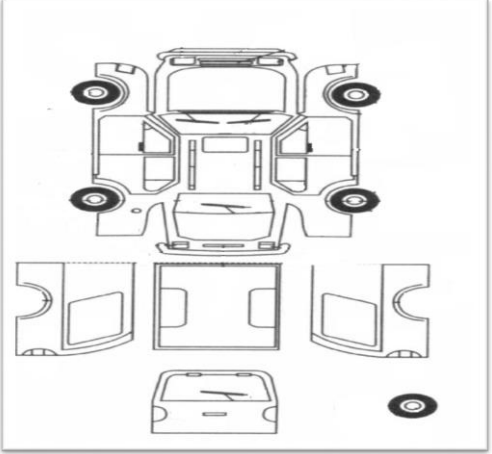
Test Statistic = 11.6

Corresponding p-value < 0.005

Anexo G. Muestra de formato de verificación entre procesos.

CENTRAL MOTOR GRUPO AUTOMOTRIZ		FORMATO DE VERIFICACIÓN ENTRE PROCESOS		Código:	
Cliente:		CENTRAL MOTOR LTDA		Revisión: 01	
Vehículo:		HYUNDAI ATOS TAXI		Fecha: 15/03/2016	
Modelo:		200		Página: 1 De: 1	
		Kilometraje 117394		Fecha: AGOS - 24 - 2016	
Fecha de Autorización:				37354	
				PLACA TAR295	
		Fecha de Pedido de Repuestos:			
		Fecha de llegada de Repuestos:			
CONTROL DE CALIDAD CARROCERIA			CONTROL DE CALIDAD MECANICA		
Fecha de inicio: 05 SEP 16			Fecha de inicio:		
Tecnico: Facilio			Tecnico:		
OBSERVACIONES			OBSERVACIONES		
<p>Se inicia proceso de laminado se para por repuestos se reinicia el 12-09-16 se procede a estirar se paró por mecánica se terminó el 30-SEP-16 a las 4pm se procede a armado el 04-10-16 se terminó total el 10-10-16 a las 10am.</p>					
Fecha de entrega:			Fecha de entrega:		
Tiempo autorizado:		Tiempo Real:	Tiempo autorizado:		Tiempo Real:
CONTROL DE CALIDAD ALISTAMIENTO			CONTROL DE CALIDAD PINTURA		
Fecha de inicio: 28/2016			Fecha de inicio: 01-10-2016		
Tecnico: Henry Solórzano H			Tecnico: Edgar Florencio Pinco		
OBSERVACIONES			OBSERVACIONES		
<p>SEP 10:05 AM A 12 AM 12:20 PM A 6:15 PM 29 SEP 7:00 AM A 12:00 AM 12:20 PM A 1:30 PM 6:00 PM 30 SEP 3:00 PM A 5:45 PM 1 OCT 7:20 AM A 11:00 AM 5 OCT 11:00 AM A 12:00 AM 1:35 PM A 3:00 PM</p>			<p>6:00pm Pintura hab 70</p> <p>Edgar Florencio Pinco</p>		
Fecha de entrega:			Fecha de entrega:		
Tiempo autorizado:		Tiempo Real:	Tiempo autorizado:		Tiempo Real:
Firma de control de calidad / Jefe de Area					

Anexo H. Formato de verificación entre procesos.

		FORMATO DE VERIFICACIÓN ENTRE PROCESOS COLISIÓN			Código: - Revisión: 01 Fecha: - Página: 1 De: 1																																																																																																																																																																																						
No. Siniestro		Aseguradora:			Fecha:																																																																																																																																																																																						
Cliente:					OT:																																																																																																																																																																																						
Vehículo:		Kilometraje			Placa:																																																																																																																																																																																						
1. SE CUMPLIÓ LA FECHA DE ENTREGA?		SI	NO	MOTIVO:																																																																																																																																																																																							
1.1. Se realizaron los trabajos solicitados por el cliente?		SI	No																																																																																																																																																																																								
1.2. Se dejó algún trabajo pendiente		SI	No																																																																																																																																																																																								
Cuales?																																																																																																																																																																																											
Porque																																																																																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;">2. CALIDAD - CARROCERÍA</th> <th style="width: 5%;">OK</th> <th style="width: 5%;">NOK</th> <th style="width: 10%;">N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td colspan="4">LATONERÍA</td></tr> <tr><td>2.1. Ajuste - Reglaje puertas</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.2. Ajuste - Reglaje capot, motor, tapa baúl</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.3. Ajuste - Reglaje tapa baúl</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.4. Ajuste - Reglaje parachoque delantero</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.5. Ajuste - Reglaje parachoque trasero</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.6. Cables de los sistemas conectados</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2.7. Puntos de resistencia</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">3. ELECTRICIDAD</td></tr> <tr><td>3.1. Regulación de las lámparas</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.2. Funcionamiento luces delanteras</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.3. Funcionamiento luces traseras</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.4. Funcionamiento alarma</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.5. Funcionamiento pito</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.6. Funcionamiento bloqueo control</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.7. Funcionamiento A/A y calefacción</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.8. Funcionamiento elevavidrios</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.9. Funcionamiento radio</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.10. Funcionamiento parlantes</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3.11. Funcionamiento limpiabrisas</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="4">6. CALIDAD - PINTURA</td></tr> <tr><td>6.1. Aspecto</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.2. Aplicación</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.3. Color (Homogeneidad en el conjunto)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.4. Chorreados</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.5. Rayones</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.6. Tono de la pintura</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.7. Restos de pintura sobre elementos</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6.8. Restos de pintura en el habitáculo</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="4" style="text-align: center;">7. OTROS</td></tr> <tr><td>7.1. Resultado de la alineación</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7.2. Señalización y tablero</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7.3. Reglaje de los instrumentos de a bordo</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7.4. Compartimiento del motor</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7.5. Presencia de copas y boceles</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7.6. Rueda de repuesto</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7.7. Niveles</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7.8. Estado</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7.9. Residuos polvillo o materiales del proceso de alistamiento</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		2. CALIDAD - CARROCERÍA	OK	NOK	N/A	LATONERÍA				2.1. Ajuste - Reglaje puertas				2.2. Ajuste - Reglaje capot, motor, tapa baúl				2.3. Ajuste - Reglaje tapa baúl				2.4. Ajuste - Reglaje parachoque delantero				2.5. Ajuste - Reglaje parachoque trasero				2.6. Cables de los sistemas conectados				2.7. Puntos de resistencia				3. ELECTRICIDAD				3.1. Regulación de las lámparas				3.2. Funcionamiento luces delanteras				3.3. Funcionamiento luces traseras				3.4. Funcionamiento alarma				3.5. Funcionamiento pito				3.6. Funcionamiento bloqueo control				3.7. Funcionamiento A/A y calefacción				3.8. Funcionamiento elevavidrios				3.9. Funcionamiento radio				3.10. Funcionamiento parlantes				3.11. Funcionamiento limpiabrisas				6. CALIDAD - PINTURA				6.1. Aspecto				6.2. Aplicación				6.3. Color (Homogeneidad en el conjunto)				6.4. Chorreados				6.5. Rayones				6.6. Tono de la pintura				6.7. Restos de pintura sobre elementos				6.8. Restos de pintura en el habitáculo				7. OTROS				7.1. Resultado de la alineación				7.2. Señalización y tablero				7.3. Reglaje de los instrumentos de a bordo				7.4. Compartimiento del motor				7.5. Presencia de copas y boceles				7.6. Rueda de repuesto				7.7. Niveles				7.8. Estado				7.9. Residuos polvillo o materiales del proceso de alistamiento				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">4. ALISTAMIENTO</th> <th style="width: 10%;">No</th> <th style="width: 10%;">Si</th> <th style="width: 10%;">N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>4.1. Superficie porosa?</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.2. Superficie contaminada?</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.3. Se aplico masilla?</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.4. Exceso de material ?</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4.5. Estado final de la lamina es correcto?</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		4. ALISTAMIENTO	No	Si	N/A	4.1. Superficie porosa?				4.2. Superficie contaminada?				4.3. Se aplico masilla?				4.4. Exceso de material ?				4.5. Estado final de la lamina es correcto?			
2. CALIDAD - CARROCERÍA	OK	NOK	N/A																																																																																																																																																																																								
LATONERÍA																																																																																																																																																																																											
2.1. Ajuste - Reglaje puertas																																																																																																																																																																																											
2.2. Ajuste - Reglaje capot, motor, tapa baúl																																																																																																																																																																																											
2.3. Ajuste - Reglaje tapa baúl																																																																																																																																																																																											
2.4. Ajuste - Reglaje parachoque delantero																																																																																																																																																																																											
2.5. Ajuste - Reglaje parachoque trasero																																																																																																																																																																																											
2.6. Cables de los sistemas conectados																																																																																																																																																																																											
2.7. Puntos de resistencia																																																																																																																																																																																											
3. ELECTRICIDAD																																																																																																																																																																																											
3.1. Regulación de las lámparas																																																																																																																																																																																											
3.2. Funcionamiento luces delanteras																																																																																																																																																																																											
3.3. Funcionamiento luces traseras																																																																																																																																																																																											
3.4. Funcionamiento alarma																																																																																																																																																																																											
3.5. Funcionamiento pito																																																																																																																																																																																											
3.6. Funcionamiento bloqueo control																																																																																																																																																																																											
3.7. Funcionamiento A/A y calefacción																																																																																																																																																																																											
3.8. Funcionamiento elevavidrios																																																																																																																																																																																											
3.9. Funcionamiento radio																																																																																																																																																																																											
3.10. Funcionamiento parlantes																																																																																																																																																																																											
3.11. Funcionamiento limpiabrisas																																																																																																																																																																																											
6. CALIDAD - PINTURA																																																																																																																																																																																											
6.1. Aspecto																																																																																																																																																																																											
6.2. Aplicación																																																																																																																																																																																											
6.3. Color (Homogeneidad en el conjunto)																																																																																																																																																																																											
6.4. Chorreados																																																																																																																																																																																											
6.5. Rayones																																																																																																																																																																																											
6.6. Tono de la pintura																																																																																																																																																																																											
6.7. Restos de pintura sobre elementos																																																																																																																																																																																											
6.8. Restos de pintura en el habitáculo																																																																																																																																																																																											
7. OTROS																																																																																																																																																																																											
7.1. Resultado de la alineación																																																																																																																																																																																											
7.2. Señalización y tablero																																																																																																																																																																																											
7.3. Reglaje de los instrumentos de a bordo																																																																																																																																																																																											
7.4. Compartimiento del motor																																																																																																																																																																																											
7.5. Presencia de copas y boceles																																																																																																																																																																																											
7.6. Rueda de repuesto																																																																																																																																																																																											
7.7. Niveles																																																																																																																																																																																											
7.8. Estado																																																																																																																																																																																											
7.9. Residuos polvillo o materiales del proceso de alistamiento																																																																																																																																																																																											
4. ALISTAMIENTO	No	Si	N/A																																																																																																																																																																																								
4.1. Superficie porosa?																																																																																																																																																																																											
4.2. Superficie contaminada?																																																																																																																																																																																											
4.3. Se aplico masilla?																																																																																																																																																																																											
4.4. Exceso de material ?																																																																																																																																																																																											
4.5. Estado final de la lamina es correcto?																																																																																																																																																																																											
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">5. VIDRIOS</th> <th style="width: 10%;">OK</th> <th style="width: 10%;">NOK</th> <th style="width: 10%;">N/A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5.1. Estado de vidrios</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.2. Funcionamiento de vidrios puertas</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.3. Estado empaques</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.4. Estado espejos exteriores o interiores</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5.5. Aseo y armado de cintas y vidrios</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		5. VIDRIOS	OK	NOK	N/A	5.1. Estado de vidrios				5.2. Funcionamiento de vidrios puertas				5.3. Estado empaques				5.4. Estado espejos exteriores o interiores				5.5. Aseo y armado de cintas y vidrios																																																																																																																																																																			
5. VIDRIOS	OK	NOK	N/A																																																																																																																																																																																								
5.1. Estado de vidrios																																																																																																																																																																																											
5.2. Funcionamiento de vidrios puertas																																																																																																																																																																																											
5.3. Estado empaques																																																																																																																																																																																											
5.4. Estado espejos exteriores o interiores																																																																																																																																																																																											
5.5. Aseo y armado de cintas y vidrios																																																																																																																																																																																											
REPROCESO		<input type="checkbox"/>	Vehículo lavado Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Vehículo listo para entrega Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>																																																																																																																																																																																								
CAUSAS																																																																																																																																																																																											
Observaciones																																																																																																																																																																																											
Operarios		Coordinadora de calidad		Jefe de taller																																																																																																																																																																																							

Anexo I. Demanda 2014

(Ver documento adjunto)

Anexo J. Prueba para desviación estándar

(Ver documento adjunto)

Anexo K. Tamaño de muestra

(Ver documento adjunto)

Anexo L. Control calidad entre procesos

(Ver documento adjunto)

Anexo M. Formato de retorno técnicos

(Ver documento adjunto)

Anexo N. Planning carga de trabajo semanal

(Ver documento adjunto)

Anexo O. Simulación servicio exprés

(Ver documento adjunto)