



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

### **TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

#### **TEMA:**

**CONTROL DE CALIDAD Y APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA  
EN UN TALLER DE LA CIUDAD DE IBARRA**

#### **AUTOR:**

**Aslalema Lara Alex Daniel**

#### **DIRECTOR:**

**MSc. Fausto Tapia**

**Ibarra, Mayo 2018**

## CERTIFICADO

### ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del plan de trabajo de grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

### CERTIFICO:

Que una vez analizado el plan de grado cuyo título es "Control de calidad y aplicación de la Metodología Six Sigma en un taller automotriz en la ciudad de Ibarra." presentado por el señor: Alex Daniel Aslalema Lara con número de cédula 0401815337, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 08 días del mes Mayo del 2018.

Atentamente



MSc. Fausto Eduardo Tapia Gudiño.  
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADO

# AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de texto completos en forma digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DE CONTACTO	
<b>CEDULA DE IDENTIDAD:</b>	0401815337
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Aslalema Lara Alex Daniel
<b>DIRECCIÓN:</b>	Pioter, 24 de Mayo y la Palma
<b>EMAIL:</b>	adaslalemal@utn.edu.ec
<b>TELEFONO MOVIL:</b>	0996430793
DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Control de calidad y aplicación de la Metodología Six Sigma en un taller Automotriz en la ciudad de Ibarra
<b>AUTORES:</b>	Alex Daniel Aslalema Lara
<b>FECHA:</b>	08 de mayo de 2018
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	PREGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA</b>	INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ
<b>ASESOR/DIRECTOR</b>	MSC. Fausto Eduardo Tapia Gudiño

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, **Alex Daniel Aslalema Lara** con cédula de identidad Nro. **0401815337**, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 143.

## 3. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin violar derechos del autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 08 días del mes de Mayo de 2018

**AUTOR**



\_\_\_\_\_  
Firma

Alex Daniel Aslalema Lara

\_\_\_\_\_  
Nombre completo

0401815337

\_\_\_\_\_  
C.C



**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR  
TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, **Alex Daniel Aslalema Lara** con cédula de identidad Nro. **0401815337**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado **Control de calidad y aplicación de la Metodología Six Sigma en un taller Automotriz en la ciudad de Ibarra**. Que ha sido desarrollado para optar por el título de: **INGENIERO EN MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ** en la Universidad Técnica del Norte quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi Condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

---

Firma

---

Alex Daniel Aslalema Lara

---

Nombre completo

---

0401815337

---

C.C

Ibarra, a los 08 días del mes de Mayo de 2018

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de grado es dedicado a mis padres, hermana y todas las personas de mi familia, quienes, con sus consejos y el apoyo brindado, han logrado guiarme por el camino correcto, con el fin de convertirme en una persona de bien.

**ALEX DANIEL ASLALEMA LARA**

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Técnica del Norte, institución que me ha brindado sólidos conocimientos para desempeñarme en el campo profesional. Así como, a todos los docentes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Automotriz, que me han brindado su sabiduría y experiencias en el transcurso del día a día.

Quiero expresar un profundo agradecimiento a mi madre Marlene Lara y a mi padre Edi Aslalema, por su constante apoyo y paciencia, quienes han sido el puntal primordial para que esto suceda.

# ÍNDICE

	<b>PÁG.</b>
<b>RESUMEN</b> .....	VIII
<b>ABSTRACT</b> .....	IX
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	1
1.1. Tema .....	1
1.2. Antecedentes .....	1
1.3. Situación actual .....	2
1.4. Prospectiva .....	5
1.5. Planteamiento del problema .....	6
1.6. Objetivos .....	7
1.6.1. Objetivo general .....	7
1.6.2. Objetivos específicos .....	7
1.7. Alcance .....	7
1.8. Justificación .....	8
1.9. Contexto .....	8
<b>CAPÍTULO II</b> .....	11
<b>2. MARCO TEORICO</b> .....	11
2.1. Metodología six sigma .....	11
2.1.1. Definición .....	11
2.1.2. Etapas del six sigma .....	12
2.1.2.1. Definir el problema .....	12
2.1.2.2. Medición .....	13
2.1.2.3. Análisis .....	13
2.1.2.4. Mejora .....	14
2.1.2.5. Control .....	14
2.1.3. Determinación del nivel Six Sigma .....	15
2.1.4. Aplicación Six Sigma en el campo automotriz .....	15
2.2. Ciclo deming .....	16
2.2.1. Definición .....	16
2.2.2. Etapas deming .....	18
2.2.2.1. Planificar .....	18
2.2.2.2. Hacer .....	19
2.2.2.3. Controlar o verificar .....	19
2.2.2.4. Actuar .....	19
2.2.3. Aplicación deming en el campo automotriz .....	19
2.3. Modelo efqm .....	20
2.3.1. Definición .....	20
2.3.2. Etapas efqm .....	20
2.3.2.1. Desarrollar el compromiso de la dirección .....	21
2.3.2.2. Comunicar el plan .....	21
2.3.2.3. Plan de autoevaluación .....	21

2.3.2.4. Selección de equipos y formación.....	21
2.3.2.5. Desarrollo de la autoevaluación.....	22
2.3.2.6. Establecer planes de acción.....	22
2.3.2.7. Implantar planes de acción.....	22
2.3.2.8. Revisión.....	23
2.3.3. Aplicación efqm en el campo automotriz .....	23
2.4. Normativas y estándares internacionales iso .....	23
2.4.1. Definición (iso 9001 -2015).....	24
2.4.2. Etapas iso (iso 9001).....	24
2.4.2.1. Información.....	24
2.4.2.2. Planificación.....	24
2.4.2.3. Desarrollo.....	25
2.4.2.4. Auditoría interna.....	25
2.4.2.5. Certificación.....	25
2.4.3. Aplicación iso en el campo automotriz.....	25
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>26</b>
<b>3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>26</b>
3.1. Descripción general del taller colisiones.....	26
3.1.1. Estructura organizacional .....	27
3.1.2. Clientes.....	27
3.1.3. Información de equipos e infraestructura existente .....	28
3.1.4. Servicios que ofrece .....	30
3.1.5. Análisis interno y externo actual .....	30
3.1.6. Diagramación de procesos y actividades. ....	31
3.2. Diagnostico de procesos .....	33
3.3. Herramientas a utilizar en el análisis de los procesos... ..	33
3.3.1. Diagrama de Pareto.....	34
3.3.2. Diagrama de causa-efecto.....	35
3.3.3. Hoja de verificación.....	35
3.3.4. Estudio de tiempos con cronómetro.....	35
3.4. Análisis de procesos actuales en el taller colisiones.....	36
3.4.1. Recepción de vehículos.....	36
3.4.2. Procesos de chapistería.....	40
3.4.3. Proceso de pintura.....	45
3.4.4. Inspección y entrega del vehículo.....	51
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>55</b>
<b>4. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
4.1. Determinación de la secuencia lógica de las actividades.....	55
4.1.1. Información general.....	55
4.1.1.1. Chapistería A.....	56
4.1.1.2. Chapistería B.....	56
4.1.1.3. Chapistería C.....	57
4.1.2. Misión y visión del taller colisiones. ....	57
4.1.2.1. Misión.....	58
4.1.2.2. Visión.....	58

4.2. Metodología six sigma.....	58
4.2.1. Implementación y seguimiento de la metodología six sigma .....	58
4.3. Elaboración de diagramas de flujo .....	59
4.3.1. Mapa de procesos .....	59
4.3.2. Definición de etapas .....	60
4.3.2.1. Recepción de vehículos.....	60
4.3.2.2. Procesos de chapistería.....	62
4.3.2.3. Proceso de pintura.....	64
4.3.2.4. Inspección y entrega del vehículo.....	66
4.3.3. Determinar un equipo de trabajo .....	68
4.3.4. Capacitación al personal .....	68
4.4. Análisis de costos y beneficio de la implementación six sigma .....	68
4.4.1. Estructura y equipamiento a implementar .....	69
4.4.2. Análisis de ingresos y egresos .....	70
4.4.3. Procesos efectuados de chapistería.....	73
4.4.4. Cálculo del valor anual neto (van) y la tasa interna de retorno (tir) .	74
4.4.5. Periodo de recuperación.....	74
4.5. Regularización de procesos .....	75
4.6. Incremento de la productividad .....	79
4.6.1. Recepción vehicular.....	79
4.6.2. Procesos de chapistería.....	82
4.6.3. Proceso de pintura.....	84
4.6.4. Inspección y entrega del vehículo.....	86
4.7. Resultados obtenidos.....	89
4.7.1. Nivel six sigma alcanzado .....	90
4.7.1.1. Determinación del nivel sigma antes de implementar.....	91
4.7.1.1. Determinación del nivel sigma después de implementar. ....	92
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>94</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	94
5.2 RECOMENDACIONES .....	95
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>96</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>99</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA NUM.	DESCRIPCIÓN	PÁG.
3. 1	Lista de equipos y herramientas.....	28
3. 1	Lista de equipos y herramientas (continuación...)	29
3. 2	Análisis FODA .....	31
3. 3	Tiempos recepción vehicular .....	36
3. 4	Medición de procesos recepción vehicular .....	37
3. 5	Frecuencia de errores de recepción.....	38
3. 6	Tiempo promedio procesos de chapistería.....	41
3. 7	Medición de los procesos de chapistería.....	42
3. 8	Frecuencia de errores proceso de chapistería.....	43
3. 9	Tiempos promedio proceso de pintura .....	46
3.10	Medición proceso de pintura .....	47
3.11	Frecuencia de errores proceso de pintura.....	48
3.12	Tiempos promedio Proceso de inspección y entrega del vehículo .....	51
3.13	Medición de la etapa de Inspección .....	52
3.14	Frecuencia de errores proceso de inspección.....	53
4. 1	Equipos y estructura a implementar .....	70
4. 2	Ingresos del taller COLISIONES .....	71
4. 3	Egresos del taller COLISIONES.....	72
4. 4	Procesos de chapistería .....	73
4. 5	Tasa interna de retorno (TIR) y valor anual neto (VAN) .....	74
4. 6	Periodo de recuperación PAY BACK .....	75
4. 7	Contraste de tiempo etapa de recepción vehicular .....	79
4. 7	Contraste de tiempo etapa de recepción vehicular (cotinuación).....	80
4. 8	Resultados obtenidos mediante Statgraphics recepción vehicular.....	80
4. 9	Contraste de tiempos procesos de chapistería .....	82
4. 10	Resultados obtenidos mediante Statgraphics procesos chapistería .....	83
4. 11	Contraste tiempos proceso de pintura.....	84
4. 11	Contraste tiempos proceso de pintura.....	85
4. 12	Resultados obtenidos de Statgraphics proceso de pintura.....	85
4. 13	Contraste de tiempos proceso de revisión (continuación) .....	86
4. 13	Contraste de tiempos proceso de revisión (continuación).....	87
4. 14	Resultados obtenidos Statgraphics revisión y entrega del vehículo .....	88
4. 15	Ingresos estimados a percibir con la mejora de Six Sigma .....	89
4. 16	Contraste de tiempo de un proceso promedio.....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA NUM.	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1. 1	Situación actual del taller.....	4
1. 2	Forma en la que se embanca una carrocería.....	5
2. 1	Representación gráfica de los niveles Six-Sigma.....	12
2. 2	Nivel de tolerancia Six Sigma.....	15
2. 3	Interrelación de las cuatro dimensiones del conocimiento profundo.....	18
2. 4	Etapas Deming.....	18
2. 5	Modelo EFQM.....	20
3. 1	Distintivo del centro COLISIONES.....	26
3. 2	Organigrama actual de COLISIONES.....	27
3. 3	Diagrama de flujo del taller COLISIONES.....	32
3. 4	Diagrama de Pareto análisis ingreso vehicular.....	39
3. 5	Diagrama causa-efecto Recepción Vehicular.....	40
3. 6	Diagrama de Pareto análisis procesos de chapistería.....	44
3. 7	Diagrama causa - efecto Procesos de Chapistería.....	45
3. 8	Diagrama de Pareto análisis Procesos de pintura.....	49
3. 9	Diagrama causa efecto Proceso de pintura.....	50
3. 10	Diagrama de Pareto etapa de Inspección.....	53
3. 11	Diagrama de causa - efecto Inspección Vehicular.....	54
4. 1	Distribución de las áreas de trabajo del Taller COLISIONES.....	57
4. 2	Mapa de procesos del Taller COLISIONES.....	59
4. 3	Diagrama de flujo recepción vehicular.....	61
4. 4	Proceso de chapistería.....	63
4. 5	Diagrama de flujo Proceso de pintura.....	65
4. 6	Diagrama de flujo Inspección y entrega del vehículo.....	67
4. 7	Ficha técnica de ingreso vehicular.....	76
4. 8	Interfaz para ingreso mensual de vehículos.....	77
4. 9	Hoja de registro vehicular mensual.....	78
4. 10	Tiempos etapa recepción vehicular.....	81
4. 11	Tiempos procesos de chapistería.....	83
4. 12	Tiempos proceso pintura.....	86
4. 13	Tiempos proceso de revisión y entrega del vehículo.....	88
4. 14	Calculo de Six Sigma antes de la aplicación de las mejoras.....	91
4. 15	Calculo de Six Sigma después de la aplicación de las mejoras.....	92

## INDICE DE ECUACIONES

<b>ECUACIÓN NUM:</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG.</b>
4.1	Defectos por millón de oportunidades (DPMO).....	90
4.2	Defectos por unidad (DPO).....	91
4.3	Desempeño del proceso (YIELD).....	91

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO NUM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PÁG</b>
1.	Organización Del Taller .....	99
2.	Propuesta De Diseño Del Taller Colisiones.....	101
3.	Manejo De Información En El Taller Colisiones .....	104
4.	Referencias Para El Desarrollo De La Investigación .....	106

## RESUMEN

Realizar procesos de calidad en el menor tiempo posible en un taller de enderezada y pintura, es algo muy difícil de conseguir. En el taller COLISIONES ubicado en la ciudad de San Gabriel, se propone mejorar los procesos mediante la implementación de la metodología Six Sigma, la cual permite disminuir el tiempo y los recursos al momento de realizar las actividades de chapistería. La metodología se encarga de determinar el problema, medirlo, analizarlo, proponer una mejora y controlar que todo funcione correctamente. Cabe mencionar que es un taller de mediana dimensión, lo cual se logró afirmar que era posible dicha implementación gracias a los resultados obtenidos, que eran muy favorables para que esto sucediera. La adquisición de maquinaria, equipos, digitalización de datos, capacitaciones del personal y de igual forma la ampliación de las instalaciones, han logrado el aumento de la eficiencia al momento de realizar los trabajos, pasando de un estimado de 44 % a un 66 % el cual es un porcentaje importante que se ha logrado gracias a la metodología. Con la propuesta del nuevo modelo se delimita de una forma ordenada las áreas de trabajo, ubicando de mejor manera las herramientas e implementos de chapistería, consiguiendo con ello disminuir el tiempo de las actividades que se realizan en las instalaciones, ayudando a la fluidez de los procesos y logrando realizar un mayor número de trabajos. Además de esto se ha producido un aumento considerable en los ingresos del taller pasando de unos 48 239,90 USD a obtener 55 948,57 USD; con un incremento de 7 708,80 USD al año, un resultado muy favorable y contribuyente al desarrollo del taller. Con esta implementación se aporta a que en el equipo de trabajo del taller, se cree una mentalidad dispuesta a enfrentarse a cambios, a permanecer en un constante ciclo de mejoramiento, proyectándose hacia el futuro y siendo una unidad productiva líder en la zona que opera en la actualidad.

## ABSTRACT

Performing quality processes in the shortest time possible in a straightening and painting workshop is very difficult to achieve. In the COLISIONES workshop located in the city of San Gabriel, it is proposed to improve the processes through the implementation of the Six Sigma methodology, which allows to reduce the time and resources when carrying out the activities of sheet metalwork. The methodology is responsible for determining the problem, measuring it, analyzing it, proposing an improvement and controlling that everything works correctly. It is worth mentioning that it is a medium dimension workshop, which was able to affirm that such implementation was possible thanks to the results obtained, which were very favorable for this to happen. The acquisition of machinery, equipment, data digitization, personnel training and, likewise, the expansion of the facilities, have achieved an increase in efficiency at the moment of carrying out the work, from an estimated 44 % to 66 % on the which is an important percentage that has been achieved thanks to the methodology. With the proposal of the new model, the work areas are defined in an orderly manner, placing better the tools and implements of sheet metalwork, thus reducing the time of the activities carried out in the facilities, helping the fluidity of the processes and achieving a greater number of jobs. In addition to this there has been a considerable increase in the income of the workshop going from about 48 239.90 USD to 55 948.57 USD; with an increase of 7 708.80 USD per year, a very favorable result and contributor to the development of the workshop. With this implementation, the work team of the workshop is created to create a mentality willing to face changes, to remain in a constant cycle of improvement, projecting towards the future and being a leading productive unit in the area that operates in the news

# CAPÍTULO I

## 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.1. TEMA

Control de calidad y aplicación de la Metodología Six Sigma en un taller Automotriz en la ciudad de Ibarra.

### 1.2. ANTECEDENTES

El contexto actual de los negocios está caracterizado por la gran competitividad del mercado; por tal motivo, la planificación de la producción y el control es un objetivo vital para las industrias manufactureras para reducir costos de producción, incrementar productividad, acortar el plazo de comercialización y mejorar la calidad de producto. (Angulo Casanova, 2010, pág. 10)

(Pérez, 2016, pág. 13) indica que en la micro empresa automotriz Tecnicentro JG de Guayaquil, se tenía problemas referente a la calidad de los servicios automotrices como alineados y balanceo, al igual que la demora en adquirir sus productos que en este caso eran los neumáticos; gracias a la metodología Six Sigma se logró establecer un control de calidad en sus servicios y disminución de tiempo al adquirir los productos.

(Reina, 2016, pág. 15) en la Escuela Politécnica Nacional se realizó un análisis acerca de la aplicación de pintura esmalte piel naranja en estructuras automotrices, las cuales presentaban irregularidades en su composición, para lo cual con la ayuda de Six Sigma se obtiene una mejora en la consistencia de esta pintura, logrando de esta manera tener una mejor aceptación en los clientes.

(Álvarez, 2017, pág. 12) da a conocer que el proceso Toyota Customer Service Workshop Management en la mecánica automotriz de la Importadora Tomebamba S.A Quito, mediante la aplicación de herramientas Kaizen se logró obtener mejor aceptación en los clientes pasando de 90,64 % a 93 % mediante la normalización

de sus actividades y reducción de costos en cada uno de los trabajos que se realizan.

(Gutiérrez, 2013, pág. 14) Toyota antes de la aplicación de la metodología del Six Sigma, notó que en sus campos de producción existían muchos factores de error, como era la irregularidad con que se procedía a efectuar en cada uno de los procesos, la falta de conciencia de sus trabajadores cuando realizaban dichos procesos, lo que dio como resultado desperdicios de materiales, tiempos exagerados al momento de realizar un proceso lo que ocasionó que la producción en cadena retardara, y con ello generara grandes pérdidas económicas.

Con las metodologías de gestión de procesos se mejora la calidad, se reducen los errores y se proporciona al cliente el producto o servicio que se ajusta a sus necesidades y expectativas. (Moreno, 2017, pág. 9)

Con respecto a lo que sucede en el taller COLISIONES, se presenta como un centro de enderezada y pintura, localizado inicialmente en dos ciudades Ibarra y San Gabriel, cabe mencionar que en la ciudad de Ibarra no se pudo lograr que el taller se mantenga operativo, visto que la competencia era mucho mayor en dicha ciudad. Gracias a esto el gerente propietario decide trasladar los equipamientos a un solo taller que en este caso fue al taller que se ubicaba en Montúfar, por lo que después de ello se consigue una estabilidad laboral, se consigue además tener mayor demanda de vehículos, se logra obtener un mayor número de clientes. Pero a pesar de que los trabajos que allí se efectuaban eran buenos, no se tenía un modelo de calidad que le permita al taller seguir creciendo, mejorando la atención al cliente y controlando de mejor manera sus finanzas.

### **1.3. SITUACIÓN ACTUAL**

Six Sigma es un método de gestión de calidad combinado con herramientas estadísticas cuyo propósito es mejorar el nivel de desempeño de un proceso mediante decisiones acertadas, logrando de esta manera que la organización comprenda las necesidades de sus clientes. (Herrera Acosta & Fontalvo Herrera, 2011, pág. 4)

La calidad del trabajo terminado es lo más importante que un cliente observa, al momento de ofrecerle un producto o servicio, en el caso de un taller mecánico el producto final es muy importante ante la vista del cliente. Six Sigma se enfoca en la mejora de la productividad y el rendimiento de los procesos y de ese resultado se obtiene el incremento en los ingresos de la organización. (Matute Chimbay, 2017, pág. 14)

Con respecto al taller COLISIONES, está tomando en cuenta el factor más importante, que es tener a un cliente satisfecho, a pesar de todo ello no han logrado tener un modelo organizacional, ya sea por desconocimiento o por el costo que esto requiere.

Se busca mejorar procesos, evitando entrar en el estudio, lo que lleva a solucionar los problemas y optimizar procesos con cambios de maquinaria o renovación de tecnología. (Rosero Flores, 2016, pág. 38)

Desde el punto de vista de los clientes, las empresas y/u organizaciones existen para proveer un producto material o inmaterial, un bien o un servicio, ya que ellos necesitan productos con características que satisfagan sus necesidades y expectativas. (Gutiérrez, Humberto, & Salazar, 2007, pág. 4)

Six Sigma no es más que estrategias de mejora continua, que una empresa puede implementar, el cual ayuda a eliminar las causas que generan errores, defectos y aplazamientos en sus procesos, limitando la productividad y calidad de un fabricante. (Bento da Silva, Miyake, Batocchio, & Agostinho, 2011, pág. 689)

En el centro de chapistería se denota algunas carencias que no le permiten desarrollar sus trabajos a su máximo nivel de producción, ejemplos como herramientas antiguas o que ya no funcionan, la necesidad de implementos de seguridad, falta de orden en los procesos, plantilla de ingreso poco entendible, espacio de trabajo reducido, trabajadores sin conocimientos organizacionales, instalaciones eléctricas peligrosas, hace que los tiempos de producción no sean lo necesariamente buenos para que un cliente no tenga queja alguna del servicio; por otra parte se suma la obtención de repuestos que crea demoras considerables en los trabajos, en especial cuando estos son provistos por parte del cliente. Como ejemplo de aquello se puede identificar que en la zona de chapistería, las personas que están desarrollando un proceso, lo realiza sin ningún implemento de seguridad, de igual manera las herramientas que cuenta para realizar este trabajo no permiten

fluidez en el proceso, en esta parte influye mucho el orden que tiene el taller el cual prácticamente no es el adecuado, creado así muchos retrasos en los procesos que se estén ejecutando.



**Figura 1. 1** Situación actual del taller

Además de lo anteriormente dicho como se puede ver en la Figura 1.1 también cabe resaltar la carencia de soportes de sujeción, como bancos de trabajo, unos elevadores que faciliten la observación inferior del vehículo, cajoneras con ruedas o cajas de herramientas para cada proceso, área de vestidores para los trabajadores con armarios, herramienta neumática que facilite la extracción de pernos del vehículo, martillos neumáticos de impacto (para retiro de soldadura, tornillos, revoque y cerámica, corte de metal).

A parte de que genera inseguridad en los procesos que se realizan, también se crea un mal aspecto del taller, lo que produce una mala imagen hacia el cliente que llegue a adquirir algún servicio, esto muchas veces crea que esta persona no retorne nuevamente al local, visto que su primera impresión no fue buena. Junto a

ellos viene dado que los comentarios negativos del local llegaran a más personas, lo cual afectaría considerablemente, para que estos inconvenientes no se den hay que ver las manera de controlar estas circunstancias.



**Figura 1. 2** Forma en la que se embanca una carrocería.

Como se puede observar en la Figura 1.2 la manera en la que se colocan las carrocerías no permite tener la seguridad que un trabajador necesita para realizar su labor, por lo que esta forma empírica de hacer estas operaciones deben ser eliminadas y tratadas de mejor manera.

#### **1.4. PROSPECTIVA**

La investigación se limita al desarrollo de un modelo organizacional que apoya al proceso de proyectos de logística del Centro de Enderezada y Pintura COLISIONES, basándose en los principios y herramientas de Six Sigma. Será un estudio teórico orientado al campo automotriz, iniciando esto de una estructura previamente ya establecida, esto se dará mediante la realización de un análisis en el taller COLISIONES, el que permita establecer cuáles son los inconvenientes al momento de realizar un proceso de chapistería, para posteriormente dar soluciones inmediatas. La parte teórica del caso de estudio corresponde prácticamente a la

toma de información en el taller COLISIONES de la ciudad de San Gabriel, donde los datos que se tomará en cuenta son respectivamente a la situación actual en las que éste se encuentra. Con esto se espera identificar cual es el mayor problema que impide la realización de los procesos dentro de este centro, para posteriormente desarrollar un plan de control, que permita intervenir en dicho problema y de esta manera prácticamente ser eliminado.

### **1.5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En la actualidad el Centro de Enderezada y Pintura COLISIONES, está teniendo una etapa de cambio generacional, por lo que el excesivo producto error crea perdida de dinero, tiempo y lo más importante que no puede pasar en un taller automotriz es tener clientes insatisfechos, esto se ha dado por no poseer sistemas organizacionales, que permitan concientizar el costo que implica proporcionar un trabajo mal hecho, en un tiempo no programado y con un producto final de mala calidad. El no tener un sistema ordenado de trabajo, es algo que crea una incomodidad a sus trabajadores, de igual forma la mala apariencia visual que causa a quienes acuden a este centro, es algo que no debería pasar, pero lamentable es como se ha desarrollado esto en nuestro entorno. Esto se produce posiblemente por falta de iniciativa de quien o quienes dirigen el taller COLISIONES, los cuales no se han permitido acondicionar sus áreas de trabajo adecuadamente, al igual que establecer ciertas normas en sus trabajadores y que estos tomen conciencia de la manera que están actuando, lo que si esto no es controlado el problema continuará. Además la falta de herramientas tecnificadas, hace que los trabajadores tomen más tiempo en realizar un trabajo, junto con ello es evidente la falta de espacio que se tiene debido a la gran demanda del servicio de chapistería, esto ha producido que las áreas de trabajo no estén delimitadas correctamente. Por lo que la movilidad tanto de personal, herramientas y vehículos requiere de mayor esfuerzo y con ello se suma la poca organización que existe en el taller que no permite que se cree demoras, al momento de encontrar el material de trabajo, o colocación de un vehículo en una nueva área del taller, como por ejemplo al momento de trasladar, de la zona de chapistería a la de pintura.

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar un control de calidad aplicando la Metodología Six Sigma en un Taller Automotriz en la ciudad de Ibarra.

### **1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Investigar la metodología Six Sigma y su aplicación en el área automotriz.
- b) Determinar las metodologías usadas actualmente en el Centro de Enderezado y Pintura COLISIONES.
- c) Proponer la implementación de la metodología Six Sigma en el Centro de Enderezado y Pintura COLISIONES.
- d) Implementar la metodología Six Sigma en base a los resultados obtenidos en la investigación.

## **1.7. ALCANCE**

Mediante este proyecto, se investigará la metodología Six Sigma y su aplicación al Centro COLISIONES en la ciudad San Gabriel, por medio de la observación de procesos realizados en el mismo, su área de trabajo, herramientas, forma en que funciona el centro, tomando como referencia los objetivos planteados en esta investigación; se pretende crear un modelo teórico que permita a la empresa reestructurar sus instalaciones, optimizar trabajos, minimizar recursos empleados en los procesos de manufactura, reducir costos de producción, y con ello obtener clientes satisfechos. La finalidad del estudio es demostrar que la metodología Six Sigma, que anteriormente fue aplicada por grandes empresas automotrices como son Toyota, Nissan, Renault,... Pueda ser usada en un taller de enderezada del Ecuador, específicamente en el taller COLISIONES de la ciudad de San Gabriel, logrando obtener procesos de calidad y siendo referentes ante otros talleres.

## **1.8. JUSTIFICACIÓN**

El presente estudio de la aplicación de Six Sigma en el taller COLISIONES se lo realizará con la finalidad de identificar el índice de producto error, el desperdicio de materia prima, gastos excesivos y trabajos mal realizados que puedan presentarse en el proceso. Con ello se pretende demostrar que se puede eliminar estos factores, y de esta manera crear un cambio organizacional; estar en un cambio continuo que permita tener un producto de buena calidad, y que los índices de error en el proceso de manufactura sean prácticamente cero.

El control de la calidad tiene entre sus objetivos eliminar o detectar, cuanto antes, los defectos en un proceso antes de obtener el producto final. (Gracia H. R., 2015, pág. 7)

En tiempos actuales la demanda del servicio de chapistería, requiere que sea de mejor calidad, por lo que se debe tomar en cuenta los requerimientos que los clientes manifiesten. A lo que con la aplicación Six Sigma en el centro de enderezada y pintura COLISIONES será la herramienta que permita agilizar los procesos y dar un buen servicio a sus clientes.

Además se puede acotar que Six Sigma es una metodología que permite a una empresa estar en una mejora continua, la cual permite identificar las causas de los errores, defectos y retrasos en los diferentes procesos que en ésta se realicen, enfocándose en los aspectos que son más relevantes para el cliente.

Gracias a esta metodología se podrá optimizar los trabajos realizados dentro del taller, se disminuirá los tiempos de entrega de un producto, se aprovechara al máximo la materia prima, se establecerá un sistema de trabajo más ordenado, y se conseguirá tener de esta manera a todos los clientes del taller COLISIONES satisfechos con su servicio.

## **1.9. CONTEXTO**

El presente proyecto de estudio de factibilidad en aplicación del modelo Six Sigma en el Centro de Enderezada y Pintura COLISIONES, toma como referente

empresas muy importantes como es Toyota, siendo esta una de las multinacionales pioneras en establecer el modelo Six Sigma, dentro de sus campos de producción, sin duda alguna al transcurso del tiempo ha sido evidente la mejora continua que esta empresa ha venido desarrollando, a pesar de dificultades que en el pasado se le presentaron, logró ejecutar un sistema organizacional que le permitió escatimar recursos, sin dejar de producir autos de gran calidad. Otras empresas que actualmente están usando esta metodología son General Motors, Chevrolet, Nissan, Renault, las que actualmente se encuentran establecidas en Ecuador. En nuestro país estas empresas prácticamente se centran en la atención al cliente y que éste se sienta satisfecho, aunque al momento de brindar un servicio es difícil distinguir la aplicación de la metodología Six Sigma.

En Ecuador los centros de chapistería no tienen aplicado Six Sigma dentro de sus procesos, con lo que para tener una referencia muy clara de cómo funciona este modelo se tomó en cuenta la empresa de reparación automotriz SASA, perteneciente a Cuba, la que antes de aplicar Six Sigma gran parte de sus procesos de pintura retornaban a sus talleres, debido a procesos realizados con poca eficiencia, lo que dio como resultado acabados de mala calidad. Posteriormente a la aplicación del Six Sigma, era evidente los cambios que la empresa evidenciaba, sus productos habían mejorado notablemente, la materia prima era muy bien aprovechada, y de esta manera consiguió disminuir costos y de esta forma seguir manteniendo una buena clientela.

Gracias a esto se puede tener una idea clara, de los aspectos que el Six Sigma produjo en las empresas anteriormente mencionadas, y de esta manera comenzar a buscar el verdadero problema que aqueja dentro del Centro de Enderezado y Pintura COLISIONES, y durante el transcurso del estudio, se irá analizando los diferentes procesos que en el taller se realizan, con sus respectivas etapas de trabajo, para así de esta manera establecer la forma en la que se aplicará la metodología.

Six Sigma implica tomar una posición activa ante el cambio, adoptar un nuevo estado mental donde se cuestione la forma en que se han estado administrando los procesos. (Michcol, Ávila, & Loyola, 2011, pág. 269)

Es muy importante un cambio de mentalidad, de las personas que son parte del taller COLISIONES, para que las cosas que se pretenden mejorar sean más fáciles

de desarrollar, se podría decir que conseguir este cambio es lo más difícil que puede existir dentro de un centro automotriz.

El estudio demuestra que la Manufactura Delgada (Lean) usa menos de cada cosa en la planta, menos esfuerzo humano, menos inversión en inventarios de materiales y herramientas, menos espacio y menos horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto. (Gracia & Aguilar, 2015, pág. 51)

Lo que a esto compete, permite tener un presupuesto menor por parte de una empresa, para desarrollar todos sus procesos que en si anterior a esto existió más inversión, gracias a esta metodología permite tener mejores procesos, los cuales son más eficientes y logran obtener mejores beneficios, al gerente de la empresa.

La metodología, Seis Sigma representa el control métrico de los procesos otorgando soluciones, control y objetivos alcanzables de acuerdo a las entradas de parámetros primarios y secundarios. (Villegas & Traslaviña, 2015, pág. 207)

Lo mejor de esta metodología es que al momento de ser aplicada a cualquier empresa, se hace un análisis del entorno en cual se desempeña dicha empresa, para que de esta manera se pueda establecer objetivos que sean realizables, y estén de acuerdo con las metas que la ésta tiene.

Cuando la gerencia incluye como inicio de su plan estratégico los requerimientos de consumidores y la calidad de los productos competidores, entonces la calidad se convierte en estrategia de competitividad. (Orlandoni, 2012, pág. 269)

Para que una empresa pueda competir frente a sus adversarios, se necesita saber las necesidades que tienen los clientes y al igual que ofrecen las empresas que se dedican a la misma actividad, para de esta manera establecer estrategias para competir ante esto.

El modelo de negocio de una empresa no solo se centra en dar servicios, sino que además está dirigido a conseguir clientes de compañías y clientes particulares, no importando que no sean parte de la industria automotriz. (Valadez Montes, 2015, pág. 13)

Actualmente muchas empresas tienen interés en implementar sistemas de mejora continua con el fin de desarrollar sistemas de producción de óptima calidad, descentralizar las estructuras, solucionar problemas, con el fin de lograr maximizar la satisfacción del cliente y lograr mejorar su participación de mercado. (Pérez Bergher, 2016, pág. 7)

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEORICO**

#### **2.1. METODOLOGÍA SIX SIGMA**

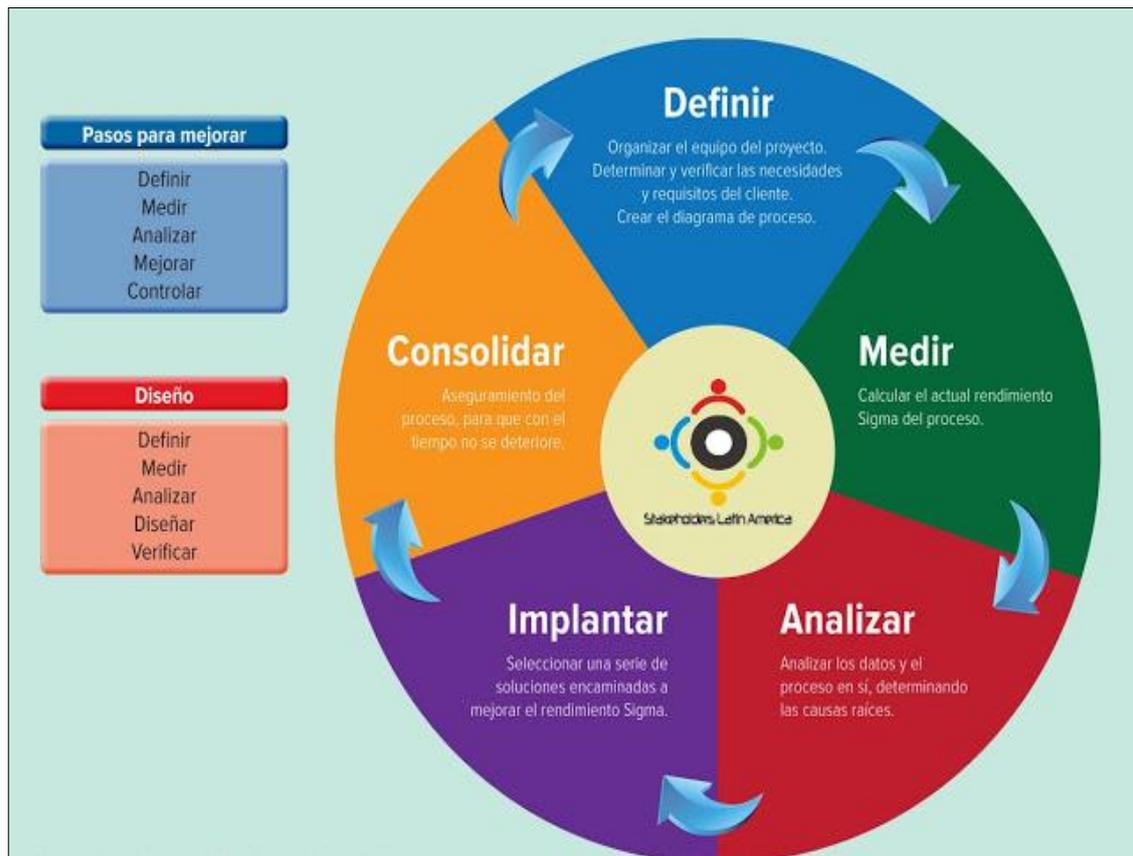
Six Sigma es una metodología estructurada que busca la excelencia en la competitividad por medio de la mejora continua de los procesos que intervienen en la producción de bienes o servicios, teniendo en cuenta todos aspectos de una empresa. (Hors, Goldberg, Pereira de Almeida, Babio junior, & Rizzo, 2012, pág. 482)

##### **2.1.1. DEFINICIÓN**

Se considera que la metodología Seis Sigma es la mejor manera para mejorar la calidad, reducir residuos ayudando a las organizaciones producir productos y servicios mejores, más rápidos y más baratos. (Pugna, Negrea, & Miclea, 2016, pág. 308)

Es una metodología que ayuda a mejorar el sistema de procesos dentro de una empresa, la cual se basa en la detección de problemas que puedan existir dentro de ella, para posteriormente estos ser reducidos o eliminados totalmente; Six Sigma puede ser aplicado tanto para empresas que ofrezcan algún servicio o creen productos, la finalidad de esta metodología es que el trabajo final, sea de agrado para el cliente.

Es importante dentro de esto destacar que Six Sigma trabaja desde los rangos más altos, hasta el más bajo; se necesita además que sus dirigentes se encuentren con disponibilidad de tiempo completo, junto a esto la importancia de brindar capacitación al personal de la empresa, para así distinguir y distribuir a los trabajadores en las áreas de trabajo correspondientes según lo establecido por la metodología, identificando los principales factores que puedan influir, los aspectos que se debe tomar en cuenta para que esto se pueda realizar, no se tiene que dejar cosas sin resolver, todo tiene que ir de la mano y así la empresa pueda funcionar de la mejor manera.



**Figura 2. 1** Representación gráfica de las etapas Six-Sigma.  
(Heidy Rodríguez, pag 12)

En la Figura 2.1 se puede observar los procedimientos que se llevan a cabo para la implementación de la metodología Six Sigma en una empresa.

## 2.1.2. ETAPAS DEL SIX SIGMA

El conocimiento de los factores y las condiciones críticas para la adopción exitosa de Six Sigma en mercado se demuestra que es relevante, dada la importancia del tema y de los beneficios que se pueden lograr en términos de reducción de residuos y el aumento de la eficiencia, la calidad de los productos y servicios y la competitividad de las empresas. (Trad & Amaru Maximiano, 2009, pág. 650)

### 2.1.2.1. Definir el problema

En esta etapa los responsables de la aplicación de la metodología Six Sigma definen el problema de calidad mediante una planeación que involucre las

expectativas y necesidades de los clientes. (Barbosa Santos & Martins, 2010, pág. 43) La definición del problema está basado en la identificación de los errores que puedan existir en una empresa que brinde servicio o realice un producto, la primera acción que se realiza es una recolección de información, mediante los testimonios de los clientes que adquieran el servicio, de igual manera las personas que trabajan en la empresa, puesto que estas personas tienen más claro las dificultades que la empresa presenta. Prácticamente estas dos informaciones tanto por parte de los clientes, como de quienes operan, irían conjuntamente entrelazadas para identificar con mayor rapidez el problema central; además de ello también se hace una recopilación de datos obtenidos mediante la observación del funcionamiento de cada uno de los procesos que tenga la empresa, con la finalidad de conseguir posibles parámetros que puedan generar un problema.

#### **2.1.2.2. Medición**

Desde el momento en que se dan cuenta de que las decisiones deben basarse en hechos y datos concretos medibles, el uso de técnicas y herramientas se convierte en esencial para la gestión. (Satolo, Adrietta, Cauchik, & Calarge, 2009, pág. 402) En esta etapa se verifica el estado actual de la empresa, la capacidad de producción que tiene, el tiempo que toma en hacer sus trabajos, los ingresos y egresos que genera, la calidad de servicios o productos que ofrece y con ello obtener el nivel de aceptación que tiene ante sus clientes, dependiendo netamente de las necesidades que estos tengan. En la carrera por optimizar los procesos productivos se han desarrollado varias herramientas metodológicas y sistemas de gestión de calidad, entre los cuales, Six Sigma tiene un lugar especial por ser uno de los más ambiciosos y a la vez efectivo. (Arango Serna, Gil Gomez, & Zapata Cortés, 2009, pág. 122)

#### **2.1.2.3. Análisis**

Antes de desarrollar la etapa de análisis y mejora es necesario asegurar que las fuentes de información y los sistemas de medición sean lo suficientemente confiables, para evitar tomar acciones erróneas que conlleven a la falta de

resultados. (Felizzola Jiménez & Luna Amaya, 2014, pág. 263) Determinado los datos actuales de la empresa, se inicia el análisis respectivo, donde se verificara la forma de realizar los procesos, las dificultades existentes dentro del área de trabajo, si las exigencias que el cliente requiere son atendidas en su totalidad. Con esto se podrá plantear objetivos que permiten mejorar los procesos, verificar si las etapas de producción tienen que ser rediseñadas, si se tiene el control sobre estas etapas y con ello identificar la manera en la que se realiza la toma de datos de dicho control, para después de haberles obtenidos estos sean traducidos y definidos en soluciones que permitan a que la empresa elimine los problemas que pueda tener dentro de sus instalaciones.

#### **2.1.2.4. Mejora**

La dirección podría utilizar la medición de los defectos en el proceso de medición como una guía para encontrar la discrepancia entre las unidades defectuosas reales del sistema y el objetivo o meta de unidades defectuosas para el sistema. (Van Dyki & Pretorius, 2014, pág. 71)

En la etapa de mejora se determina cambios o rediseños de los procesos en los cuales se haya encontrado algún problema, y con ello obtener productos o servicio de calidad con nivel Six Sigma. En esta parte también se debe determinar quiénes son los proveedores con los que se va a trabajar, los cuales han sido previamente analizados, según los resultados obtenidos se verifica si es conveniente para la empresa y es de ayuda a la mejora que se pretende implementar.

#### **2.1.2.5. Control.**

Una hoja de ruta que describe el viaje de transformación y el despliegue de Seis Sigma permitía a los individuos a alinear su propia visión y valores con los de la organización, creando un alto nivel de motivación personal y corporativa. (Keeley, Van Waveren, & Chan, 2013, pág. 167)

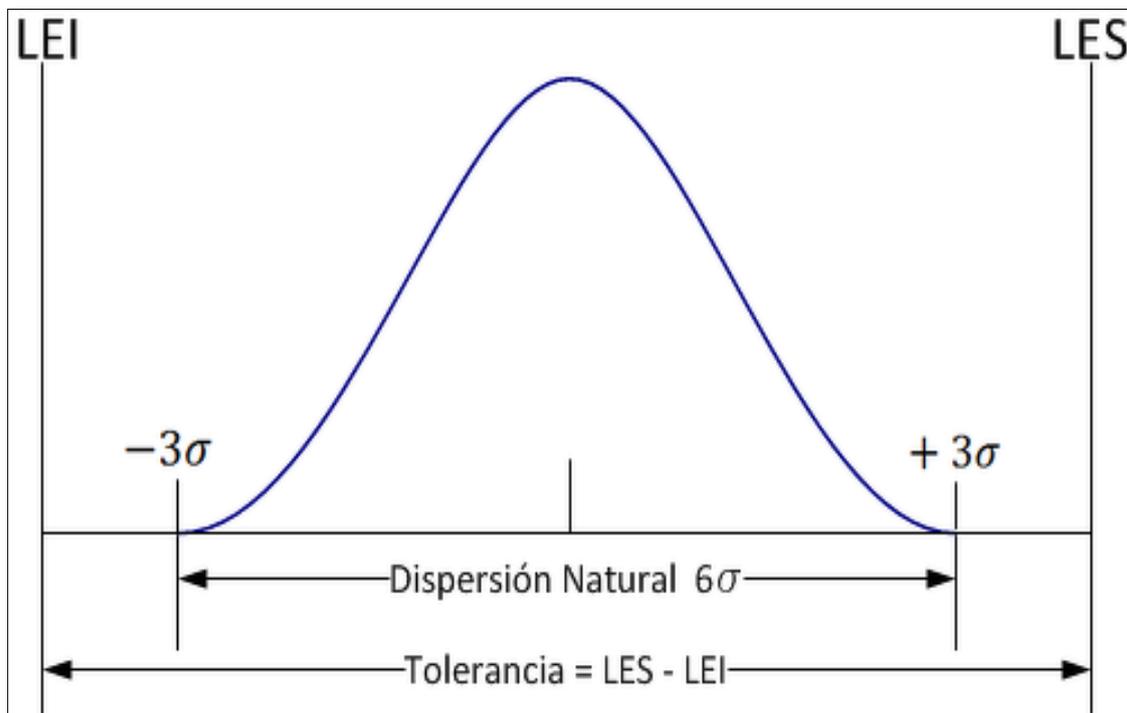
El control además debe ir junto a los ideales de la empresa, siguiendo sus objetivos y proyectándose según la visión que el taller posea, una parte fundamental es tener plena comunicación con las personas que son parte del equipo de trabajo.

### 2.1.3 DETERMINACIÓN DEL NIVEL SIX SIGMA

El método para calcular el coeficiente de variación relativo distingue rápidamente las metas de cualquier análisis con la única condición de que se cuente con límites de referencia adecuados para la población atendida y se conozca el coeficiente de variación analítico de la prueba. A partir de ahí se debe buscar la mejora de las buenas prácticas y elevar el nivel de automatización de una empresa.

El logro de las metas analíticas será diferente, dependiendo del nivel en el que se apliquen, de tal manera que los resultados que se obtengan en el Programa Interno de Control de Calidad deben ser más precisos que los que se alcancen en los Esquemas de Evaluación Externa de Calidad, debido a que, por razones estadísticas, los intervalos de confianza varían en forma inversa al nivel de incertidumbre, dado el número de variables que intervienen en el proceso. (Terrés Speziale, 2007, pág. 28)

Six sigma es una filosofía que ajusta los procesos con la mínima tolerancia posible de error, como una forma de reducir los desperdicios, los defectos y las irregularidades tanto en los productos como en los servicios. (López, 2016, pág. 18)



**Figura 2. 2** Nivel de tolerancia SIX SIGMA  
(Ingeniería Industrial, pag 18)

Existe además una tabla que sirve como referencia para poder determinar los niveles sigma que se ven en la Figura 2.2 con más facilidad, ésta se la puede observar en el Anexo IV en la Figura AIV.13. La determinación de estos cálculos se da mediante los procesos defectuosos encontrados en la empresa.

#### **2.1.4. APLICACIÓN SIX SIGMA EN EL CAMPO AUTOMOTRIZ**

Como ejemplo se tiene algunas plantas automotrices establecidas en México tales como Ford, General Motors y Chrysler, las cuales aplican esta metodología, renovándose día a día y así lograr ser una empresa líder, en lo que concierne a producciones de vehículos en serie con el menor índice de falla, al igual que obtener repuestos con las mejores características y junto con todo esto, el servicio al cliente que posee en sus locales sea de gran calidad, obteniendo de esta manera que sus clientes no tengan desconformidad alguna. (Reyes Aguilar, 2002, pág. 52)

## **2.2. CICLO DEMING**

El ciclo DEMING es un modelo a seguir para muchas de las empresas, puesto que la comunicación entre todos sus trabajadores sin importar el cargo en el que se encuentren, ha logrado que sea la clave del éxito de este modelo.

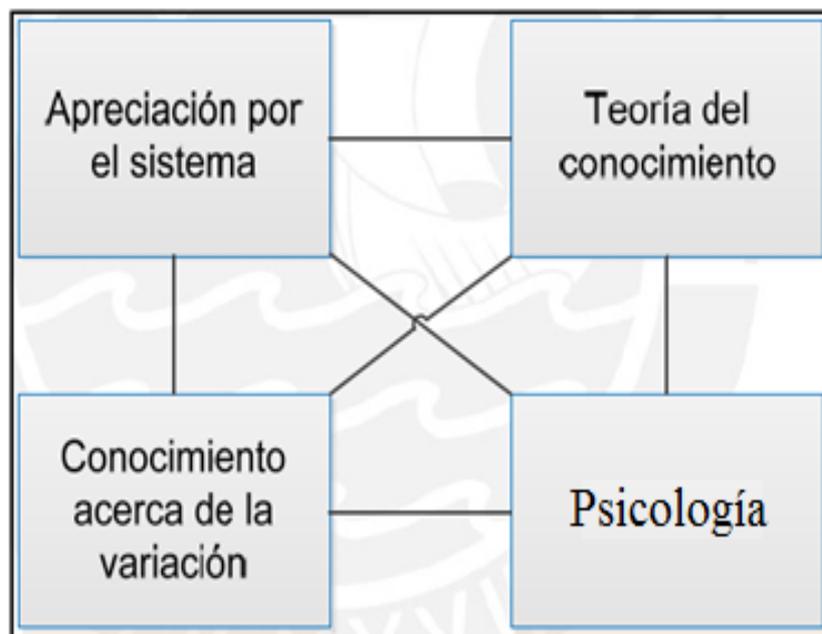
### **2.2.1. DEFINICIÓN**

Esta metodología está basada en la mejora continua, en la búsqueda de errores dentro de una empresa y análisis del porque estos se generan; en el confort de sus trabajadores, mediante la eliminación de barreras entre los directivos y las áreas de ejecución de procesos, en fomentar el trabajo en equipo, de realizar productos de calidad. (Martínez, 2012, pág. 8)

Se necesita una nueva filosofía en la cual los errores y el negativismo sean inaceptables. (Martínez, 2012, pág. 9) Creando productos de calidad, se mejora la producción, los ingresos en la empresa, y sobre todo se logra generar más trabajo; para lograr esto es importante la capacitación de trabajadores para que efectúen

de la mejor manera sus labores, con la dotación de técnicas y herramientas que hagan productos de calidad; con ello no exista pérdida de tiempo y dinero en productos defectuosos, gran parte de la responsabilidad para que los productos no sean de baja calidad, esto es controlado por los directivos de la empresa, los cuales son encargados de la adquisición de la materia prima.

El Dr. Deming sintetizó gran parte del trabajo de su vida en su último libro *The New Economics*; al introducir el concepto del “conocimiento profundo” pretende proporcionar directrices para la transformación de los sistemas de gestión, la función gerencial implica percibir la organización como un “sistema”, saber distinguir entre las causas comunes y especiales de las variaciones del sistema y comprender su estabilidad y mejora, las personas deben también adquirir la "teoría del conocimiento", y entender el "conocimiento de la psicología" para motivarlos a alcanzar los objetivos del sistema. Los primeros tres componentes del sistema de “conocimiento profundo” demuestran el empleo del método pragmático y reflejan su enfoque científico; el cuarto componente pone de relieve el enfoque humanista de su filosofía. (Villaverde Martínez , 2012, pág. 38)

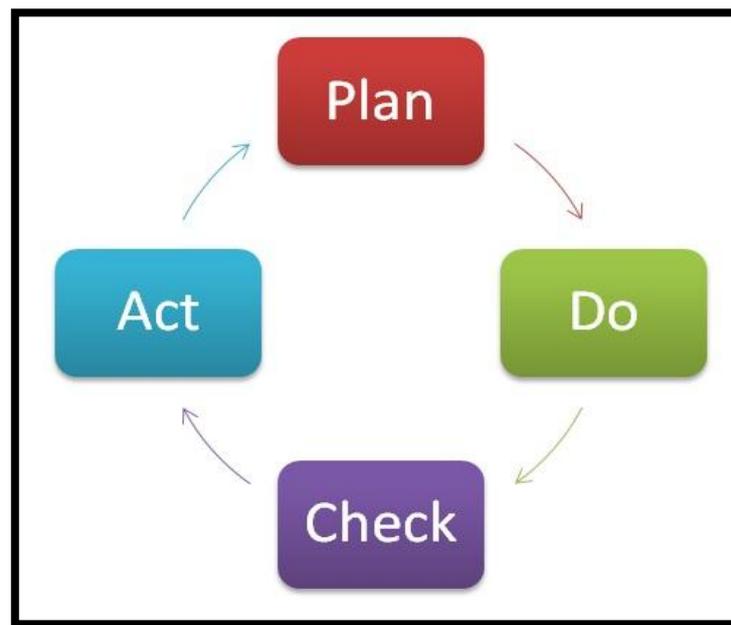


**Figura 2. 3** Interrelación de las cuatro dimensiones del conocimiento profundo  
(Villaverde Jesus, pag. 36)

En la Figura 2.3 se puede identificar los aspectos en los que el Dr. Deming basa el funcionamiento de su metodología.

### 2.2.2. ETAPAS DEMING

Las etapas del ciclo Deming nos permite el control de una empresa, eliminando fallas, determinando anticipadamente peligros potenciales que puedan afectar la producción de la empresa, y así continuar con una mejora continua. (Villaverde Martínez , 2012, pág. 41).



**Figura 2. 4** Etapas Deming

Esto se da mediante etapas cíclicas las cuales son representas en la Figura 2.4 en la cual se puede identificar lo anteriormente dicho

#### 2.2.2.1. Planificar

La planificación se la realiza desde las bases de la empresa, consultando con sus trabajadores las posibles dificultades que se les presente en un proceso y de igual manera escuchar las exigencias que los clientes requieran; de esta forma se establece objetivos claros y precisos que ayuden a la empresa a corregir, controlar y si es posible eliminar los defectos que en ella se tenga, buscando nuevas tecnologías que permitan tener productos finales de calidad, consiguiendo de esta manera tener la plena aprobación de los clientes y así seguir brindando servicios de calidad que hagan sobresalir al nombre de la empresa.

#### **2.2.2.2. Hacer**

Cuando ya la planificación se encuentra lista para ser aplicada, se recomienda hacer una prueba donde simule el funcionamiento de la empresa, antes que la inversión que se pretenda hacer se la realice en su totalidad y así estos recursos no sean perdidos.

#### **2.2.2.3. Controlar o Verificar**

Es muy importante que después de ser aplicado los cambios, se proceda a verificar si están dando el resultado esperado, y si no lo fuera determinar cambios a futuro que ayuden a corregir estos inconvenientes, es importante que se tenga en cuenta que se haya puesto en marcha todos los cambios según el orden que fue planificado.

#### **2.2.2.4. Actuar**

Esta es la última etapa del ciclo, donde prácticamente se hace los análisis del antes y después de haber aplicado las mejoras, si los resultados esperados son positivos terminar de establecer los cambios planificados al inicio, o de lo contrario proceder a reconstruir el diseño para nuevamente el ciclo sea iniciado.

### **2.2.3. APLICACIÓN DEMING EN EL CAMPO AUTOMOTRIZ**

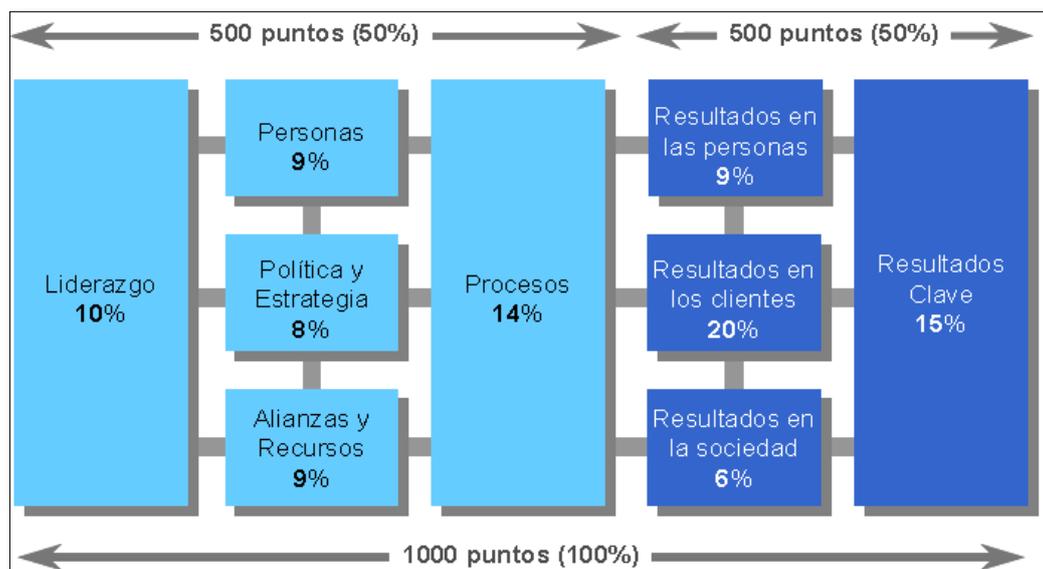
Ford es una empresa que estableció dentro de sus procesos la metodología Deming, donde se considera que hacer una inversión en nueva tecnología tiene que tener dirección y control; de esta manera de a poco vaya aportando al cambio necesario para el mejoramiento de sus procesos en el transcurso del tiempo, para ello establecer esta metodología como una herramienta de calidad, fue de gran ayuda en donde los problemas que la empresa tenía fueron atendidos y corregidos, de manera tal que ha permitido que esta empresa tenga unos productos de calidad, los cuales son conocidos a nivel mundial y poseen gran acogida por parte de los clientes que logran adquirir un producto de esta marca.

## 2.3. MODELO EFQM

Es un modelo de calidad europeo, que permite a la empresa conocerse a sí misma, determinando sus puntos críticos que afectan a su desempeño, de igual manera localizando el camino por el que se dirigirá la empresa, la cual le permita realizar procesos de excelencia, teniendo como resultado una clientela satisfecha con los productos o servicios que se les otorgue.

### 2.3.1. DEFINICIÓN

La visión del modelo es fomentar la práctica de los principios de la Calidad Total dentro del campo empresarial europeo para mejorar su desempeño y a su vez optimizar las relaciones con clientes, trabajadores, proveedores, accionistas y sociedades donde operan. (Vergara, 2014, pág. 116)



**Figura 2. 5** Modelo EFQM  
(Palacio y Lirola, pag. 11)

Para que todo esto sea posible se debe tener unas dirigencias listas para tomar el liderazgo, que el personal este en conocimiento de que significa este modelo y esté dispuesto a permanecer en un cambio permanente, hasta lograr los objetivos a los cuales se enfoca la empresa, para lograr todo esto el equipo que conforma la empresa debe tener el mismo lenguaje y filosofía como se ve en la Figura 2.5.

### **2.3.2. ETAPAS EFQM**

Las etapas del ciclo EFQM han permitido a muchas empresas desarrollar un modelo de trabajo óptimo, basando sus resultados en la comunicación interna entre trabajadores y sus líderes, a continuación se indican las etapas que son parte de la metodología:

#### **2.3.2.1. Desarrollar el compromiso de la dirección.**

El inicio del proceso empieza con la dirección de la empresa, la cual debe estar comprometida y al tanto del plan de cambio que se va a realizar, para conseguir una mejora de calidad.

#### **2.3.2.2. Comunicar el plan**

Es importante que todo el equipo de la empresa, tenga pleno conocimiento de que se trata la metodología y los cambios que se van a llevar a cabo, para su respectiva aplicación.

#### **2.3.2.3. Plan de autoevaluación**

Se lo realiza mediante la interacción de los miembros del personal, formando grupos de trabajo en donde se analizara los puntos fuertes y débiles de la empresa, de igual manera se detallara las zonas de trabajo que necesitan ser intervenidas, para lograr una mejora.

#### **2.3.2.4. Selección de equipos y formación**

Se selecciona equipos de trabajo donde analicen cada uno diferentes ámbitos, que puedan afectar el desempeño de la empresa, como son la política, factores sociales, económicos, entre otros, para ello de cada equipo selecciona un líder, él que se encarga de llevar a cabo las reuniones, determinando propuestas favorables ante las mejoras que se pretende desarrollar dentro de la empresa, para así dar soluciones a las diferentes problemáticas.

Con respecto a la parte de la formación, son cursos los cuales se da a conocer a los diferentes equipos, la forma correcta de cómo se debe llevar a cabo el proceso de implementación del método EFQM, las particularidades que se debe tomar en cuenta para realizar una autoevaluación, de esta manera tener claro desde donde parte este proceso y con esto no tener complicaciones.

#### **2.3.2.5. Desarrollo de la autoevaluación**

Para el desarrollo de la autoevaluación, los equipos encargados de identificar las diferentes áreas de trabajo que posean algún problema, deben aportar una solución, y desarrollar la manera en la que esta va a ser aplicada, necesariamente tienen que realizar unas reuniones en donde tengan que realizar dichas aportaciones.

Es muy posible que haya complicaciones en los diferentes equipos designados, por lo que de igual manera existirán otras reuniones con el asesor encargado de explicar el método EFQM, el cual se ocupara principalmente de analizar dichas propuestas que tienen complicaciones y aportará soluciones fáciles de ejecutar.

#### **2.3.2.6. Establecer planes de acción**

Para establecer los planes o soluciones que vayan a ser puestos en marcha en la empresa, primeramente deben ser analizadas por los directivos junto al asesor encargado, los cuales decidirán que si las propuestas presentadas por los diferentes equipos, van a ser tomadas en cuenta para ser ejecutadas, para esto cada líder de cada uno de los grupos de trabajo expondrá las alternativas que llegaron a plasmar durante las diferentes reuniones que realizaron y de esta manera determinar una propuesta concreta.

#### **2.3.2.7. Implantar planes de acción**

Ya que todo lo que se puso a disposición de cada equipo de trabajo fue culminado con éxito y varias de las propuestas planteadas sean aceptadas, se inicia la respectiva aplicación de lo obtenido, esto se da tanto con los directivos de la

empresa y los encargados del proyecto, juntos realizarán esta acción que pretende eliminar las partes críticas que se presentaron en anteriores análisis ejecutados.

#### **2.3.2.8. Revisión**

Esta parte conlleva realizar una verificación de las implementaciones que se realizaron en la empresa, esto se da por parte de los directivos y el asesor del método EFQM; esta etapa se basa en identificar inconvenientes que surjan en el campo de trabajo al momento de aplicar los cambios previstos; como por ejemplo, si no existe colaboración por parte de los trabajadores, si los objetivos inicialmente planteados van según lo acordado y de igual manera si fuese el caso resaltar otros problemas que hayan surgido durante el proceso.

#### **2.3.3. APLICACIÓN EFQM EN EL CAMPO AUTOMOTRIZ**

BOSHC fue una de las empresas promotoras en iniciar a usar el modelo de calidad EFQM, actualmente tiene sedes a nivel mundial; en Ecuador es una empresa que distribuye gran parte de los elementos electrónicos que se encuentran en un vehículo (Vergara, 2014, pág. 110).

Sus repuestos son muy conocidos y compatibles con diferentes marcas de automotores en el mercado mundial, se la considera una empresa con gran experiencia en la rama de la electrónica automotriz, encargándose de crear productos de una buena calidad y fiabilidad.

#### **2.4. NORMATIVAS Y ESTÁNDARES INTERNACIONALES ISO**

Es un conjunto de normas internacionales, que permite a las empresas crear productos de calidad, homogéneos, independientemente del país que esté, de esta manera logra que las diferentes industrias sean más competitivas, tanto a nivel nacional, como internacional.

Creando así una competencia equitativa que permita a las empresas desarrollar su economía de mejor manera, con la finalidad de que lleguen a ser referentes y ejemplos claros de superación y cambios constante de mejora.

### **2.4.1. DEFINICIÓN (ISO 9001 -2015)**

Las normas proporcionan orientación y herramientas para las empresas y organizaciones que quieren asegurarse de que sus productos y servicios cumplen consistentemente con los requerimientos del cliente, y que la calidad se mejora constantemente. (Vergara, 2014, pág. 113)

Con la implementación de las ISO permite a las empresas, establecer modelos de calidad y de igual manera reducir los productos error que se pueden presentar; con todo esto se da paso al aumento de ventas, reducción de costos, consiguiendo así satisfacer a un mayor número de clientes.

### **2.4.2. ETAPAS ISO (ISO 9001)**

Las etapas que debe cumplir una empresa para que en su establecimiento los procesos sean regidos por las normas ISO, son determinadas de una forma ordenada y deben dar cumpliendo a los parámetros respectivos que estas normativas establecen.

#### **2.4.2.1. Información**

Lo primordial como en toda aplicación de normativas o metodología, es dar a conocer de qué se trata, que beneficios brinda, las herramientas que se va utilizar para dicha aplicación, toda esta información debe ser clara y específica, dando a conocer el objetivo principal donde pretende llegar la empresa. A parte de la información que se extrae de las normas ISO 9001, también se debe tener en cuenta todos los aspectos de la empresa, un análisis de la situación en la que se encuentra, detallando las actividades que se realizan, para saber desde que parte se inicia la aplicación de estas normas.

#### **2.4.2.2. Planificación**

Con el análisis que se obtuvo de la empresa, se procede a verificar si está acorde para la implementación de las normativas, según los requerimientos de las ISO

9001, esta planificación se procede a realizar junto a las diferentes áreas que tiene la empresa, identificando los elementos de la normativa que se va utilizar.

#### **2.4.2.3. Desarrollo**

Parte de esta etapa es determinar quiénes son las personas encargadas del manejo del proyecto, que realizarán modificaciones en algunos parámetros de la empresa, para de esta manera cumpla con los requerimientos que las normativas ISO 9001 demanden, con la ayuda de información sobre la mejora de procesos y sistemas de gestión de calidad (SGC).

#### **2.4.2.4. Auditoría interna**

Es una revisión interna de la empresa, donde se la prepara para la posterior certificación, verificando que este todo bien, antes de proceder a una etapa final, en el caso de existir algún inconveniente este debe ser remediado.

#### **2.4.2.5. Certificación**

Un ente responsable por parte de las normas ISO, es el encargado de realizar la evaluación respectiva, donde se verá puntos requeridos por las normas y se establecerá si la empresa cuenta con lo necesario para hacerse acreedora de dicha certificación.

### **2.4.3. APLICACIÓN ISO EN EL CAMPO AUTOMOTRIZ**

MARESA una de las empresas que consta con certificación ISO; es una empresa referente a nivel nacional en lo referente al campo automotriz, la cual ha logrado exportar sus productos al exterior gracias a la normalización de los procesos que se llegan a realizar en su establecimiento, como ejemplo de ello, la calidad en sus trabajos le ha permitido ingresar al mercado de los EE.UU, un mercado muy exigente a lo referente en calidad y exigencia en lo referente a artículos, servicios, de la rama automotriz que sea requerido por un cliente.

## CAPÍTULO III

### 3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL TALLER COLISIONES

El centro de enderezada y pintura COLISIONES, ubicado en la ciudad de San Gabriel desde el 15 de agosto del 2014, es un taller que brinda servicios de chapistería al sector norte del país, principalmente en el cantón Montúfar, donde se puede encontrar el servicio de procesos de reparación de carrocerías, pintura e implementación de refacciones para las diferentes marcas existentes en el medio.



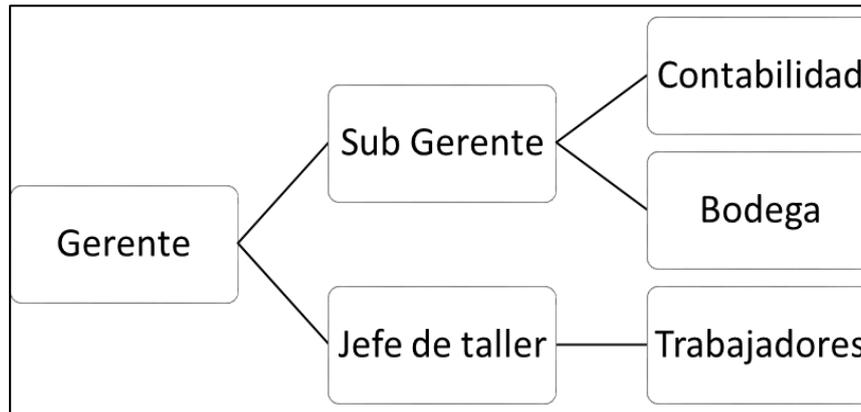
**Figura 3. 1** Distintivo del centro COLISIONES

Parte de la identidad de este taller está representado por la Figura 3.1 que se observa anteriormente.

Su propietario quien también es el encargado de las órdenes de trabajo, ha sido quien desde los inicios de este centro el promotor del cambio en los procesos de chapistería, la razón es por ser el primer taller de enderezada y pintura de la ciudad de San Gabriel en contar con el servicio de pintura al horno. Este centro tiene personal con experiencia en el campo de la reparación de carrocerías de vehículos, tanto de vehículos ligeros y pesados; su clientela es extensa tanto para el sector público como privado.

### 3.1.1. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Las funciones del taller COLISIONES se encuentran establecidas de la siguiente manera; el propietario del taller es quien hace la función de jefe de operación del área de trabajo y también hace parte del personal que ejecuta los procesos de chapistería; la persona encargada de llevar la parte administrativa y bodega es la esposa del propietario. En el área de trabajo se encuentran de cinco a seis trabajadores, quienes comparten las tareas de enderezada, lijada, pulida; sin función específica establecida para cada uno de ellos, solo en el proceso de pintura existe una persona encargada en dicha área con buena experiencia en esta función.



**Figura 3. 2** Organigrama actual de COLISIONES

La estructura organizacional se muestra en la Figura 3.2 en donde se puede observar como es el nivel jerárquico que se tiene en la actualmente.

En esta parte es muy importante aclarar que los trabajadores de este centro varían constantemente, esto hace que los procesos no tengan un esquema definido para otorgar áreas de trabajo a cierto grupo de trabajadores, creando así muchas veces retrasar los trabajos que se realizan en el taller.

### 3.1.2. CLIENTES

Este centro de chapistería tiene clientes del sector privado como público, durante los tres años de estar en el mercado en la ciudad de San Gabriel, ha conseguido usuarios del servicio tanto de la provincia del Carchi, Imbabura y en menor cantidad

de las provincias del centro del país y sur de Colombia; por parte del sector público se ha tenido unidades de compañías como por ejemplo:

- a) Taxis Colón.
- b) Taxis 27 de Septiembre.
- c) Cooperativa de camionetas Procerato del Trabajador.
- d) Cooperativa de camionetas 8 de Mayo.
- e) Cooperativa de camionetas Canchaguano.
- f) Cooperativa de busetas Cristóbal Colón.
- g) Cooperativa de busetas Fred Car
- h) Cooperativa de buses interprovincial San Gabriel
- i) Cooperativa de buses urbano Urbaminguero.
- j) Cooperativa de buses urbanos Trans Montufar.

Todas estas cooperativas han sido clientes importantes, los cuales han llegado con diferentes problemas en sus unidades y han sido solucionados con la profesionalidad que al taller COLISIONES caracteriza.

### 3.1.3. INFORMACIÓN DE EQUIPOS E INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

A continuación en la Tabla 3.1 se dará a conocer los equipamientos que actualmente existen en el taller, este inventario de herramientas no existía, por lo que fue realizado durante el proceso de la investigación, con lo que se produjo la ocupación de un lapso mayor de tiempo y de igual manera se pudo verificar que existía herramientas que prácticamente ya no tenían funcionalidad.

**Tabla 3. 1** Lista de equipos y herramientas

<b>LISTA DEMÁQUINAS, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>	<b>MARCA</b>	<b>CANTIDAD</b>
Cabina de pintura		1
Esmeril		1
Caballetes para piezas (chapa pintura)		3
Compresor	ACELERANDO	1

**Tabla 3. 1** Lista de equipos y herramientas (continuación...)

Lijadora eléctrica		1
Lijadora neumática		1
Soldadora autógena		1
Soldadora MIC		1
Manguera para lijadora neumática		1
Pulidora para pintura		1
Amoladoras chapa		2
Pistolas		2
		para barnices
		2
		para base de agua
Banco de trabajo con prensa		1
Red de aire comprimido		1
Destornillador plano	STANLEY	4
Destornillador de estrella	STANLEY	3
Destornillador Pozidriv	STANLEY	2
Saca grapas		1
Martillo de carrocerero, chapista o planchista		2
Martillo de bola		2
Maza para la reparación de carrocerías		3
Martillo de maza de goma		2
Cortafríos y cinceles		3
Granetes y voladores		2
Destornillador de golpe		3
Tases, sufrideras (aguantadores)		tacón, cuña, corazón, riñón, seta, carrete, oval, rail, plana
Gato neumático, kit de saca abolladuras		1
Tecles		2
Desabollador		2
Alicate de presión		2
Alicate para grapas		1
Caja de llaves completa	STANLEY	2
Caja de dados completa	STANLEY	2
Juego de hexagonales		1

La importancia de lograr que el taller COLISIONES realice procesos de calidad y que estos siempre se encuentren mejorando constantemente, se propone la

implementación de nuevas herramientas de trabajo que faciliten la realización de procesos.

#### **3.1.4. SERVICIOS QUE OFRECE**

Los servicios que se ofrecen en el centro de chapistería COLISIONES son los siguientes:

- a) Limpieza de Tapicería.
- b) Enderezada de Chasis.
- c) Reconstrucción de Carrocería.
- d) Pintura al horno.
- e) Pulida a Máquina.
- f) Reparación de rines.
- g) Colocación de vinilos.

#### **3.1.5. ANÁLISIS INTERNO Y EXTERNO ACTUAL**

El análisis que se hizo sobre el taller, se logró mediante la referencia de criterios y opiniones del gerente propietario y de sus trabajadores, quienes fueron los que detallaron las dificultades que presente el taller; la situación en la que se encuentra, lo que representa el taller. En la información obtenida, existieron cosas positivas y negativas, que representan las fortalezas y debilidades, de igual manera se investigó que es lo que pretende llegar a ser el taller en unos años, las cosas a su alrededor que afectan o ayudan a que se desarrolle los procesos que en él se llevan a cabo, las situaciones que le faciliten el crecimiento como establecimiento automotriz de enderezada y pintura. Con todos estos aspectos que se pudo obtener, permitió establecer un análisis FODA del centro de enderezada y pintura COLISIONES.

Se puede apreciar a continuación en la Tabla 3.2 la información de manera detallada, donde se manifiesta las cosas positivas y negativas que se encuentran actualmente en el taller y que con ayuda de la metodología se permitirá mejorar los aspectos que afectan a las actividades cotidianas de endereza y pintura.

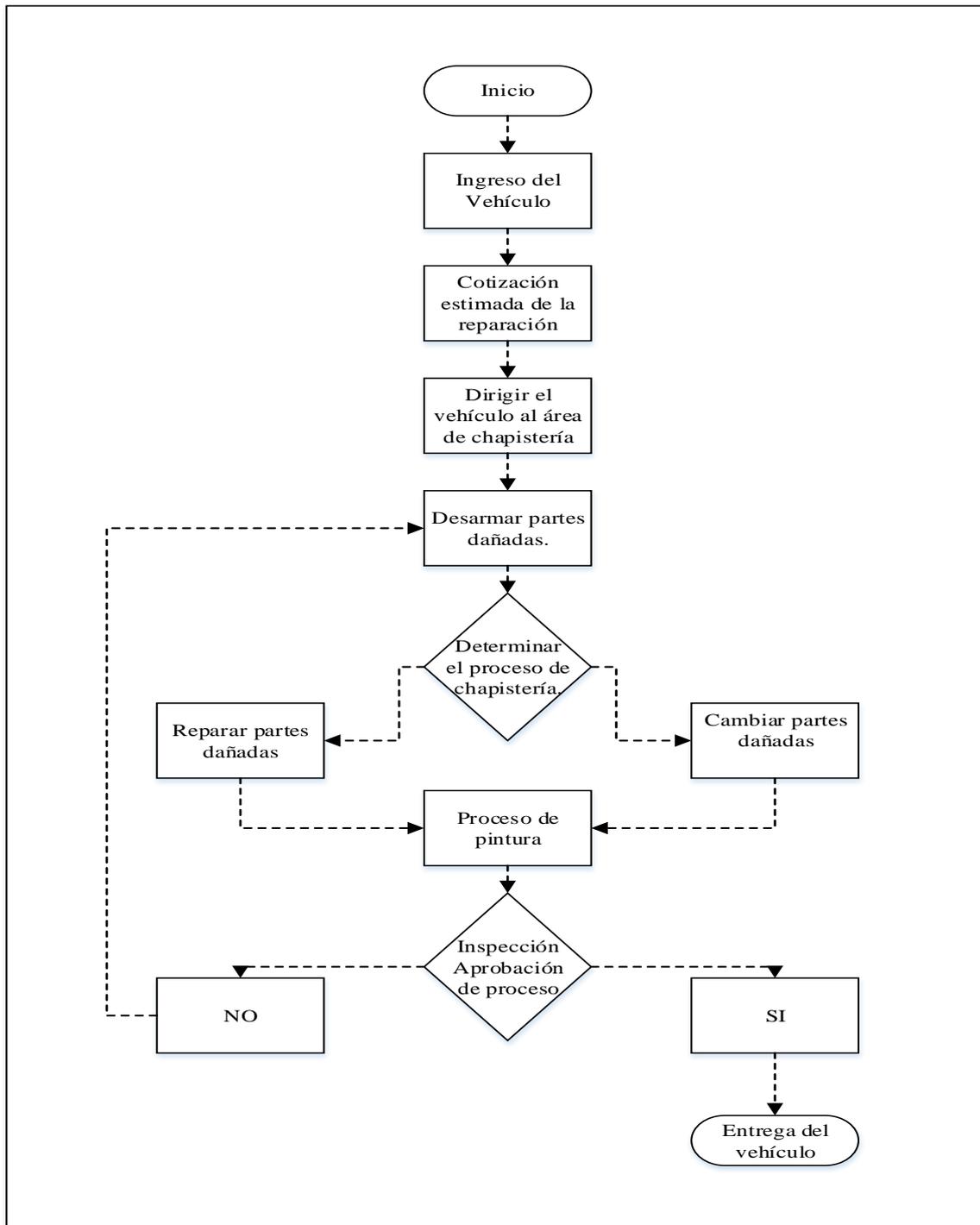
**Tabla 3. 2** Análisis FODA

<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
Sus dirigentes tienen la mentalidad de seguir creciendo y adquiriendo conocimientos	No se tiene conocimientos sobre controles de calidad o normativas que ayuden a realizar trabajos con mayor fluidez.
Buen ambiente laboral	Carece de una estructura organizacional.
El administrador del taller cuenta con vasta experiencia en el campo de chapistería.	Su localización actual no permite extender más sus instalaciones.
Existe disponibilidad de mejorar sus procesos.	Los registros de ingreso vehicular, inventarios, base de datos se los realiza de forma empírica.
Tiene gran acogida de clientes tanto de la provincia como fuera de ella.	No cuenta con un equipo de trabajo estable.
Tiene convenios con otros talleres que complementan el trabajo, como es la parte mecánica o electrónica.	Falta de equipos, que permitan realizar trabajos con más rapidez y efectividad.
	No existe organización dentro del área de trabajo y herramientas con poca visibilidad.
	No se dispone de un área de servicio al cliente
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
Adquirir nueva maquinaria.	La competencia está creciendo y ubicándose a las cercanías del taller.
Oportunidad de crear nuevos servicios.	Demora en conseguir refacciones por parte de proveedores aliados.
Generar fuentes de trabajo.	Los costos por proceso de chapistería de la competencia son menores
Reubicación y ampliación de sus instalaciones.	
Implementar dentro de sus procesos un modelo de calidad.	

### 3.1.6. DIAGRAMACIÓN DE PROCESOS Y ACTIVIDADES.

Se realizó un diagrama de flujo de los procesos que se realizan en el taller actualmente, es importante detallar que no se tenía disponible uno; por lo que se procede a crearlo, con esta elaboración se puede identificar la dirección que toman los procesos y la forma en la que son ejecutados.

Este diagrama que es representado será el punto de partida que se tendrá en los respectivos análisis que se vendrán dando, en los siguientes capítulos que se tratarán durante el proceso de estudio, con esto se puede identificar las posibles fallas que producen que en el taller puedan existir errores o de igual manera retraso de entrega en los procesos que se realizan.



**Figura 3. 3** Diagrama de flujo del taller COLISIONES.

Como se observa en la Figura 3.3 donde se identifica la forma en la que se operan los procesos dentro del taller, lo cual se lo realiza empíricamente, no existe una etapa de registro de ingreso del vehículo estandarizada, simplemente se lo hace evaluando el estado del vehículo y dando a conocer un costo estimado, de igual manera no hay áreas de control que verifiquen el estado de los procesos, causando que el vehículo que ha sido reparado muchas veces tenga desperfectos y así se crea disgustos en los clientes. Se puede indicar que el punto de partida para mejorar el flujo de procesos es de cero, por no contar inicialmente con un diagrama base y el que se lo realizo anteriormente fue dictaminado conforme se realizan las actividades en el taller COLISIONES.

### **3.2. DIAGNÓSTICO DE PROCESOS**

Se inició identificando los diferentes procesos que se realizan dentro del taller, y la dirección que estos toman, con esto se creó un diagrama de flujo de la situación actual; viendo así las complicaciones que se presentan, las limitantes que se tiene, las herramientas, el personal, el área de trabajo, además se obtuvo información del tiempo que toman varias actividades, de cómo se llevan los registros. Con todo esto se logró determinar las razones exactas que generan problemas dentro del taller, dando inicio a la planeación inmediata de algunas soluciones a estos inconvenientes; durante el proceso de la recopilación de datos se presentaron dificultades, porque prácticamente no había registro alguno que ayude a obtener la información necesaria, el taller en si no posee ningún modelo de calidad que le permita optimizar sus procesos.

### **3.3. HERRAMIENTAS A UTILIZAR EN EL ANÁLISIS DE LOS PROCESOS**

Una vez analizado los procesos que se lleva a cabo en el taller, de igual manera la obtención de datos que permite dicho análisis, se da paso a la aportación de las

propuestas de solución hacia los problemas existentes; todo esto gracias a la metodología que se implanto, la cual permite al taller seguir en un cambio permanente y de mejora constante, esto permitirá que se enfrente con mayor responsabilidad ante los obstáculos que el cliente presente.

La utilización de esta metodología en los procesos del taller de enderezada y pintura COLISIONES, permitió conceder propuestas que ayuden a mejorar las deficiencias que presentaba, a darle mayor realce a nivel de la competencia local, de brindar servicios de mejor calidad, llevar registros de todo lo que se realice, a crear un ambiente acogedor y seguro hacia sus trabajadores, además que estos cumplan en el taller con tareas específicas y reciban capacitaciones para que estén siempre dispuestos al cambio.

Para poder identificar las deficiencias que el taller presentaba se usó herramientas propias de Six Sigma y otras metodologías, que son muy conocidas en el campo de la mejora continua y la calidad; a continuación se expondrá lo que se usó durante el proceso de implementación.

### **3.3.1. DIAGRAMA DE PARETO**

Lo que manifiesta aquí es que la mayoría de problemas que puedan surgir en una empresa, son causados por un pequeño sector que crean acciones repetitivas, las cuales afectan a la inmunidad de los procesos. El relativismo que se da es que el 20% de elementos existentes en una empresa, son causantes del 80% de problemáticas que se puedan presentar.

Gracias al uso de esta herramienta se logró identificar los problemas comunes que el taller presenta, las razones por las que se genera esto; además gracias a esto se pudo plantear las posibles soluciones que erradicaran estos inconvenientes; cabe mencionar que esto fue posible gracias a la colaboración del personal de trabajo y propietario del taller.

Las incidencias que generaban estos problemas particularmente, eran por que no existía un modelo que les permite realizar sus acciones de una forma normalizada, donde se tenga en cuenta parámetros de calidad y atención al cliente, la falta de costumbre en llevar registros de los ingresos de vehículos y de la situación administrativa que se llevaba anotaciones no muy explícitas, la necesidad de

nuevos equipos y herramientas que optimicen los procesos, la necesidad de un área de mayor magnitud que permita fluidez en los procesos.

### **3.3.2. DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO**

Es también conocido como el diagrama de Ishikawa o espina de pescado, su uso permite diferenciar cuales son las causantes de un problema dentro de en una empresa, permite observar los inconvenientes desde otra perspectiva, analizando de manera profunda cada una de la variables que se considere, logrando así no crear soluciones directas sin antes conocer las verdaderas razones que las generan.

### **3.3.3. HOJA DE VERIFICACIÓN (OBTENCIÓN DE DATOS)**

Es un formato que permite obtener la mayor cantidad de datos, de una forma sencilla, ordenada y sobre todo que al momento de ser analizados no se presenten complicaciones. El objetivo de esta hoja de verificación es dar a conocer el nivel de desempeño que tiene una empresa y la recolección de información, que permita establecer soluciones a los problemas encontrados y que estos sean aplicables lo más inmediato posible. Los parámetros que se llevó para realizar la hoja de verificación:

- a) Describir el desempeño o los resultados de un proceso.
- b) Clasificar las fallas, quejas o defectos detectados.
- c) Confirmar posibles causas de problemas de calidad.
- d) Analizar o verificar operaciones y evaluar el efecto de los planes de mejora.

(Gutiérrez Pulido & de la Vara Salazar, 2013, pág. 148)

### **3.3.4. ESTUDIO DE TIEMPOS CON CRONÓMETRO**

Mediante el uso de un cronometro se procedió a la toma de tiempos reales, en cada una de las etapas que se cumplen dentro del taller COLISIONES, esto permite tener el concepto de cómo la fluidez de los procesos al momento de hacer los trabajos; estas anotaciones se las realiza de forma ordenada, desde el momento que inicia

un proceso hasta que este termina; esto sirvió como referencia para proceder a realizar los cambios pertinentes que la metodología requiere.

### 3.4. ANÁLISIS DE PROCESOS ACTUALES EN EL TALLER COLISIONES

Con la realización de los análisis de cada uno de los procesos, permitirá determinar los problemas existentes en el taller y con ello formular soluciones que permitan optimizar los procesos y que estos permanezcan en mejoramiento constante.

#### 3.4.1 RECEPCIÓN DE VEHÍCULO

Los datos que se presentan en la Tabla 3.3 son tiempos promedio de acuerdo a las lecturas que fueron tomadas de los procesos que se llevan a cabo dentro del taller COLISIONES, para lo cual se tiene una referencia de cómo se manejan los procesos dentro del taller, de esta forma estos sirven como referencia para posteriores análisis que se realizarán al transcurso de éste estudio.

**Tabla 3. 3** Tiempos recepción vehicular

N°	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)
1	Inspección del vehículo	15
2	Requerimientos del cliente	15
3	Hacer una cotización	10
4	Llenar hoja de ingreso	10
	<b>TOTAL</b>	50

En la Tabla 3.4 se hace una recopilación de las actividades que se realizan en el proceso de ingreso vehicular, junto a la frecuencia de errores que se produjeron al transcurso de los 12 meses de investigación; esto permitirá determinar cuáles son las tareas que tienen más inferencia en que ésta etapa, para que esta no se desarrolle con mayor efectividad, aprovechando el tiempo mínimo posible.

**Tabla 3. 4** Medición de procesos recepción vehicular

MEDICIÓN DE PROCESO DE RECEPCIÓN VEHICULAR																																																											
SEMANA 2016-2017																																																											
SEMANAS DEL MES DE NOVIEMBRE 2016 A OCTUBRE 2017	44	45	46	47	48	49	50	51	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	Total frecuencia	Frecuencia acumulada	% Acumulado
Falta de registro vehicular adecuado	4		3	5	12		5		8	6		6		1	5	9			4	11		7		6		10		6		8	9			9		9			9	7		8		6		6		5		5			4		6		199	199	30,20
Incoherencia registros																			4	11		7		6		10		6		8	9			9		9			9	7		8		6		6		5		5			4		6		135	334	50,68
Uso de hojas no apropiadas	4		3	5	12		5		8	6		6		1	5	9			4	11		7		6		10		6		8	9			9		9			9	7																159	493	74,81	
Falta de orden en registros	4		3	5	12		5		8	6		6		1	5	9			4	11		7		6		10		6		8	9			9		9			9	7																166	659	100,00	
																																																								659			

En la Tabla 3.5 se da a conocer las fallas que se tuvieron mayor influencia en el proceso de recepción vehicular, son datos que permitirán desarrollar el diagrama de Pareto, en dónde se determinará el índice de afectación que tienen las actividades mal hechas en esta etapa.

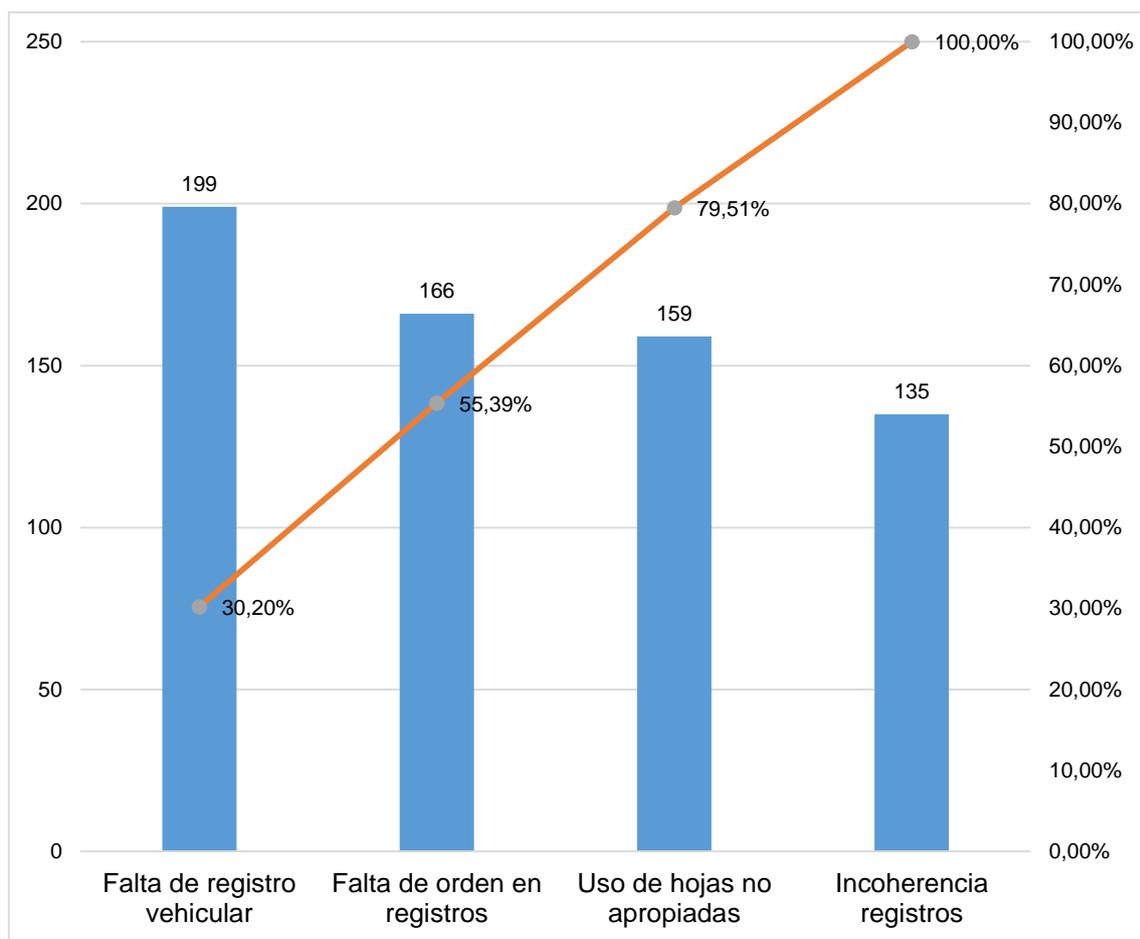
**Tabla 3. 5** Frecuencia de errores proceso de recepción

<b>DATOS INGRESO VEHICULAR REFERENTES PARA EL DIAGRAMA DE PARETO</b>		
	<b>Número de errores</b>	<b>Influencia</b>
<b>Falta de registro vehicular adecuado</b>	199	30,20 %
<b>Falta de orden en registros</b>	166	55,39 %
<b>Uso de hojas no apropiadas</b>	159	79,51 %
<b>Incoherencia registros</b>	135	100,00 %
	659	

Para poder realizar la identificación del problema en la primera etapa de los procesos que se realizan en el taller, se utilizó el diagrama de Pareto el cual con los datos obtenidos se verificará donde se encuentra el inconveniente, además de ello las observaciones que se realizan en el campo de acción de este proceso ayudarán a corregir estos inconvenientes.

En esta parte se determina la influencia de cada actividad, ante una posible situación de que el proceso no se llegue a desarrollar con normalidad, los datos porcentuales son determinados mediante la aplicación del formato establecido por el diagrama de Pareto, es importante detallar que este análisis fue desarrollado mediante la herramienta Excel, en la cual se determina esta acción previo ordenamiento descendente de los valores establecidos en las lectura de errores.

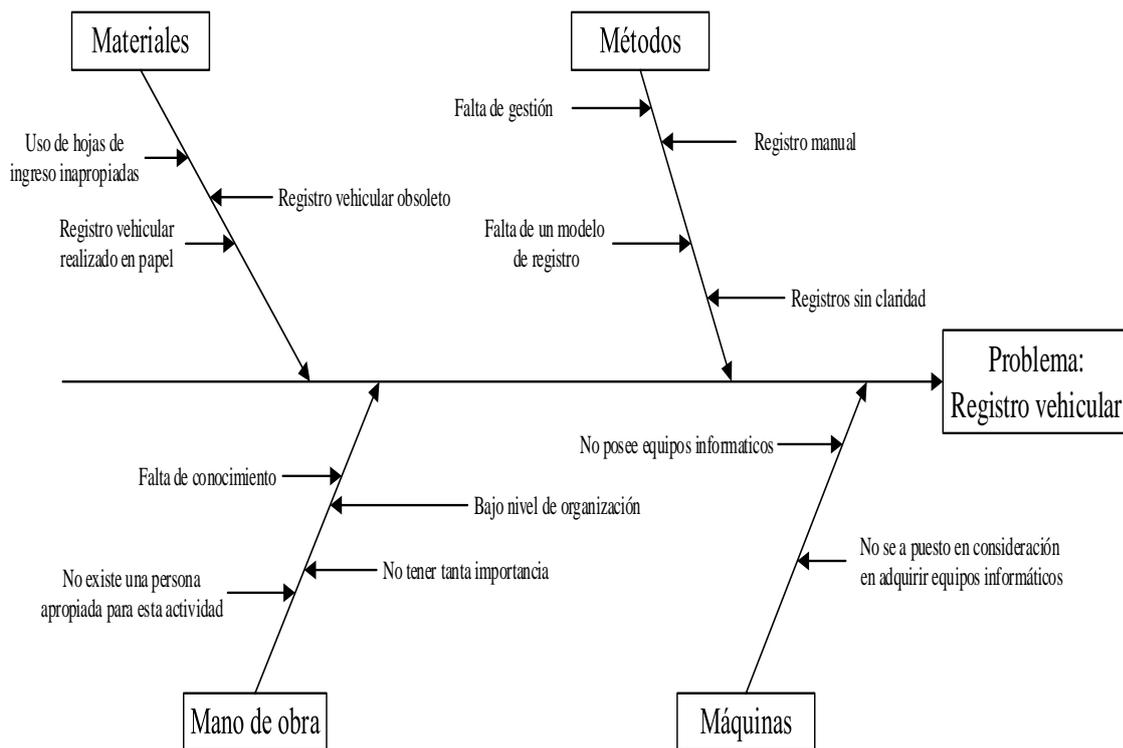
Además de esto se realiza la utilización de hojas de ingreso no aptas para dicha actividad, las hoja de ingreso que se han venido manejando se la puede identificar en el Anexo III y también vale resaltar que no se tiene un lugar apropiado para tener la atención al cliente como se es habitual en un centro automotriz, junto a esto trae consigo la ausencia de una zona adecuada para el estacionamiento de los vehículos, tanto los que están por ser reparados, como los que frecuentan clientes a consultar acerca de un servicio que ellos requieran.



**Figura 3. 4** Diagrama de Pareto análisis ingreso vehicular

Los resultados obtenidos en la Figura 3.4 gracias al diagrama de Pareto determinan que los problemas en esta etapa, están dados básicamente por la poca consistencia al momento de hacer los registros de ingreso vehicular de una forma apropiada, esto se encuentra determinado con el 30,20% de influencia, otro caso es la realización de estos ingresos sin una información clara y ordena, que permita a posterior que esa información pueda ser analizada esto está determinado con el 55,39% de influencia

Para corregir los problemas que se presentan en esta etapa, primero se debe delegar una persona que se encargue de realizar dicha actividad, la cual es recibir a los clientes que requieran el servicio de chapistería, para ello se realizó unas hojas de ingreso apropiadas para realizar estos registros de forma técnica y transparente, es importante que estos parámetros que se llagan a establecer sean controlados constantemente para que no se permita que surjan nuevamente inconvenientes en esta zona del taller.



**Figura 3. 5** Diagrama causa-efecto Recepción Vehicular

En la Figura 3.5 se representa un diagrama de causa – efecto donde las causas que generan el problema serán reconocidas, analizadas y posterior a esto se pueda presentar una solución que permita remediar de forma inmediata estos inconvenientes que se tienen en esta etapa.

### 3.4.2. PROCESOS DE CHAPISTERÍA

Para lograr la obtención de datos en esta parte de los procesos del taller, se dividió los procesos en tres clases de chapistería, A, B, C. En donde la chapistería A, es correspondiente a trabajos como son el cambio de partes del vehículo que no requieren mucha concentración técnica, ejemplo de ello están los retrovisores, persianas, guardapolvos; en la chapistería B están ya los procesos que necesitan de actividades de enderezada y pintura, pero que están concentrados en un lugar específico del automotor, como golpes frontales, posteriores, laterales; por último la chapistería C se trata de los procesos de reconstrucción total de la carrocería en donde ya se necesita grana concentración técnica y mayor disponibilidad de tiempo.

En la Tabla 3.6 se describe los tiempos con los que se venía manejando los procesos de chapistería en el centro de enderezada y pintura COLISIONES, de la obtención de estos datos se analizará las soluciones que permitan disminuir el tiempo de cada actividad.

**Tabla 3. 6** Tiempo promedio procesos de chapistería

<b>N°</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>TIEMPO (min)</b>
1	Desarmar piezas chapistería A	10
2	Desarmar piezas chapistería B	20
3	Desarmar piezas chapistería C	150
4	Provisión de repuesto (taller COLISIONES)	330
5	Provisión de repuesto (Cliente)	1 200
6	Proceso de chapistería A	40
7	Proceso de chapistería B	720
8	Proceso de chapistería C	10 500
9	Encaje de carrocería, chapistería A	10
10	Encaje de carrocería, chapistería B	20
11	Encaje de carrocería, chapistería C	150
	<b>TOTAL</b>	13 150

A continuación en la Tabla 3.7 se puede identificar la frecuencia con la que los procesos han tenido fallas, de igual manera el porcentaje en el que cada una de las actividades afecta al proceso, en si cada una de estas presentan dificultades como la falta de herramientas, error del personal, falta de mano de obra, falta de espacio físico entre otras.



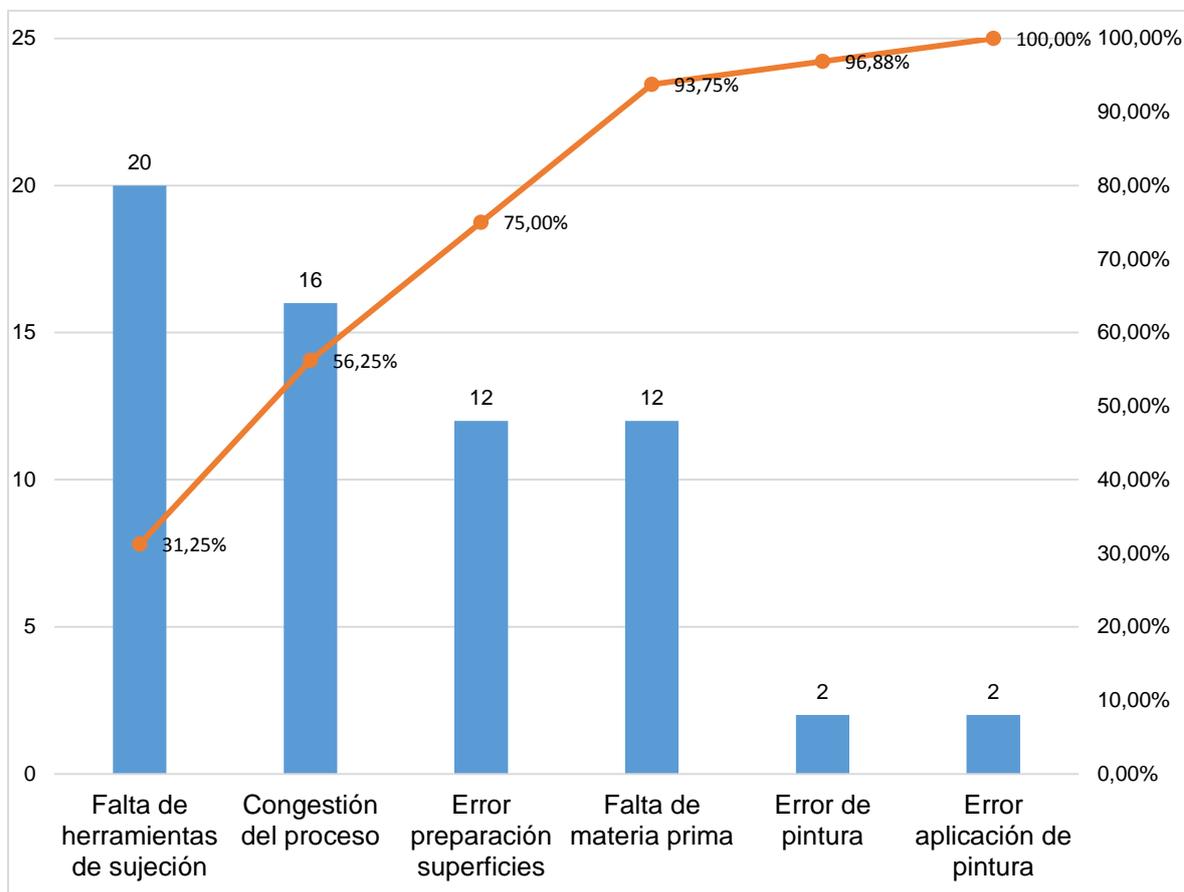
En la Tabla 3.8 se determinan el número de errores que frecuentemente se cometieron en los procesos de chapistería durante los doce meses de este estudio, de igual manera se encuentra el porcentaje que se observa en esta tabla que determina la influencia de cada una de las actividades hacia ésta etapa, esto fue determinado gracias al diagrama de Pareto, esto se lo desarrollo mediante la herramienta Excel, previo ordenamiento del número de errores que se cometieron de forma descendente.

Obtenido los datos de los procesos de chapistería, se procede a realizar un diagrama de Pareto, para de igual forma encontrar el problema que más incurre en los procesos de chapistería y de esta manera presentar las soluciones respectivas. Visto que una de las causas que influyen en el proceso es la poca organización que existe en el taller, lo primero que se debe hacer es una distribución ordenada de las herramientas, vehículos que se encuentren en el área de trabajo y del personal operativo. Con respecto a esto último también se ha presentado como una de las causas en los errores de los procesos de chapistería, tanto por la variación del personal, como de las equivocaciones que se cometen en el taller; lo que lleva a plantear una solución de contratar un personal estable y delegar una persona quien controle dichos procesos, esta persona debe estar capacitada para tomar decisiones al momento que surjan complicaciones y de igual manera de tener conocimiento sobre control de procesos y seguridad industrial.

**Tabla 3. 8** Frecuencia de errores proceso de chapistería

<b>DATOS PROCESOS DE CHAPISTERÍA REFERENTES PARA EL DIAGRAMA DE PARETO</b>		
	<b>Número de errores</b>	<b>Influencia</b>
<b>Herramienta desorganizada</b>	29	23,97 %
<b>Falta de espacio físico</b>	26	45,45 %
<b>Herramienta escasa</b>	21	62,81 %
<b>Falta de repuestos</b>	12	72,73 %
<b>Falta de mano de obra</b>	12	82,64 %
<b>Falta de insumos</b>	11	91,74 %
<b>Perdida de las partes</b>	6	96,69 %
<b>Error personal</b>	4	100,00 %
	121	

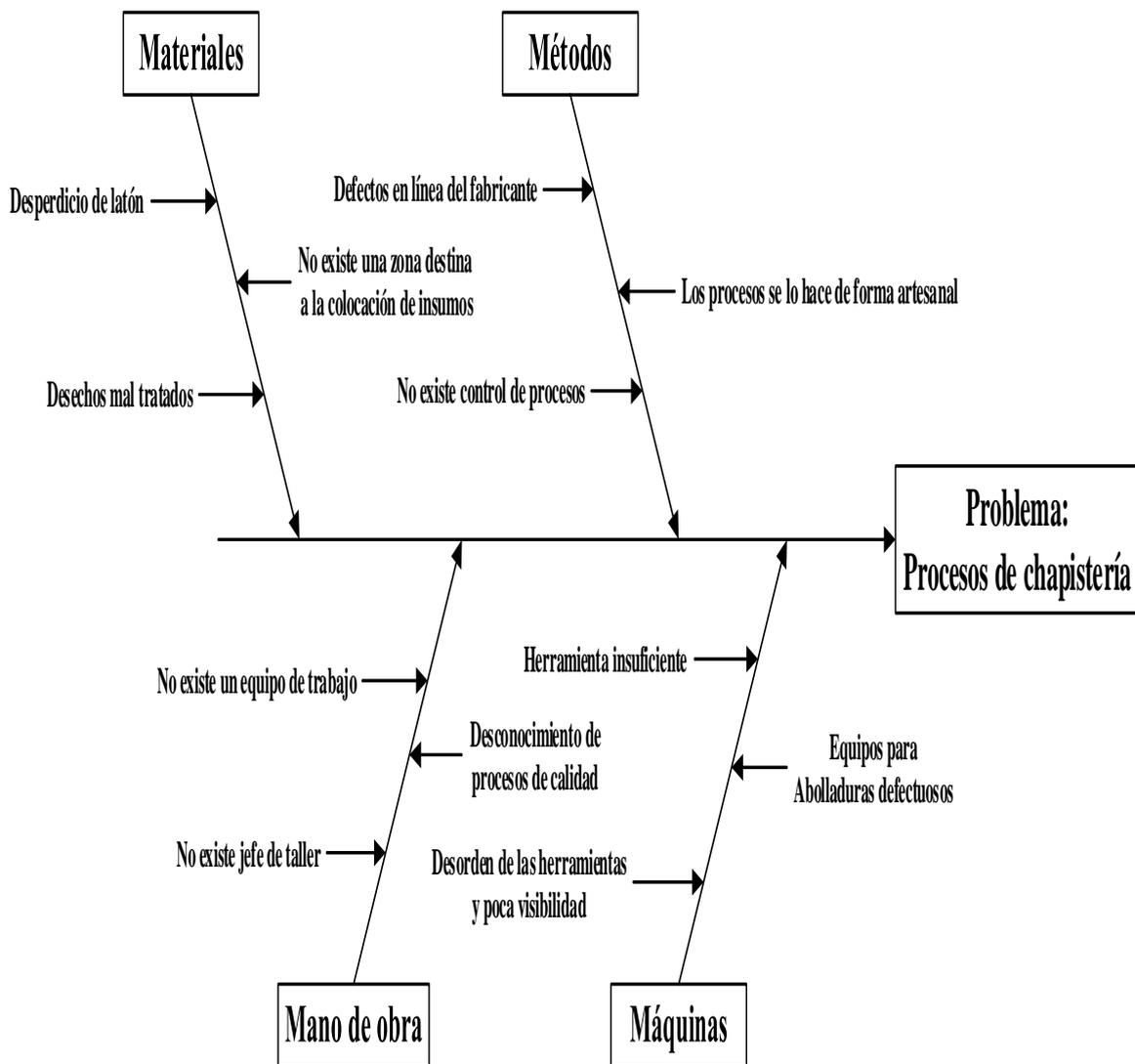
La mayor incidencia de error generado en el taller, se presenta en su organización, el espacio físico y el tener una mayor cantidad de herramienta, que permita que los procesos fluyan con normalidad.



**Figura 3. 6** Diagrama de Pareto análisis procesos de chapistería

Con una influencia de 23,97 % la herramienta desorganizada es la actividad que causa más frecuencia de errores en el proceso de chapistería, otra de las causas con el 45,45 % de influencia es la falta de un espacio físico amplio que permita desarrollar los trabajos en el menor tiempo posible; estas dos actividades en ésta etapa son las que crean inconvenientes en el desarrollo de los procesos, esto se logró gracias a los resultados que brinda el diagrama de Pareto en la Figura 3.6.

A continuación se representa un diagrama de causa – efecto, para reforzar los análisis respectivos que se han venido haciendo de todos los inconvenientes que tiene el área de chapistería y con ello sea más fácil presentar soluciones, que permitan el correcto funcionamiento de todos los procesos en el tiempo esperado para que se inicie una nueva etapa.



**Figura 3. 7** Diagrama causa - efecto Procesos de Chapistería

Los principales problemas que se presentan en ésta etapa se los puede identificar en la Figura 3.7

### 3.4.3. PROCESO DE PINTURA.

A continuación se presenta en la Tabla 3.9 los tiempos promedio de cada una de las actividades que se llevan a cabo en el proceso de pintura, en esta etapa se toma en cuenta de igual manera parámetros como la complejidad de reparación en las que se encuentra la carrocería del vehículo previo a su tratamiento de preparación de superficie, antes de que la actividad de pintura sea realizada.

Como en procesos anteriores fue indispensable la ayuda del técnico encargado de esta área para poder realizar dicha toma de tiempos, donde se analizaron diversa actividades que se realizan en esta etapa, con estos datos obtenidos se pretende determinar cuál de las actividades tiene mayor injerencia al ser desarrollada.

**Tabla 3. 9** Tiempos promedio proceso de pintura

N°	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)
1	Preparación se superficies, chapistería B	150
2	Preparación se superficies, chapistería C	840
3	Aplicación y secado de pintura B	180
4	Aplicación y secado de pintura C	420
5	Montaje de Carrocería B	100
6	Montaje de Carrocería C	350
	<b>TOTAL</b>	2 040

Con la ayuda de una hoja de verificación se pudo establecer los inconvenientes que se han venido presentando en los procesos de pintura, para ello fue importante además la ayuda del técnico que opera en este segmento del taller, quien explico cómo se realizan estos trabajos, al igual que indico las irregularidades que se presentan. La fluidez de los procesos en esta etapa del taller tiene menos fluidez, debido a que se acumulan gran cantidad de vehículos o partes de estos mismos, debido a que la preparación de las superficies tiene un retroceso. Este problema se ha generado puesto que los equipos que son destinados para hacer esta labor no se encuentran en óptimas condiciones, muchos de los procesos de preparación de superficies ha sido elaboradas manualmente, al igual que se presentan irregularidades en la superficie y de esta forma el proceso de pintura no puede continuar. A continuación en la Tabla 3.10 se puede identificar la frecuencia de los errores cometidos en las diferentes actividades de la etapa de pintura, en donde los análisis obtenidos da respuestas a cuales son los inconvenientes que se tiene en esta etapa, cabe resaltar que es una herramienta muy importante visto que se puede determinar las ocurrencias de los procesos que en este caso fue duran los doce meses que se logró la obtención de datos.



En la Tabla 3.11 se determina el número de errores que se cometieron dentro de la etapa de pintura, donde los porcentajes determinan la influencia en la que estas actividades afectan a este proceso.

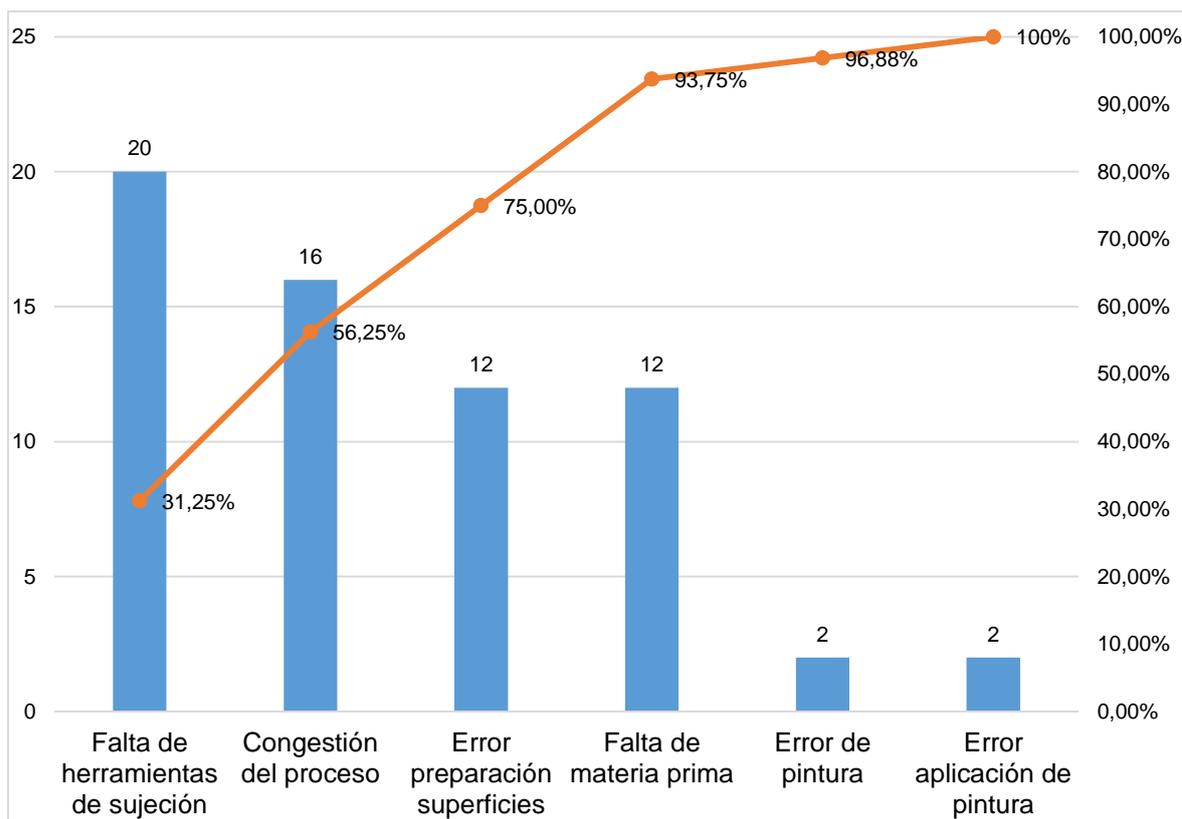
**Tabla 3. 11** Frecuencia de errores proceso de pintura

<b>DATOS ETAPA PINTURA VEHICULAR REFERENTES PARA EL DIAGRAMA DE PARETO</b>		
	<b>Número de errores</b>	<b>Influencia</b>
<b>Falta de herramientas de sujeción</b>	20	31,25 %
<b>Congestión del proceso</b>	16	56,25 %
<b>Error preparación superficies</b>	12	75,00 %
<b>Falta de materia prima</b>	12	93,75 %
<b>Error de pintura</b>	2	96,88 %
<b>Error aplicación de pintura</b>	2	100,00 %
	64	

Este análisis se lo desarrolla con la herramienta Excel la cual permitió establecer cuáles de las actividades que se tienen en esta etapa son la que influyen con mayor concurrencia, dando con el 31,25 % la falta de herramientas de sujeción de las partes de un vehículo o la carrocería en sí, con el 56,25 % la congestión del procesos es otra de las actividades que hacen de esta etapa no ser tan eficiente.

Como en todas las etapas que se han venido analizando en esta igual se considera dos actividades, las que previo análisis determinan que en el taller se las cometió con mayor frecuencia, lo que permite determinar propuesta de mejora, dando soluciones inmediatas a este proceso y así de esta manera desarrollar las actividades con mayor eficiencia; para determinar que exista mejoras dentro de los procesos del taller, también se toma en cuenta los comentarios que el técnico de esta etapa presento, es importante que los trabajos sean realizados con una buena calidad y en el tiempo acordado.

La importancia de que un trabajo sea realizado de buena manera en esta etapa es muy indispensable, visto que la parte visible del procesos que se expondrá al cliente se detallada en esta parte de los procesos, no se debe dejar escapar ningún detalle de lo que el cliente requirió al inicio del proceso de chapistería.

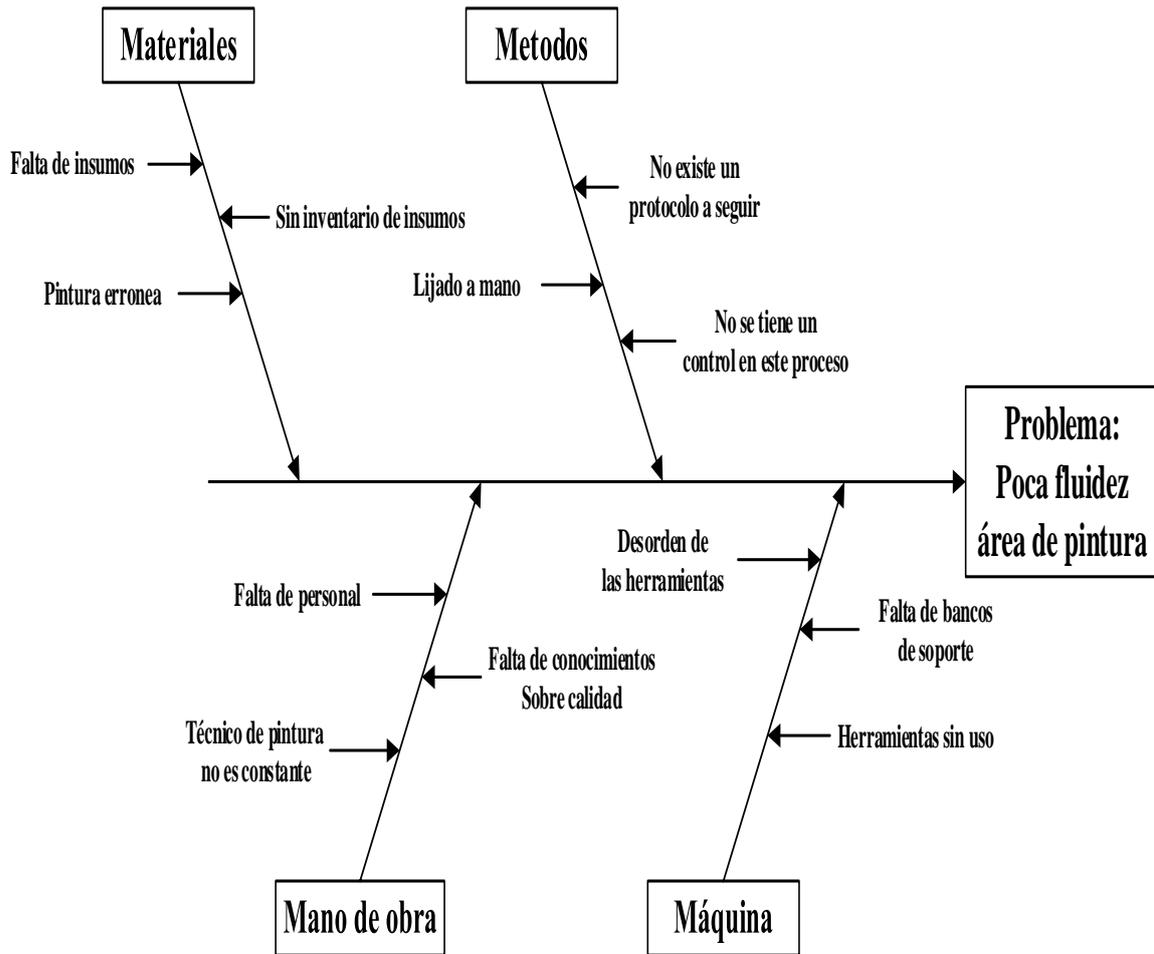


**Figura 3. 8** Diagrama de Pareto análisis Procesos de pintura

La problemática que se da en esta etapa como se verifica con el diagrama de Pareto de la Figura 3.8 es que no existen herramientas de sujeción, que permitan colocar las partes a pintar o la carrocería entera; de igual manera se presenta un inconveniente de congestión durante la realización de estos procesos.

Para dar solución se plantea la creación de unos caballetes, en donde se puedan colocar las partes del vehículo que se van a pintar y que estas no tengan una firmeza necesaria para que no exista algún deslizamiento que pueda causar algún accidente, como sucedía anteriormente según lo dicho por el personal que labora en este establecimiento; por parte de la congestión sería necesario la intervención de una segunda persona dentro de este campo, porque actualmente solo hay la interacción de un solo técnico, al cual el trabajo se le ha venido acumulando, visto que tiene que hacer todo lo que se lleva a cabo en esta etapa, desde la preparación de las superficies, limpieza, pintura. De acuerdo a lo expuesto por el personal se puede comprender que no se le ha tomado mucha importancia a este sector de los procesos de chapistería, lo que gracias a la identificación de errores en las actividades se pretende corregir estas situaciones.

La importancia de hacer lo que el cliente pidió es indispensable en esta clase de trabajos, esto determinara el grado de la satisfacción que presente, la aceptación que le dé a los trabajos o servicio que se le haya brindado, lo cual servirá como una proyección del taller hacia futuros clientes que necesiten de este taller para la refacción de sus vehículos.



**Figura 3. 9** Diagrama causa efecto Proceso de pintura

En la Figura 3.9 se realiza un diagrama causa – efecto, identificando las diferentes alternativas que puedan afectar a la etapa de Pintura en el taller, con esto se puede crear soluciones a estos inconvenientes y lograr de esta manera que sean controlados o eliminados; como ya se dijo anteriormente hay que tener un control para que las actividades realizadas en esta etapa sean hechas de la mejor manera y con una buena calidad.

### 3.4.4. INSPECCIÓN Y ENTREGA DEL VEHÍCULO

En la última etapa se verifica el estado de los procesos, para lo cual se tiene en cuenta los parámetros de ingreso vehicular que inicialmente se establecieron, por lo cual se identifica si se los cumplió como lo que se encontraba determinado, para esta etapa de igual manera se realiza la toma de tiempos promedio de las actividades que se llevan a cabo, identificando las actividades que se tiene, conjuntamente con las dificultades que éstas puedan presentar.

En la Tabla 3.12 se realiza las respectivas mediciones de frecuencia de la etapa final del trabajo que se realiza en el taller, aquí se determinan las actividades que se tiene en cuenta a la hora de que un vehículos ya ha culminado todas las fases de reconstrucción.

**Tabla 3. 12** Tiempos promedio Proceso de inspección y entrega del vehículo

N°	ACTIVIDAD	TIEMPO (min)
1	Limpieza del vehículo	120
2	Revisión hoja de ingreso	15
3	Inspección vehículo	15
4	Facturación y entrega del vehículo	10
	<b>TOTAL</b>	160

La última etapa requiere de una atención especial en todos los aspectos que se hayan realizado en el vehículo, siendo un proceso muy minucioso en donde no se debe escapar ninguno de los detalles que se establecieron al momento que el automotor ingreso a las instalaciones del taller.

Este trabajo es realizado en este caso por el propietario del taller, quien con la experiencia que tiene determina si los trabajos son aceptables o no, se considera aspectos como la recuperación de la estructura de la carrocería del vehículo, que consten todas sus partes, al igual que se encuentren bien instalados los componentes extras que posiblemente puede existir, se identifica que si el proceso de pintura se lo realizó bien, que el color que haya sido aplicado correctamente, las actividades de esta etapa se la observa en la Tabla 3.13.

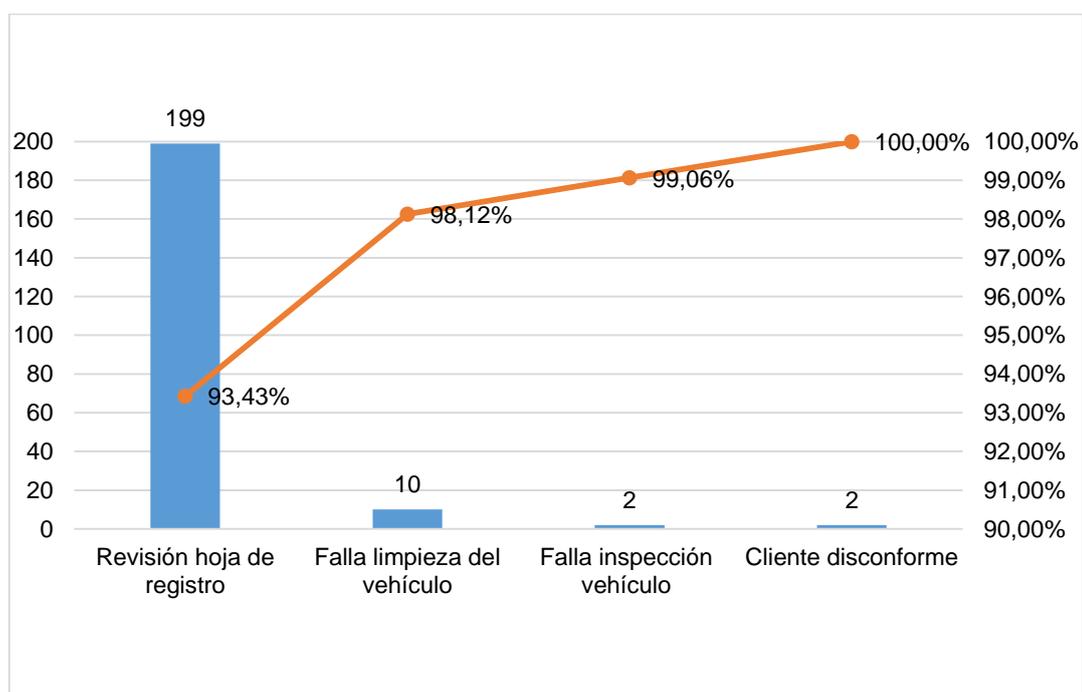


Como ya se ha dicho anteriormente los principales problemas que tiene el taller COLISIONES, es la falta de registro de todo lo que suscita dentro de sus instalaciones, esto genera que se vuelva una cadena repetitiva, que no hace más que perjudicar a los procesos que se llegan a realizar como en la Tabla 3.14.

**Tabla 3. 14** Frecuencia de errores proceso de inspección

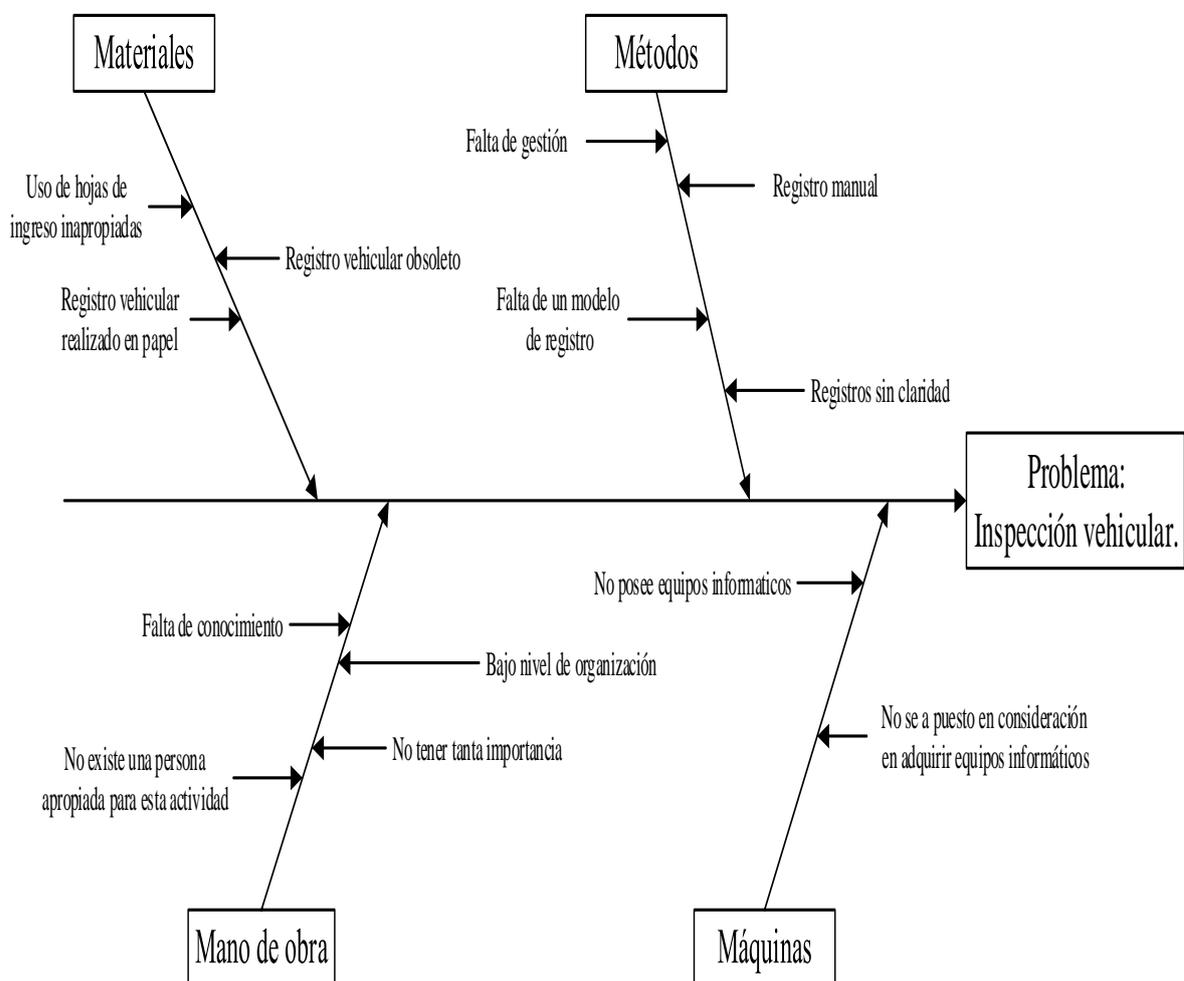
DATOS INSPECCIÓN VEHICULAR QUE DETERMINAN EL DIAGRAMA DE PARETO		
	Número de errores	Frecuencia
Revisión hoja de registro	199	93,43 %
Falla limpieza del vehículo	10	98,12 %
Falla inspección vehículo	2	99,06 %
Cliente desconforme	2	100,00 %
	213	

Para profundizar e indicar las falencias o causas que hacen que este proceso no sea de calidad, se realiza un diagrama de causa – efecto, en donde se identifica los causantes de fallas en esta etapa. Prácticamente la parte inicial de los procesos que se hace en el centro de enderezada y pintura COLISIONES esta enlazada con la finalización, que este caso es la inspección y entrega del vehículo, si no se hace bien informes, inventarios desde un inicio no se podrá tener buenos resultados.



**Figura 3. 10** Diagrama de Pareto etapa de Inspección

Con este diagrama realizado en la Figura 3.10 se comprueba que lo que se decía acerca de los problemas presentados en este proceso es verdad; para ello queda claro que el sistema actualmente operativo de cómo se maneja la información dentro de este establecimiento no permite que se desarrollen los procesos con rapidez, lo que causa que haya pérdida de tiempo y con ello de dinero; dando como resultado final inconformidad en el cliente, el cual es el factor más importante del cual depende la empresa para su respectivo crecimiento y mejoramiento.



**Figura 3. 11** Diagrama de causa - efecto Inspección Vehicular

En esta última etapa de igual manera se realizó un diagrama de causa – efecto en el cual se logra reconocer las razones por las cuales las actividades en esta etapa son afectadas, estas están representadas en la Figura 3.11.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

#### **4.1. DETERMINACIÓN DE LA SECUENCIA LÓGICA DE LAS ACTIVIDADES**

En esta fase se presentan los parámetros que se analizaron para posterior aplicación de la metodología Six Sigma en el taller COLISIONES, generando soluciones las cuales permitirán el mejoramiento de los procesos, una adecuada administración, inventarios en los cuales se brinde una información clara y específica.

##### **4.1.1. INFORMACIÓN GENERAL**

El centro de enderezada y pintura COLISIONES, ha sido el primer taller de chapistería en la ciudad de San Gabriel en implementar un proceso de pintura al horno y tener una infraestructura más consolidada en referencia a la competencia local; pero a pesar de aquello las dificultades que presenta son significativas, empezando por la parte organizacional la cual no posee una estructura consolidada, no se tiene un personal de trabajo estable, siempre está en constante cambio, la parte de inventarios de ingresos y egresos de vehículos no se la realiza con frecuencia pese a tener hojas de verificación, cabe resaltar que se les ha dado un mal uso en reiteradas ocasiones.

Con respecto a la parte de infraestructura, se puede decir que el espacio muchas veces se ha visto reducido por la cantidad de vehículos que se encuentran ahí, lo cual dificulta la fluidez de los demás procesos que se estén realizando, como ejemplo de aquello se puede decir que se encuentran algunos vehículos que no están siendo procesados (falda de repuestos, factores económicos), son obstáculos que ocupan un espacio el cual puede ser utilizado para otro servicio de chapistería, el cual posea la disponibilidad de materiales para poder ser procesado de inmediato.

Como propuesta inicial se plantea la ampliación e implementación de unas nuevas áreas, como lo son un centro de atención al cliente, un cuarto de bodega donde se coloquen repuestos, materia prima y de igual forma los elementos de seguridad que los trabajadores por norma deberían utilizar; otra parte importante que se ve en la necesidad de crear es una zona de parqueo, la cual permitirá que el taller solo ingresen los vehículos que vayan a ser procesados.

En la parte interna del taller se plantea clasificar y determinar tres áreas de trabajo, dependiendo prácticamente de la complejidad que estos presenten; se las designa con las letras A, B, C, las que posteriormente van a ser detalladas con claridad y especificando los procesos que en estas se realizará:

#### **4.1.1.1. Chapistería A**

Son los procesos de chapistería leves, que no requieren de una intervención extrema por parte de los operarios del taller; en esto se puede identificar trabajos como cambio de alguna persiana, implementos de sujeción, un proceso de latonería mínimo que por lo general son causados por incidentes al momento de parquear un vehículo, que causa hendiduras leves en el automotor, este proceso no lleva mucho tiempo en ser corregido.

#### **4.1.1.2. Chapistería B**

Los procesos en esta fase son de carácter intermedio en lo que a daños en un vehículo se refiere, aquí están incluidos trabajos que ya requieren de mayor atención técnica por parte del personal de trabajo, por lo que a estos daños concierne, estos se manifiestan en daños causados por golpes producto de un choque, ya sean frontales, laterales, posteriores; en donde las afectaciones mayores se encuentran en puertas, cofres, faldones.

Aquí también queda a consideración del propietario del vehículo si desea que se rehabilite la parte siniestrada o sea cambie por una nueva, sea cual sea la decisión que tome, debe ser acogida de inmediato, por lo que de todas maneras esta refacción debe ser sometida a un proceso de pintura, ya sea una pieza nueva o reestablecida.

#### 4.1.1.3. Chapistería C

Es la fase más crítica de todos los procesos de enderezada y pintura que se realizan en el taller, se encuentra la mayor concentración técnica por parte de los trabajadores, en donde se realizan trabajos sumamente complejos, en los cuales se realizan reconstrucciones parciales o completas de carrocería, enderezadas de chasis, reconstrucción de las partes mecánicas y electrónicas que se encuentren en mal estado.



**Figura 4. 1** Distribución de las áreas de trabajo del taller COLISIONES

La delimitación del área de trabajo como se tiene en la Figura 4.1 es fundamental, para así de esta manera crear zonas exclusivas tanto para el área de trabajo, localización de vehículos siniestrados, almacenamiento de repuestos, herramientas. Gracias a esto se pretende disminuir el tiempo que tarda un proceso, y con ello aumentar la productividad del taller, con todos estos cambios será notable la disminución de trabajos defectuosos, que no sean de aceptación ante el cliente; para que esto no suceda se crea un área de inspección donde se verificará los trabajos que son aptos para ser entregados, y de igual forma aquellos trabajos que necesitan reiniciar el proceso para que estos sean corregidos, todo esto se lo estimará en el tiempo acordado con el cliente al momento que se toma nota del ingreso del vehículo a reparar.

## **4.1.2. MISIÓN Y VISIÓN DEL TALLER COLISIONES.**

### **4.1.2.1. MISIÓN.**

Brindar servicios de enderezada y pintura, con los más altos estándares de calidad, mediante el uso de tecnología de vanguardia y personal calificado, de manera que permitan superar las expectativas de los clientes.

### **4.1.2.2. VISIÓN.**

El taller Colisiones-San Gabriel en el año 2023 será el referente de los centros de enderezada y pintura multimarca de la provincia, donde la calidad en los trabajos realizados y servicios prestados sean nuestro principal diferenciador frente a nuestros competidores.

## **4.2. METODOLOGÍA SIX SIGMA**

Para llevar a cabo este proceso de aplicar la metodología dentro de los campos de trabajo del centro de enderezada y pintura COLISIONES, se determinó los diferentes procesos y subprocesos con los que cuenta, además de ello se tiene en cuenta las limitaciones que el taller puede tener, al momento de implantar esta metodología en sus procesos.

Se tomó como referencia el tiempo en los que se realizan los diferentes procesos, esto nos ayudará como referencia analizar después de haber determinado la aplicación de la metodología de mejora continua.

### **4.2.1. IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA**

Esta metodología ha sido implementada por algunas empresas automotrices, dando resultados favorables hacia estas empresas, esto además conlleva mantener un camino de cambios constantes, debido que ya gran parte de empresas

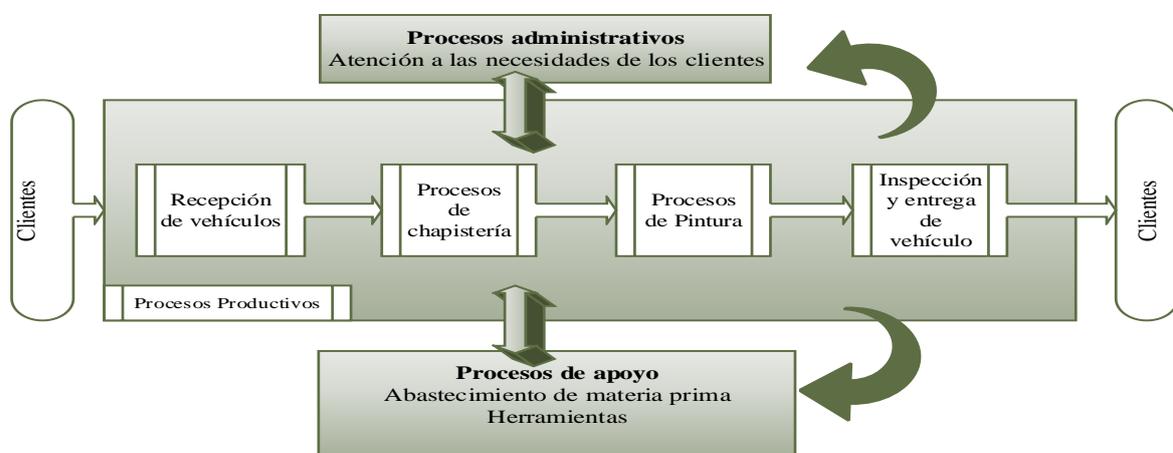
tanto de gran y pequeña dimensión han implementado modelos de calidad, que al final de todo representa la satisfacción al cliente. La propuesta de mejora viene dado con la implementación de nuevas herramientas que faciliten del desarrollo de los procesos de chapistería, junto con esto la ampliación y creación de nuevas áreas que permitirán mayor fluidez en los procesos que se lleven a cabo dentro del taller COLISIONES, además se maneja una fuente digital para llevar inventariado los ingresos, egresos mensuales; junto con esto se debe brindar capacitaciones al personal que en este caso serán otorgadas por los proveedores de repuestos y de igual manera crear una forma de incentivo que los motive a cada uno de los trabajadores a realizar mejor sus trabajo.

### 4.3. ELABORACIÓN DE DIAGRAMAS DE FLUJO

La elaboración de los nuevos diagramas se los realizo ya después de tener claro cuáles son los procesos que tienen que ser mejorados.

#### 4.3.1. MAPA DE PROCESOS

Se realizó un mapa de procesos en donde se establece la estructura organizacional del taller, el cual nos permitirá establecer los procesos a seguir y flujo que deben completar para lograr disminuir tiempos consiguiendo una mayor fluidez, eficiencia, la cual se muestra en la Figura 4.2 que a continuación se presenta.



**Figura 4. 2** Mapa de procesos del Taller COLISIONES

### **4.3.2. DEFINICIÓN DE ETAPAS**

Las etapas que se identificaron en el taller de enderezada y pintura COLISIONES, son los siguientes:

#### **4.3.2.1. Recepción de vehículos**

Se empezará a utilizar hojas de ingreso vehicular, en donde quede constando las averías que pueda presentar cada automotor, además tomar en cuenta las exigencias que el cliente requiere, la cotización estimada de la reparación se la realizara de una forma técnica y ordenada.

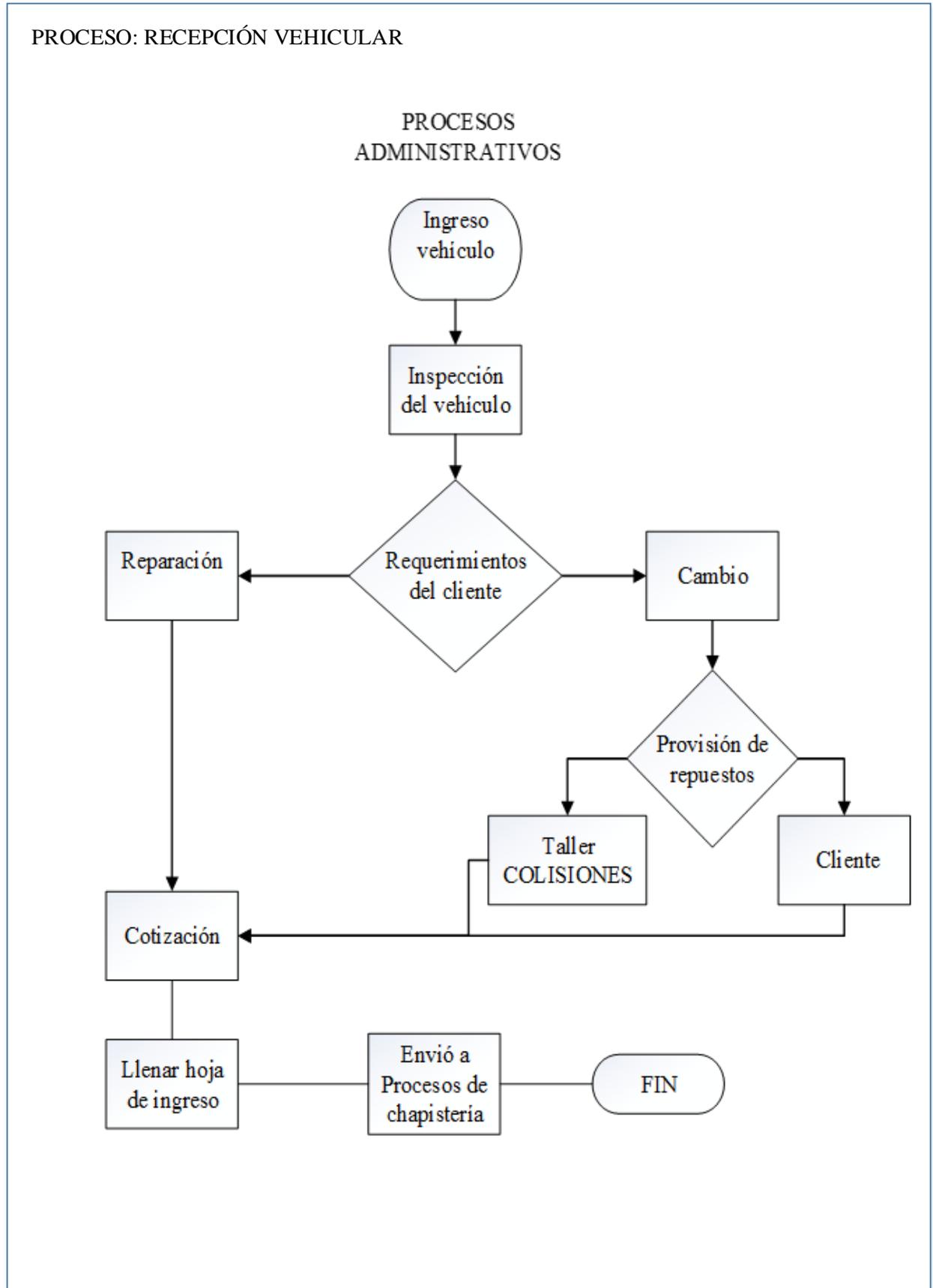
Además de lo anteriormente dicho se tendrá una persona específica, la cual sea la encargada de las recepciones de cada uno de los vehículos que ingresen al taller, de igual manera será quien de servicio al cliente ante alguna inquietud que se pueda presentar con respecto a los servicios que el establecimiento brinda.

Junto a lo referente a la recepción de vehículos también se ve en la necesidad de registrar el ingreso de los repuestos, implementos, materiales, los cuales deben irse registrando y ordenando para no tener inconvenientes, al momento de querer usar alguno de estos y su correcta ubicación permitirá obtener más espacio y se lograra optimizar los procesos de recepción.

Gracias a lo anteriormente expuesto se pretende disminuir los tiempos que toma realizar las actividades en esta etapa, logrando así una mejora la cual servirá como base para que este procesos continúe en un cambio constante, según los requerimientos que el taller tenga, dependiendo conjuntamente con las necesidades que los clientes requieran.

Es importante proyectar una buena imagen del taller, iniciando con el mejoramiento de cada uno de los procesos, en este caso el turno es para el proceso inicial, que sin duda alguna con los cambios que se pretende implantar, se lograra tener una mejor forma de imagen ante la sociedad

Como se podrá observar en el Figura 4.3 se implementa la digitalización de este proceso, con esto también se tendrá una base de datos en donde se irán ingresando todos los vehículos que ingresen en los meses respectivos para esta etapa con las mejoras efectuadas en base lo obtenido como causa error:



**Figura 4. 3** Diagrama de flujo recepción vehicular

#### 4.3.2.2. Procesos de chapistería

Para la realización de estos procesos, se trabajará en tres áreas productivas, como ya se explicó anteriormente, esto servirá de mucha ayuda a la fluidez de los trabajos que se realicen en el taller.

La primera chapistería determinada con la letra A será destinada a trabajos de mejor concentración técnica, como son cambios de persianas, espejos retrovisores, vinchas de sujeción, prácticamente en estas actividades son las que en el taller hay mayor afluencia de clientes.

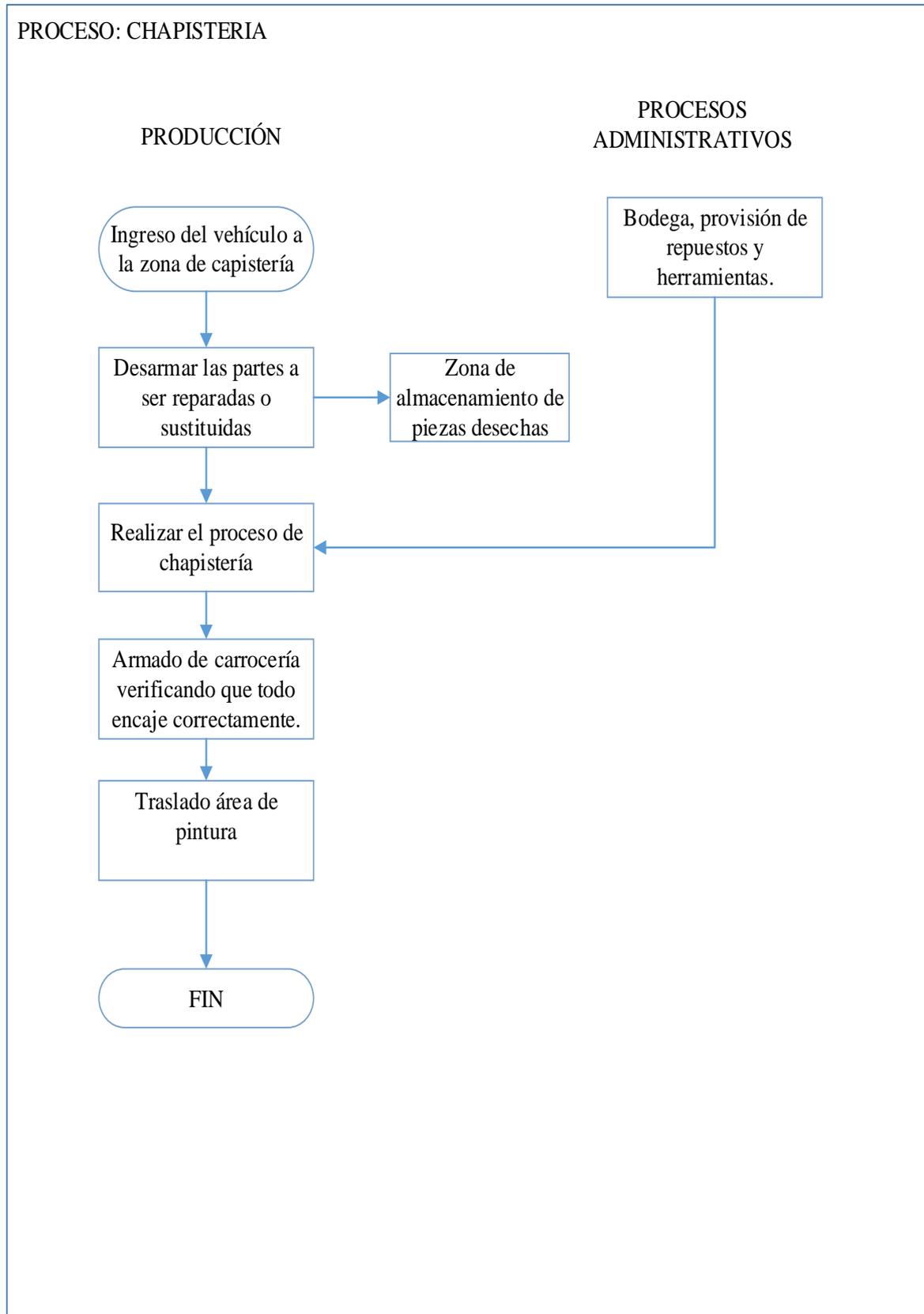
La siguiente actividad dentro de los procesos de chapistería, se la designo con la letra B, en donde se tiene trabajos que requieren ya procesos de chapistería y pintura, los cuales ya es necesario un personal técnico especialista para realizar estos proyectos; en esto se incluyen enderezar puertas, cofres, en otras palabras son trabajos que se realizan en zonas específicas de la carrocería.

Pero la mayor concentración técnica y de operación se la realizara en el área de chapistería C, la cual ha presentado dificultades más representativas, debido a la necesidad de equipos; gracias a esto se lograra tener reparaciones de carrocerías de buena calidad y en el menor tiempo posible.

También es importante el área de trabajo la cual fue modificada y delimitada por el tipo de procesos, esto fue posible gracias a la habilitación de una zona de parqueo que permite a los vehículos que no son procesados, no se presenten como un obstáculo en la zona de trabajo, como ya se es conocido se toma mucho en cuenta el tiempo y la importancia que este tiene en cada uno de los procesos.

Con respecto al tiempo que toma cada una de las actividades, gracias a esta mejora se pretende disminuir considerablemente cada una de las actividades que se realizan, lo cual permitirá que se efectúen más procesos en el transcurso del año y esto represente mejores ingresos.

A continuación en la Figura 4.4 se presenta el nuevo diagrama de procesos en esta etapa dentro del taller COLISIONES, en el cual se permite realizar trabajos con una mejor calidad técnica, como ya se ha dicho anteriormente se distribuye cada actividad, en las diferentes áreas que se han creado y de esta manera se obtendrá una mejor fluidez, consiguiendo de esta manera disminuir los tiempos, revisando de una forma más detallada los procesos.



**Figura 4. 4** Proceso de chapistería

#### 4.3.2.3. Proceso de pintura

Esta es una de las etapas culminantes de los procesos de enderezada y pintura, en donde es muy importante la concentración de colores que se pueda establecer, para que no exista errores visibles, para ello se pretende dar un tratamiento adecuado a las partes de la carrocería del vehículo, antes, durante, y después del proceso de pintura.

Esto se desarrollara bajo normas técnicas con personal calificado, con experiencia adecuada en este campo y mediante la adquisición de nuevos equipos que permitan realizar este proceso se tendrá productos de mejor calidad.

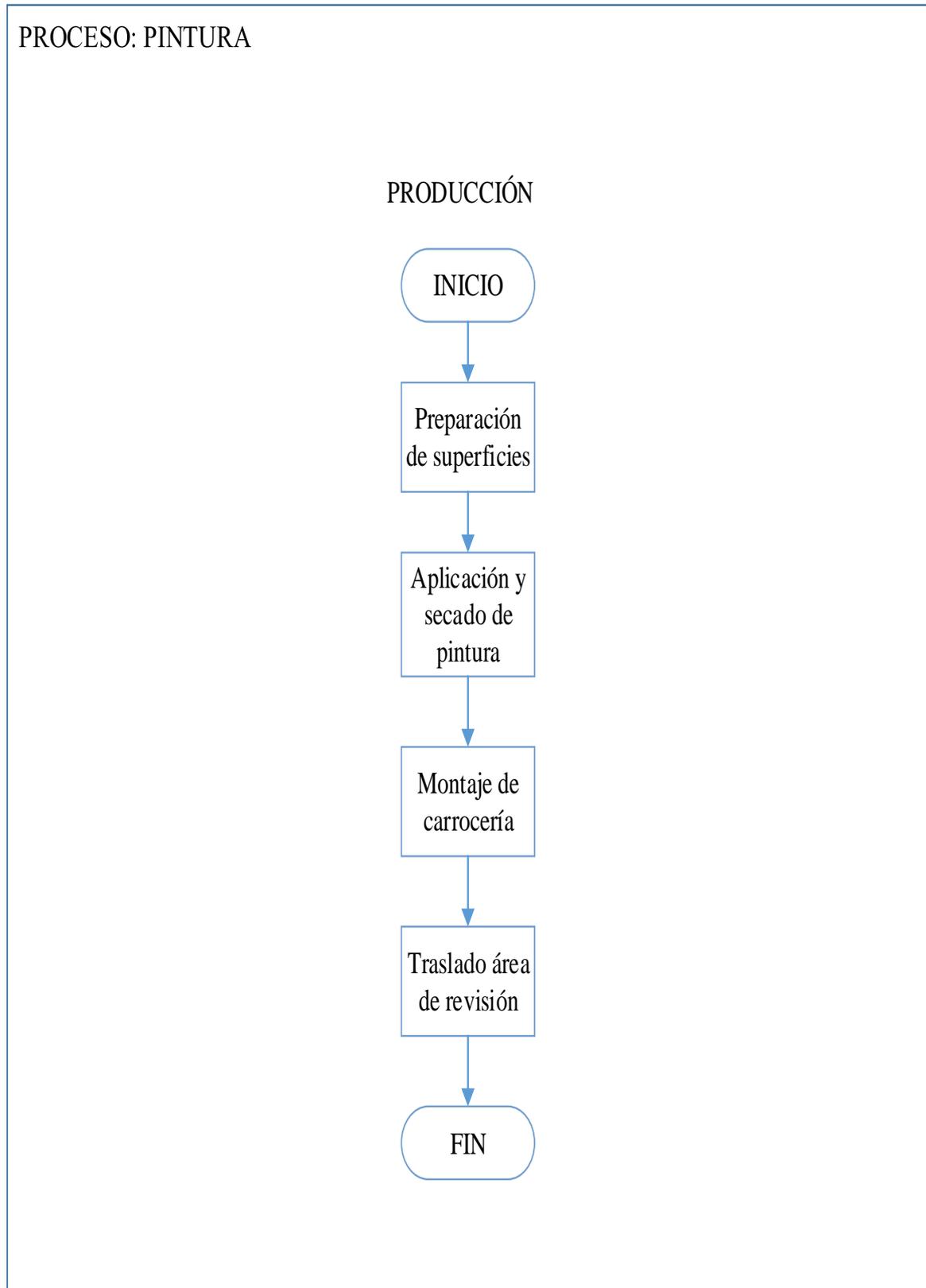
De igual manera la comodidad que se le crea al trabajador mediante la creación o compra de taburetes de sujeción apropiados, permitirá que los procesos eviten tener fallas durante su ejecución. No tan solo se crea soluciones que permitan que los procesos sean mejores, sino que también que la comodidad laboral sea mejor y que los empleados no tengan la necesidad de abandonar el establecimiento.

Con la ayuda de quien opera en esta etapa de procesos de pintura, se logra implementar y dar solución a los problemas que surgen en esta parte de las actividades que se generan, un ejemplo de lo que se pretende implementar, es un ayudante el cual sea el encargado de la preparación de las superficies antes de que estas vayan a ser sometidas a las diferentes capas de pintura.

Esto significa que se optimizara el tiempo que actualmente no es muy bueno, por la congestión que en esta área se crea, ya sea por la falta de personal o de igual manera por las herramientas que se encuentran en mal estado, por falta de mantenimiento.

De igual forma con la creación de los taburetes que servirán para sujetar las piezas o carrocería del vehículo, se lograra que el peligro que se encontraban los trabajadores sea eliminado, se tenga un ambiente seguro para trabajar y realizar estas actividades.

Como se puede identificar a continuación en la Figura 4.5 se tiene las actividades que se llevaran a cabo, de acuerdo a lo estipulado por los estudios realizados en el taller, acerca de que si es posible implementar la metodología Six Sigma en los procesos que se planifican en sus instalaciones, esto sería el inicio del proceso de mejora el cual se pretende que continúe en desarrollo.



**Figura 4. 5** Diagrama de flujo proceso de pintura

#### 4.3.2.4. Inspección y entrega del vehículo

Para este proceso final se tiene en cuenta el informe de recepción del vehículo, en donde constan las partes que van a ser sometidas al proceso de reparación o cambio; para lo cual se comprueba que las especificaciones inicialmente dadas estén sin ninguna anomalía, en caso de existir algún percance durante el proyecto debe constar en la hoja de verificación en la parte de observaciones.

Con esto se pretende que un vehículo no salga con problemas en su estructura y de esta manera tener la aceptación total del cliente, quien confió en el taller para que su unidad vuelva a un estado funcional.

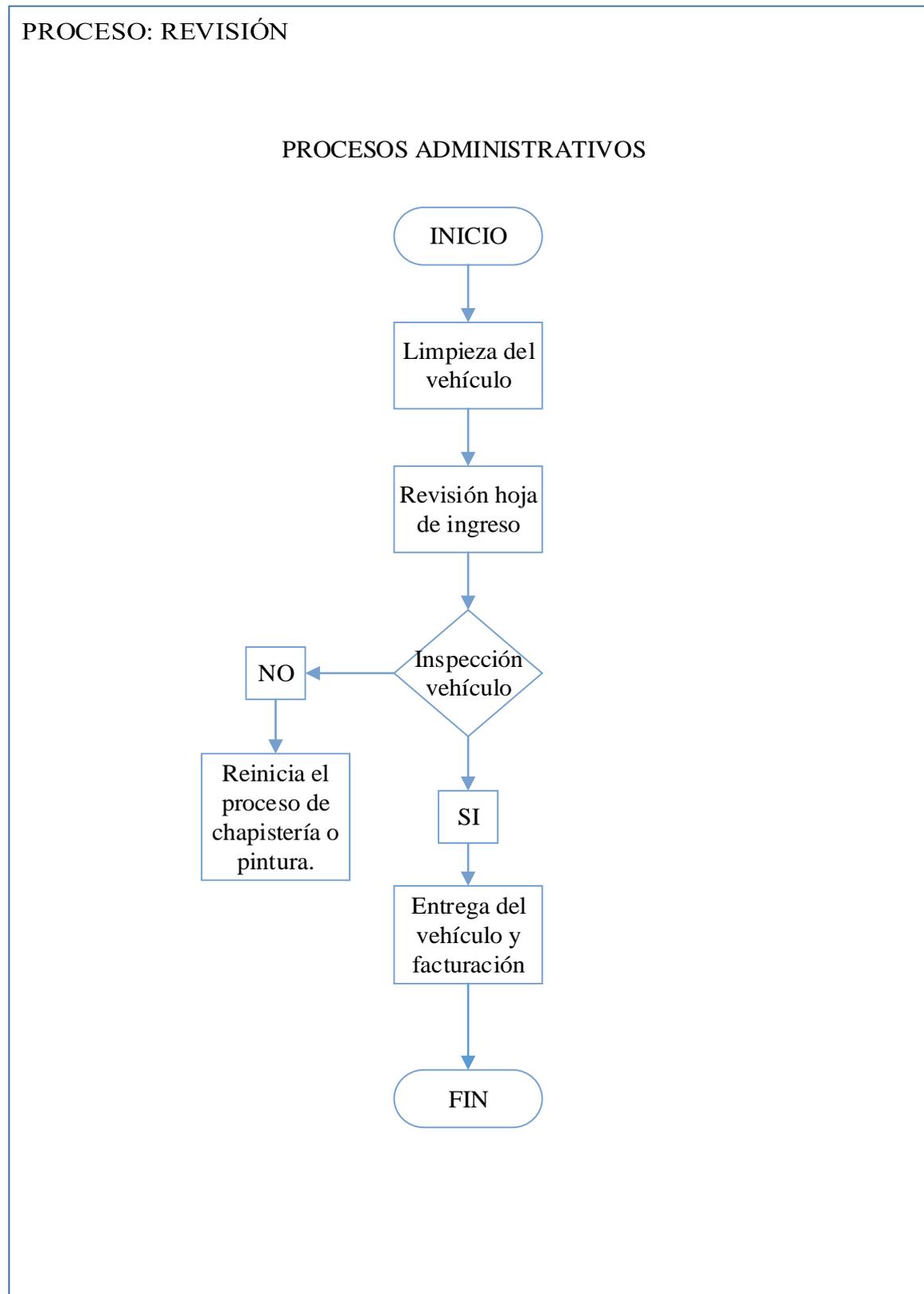
Con respecto al tiempo de inspección del vehículo, se ve en la necesidad de que este sea aún mayor, visto que es necesario identificar que lo que se estableció al inicio de los procesos haya sido cumplido a cabalidad.

En esta parte la importancia de tener buenos resultados es primordial, visto que después de que un vehículo haya culminado con los procesos de reconstrucción, se iniciara de inmediato una inspección general del estado de la carrocería.

Logrando con dicha inspección resaltar las actividades que se realizaron y detallando como inicialmente ingreso el vehículo, después de todo la finalidad de esto es tener la aceptación de los clientes y que estos se lleven una buena impresión del trabajo que se llevó a cabo en su unidad, la importancia de esta etapa es que se puede analizar el estado en el cual se pretende entregar el vehículo e ir tomando nota de las cosas que hay por mejorar durante el transcurso de los procesos que se ejecutan en este establecimiento.

Tener un sistema digital en esta fase es de suma importancia, por lo que el manejo de datos debe ser detallado y claro para no tener complicaciones al fin de cada mes, para ello se creó una base de datos en la que permite registrar la afluencia de vehículos que se obtuvo en las instalaciones del taller COLISIONES, en un determinado mes.

En la Figura 4.6 que se presenta a continuación se detalla de forma clara las actividades que se realizaran en esta última etapa, donde se clasificara los vehículos que son aceptados para ser entregados y los rechazados para nuevamente someterse a un proceso de mejora, con esto se pretende que un cliente no tenga un mal criterio del taller.



**Figura 4. 6** Diagrama de flujo inspección y entrega del vehículo

### **4.3.3. DETERMINAR UN EQUIPO DE TRABAJO**

La determinación de un equipo de trabajo estable, será una de las bases para conseguir que la implementación de la metodología de resultado; dicho de otra manera depende del personal de trabajo que se realicen bien los procesos en el menor tiempo y costo posible. Con respecto al número de personas que se necesitan para realizar los procesos dentro del taller, es indispensable 5 personas estables dentro de sus instalaciones, una de ellas la encargada de llevar todas la documentación de ingresos de vehículos, documentación, bodega, inspección de trabajos; otras tres personas distribuidas en cada una de las áreas que fueron creadas de chapistería (A,B,C) y una persona especializada en el campo de pintura vehicular la cual se encargue netamente de esos trabajos.

### **4.3.4. CAPACITACIÓN AL PERSONAL**

El centro de enderezada y pintura COLISIONES adquiere nuevas herramientas de trabajo, lo cual se ve en la necesidad de capacitar a su personal, esto se acordara con el proveedor de dichos equipos para que den las capacitaciones respectivas, cabe destacar que esto no le genera ningún gasto al dueño del taller.

Además es indispensable que el personal operativo, tenga conocimiento de seguridad industrial y del buen trato al cliente, con estos aspectos se tendrá una mejor proyección de la imagen del taller hacia la sociedad; teniendo una carta de presentación que atraiga a más clientes e ingresos al mismo tiempo.

## **4.4. ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN SIX SIGMA**

Estos análisis se los hace en base a datos proporcionados por el dueño del taller, este fue el punto de partida para determinar si el proyecto es factible o no, detallando de igual forma las cosas que se van adquirir y el costo que se requiere para que esto sea posible.

#### **4.4.1. ESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO A IMPLEMENTAR**

Ya establecido las dificultades que se tiene en el taller COLISIONES, se propone la implementación de una nueva estructura, equipamiento y reubicación del taller, esto último se lo hace en base a que la localización actual del taller, que no permite expandir sus instalaciones.

Además de ello el lugar en donde se ubica este establecimiento es como ya se dijo anteriormente un local de arriendo, por lo que no se permite hacer modificaciones requeridas por la metodología después de dichos estudios.

Además de las herramientas se cotiza el precio de un nuevo terreno, en donde la ampliación del local sea la adecuada, para abastecer el número de unidades que se pretende recibir para realizar procesos de chapistería.

De igual manera se vio en la necesidad de crear un garaje, una bodega, un lugar que se brinde servicio al cliente y también con ello se crea una zona de lavandería donde se pueda hacer el aseo respectivo de las unidades, las que se pretende ingresar al taller de refacción, como a las unidades que se ha terminado de realizar el proceso de reconstrucción y de esta manera brindar un servicio más especializado, profesional, cual pretende tener mayor acogida ante la ciudadanía.

Las mejoras que se han visto en la necesidad de implementar en esta etapa inicial de la aplicación de la metodología Six Sigma, permitirá al taller permanecer en un cambio continuo, con ello conseguir que este llegue a ser un taller referente en la zona, para ello además de las inversiones de infraestructura y herramientas, se necesita las capacitaciones al personal del uso de las herramientas que la metodología establece, el buen trato al cliente, el manejo adecuado de los implementos de seguridad.

Para lograr todo lo que se propone mediante este estudio, es necesario la complicitad de todas las personas que hacen parte de este establecimiento, sin que no haya la colaboración de ellos no es posible que esto suceda, simplemente no se lograra el cambio necesario para que el taller tenga procesos de calidad y logre entregar sus trabajos en el tiempo acordado. Para ello se presenta una proforma de costos que se necesitara para implantar el proyecto, como se puede ver en la Tabla 4.1, se tiene detallado el artículo que se adquiere con sus respectivas características y costo.

**Tabla 4. 1** Equipos y estructura a implementar

<b>INVERSIÓN A REALIZAR</b>		
<b>EQUIPO/ MATERIAL</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO (USD)</b>
Cama enderezado	Cama enderezadora de 10 toneladas gira 360 grados UNILINES	10 790
Enderezador DOZER	Marco enderezador DOZER L Bp	1 225
Escariador	Soldadora Spotter	250
Caja de herramientas	2 Cajas de herramientas con 150 piezas de dados	460
Elevador	Elevador dos postes de 4 toneladas MUTHA	2 290
Lijadoras	2 Lijadoras neumáticas orbital marca PORTEN	190
Equipos electrónicos	Computadora, impresora	1 500
Cabina de pintura	Reparación de la cabina de pintura	6 000
<b>ESTRUCTURA</b>		
Cerramiento	Estructura metálica del cerramiento	18 000
Piso	Pavimentación del piso y construcción de bodega y una zona de atención al cliente	21 535,35
Portón	Portón metálico de 3,5 m2	500
Terreno	Terreno de 300 m2	14 000
Instalación eléctrica	Instalación eléctrica trifásica	2 500
Reubicación	Movilización de la estructura del galpón del taller	1 300
<b>TOTAL</b>		<b>80 540,35</b>

#### 4.4.2. ANÁLISIS DE INGRESOS Y EGRESOS

Este análisis es de suma importancia, así se tendrá en cuenta si las inversiones a realizarse tendrán el sustento necesario para poder ser financiadas, esto se lo realizó gracias a los datos provistos por el dueño del taller, quien explicó la forma en la que se maneja las entradas y salidas de dinero del establecimiento. Para ello se realiza las siguiente Tabla 4.2 en la que se identifican los aspectos financieros

que determinaran, si el proyecto tendrá una solvencia económica según lo establecido por la metodología Six Sigma al ser aplicada en el taller COLISIONES.

**Tabla 4. 2 Ingresos del taller COLISIONES**

<b>DATOS DE LOS INGRESOS DEL TALLER COLISIONES</b>			
<b>AÑO-MES</b>	<b>INGRESOS</b>		
<b>2016</b>	<b>MANO DE OBRA (USD)</b>	<b>USO DE HERRAMIENTAS Y MATERIALES (USD)</b>	<b>INGRESOS MENSUALES (USD)</b>
<b>Noviembre</b>	2 703,91	573,56	3 277,47
<b>Diciembre</b>	4 004,44	849,43	4 853,87
<b>2017</b>			
<b>Enero</b>	2 772,87	588,18	3 361,05
<b>Febrero</b>	2 524,71	535,54	3 060,25
<b>Marzo</b>	2 470,20	523,98	2 994,18
<b>Abril</b>	2 811,85	596,45	3 408,30
<b>Mayo</b>	2 865,56	607,85	3 473,40
<b>Junio</b>	5 134,09	1 089,05	6 223,14
<b>Julio</b>	4 505,97	955,81	5 461,78
<b>Agosto</b>	3 118,67	661,54	3 780,21
<b>Septiembre</b>	2 183,65	463,20	2 646,85
<b>Octubre</b>	4 702,01	997,40	5 699,40
		<b>TOTAL</b>	48 239,9

La Tabla 4.2 nos determina los ingresos que tiene el taller mes tras mes, identificando altos y bajos dependiendo de los meses en los que haya existido mayor concurrencia, o también fue determinado por la magnitud del daño en que los vehículos que acudieron a este taller se encontraban, esto último es aún más determinante visto que los costos generados por un automotor que presente daños significativos son más altos. Dando como resultado final 48 239,9 USD de ingresos, que se obtuvo durante los 12 meses que se realizó la adquisición de los respectivos datos del taller, considerando todos los procesos que se realizaron, tanto los que necesitaron la intervención de mayor cantidad de personal, como los que se lo realizó en poco tiempo. Para ello fue necesario la ayuda de la persona encargada de llevar las finanzas del centro de enderezada y pintura COLISIONES, quien la tenía designada por meses, cabe resaltar que estos ingresos se los realiza de forma

manual, con esto se refiere a que no existe ninguna base de datos que proporcione dicha información, lo que crea muchos inconvenientes. A continuación en la Tabla 4.3 se presenta los egresos pertinentes del taller que se dieron durante el proceso de recopilación de datos.

**Tabla 4. 3** Egresos del taller COLISIONES

<b>DATOS DE LOS EGRESOS DEL TALLER COLISIONES</b>				
<b>AÑO-MES</b>	<b>EGRESOS</b>			
<b>2016</b>	<b>PAGO EMPLEADOS (USD)</b>	<b>SERVICIOS BÁSICOS (USD)</b>	<b>ARRIENDO (USD)</b>	<b>EGRESOS MENSUALES (USD)</b>
<b>Noviembre</b>	1 310,99	91.32	300	1 610,99
<b>Diciembre</b>	1 941,55	88.7	300	2 241,55
<b>2017</b>				
<b>Enero</b>	1 344,42	66.41	300	1 644,42
<b>Febrero</b>	1 224,10	78.9	300	1 524,10
<b>Marzo</b>	1 197,67	81.65	300	1 497,67
<b>Abril</b>	1 363,32	76.13	300	1 663,32
<b>Mayo</b>	1 389,36	68.45	300	1 689,36
<b>Junio</b>	2 489,26	63.28	300	2 789,26
<b>Julio</b>	2 184,71	74.7	300	2 484,71
<b>Agosto</b>	1 512,08	85.11	300	1 812,08
<b>Septiembre</b>	1 058,74	92.3	300	1 358,74
<b>Octubre</b>	2 279,76	86.85	300	2 579,76
			<b>TOTAL</b>	22 895,96

Como lo anteriormente dicho de los ingresos del taller, de igual manera se obtuvo los datos de los egresos que se generan, dando como resultado una cantidad de 22 895,96 USD.

Ya realizado las dos determinantes de la economía del taller se tiene como resultado final, que la diferencia de ingresos y egresos, da una cantidad aproximada  $48\,239,9 - 22\,895,96 = 25\,343,94$  USD esto ya es la que iría destinada al ingreso neto del propietario del taller, es importante resaltar que no se toma en cuenta si el local posee algún préstamo pendiente de pago.

#### 4.4.3. PROCESOS EFECTUADOS DE CHAPISTERÍA

Durante la etapa que se recolecto los datos del taller, se logró identificar que el porcentaje de trabajo se establecía de la siguiente manera; Chapistería A en un 35 %, Chapistería B en un 50 %, Chapistería C 15 %, esto da a conocer cuál de los procesos tiene más concurrencia en el taller, esto será detallado en la Tabla 4.4 dependiendo de los meses se puede observar que la afluencia de vehículos no es estable, está en constante variación.

**Tabla 4. 4** Procesos de chapistería  
**TRABAJOS REALIZADOS 2016-2017**

<b>AÑO</b> <b>2016/1017</b>	<b>Chapistería</b> <b>A</b>	<b>Chapistería</b> <b>B</b>	<b>Chapistería</b> <b>C</b>	<b>TOTAL</b> <b>UNIDADES</b>	<b>UNIDADES</b> <b>DEFECTOS</b>
<b>Noviembre</b>	5	6	2	13	5
<b>Diciembre</b>	6	8	3	17	5
<b>Enero</b>	8	11	3	22	6
<b>Febrero</b>	6	9	3	18	4
<b>Marzo</b>	5	8	2	15	5
<b>Abril</b>	7	9	3	19	2
<b>Mayo</b>	5	7	2	14	4
<b>Junio</b>	6	9	3	18	3
<b>Julio</b>	7	10	3	20	4
<b>Agosto</b>	7	11	3	21	4
<b>Septiembre</b>	7	9	3	19	3
<b>Octubre</b>	5	8	2	15	2
<b>TOTAL</b> <b>UNIDADES</b>	74	105	32	211	47

Ya teniendo el total de unidades procesadas durante el transcurso del trabajo investigativo, se saca un promedio del precio que se tendría por unidad, esto se lo realiza independientemente del tipo de chapistería, para ello tenemos dividiendo los ingresos para el número de unidades, 48 239,9 USD dividido para las 211 unidades, dando como resultado un promedio de 228,63 USD por unidad.

#### 4.4.4. CÁLCULO DEL VALOR ANUAL NETO (VAN) Y LA TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Para demostrar que el proyecto puede soportar tal inversión se realiza el cálculo referente a la tasa interna de retorno y al valor anual neto, justificando así la viabilidad del proyecto para esto es necesario tener el valor de la inversión a realizar que es 80 540,8 USD un valor que se lo obtiene de la Tabla 4.1.

Para sustentar el valor de la inversión inicial se determina los FNE (Flujo Neto Efectivo) de cada año, gracias a esta determinación se puede establecer que el proyecto es viable y puede ser realizado. Con este análisis se puede asegurar que el proyecto tiene confiabilidad de ser puesto en marcha, de que tendrá éxito y se logrará una recuperación de inversión lo más pronto posible, según la tasa de interés de mercado se encuentra en el 15 % y los resultados de nuestra Tasa Interna de Retorno (TIR) son de un 20,95 %.

A continuación en la Tabla 4.5 se identificará los cálculos del VAN y TIR.

**Tabla 4. 5** Tasa interna de retorno (TIR) y valor anual neto (VAN)

VAN Y TIR			
Nº	FNE	$(1+i)^n$	$FNE/(1+i)^n$
0	-80 540,8		-80 540,80
1	25 343,79	1,1	23 039,81
2	26 610,97	1,21	21 992,54
3	27 941,52	1,33	21 008,66
4	29 338,6	1,46	20 094,93
5	30 805,53	1,61	19 133,87
		VAN	15 716,14
		TIR	20,95 %

#### 4.4.5. PERIODO DE RECUPERACIÓN

Se determina que el proyecto puede ser recuperado en un aproximado de 3 años con 8 meses, para sustento de lo dicho análisis en Excel se realizó una tabla

basándose en los cálculos estimados de recuperación de toda la inversión que se estima realizar, a continuación se representa los valores obtenidos en la Tabla 4.6 donde se hace el cálculo del periodo de recuperación conocido como PAY BACK.

**Tabla 4. 6** Periodo de recuperación PAY BACK

<b>PERIODO DE RECUPERACIÓN</b>		
<b>AÑO</b>	<b>FNE/(1+i)^n</b>	<b>PAY BACK</b>
0	-80 540,80	
1	23 039,81	-57 500,99
2	21 992,54	-35 508,45
3	21 008,00	-14 500,45
4	20 094,93	55 94,48
5	19 133,87	24 728,35

El análisis respectivo de recuperación nos indica que es en tres años como ya se dijo anteriormente, con un saldo pendiente de -14 500,45 USD, que se lo cubre con lo que se percibe con el mensual del año cuatro, lo cual es la cantidad de 1 674,60 USD. Para lograr esto se dividió el saldo restante del año tres, para el mensual promedio que se percibe del año cuatro,  $14\,500,45/1\,674,60 = 8,66$  meses.

#### **4.5. REGULARIZACIÓN DE PROCESOS**

En esta parte se analizó la forma como se puede efectuar los procesos de una forma más ordenada y detallada, evitando que los datos que se obtengan dentro del taller sean realizados sin una constancia y se omita algunos ingresos; digitalizar la mayor parte de acciones que se realicen es un camino para obtener mayor efectividad en cada uno de los procesos.

Parte de la propuesta de mejora es incluir una computadora, la que permita almacenar datos como de ingreso vehicular, repuestos, suministros, de igual manera datos informativos de los proveedores, gracias a esto se logra optimizar el tiempo y además de ello realzar la imagen del taller, dando a proyectar una imagen ordenada y confiable como se observa en la Figura 4.7.

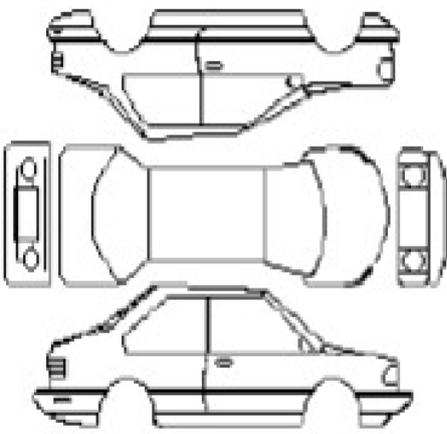
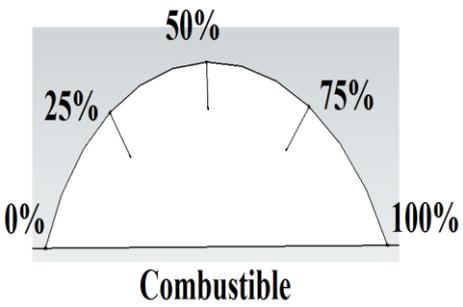
FICHA TÉCNICA COLISIONES								
					Orden N°:			
Lugar y Fecha:								
Recepción								
Nombre:								
Dirección:								
Telefono:								
Modelo:		Tipo:		Marca:	Color:			
INVENTARIO DEL VEHÍCULO								
EXTERIORES			INTERIORES					
	SI	NO		SI	NO			
Unidad de luces				Instrumento de tablero				
1/4 Luces				Calefacción				
Antena				Dadio/ Tipo				
Espejo lateral				Bocinas				
Cristales				Encendedor				
Emblema				Espejo retrovisor				
Llantas (4)				Ceniceros				
Tapon de ruedas (4)				Cinturones				
Tapón de gasolina				Botones de interior				
Carroceria sin golpes				Manijas de interior				
Bocinas de claxon				Tapetes				
Limpiadores (plumas)				Vestiduras				
Molduras completas				Luces interiores				
				Accesorios		Componentes mecánicos		
				SI	NO		SI	NO
			Gato			Claxon		
			Maneral de gato			Tapón de aceite		
			Llave de ruedas			Tapón de radiador		
			Estuche de herramientas			Varilla de aceite		
			Triangulo de seguridad			Filtro de aire		
			Llanta de refacción			Batería		
			Extintidor					
			Presupuesto					
N°	Operaciones a efectuar y elementos a reparar o sustituir		Costo	Descripción del servicio solicitado				
	Mano de obra			El consumidor autoriza que se utilicen partes o refacciones usadas o reconstruidas SI(...) NO(...)				
	Refacciones			Suministra partes, refacciones o materiales el consumidor SI(...)				
	Cargos adicionales o extraordinarios			NO(...)				
	Subtotal			Diagnóstico y plazo máximo para realizarlo				
	I.V.A			Fecha de estimada de entrega	Nombre y firma propietario			
	Precio total							
	Anticipo							
	Resta							
Clausula por parte de COLISIONES								

Figura 4.7 Ficha técnica de ingreso vehicular

A continuación en la Figura 4.8 se presenta una interfaz que permita llenar los datos de vehículos que hayan ingresado en el taller, con esto también se permite determinar los costos respectivos de cada uno de los procesos que se hayan realizado en un determinado mes, esto facilitará el registro mensual de los vehículos que era uno de los más grandes inconvenientes que se tenía al momento de revisar los datos mensuales de los ingresos tanto de vehículos como de dinero que se generaba en el taller.

**Figura 4. 8** Interfaz para ingreso mensual de vehículos

Después de llenar los datos que se indica en la ventana anterior, se genera un registro y esto hace que se vayan acumulando en una hoja Excel los datos de cada vehículo ingresado, para tener al final de cada mes el promedio de procesos que se han llevado a cabo. En la Figura 4.9 se tiene la hoja para el ingreso de los vehículos detallada con claridad, en donde constan los ingresos y egresos generados por cada uno de los procesos mensuales realizados en el taller.



## 4.6. INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

Según la metodología Six Sigma determina que para que los procesos mejoren deben ser analizados, de esta manera poder establecer cuáles serán las mejoras que se necesitan para su buen funcionamiento.

### 4.6.1. RECEPCIÓN VEHICULAR

En la Tabla 4.7 se presenta los tiempos que se recopilaron durante el tiempo de estudio en el taller antes de la propuesta de la implementación de la metodología Six Sigma y se contrasta con los tiempos que se llegaron a determinar gracias a la implementación lo cual ha generado una mejora considerable.

**Tabla 4. 7** Contrastación de tiempo etapa de recepción vehicular

<b>Recepción Vehicular</b>	
<b>Tiempo Antes (min)</b>	<b>Tiempo Después (min)</b>
50	30
47,4	28,9
49,01	29,13
53,2	29,36
52,9	29,59
50,3	29,36
54,2	29,59
46,8	29,82
47,36	30,05
47,92	30,28
48,48	30,51
49,04	30,74
49,6	31,57
50,16	32,4
50,72	33,23
51,28	34,06
51,84	33,39
52,4	33,62
52,96	33,85
53,52	33,61
54,08	32,94
54,64	33,17
53,96	33,4

**Tabla 4.7** Contrastación de tiempo etapa de recepción vehicular (continuación)

53,28	33,16
52,6	32,49
51,92	32,54
51,24	32,77
50,56	32,53
49,88	31,86
49,2	31,91
48,52	32,14

La diferencia de tiempos que se obtuvo en el inicio de los procesos, es un factor muy considerable, que permitirá agilizar todo el proceso, como se puede observar en la Tabla 4.8 el tiempo promedio de esta actividad es menor.

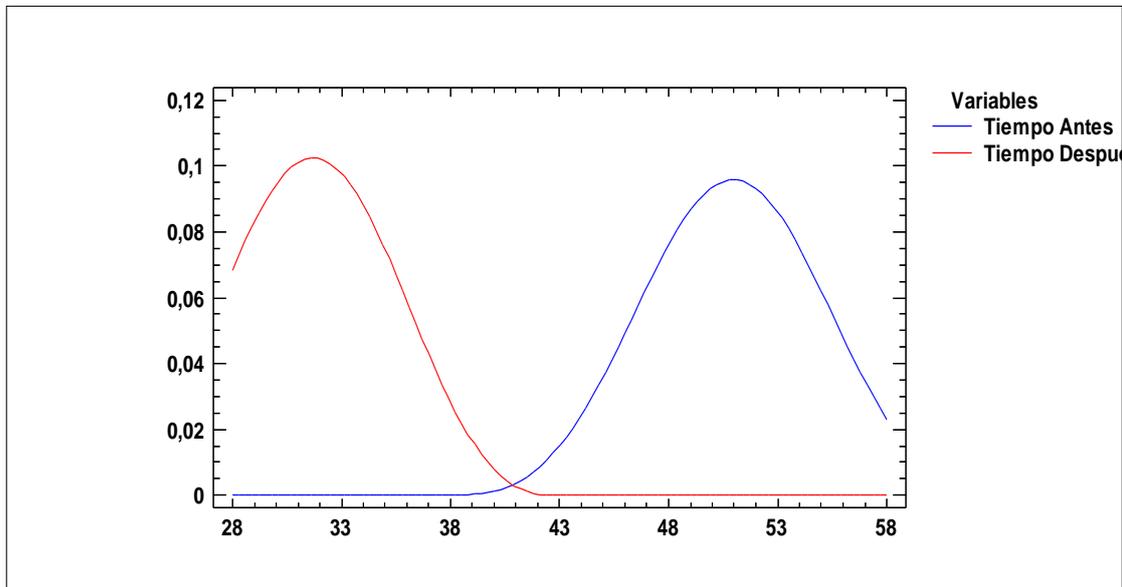
**Tabla 4. 8** Resultados obtenidos mediante Statgraphics recepción vehicular

	<b>Tiempo Antes</b>	<b>Tiempo Después</b>
<b>Recuento</b>	31	31
<b>Promedio</b>	50,9345	31,6765
<b>Desviación Estándar</b>	2,26726	1,66495
<b>Coefficiente de Variación</b>	4,45132 %	5,2561 %
<b>Mínimo</b>	46,8	28,9
<b>Máximo</b>	54,64	34,06
<b>Rango</b>	7,84	5,16
<b>Sesgo Estandarizado</b>	-0,203535	-0,648968
<b>Curtosis Estandarizada</b>	-1,26273	-1,65947

Se analiza dos muestras de datos del tiempo tanto del antes como el después, dando resultados favorables donde se puede verificar la mejoría considerable de esta etapa de los procesos de chapistería.

Además esta tabla contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos. Para poder identificar las mejoras en esta etapa se utiliza el promedio, el cual viene a ser la diferencia de los tiempos de una antes y un después, dando una reducción significativa. Otra herramienta de particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar

las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado.



**Figura 4. 10** Tiempos etapa recepción vehicular

En la Figura 4.10 se ve una reducción considerable de los tiempos, como se ve en las dos curvas respectivas, lo cual representa una mejoría importante, esto se ha logrado en base a la organización y digitalización de esta etapa inicial.

#### 4.6.2. PROCESOS DE CHAPISTERÍA

En la Tabla 4.9 se hace recuento de los datos que anteriormente se tenía en el taller con los actuales que presenta lograr una mejora.

Para ello se debe tener en cuenta que existen tres tipos diferentes de chapistería pero que en este caso se las toma como un promedio general, de igual manera la provisión de repuestos se tiene que en lo que a COLISIONES concierne una disminución del tiempo, visto que es posible interferir en dicha operación para obtener estos resultados. En cambio en repuestos obtenidos por medio del cliente es prácticamente imposible inferir en el tiempo que demore dicha acción, porque únicamente depende de dicha persona si logra conseguir con mayor efectividad estos materiales, para así continuar con los trabajos de reconstrucción.

**Tabla 4. 9** Contraste de tiempos procesos de chapistería

<b>Proceso de Chapistería</b>	
<b>Tiempo Antes (min)</b>	<b>Tiempo Después (min)</b>
13250	9 290
13 241,34	9 284,2
13 241,31	9 284,43
13 241,28	9 284,66
13 241,25	9 284,89
13 240,02	9 284,66
13 238,79	9 284,43
13 237,56	9 284,2
13 236,33	9 283,97
13 235,1	9 284,2
13 234,87	9 284,43
13 234,64	9 284,66
13 234,41	9 284,89
13 234,18	9 285,12
13 233,95	9 285,95
13 233,72	9 286,18
13 232,49	9 285,51
13 231,26	9 285,74
13 230,03	9 285,97
13 228,8	9 286,2
13 227,57	9 284,06
13 226,34	9 285,29
13 225,11	9 285,52
13 223,88	9 285,75
13 222,65	9 283,61
13 225,71	9 284,66
13 224,48	9 284,89
13 223,25	9 285,12
13 222,02	9 282,98
13 225,08	9 284,03
13 223,85	9 284,26

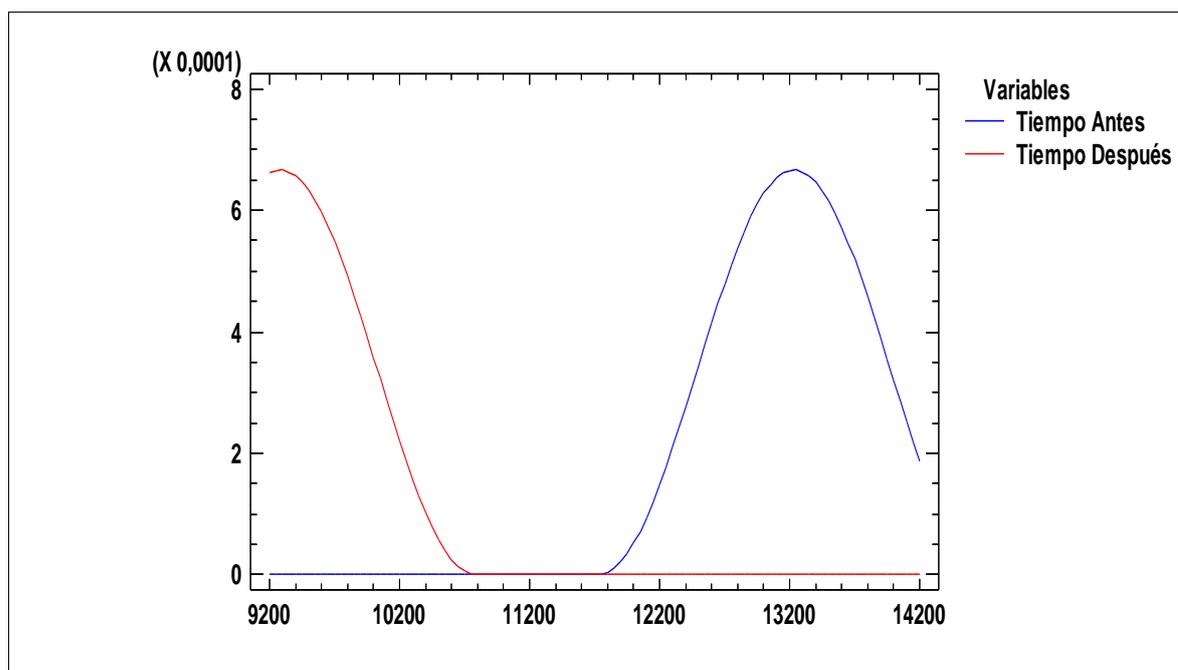
Esta es una de las etapas en donde más aportaciones de mejora se tomaron en cuenta, dando unos resultados favorables como se observa en la Tabla 4.10 con diferencias evidentes de los tiempos con los que se venía manejando anteriormente.

**Tabla 4. 10** Resultados obtenidos mediante Statgraphics procesos chapistería

	Tiempo Antes	Tiempo Después
<b>Recuento</b>	31	31
<b>Promedio</b>	13 232,3	9 284,98
<b>Desviación Estándar</b>	7,12514	1,21462
<b>Coefficiente de Variación</b>	0,0538466 %	0,0130815 %
<b>Mínimo</b>	13 222,0	9 282,98
<b>Máximo</b>	13 250,0	9 290,0
<b>Rango</b>	27,98	7,02
<b>Sesgo Estandarizado</b>	0,821353	5,29555
<b>Curtosis Estandarizada</b>	-0,537536	10,354

El resumen estadístico para las dos muestras de datos permiten identificar las mejoras del tiempo en esta etapa para esto se utiliza el promedio, el cual viene a ser la media de los tiempos de un antes y un después, dando una reducción significativa.

En el mismo número de lecturas de tiempos durante esta etapa, se puede ver que la disminución del tiempo gracias a la metodología Six Sigma, ha permitido realizar las actividades del proceso de chapistería en un menor tiempo, lo que representa poder hacer un mayor número de trabajos gracias a lo que se consiguió.

**Figura 4. 11** Tiempos procesos de chapistería

Como se puede observar en la Figura 4.11 la reducción promedio del tiempo es evidente de acuerdo a las curvas correspondientes al antes y después de la aplicación de la metodología.

#### 4.6.3. PROCESO DE PINTURA

De la misma manera se hace una recopilación de los datos en la Tabla 4.11 con los que anteriormente se venía manejando versus los datos obtenidos con la aplicación de la metodología.

**Tabla 4. 11** Contraste tiempos proceso de pintura

<b>Proceso de Pintura</b>	
<b>Tiempo Antes (min)</b>	<b>Tiempo Después (min)</b>
2 040	1 258
2 043,1	1 251,2
2 043,33	1 251,43
2 043,56	1 251,66
2 043,79	1 251,89
2 043,56	1 251,66
2 043,79	1 251,89
2 044,02	1 252,12
2 044,25	1 252,35
2 044,48	1 252,58
2 044,71	1 252,81
2 044,94	1 253,04
2 045,17	1 253,27
2 045,4	1 253,5
2 046,23	1 253,6
2 046,46	1 253,83
2 045,79	1 253,16
2 046,02	1 253,39
2 046,25	1 253,62
2 046,48	1 253,85
2 046,71	1 254,08
2 046,94	1 254,09
2 047,17	1 254,32
2 047,4	1 254,55
2 047,63	1 254,78

**Tabla 4.11** Contraste tiempos proceso de pintura (continuación)

2 047,86	1 255,01
2 048,09	1 255,24
2 048,32	1 255,47
2 048,55	1 255,7
2 048,78	1 255,93
2 049,01	1 256,16

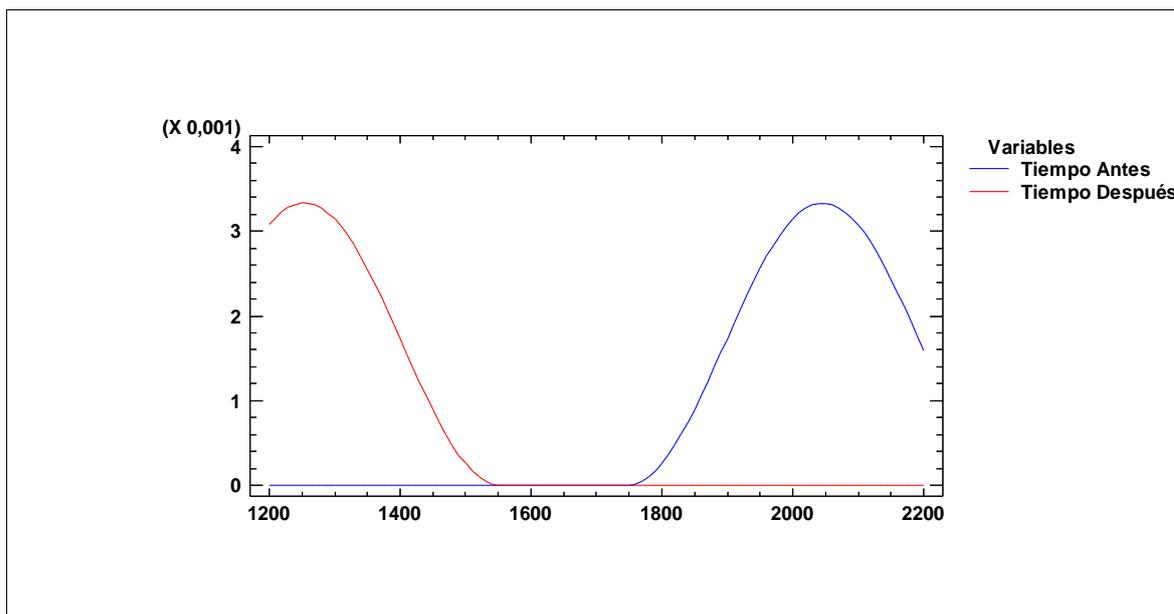
Con la aplicación de la metodología se logró establecer unos mejores tiempos, para la realización de los procesos, esto significa que se podrá realizar un mayor número de procesos al menor costo posible, estos detalles se puede ver en la Tabla 4.12.

**Tabla 4. 12** Resultados obtenidos de Statgraphics proceso de pintura

	<b>Tiempo Antes</b>	<b>Tiempo Después</b>
<b>Recuento</b>	31	31
<b>Promedio</b>	2 045,74	1 253,68
<b>Desviación Estándar</b>	2,0708	1,60254
<b>Coefficiente de Variación</b>	0,101225 %	0,127826 %
<b>Mínimo</b>	2 040,0	1 251,2
<b>Máximo</b>	2 049,01	1 258,0
<b>Rango</b>	9,01	6,8
<b>Sesgo Estandarizado</b>	-1,13605	1,29492
<b>Curtosis Estandarizada</b>	0,355277	0,275379

Esta tabla contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos. Pueden utilizarse otras opciones tabulares, dentro de este análisis, para evaluar si las diferencias entre los estadísticos de las dos muestras son estadísticamente significativas. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado.

Además de ello se puede ver una diferencia considerable en los tiempos antes y después de la aplicación de la metodología, como al igual que las etapas anteriores.



**Figura 4. 12** Tiempos proceso pintura

Ya obtenidos los resultados de esta etapa, se procede a interpretarlos de manera gráfica para poder ser más entendible, los resultados que se logran gracias a la intervención de la metodología, para ello se puede divisar en la Figura 4.12 que el tiempo en este proceso ha disminuido.

#### 4.6.4. INSPECCIÓN Y ENTREGA DEL VEHÍCULO

Esta parte viene correlacionada con la etapa de inicio de los procesos que se han venido analizando, puesto que aquí se determina si los requerimientos inicialmente establecidos por el cliente se han llevado a cabalidad, para ellos se vuelve a revisar los registros y se compara con los resultados del proceso en sí, de esta manera se determinara si el procesos es aceptado o rechazado como se ve en la Tabla 4.13.

**Tabla 4. 13** Contraste de tiempos proceso de revisión y entrega del vehículo

<b>Inspección y Entrega</b>	
<b>Tiempo Antes (min)</b>	<b>Tiempo Después (min)</b>
160	85
154,5	81,3
154,73	81,53
154,96	81,76

**Tabla 4. 13** Contraste de tiempos proceso de revisión y entrega del vehículo (continuación)

155,19	81,99
154,96	81,76
155,19	81,99
155,42	82,22
155,65	82,45
155,88	82,68
156,11	82,91
156,34	83,14
156,57	83,37
156,8	83,6
157,63	84,43
157,86	84,66
157,19	83,99
157,42	84,22
157,65	84,45
157,88	84,68
158,11	84,91
158,34	85,14
158,57	85,37
158,8	85,6
159,03	85,83
159,26	86,06
159,49	86,29
159,72	86,52
159,95	86,75
160,18	86,98
160,41	87,21

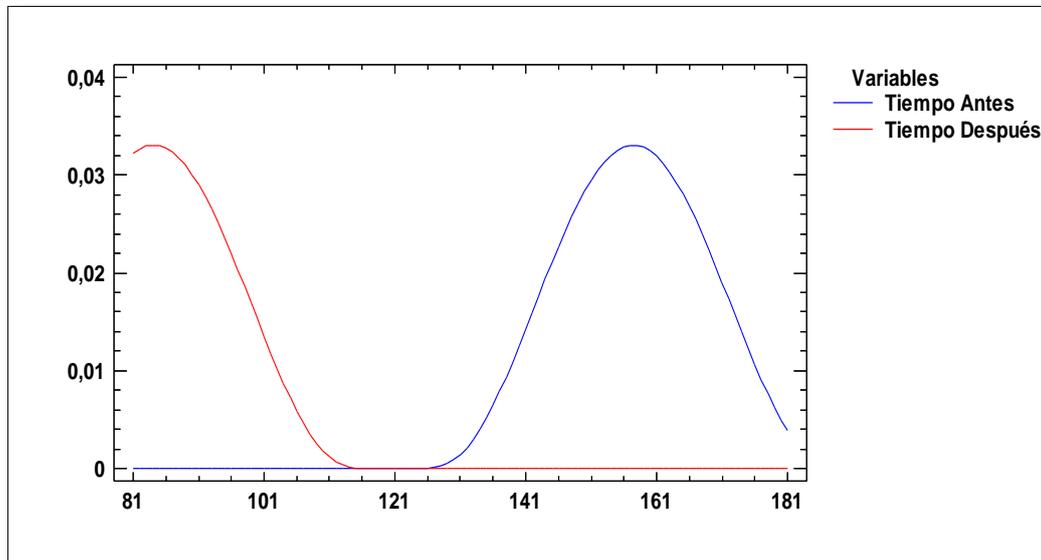
Cabe destacar que en la parte de la inspección vehicular se mantiene los tiempos, visto que se cree necesario que esta actividad se muy rigurosa y con ello no se escape ningún detalle de cada uno de los procesos que se lleguen a ejecutar; se ha considerado que a posterior esta acción incluso incrementa el tiempo, pues de esta actividad depende que un vehículo está completamente inspeccionado y no exista ninguna anomalía que cree insatisfacción al cliente.

Como se puede identificar en la Tabla 4.14 la diferencia de tiempos entre lo pasado y lo actual, es porcentaje considerable de reducción de lo que se tenía, en esta parte igual que en la primera se establece la digitalización de los registros, lo cual permite tener buenos resultados.

**Tabla 4. 14** Resultados obtenidos Statgraphics revisión y entrega del vehículo

	Tiempo Antes	Tiempo Después
Recuento	31	31
Promedio	157,413	84,1545
Desviación Estándar	1,84007	1,78322
Coefficiente de Variación	1,16895 %	2,11899 %
Mínimo	154,5	81,3
Máximo	160,41	87,21
Rango	5,91	5,91
Sesgo Estandarizado	0,0311826	0,0312565
Curtosis Estandarizada	-1,44405	-1,34165

Ya determinados los análisis de todos los procesos que se realizan dentro de las instalaciones del centro de enderezada y pintura COLISIONES, se tiene como resultado ahorros considerables en los diferentes procesos realizados, dependientemente de la complejidad que estos presenten.

**Figura 4. 13** Tiempos proceso de revisión y entrega del vehículo

Para que se analice mejor los datos obtenidos en la última etapa, se representa de forma gráfica en la Figura 4.13 en la cual se evidencia el cambio que se logra en esta etapa, a pesar que algunas de las actividades hayan incrementado su tiempo debido a que necesitaban más atención al desarrollarlas.

#### 4.7. RESULTADOS OBTENIDOS

El ingreso inicial sin la mejora de Six Sigma se tenía una cantidad de 48 239,9 USD neta sin destinar impuestos, con lo que aplicado la metodología Six Sigma se pudo obtener un resultado de 55 948,75 USD como se puede ver en la Tabla 4.16 lo cual nos daría una diferencia de 7 708,8 USD una cantidad considerable que se consigue al año, el precio hora se lo estimo de acuerdo a lo expuesto por el propietario del taller que es 17 USD por hora, lo cual fue multiplicado por las tiempo ahorrado en cada uno de los procesos, es importante detallar que en la Chapistería B, C se realizó un promedio de datos, puesto que se tenía dos modalidades como son la adquisición de repuestos mediante el taller o el cliente, se considera esta situación porque los tiempos de entrega son diferentes.

**Tabla 4. 15** Ingresos estimados a percibir con la mejora de Six Sigma

TIPO DE CHAPISTERIA	AHORRO DE DINERO (USD)		PROCESOS Número de procesos por chapistería	TOTAL (USD)
	Ingresos por actividad	Promedio de ingresos		
Chapistería A	9,86	9,86	74	729,64
Chapistería B repuestos cliente	163,54	176,29	105	18 510,45
Chapistería B repuestos taller	189,04			
Chapistería C repuestos cliente	1 135,39	1 147,14	32	36 708,48
Chapistería C repuestos taller	1 158,89			
			TOTAL	55 948,57

Con esto se puede afirmar que la metodología Six Sigma es una herramienta que permite el crecimiento de una empresa, desarrollando mejoras logísticas, estructurales y de igual manera en la parte financiera, que a resumidas cuentas es lo que interesa a cada uno de los propietarios que desean implementar un modelo de calidad. Otro resultado que se obtiene es la eficiencia del taller alrededor del 66 %, lo cual considerando que se manejaba con un aproximado de 44 % se obtiene una mejora considerable. Esto se da gracias a la reducción del tiempo promedio de un proceso de chapistería como se puede ver en la Tabla 4.16 en donde se hace la comparación respectiva de la diferencia de tiempos que permiten obtener una

mejor eficiencia, lo que al final de todo el tiempo es traducido en dinero dando así un incremento en los ingresos del taller.

**Tabla 4. 16** Contraste de tiempos de un proceso promedio

<b>MEDIA PROMEDIO DE TIEMPOS PROCESOS DE CHAPISTERÍA</b>				
	<b>Chapistería A</b>	<b>Chapistería B</b>	<b>Chapistería C</b>	<b>TOTAL TIEMPO PROMEDIO</b>
<b>Tiempo Antes (h)</b>	1,85	20,67	207,67	76,73
<b>Tiempo Después (h)</b>	1,25	11,05	141	51,1

#### 4.7.1. NIVEL SIX SIGMA ALCANZADO

Para determinar el nivel de la metodología, se tomó en consideración los datos obtenidos durante el transcurso del estudio, a continuación se detalla cómo se realizó dicho análisis.

Donde:

$D$  = Número de defectos observados en la muestra. Aquí se considera 47 inconsistencias vistas en la Tabla 4.4 tanto por registros inexistentes, error humano al momento de realizar un proceso, tiempo de entrega.

$U$  = Número de unidades en la muestra (tamaño de la muestra). En este caso se tiene las 211 unidades que se obtuvieron.

$O$  = Oportunidades de defectos por unidad (Ingreso del vehículos, procesos de chapistería, proceso de pintura, revisión y entrega del vehículo).

Con las siguiente formula determinamos los defectos y la eficiencia que tiene el taller.

a)  $DPMO$  = Defectos por millón de oportunidades.

$$DPMO = \frac{1000000xD}{UxO} \quad [4.1]$$

b) DPO = Defectos por oportunidad.

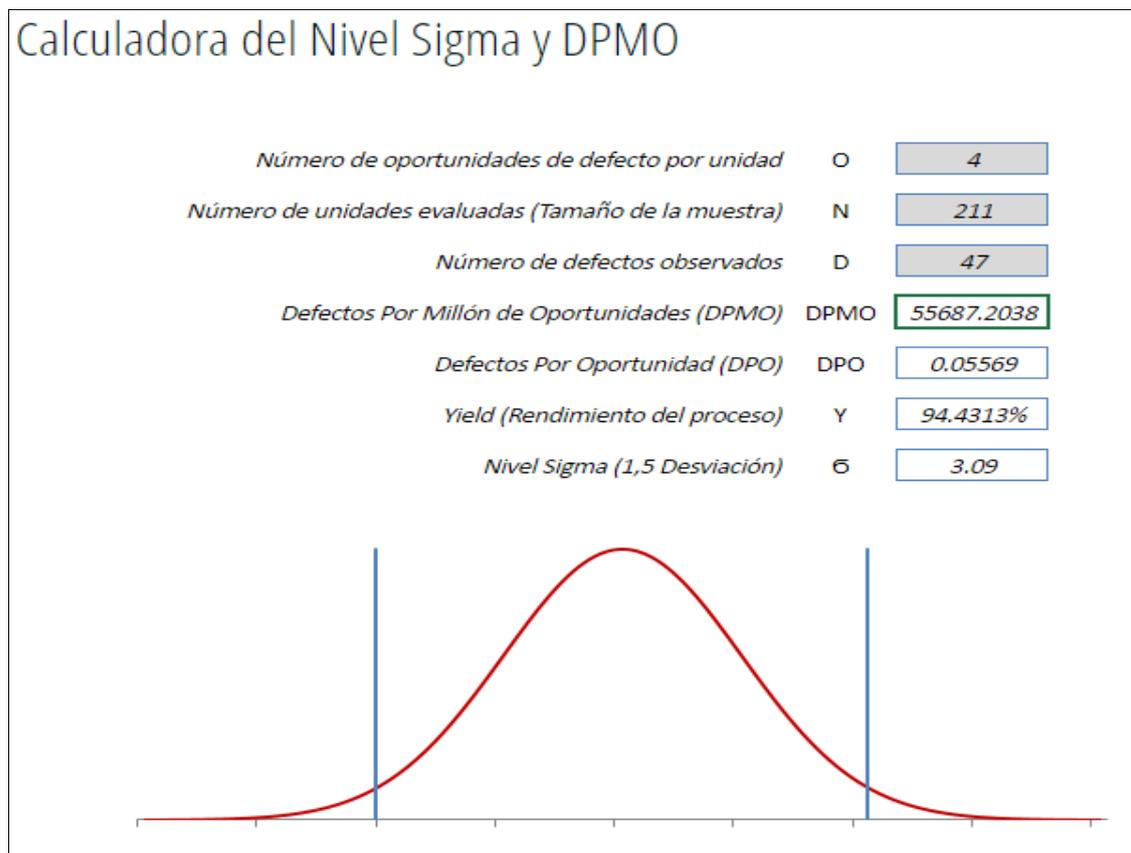
$$DPO = \frac{D}{UxO} \quad [4.2]$$

c) Yield = Desempeño del proceso.

$$Yield = \frac{1-DPO}{100} \quad [4.3]$$

#### 4.7.1.1. Determinación del nivel sigma antes de la implementación de la metodología:

En este caso se tiene que las unidades comprendidas entre las barras azules corresponden a las unidades que están libres de defectos. Las unidades que se encuentran por fuera de las barras azules corresponden a los defectos que se hallaron durante el transcurso de los procesos, para guía de cómo se manejan los niveles sigma se tiene la tabla del Anexo IV.

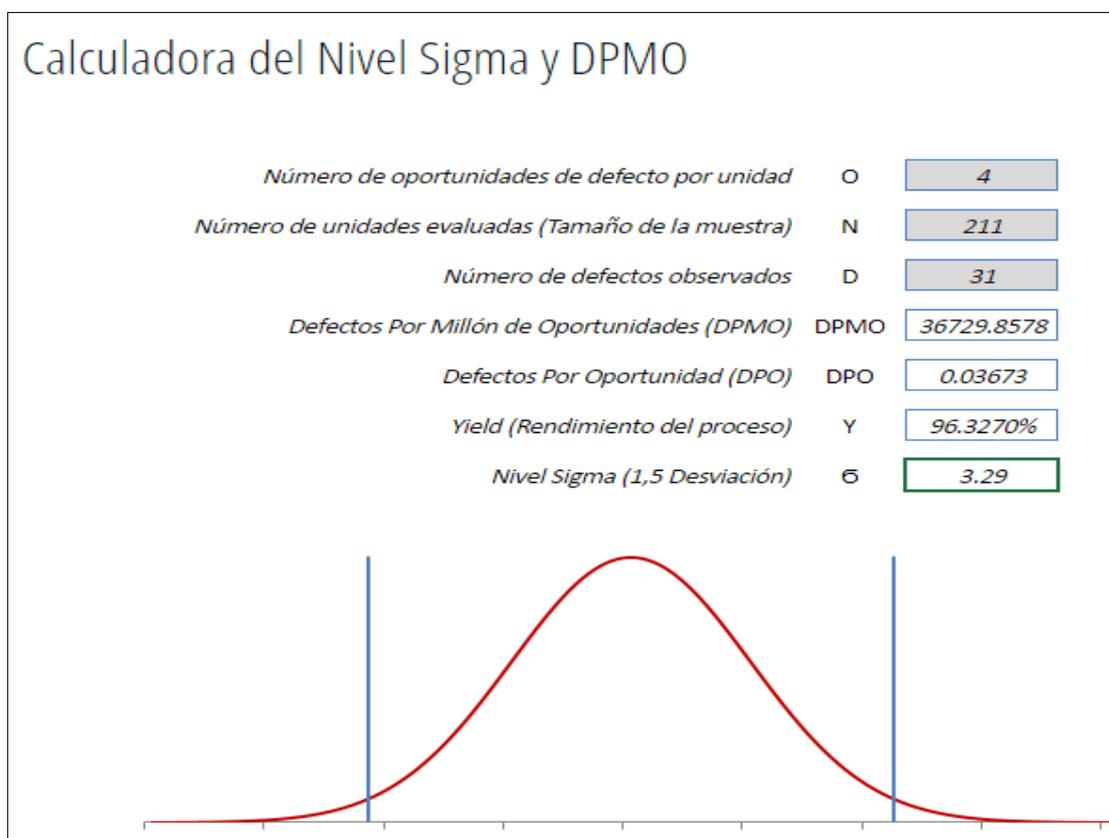


**Figura 4. 14** Calculo de Six Sigma antes de la aplicación de las mejoras  
([www.ingenieriaindustrialonline.com](http://www.ingenieriaindustrialonline.com))

Las consideraciones que se tomó en cuenta se basaron principalmente, en la consecuencia de errores que normalmente se venían cometiendo, como era principalmente el tiempo que se demora un proceso, independientemente de la causa que sea.

#### 4.7.1.2. Determinación del nivel sigma después de la implementación de la metodología:

Al igual que en el caso anterior los procesos que se encuentran fuera de las barras azules representan los errores que se tienen en los procesos, para lograr este análisis se tomó en cuenta la eficiencia que logro el taller con las mejoras que se propuso implementar, anteriormente se tenía un rendimiento por proceso de 94,43 % ahora se logra obtener un incremento de 96,3270 %; en esto se encuentra incluido las mejoras, tanto del factor humano, máquina, tiempo y sobre todo el ordenamiento de procesos y datos que se generen en el taller.



**Figura 4. 15** Calculo de Six Sigma después de la aplicación de las mejoras  
([www.ingenieriaindustrialonline.com](http://www.ingenieriaindustrialonline.com))

Como se puede ver en la Figura 4.15 el incremento del nivel sigma es evidente, esto se debe a las mejoras que anteriormente se plantearon, los tiempos que se logró reducir en cada una de las actividades que se hacen en el taller, lo cual permite obtener menos carga laboral y mejores ingresos económicos.

El incremento de Six Sigma representa una disminución de defectos en los procesos de chapistería, gracias a que se logró controlar dichos trabajos, en base a que se determinó cuáles eran las actividades que presentaban dificultades al momento de ser ejecutadas, para lo cual se creó una solución para cada uno de los problemas que se lograron identificar.

Es posible pensar que la diferencia de 0,20 del nivel Six Sigma no sea una cantidad considerable, pero es importante destacar que en estos resultados representan un avance importante, en el que viene incorporado todos los cambios que se hicieron en el transcurso del estudio, desde el inicio de las actividades que se realizan, hasta el final en los procesos de chapistería en el taller COLISIONES.

De igual manera es importante destacar que se obtiene una disminución de los defectos por oportunidad, el cual se tenía 0,005569 y se pasa a 0,003673 lo cual significa que por cada vehículo que se realiza un proceso de chapistería ese sería el margen de error que se pueda cometer en dicho proceso.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- Las áreas de trabajo del taller COLISIONES fueron ordenados bajo parámetros que permitan tener zonas separadas dependiendo de la complejidad que los procesos tengan, permitiendo una mejor fluidez de los trabajos, logrando obtener una eficiencia de 66 % la que anteriormente era del 44 %; además se incorpora una zona dirigida únicamente a la atención al cliente.
- El taller de COLISIONES se manejaba en un tiempo promedio por proceso de chapistería de 10,05 días; con la implementación de la metodología Six Sigma permite mejorar los procesos a 6,72 días respectivamente, con esto se logra mejorar el tiempo empleado en las actividades.
- El nivel Six Sigma del taller al inicio es de 3,09 equivalente al 93,320 % referente al nivel óptimo que determina Six Sigma, con la implementación de la metodología se logra un nivel sigma de 3,29 lo que en porcentaje equivale a 95,540 %, obteniendo un incremento de 3 %, lo cual demuestra que la aplicación de la metodología permite tener una optimización importante en los procesos.
- La implementación de la metodología Six Sigma ha generado que el taller tenga mejores ingresos económicos, pasando de percibir una cantidad de 48 239,90 USD a obtener 55 948,57 USD; esto es aproximadamente 7 708,80 USD de incremento al año.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a la metodología Six Sigma es importante que los datos generados en el lugar de estudio sean claros y reales, caso contrario los resultados no serán favorables y la implementación no podrá llegarse a realizar correctamente.
- Establecer como estrategia de trabajo el empleo de la Metodología Six Sigma en el establecimiento de estudio, dado su impacto favorable sobre la calidad en los procesos de chapistería y el éxito logrado en este estudio.
- Dar cumplimiento a las medidas propuestas para los niveles tácticos y estratégicos, para de esta forma lograr obtener un mayor acercamiento al nivel de Six Sigma deseado.
- Es recomendable el manejo la mejora continua, ya que cada proceso se vuelve un ciclo que puede ser mejorado en el transcurso del tiempo, basándose en normas de calidad que permitan obtener una estandarización de los trabajos realizados.
- Exponer los resultados obtenidos en la presente tesis, de mejora en los procesos de reparación de carrocerías vehiculares, con el objetivo de lograr la amplificación de esta metodología a otros establecimientos similares al estudiado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Rosero flores, c. A. (2016). Estandarización de la calidad del queso fresco a través del diseño experimental para el sector lácteo de imbabura”. Universidad técnica del norte, ibarra.
2. Angulo casanova, a. (2010). Mejora del sistema de abastecimiento de materiales. Lima, Perú.
3. Arango serna, m., gil gomez, h., & zapata cortés, j. (2009). Logística esbelta aplicada al transporte minero. Boletín de ciencias de la tierra, 121-136.
4. Barbosa santos, a., & martins, m. (2010). Las contribuciones de los seis sigma: estudios de caso de la multinacional. Producao, 42-53.
5. Bento da silva, i., miyake, d., batocchio, a., & agostinho, o. (2011). La integración de la promoción de metodologías lean manufacturing y six sigma en busca de la productividad y la calidad de un fabricante de piezas de automóviles. G&p, 687-704 .
6. Felizzola jiménez, h., & luna amaya, c. (2014). Lean six sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 263-277.
7. Gracia, h. R. (2015). Aplicación de la metodología seis sigma para el mejoramiento del proceso de chapistería en la empresa servicios automotores s.a. agencia villa clara. Santa clara.
8. Gracia, h. R., & aguilar, p. (. (2015). Manufactura delgada (lean) y seis sigma en emoresas mexicanas: experiencias y reflexiones. Revista de contaduría y administración, 51-69.
9. Gutiérrez, p., humberto, d. L., & salazar, r. (2007). Control estadístico de calidad y seis sigma. Volumen 2. La bahama: félix valera.
10. Gutiérrez pulido, h., & de la vara salazar, r. (2013). Controlestadístico de la calidad y seis sigma, tercera edición . México, d.f: mcgraw-hill education.
11. Herrera acosta , r. J., & fontalvo herrera, t. J. (2011). Seis sigma métodos estadísticos y sus aplicaciones.
12. Hors, c., goldberg, a. C., pereira de almeida, e. H., babio junior, f., & rizzo, l. (2012). Aplicación de las herramientas de gestión empresarial lean six sigma

- y pmbok en el desarrollo del programa gestión de la investigación. *Sbibae*, 480-490.
13. Keeley, a., van waveren, c., & chan, k. (2013). Un estudio longitudinal de los indicadores y factores de éxito para seis sigma despliegue en la industria minera sudafricana. *South african journal of industrial engineering*, 167-191.
  14. Londoño, i. M. (1 de 2014). *Elabcedelingenieroindustrial.blogspot.com*. Obtenido de ingeniería industrial: <http://elabcedelingenieroindustrial.blogspot.com/2014/01/seis-sigma.html>
  15. López, i. B. (2016). *Ingenieríaindustrialonline.com*. Obtenido de [www.ingenieriaindustrialonline.com](http://www.ingenieriaindustrialonline.com)
  16. Martínez, j. C. (2012). Propuesta de implementación de los 14 principios del dr. Deming en una empresa de envases y envolturas plásticas. San miguel.
  17. Matute chimbay, r. C. (2017). Aplicación de la metodología dmamc en el área de cultivo de la finca florícola rose connection rosecon cia. Ltda. Para el mejoramiento de la productividad. Tesis, universidad técnica del norte, ficaya, ibarra.
  18. Michcol, j., ávila, e., & loyola, j. (2011). Aplicación de seis sigma en una microempresa del ramo automotriz. *Conciencia tecnológica*, 269-274.
  19. Moreno, d. A. (2017). Impacto en resultados en la banca mundial de la aplicación de metodologías de gestión por procesos. Madrid, españa.
  20. Orlandoni, g. (2012). Gestión de calidad: control estadístico y seis sigma. *Telos: revista de estudios interdisciplinarios en ciencias sociales*, 269-274.
  21. Pérez bergher, i. (2016). Uso de las metodologías lean six sigma para el área operativa del taller tecnicentro jg ubicado en la ciudad de guayaqui. Guayaquil.
  22. Pugna, a., negrea, r., & miclea, s. (2016). Using six sigma methodology to improve the assembly process in an automotive company. *Procedia social and behavioral sciences*, 308-316.
  23. Reyes aguilar, p. (2002). Manufactura delgalda (lean) y seis sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones . *Revista contaduría y administración*, 51-69.

24. Satolo, e., adrietta, j., cauchik, p., & calarge, f. (2009). Análisis de uso de técnicas y herramientas en el programa de seis sigma de un tipo de levantamiento estudio. *Producao*, 400-416.
25. Terrés speziale, a. M. (2007). Six sigma: determinación de metas analíticas con base en la variabilidad biológica y la evolución tecnológica. *Medigraphic*, 28-39.
26. Trad, s., & amaru maximiano, a. (2009). Seis sigma: factores críticos de éxito para su implementación. *Anpad*, 647-662.
27. Valadez montes, a. (2015). Análisis y propuesta de mejora en proceso de facturación de proyectos dentro de área de desarrollo de empresa automotriz . Tlaquepaque, jalisco.
28. Van dyki, d., & pretorius, l. (2014). A system thinking approach to the sustainability of quality improvement programmes. *South african journal of industrial engineering*, 71-84.
29. Vergara, x. E. (2014). Diseño del sistema de gestión de calidad y evaluación bajo el modelo malcom baldrige en la empresa tecnillantas s.a. quito.
30. Villaverde martínez , j. C. (2012). Propuesta de implementación de los 14 principios del dr. Deming en una empresa de envases y envolturas plásticas. San miguel: tesis pucp.
31. Villegas, j., & traslaviña, r. (2015). Reducción y control de costos en empresa de manufactura con seis sigma. *Innovaciones de negocios*, 207-235.

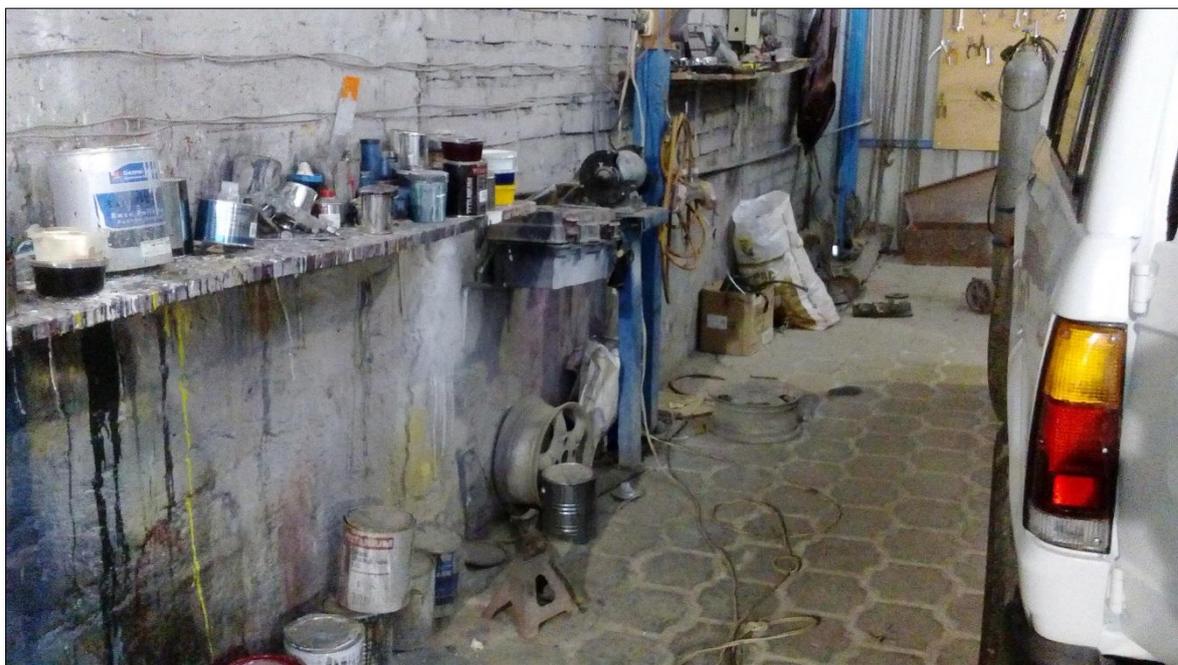
**ANEXOS**

## ANEXO I

### ORGANIZACIÓN DEL TALLER



**Figura AI.1** Ubicación inapropiada de herramienta



**Figura AI.2** Organización de materiales de trabajo



**Figura AI.3** Inapropiado uso del área de trabajo



**Figura AI.4** Organización de partes durante un proceso

## ANEXO II

### PROPUESTA DE DISEÑO DEL TALLER COLISIONES

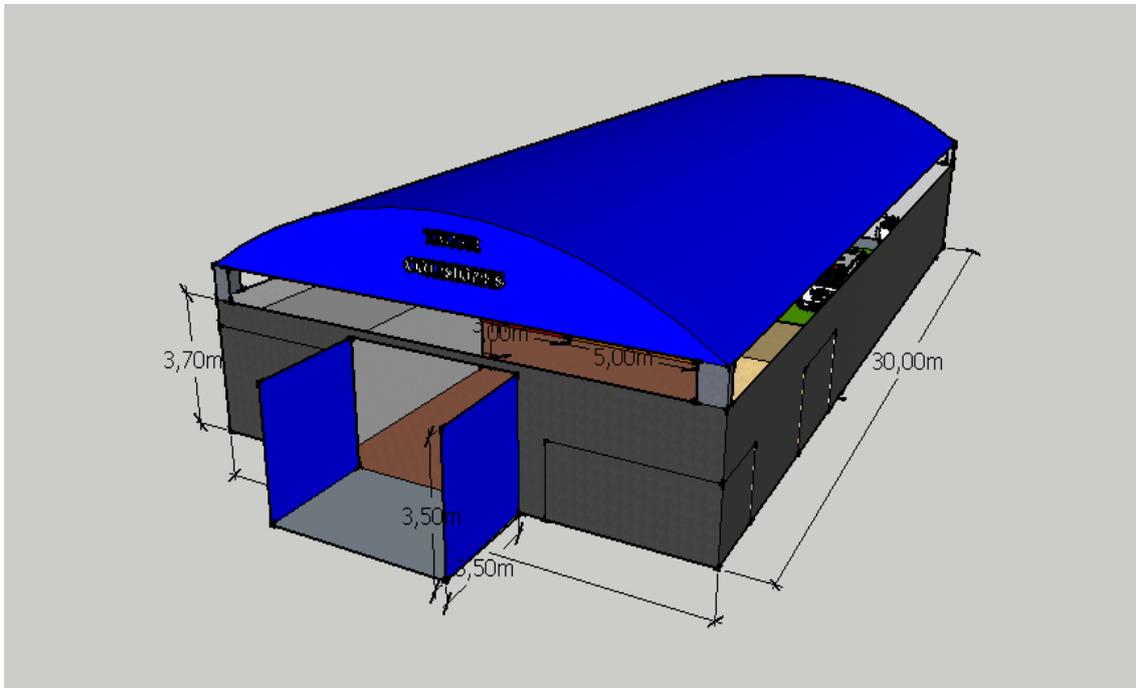


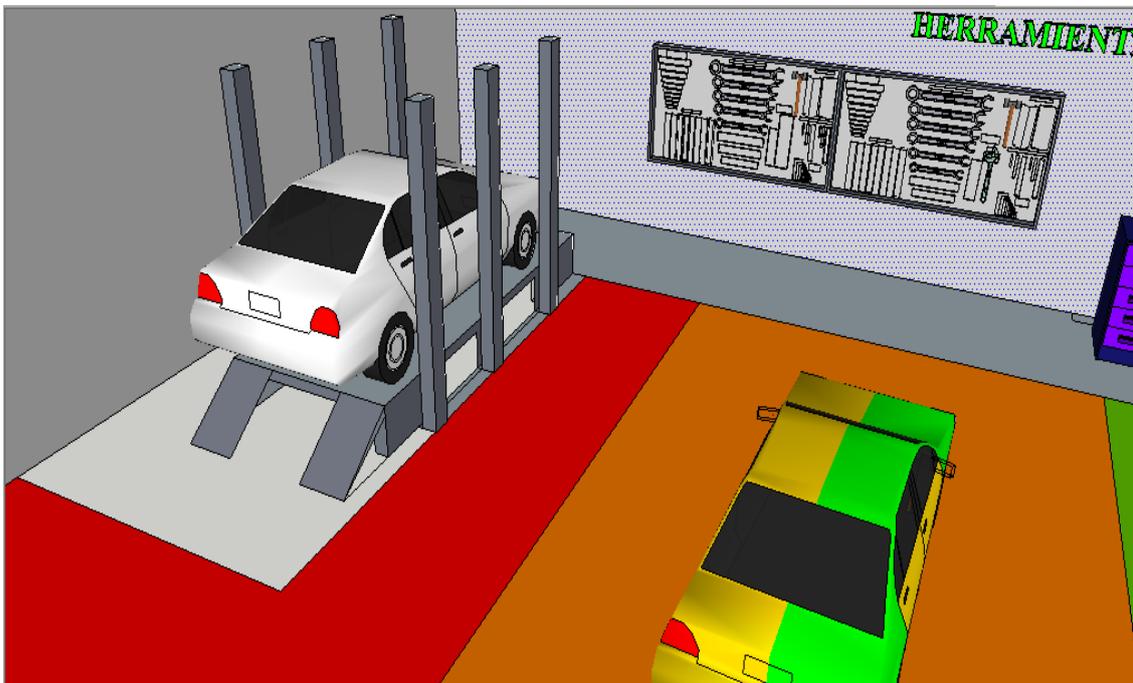
Figura AII.5 Modelo del taller COLISIONES



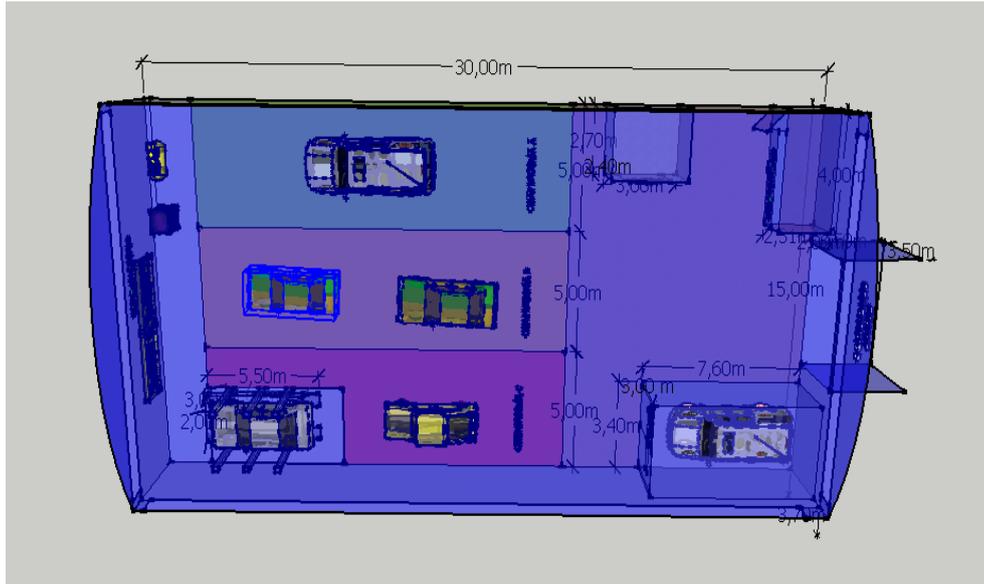
Figura AII.6 Limitación de las áreas de trabajo



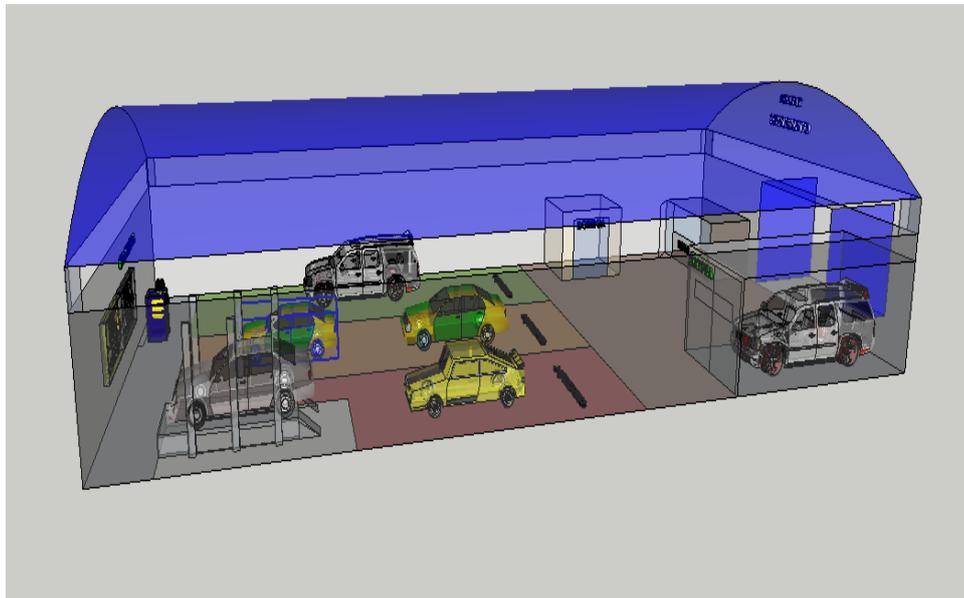
**Figura AII.7** Área servicio al cliente



**Figura AII.8** Implementación de cama enderezadora



**Figura AII.9** Distribución del taller



**Figura AII.10** Vista interior del taller

## ANEXO III

### MANEJO DE INFORMACIÓN EN EL TALLER COLISIONES

**COLISIONES**  
**HOJA DE MATERIALES**

VEHICULO... E.C.O. sport ..... COLOR... R.D.J.O .....

TECNICO EN PINTURA... Sr. Wilman ..... TEC. ENDEREZADA... Calderon .....

TOTAL ARREGLO PINTURA... 120.00 ..... TOTAL ARREGLO ENDEREZADA... 60 .....

ANTICIPO TEC. .... ANTICIPO TEC. .... Conclado .....

FECHA DE ENTREGA... Miernes 11-08-2017 ..... FECHA DE ENTREGA.....

MATERIAL	CANTIDAD	Valor TOTAL	MATERIAL	CANTIDAD	Valor TOTAL
Masilla			D. flap		
Lija orvita			D. Pulir		
Lijas	<u>1</u>	<u>1.00</u>	D. corte		
Masking	<u>1</u>	<u>1.25</u>	Estrella		
Tiñer			Remaches		
Diluyente			Pernos		
Fondo			Sica flex		
Mastico			silicon		
P. laca			Bat piedra		
Cera	<u>1/3.50</u>	<u>3.50</u>	Co2		
Pulimento	<u>1/3.00</u>	<u>3.00</u>	oxigeno		
Guaípe	<u>1</u>	<u>0.45</u>	Acetileno		
Barniz	<u>1/6</u>	<u>4.80</u>	Guaípe		
Catalizado			Taípe		
Adherente			Taclot		
Bat piedra			Ayudante		
Remaches					
Pintura	<u>1</u>	<u>9.00</u>			
Encomiend		<u>1.50</u>			
Vasos					
Guantes					
Comercio	<u>1</u>	<u>0.30</u>			
Alcohol					
Ayudante					
<u>cada</u>	<u>1</u>	<u>1.00</u>			
<b>TOTAL</b>		<b>25.80</b>	<b>TOTAL</b>		

T. arreglo	<u>120</u>	T. arreglo	
Material	<u>25.80</u>	Material	
Total	<u>145.80</u>	Total	
1/2	<u>47.10</u>	1/2	



**Figura AII.11 Hoja de registro**

## INGRSOS DEL MES DE OCTUBRE 2017

VEHÍCULO	TRABAJO	T.ARREGLO	MATERIAL	SUB.T	(10%)	-(10%)	1/2	TOTAL
TOYOTA Blanca	Pintura	200	35	165	0	0	82.50	82.50
CDRSA Plata	Pintura	50	14	36	3.50	32.40	16.20	19.80
FORZA Verde	Pintura	120	40.50	79.50	0	0	39.75	89.25
	Enderez	100	10	90	9	81	40.50	
FORZA Azul	Pintura	60	15	45	4.50	40.50	20.25	24.75
D MAX Roja	Pintura	10	0	10	0	0	0	10
CH LUV Blanca	Pintura	70	25	45	4.50	40.50	20.25	24.75
CORSA Verde	Pintura	70	21	49	4.90	44.10	22.05	26.95
CH LUV Azul	Pintura	60	15	45	0	0	22.50	22.50
VITARA Rojo	Suelda	10	0	10	0	0	0	10
HYUNDAI Plata	Pintura (taxi)	320	122.30	197.70	0	0	98.85	98.85
BT 50 Blanca	Pintura	250	55.50	194.50	19.45	175.05	87.52	106.97
ESPORTA Vino	Pintura	50	14.50	35.50	0	0	17.75	17.75
D MAX Rojo	Pintura	60	11.80	48.20	0	0	24.10	42.50
	Enderez	40	6.50	33.50	3.35	30.15	15.07	
KIA RIO Azul	Pintura	160	43.50	116.50	0	0	58.25	58.25
D MAX Plata	Pintura	150	30	120	0	0	0	120
VITARA SZ Gris	Pintura	220	29	191	0	0	95.50	95.50
BT 50 Blanco Ve	Pintura	100	17	83	0	0	41.50	78.07
	Enderez	80	13.50	66.50	6.65	59.85	29.92	
ECO SPOR Rojo	Pintura	50	11.50	38.50	0	0	19.25	19.25
D MAX Beige	Pintura	150	35.80	114.20	0	0	57.10	87.10
	Enderez	30	0	30	0	0	0	
AVEO ACT Blanco	Pintura	60	14.80	45.20	4.52	40.68	20.34	24.86

Figura AIII.12 Hoja de registro mensual

## ANEXO IV

### REFERENCIAS PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

<b>Abridged Process Sigma Conversion Table</b>						
<i>Long-Term Yield</i>	<i>Process Sigma</i>	<i>Defects Per 1,000,000</i>	<i>Defects Per 100,000</i>	<i>Defects Per 10,000</i>	<i>Defects Per 1,000</i>	<i>Defects Per 100</i>
99.99986%	6.0	3.4	0.34	0.034	0.0034	0.00034
99.9995%	5.9	5	0.5	0.05	0.005	0.0005
99.9992%	5.8	8	0.8	0.08	0.008	0.0008
99.9990%	5.7	10	1	0.1	0.01	0.001
99.9980%	5.6	20	2	0.2	0.02	0.002
99.9970%	5.5	30	3	0.3	0.03	0.003
99.9960%	5.4	40	4	0.4	0.04	0.004
99.9930%	5.3	70	7	0.7	0.07	0.007
99.9900%	5.2	100	10	1.0	0.1	0.01
99.9850%	5.1	150	15	1.5	0.15	0.015
99.9770%	5.0	230	23	2.3	0.23	0.023
99.9670%	4.9	330	33	3.3	0.33	0.033
99.9520%	4.8	480	48	4.8	0.48	0.048
99.9302%	4.7	680	68	6.8	0.68	0.068
99.9040%	4.6	960	96	9.6	0.96	0.096
99.8650%	4.5	1,350	135	13.5	1.35	0.135
99.8140%	4.4	1,860	186	18.6	1.86	0.186
99.7450%	4.3	2,550	255	25.5	2.55	0.255
99.6540%	4.2	3,460	346	34.6	3.46	0.346
99.5340%	4.1	4,660	466	46.6	4.66	0.466
99.3790%	4.0	6,210	621	62.1	6.21	0.621
99.1810%	3.9	8,190	819	81.9	8.19	0.819
98.930%	3.8	10,700	1,070	107	10.7	1.07
98.610%	3.7	13,900	1,390	139	13.9	1.39
98.220%	3.6	17,800	1,780	178	17.8	1.78
97.730%	3.5	22,700	2,270	227	22.7	2.27
97.130%	3.4	28,700	2,870	287	28.7	2.87
96.410%	3.3	35,900	3,590	359	35.9	3.59
95.540%	3.2	44,600	4,460	446	44.6	4.46
94.520%	3.1	54,800	5,480	548	54.8	5.48
93.320%	3.0	66,800	6,680	668	66.8	6.68
91.920%	2.9	80,800	8,080	808	80.8	8.08
90.320%	2.8	96,800	9,680	968	96.8	9.68
88.50%	2.7	115,000	11,500	1,150	115	11.5
86.50%	2.6	135,000	13,500	1,350	135	13.5
84.20%	2.5	158,000	15,800	1,580	158	15.8
81.60%	2.4	184,000	18,400	1,840	184	18.4
78.80%	2.3	212,000	21,200	2,120	212	21.2
75.80%	2.2	242,000	24,200	2,420	242	24.2
72.60%	2.1	274,000	27,400	2,740	274	27.4
69.20%	2.0	308,000	30,800	3,080	308	30.8
65.60%	1.9	344,000	34,400	3,440	344	34.4
61.80%	1.8	382,000	38,200	3,820	382	38.2
58.00%	1.7	420,000	42,000	4,200	420	42
54.00%	1.6	460,000	46,000	4,600	460	46
50%	1.5	500,000	50,000	5,000	500	50
46%	1.4	540,000	54,000	5,400	540	54
43%	1.3	570,000	57,000	5,700	570	57
39%	1.2	610,000	61,000	6,100	610	61
35%	1.1	650,000	65,000	6,500	650	65
31%	1.0	690,000	69,000	6,900	690	69
28%	0.9	720,000	72,000	7,200	720	72
25%	0.8	750,000	75,000	7,500	750	75
22%	0.7	780,000	78,000	7,800	780	78
19%	0.6	810,000	81,000	8,100	810	81
16%	0.5	840,000	84,000	8,400	840	84
14%	0.4	860,000	86,000	8,600	860	86
12%	0.3	880,000	88,000	8,800	880	88
10%	0.2	900,000	90,000	9,000	900	90
8%	0.1	920,000	92,000	9,200	920	92

**Figura AIV.13** Referencia de los niveles Six Sigma  
(Ingeniería industrial, pag 5)