



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Instituto de Ciencias Matemáticas

Ingeniería en Estadística Informática

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERA EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

Presentada por:

Kléber Silva Caicedo

Rafael Ortiz Zambrano

César Vásquez Valdano

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO

2009

AGRADECIMIENTO

A Dios, familiares y a la empresa que hizo posible este trabajo de tesis.

Kleber, Rafael, César

DEDICATORIA

Familiares y amigos.

Kléber, Rafael, César

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Robert Toledo

PRESIDENTE

Ing. Jaime Lozada

DIRECTOR DE TESIS

Mat. Eduardo Rivadeneira

VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Kléber Silva Caicedo

Rafael Ortiz Zambrano

César Vásquez Valdano

RESUMEN

El escenario donde se realiza el presente estudio es en el departamento de Reparación y Mantenimiento de un concesionario que en sus inicios se dedicaba a la comercialización de vehículos livianos y pesados; por tal motivo, se hace una breve descripción de dicho proceso.

La falta de control en las etapas iniciales del proceso de reparación hace que los correctivos aplicados en la parte final de dicho proceso lleven a los vehículos a re trabajos que prolongan el tiempo pactado para ser entregados, lo cual es la causa más tangible de inconformidad de sus clientes.

En el desarrollo del estudio, específicamente en la etapa de definición, se describe cual es el problema a ser solucionado, las causas que lo generaron y las variables involucradas usando herramientas tales como VOC y el mapeo del proceso.

Finalmente, se plantean las acciones correctivas en los puntos críticos del proceso de Mantenimiento y Reparación de vehículos previamente identificados mediante un análisis, usando herramientas estadísticas.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
INDICE GENERAL.....	II
ÍNDICE DE TABLAS.....	III
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	IV
INTRODUCCIÓN.....	V
Capítulo I.	
DESCRIPCION DE LA EMPRESA	
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Descripción general del proceso.....	2
1.2.1. Desarme y Enderezada.....	4
1.2.2. Pintura.....	5
1.2.3. Mecánica.....	6
1.2.4. Otros.....	7
1.2.5. Control Final.....	8
1.3. Planteamiento del Problema.....	9
1.4. Objetivo General.....	10
1.5. Objetivos específicos.....	11
1.6. Introducción a Seis Sigma.....	12
Capítulo II	
GESTIÓN POR PROCESOS	
2. Definición del Problema.....	16
2.1. Descripción de la situación actual.....	16
2.2. Herramientas usadas para la definición del problema.....	17
2.2.1. Voz de Consumidor.....	18
2.2.2. Críticos para la Calidad.....	33
Capítulo III	
ETAPA DE MEDICIÓN	
Introducción.....	41
3.1. Identificación y Secuencia de los Procesos (Mapa de Procesos).....	42
3.2. Descripción de los Procesos.....	47
3.2.1. Diagrama de Procesos.....	50
3.3. Definición de los Elementos de los Procesos.....	51
3.3.1. Ficha de Procesos.....	51
3.3.2. Diagramas SIPOC.....	55

3.4. Definición del Seguimiento y Sistemas de Medición.....	59
3.4.1. Definición de los indicadores.....	60
3.5. Evaluación de los Sistemas de Medición.....	64
3.5.1. Propiedades de los Sistemas de Medición.....	66
3.5.2. Evaluación de la Estabilidad de los Sistemas de Medición.....	67

Capítulo IV

ETAPA DE ANÁLISIS

Introducción.....	69
4.1. Identificación de las Causas Raíces del Problema.....	70
4.2. Evaluar la Capacidad del Proceso.....	72
4.3. Calcular el Nivel Sigma Actual del Proceso.....	76

Capítulo V

MEJORAS (REDUCCION DE TIEMPOS DE CICLO)

5.1. Objetivos.....	80
5.2. Metodología.....	82
5.3. Causas Relacionadas a los tiempos de ciclo	85
5.4. Diseño del Experimento.....	90
5.5. Elaboración de la Tabla ANOVA.....	108
5.6. Selección de niveles óptimos	122
5.7. Predicciones de Taguchi.....	124
5.8. Plan de acción.....	127

Capítulo VI

CONTROL

6.1. Definición y Elaboración.....	132
6.2. Implementación de Control.....	136
6.3. Manual de Procedimientos.....	138

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	141
---------------------------------------	------------

INDICE DE TABLAS

Capítulo III.

Tabla 3.1	Despliegue de Procesos en Cascada.....	48
Tabla 3.2	Ficha del proceso “Mantenimiento y Reparación”.....	52
Tabla 3.3	Familia de Indicadores.....	63

Capítulo IV.

Tabla 4.1	Nivel sigma.....	77
-----------	------------------	----

Capítulo V

Tabla 5.1	<i>Niveles de los factores</i>	92
Tabla 5.2	<i>Arreglo Ortogonal L8</i>	100
Tabla 5.3	Arreglo Ortogonal L8 Aplicado	101
Tabla 5.4	Tabla Experimental	103
Tabla 5.5	Tabla de Respuestas de medias basada en Promedios.....	104
Tabla 5.6	Tabla de Respuestas de S/N basada en Promedios.....	105
Tabla 5.7	Tabla de Respuestas de S/N basada en Sumas.....	106
Tabla 5.8	Tabla de Respuestas de medias basada en Sumas.....	107
Tabla 5.9	Análisis de Varianza de Medias.....	113
Tabla 5.10	Análisis de Varianza de S/N.....	116

Capítulo VI.

Tabla 6.1	Formulas para hallar los Límites de control.....	135
-----------	--	-----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Capítulo II

Gráfico 2.1	Calificaciones promedio por pregunta.....	24
Gráfico 2.2	Que satisface a las Aseguradoras (Servicios).....	27
Gráfico 2.3	Satisfacción General.....	29
Gráfico 2.4	Análisis Frente a la Competencia.....	32
Gráfico 2.5	Diagrama de Árbol.....	40

Capítulo III.

Gráfico 3.1	Mapa de Procesos.....	43
Gráfico 3.2	Interrelaciones entre los Procesos.....	45
Gráfico 3.3	Interrelaciones entre los Procesos Esperado.....	46
Gráfico 3.4	Descripción de los Procesos.....	49
Gráfico 3.5	Flujo de Procesos.....	50
Gráfico 3.6	Diagrama SIPOC del proceso “Compras”.....	57
Gráfico 3.7	Diagrama SIPOC del proceso “Mantenimiento y Reparación”.....	58
Gráfico 3.8	Diagrama SIPOC del proceso “Facturación”.....	59
Gráfico 3.9	Gráfico de Control de Medias y Rangos “Tiempo Ciclo”.....	68

Capítulo IV.

Gráfico 4.1	Diagrama Ishikawa.....	70
Gráfico 4.2	Diagrama Pareto.....	71
Gráfico 4.3	Análisis de Capacidad.....	75

Capítulo V

Gráfico 5.1	Causa y Efecto Tiempos de Ciclo.....	92
Gráfico 5.2	Factores que afectan a la media.....	100
Gráfico 5.3	Factores que afectan a la variabilidad.....	101
Gráfico 5.4	Efectos relaciones S/N.....	103
Gráfico 5.5	Efectos principales de las medias.....	104

Capítulo VI.

Gráfico 6.1	Control de Procesos.....	135
-------------	--------------------------	-----

INTRODUCCION

En el presente caso, al tratarse del área de enderezada y pintura del concesionario, la necesidad apremiante era la de mantener satisfecho al cliente utilizando el tiempo adecuado para la reparación de su vehículo sin dejar de lado la calidad del acabado final.

Entendiendo que los principales clientes del concesionario son las compañías de Seguros, lo primero que se propondrá hacer es averiguar cuáles son las necesidades que para dichas compañías son más importantes satisfacer. El constante retraso en la entrega de los vehículos es la inconformidad que generó la necesidad de controlar los procesos que la pueden causar.

Por tal motivo, se propone el uso de la metodología Seis Sigma como la mejor opción en el entorno de la calidad para definir la situación actual y la deseada, medir las variables involucradas y analizar los resultados obtenidos, a fin de determinar las causas potenciales que generan la insatisfacción del cliente.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

El desarrollo de este capítulo permitirá tener una mejor idea de las circunstancias que dieron origen y definieron la necesidad de efectuar el proyecto.

El estudio se desarrolla en una empresa comercializadora de vehículos livianos y pesados, que a su vez, actualmente presta servicios de mantenimiento y reparación de los vehículos vendidos por el concesionario y demás clientes que lo requieran. Dicha empresa se encuentra ubicada en Guayaquil-Ecuador.

A continuación se describe de forma general el proceso por el cual pasa un vehículo que ingresa al taller buscando de sus servicios, para identificar los procesos involucrados y sus variables en la definición del problema. [1]

1.2 Descripción general del Proceso

El proceso de reparación y mantenimiento de vehículos consta de cuatro etapas de evolución y una de control final. No todos los vehículos tienen

[1] Concesionario (1993). "Manual de Procedimientos". Ortiz, J., Guayaquil – Ecuador.

que pasar necesariamente por estas cuatro etapas pero si es necesario que todos pasen por el control final. Dependiendo esto de los requerimientos del cliente y a su vez, de la propuesta del técnico responsable.

Antes de que un vehículo ingrese a ser reparado, es necesaria la previa autorización de la compañía de Seguro que representa al vehículo o la autorización del dueño del vehículo. Para que esto ocurra, previamente se ha tenido que elaborar un presupuesto confiando en la perspectiva ocular del técnico que lo realiza. Cuando la autorización del trabajo depende la Compañía de Seguro es muy probable que esta llegue unos dos o tres días después de haber realizado el presupuesto, ya que el cliente debe entregar cierta documentación necesaria para dar trámite a la intervención del Seguro.

Una vez entregada la documentación requerida a la compañía de Seguro, junto con el presupuesto de reparación del vehículo, la Compañía de Seguro envía a uno de sus inspectores para revisar físicamente que el presupuesto ha sido elaborado conforme a lo que el vehículo en realidad presenta producto del siniestro ocasionado.

Luego de haber sido revisado el presupuesto (ya sea por la compañía de seguro o por el dueño del vehículo), y estando de acuerdo con el mismo, se procede con la entrega de la autorización escrita donde se confirma que se puede continuar con la reparación del vehículo. Es aquí donde

comienzan las cuatro etapas por donde deben pasar la mayoría de los vehículos, las cuales se las describen a continuación:

1.2.1. Desarme y Enderezada

Esta es la primera etapa. Aquí se comienza por quitar las piezas que van a ser reemplazadas y también lo que sea necesario para realizar el trabajo requerido. El problema que generalmente se presenta en esta etapa, y que es uno de los mayores causantes de los retrasos en la entrega de los vehículos es “los Alcances”.

“Los Alcances”, son todas las cosas que no estuvieron consideradas en el presupuesto inicial, y que al desarmar las partes fue evidente su mala condición. Esto genera retrasos en el tiempo de trabajo ya que para ser autorizado el nuevo requerimiento es necesario parar el trabajo y esperar hasta que el inspector del Seguro reinspeccione el vehículo. Este trámite puede durar uno o dos días más mientras el trabajo se mantiene detenido.

En ciertas ocasiones, este problema ocurría inevitablemente ya que hay ciertas partes que no es posible determinar su estado hasta que este ha sido desarmado y probado. Pero en la mayoría de las ocasiones, el problema se presentaba por el poco tiempo que tenía el presupuestador para realizar su trabajo, ya que tenía otros vehículos en cola para realizar presupuestos.

Una vez superado el tema de “los alcances”, simplemente se arregla y se cuadran las partes averiadas, dando paso a la siguiente etapa.

1.2.2. Pintura

En esta etapa se da inicio al proceso que dará como resultado lo que primero verá el cliente. Se debe tener cuidado con el tono de la pintura, que los materiales a emplear sean los adecuados para la

durabilidad de la pintura y sobre todo cuidar las piezas que no están dentro del presupuesto para que no se vayan a manchar.

El problema que generalmente se presenta en esta etapa es con respecto al tono de la pintura, problema que generalmente se lo controla al final del proceso de reparación del vehículo, dando como resultado retrabados que retrasan considerablemente la fecha de entrega del vehículo.

1.2.3. Mecánica

Esta es la etapa más delicada del proceso de Reparación y Mantenimiento. Aunque no todos los vehículos deben pasar por esta etapa, se debe tener mucho cuidado porque un error en la parte mecánica puede ser muy lamentable.

En esta etapa, el problema que generalmente se presenta es la falta de repuestos. Lo cual también retrasa el trabajo ya que se debe parar la reparación hasta que estos lleguen.

1.2.4. Otros

En esta etapa se consideran los trabajos rápidos que finalizan el proceso de reparación, estos trabajos son los siguientes: Alineación y Balanceo, Mantenimiento de A/C, Mano de obra Eléctrica y corrección de Compactos. Por la sencillez de estos trabajos, el vehículo no pasa más de 24 horas en esta etapa.

El único problema que puede presentar esta etapa es que, por su misma sencillez, muchas veces se pasan por alto detalles pequeños en la parte eléctrica que son visibles cuando el cliente ya está retirando el vehículo. Detalles que por muy mínimos que sean causan molestias en los clientes.

1.2.5. Control Final

Una vez que el carro ha finalizado las etapas de Reparación, pasa por un control final minucioso por parte del técnico que realizó el presupuesto. En esta etapa se revisa que el trabajo esté acorde con el presupuesto elaborado al inicio del proceso y además que las demás partes, no consideradas en el presupuesto, se encuentren en el estado en el que el cliente las dejó inicialmente.

El más grande de los problemas ocurre en esta parte, ya que solo aquí se revisan los trabajos bien o mal hechos en las etapas anteriores, ocasionando lo que finalmente es motivo de nuestro estudio: Retrasos en la entrega de los vehículos. Encontrar un error en la parte final, que haya sido ocasionado en las primeras etapas, significa regresar al vehículo para que vuelva a pasar por todas las etapas siguientes, trayendo como consecuencia no solo pérdida de

tiempo, sino de materiales, dinero y lo peor de todo, inconformidad en sus clientes finales.

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La frecuencia con la que se reciben cuestionamientos, de parte de sus clientes, por el trabajo mal realizado o por los constantes retrasos en las entrega de los vehículos, nos lleva fácilmente a determinar que mensualmente se pierde una suma importante de dinero por el derroche de material y lo que más le importa a la empresa es que la insatisfacción de sus clientes los lleva a buscar otros lugares donde puedan ser atendidos mejor y en menos tiempo, lo cual influye negativamente en el crecimiento que se tenía proyectado para el siguiente semestre. La empresa se proyectaba un crecimiento en las siguientes áreas:

- Mayor participación en el mercado.
- Crecimiento en venta de servicios, rentabilidad y reducción de costos.
- Satisfacción del cliente.

Los grandes márgenes de diferencia entre la fecha pactada con el cliente de entrega de su vehículo y la fecha real de entrega del vehículo son la consecuencia de varios factores que serán motivo de nuestro estudio.

1.4. OBJETIVO GENERAL

Utilizar la metodología Seis Sigma en una empresa dedicada a la comercialización de vehículos livianos y pesados, y que a su vez presta servicio de Reparación y Mantenimiento a los mismos, con la finalidad de reducir el tiempo de retraso en la entrega de los vehículos, de manera que podamos incrementar la satisfacción en los clientes, captar una mayor participación en el mercado y la producción en el taller.

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las variables que influyen significativamente en cada etapa del proceso.
- Plantear alternativas de mejora para reducir al máximo el número de días de retraso en la entrega de los vehículos, logrando de esta forma la satisfacción de los clientes.
- Emplear herramientas que gestionen la calidad para diseñar métodos de control en cada una de las etapas involucradas en el proceso de Reparación y Mantenimiento sobre variables que tienen influencia significativa en el alto porcentaje de retrasos en la entrega de vehículos.

1.6 INTRODUCCION A SEIS SIGMA

1.6.1 Significado de Seis Sigma [2]

Seis Sigma representa una métrica, una filosofía de trabajo y una meta. Como métrica, Seis Sigma representa una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos o servicios fuera de especificación.

Como filosofía de trabajo, Seis Sigma significa mejoramiento continuo de procesos y productos apoyado en la aplicación de dicha metodología, la cual incluye principalmente el uso de herramientas estadísticas. Como meta, porque estadísticamente producir con tan alta calidad que no hay espacio para servicios o productos defectuosos.

[2] Edgardo Escalante Vazquez, "Seis-Sigma, Metodología y Tecnicas". LIMUSA, Mexico, 2005.

1.6.2 Desarrollo de la Metodología

En el esquema de Seis Sigma se usa un proceso de cinco pasos para atacar los problemas, este proceso es representado por las siglas DMAIC (por su significado en inglés: **D**efine, **M**easure, **A**nalyse, **I**mprove and **C**ontrol) y se lo describe a continuación:

DEFINIR. Definición del problema o selección del proyecto. En esta fase lo que se realiza es una descripción del efecto provocado por una situación adversa, o el proyecto de mejora que se desea realizar, con la finalidad de entender la situación actual y definir los objetivos a cumplir. La manera de actuar asertivamente y poder definir el problema objetivamente es recolectar información y pasarla por alguna de las herramientas que se usan para definir un problema.

MEDIR. En esta fase se define y se describen los procesos, los elementos del proceso, sus pasos, entradas, salidas y características. Evaluar los sistemas de medición, evaluar la capacidad y estabilidad de los sistemas de medición.

ANALIZAR. En esta fase, las variables del proceso ya definidas deben ser confirmadas, para medir la contribución de esos factores en la variación del proceso. También se determina la habilidad del proceso para producir dentro de especificaciones por medio de estudios de capacidad largos y cortos, a la vez que se evalúa la fracción defectuosa.

MEJORAR. En esta fase, si el proceso no es capaz, se deberá optimizar para reducir su variación. Se recomienda usar por ejemplo un diseño de experimentos. Y también se realizan estudios de capacidad.

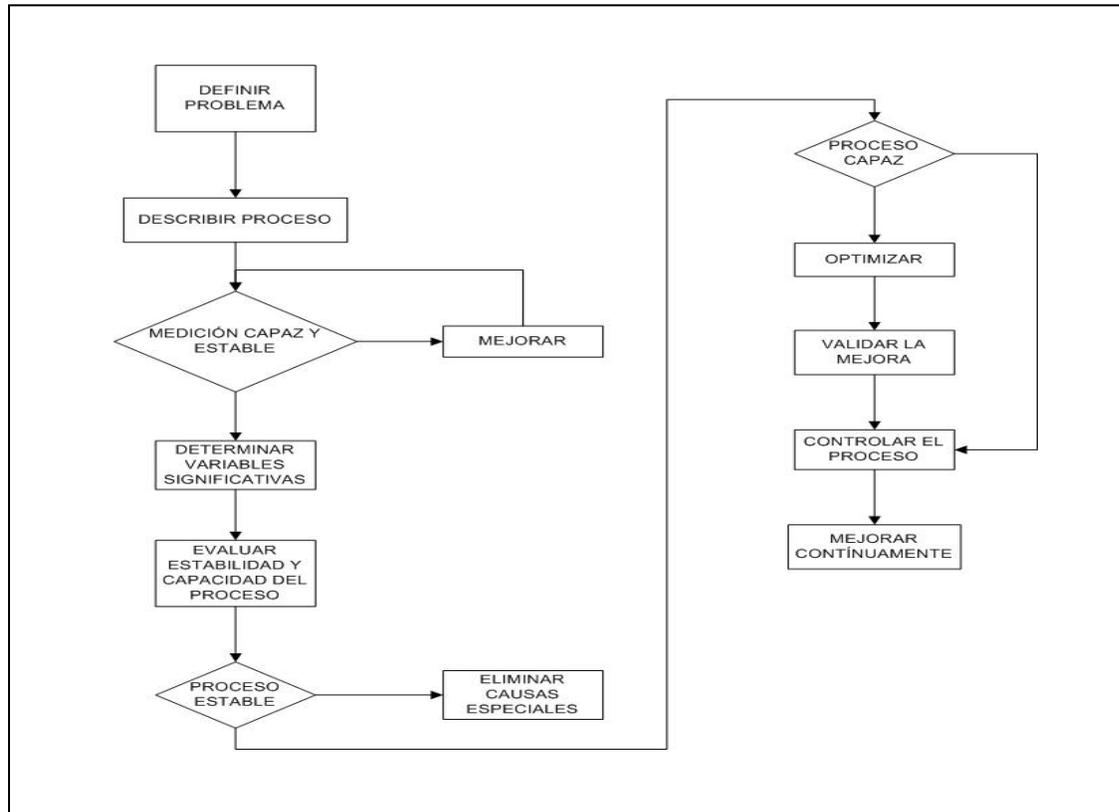
CONTROLAR. Finalmente, en esta fase lo que se hace es monitorear y mantener en control al proceso. Una vez que el proceso es capaz, se deberán buscar mejores condiciones de operación, materiales, procedimientos, etc., que conduzcan a un mejor desempeño del proceso.

El diagrama de flujo de los pasos anteriores se muestra en el gráfico 1.1.

Gráfico 1.1

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Diagrama de Flujo de la Metodología Seis Sigma



Elaborado por los autores

CAPITULO II

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Inicialmente, la gerencia tenía una idea superficial de lo que estaba ocurriendo en la empresa y en la relación con sus clientes. Parte del objetivo de este estudio es recolectar información para definir el problema objetivamente.

2.1. Descripción de la situación actual

El problema esta relacionado con la insatisfacción de sus clientes por el servicio recibido en el taller. Es de vital importancia identificar y

reconocer cuales son las principales necesidades a satisfacer de sus clientes, es decir que aspectos del servicio maximizan la satisfacción de los consumidores.

Este proceso nos marcará un rumbo de trabajo dentro del proyecto seis sigma, pues direccionaremos nuestros esfuerzos de mejora en aspectos o requerimientos que realmente tengan un alto impacto en la satisfacción de los consumidores del servicio y en las finanzas de la empresa.

2.2. Herramientas usadas para la Definición del Problema

Es importante conocer la situación actual de la empresa para la correcta definición del problema, para lo cual se utilizó VOC (Voice of Customer).

Seguido a esto, será necesario conocer los elementos involucrados al proceso que directamente afectan a la satisfacción de los clientes. En la terminología de Seis Sigma, la variable de respuesta, también llamada

variable dependiente, es denominada como “Y”. Y aquellas variables independientes, cuya variación afecta directamente a la variable de respuesta, son denominadas “X”. Para la determinación de estas variables se utilizó CTQ (Características críticas de Calidad).

2.2.1. Voz de Consumidor [2]

Es una de las herramientas más valiosas en el proceso de conocer al consumidor y sus preferencias a profundidad. En nuestro caso, conoceremos dichas preferencias realizando encuestas a las empresas de donde necesitamos extraer la información.

Al identificar a nuestros principales clientes, las Compañías de Seguro, comenzaremos conociendo los aspectos que maximizan su satisfacción con respecto a los servicios que presta el taller.

[2] Ing. Jaime Lozada (2007), “Metodología Six Sigma y Lean Manufacturing para el mejoramiento de los procesos”, Guayaquil-Ecuador.

En primera instancia, como todo era incierto y la gerencia de la Empresa no tenía claro el panorama hacia donde dirigir sus esfuerzos, se decidió incluir una gran cantidad de variables en la investigación pues se quiso despejar dudas o ciertas 'sospechas' tales como:

- ¿Podrían incrementarse las relaciones comerciales con el taller al aumentar el plazo crediticio? ¿Preferirían las aseguradoras trabajar con talleres que otorguen un mayor plazo crediticio?
- ¿Las aseguradoras prefieren un taller con mejor acceso y localización en la ciudad?
- ¿Envían mayor cantidad de vehículos las Compañías de seguros a talleres que cuenten con más tecnología? (La Gerencia del Concesionario e inversionistas nos plantearon la posibilidad de realizar grandes inversiones en equipamiento del taller con nueva tecnología, pero la pregunta es: ¿Representará

este gran esfuerzo económico en una inmediata satisfacción de las Aseguradoras, lo cual implicaría que aumente la producción?)

- Existen problemas de estacionamiento especialmente en la mañana cuando se reciben la mayor cantidad de vehículos. ¿Es imperante la solución de este problema?
- En una indagación previa con el personal comercial quedo latente la duda de los costos de Mano de Obra y costos de Repuestos. ¿Debemos reducir los costos de los repuestos y mano de obra?
- ¿Que hay acerca del tiempo de trabajo, recepción, reparación?
- ¿Se necesita consolidar el aspecto de atención al cliente?

Para investigar todos los aspectos mencionados anteriormente y tener una base científica sobre la cual realizar nuestro análisis decidimos realizar una encuesta a las compañías aseguradoras.

Además, se decidió realizar visitas a los talleres de la competencia para elaborar presupuestos de autos ficticios (Autos proporcionados por la Empresa), realizar una inspección visual del Área de trabajo y entrevistar al personal de siniestros de algunas compañías de seguros en la ciudad.

La encuesta va dirigida a los ejecutivos del Departamento de Siniestros de cada compañía, es decir el personal que esta en continuo contacto con los talleres y los que a su vez direccionan los vehículos a un taller u otro.

Se desea contrastar el servicio del taller donde estamos realizando la presente investigación (al cual llamamos Multimarcas, en realidad porque recibe vehículos para reparación de cualquier marca no solamente a la que representan) con otros dos talleres que tienen una mayor participación del mercado.

Esta comparación y análisis nos permitirá identificar los puntos críticos del Servicio.

La encuesta que se realizó a la mayoría del personal de siniestros de las Aseguradoras en la ciudad de Guayaquil se encuentra en el **anexo 1**. La encuesta la respondieron 62 personas.

Cada pregunta del cuestionario es analizada como una variable aleatoria a la cual podemos estimar o calcular sus estadísticas básicas. Es decir podríamos ordenar de mayor a menor nuestra calificación promedio por pregunta. **Ver Grafico 2.1.**

Como podemos apreciar las mayores calificaciones se encuentran en:

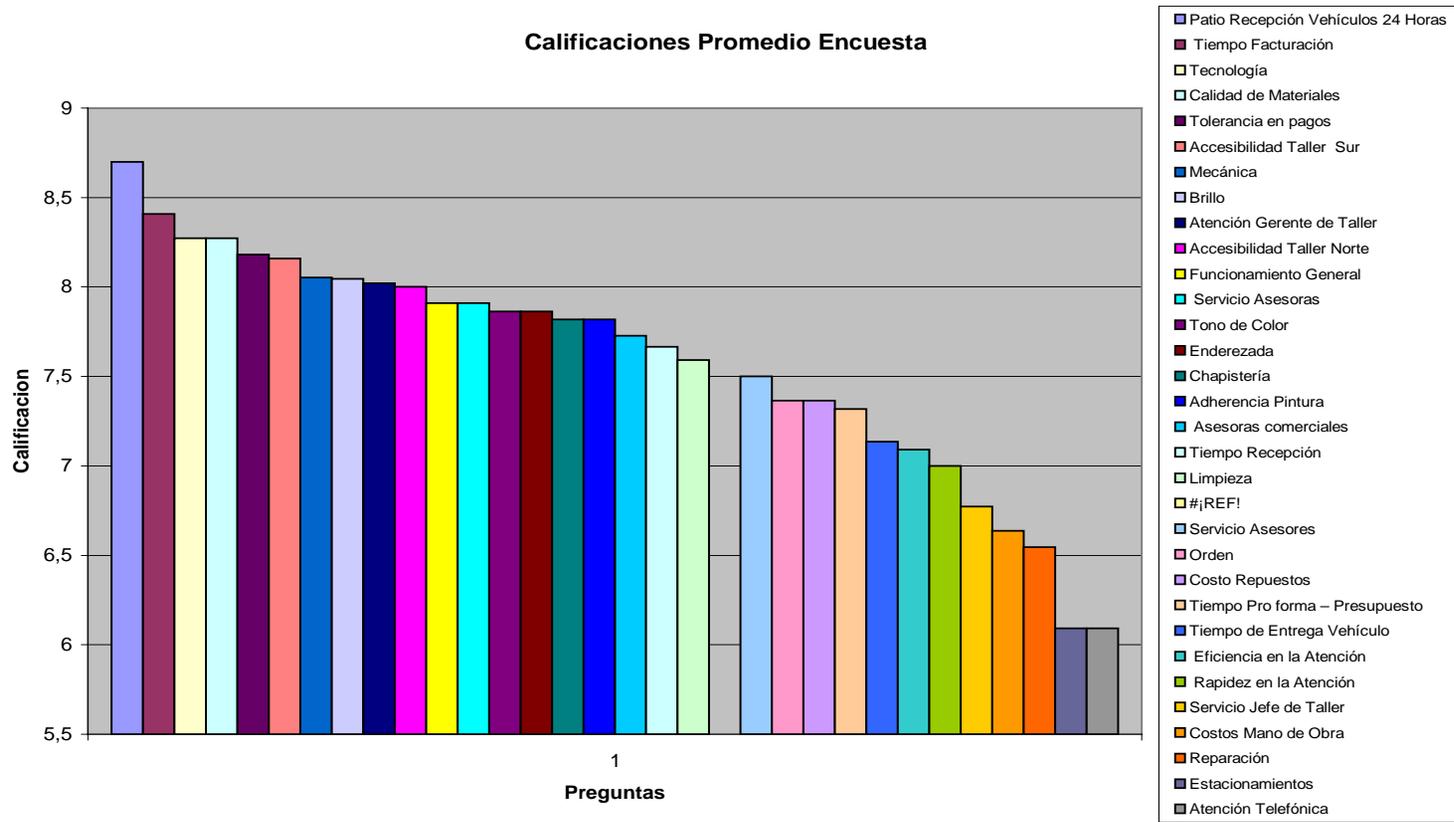
- Patio de Recepción de Vehículos.
- Tiempo de Facturación
- Tecnología

- Calidad de Materiales
- Tolerancia en pago

Pero la pregunta que surge a continuación es: ¿que tanta importancia tienen estas variables, en las cuales tenemos alta calificación, con respecto a la satisfacción general?. Para responder a esta inquietud se realizó el análisis siguiente:

ANÁLISIS DE CORRELACIÓN. El análisis de correlación es una herramienta estadística que mide, en la escala del (-1,0,1), cuanto y de que forma influyen los cambios de valor en una variable con respecto a otra. Es decir mientras mas cercano es el valor de correlación a (-1) significa que actúan inversamente proporcional, es decir mientras la una crece la otra decrece.

Gráfico 2.1
“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Calificaciones Promedio de la Encuesta



FUENTE: Encuesta VOC

Un valor positivo cercano a (1) significa que las variables están relacionadas directamente proporcionales es decir, si la una crece la otra también crece.

La importancia de este análisis radica en que estamos interesados en descubrir que variables tienen una alta correlación con la satisfacción general, es decir sobre que variables debemos trabajar para maximizarla.

Los resultados en términos porcentuales, ordenados de mayor a menor, se los presenta en el **gráfico 2.2**

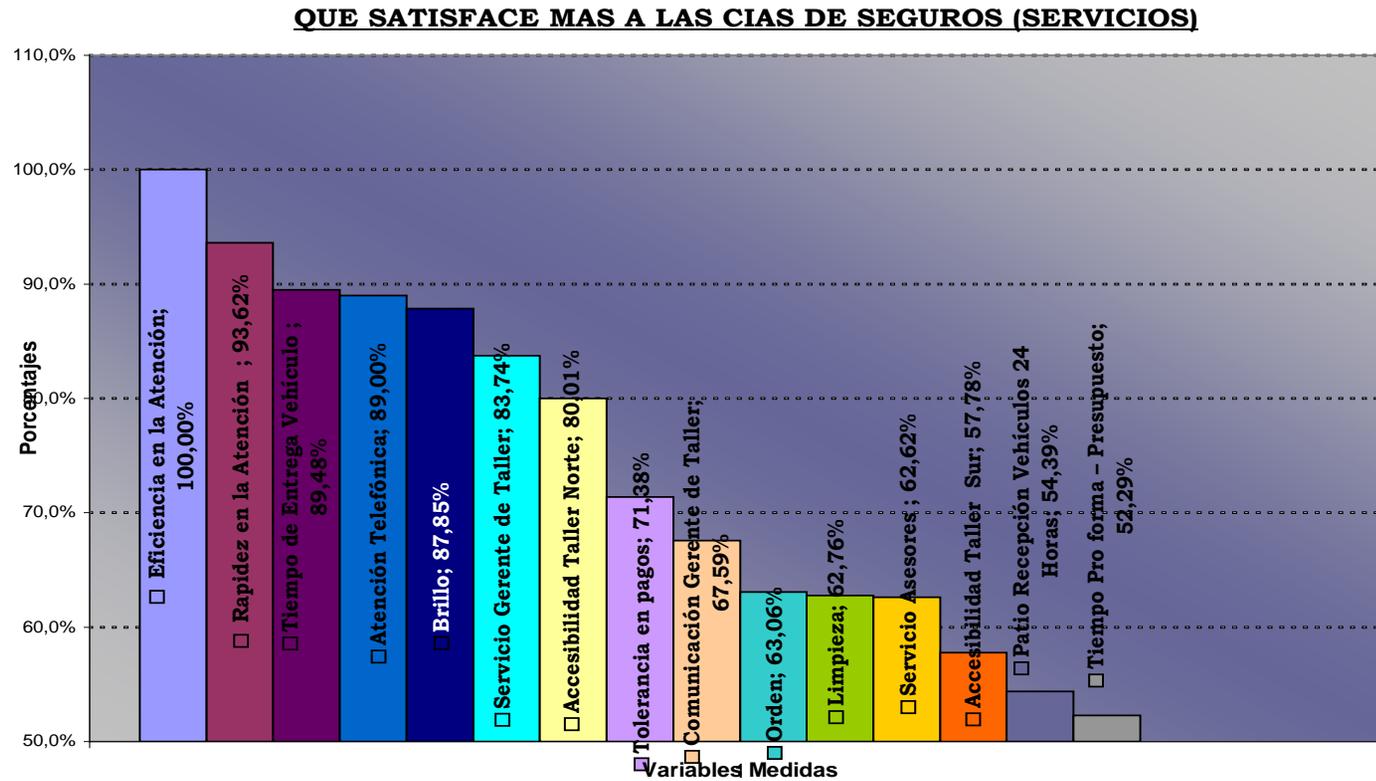
En el grafico presentado podemos observar que para las Aseguradoras las variables que maximizan la satisfacción con el servicio son:

- Eficiencia en la Atención
- Rapidez en la atención
- Tiempo de Entrega de Vehículo
- Atención telefónica

Con respecto a las características referentes al trabajo tenemos que destacar las siguientes en orden de importancia, según lo muestra el **gráfico 2.3**:

- Costo Mano de Obra
- Acabados de Trabajo
- Costo de Repuestos
- Servicio del Jefe de Taller.

Gráfico 2.2
 “Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Lo que genera mayor satisfacción en las compañías de Seguros



FUENTE: Encuesta VOC

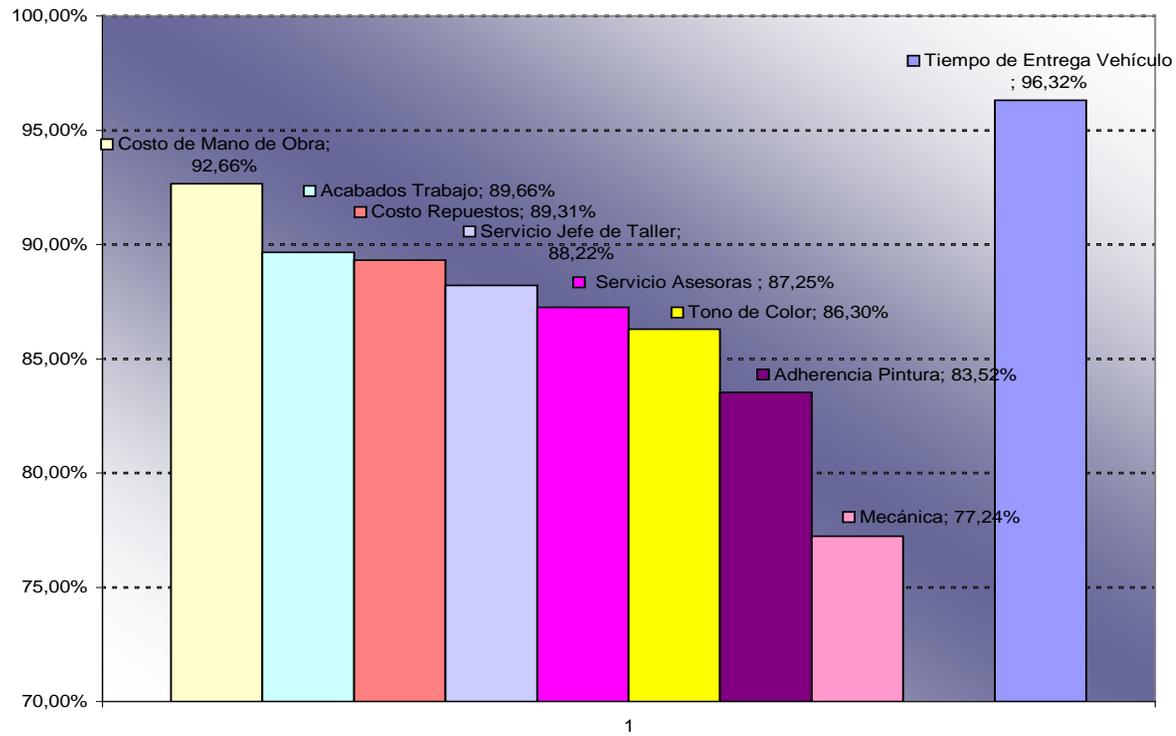
Queda planteada la duda sobre que aspectos es necesario trabajar para mejorar la percepción del servicio.

Analicemos un poco, antes de decidir, a la competencia en un grafico conjunto.

ANÁLISIS FRENTE A LOS COMPETIDORES. Por entrevistas con ejecutivos de las Compañías de seguros, se pudo identificar a dos de las compañías con las que confesaron sentirse mas a gusto por el servicio prestado, y decidimos investigar a los siguientes:

CAR ONE: Taller grande con una capacidad para unos 120 autos. Es atendido por sus propietarios y trabajan con todas las compañías de seguros. Posee gran parte del mercado y tiene muy buena percepción entre los ejecutivos de Siniestros. Esta ubicado en la Av. Juan Tanca Marengo frente al Colegio Americano.

Gráfico 2.3
“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Características más importantes del Acabado



FUENTE: Encuesta VOC

AUTO STAR: Taller pequeño, un poco tradicional, es decir, no es visto como un taller equipado con alta tecnología. Nos decidimos investigarlo porque representa el promedio del mercado, es decir nada fuera de lo normal. Esta ubicado al sur de la ciudad.

En el **gráfico 2.4** se pueden analizar las brechas existentes entre los talleres en cuestión.

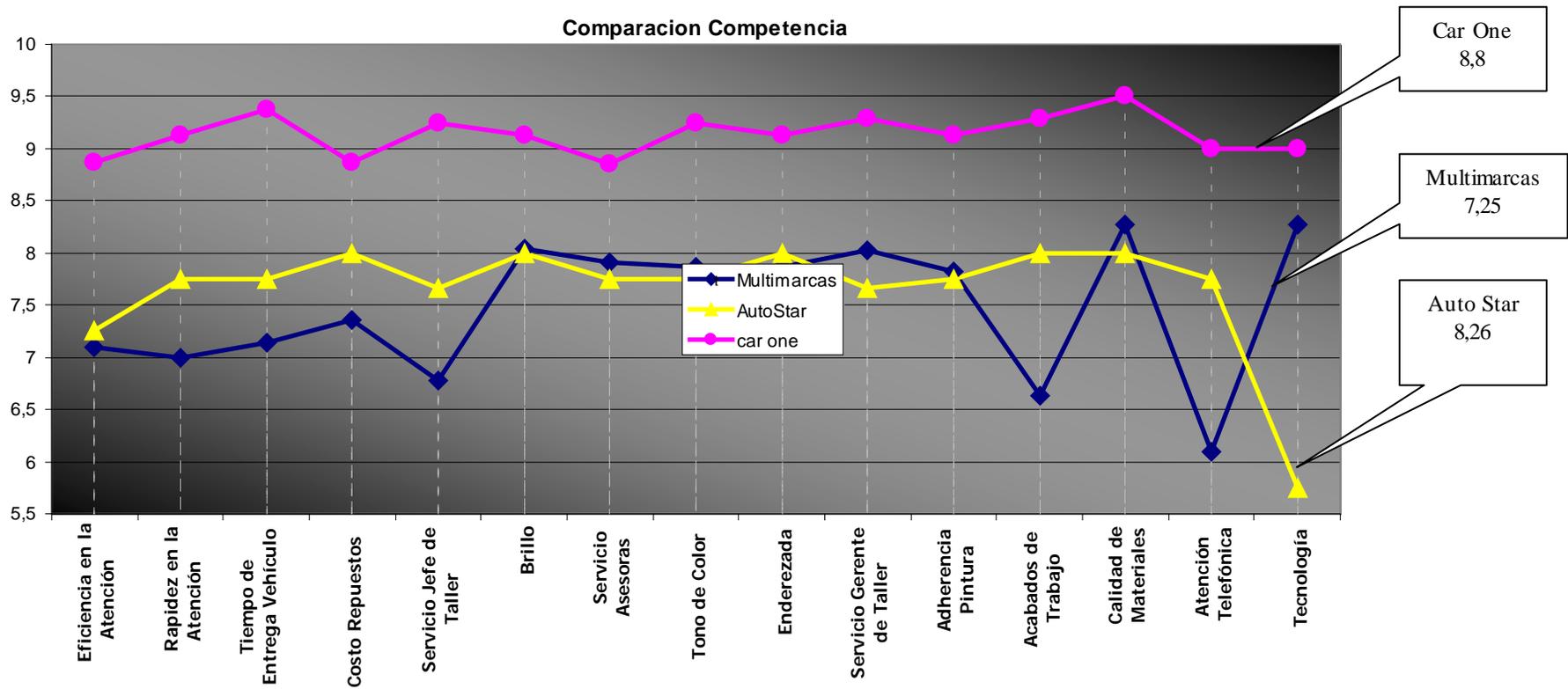
OBSERVACIONES:

- Como primera impresión, podemos ver que CAR ONE tiene las más altas calificaciones que se han obtenido, pero en general su calificación en la pregunta de contraste (Nivel de Satisfacción) no es tan alta en proporción a sus calificaciones.
- Debemos compararnos con Auto Star y conocer donde se presentan las mayores brechas para que la calificación general sea tan diferente a la de Multimarcas (brecha de 0,83).

Brechas identificadas son las siguientes:

- Rapidez en la atención (7,6 AS – 7 M)
- Tiempo de entrega de Vehículo (7,62 AS – 7,2 M)
- Costo de Repuestos (8 AS – 7,4M)
- Servicio Jefe de taller. (7,6 AS – 6,7 M).
- Acabados de Trabajo (7,9 AS – 6,6 M).
- Atención telefónica (7,8 AS – 6 M)
- Tecnología (5,7 AS – 8,8 M).

Gráfico 2.4
“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Comparación con la Competencia



FUENTE: Encuesta VOC

2.2.2. Críticos para la Calidad [3]

Son características específicas y medibles de un producto o proceso que son identificadas por los clientes como necesarias para su satisfacción. Esta herramienta se la implementa a través de un diagrama que permite conocer las características mínimas que el cliente espera del producto o servicio que va a adquirir.

El presente análisis, a simple vista, nos permite identificar en que podemos trabajar para mejorar la satisfacción de las aseguradoras. Exactamente, en las mismas características que son de mayor importancia para ellas, multimarcas es calificado muy por debajo de sus competidores. Por tal motivo, es esencial actuar en características donde sea posible intervenir y que a su vez provoquen un alto impacto en la satisfacción de las Aseguradoras.

[2] Ing. Jaime Lozada (2007), "Metodología Six Sigma y Lean Manufacturing para el mejoramiento de los procesos", Guayaquil-Ecuador.

Por ejemplo conocemos que sería muy difícil mejorar los costos de los Repuestos, pero se podría poner atención en otros aspectos que requieren menor complejidad y van a afectar dramáticamente en la satisfacción de las aseguradoras y como consecuencia inevitable, podríamos decir que se traducirá en un incremento de la producción para multimarcas.

Por lo tanto, al conocer los aspectos más importantes para las Compañías de Seguro, se da una breve explicación de cada uno de ellos a continuación:

1. **ATENCIÓN EFECTIVA:** El Proyecto Seis Sigma podría ir orientado a mejorar la atención, o hacerla mas efectiva.

Por medio de entrevistas posteriores con ejecutivos de las Aseguradoras pudimos traducir en hechos concretos que es lo que ellos perciben como una atención eficaz.

- Respuestas rápidas
- Buena comunicación (a/mm)
- Seriedad en negociación
- Atención personalizada a sus clientes.
- Cuidar la relación (mm/a & c/a)
- Efectividad con sus clientes

Unas de las principales molestias de las Compañías de Seguros es la imagen que los talleres dan de ellas frente a sus clientes, los propietarios de los Vehículos. Es decir, una molestia continua era que perciben que el personal de atención del taller los indispone frente a sus clientes.

Requieren que alguien siempre los atienda, que siempre les informe del avance de los trabajo o de inconvenientes que existan como por ejemplo: la disponibilidad de repuestos que a primera instancia se salen del control de multimarcas. Lo cual nos introduce al segundo punto de mejora.

2. **ATENCIÓN TELEFÓNICA:** Los ejecutivos de siniestros se desesperan cuando no los atienden telefónicamente o si las líneas están ocupadas. Prefieren enviar sus vehículos a talleres donde los tengan al tanto de los acontecimientos o simplemente les sea más fácil comunicarse telefónicamente.

Se requiere una solución inmediata al tema como por ejemplo ampliar la central telefónica o dotar a las asesoras de servicios de teléfonos inalámbricos para poder responder en cualquier momento a una llamada.

3. **TIEMPOS DE TRABAJO:** Es necesario agilizar todas las etapas del proceso de Reparación y Mantenimiento. Se recomienda primeramente mejorar los procesos evitando los retrabajos, las esperas innecesarias, es decir mejorando el sistema y realizar una nueva evaluación posterior de la percepción general. Esto es mucho más factible de realizar antes que pensar en aumentar RRHH o cosas por el estilo, lo cual conlleva un aumento en costos. El siguiente capítulo analiza los procesos existentes, los documenta e intenta posteriormente mejorarlos.

4. **ACABADOS DE TRABAJO:** Es necesario mejorar los acabados del trabajo, lo cual reduciría las quejas.

5. **COSTOS DE REPUESTOS:** Por premisa en la empresa nos es imposible modificar los costos de los repuestos ni de mano de obra.

6. **JEFE DE TALLER** Es necesario una entrevista con el jefe de taller para conocer sus molestias para mejorar su trato con las Aseguradoras. Muchas Aseguradoras se quejaron en el espacio de observaciones acerca del trato con el jefe de taller.

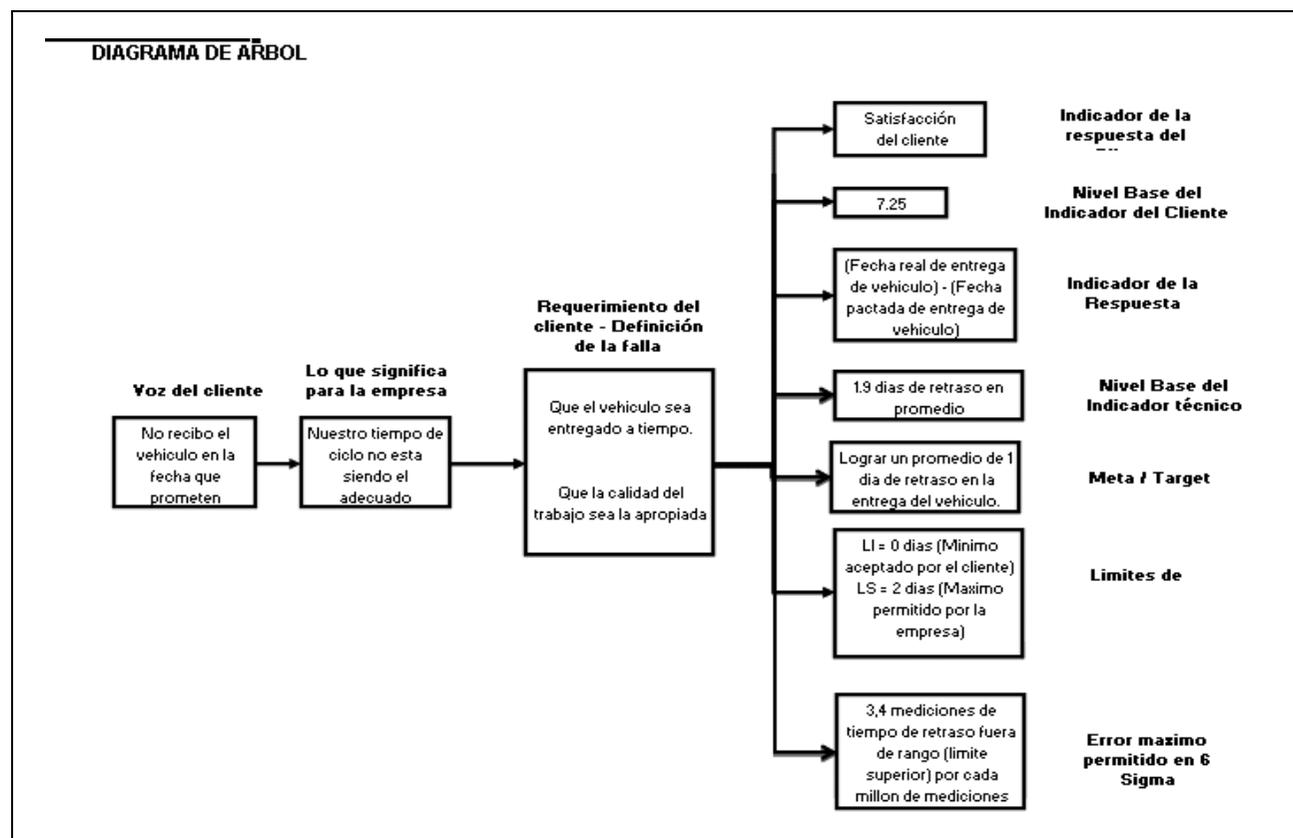
7. **TECNOLOGÍA:** No es necesaria ninguna inversión tecnológica inmediata pues en el aspecto global las aseguradoras no están valorando esto como parte del servicio. Solo les interesa que el trabajo quede bien, sea como sea que el taller lo haya hecho. Es decir no esta agregando valor.

GENERALIDADES. El presente análisis nos ha ayudado a visualizar un poco más claramente las cosas y poder dirigir nuestros esfuerzos de mejoramiento en aspectos que son sensibles a la percepción de satisfacción de las aseguradoras.

Ahora, para definir las características críticas de calidad usamos el Diagrama de Árbol, el cual es presentado en el **grafico 2.5.**

Para el presente trabajo de Tesis, los esfuerzos serán concentrados en reducir el tiempo de ciclo en el proceso, manteniendo la calidad del trabajo.

Gráfico 2.5
“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Diagrama de Árbol (CTQ's)



FUENTE: Encuesta VOC

CAPÍTULO III

3. ETAPA DE MEDICIÓN

INTRODUCCIÓN

Para la Etapa de Medición, se necesita definir los procesos claves para el correcto desarrollo de la metodología, así como la descripción de cada uno, y sus elementos. También se desarrollará un plan de medición, para recolectar la información vital para conocer el actual desempeño de los procesos y todas las partes que los conforman. Teniendo en cuenta que los datos a recolectar deberán ser completamente confiables por lo que una evaluación del sistema de medición es necesaria.

Para conseguir los mencionados requisitos, se seguirá la siguiente secuencia de pasos:

1. Identificación y secuencia de los procesos.
2. Descripción de cada uno de los procesos.
3. Definición de los elementos de los procesos.

4. Definir el Seguimiento y los sistemas de medición
5. Evaluar los sistemas de medición.

3.1 Identificación y Secuencia de los Procesos, Mapa de Procesos

Previo a la elaboración del mapa de procesos, y con la finalidad de presentar una idea clara de lo que pretende representar, se puede definir.

“El mapa de procesos es la representación gráfica de la estructura de procesos que conforman el sistema de gestión”.[¹]

Se ha desarrollado el mapa de procesos con una estructura básica, pero de una manera tal que se presenten los procesos suficientemente significativos de la empresa y su interrelación, para así poder gestionarlos de manera apropiada.

Para ello se ha reflexionado conscientemente en los procesos, subprocesos y su interrelación, con la ayuda de los miembros de la empresa, y aplicando la técnica de “brainstorming” (*también conocida*

[¹] Guía para una Gestión Basada en Procesos, Instituto Andaluz de Tecnología

como “*lluvia de ideas*”) y dinámicas de equipos de trabajo, también tomando en cuenta ciertos factores de selección tales como:

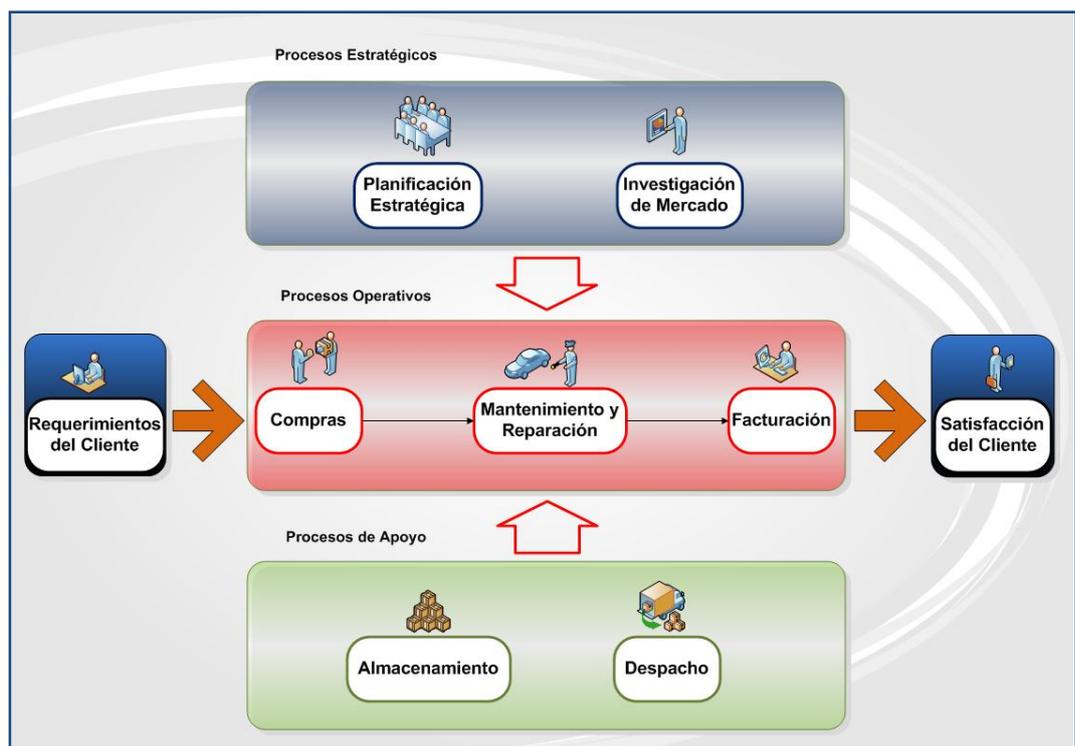
- ❖ Requerimientos de los clientes.
- ❖ Satisfacción y Calidad de Servicio.
- ❖ Misión Estratégica.

Se ha llegado a establecer un mapa de procesos bien estructurado como se lo puede observar en el *Gráfico 3.1*, el cual inicia con los requerimientos de los clientes, quienes son los que nos proporcionan los CTQ's, constan también los procesos estratégicos representados por planeación estratégica, e investigación de mercado.

Gráfico 3.1

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Mapa de Procesos



Elaborado por los Autores

A los **Procesos Estratégicos** se los define como aquellos procesos que son basados en decisiones de alta importancia, vinculados a las responsabilidades de la dirección, por ello tienen que ver con la planificación, decisiones estratégicas y de control.

Adicionalmente, como procesos operativos se detallan compras, mantenimiento y reparación, y facturación.

Los **Procesos Operativos** comúnmente llamados procesos de línea, son aquellos procesos directamente ligados con la prestación de servicios y producción. Se tienen como procesos de apoyo a almacenamiento, despacho.

Finalmente, como procesos de apoyo se detallan almacenamiento y distribución.

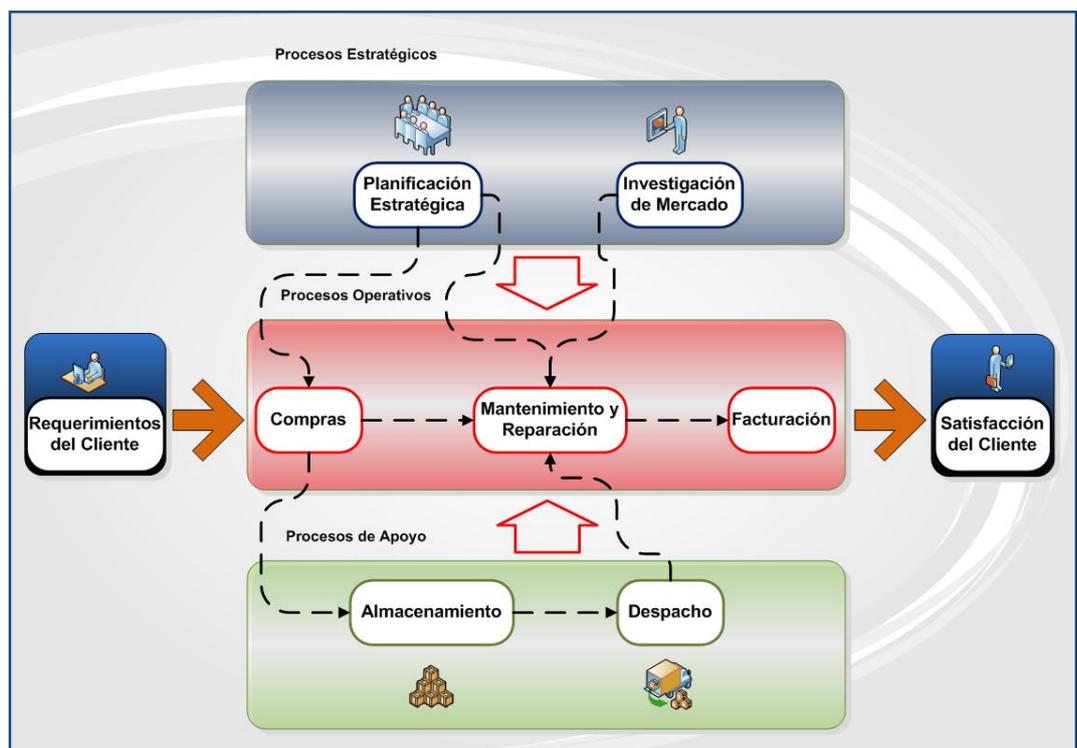
Los **Procesos de Apoyo** como su nombre lo da a entender, son aquellos procesos que dan soporte principalmente a los procesos operativos, pero también en ciertos casos dan apoyo a los procesos estratégicos. Están relacionados con el ámbito de recursos y medición.

En el Mapa de procesos, se pueden observar las interrelaciones que existen entre cada uno de los procesos, detallando la relación existente entre los procesos estratégicos, operativos y de apoyo. (Véase Gráfico 3.2)

Gráfico 3.2

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Interrelaciones Entre los Procesos



Elaborado por los Autores

Cabe mencionar que el proceso de “Planificación Estratégica” está vinculado con los procesos operativos de “Compras” y “Mantenimiento y Reparación”. Así mismo, el proceso de

“Investigación de mercados” está relacionado con el de “Mantenimiento y Reparación”

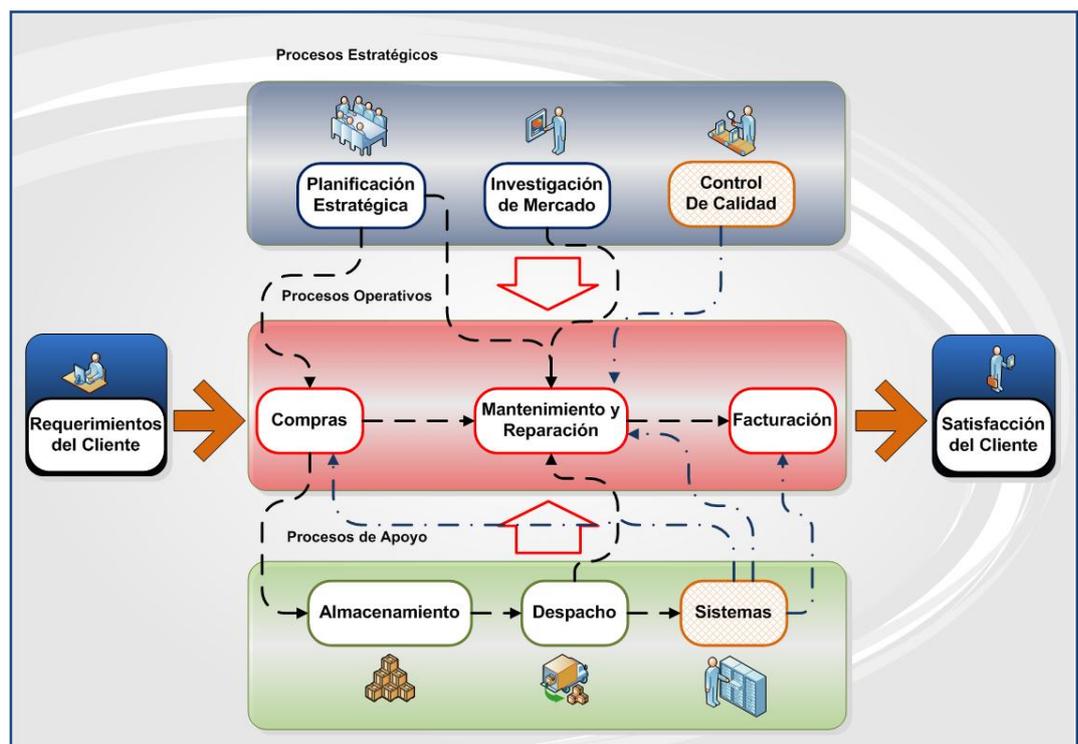
Paralelamente, los procesos de apoyo “Almacenamiento” y “Despacho” están relacionados con los procesos de “Compras” y “Mantenimiento y Reparación”, respectivamente.

En el Mapa de Procesos se planea incorporar el proceso de “Sistemas”, el cual dará apoyo a los procesos de “Compras”, “Mantenimiento y Reparación” y “Facturación”. Así como en los procesos estratégicos a “Control de Calidad”, para gestionar al proceso de “Mantenimiento y Reparación”. (Véase Gráfico 3.3)

Gráfico 3.3

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Interrelaciones Entre los Procesos Esperado



Elaborado por los Autores

Es necesario mencionar que la representación e identificación de los procesos, detallados en el mapa, no brinda mayor información en cuanto a los procesos en sí, más bien es una idea general de la empresa, por lo que se requiere de una descripción detallada de cada uno de los procesos, principalmente de los operativos, para así tener una idea más clara en cuanto a los procesos y sus interrelaciones.

3.2 Descripción de los Procesos

Nuestro Mapa de procesos nos permite identificar los procesos existentes mediante una estructura organizada y relacionada entre sí, ahora como entender el funcionamiento interno de estos procesos, en el cual los “requerimientos de los clientes” ó entradas del proceso, se convierten en “bienes o servicios” ó salidas del proceso, originando la “Satisfacción del cliente”.

Entonces es necesaria la descripción de cada uno de los procesos, con la finalidad de determinar los criterios y métodos para asegurar que las actividades que comprende dicho proceso se realicen eficazmente y de manera controlada. (*Véase Tabla 3.1*)

Tabla 3.1

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Despliegue de Procesos en Cascada

MACROPROCESOS	PROCESOS	ACTIVIDADES
COMPRAS	Controlar Inventario	Analizar rotacion de materiales Monitorear existencias en bodega
	Seleccionar Proveedor	Analizar las proformas Analizar el crédito
	Emitir Orden de Compra	Solicitar materiales y Rep. Requeridos Colocar solicitud en manos del proveedor
	Control de Calidad	Verificar la calidad de los materiales y repuestos Recibir materiales y repuestos
	Almacenamiento	Ingresar materia prima Registrar el movimiento de stock
MANTENIMIENTO Y REPARACION	Recibir Vehículo	Realizar Presupuesto Cotizar valores de repuestos Recepcion de vehiculo Entregar presupuesto al cliente Esperar autorizacion de trabajo
	Reparar Vehículo	Asignar trabajo a técnico responsable Solicitar repuestos necesarios Trabajar según presupuesto
	Controlar la Calidad	Inspección ocular del trabajo Realizar prueba de ruta Enviar reporte de calidad
	Prefacturar Trabajo	Ingresar valores al sistema Enviar prefactura a FACTURACION
FACTURACIÓN	Revisar Documentación	Verificar datos Imprimir factura
	Tramitar Pago	Enviar factura a cliente Esperar pago de cliente Registrar pago en el sistema

Elaborado por los Autores

Para base de nuestro estudio nos enfocaremos al proceso de “Mantenimiento y Reparación”, y para mayor comprensión se desarrollara un “Diagrama del Proceso” y una “Ficha de Proceso”, para el proceso mencionado perteneciente al Mapa de Procesos.

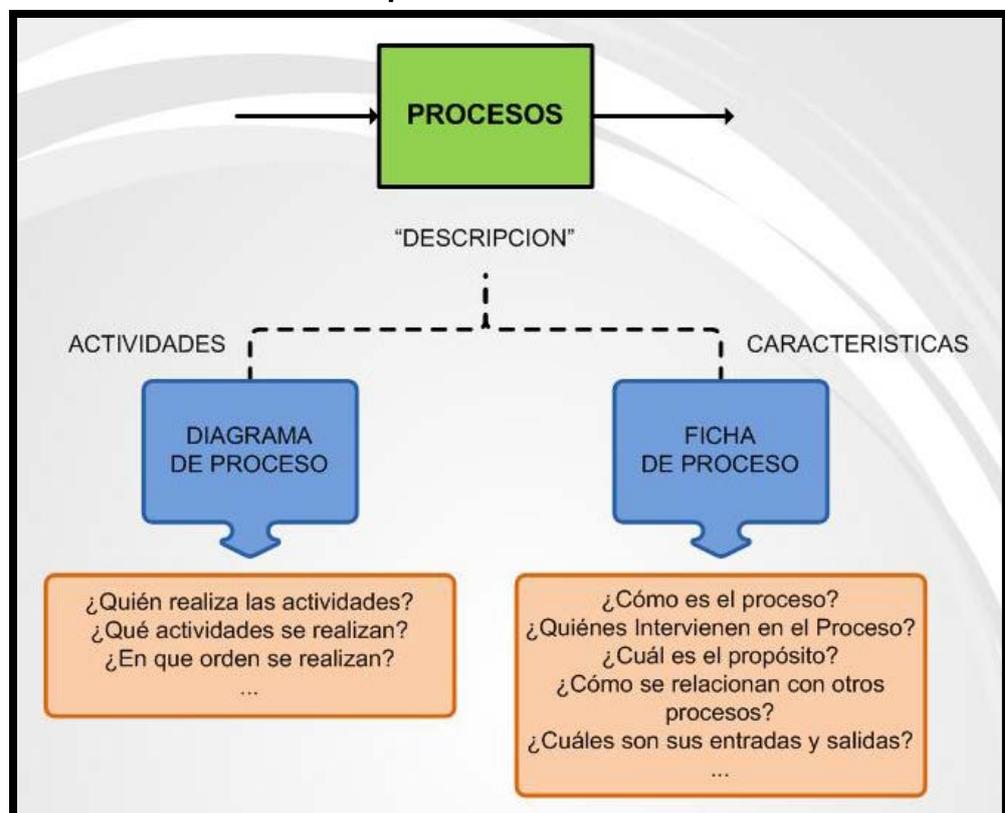
Como podemos ver en el *Gráfico 3.4*, se puede describir un proceso de dos maneras, una a través de un “diagrama de proceso” en el cual se detallan las actividades que se realizan en el proceso, así como quien es el responsable y en que orden se realizan las actividades.

La otra manera de describir los procesos es por medio de la “ficha de procesos”, en el cual se presenta como es el proceso, quienes intervienen en el mismo, su propósito, y su interrelación con otros procesos por medio de las entradas y salidas.

Gráfico 3.4

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Descripción de los Procesos



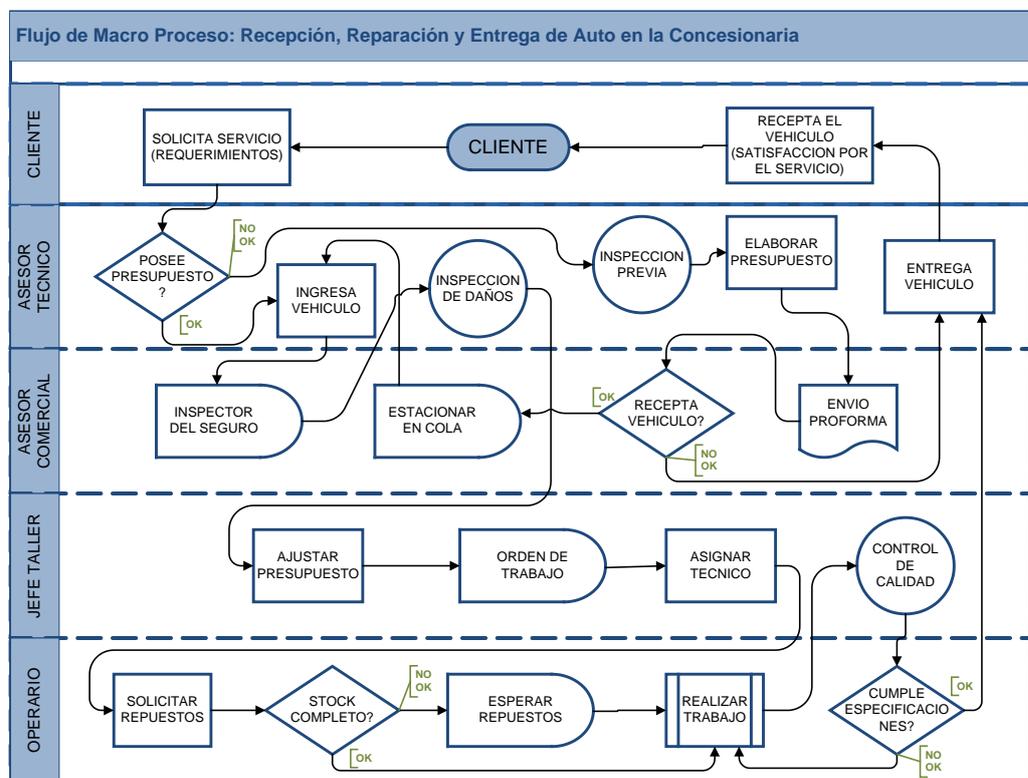
Elaborado por los Autores

3.2.1 Diagrama de Proceso

Para comprender mejor el modelo estructural de la empresa, presentamos el “Flujo de Procesos” ó también llamado “Diagrama de Procesos” como ya lo mencionamos anteriormente y como se lo puede observar en el *Gráfico 3.4*, en el cual se detalla la secuencia de los procesos que intervienen y quiénes son los responsables de ejecutarlos. Por motivo de nuestro estudio detallaremos el diagrama de proceso de “Mantenimiento y Reparación” Véase *Gráfico 3.5*

Gráfico 3.5

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Flujo de Procesos



Elaborado por los Autores

Este diagrama facilita la interpretación de las actividades, debido a la percepción visual del flujo, la secuencia de las entradas y salidas, y la interrelación de las actividades.

La vinculación de las actividades con sus respectivos responsables, complementa la estructura del diagrama en lo que se puede decir un esquema “Quién-Qué”.

3.3 Definición de los elementos de los procesos.

Si bien es cierto que el Diagrama del Proceso ó Flujo del Proceso, es una herramienta muy útil para conocer de manera general la estructura del proceso, y la secuencia de los mismos, no nos proporciona una información mucho más detallada de los procesos, y de los elementos que en el intervienen, por lo que se presentan otras herramientas para la descripción de procesos, tal es el caso de la *Ficha de Procesos* y los diagramas *SIPOC*.

3.3.1 Ficha de Proceso

La otra manera anteriormente mencionada para describir a un proceso es la ficha de proceso, considerada como un soporte de información cuyo fin es resumir todas las características relevantes

para el control de las actividades definidas en el diagrama de proceso, así como la gestión del proceso.

Como podemos observar en la *Tabla 3.2*, se describen ciertas características consideradas importantes, y que aportan una idea más específica en lo que se refiere a los procesos, sus elementos, participantes y otras características.

Tabla 3.2

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Ficha del Proceso “Mantenimiento y Reparación”

PROCESO: MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN		RESPONSABLE: JEFE DE TALLER
OBJETIVO:	ELABORAR EL PRESUPUESTO, ASEGURAR QUE EL VEHICULO QUEDE COMPLETAMENTE REPARADO, ELABORAR LA PREFACTURA Y QUE CUMPLAN CON LOS REQUERIMIENTOS NECESARIOS.	
ALCANCE	EMPIEZA: CUANDO SE RECIBE EL VEHICULO	
	INCLUYE: ELABORAR Y VALIDAR PRESUPUESTO, REALIZAR MANTENIMIENTO, SOLICITAR REPUESTOS, CONTROLES DE CALIDAD, ELABORACIÓN DE LA PREFACTURA	
	TERMINA: CUANDO SE ENTREGA LA PREFACTURA AL DEPARTAMENTO DE FACTURACIÓN.	
ENTRADAS	VEHICULO EN MAL ESTADO	
PROVEEDOR	CLIENTE, DUÑO DEL VEHICULO	
SALIDAS	PREFACTURACION, VEHICULO REPARADO	
CLIENTE	FACTURACIÓN	
CONTROLES	VALIDAR PRESUPUESTO DIARIOS, CONTROLES DE CALIDAD	
REGISTROS	HOJAS DE CONTROL DE CADA ETAPA DE TALLER	
VARIABLES DE CONTROL		INDICADORES
* AUTOS INGRESADOS		% MENSUAL AUTOS INGRESADOS
* AUTOS REPARADOS		% MENSUAL AUTOS REPARADOS
* TIEMPO DE REPARACION		TIEMPO PROMEDIO DE TALLER

Elaborado por los Autores

Definiremos a continuación algunos de los elementos, considerados en la ficha de proceso:

Objetivo ó Misión: Es el porqué del proceso, su propósito, que debe identificar a las actividades que en él se realizan, como base para identificar los indicadores que ayuden a controlar y mejorar el proceso, y revalidar su misión.

Responsable ó Propietario: Es el ente encargado para dirigir el proceso, evaluarlo y controlarlo, para obtener los resultados esperados. Como característica principal se destaca el liderazgo, así como la capacidad de relacionarse con su entorno, vitales para la movilización de los actores que intervienen junto con él, en el proceso.

Límites del Proceso: Representados por las entradas y salidas, cada uno con su respectivo ente característico, como lo son los proveedores en el caso de las entradas, y los clientes en el caso de las salidas. La importancia de la definición de las entradas y salidas, radica en la interrelación que existe entre los procesos definidos en el diagrama de procesos y en el mapa de procesos.

Alcance del Proceso: Es la representación de la extensión del proceso, confirmación de lo detallado en el diagrama de proceso, donde se muestra la primera actividad del proceso, así como la actividad final.

Controles ó Inspecciones: Son aquellas actividades que se realizan ya sea al final ó en el transcurso del proceso, con el propósito de verificar el cumplimiento de normativas ó especificaciones establecidas para el control del proceso.

Variables de Control: Son aquellos parámetros sobre los cuales se tiene capacidad de actuación dentro del proceso, es decir que se puedan modificar ya sea por medio del propietario o por los demás actores del proceso. Con el fin de controlar el funcionamiento ó comportamiento del proceso, con la ayuda de sus indicadores.

Indicadores del proceso: Son aquellas métricas por medio de las cuales se puede realizar una medición y seguimiento de cómo el proceso se orienta al cumplimiento de su objetivo. El propósito de los indicadores es conocer la evolución y tendencia del proceso, visualizar la situación actual del proceso, y planificar las metas deseadas para el proceso.

Lo ideal es definir los procesos de forma tal que, para cada uno de ellos se establezca una misión y, en consecuencia, los resultados deseados a través de valores de referencia sobre los indicadores establecidos.

3.3.2 Diagrama SIPOC

Otra opción para la descripción de los procesos, es el “Diagrama SIPOC”, en el cual se mezclan el Diagrama de Proceso (véase *página 53*) y la Ficha de Proceso (véase *página 54*), para mayor entendimiento se desarrollaran los diagramas SIPOC de los procesos operativos detallados en el mapa de procesos.

El diagrama SIPOC, cuyas siglas provienen de las iniciales en inglés de Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas y Clientes (**S***upplier*, **I***nputs*, **P***rocess*, **O***utputs*, **C***lients*), es una herramienta muy útil para la comprensión de los procesos y los elementos que en el intervienen.

Para mayor comprensión de lo que representa cada etapa del diagrama SIPOC, se definirán a continuación los elementos que intervienen:

- **Proveedor.-** Se encarga que proporcionar los elementos de entrada para el proceso.
- **Entradas.-** Información, recursos, y demás elementos necesarios para la realización ó ejecución del proceso.
- **Proceso.-** Es el conjunto de actividades, que se encargan de transformar las entradas en salidas.
- **Salidas.-** Son los resultados de la ejecución del proceso, generalmente productos y servicios.
- **Cliente.-** Es el receptor de las salidas, hacia quien está destinado el resultado del proceso.

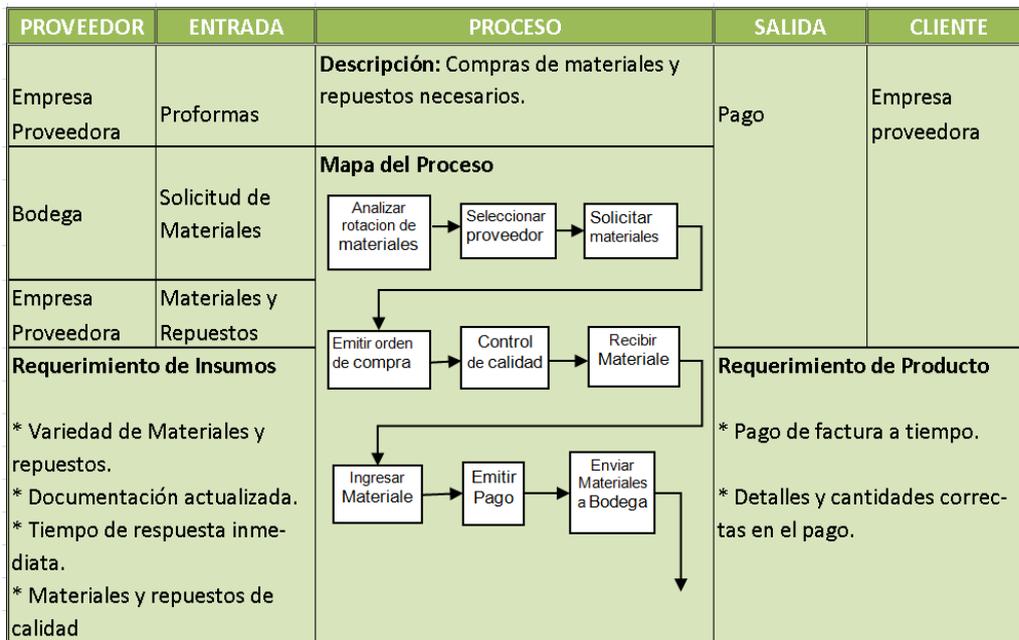
Teniendo claro cuáles son las herramientas para definir y describir los procesos, así como los elementos que en ellos intervienen, podemos elaborar los diagramas SIPOC correspondientes a los procesos pertenecientes a este estudio.

Como se puede observar en el *Gráfico 3.6*, se detalla el diagrama SIPOC para el proceso de “Compras de materiales y repuestos”. En el cual se puede apreciar los elementos fundamentales en un proceso, las entradas con sus respectivos proveedores, las actividades pertenecientes al proceso y los resultados dirigidos a los clientes del proceso.

Gráfico 3.6

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Diagrama SIPOC del proceso “Compras”



Elaborado por los Autores

En el caso del proceso de “compras de materiales y repuestos”, se muestran como proveedores a las empresas proveedoras, y bodega, los cuales proporcionan las proformas, materiales y repuestos, y la solicitud de materiales, que corresponden a las entradas del proceso, se detallan las actividades de solicitar materiales, recibir materiales, ingresar materiales, emitir pago, entre las más resaltantes, la secuencia de dichas actividades generan el pago, para la empresa proveedora, que en este caso también es nuestro cliente del proceso.

Observamos también en el *Gráfico 3.7*, el detalle del diagrama SIPOC para el proceso de “Mantenimiento y Reparación”.

Gráfico 3.7
“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Diagrama SIPOC del proceso “Reparación y Mantenimiento”

PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Dueño del vehículo	Vehículo	Descripción: Reparación y Mantenimiento de vehículo que llega al taller.	Prefactura de Trabajo	Facturación
Bodega	Repuestos	<p align="center">Mapa del Proceso</p> <pre> graph LR A[Realizar Presupuesto] --> B[Recepción de vehículo] B --> C[Esperar aut. De trabajo] C --> D[Asignar trabajo a técnico] D --> E[Solicitar Repuestos] E --> F[Realizar Reparación] F --> G[Control de Calidad] G --> H[Pruebas de Ruta] H --> I[Prefacturar Trabajo] I --> J[Entregar Vehículo] </pre>	Vehículo Reparado	Dueño del vehículo
RR-HH	Personal Capacitado		Reporte de Reparación	Dueño del vehículo
Requerimiento de Insumos			Requerimiento de Producto	
		<ul style="list-style-type: none"> * Disponibilidad de Repuestos. * Competencia Técnica de personal. * Tiempo para reparación. 	<ul style="list-style-type: none"> * Entrega a tiempo. * Reparación de calidad. * Valores correctos en Prefactura. * Claridad en documentación. 	

Elaborado por los Autores

A continuación se detalla el diagrama SIPOC para el proceso de “Facturación”, ver *Gráfico 3.8*

Gráfico 3.8
“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Diagrama SIPOC del proceso “Facturación”

PROVEEDOR	ENTRADA	PROCESO	SALIDA	CLIENTE
Jefe de Taller	Prefactura de Trabajo	Descripción: Facturación de los trabajos realizados en el taller.	Factura	Dueño del vehículo
Compañía de Seguro	Autorización de salida	Mapa del Proceso <pre> graph LR A[Recepción de Prefactura] --> B[Verificar Datos] B --> C[Enviar factura a cliente] C --> D[Esperar Pago de cliente] D --> E[Hacer declaraciones de facturas] </pre>	Declaraciones de impuestos	SRI
Cliente	Pago		Requerimiento de Insumos * Documentación correcta. * Documentación a tiempo. * Detalle de valores a cobrar.	Requerimiento de Producto * Documentación correcta. * Detalles y cantidades correctas.

Elaborado por los Autores

3.4 Definición del Seguimiento y los Sistemas de Medición

Tomando en cuenta las actividades que se realizan en el Taller, así como los períodos de trabajo, sería ideal implementar un sistema de medición el cual registre los datos diarios y nos proporcione resultados en períodos mensuales, debido a que es importante de llevar a cabo un seguimiento, cuyo objetivo es validar los resultados.

Como se mencionó en capítulos anteriores, uno de los objetivos, es disminuir los tiempos, por lo que una medida adecuada sería el de implementar indicadores, los cuales nos medirán los resultados obtenidos mensualmente, ya que para un proceso de mantenimiento y reparación se necesita varios días de trabajo.

3.4.1 Definición de los Indicadores

Conocer si la tendencia de los procesos están dirigidos hacia la obtención de los objetivos, los alcances, y en qué sentido orientar las mejoras, son resultados de la medición y el seguimiento que se ha realizado.

La manera más adecuada de definir en un proceso, qué es lo que va a medir, ó que es necesario medir, para conocer la capacidad del mismo, es estableciendo indicadores, correctamente alineados con los objetivos.

Indicador: Instrumento de medición que permite recoger de manera adecuada información importante con relación al proceso, su estado actual, su tendencia y sus metas objetivo.

Un indicador adecuado debe cumplir con ciertos requisitos, como lo son la Representatividad, Sensibilidad, Rentabilidad, Fiabilidad y Relatividad con el tiempo. A continuación definiremos algunos de estos conceptos:

Representatividad: Se refiere al grado de pertenencia e interrelación que debe tener con respecto al proceso y sus elementos.

Sensibilidad: Se refiere al efecto que debe tener en cuanto a los cambios de valores, debe ser apreciable el cambio, en la misma magnitud que la fuente de datos, para que así se pueda apreciar en los resultados.

Fiabilidad: Los indicadores se calculan en base a los datos, por consecuencia la medición de los datos debe ser objetiva y fiable, por ello se realizan las evaluaciones de los sistemas de medición.

Relatividad en el Tiempo: Se refiere a que el indicador debe formularse de tal manera que sea comparable en el tiempo, para así calcular su tendencia y evolución.

Se considera un indicador ideal si cumple con las características mencionadas, para ello se necesita de la colaboración del responsable del proceso y de los participantes directos del proceso, así como los que pertenecen a los procesos relacionados más directos.

Los colaboradores, participantes y responsables conocen las características del proceso y pueden ayudar a establecer de manera coherente las metas a las que se desearía llegar, obteniendo resultados representativos y que beneficien a los procesos asignados para la medición y sus procesos dependientes.

Los objetivos que se proponen alcanzar deben ser expresados en términos medibles, para así poder evaluarlos y confirmar los avances.

“Un indicador es un soporte de información (habitualmente expresión numérica) que representa una magnitud, de manera que a través del análisis del mismo se permite la toma de decisiones sobre los parámetros de actuación (variables de control) asociados” [2]

[2] Guía para una Gestión Basada en Procesos, Instituto Andaluz de Tecnología

Los indicadores tienen una clasificación, de acuerdo a lo que se desea medir, por lo que hemos definido nuestros indicadores conforme a esta clasificación. Véase *Tabla 3.3*

Tabla 3.3
“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Familia de Indicadores

	Indicadores	Calculo
Entrada	Número de vehículos que ingresan al mes	Se cuentan el número total de autos que ingresan en el mes
	Número de presupuestos aceptados al mes	Se cuentan el número total de presupuestos aceptados en el mes
Salida	Número de vehículos que salen al mes	Se cuentan el número total de autos que salen en el mes
Eficiencia	Porcentaje de autos reparados al mes	$(\text{número total de autos que salen en el mes}) / (\text{número total de autos que ingresan en el mes}) * 100$
Tiempo	Días promedio de Trabajo	$(\text{Suma de días trabajados}) / \text{días del mes}$
	Días promedio de espera por repuesto	$(\text{suma de días de espera}) / \text{días del mes}$
Calidad	Reclamos Mensuales	Número total de Reclamos al mes
	Porcentaje de clientes satisfechos	$(\text{Número de Clientes del mes} - \text{Número de Reclamos del mes}) / \text{número de clientes del mes}$
	Porcentaje de autos reparados a tiempo al mes	$\text{Número de autos reparados a tiempo del mes} / \text{número de autos entregados}$

Elaborado por los Autores

Todos los indicadores presentes en la Tabla 3.3, fueron definidos de acuerdo con las necesidades y con la colaboración de los responsables de cada proceso, pero por motivos de nuestro estudio

nos enfocaremos principalmente en los “*Indicadores de Tiempo*”, debido a que uno de nuestros objetivos primarios es la reducción en los tiempos de procesos.

3.5 Evaluación de los Sistemas de Medición

En la aplicación de la metodología Seis Sigma, es necesario contar con datos confiables que realmente nos permitan tomar decisiones de gran importancia.

En la evaluación de los sistemas de medición se determina su capacidad y estabilidad, mediante Gráficas de control, generalmente de medias y rangos, analizando la repetibilidad (precisión) y la exactitud (sesgo).

Un **Sistema de Medición** “es la colección de operaciones, procedimientos, instrumentos de medición, y otro equipo, software y personal definido para asignar un número a la característica que está siendo medida” [3]

[3] (MSA, Measurement System Analysis. 1995)

Son realmente los sistemas de medición de mucha importancia, porque todo el análisis y las decisiones a tomar serán en base al análisis de las mismas.

La calidad de un sistema de medición se caracteriza por sus propiedades estadísticas: *insesgado y varianza cero(Idealmente)*. La evaluación de un sistema de medición significa examinar su variación y los factores que la afectan.

Antes de realizar la evaluación del sistema de medición, se definirán los conceptos de Precisión y Exactitud, así como de Estabilidad y Capacidad.

Precisión: se refiere a la variación o dispersión entre los valores ó datos. Poca variación significa un buen grado de precisión.

Exactitud: se define con respecto a su cercanía con la meta. Mayor cercanía implica un buen grado de exactitud.

Estabilidad: quiere decir que las mediciones no deben cambiar por el efecto del tiempo. Es la cantidad de variación en exactitud sobre cierto período.

Capacidad: Es la medida de la variación de un proceso con respecto a sus especificaciones.

3.5.1 Propiedades de los sistemas de Medición

Los sistemas de medición deben cumplir con las siguientes propiedades estadísticas:

1. Estar en control estadístico (estabilidad estadística).
2. Su variabilidad debe ser pequeña comparada con las especificaciones y con la variación del proceso.
3. Los incrementos de medida no deben ser mayores a $1/10$ de lo menor entre las especificaciones y la variación del proceso.
4. Poco Sesgo.

La estabilidad y la capacidad, que son las características requeridas por un sistema de medición, se componen a su vez de otros elementos.

La estabilidad incluye reproducibilidad, es decir como ya se lo mencionó anteriormente, que las mediciones no deben cambiar por el efecto del tiempo.

La capacidad, en cambio, necesita de sensibilidad, es decir de repetibilidad (precisión) y exactitud (sesgo).

3.5.2 Evaluación de la Estabilidad de los sistemas de Medición

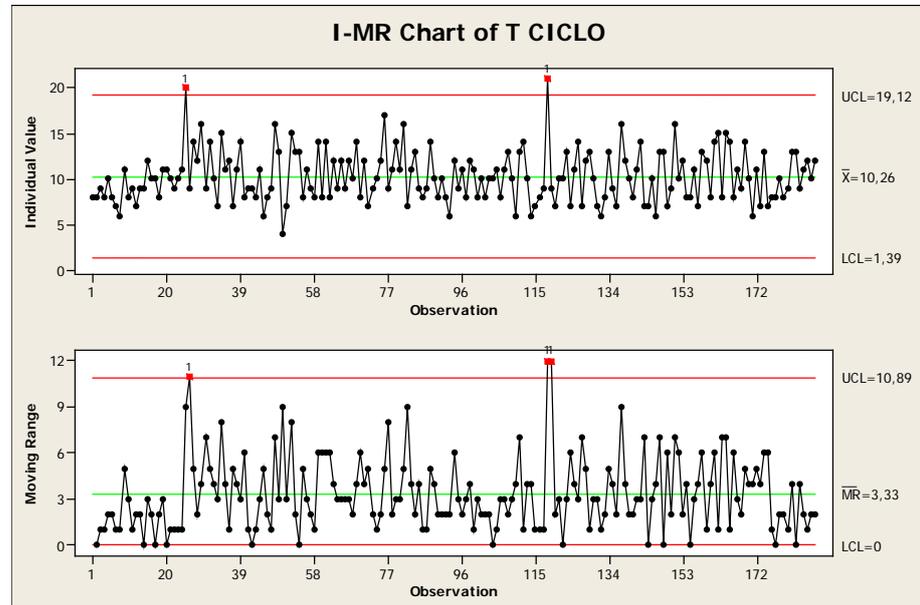
La estabilidad como ya se lo mencionó anteriormente es la cantidad de variación sobre cierto período de tiempo. No es posible asegurar evaluaciones confiables sobre las demás propiedades estadísticas, sin antes evaluar la estabilidad de los sistemas de medición.

Observaciones:

1. Si existe una situación fuera de control en los rangos, significa que la repetibilidad no es estable.
2. Si existe una situación fuera de control en la medias, significa que la exactitud ha cambiado. Es necesario encontrar las causas y corregir la situación.

Gráfico 3.9

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Gráfico de Control de Lecturas individuales y Rangos “Tiempo Ciclo”



Elaborado por los Autores

Como se puede observar en el Gráfico 3.9, en el gráfico de lecturas individuales correspondientes al mes de Octubre del 2008, todas a excepción de dos, están dentro de los límites de control, así como también se puede observar en el gráfico de los rangos, donde todos los Rangos a excepción de tres están dentro de control, y no existe patrón alguno, aún así al proceso no se lo considera estable.

CAPÍTULO IV

4. ETAPA DE ANÁLISIS

INTRODUCCIÓN

En esta etapa del estudio vamos a especificar las causas raíces ó fuentes del problema, las cuales las confirmamos con los datos que recopilamos con los sistemas de medición, tratados en el capítulo anterior.

Se analizará el estado actual, de los procesos motivo de estudio y se constatará si lo que se está haciendo en la actualidad es lo más óptimo para los procesos.

4.1 Identificación de las Causas Raíces del Problema

Para la identificación de las causas raíces del problema se desarrollo un diagrama Ishikawa, en el cual se detallan las posibles causas principales como lo son Medio Ambiente, Mano de Obra, Tiempo de Entrega, Costos, Maquinaria y Calidad.

El diagrama Ishikawa, se lo realizo tomando en consideración los resultados obtenidos en el estudio realizado en la voz del consumidor, detallado en capítulos anteriores, y con los criterios obtenidos mediante una lluvia de Ideas. El Diagrama de Ishikawa se lo puede observar en el Gráfico 4.1

Gráfico 4.1

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Diagrama Ishikawa



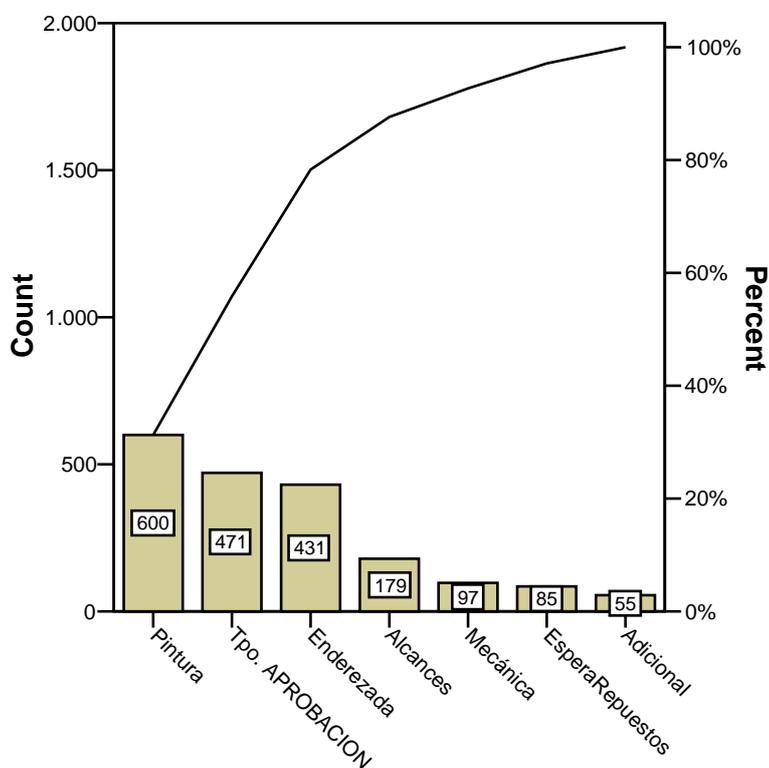
Elaborado por los Autores

Analizando las causas raíces que generan el problema en la Satisfacción del cliente, se estableció que los puntos a mejorar son los tiempos de entrega de vehículos, debido a los ciclos muy largos de mantenimiento y reparación.

A continuación se elaboró un diagrama pareto con los tiempos totales de ciclo (*Mantenimiento y reparación*), con el objetivo de determinar los procesos que más contribuyen al tiempo total de ciclo.

Véase Gráfico 4.2

Gráfico 4.2
“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Diagrama de Pareto



Elaborado por los Autores

Si observamos en la escala de porcentajes acumulativos, (Véase Gráfico 4.2), los factores que acumulan el 80% de contribución son: el proceso de Pintura con el 31%, el proceso de Espera de Aprobación con el 25%, y el proceso de Enderezada con el 22%.

De acuerdo con los resultados obtenidos en diagrama de Pareto, las causas principales de los tiempos de ciclo largos, son los procesos de Pintura, Aprobación y Enderezada, por lo que estos son los objetivos de mejora.

4.2 Evaluar la Capacidad del Proceso

Definidas las causas raíces del problema, estableciendo las variables significativas, lo siguiente es realizar el estudio de estabilidad y capacidad.

Las gráficas de control son las herramientas que nos permiten distinguir las causas de variación, las cuales pueden ser comunes o especiales. Al poder distinguir cuál de estos dos tipos de variación está afectando al proceso, se puede conocer cuando es necesario actuar en el proceso para mejorarlo y cuando no hacerlo, pues sobreactuar en un proceso estable provoca más variación.

Un proceso estable solamente está sujeto a causas comunes de variación, o lo que se conoce como un sistema constante de causas, está en control estadístico y por tanto su variación es predecible dentro de los límites de control.

No obstante, aunque el proceso sea estable, no significa necesariamente que el proceso tenga poca variación o se encuentre dentro de especificaciones. El mejoramiento del proceso se debe dar a través del sistema.

En el caso de que el proceso sea inestable, no quiere decir que necesariamente tenga gran variación, ya que esta no es predecible. El mejoramiento del mismo generalmente se logra a través del personal de área.

En consecuencia, los gráficos de control se utilizan para:

- Evaluar el desempeño de un proceso por medio de estudios de capacidad.
- Mejorar el desempeño de un proceso al dar indicaciones sobre las posibles causas de variación, y ayudan a la prevención de problemas.

- Mantener el desempeño de un proceso al indicar el tiempo de ajuste del mismo.

Revisando el gráfico 3.4, donde se puede observar que el proceso de Mantenimiento y reparación no se encuentra bajo control, por lo que no se lo considera estable, y al ser inestable no quiere decir que tenga gran variación, por consiguiente el mejoramiento del proceso se lo puede implementar por medio del personal del área. Como se conocía anteriormente una de las causas principales del problema con la satisfacción del cliente, es precisamente el tiempo de entrega del vehículo.

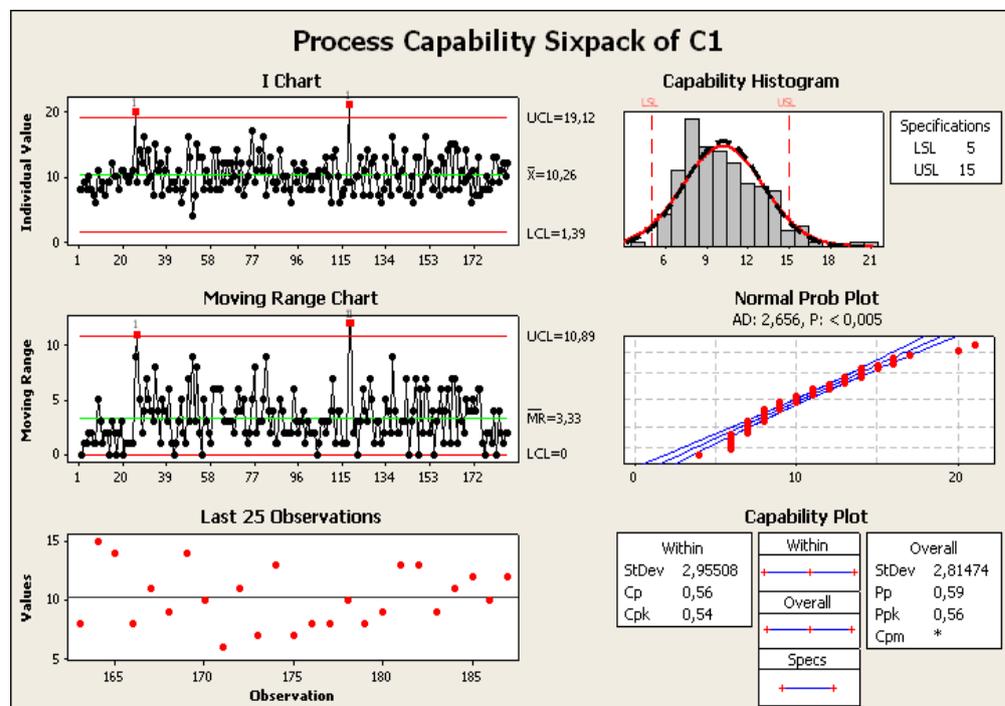
Ahora es necesario establecer si el proceso de mantenimiento y reparación es capaz, por lo que primero se deberá entender que es un estudio de capacidad.

Estudio de Capacidad es el procedimiento ordenado de planeación, recolección y análisis de información con la finalidad de evaluar la estabilidad del proceso, y la capacidad que éste tiene para cumplir con su función dentro de las especificaciones, es decir se mide la variación y el centrado de un proceso con respecto a sus especificaciones.

Las especificaciones para el proceso de Mantenimiento y Reparación están comprendidas entre los 5 y 15 días de trabajo (tiempo total de ciclo), por consiguiente se realizó el siguiente análisis de capacidad del proceso. Véase *Gráfico 4.3*

Gráfico 4.3

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Análisis de Capacidad



Elaborado por los Autores

Como podemos observar en el gráfico 4.3, se presenta el análisis de capacidad, nuevamente se puede observar que el proceso es inestable, el histograma que muestra la aproximación de los datos a una distribución normal, se puede

observar el proceso está centrado, pero no se encuentra dentro de sus especificaciones.

Gracias a este gráfico de capacidad, se puede deducir que el proceso es inestable y no es capaz ya que el coeficiente $C_p = 0,56 < 1,33$.

4.3 Calcular el Nivel Sigma Actual del Proceso

Para nuestro proceso de Mantenimiento y Reparación, el tiempo de retraso en días en la entrega de vehículos causa una desconformidad al cliente, por lo que se tomaron como defectos los autos que fueron entregados con un tiempo de retraso mayor a 2 días, de una muestra total de 187 observaciones, se encontró que el número de casos defectuosos fue de 14, la constante a utilizar en oportunidades es 1, debido a que el auto se lo entrega una sola vez en una fecha establecida ya sea a tiempo o no.

A continuación calculamos el DPMO (defectos por millón de oportunidades):

$$DPMO = \frac{14 * 1'000,000}{187 * 1} = 74866.3102$$

En la tabla 4.1, se muestra el nivel sigma con el que se está trabajando dependiendo del número de productos defectuosos por cada millón de oportunidades.

El nivel de sigma se determina tomando en cuenta que la distribución es de dos colas; para nuestro caso, como lo que se pretende es disminuir el tiempo de días de retraso, sin tener límite inferior, entonces el nivel sigma que se reporta en la tabla 4.1, se divide entre dos.

Tabla 4.1
“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”
Nivel Sigma

DPMO	NIVEL
3.4	6
32	5.5
233	5
1350	4.5
6210	4
22750	3.5
66807	3
80757	2.9
158655	2.5
308538	2

Elaborado por los Autores

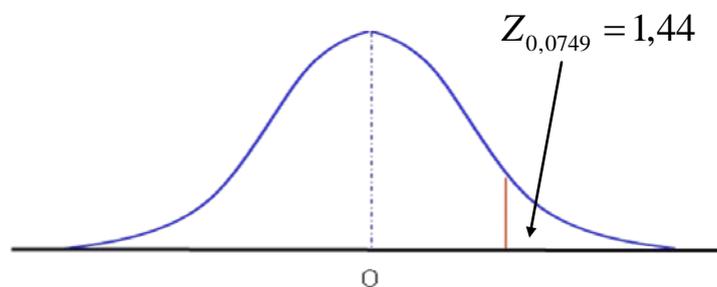
Para el tiempo de retrasos en la entrega de vehículos, se tiene un nivel sigma de 2,9 ó 3, pero como se tiene que dividir entre dos, entonces el nivel de sigma con el que se comienza es de 1,44.

Otra forma de calcular el nivel sigma actual del proceso, es calcular el Defecto por millón de Oportunidades (DPMO), y dividirlos para 1'000000, esto nos da como resultado:

$$DPMO = \frac{14 * 1'000,000}{187 * 1} = 74866.3102$$

$$\frac{DPMO}{1'000000} = \frac{74866.3102}{1'000000} = 0.074866$$

Este valor 0.074866 es el área bajo la curva de la Normal estándar, por consiguiente se busca en la tabla de la distribución Normal este valor, lo cual nos da como resultado:



Con lo cual podemos reafirmar que el nivel sigma actual del proceso es de 1,44.

Lo importante al determinar el nivel sigma con el que se comienza es tener un punto de referencia para poder comparar contra el nivel sigma alcanzado después de la mejora.

CAPÍTULO V

MEJORA

(REDUCCION DE TIEMPOS DE CICLO)

5.1 OBJETIVOS

Es objetivo del presente análisis obtener una disminución del tiempo de ciclo, es decir una disminución de tiempo desde que ingresa el auto al taller hasta que se lo entrega a su propietario.

Como se vio en el análisis VOC (Voz del Consumidor) , el tiempo de trabajo afecta directa y proporcionalmente a la satisfacción (Calificación General) de las Aseguradoras .

Se entiende que al minimizar el tiempo de ciclo, la satisfacción con el servicio aumenta por parte de las aseguradoras lo cual conlleva a que las relaciones comerciales con el taller aumenten. Como esta planteado el esquema de negocios al aumentar las relaciones comerciales, la rentabilidad también lo hará. De aquí la necesidad inminente de encontrar una herramienta matemática que nos permita tener la evidencia suficiente de QUE factores influyen en la disminución del tiempo de ciclo, QUE debemos hacer, que debemos manipular, que inevitablemente no podemos controlar, etc.

5.2 METODOLOGÍA

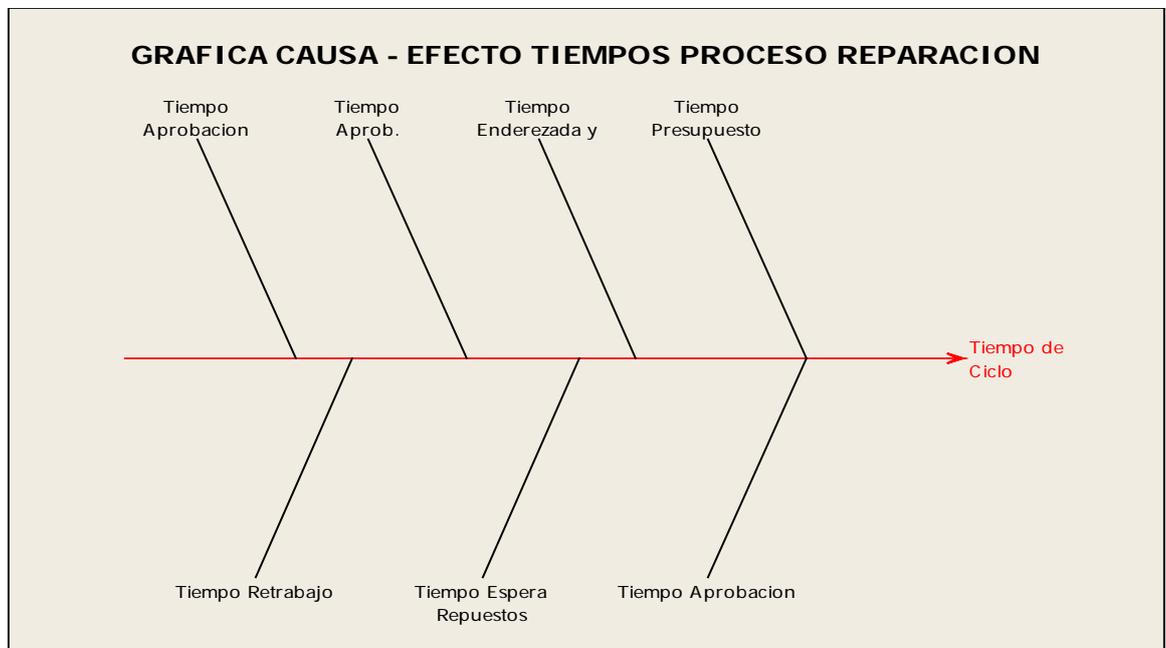
Se resuelve usar la técnica de diseño de experimentos para estimar el efecto de ciertos factores sobre el Tiempo de ciclo (t).

Se entiende por tiempo de ciclo al tiempo que transcurre desde que ingresa el automotor hasta que se lo entrega a su propietario.

Tomando en cuenta criterios de gente que trabaja mucho tiempo en el área, visitas previas a otros talleres, el promedio de tiempos desglosados en el proceso, entendemos que debemos centrar los esfuerzos de mejora en los siguientes aspectos representados mediante un diagrama de causa – Efecto a continuación.

Gráfico 5.1

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Causa - Efecto

FUENTE: INVESTIGACIÓN: LOS AUTORES.

Del diagrama anterior podemos claramente reconocer que los

factores siguientes afectan directamente al tiempo de ciclo:

1. Tiempo de presupuestación.
2. Tiempo de Aprobación (Aseguradoras).

3. Tiempo de Reparación. (Tiempo de Trabajo).
4. Tiempo de Espera de Repuestos.
5. Tiempo de Aprobación de alcances.
6. Tiempo Retrabajo (Defectos en Control de Calidad).
7. Tiempo de aprobación de salida. (Aseguradora).

Existen factores que claramente salen de nuestro control como los que dependen completamente de la Aseguradora, como por ejemplo el tiempo de Aprobación, el cual depende de cuan ágil sea la visita y el reporte del inspector de la Compañía de seguros.

Sin la aprobación de la Compañía no se puede iniciar ningún trabajo.

Pero si hay algunos aspectos sobre los cuales se podría trabajar para disminuir el tiempo total de ciclo. Estos son los que conciernen al aspecto de alcances y retrabajo.

5.3 DESCRIPCIÓN DE CAUSAS RAÍCES RELACIONADAS AL TIEMPO DE CICLO

5.3.1 El problema de los Alcances

Los alcances generalmente se presentan en la etapa de desarmado y enderezada pues en su mayoría se deben a una falla en la presupuestación inicial. Y requieren que el trabajo pare inmediatamente en casi todos los casos porque estos requerimientos adicionales de presupuesto no estuvieron

contemplados inicialmente, es decir si continúan trabajando la compañía de seguros no reconocería estos valores porque no fue notificada.

El procedimiento indica que se debe notificar inmediatamente a la compañía de seguros para la aprobación del desembolso adicional lo que no ocurre en la mayoría de los casos por vía telefónica, sino que se requiere una nueva visita del inspector de la Compañía.

En otros se puede enviar una fotografía del problema y el alcance es aprobado en algunas horas.

Cabe mencionar que todo depende del monto del alcance, es decir a grandes alcances necesariamente se necesitara la visita del inspector, todo esto podría tardarse al menos 3 días, desde que se descubre el alcance.

En todos los casos mencionados se vincula al tiempo, es decir todos incurren en una demora no programada, unos más y otros menos.

La mayoría de los alcances se presentan en el proceso del desarmado pues es aquí donde se pueden identificar aspectos que a simple vista no pudieron ser reconocidos.

El paso obvio es disminuir los alcances para disminuir el tiempo desperdiciado en espera improductiva.

5.3.2 EL PROBLEMA DEL RE TRABAJO

El sistema de trabajo actual en el taller es de subcontratación de los servicios de enderezada y pintura. Los contratistas

ganan por trabajo terminado. Este es un punto no negociable según la gerencia porque así lo han hecho durante mucho tiempo y en su opinión funciona.

Según nuestra perspectiva el problema radica en que al contratista le interesa realizar el mayor Número de trabajos por día sin importarle mucho lo que pase con otro contratista que maneja otro proceso.

Existe una verificación final de la calidad del trabajo que la realiza la misma persona que hace los presupuestos. Cabe mencionar que en el taller ingresan un promedio de 13 autos diarios y esta persona tiene una recarga de trabajo evidente.

Sin contar con presupuestos que se realizan al día pero no ingresan al taller el mismo día.

Por ejemplo, En conversaciones con el personal comercial (Personal que esta en contacto con las compañías de seguros, reciben y entregan los vehículos a los propietarios) nos enteramos de ciertos casos en los cuales durante el proceso de entrega del vehículo al propietario, este nota ciertos defectos en el cuadro de las piezas o ciertos defectos en el enderezamiento. En ese momento, se cancela la orden de salida y el vehículo se lo vuelve a desarmar para corregir este defecto, obviamente es necesario pintar nuevamente las piezas defectuosas, incurriendo en gastos adicionales innecesarios e incrementando el tiempo de trabajo por vehículo.

Es más existen ciertos clientes que no notan los defectos en el momento y regresan un par de días después con problemas en la superficie de la pintura defectos en el enderezado, problemas mecánicos, obviamente primero con la respectiva queja a la compañía de seguros con respecto a los servicios del taller.

5.4 DISEÑO DEL EXPERIMENTO

Tomando en cuenta los aspectos anteriores, la opinión de todo el equipo de investigación, personal comercial y técnico del taller, se decide investigar los siguientes factores que se creen van a influir directamente en el problema asociado al tiempo en los aspectos antes referidos.

5.4.1 FACTORES A INCLUIR EN LA INVESTIGACIÓN

1. Número de presupuestadores.
2. Tipo de diluyente.
3. Control de calidad en cada etapa.
4. Tecnología Aplicada de Secado.

Estos factores antes mencionados los podemos manipular para el desarrollo del experimento.

5.4.2 NIVELES DE LOS FACTORES

TABLA 5.1

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

FACTOR	NIVELES DEL FACTOR
Número de Presupuestadores	Nivel 1 (1 Presupuestador) Nivel 2 (2 Presupuestadores)
Tipo de diluyente	Nivel 1 (Secado Rápido) Nivel 2 (Secado Lento)
Control de calidad	Nivel 1 (Control calidad en entrega) Nivel 2 (Control de calidad por etapas)
Tecnología Aplicada al secado	Nivel 1 (Lámpara de secado) Nivel 2 (Secado Ambiental)

Fuente: Tópico Seis Sigma. Ing. Jaime Lozada.

El diseño propuesto investiga a 4 factores con dos niveles cada uno.

5.4.3. Aspectos a considerar en los Factores

5.4.3.1 Número de Presupuestadores: El taller trabaja con un sólo presupuestador. Se incorporará para el experimento uno más, que labora en otro taller de la empresa.

Se usará o una hoja de evaluación más detallada.

Entendemos que la empresa trabaja con un sólo presupuestador el cual tiene que atender a todos los vehículos que ingresan al día y además El mismo realiza la inspección de calidad antes de la entrega del vehículo, obviamente no dispone del tiempo suficiente

5.4.3.2 Tipo de diluyente.

Se consideran dos tipos de diluyentes. Diluyente secado rápido y secado lento. Se necesita tener evidencia estadística para el uso de uno u otro tipo de diluyente usado en el proceso de pintura.

5.4.3.3 Control de Calidad.

Se entiende como aplicar o no el control de calidad por etapa a una inspección y evaluación al terminar una etapa antes de ingresar a la siguiente.

Específicamente en este caso entendemos que al terminar el proceso de enderezado se realizará una inspección antes de ingresar al proceso de pintura. A

su vez al terminar el proceso de pintura se realizará otra inspección antes de ingresar al proceso de mecánica y entrega de vehículo.

5.4.4 RUIDOS O VARIABLES EXÓGENAS

Los factores de ruido son las causas que hacen que una característica funcional se desvíe de su objetivo.

En otras palabras, se entiende por variables de ruido a ciertos factores que no podemos manipular y que influyen en la variabilidad del proceso. Muchos diseños buscan incluirlos en el análisis. En nuestro caso de interés debemos incluirlos ya que obviamente no los podemos manipular y necesitamos que “contribuyan” en cierto grado en la variabilidad de los resultados, y necesitamos estimar esta influencia o efecto.

Podemos distinguir como ruido al efecto que tienen los tipos de contratistas en el proceso desde el punto de vista de mano de obra.

Existen varios contratistas en el taller, que se ocupan del proceso de enderezado y pintura respectivamente. Para el presente experimento se han seleccionado 4, que los llamaremos (GRUPO A, GRUPO B).

Es decir se han seleccionado para el experimento dos contratistas de pintura y dos contratistas de enderezado. Se formaron dos grupos de trabajo (1 contratista de enderezada y un contratista de pintura) tomando en cuenta más o menos cual es la combinación más común cotidianamente. Se ha agrupado a los contratistas como usualmente lo hacen. Todo esto con la

intención de estimar si la mano de obra contribuye a la variabilidad del proceso.

La robustez en este caso específico es la característica del proceso cuando este es insensible al efecto de factores exógenos. (Ruido).

La relación Señal /Ruido es una transformación usada por el Dr. Taguchi para incorporar el efecto de la variación entre las réplicas y no solo el efecto de la media en un experimento. En este caso el tipo de transformación usado es “menor es mejor”.

$$\frac{S}{N} = -10 \log\left(\frac{1}{n} \sum y_i^2\right), \text{ donde } n \text{ es el Número de réplicas}$$

en el experimento.

El objetivo de todas las transformaciones planteadas por el Dr. Taguchi siempre es maximizarlas. Lo anterior se puede interpretar como minimizar la variación.

5.4.5 USO DE ARREGLOS ORTOGONALES

Taguchi desarrolló una serie de arreglos particulares que denominó:

$$L_{a(b)^C}$$

Donde:

a = Representa el número de pruebas o condiciones experimentales que se tomarán. Esto es el número de renglones o líneas en el arreglo.

b = Representa los diferentes niveles a los que se tomará cada factor.

c = Es el número de efectos independientes que se pueden analizar, esto es el número de columnas.

Para la selección de las combinaciones de los factores en el experimento se usaran los arreglos ortogonales desarrollados por el Dr. Taguchi en su desarrollo sobre diseño experimental.

Como lo muestra la tabla 5.2 en cuanto a las técnicas del Dr. Taguchi los arreglos ortogonales representan un número reducido de combinaciones con las cuales se podrá realizar el experimento incluyendo la mayor variabilidad del proceso.

Uno de los arreglos ortogonales que el Dr. Taguchi plantea para un diseño de cuatro factores con dos niveles cada uno es el siguiente:

TABLA 5.2

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

ARREGLO L8 2(4)

N. Presupuestadores	Tipo de diluyente	C. Calidad	Tec. Secado
1	1	1	1
1	1	2	2
1	2	1	2
1	2	2	1
2	1	1	2
2	1	2	1
2	2	1	1
2	2	2	2

Fuente: Minitab. Arreglos Ortogonales. Dr. Taguchi.

Es decir el experimento se plantea de la siguiente forma, la primera columna representa el factor (Número de presupuestadores). Cuando el arreglo ortogonal nos indica un 1

significa que ese factor debe fijarse en (1 presupuestador), cuando indica 2 (este factor debe fijarse en 2). Así con los demás factores obtenemos el siguiente diseño:

Tabla 5.3

Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

ARREGLO L8 2(4) APLICADO

N. Presupuestadores	Tipo de diluyente	C. Calidad	Tec. secado
Un presupuestador	Secado Rápido	Control / Entrega	Sec. / Lámpara
Un presupuestador	Secado Rápido	Control / Etapa	Sec. / Ambiental
Un presupuestador	Secado Lento	Control / Entrega	Sec. / Ambiental
Un presupuestador	Secado Lento	Control / Etapa	Sec. / Lámpara
Dos presupuestadores	Secado Rápido	Control / Entrega	Sec. / Ambiental
Dos presupuestadores	Secado Rápido	Control / Etapa	Sec. / Lámpara
Dos presupuestadores	Secado Lento	Control / Entrega	Sec. / Lámpara
Dos presupuestadores	Secado Lento	Control / Etapa	Sec. / Ambiental

Fuente: Minitab. Arreglos Ortogonales. Dr. Taguchi.

5.4.6 EXPERIMENTACIÓN

Para la fase de experimentación se logró la colaboración de la gerencia por un máximo de dos semanas monitoreando todo el proceso con 48 vehículos seleccionados aleatoriamente sin tomar en cuenta la compañía de Seguros, Tipo de siniestro, etc.

Se obtuvieron los resultados siguientes:

5.4.7. “Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

TABLA EXPERIMENTAL

TABLA 5.4

N. Presupuestadores	Tipo de diluyente	C Calidad	Tecnología secado		Grupo A			Grupo B		Media	S/N
Un presupuestador	Secado Rápido	Control/ Entrega	Sec. / Lámpara	9	8	11	10	9	12	9,83	-19,93
Un presupuestador	Secado Rápido	Control / Etapa	Sec. / Ambiental	10	9	7	11	8	6	8,5	-18,76
Un presupuestador	Secado Lento	Control/ Entrega	Sec. / Ambiental	11	7	11	10	9	7	9,17	-19,39
Un presupuestador	Secado Lento	Control / Etapa	Sec. / Lámpara	8	13	5	11	8	6	8,5	-19,02
Dos presupuestadores	Secado Rápido	Control/ Entrega	Sec. / Ambiental	7	9	8	9	9	6	8	-18,15
Dos presupuestadores	Secado Rápido	Control / Etapa	Sec. / Lámpara	8	5	9	7	11	5	7,5	-17,84
Dos presupuestadores	Secado Lento	Control/ Entrega	Sec. / Lámpara	7	9	8	10	5	8	7,83	-18,05
Dos presupuestadores	Secado Lento	Control / Etapa	Sec. / Ambiental	7	9	6	10	6	5	7,17	-17,36

Fuente: Minitab. Arreglos Ortogonales. Dr. Taguchi. Aplicación Experimental : Los Autores.

5.4.8 ELABORACIÓN DE TABLAS DE RESPUESTAS

TABLA 5.5

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

TABLAS DE RESPUESTA DE MEDIAS (BASADA EN PROMEDIOS)

	N. Presupuestadores	Tipo de diluyente	C. Calidad	Tecnología secado
Nivel 1	9,00	8,46	8,71	8,41
Nivel 2	7,63	8,16	7,92	8,20
Efecto	1,38	0,30	0,79	0,21

FUENTE: J. ESCALANTE. “Seis Sigma: Metodología y Técnicas”.
Aplicada por los autores

Las tablas de respuestas de medias se obtuvieron en base a un promedio de las observaciones en cada nivel. Es decir para el factor Número de presupuestadores, se obtienen ($9,83+8,5+9,17+8,5/4 = 9$) un promedio de las medias en los casos en que el factor ha tomado el nivel de un solo presupuestador. Así para el otro nivel del factor (2

presupuestadores) se tiene $(8+7,5+7,83+7,17/4=7,63)$. De este modo se obtiene la tabla de respuestas de medias basada en promedios considerando todos los niveles de los factores.

TABLA 5.6

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

TABLA DE RESPUESTA (BASADA EN PROMEDIOS) (S/N)

	N. Presupuestadores	Tipo de diluyente	C. Calidad	Tecnología secado
Nivel 1	-19,28	-18,67	-18,88	-18,71
Nivel 2	-17,85	-18,46	-18,25	-18,42
Efecto	1,43	0,21	0,63	0,29

**FUENTE: J. ESCALANTE. “Seis Sigma: Metodología y Técnicas”
Aplicada por los autores.**

Las tablas de respuestas basadas en promedios para las Señal Ruido se obtienen de la misma forma. Por ejemplo para el factor calidad se obtiene el siguiente análisis.

$(-19,93-19,39-18,15-18,05/4=-18,88)$.

Tabla 5.7

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

TABLA DE RESPUESTAS (BASADA EN SUMAS) (S/N)

	N. Presupuestadores	Tipo de diluyente	C. Calidad	Tecnología secado
Nivel 1	-77,10	-74,69	-75,52	-74,85
Nivel 2	-71,41	-73,82	-72,99	-73,66
TOTAL	-148,51	-148,51	-148,51	-148,51

FUENTE: J. ESCALANTE. “Seis Sigma: Metodología y Técnicas”

Aplicada por los autores

Las tablas de respuestas basadas en sumas se obtienen de igual manera, pero sin dividir para el número de casos en los cuales el factor ha tomado ese valor.

Por ejemplo para el factor tipo de diluyente considerando el nivel 2 se obtiene la suma de los S/N , tenemos : (-19,39-19,02-18,05-17,36=-73,82)

TABLA 5.8

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

TABLA DE RESPUESTAS (BASADA EN SUMAS) (MEDIAS)

	N. Presupuestadores	Tipo de diluyente	C. Calidad	Tecnología secado
Nivel 1	36,00	33,83	34,83	33,67
Nivel 2	30,50	32,67	31,67	32,83
TOTAL	66,50	66,50	66,50	66,50

FUENTE: J. ESCALANTE. “Seis Sigma: Metodología y Técnicas”

Aplicada por los autores

De igual forma se obtiene la tabla de sumas para las medias,

por cada nivel de cada factor se obtiene una suma.

5.5 ELABORACION DE LA TABLA ANOVA (ANÁLISIS DE VARIANZA).

El análisis de Varianza (ANOVA) se puede definir como una técnica mediante la cual la variación total presente en un conjunto de datos se divide en varias componentes, cada una de las cuales tiene asociada una fuente de variación específica, de manera que en el análisis es posible conocer la magnitud de las contribuciones de cada fuente de variación a la variación total.

En este caso usaremos el análisis de varianza para identificar en que proporción influyen los factores que estamos estudiando en la variación total del tiempo de ciclo.

A continuación se obtiene una cantidad que llamaremos suma de cuadrados esta se calcula como sigue:

Suma de los cuadrados del factor

$$ss_{factor} = \frac{(Nivel1 - Nivel2)^2}{n}$$

Donde “*n*” representa el número total de combinaciones totales realizadas en el experimento, y nivel 1 y nivel 2 son los totales obtenidos en las tablas de sumas, tanto para las medias como para la Señal Ruido.

Así por ejemplo, para el factor “Número de presupuestadores”,

tendremos que dado que $n=8$

$$SS = (36 - 30,5)^2 / 8 = 3,78$$

Para el factor “Tipo de diluyente” se tiene:

$$SS = (33,83 - 32,67)^2 / 8 = 0,17$$

Para el factor “Calidad” se tiene:

$$SS = (34,83 - 31,67)^2 / 8 = 1,25$$

Para el factor “Tecnología Secado” se tiene:

$$SS = (33,67 - 32,83)^2 / 8 = 0,08$$

La Suma de cuadrados totales se obtiene de la forma siguiente:

$$SCT = \sum (cada.media)^2 - \frac{(\sum cada.media)^2}{N}$$

Donde N es el número total de combinaciones del experimento.

En este caso, $N=8$.

Tenemos:

$$SCT = (558,19) - \frac{66,5^2}{8}, \quad SCT = 5,41$$

Una consecuencia lógica es que el efecto observado en un experimento es que los efectos totales son consecuencia de los efectos de los factores que podemos controlar y de los efectos del error que no podemos controlar.

$$SCT = SCFactores + SCErrror$$

Entiéndase como

$$SCFactores = SCfactor1 + SCfactor2 + \dots + SCfactor k .$$

Tenemos entonces: $SCFactores = 3,78 + 0,17 + 1,25 + 0,08 = 5,28$

Así podemos obtener la SCE por diferencia, tenemos entonces:

$$SCE = SCT - SCFactores \Rightarrow SCE = 5,41 - 5,28 = 0,12$$

Los grados de libertad de los factores son el número de niveles -1, los grados de libertad SCT son el número de combinaciones en el experimento -1 y finalmente los grados de libertad del Error son:

$$gl(SCError) = gl(SCT) - (gl(factor1) + gl(factor2) + \dots + gl(factorn))$$

Se tiene entonces cada factor con 1 g.l, SCT con = 8-1 =7 g.l

y finalmente el error $SCError=7-4= 3$ g.l.

5.5.1 ANALISIS DE VARIANZA DE MEDIAS.

TABLA 5.9

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
No Presup	1	3,78125	3,78125	3,78125	93,34	0,002
Tipo Diluyente	1	0,17014	0,17014	0,17014	4,20	0,133
Control calidad	1	1,25347	1,25347	1,25347	30,94	0,011
Tipo Secado	1	0,08681	0,08681	0,08681	2,14	0,239
Error residual	3	0,12153	0,12153	0,04051		
Total	7	5,41319				

FUENTE: J. ESCALANTE. “Seis Sigma: Metodología y Técnicas”
Aplicada por los autores

La columna (MC Ajust), se obtiene dividiendo el número bajo la columna SC Sec, entre el número de la columna G.L.

Así por ejemplo, para el factor “Número de presupuestadores”

se tiene

$$SSC = 3,78, \text{ G.L. } 1$$

$$MC \text{ Ajust} = SSC / \text{G.L.} = 3,78 / 1 = 3,78$$

$$MC \text{ Ajust (error)} = 0,12153 / 3 = 0,04051.$$

Por último, el valor de F, se obtiene de dividir el valor de MC

Ajust de cada factor, entre el valor de MC ajust para la

estimación del error.

$$F \text{ de "número de presupuestadores"} = MC_{\text{Presup}} / MC(\text{error}) =$$

$$3,78 / 0,04 = 93,34$$

Este análisis de varianza para las medias presenta evidencia

estadística formal acerca de los factores que están influyendo

en los tiempos de ciclo, que son Número de presupuestadores

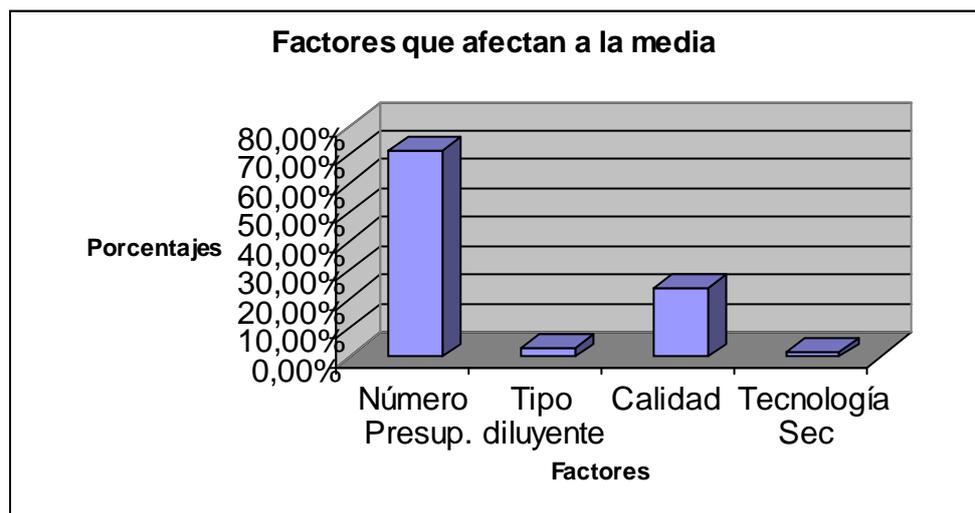
con $F = 93,34$ y “C. calidad” con $F = 30,94$.

De igual manera se obtiene la Tabla ANOVA para S/n, pero usando la columna S/n en vez de la columna de medias en la tabla experimental.

Gráfico 5.2

“Utilización de la Metodología Seis Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Factores que afectan a la media



FUENTE: J. ESCALANTE. “Seis Sigma: Metodología y Técnicas” Aplicada por los autores.

5.5.2 ANALISIS DE VARIANZA RELACIONES S/N

TABLA 5.10

“Utilización de la Metodología Seis Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Fuente	GL	SC Sec.	SC Ajust.	MC Ajust.	F	P
No Presup	1	4,05572	4,05572	4,05572	171,65	0,001
Tipo Diluyente	1	0,09336	0,09336	0,09336	3,95	0,141
Control calidad	1	0,80364	0,80364	0,80364	34,01	0,010
Tipo Secado	1	0,17573	0,17573	0,17573	7,44	0,072
Error residual	3	0,07089	0,07089	0,02363		
Total	7	5,19933				

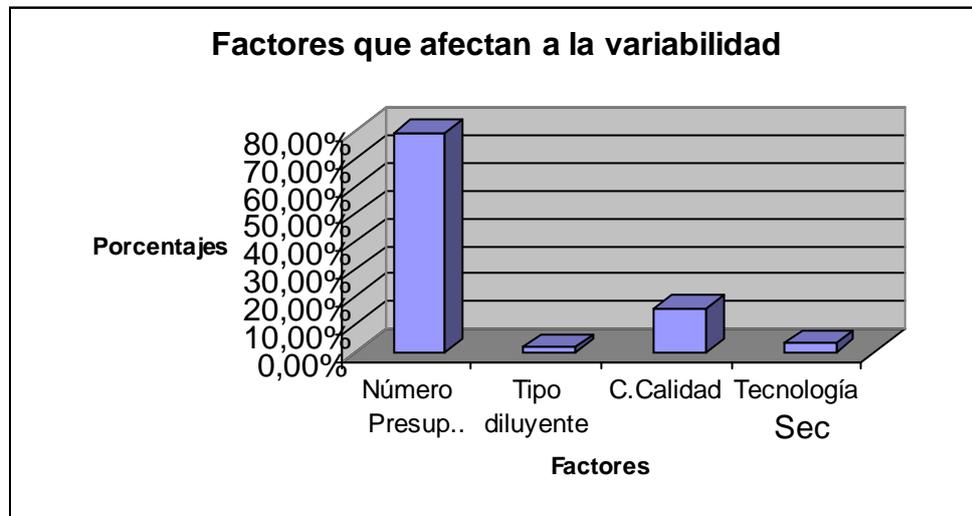
FUENTE: J. ESCALANTE. “Seis Sigma: Metodología y Técnicas”
Aplicada por los autores

Este análisis de varianza para las S/N nos presenta evidencia estadística que los factores que están influyendo en la variabilidad de los tiempos de ciclo son: Número de presupuestadores con

F = 171,65 y “calidad” con F= 34,01.

Gráfico 5.3

“Utilización de la Metodología Seis Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”



Fuente: Tabla 5.10 Análisis de Varianza

5.6 ANÁLISIS GRÁFICO

La relación Señal/Ruido es una transformación usada por el Dr.

Taguchi para incorporar el efecto de la variación y no sólo el

efecto de la media en un experimento. En este caso el tipo de

transformación usado es “menor es mejor”.

$$\frac{S}{N} = -10 \log\left(\frac{1}{n} \sum y_i^2\right), \text{ donde } n \text{ es el Número de replicas}$$

en el experimento.

El objetivo de todas las transformaciones planteadas por el Dr.

Taguchi siempre es maximizarlas. Lo anterior se puede

interpretar como minimizar la variación.

El gráfico siguiente se obtiene usando las tablas de respuestas

descritas anteriormente, así tenemos:

TABLA DE RESPUESTA (BASADA EN PROMEDIOS) (S/N)

TABLA 5.11

“Utilización de la Metodología Seis Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

	N. Presupuestadores	Tipo de diluyente	C. Calidad	Tecnología secado
Nivel 1	-19,28	-18,67	-18,88	-18,71
Nivel 2	-17,85	-18,46	-18,25	-18,42
Efecto	1,43	0,21	0,63	0,29

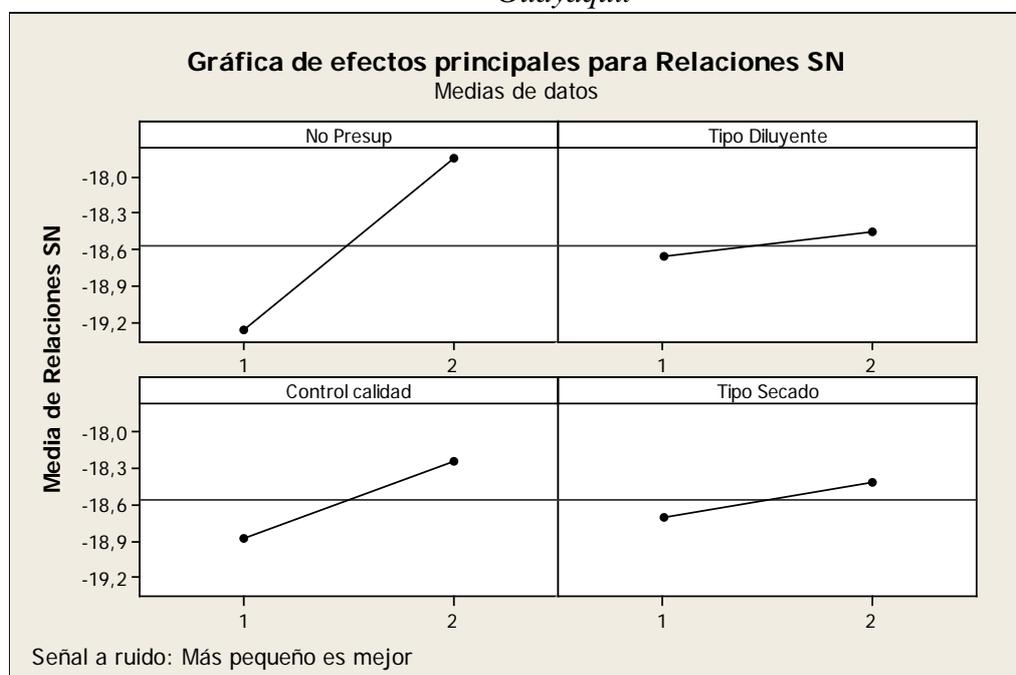
FUENTE: J. ESCALANTE. “Seis Sigma: Metodología y Técnicas”

Aplicada por los autores

Para el primer factor, observamos en la tabla de respuestas que varía entre -19,28 y -17,85 como vemos en la grafica, para el segundo varía entre -18,67 y -18,46, y así sucesivamente. La longitud del trazo entre los valores de los niveles denota el efecto sobre la variabilidad en el experimento. Se nota así que “Número de presupuestadores” y “C.Calidad” son las que más influyen, corroborando los resultados del análisis de varianza.

Gráfico 5.4

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”



FUENTE: MINITAB. TECNICAS TAGUCHI.

TABLAS DE RESPUESTA DE MEDIAS (BASADA EN PROMEDIOS)

TABLA 5.12

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

	N. Presupuestadores	Tipo de diluyente	C. Calidad	Tecnología secado
Nivel 1	9,00	8,46	8,71	8,41
Nivel 2	7,63	8,16	7,92	8,20
Efecto	1,38	0,30	0,79	0,21

**FUENTE: J. ESCALANTE. “Seis Sigma: Metodología y Técnicas”
Aplicada por los autores**

Para el primer factor, observamos en la tabla de respuestas que varía entre 9 y 7,63 como vemos en la gráfica, para el segundo varía entre 8,46 y 8,16, y así sucesivamente. La longitud del trazo entre los valores de los niveles denota el efecto sobre la media en el experimento. Se nota así que *“Número de presupuestadores”* y

“C.Calidad” son las que más influyen, corroborando los resultados del

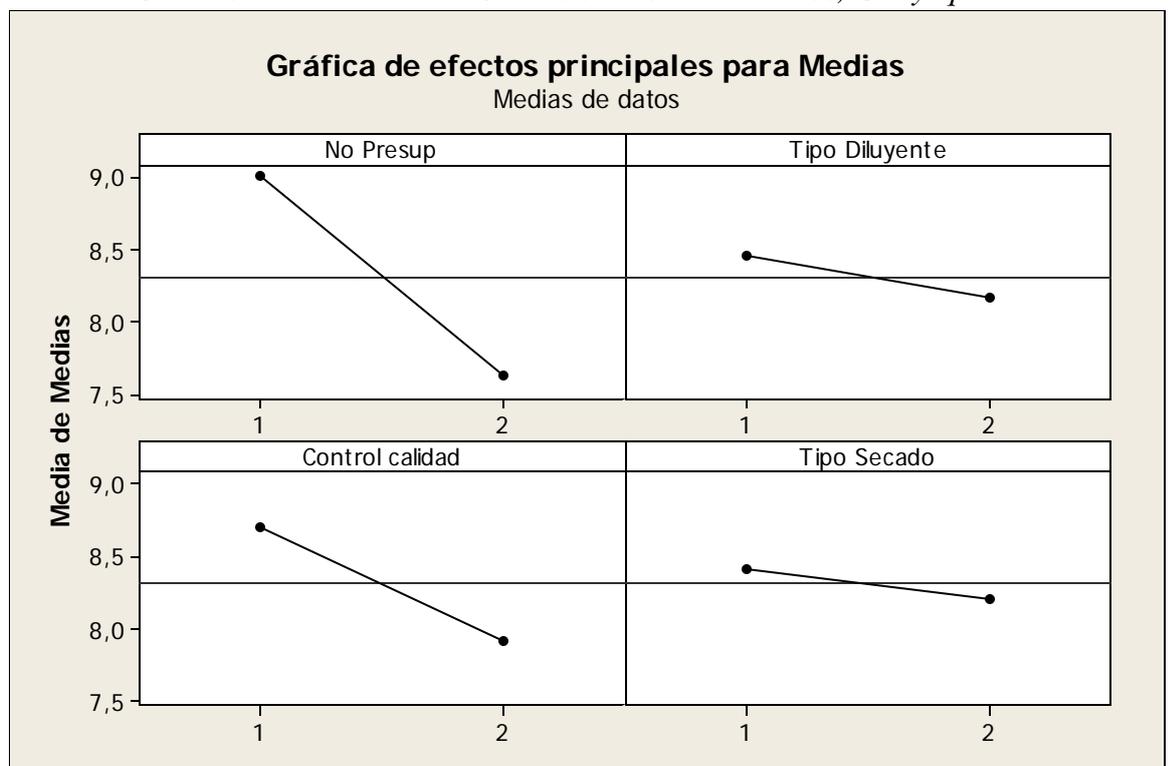
análisis de varianza

Los niveles seleccionados que maximizan S/n son “Número de

presupuestadores” en su nivel 2 y Control de calidad en su nivel 2..

Gráfico 5.5

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”



FUENTE: MINITAB. TECNICAS TAGUCHI.

En este caso el objetivo es minimizar el tiempo de ciclo. Se seleccionan los niveles de los factores en los cuales se minimiza el valor de la media. Esto es: "*Número de presupuestadores*" en su nivel 2 (dos presupuestadores) y "*C. calidad*" en su nivel 2 (Calidad / Etapa).

5.6 SELECCIÓN DE NIVELES ÓPTIMOS

Tomando en cuenta los dos análisis tenemos que los factores más significativos que minimizan el tiempo de ciclo son: "*Número de presupuestadores*" en su segundo nivel, esto es (Dos presupuestadores) y "*C.Calidad*" en su segundo nivel (esto es Control de calidad en entrega).

El resto de los factores estudiados pueden seleccionarse sus niveles más económicos.

5.6.1 NIVELES SELECCIONADOS

1. Número de presupuestadores. (Dos presupuestadores)
2. C. Calidad (Control de calidad por Etapa).
3. Tipo de diluyente (Nivel más económico).(Secado Lento) Nivel2

Galón diluyente Secado Rápido (USD 17)

Galón diluyente Secado Lento (USD 13,8).

4. Tecnología de Secado. (Nivel más económico) Secado Ambiental.

Lámpara de Secado (245 USD).

5.7 PREDICCIONES DE TAGUCHI

¿Cuál será el tiempo de ciclo esperado bajo el efecto de los factores fijados en sus niveles seleccionados?

Analicemos la tabla de respuesta siguiente que representa el promedio de las medias observadas en el experimento bajo los efectos de los factores fijados de manera desglosada, tenemos entonces:

TABLA DE RESPUESTA DE MEDIAS (BASADA EN PROMEDIOS)

TABLA 5.12

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

	N. Presupuestadores	Tipo de diluyente	C. Calidad	Tecnología secado
Nivel 1	9,00	8,46	8,71	8,41
Nivel 2	7,63	8,16	7,92	8,20
Efecto	1,38	0,30	0,79	0,21

FUENTE: J. ESCALANTE. “Seis Sigma: Metodología y Técnicas”
Aplicada por los autores

Podemos definir el efecto de cada factor:

$$\text{EfectoFactor} = (\text{Promedio.bajo.la.condición.propuesta.del.factor} - \bar{Y})$$

Donde, \bar{Y} es el promedio general del experimento.

Donde, “Promedio bajo la condición propuesta del factor”, se encuentran desglosados en la tabla de respuesta antes observada.

$$\text{Efecto Num. Presup. Nivel2} = (7,63 - 8,31)$$

$$\text{Efecto T. Diluyente} = (8,16 - 8,31)$$

$$\text{Efecto C. Calidad} = (7,92 - 8,31)$$

$$\text{Efecto. Tec. Secado} = (8,2 - 8,31)$$

Donde $\bar{Y} = 8,31$. (Promedio general del experimento).

Finalmente, el resultado esperado bajo los factores y sus niveles propuestos, que llamaremos \hat{Y} se calcula sumando al promedio general \bar{Y} todos los efectos de los factores significantes y aquellos fijados en su nivel más económico.

Tenemos así:

$$\hat{Y} = \bar{Y} + (\text{Numero Presup2} - \bar{y}) + (C.\text{CalidadNivel2} - \bar{y}) + (T.\text{DiluyenteNivel2} - \bar{y}) + (\text{SecadoNivel2} - \bar{y})$$

En este caso, entonces tenemos:

$$\begin{aligned}\hat{Y} &= \text{Numero Presup2} + C.\text{CalidadNivel2} + T.\text{DiluyenteNivel2} + \text{SecadoNivel2} - 3\bar{y} \\ &= 7,63 + 7,92 + 8,16 + 8,20 - 3(8,31) = 6,98 \text{ días.}\end{aligned}$$

5.8 PLAN DE ACCIÓN.

5.8.1 MEJORAR LA ATENCIÓN:

Uno de los objetivos del proyecto Seis Sigma presente es mejorar la atención, o hacerla más efectiva.

Por medio de entrevistas posteriores con ejecutivos de las Aseguradoras pudimos traducir en hechos concretos que es lo que ellos perciben como una atención eficaz.

- RESPUESTAS RÁPIDAS
- BUENA COMUNICACION (A/MM)
- SERIEDAD EN NEGOCIACIÓN
- ATENCIÓN PERSONALIZADA A SUS CLIENTES.
- CUIDAR LA RELACIÓN (MM/A & C/A)
- EFECTIVIDAD CON SUS CLIENTES

Unas de las principales molestias de las Compañías de Seguros es la imagen de ellas frente a sus clientes es decir los propietarios de los Vehículos. Es decir, una molestia permanente es que perciben que el personal de atención del taller los indisponen frente a sus clientes.

Requieren que alguien siempre los atienda, que siempre se les informe del avance de los trabajos o de inconvenientes que existan como por ejemplo la disponibilidad de repuestos que a primera instancia se salen del control del taller.

Se deben orientar los esfuerzos del Departamento Comercial en robustecer los aspectos de atención personalizada antes mencionados. Debe ser una política del Departamento comercial la efectiva atención principalmente a los Ejecutivos de Siniestros de las Aseguradoras.

5.8.2 ATENCIÓN TELEFÓNICA:

Los ejecutivos de siniestros se desesperan cuando no los atienden telefónicamente o simplemente si las líneas están ocupadas. Prefieren enviar su producción a talleres donde los tengan al tanto de los acontecimientos o simplemente les sea más fácil comunicarse telefónicamente.

Se requiere una solución inmediata al tema como por ejemplo ampliar la central telefónica o simplemente dotar a las asesoras de servicios de teléfonos inalámbricos para poder responder en cualquier momento a una llamada.

OBJETIVO EN ATENCIÓN TELEFÓNICA

Mejoremos esta calificación de 5,9 a 8,5 o 9 por lo menos.

Creemos que es posible implementando una cultura de

responder siempre los requerimientos telefónicos, y bajo cualquier circunstancia con la verdad.

5.8.3 TIEMPOS DE TRABAJO:

Con el diseño propuesto se podrá reducir los Tiempos de ciclo en un tiempo promedio de 3 días. El promedio de Tiempo de ciclo de 10 días Aprox. se reduce a SIETE días, es decir en un 30 %.

Consideremos que la calificación en este aspecto no se incremente en un 30 % al disminuir el tiempo de ciclo en el mismo porcentaje sino en un rango de (20 al 25%). Tenemos así una nueva calificación que aumentaría de 7 a 8,5 como mínimo.

5.8.4 COSTOS DE REPUESTOS:

Por políticas de la empresa no es posible modificar los costos de los repuestos ni de mano de obra.

5.8.5 JEFE DE TALLER

Un seminario de atención al cliente y resolución de conflictos ayudaría mucho. Algunas aseguradoras se quejaron acerca del trato con el jefe de taller. Consideramos que después de esta capacitación se incrementaría la satisfacción de las aseguradoras.

CAPITULO VI

6. CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS

6.1. Definición y Elaboración

Entre las más importantes herramientas en el control estadístico de la calidad es la gráfica o carta de control, también llamada gráfica de Shewart, por ser este economista quien la investigó y la puso en práctica aproximadamente en el año 1920.

Una de sus principales características es la capacidad de diferenciar las causas asignables de las no asignables de la variación de la calidad. Las gráficas de control son útiles para vigilar la variación de un

proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones de mejora emprendidas y para estimar la capacidad de un proceso.

Los diagramas de control de variable son utilizados en parejas, porque mientras uno controla la variación de un proceso, el otro verifica el promedio del mismo. Es aconsejable analizar primero el diagrama de la variabilidad, ya que si este indica la presencia de condiciones fuera de control, la interpretación del diagrama al promedio será incorrecta.

Las cartas de control se elaboran teniendo en cuenta los siguientes pasos:

1. **Definir la característica de la calidad a evaluar:** La variable deberá ser medible y expresable en números, por lo general están expresadas en función de longitud, masa, tiempo, corriente eléctrica, temperatura, etc.

2. **Escoger el subgrupo racional:** Los datos que se reúnen en forma aleatoria no se los considera racionales, un subgrupo racional es aquel en el que la variación que se produce dentro del grupo mismo se debe a causas fortuitas; esa variación sirve para calcular los límites de control y la variación entre un subgrupo y otro sirve para evaluar la estabilidad a largo plazo. Una regla práctica es utilizar gráficas \bar{X} y s en vez de \bar{X} y R cuando el tamaño del subgrupo es mayor que 15.

3. **Reunir los datos necesarios:** Los mismos se deben registrar en tablas sencillas para facilitar los cálculos de \bar{X} , R , s .

4. **Calcular la línea central de ensayo y los límites de control:** Según los parámetros estadísticos conocidos, las fórmulas a utilizar son:

TABLA 6.1

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Tabla de Formulas para hallar Limites de Control

Método	Gráfica \bar{X}	Gráfica R	Gráfica s
μ_X y σ_X conocidas	$CL = \mu_X$ $UCL_{\bar{X}} = \mu_X + A\sigma_X$ $LCL_{\bar{X}} = \mu_X - A\sigma_X$	$CL = d_2\sigma_X$ $UCL_R = D_2\sigma_X$ $LCL_R = D_1\sigma_X$	$CL = \bar{s} = c_4\sigma_X$ $UCL_s = B_6\sigma_X$ $LCL_s = B_5\sigma_X$
μ_X y σ_X estimadas a partir de \bar{X} y R	$CL = \bar{\bar{X}}$ $UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$ $LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$	$CL = \bar{R}$ $UCL_R = D_4\bar{R}$ $LCL_R = D_3\bar{R}$	
μ_X y σ_X estimadas a partir de \bar{X} y \bar{s}	$CL = \bar{\bar{X}}$ $UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_3\bar{s}$ $LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_3\bar{s}$		$CL = \bar{s}$ $UCL_s = B_4\bar{s}$ $LCL_s = B_3\bar{s}$

Elaborado por los Autores

5. **Representar gráficamente las cartas de control:** Se realizan con software específico para estadística. Los gráficos consisten en trazar una línea central continua, con los parámetros de \bar{R} , \bar{s} o $\bar{\bar{X}}$, y las líneas de los límites superiores e inferiores en línea discontinua y por medio de puntos o marcas, se dibujan los datos.

6. **Considerar y evaluar de los resultados obtenidos:** las gráficas de control determinan si el proceso es **“estable o bajo control”** o si se encuentra **“fuera de control”**. Se puede decir que un proceso está fuera de control en los siguientes casos:

- Existen puntos fuera de los límites de control.
- Existen 7 puntos consecutivos de un mismo lado de la línea central.
- Existen 7 puntos consecutivos en orden ascendente o descendente.
- Existen 2 o 3 puntos consecutivos demasiado cerca de uno de los límites de control.

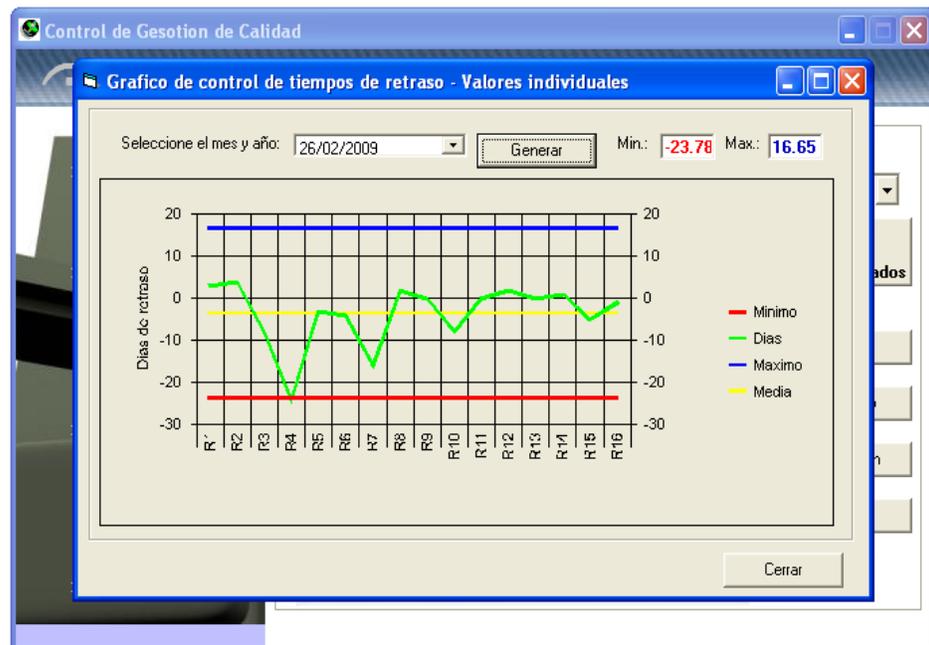
6.2. Implementación de Control

En el caso puntual de nuestro estudio, estamos usando graficas de control de proceso para garantizar que las mejoras propuestas se mantengan funcionales a lo largo del tiempo, es decir, controlando estadísticamente el proceso detectando cuando este está fuera de control.

Grafico 6.1

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Grafica de Control de Procesos



Elaborado por los Autores

En el programa utilizamos el registro del tiempo de retraso de cada vehículo. Calculando los límites naturales del proceso y finalmente contrastándolos con los límites establecidos por el cliente.

Esta herramienta será útil para determinar cuando los tiempos de entrega de los vehículos se escapan de los límites de control, y de esta forma revisar los problemas que lo ocasionaron para tomar medidas al respecto.

6.3. Manual de Procedimientos

Luego de saber las mejoras a aplicar en el proceso, es necesario conocer la forma en que estas se van a llevar a cabo. Las mejoras planteadas fueron: El incremento de un presupuestador adicional y el control de calidad en cada etapa del proceso. A continuación se detalla la forma como se trabajara con cada una de ellas:

Presupuestador Adicional. Normalmente la empresa contaba con un presupuestador, este se dedicaba a hacer presupuestos conforme iban llegando los vehículos, y generalmente por la cantidad de vehículos que tenia hacia los presupuestos sin dedicarle el tiempo adecuado

para poder cuidar los detalles. Al contar con un nuevo presupuestador el procedimiento va a ser el mismo, es decir, se atenderán a los vehículos conforme vayan llegando pero cuando uno de los presupuestadores esté ocupado el otro se encargará de realizar el presupuesto, dedicándole mas tiempo a la elaboración de dicho presupuesto y evitando de esta forma tener que hacer alcances en etapas posteriores.

Control de Calidad en cada Etapa. En esta parte es necesario primero establecer a los responsables de la calidad en cada etapa. Antes se dedicaba a una sola persona y solo al final de todo el proceso a revisar el trabajo. Ahora queda establecido el jefe de pintura como controlador de la calidad del trabajo de enderezada, el Jefe de calidad como controlador del trabajo de pintura y mecánica, y finalmente el jefe del taller será responsable de que se cumplan los procesos externos tales como: Alineación y Balanceo, Enllantaje, Aire Acondicionado, etc.

De esta forma queda establecida la forma en que se llevará a cabo las nuevas tareas.

CONCLUSIONES

Y

RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES GENERALES

Aplicando las técnicas de la metodología Taguchi se ha encontrado evidencia estadística de que el tiempo de ciclo se puede reducir, y en efecto se redujo en el experimento en los casos que se aplicaron los factores seleccionados a un poco más de siete días de tiempo de ciclo en promedio .

El valor esperado proporcionado por la metodología Taguchi considerando los efectos de los niveles de los factores bordea los siete días de tiempo de ciclo.

REDUCCIÓN DE LOS ALCANCES

Al realizar el experimento se les proporcionó a los presupuestadores una hoja de evaluación más detallada que les obligaba a realizar su trabajo de evaluación minuciosamente.

Notamos además, que al contar con un poco más de tiempo para realizar los presupuestos y sin tanta sobrecarga de trabajo, desarmaban brevemente ciertas piezas del auto o la carrocería para revisarlas más detenidamente.

Este proceso obviamente tomó más de tiempo pero los resultados fueron favorables con respecto a el número de alcances ya que en los 24 autos observados en el proceso experimental con dos presupuestadores se obtuvieron 8 alcances versus 13 alcances observados en la experimentación con respecto a los 24 autos que se trabajaron con un sólo presupuestador.

REDUCCIÓN DEL RETRABAJO

En el desarrollo del experimento se pudo observar además que los retrabajos se redujeron significativamente ya que cuando se aplicó el

control de calidad por etapas un par de veces se tuvo que corregir el enderezamiento en piezas pequeñas mientras que en el caso de control de calidad en la entrega de vehículo aproximadamente unas cinco ó seis veces de los 24 casos en los que se tuvo que reingresar el auto por lo menos un día o dos para corregir mayormente defectos en el proceso de enderezado.

IMPACTO ESTIMADO DE LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE CICLO EN EL NIVEL DE SATISFACCIÓN GENERAL

El cuestionamiento que se presenta es: ¿Cuánto puede influir la reducción de los tiempos de ciclo en aproximadamente tres días a la satisfacción general de los principales clientes que son las Aseguradoras?

¿Cuanto podría representar el incremento o decremento del nivel de satisfacción general en beneficios o pérdidas para el taller?

Usando regresión lineal se obtuvo un modelo que explica la satisfacción de las compañías de seguros (llamada en el análisis CALIF GENERAL).

Concentrándonos en las variables más importantes obtenemos:

$$\begin{aligned} \text{CALIF GENERAL} = & 1,56 + 0,124 \text{ Servicio Jefe de Taller} + \\ & 0,210 \text{ Atención Telefónica} + 0,242 \text{ Tiempo Entrega Vehículo} \\ & + 0,251 \text{ Costo Repuestos} + 0,006 \text{ Acabados de Trabajo} \end{aligned}$$

Nota: En la obtención del modelo también se analizó acabados de trabajo, pero obtuvo un peso más pequeño que los demás, lo cual corrobora los resultados obtenidos en el análisis de correlación que los ponderaba unos versus otros. A pesar de que en el gráfico de comparación con la competencia parecía ser una gran brecha indicada para el análisis.

Lo anterior puede significar que todos los trabajos de cualquier taller con el que trabaja con una Aseguradora por premisa deben estar bien realizados como requisito mínimo.

De todas formas estamos seguros que los acabados de trabajo seguirán siendo buenos y mejores más aun con la implementación del control de calidad por etapas.

$$R^2 = 83,1\%$$

Tenemos del análisis VOC los promedios de calificación obtenidos en la encuesta del taller multimarcas:

TABLA 6.1

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Servicio Jefe de Taller	Atención Telefónica	Tiempo Entrega Vehículo	Costo Repuestos	CALIF GENERAL
6,62	5,90	7,00	7,29	7,19

FUENTE: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN.

Usando el modelo de regresión obtenido tenemos:

$$\begin{aligned} \text{CALIF GENERAL} &= 1,56 + 0,124 \text{ Servicio Jefe de Taller} + \\ &0,210 \text{ Atención Telefónica} + 0,242 \text{ Tiempo Entrega Vehículo} \\ &+ 0,251 \text{ Costo Repuestos} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CALIF GENERAL} &= 1,56 + 0,124 (6,62) + 0,210 (5,9) + 0,242 \\ &(7) + 0,251 (7,29) . \end{aligned}$$

$$\text{CALIF GENERAL} = 7,14.$$

IMPACTO ESTIMADO DE SATISFACCIÓN

Considerando el plan de acción propuesto en el capítulo anterior, esquematicemos la siguiente tabla y evaluemos las mejoras propuestas en el modelo de regresión;

TABLA 6.2

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

Servicio Jefe de Taller	Atención Telefónica	Tiempo Entrega Vehículo	Costo Repuestos	CALIF GENERAL
6,62	5,9	7	7,29	7,19
9	9	8,5	7,29	8,45

FUENTE: ENCUESTA DE SATISFACCIÓN.

CALIF GENERAL = 1,56 + 0,124 Servicio Jefe de Taller +

0,210 Atención Telefónica + 0,242 Tiempo Entrega Vehículo

+ 0,251 Costo Repuestos

CALIF GENERAL = 1,56 + 0,124 (9) + 0,210(9) + 0,242(8,5)+

0,251 (7,29)

CALIF GENERAL = 8,45

Un aumento de la satisfacción general de 7,19 a 8,45 representa un

incremento del 17 %.

IMPACTO ECONÓMICO ESTIMADO

El hecho que la satisfacción de las aseguradoras aumente implicará que las relaciones comerciales con el taller aumenten, ya que alguien trabaja generalmente y en la mayoría de los casos con quien se siente satisfecho.

Si la satisfacción general se incrementaría en un 17 %, consideremos como una premisa aceptable en que la producción con el taller no se aumente en el mismo porcentaje, sino que lo haga en un 10 % como cota mínima.

Obviamente la ganancia del taller depende según la característica y magnitud del siniestro. Supongamos una cota mínima por auto en reparación de utilidad bruta de 300 USD, que es un valor realmente conservador.

El número de autos que ingresan al taller mensualmente fluctúa entre 190 a 220 vehículos. Lo cual nos indicaría que al aumentar la satisfacción general con el taller no sería difícil pensar en que la cantidad de autos que ingresan mensualmente se incrementaría en un 10% como se dijo, teniendo así más o menos unos 220 autos mensualmente.

Es así que al año el taller esperaría recibir unos 240 autos extras después del proyecto seis sigma como mínimo, obteniendo una rentabilidad bruta adicional de aproximadamente unos **70 000 dólares**. Cifra que consideramos como una cota mínima, pues siempre hay la tendencia a ir incrementando la producción con quien se va sintiendo más satisfecho.

RANKING AL TERCER TRIMESTRE DEL 2007

TABLA 6.3

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

COLONIAL	1	26468	17,84%
EQUINOC	2	13910	9,37%
SUL AMERICA	3	11673	7,87%
UNIDOS	4	9612	6,48%
BOLIVAR	5	9298	6,27%
A. SUR	6	9296	6,26%
RIO GUAYAS	7	8251	5,56%
COOPS	8	6796	4,58%
AIG	9	6358	4,28%
HISPANA	1	5499	3,71%

FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE BANCOS Y SEGUROS.

NÚMERO DE SINIESTROS MENSUALES EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL

(CHEVROLET).

TABLA 6.4

“Utilización de la Metodología Six Sigma para el Mejoramiento del proceso de Servicios del Taller de un Concesionario de Vehículos, Guayaquil”

	Marcas	# Siniestros/M
COLONIAL	Chevrolet	600
EQUINOCCIAL	Chevrolet	200
BOLIVAR	Chevrolet	
LATINA	Chevrolet	300 - 400
UNIDOS	Chevrolet	
R. GUAYAS	Chevrolet	300
COOPSEGUROS	Chevrolet	
HISPANA	Chevrolet	

FUENTE: SUPERINTENDENCIA DE BANCOS Y SEGUROS.

Claramente observamos que cuatro de las principales aseguradoras en la ciudad, es decir las que tienen una mayor participación en el mercado sólo considerando la marca Chevrolet tienen aproximadamente 1500 siniestros

mensuales, sin contar los de las otras marcas de automóviles. Por lo cual se estima que la cantidad de siniestros que se manejan en todas las marcas de autos asegurados superan los 7000 en la ciudad mensualmente.

Es decir existe un gran mercado en el cual se puede ir ganando participación poco a poco.

ANEXOS

ENCUESTA DE SATISFACCION

Considere por favor una escala del uno al diez. Interpretese como:

UNO = DESASTROSO / PESIMO

DOS = MUY MALO.

TRES = MALO

CUATRO = NO MALO

CINCO = MEDIANAMENTE BUENO.

SEIS =REGULAR

SIETE (ACEPTABLE)

OCHO (BUENO)

NUEVE (MUY BUENO)

DIEZ (EXELENTE)

**QUE CONSIDERA USTED, PODRIAMOS CAMBIAR PARA MEJORAR
NUESTRO SERVICIO E INCREMENTAR NUESTRAS RELACIONES
COMERCIALES**

OBSERVACIONES

MARCO MUESTRAL

Los individuos investigados en la Encuesta de satisfacción fueron los ejecutivos de las aseguradoras encargados de direccionar los autos siniestrados a los talleres para su reparación. En la mayoría de los casos estos ejecutivos laboran en el Departamento de Siniestros, en otros muy puntuales los que direccionan los vehículos son los inspectores de vehículos.

En un caso y otro se seleccionaron aleatoriamente cinco individuos por cada compañía de seguros, dependiendo del número de personas que laboren en el departamento, el cual lógicamente es variable según cada compañía.

El personal comercial del taller dispone de un listado de los ejecutivos de estas áreas por cada compañía de seguros. Se procedió a seleccionar aleatoriamente a los ejecutivos usando muestreo aleatorio simple y posteriormente separar una cita para realizar la entrevista.

Las principales compañías investigadas fueron:

COLONIAL CIA DE SEGUROS , SEGUROS EQUINOCCIAL , LATINA,
SEGUROS UNIDOS, SEGUROS BOLIVAR, ASEGURADORA DEL SUR,

RIO GUAYAS, COOPS SEGUROS , AIG METROPOLITANA , HISPANA, SEGUROS UNION, SEGUROS SUCRE, etc

DISEÑO DE LA ENCUESTA

Esta encuesta fue realizada en el inicio de la investigación, cuando se tenía una muy débil visión de qué influiría positivamente en la satisfacción de las aseguradoras con respecto a el servicio prestado.

En primera instancia había que investigar ciertas hipótesis que la gerencia pidió se incluyeran en el estudio tales como plazo crediticio, tecnología, servicio de los asesores, etc.

Se tomó en cuenta además la opinión, comentarios y lluvia de ideas de las “asesoras comerciales” que son las encargadas de atender a las aseguradoras, mediar en los conflictos entre la aseguradora y el propietario del vehículo, entregar los vehículos a los propietarios, etc.

Ellas conocen muy bien las principales quejas de los propietarios de los vehículos, de las aseguradoras, del personal de reparación, etc

Así es que se intentó incluir el mayor número de variables posibles que se pensó podían aportar información importante por un lado, por otro se incluyeron otras por pedido expreso de la gerencia.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ESCALANTE. "Seis Sigma: Metodología y Técnicas". Editorial Limusa S.A. De C.V. Junio 2005.
- 2.- JOHNSON. "Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de datos"
- 3.- REYES.P. Metodología Taguchi. Febrero 2008.
4. - ROWLANDS. "What is Lean Seis Sigma". 1998
- 5.- STEVENSON. "Business Statistics". Harper & Row, Publishers, Inc.,
- 6 –STRACKER DAVID. Quality Improvement: Tools and Techniques (Prentice-Hall Manufacturing Practitioner) (Paperback).