



UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
"LISANDRO ALVARADO"
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE
PRODUCCIÓN



EVALUAR EL PROCESO DE INSTALACIÓN Y ANÁLISIS DEL
COMPORTAMIENTO DIMENSIONAL DE LAS ESCOPETAS Y CAPOT DE LA
UNIDAD EXPLORER (U-502) EN EL ÁREA DE CARROCERÍA DE LA EMPRESA
FORD MOTOR DE VENEZUELA S.A

Autor: Guillermo González

Cédula de Identidad: 19.981.872

Tutor Académico: Ing. Juben Gómez

Tutores Empresarial:

Ing. Jorge Ortega

Ing. Eduardo Herrera

Barquisimeto, Febrero 2015



UNIVERSIDAD CENTROCCIDENTAL
"LISANDRO ALVARADO"
DECANATO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE
PRODUCCIÓN



EVALUAR EL PROCESO DE INSTALACIÓN Y ANÁLISIS DEL
COMPORTAMIENTO DIMENSIONAL DE LAS ESCOPETAS Y CAPOT DE LA
UNIDAD EXPLORER (U-502) EN EL ÁREA DE CARROCERÍA DE LA EMPRESA
FORD MOTOR DE VENEZUELA S.A

Informe presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero de
Producción

Autor: Guillermo González

Cédula de Identidad: 19.981.872

Tutor Académico: Ing. Juben Gómez

Tutores Empresarial:

Ing. Jorge Ortega

Ing. Eduardo Herrera

Barquisimeto, Febrero 2015

INDICE GENERAL

	PP.
INDICE GENERAL	iii-iv
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE GRÁFICOS	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INTRODUCCIÓN	1-2
CAPITULO I	3-36
INFORMACION GENERAL DE LA EMPRESA	
Nombre de la Empresa	3
Ubicación Geográfica.....	3
Reseña Histórica de la Empresa.....	4-7
Misión.....	7
Visión	8
Valores.....	8
Políticas	8-11
Ramo	12
Dirección	12
Teléfono	12
Estructura Organizativa de la Empresa.....	13-14
Organigrama general.....	13
Organigrama general del departamento de carrocería.....	14
Descripción de los productos que elabora	15-33
Fiesta elaborada bajo el código de B-299	15-16
Eco Sport el cual lleva el código de la B-515.....	17-19
Explorer al que se le otorga el código U-502.....	20-21

F-serie	22-26
F250	22-23
F350	24-26
Cargo	27-29
Cargo 815.....	27-29
Cargo 1721.....	30-33
Descripción del Proceso de Ensamblaje.....	34-35
Departamento donde se realizó la pasantía.....	36
Layout	36
CAPITULO II	37-73
DESARROLLO DE ACTIVIDADES	
Descripción del Problema	37-38
Objetivos	39
Objetivo General.....	39
Objetivos Específicos	39
Descripción del Proceso Productivo en Body Shop Área.....	40-45
Metodología de Mejoras en el Proceso Productivo de Body Shop Área	46
Propósito de la Aplicabilidad del Trabajo	46-67
Resultados Obtenidos.....	68-73
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74-75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS	77-79
Anexo 1: Hoja de Instrucción de Operario (Parte 1).....	78
Anexo 2: Hoja de Instrucción de Operario (Parte 2).....	79

INDICE DE TABLAS

PP.

Tablas

1. Mediciones Holgura Capot Vs Guardafango Explorer (Calibración).....	60
2. Mediciones Holgura Capot Vs Guardafango Explorer (Después De Cuadratura).....	61
3. Mediciones Holgura Capot Vs Guardafango Explorer (Fondo).....	62
4. Mediciones Holgura Capot Vs Guardafango Explorer (Manicure)	63
5. Mediciones Holgura Capot Vs Guardafango Explorer (Entrada Vestidura).....	64
6. Mediciones Holgura Capot Vs Guardafango Explorer (Salida Monorriel)	65
7. Mediciones holgura capot vs guardafango explorer (compra I. Final)	66
8. Mediciones Holgura Capot Vs Guardafango Explorer (Cuadratura Patio)	67
9. Mediciones Holgura Capot Vs Guardafango Explorer (Calibración) Antes De La Modificación De Las Herramientas	69
a. Tabla 9.1	69
10. Mediciones Holgura Capot Vs Guardafango Explorer (Calibración).....	70
a. Tabla 10.1	70

INDICE DE GRÁFICOS

PP.

Gráficos

1. Organigrama general.....	13
2. Organigrama General del Departamento de Carrocería.....	14
3. Distribución del Departamento de Carroceria.....	36
4. Prensa de Ensamblados de Costados Explorer.....	41
5. Compartimiento de Motor Explorer.....	41
6. Prensa de Ensamblados de Pisos Explorer.....	42
7. Prensa de Ensamblados de Techo Explorer.....	43
8. Estación de Bounding.....	44
9. Estación de Repunteo Explorer.....	45
10. Diagrama del Proceso de Ensamble de Explorer.....	50
11. Diagrama de Ishikawa.....	51
12. Matriz X Y (Causa y Efecto).....	52
13. Comparación de calibración por áreas.....	72
a. Gráfico 13.1: Comparación de calibración por áreas.....	73
b. Gráfico 13.2: Comparación de calibración por áreas.....	73

INDICE DE FIGURAS

	PP.
Figuras	
1. Vista aérea de la planta	3
2. Especificaciones de holgura y enrase Capot Vs Guardafangos	48
3. Dimensiones de las Escopetas del Compartimiento del Motor Explorer	53
4. Instrumento de Bisagrado.....	54
5. Herramienta de Bisagrado.....	56
6. Vista Frontal Del Panel De Costado Explorer	58
7. Vista Horizontal Del Panel De Costado Explorer	58

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial las empresas mantienen una búsqueda constante y determinada de la calidad, ésta se traduce en mantenerse en el primer lugar en el top-of-mind ubicándolas como primera opción de los clientes, lograr esto en la actualidad con lo competitivo y acelerado que se han vuelto los mercados gracias a los eventos ocurridos en el entorno político, económico, social y tecnológico representa un gran reto; lo que ha llevado a las empresas a evolucionar progresivamente adoptando una aptitud competitiva para enfrentar los sucesos imprevistos; razón que hace necesaria la aplicación de diferentes metodologías para la reestructuración y mejora continua de las organizaciones.

Así mismo, las empresas han adaptado la metodología que mejor cubra sus necesidades y Ford Motor de Venezuela S.A no es la excepción, dentro de la organización surge la metodología 6 Sigma, que busca elevar la productividad, fabricando productos de calidad con mayor eficiencia y al menor costo posible, llegando a niveles de excelencia en todo el ciclo logístico-productivo.

La metodología 6 Sigma se basa en los conceptos de control de calidad, mejora de procesos y procedimiento; la aplicación de esta metodología está basada principalmente en la parametrización de los DPMO (defectos por millón de oportunidades), los cuales tienen como función la evaluación del progreso de la empresa en materia de mejora continua.

La aplicación eficaz y eficiente de dicha metodología garantiza la competitividad en los más altos niveles de la industria automotriz. Es por ello que con la aplicabilidad de esta metodología la empresa Ford Motor de Venezuela S.A

se compromete a disminuir su incidencia de errores en los procesos, garantizando el 100% de calidad en cada uno de sus productos.

Siguiendo los principios del 6 sigma, el presente trabajo está enfocado en la mejora del sistema productivo, tanto operacional como herramental, del bloque de repunteo y acabado metálico, con la finalidad de lograr un proceso más eficiente y de esta manera evitar pérdidas económicas y desgaste físicos.

Durante el periodo de 16 semanas comprendidas del 1 de octubre del 2014 al 23 de febrero del 2015 se realizó en el departamento de carrocería de Ford Motor de Venezuela S.A, el análisis del descuadre a nivel del capot en la unidad Explorer (U-502) que presentaba holguras y enrasas incorrectos, analizando los elementos involucrados para priorizar los mismo, además se hizo un estudio detallado mediante la matriz KAIZEN de los factores involucrados y se procedió a ponderar dependiendo de su grado implicación en el defecto para así poder presentar de forma concreta las mejoras a realizar.

CAPITULO I

INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Nombre de la Empresa.

Ford Motor de Venezuela S.A.

Ubicación Geográfica

La planta ensambladora de vehículos Ford Motor de Venezuela S.A está localizada en la zona Industrial Sur, av. Henry Ford, en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo y ocupa un terreno de 416.234 m².



Figura 1. Vista aérea de la planta
Fuente: Imagen suministrada por la empresa.

Reseña Histórica de la Empresa.

En el año 1903, Henry Ford y 11 socios más fundaron, lo que se convertiría en una de las corporaciones más grandes del mundo: FORD MOTOR COMPANY, siendo la cuarta industria y la segunda productora de vehículos de pasajeros y camiones.

Durante los primeros 15 meses desde su fundación, se vendieron 1700 carros modelo A, siendo el primero de una generación de 19 modelos resaltando después del primero y pasando por unas etapas evolutivas llega el modelo T que logro facturar más de 300.000 unidades, paralelamente al éxito del Ford T a **El 7 de octubre de 1913** se produjo un hecho trascendental en la historia de la industria automovilística. En la nueva planta instalada en Highland Park, Michigan, Ford inauguró la **primera línea de montaje de automóviles**. Esto redujo los tiempos de fabricación de 12 horas a sólo 1 hora y media por unidad, aumentando de esa forma la productividad con una mejor utilización de las instalaciones. Su éxito se prolongó durante 19 años y las ventas superaron los 15 millones de unidades en todo el mundo. Era definitivo que la creación de esta empresa había generado una verdadera revolución industrial.

En 1917, Ford extendió sus fronteras productivas comenzando a elaborar camiones y tractores, y para 1919 se inició la construcción del complejo manufacturero de Rouge en Dearborn, Michigan.

Para 1932, Ford se convirtió en la primera compañía en la historia que fundió con éxito un bloque de motor V-8 en una sola pieza a bajo costo, superando a su competidor para la fecha roll royce, por lo que el modelo Ford V-8 representó el liderazgo automotor durante varios años. A partir de 1942, Ford Motor

Company, dedicó todos sus recursos al esfuerzo bélico de Norteamérica convirtiéndose así en el primer patrocinador de la causa.

En 1945, Ford retomó su función de fabricar vehículos comerciales, obteniendo grandes logros en el liderazgo tecnológico y en ventas, hasta estos momentos en los que cuenta con más de 60.000 compañías proveedoras en el mundo y es catalogada como la segunda de las 500 corporaciones industriales norteamericanas con mayores ventas en el mundo y sus negocios se han extendido con éxito a otras áreas como servicios financieros, repuestos automotores y electrónica.

El 27 de Octubre de 1962, se inauguró oficialmente la Planta de Ensamblaje de Ford Motor de Venezuela, en la zona Industrial de Valencia. El 8 de Febrero de 1961, en acto solemne se había producido la firma, en el Ministerio de Fomento, del Acuerdo con el Gobierno Nacional en virtud del cual se podría iniciar la fabricación de vehículos automotores distinguidos con la marca Ford.

Era esa inauguración, la culminación de una relación de más de medio siglo de Ford con el país y la materialización de los sueños que en 1959 bosquejaron en conjunto los concesionarios Ford que venían operando en el país y un grupo de técnicos, peritos y expertos de diferentes especialidades que vino desde los Estados Unidos para elaborar un minucioso estudio de mercado para los vehículos Ford en el país.

Hasta 1959, la red de distribuidores había vendido en todo el territorio Nacional los productos importados desde los Estados Unidos. Las reuniones entre concesionarios y técnicos de Ford echarían las bases de lo que cuatro años más tarde, sería el comienzo de la construcción de los vehículos Ford en el país. Para ese momento, Venezuela iniciaba una nueva forma de gobierno, una de cuyas

características era el respaldo al desarrollo industrial con apoyo de inversiones extranjeras para diversificar la economía y crear nuevas fuentes de trabajo.

Después de un proceso de estudios e investigaciones que incluyó entrevistas con personajes de las diferentes esferas gubernamentales, así como con expertos venezolanos del sector privado, se obtuvo un perfil real y ajustado de la potencialidad venezolana para la industria automotriz. Con esa base, en diciembre de 1959, se adoptó la decisión trascendental de construir una planta de ensamblaje.

La ciudad elegida fue Valencia, que de ese modo quedó identificada con el desarrollo de Ford de modo definitivo e histórico.

La adquisición de 416.345 metros cuadrados de terreno en la Zona Industrial Sur de la capital carabobeña fue el primer acto concreto y material de la iniciación de la construcción de la planta que hoy es ejemplo en el parque industrial venezolano. La inauguración, un año más tarde, en diciembre de 1960 de dos grandes naves para depósitos en los terrenos de Ford en Valencia, fue uno de los más significativos hechos en el desarrollo de la Zona Industrial valenciana. Una explicable reacción en cadena de parte de inversionistas nacionales y extranjeros se produjo de inmediato y nuevas empresas gestionaron su instalación en esa y otras zonas industriales del país. La presencia de Ford y su determinación de instalarse en Venezuela, generaba una necesaria confianza en el país en aquellos momentos.

Construida en un tiempo récord de doce meses, la planta recién inaugurada aquel 27 de octubre de 1962 albergó en su línea de montaje los esfuerzos e ilusiones de los 533 trabajadores que tuvieron el histórico privilegio de fabricar el primer Ford en la historia del país.

El nacimiento de ese primer Ford, un modelo Falcón fue motivo de júbilo para Valencia y para todas las voluntades identificadas con el desarrollo. El orgullo de los trabajadores que hicieron posible su construcción puede ser plasmado en la emotiva frase de uno de los participantes: "Fue como ver nacer un niño". Desde esa fecha hasta el presente después de 50 años, más de Un Millón Cien Mil vehículos en los cuales figuran la elaboración de modelos que han hecho historia como lo son, el Maverick, la pick-up F-150, el Sierra Escort, Festiva, Fiesta, Laser, los camiones F150, F-350, F 7000 y 8000 y Ranger. Además de los utilitarios Bronco, seguido de uno de los mayores Best Sellers en ventas mundiales: Explorer.

La planta de Ford en Valencia, ha obtenido reconocimientos y certificaciones nacionales e internacionales, otorgándole en 1993 el galardón Q1 que se entrega a las plantas de ensamblaje que cumplen a cabalidad con las normas de calidad mundial de exportación. En 1996 Ford, recibió la certificación internacional ISO 9002 y ha sido re-certificada por ISO 14000 por la protección al medio ambiente.

Posteriormente, la Municipalidad de Valencia dio el nombre de Henry Ford a una de las principales avenidas de la Zona Industrial.

Misión

"Ser la Compañía líder mundial en productos y servicios automotrices, orientada hacia el consumidor".

Visión

"Somos una familia global diversa, con una tradición de la cual estamos orgullosos, comprometida con pasión a ofrecer productos y servicios excepcionales que mejoren la calidad de vida de las personas".

Valores

"El cliente en nuestra máxima prioridad, hacemos lo que sea correcto para nuestros clientes, nuestra gente, nuestro ambiente y nuestra sociedad. Mejorando todo lo que hacemos, proporcionamos retornos superiores a nuestros accionistas".

Políticas

Política de calidad

En Ford Motor de Venezuela, empresa dedicada al ensamblaje de vehículos y distribución de partes y accesorios; estamos comprometidos en lograr la satisfacción total de nuestros clientes superando sus expectativas al menor costo, a través del mejoramiento continuo de nuestros procesos, productos, servicios y sistema de gestión de calidad.

Política ambiental

Ford Motor de Venezuela, S.A., está comprometida a:

- Cumplir y superar los requerimientos legales ambientales del país y otros requisitos corporativos.
- Minimizar la contaminación.

- Reducir los impactos adversos al ambiente.
- Mejorar continuamente en el desempeño ambiental mediante el establecimiento y revisión de objetivos y metas ambientales.

La política ambiental de Ford Motor de Venezuela S.A., empresa dedicada al ensamblaje de vehículos, es ser una organización con un alto sentido de responsabilidad en la protección del medio ambiente. Ford Motor de Venezuela S.A. está comprometida a cumplir con la política corporativa No. 17 de Ford Motor Company, incluyendo el compromiso a cumplir, y cuando sea posible, superar los requerimientos legales ambientales del país al igual que otros requisitos corporativos, a la reducción y seguimiento en la generación de desechos, minimización de la contaminación y a la reducción de impactos adversos al ambiente.

Ford Motor de Venezuela S.A. está comprometida a la mejora continua de su desempeño ambiental mediante el establecimiento de objetivos ambientales que serán periódicamente revisados con el fin de alcanzar la visión y los lineamientos ambientales de nuestra planta, tomando en cuenta los objetivos del negocio, los puntos de vista de los empleados y de la comunidad en general.

Esta política ambiental cubre todas las actividades de Ford Motor de Venezuela S.A. directa o indirectamente relacionadas con el ensamblaje de vehículos y distribución de partes y accesorios. Estamos comprometidos a gerenciar nuestras operaciones, procesos, materiales, y personal para reducir el impacto al ambiente de nuestras actividades. Nuestro Sistema de Gestión Ambiental identificará y manejará aspectos ambientales significativos, con especial énfasis en:

- Tratamiento y control de descarga de aguas industriales de desecho para ayudar en el saneamiento del Lago de Valencia.

- Control de efluentes sanitarios.
- Reducción, reusó, y reciclaje de desechos y material de empaque, como también su seguimiento hasta la disposición final.
- Uso eficiente de la energía.
- Control de las emisiones atmosféricas.
- Conservación de recursos naturales.

Política de seguridad

Ford Andina mantiene como política de Salud, Seguridad y Ambiente su firme compromiso en establecer y mantener un ambiente de trabajo seguro y saludable para todos sus trabajadores. La protección de la salud y seguridad de nuestros trabajadores, es el elemento fundamental de las decisiones de la empresa. Por lo tanto, su política en materia de Salud, Seguridad y Ambiente es:

- Promover la mejora continua de los indicadores de Salud, Seguridad y Ambiente de todos los trabajadores, mediante la continua aplicación de programas efectivos de prevención y comunicación.
- Alcanzar la meta de cero lesiones a personas y cero daños al ambiente, equipos, material y/o propiedades de la compañía, a través del fomento de prácticas y/o condiciones seguras de manera continua.
- Asegurar el orden, la limpieza, el mantenimiento y la organización en todos los lugares de la planta de ensamblaje y de la empresa en general.
- Cumplir con todas las regulaciones gubernamentales y corporativas en materia de Salud, Seguridad y Ambiente.
- Desarrollar e implementar programas de entrenamiento a todo el personal para reforzar sus conocimientos y competencias en materia de Salud, Seguridad y Ambiente.

- Desarrollar programas de promoción de la seguridad y salud en el trabajo, de prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales, de recreación, utilización del tiempo libre, descanso y turismo social.

Todos tenemos que ser responsables de implementar efectivamente esta política y requiere que la conducta de cada trabajador fomente las acciones y condiciones seguras. También tenemos la responsabilidad de alertar al supervisor inmediato, representante sindical o delegado de prevención apropiado, sobre cualquier práctica o condición que no esté alineada con esta política.

Los miembros de la gerencia, con su total compromiso en materia de salud y seguridad, tienen un rol de liderazgo activo para asegurar que esta política se convierta en una parte integral del trabajo diario, en cada tarea ejecutada y en la mejora continua de la protección de nuestros trabajadores.

Ramo

Producción y distribución de Vehículos automotores.

Dirección

Av. Henry Ford, Zona Industrial Sur II, Valencia

Teléfono

(0800)-800-3673

Estructura Organizativa de la Empresa

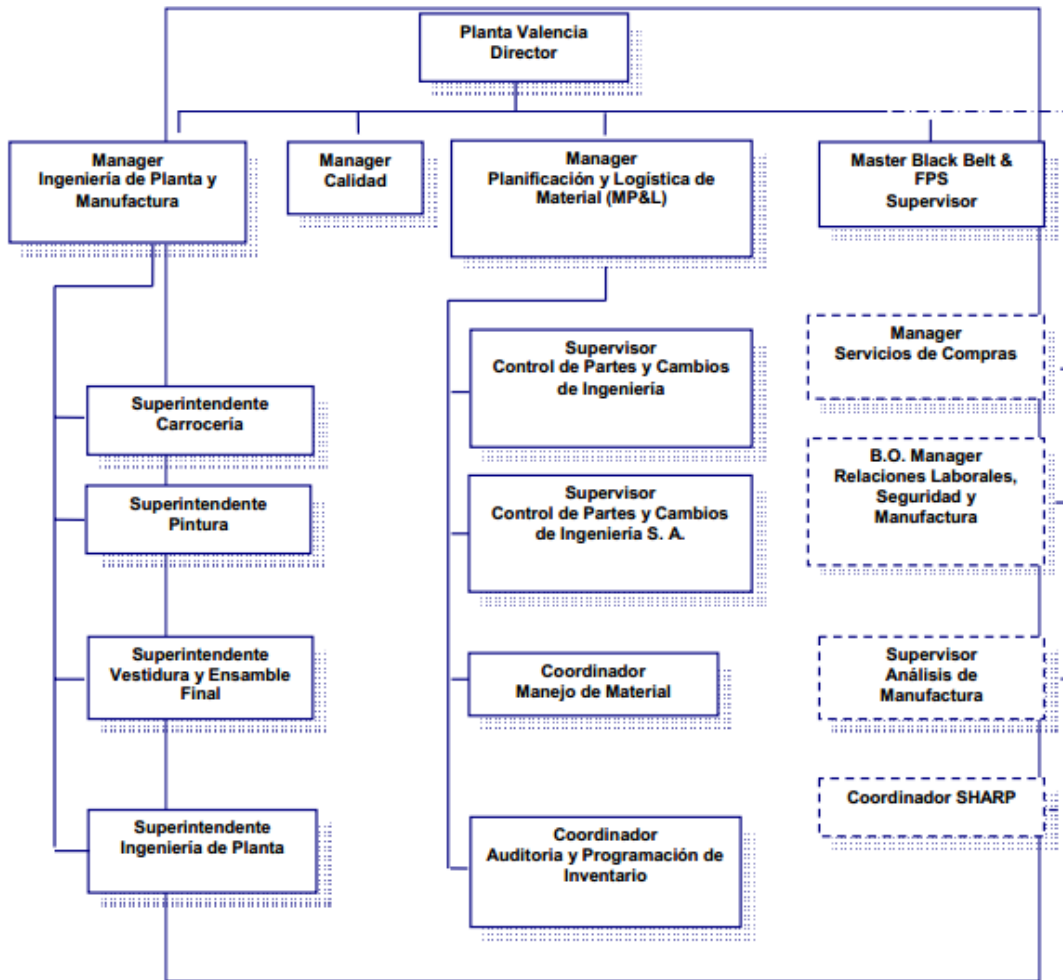


Gráfico 1. Organigrama general
Fuente: Ing. Industrial de Body Shop Area

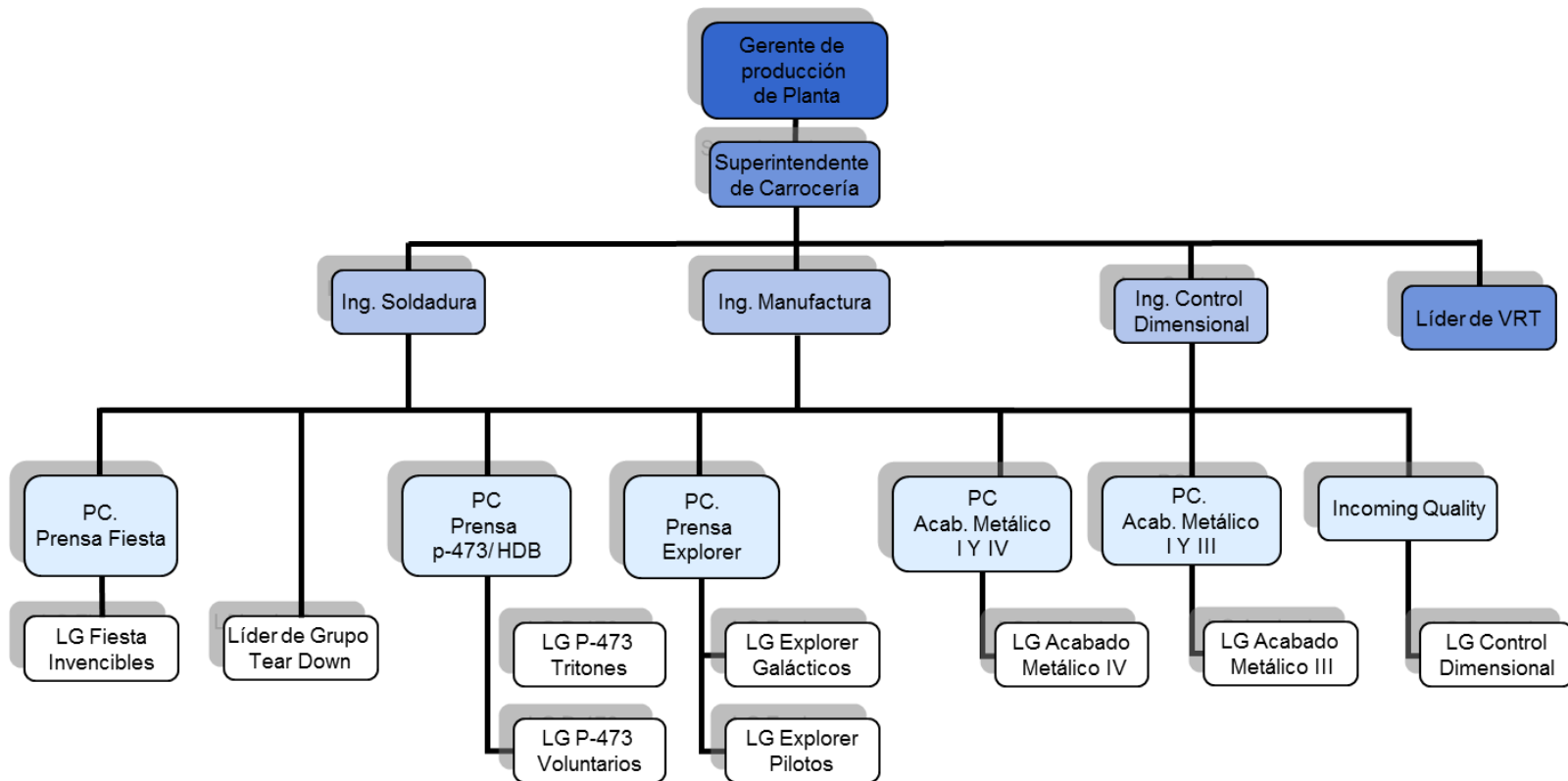


Gráfico 2. Organigrama General Del Departamento De Carrocería
Fuente: Dirección de Operaciones de Planta - Ford Andina - Departamento de Carrocería

Descripción de los productos que elabora

En relación a los diversos modelos que se producen en la planta se encuentran:

- Fiesta elaborado bajo el código de B-299



	Fiesta SE	Fiesta Titanium
Altura Total (mm)	1473	1473
Ancho Total con espejos (mm)	1976	1976
Capacidad de carga (kg)	Con kit GNV 375 kg	Con kit GNV 375 kg
Carrocería	Sedan 4 Puertas - FWD	Sedan 4 Puertas – FWD
Combustible	Sistema Dual: Gasolina 91 RON / Gas Natural	Sistema Dual: Gasolina 91 RON / Gas Natural
Desplazamiento (cc)	1,596	1,596
Dirección	Electro Asistida	Electro Asistida
Distancia entre ejes (mm)	2489	2489
Frenos	Frenos de potencia con ABS en las 4 ruedas, incluye Control De Estabilidad Electrónica (Advance-Trac Electronic Stability Control) y asistencia de arranque	Frenos de potencia con ABS en las 4 ruedas, incluye Control De Estabilidad Electrónica (Advance-Trac Electronic Stability Control) y asistencia de arranque

	en pendientes	en pendientes
Longitud Total (mm)	4409	4409
Motor	1.6L Ti-VCT I-4	1.6L Ti-VCT I-4
Neumáticos	185/60R15 H-RATED AS	P195/50R16 H RATED
Peso bruto Vehicular (kg)	Con kit GNV 1594 kg	Con kit GNV 1637 kg
Peso vacío total (kg)	Con kit GNV 1219 kg	Con kit GNV 1262 kg
Potencia máxima (Hp/rpm)	120 Hp @ 6.350 rpm	120 Hp @ 6.350 rpm
Rines	15" X 6.0" Aluminio	16" x 6.5" Ruedas de Aluminio Pintado
Torque máximo (lb-ft/rpm)	112 Lb-ft @ 5.000 rpm	112 Lb-ft @ 5.000 rpm
Transmisión	Manual Ford (B5/B5) - 5 Vel	Automática 6 Vel DPS6 - PowerShift - SelectShift®
Cilindros	4	4

Fuente: <http://www.ford.com.ve/>

- Eco Sport el cual lleva el código de la B-515



	EcoSport Titanium M/T	EcoSport Titanium A/T	EcoSport Freestyle 4WD
Carrocería	Suv 5 Puertas	Suv 5 Puertas	Suv 5 Puertas
Combustible	Gasolina 91 Oct	Gasolina 91 Oct	Gasolina 91 Oct
Motor	2.0L I4 PFI	2.0L I4 PFI	2.0L I4 PFI
Desplazamiento (cc)	1,999	1,999	1,999
Cilindros	4	4	4
Potencia máxima (Hp/rpm)	138 Hp @ 6.250 rpm	138 Hp @ 6.250 rpm	138 Hp @ 6.250 rpm
Torque máximo (lb-ft/rpm)	135 Lb-ft @ 4.250 rpm	135 Lb-ft @ 4.250 rpm	135 Lb-ft @ 4.250 rpm
Transmisión	Manual Ford (IB5+) - 5 Vel 4x2	Powershift Aut. (DPS6 197) - 6 Vel 4x2	Manual MMT6 - 6 Vel 4WD
Dirección	Hidráulica Asistida Eléctrica (EPAS)	Hidráulica Asistida Eléctrica (EPAS)	Hidráulica Asistida Eléctrica (EPAS)

Frenos	Frenos de potencia con ABS / ESC (Disco delantero - Tambor trasero)	Frenos de potencia con ABS / ESC (Disco delantero - Tambor trasero)	Frenos de potencia con ABS / ESC (Disco delantero - Tambor trasero)
Suspensión	Delanteros: Independiente tipo Mc Pherson con barra estabilizadora. Trasera: Semi-independiente	Delanteros: Independiente tipo Mc Pherson con barra estabilizadora. Trasera: Semi-independiente	Delanteros: Independiente tipo Mc Pherson con barra estabilizadora. Trasera: Semi-independiente
Capacidad de carga (kg)	403	384	410
Peso bruto Vehicular (kg)	1,700	1,700	1,800
Peso vacio total (kg)	1,297	1,316	1,390
Altura Total (mm)	1,672	1,672	1,672
Ancho Total con espejos (mm)	2,057	2,057	2,057
Ancho Total sin espejos (mm)	1,765	1,765	1,765

Longitud Total (mm)	4,239	4,239	4,239
Distancia entre ejes (mm)	2,520	2,520	2,520
Rines	16" X 6"J Aluminio Color Plata	16" X 6"J Aluminio Color Plata	16" x 6"J Aluminio Color London Gris
Neumáticos	205/60R16 ATR 95H – BSW	205/60R16 ATR 95H – BSW	205/60R16 ATR 95H – BSW

Fuente: <http://www.ford.com.ve/>

- **Explorer** al que se le otorga el código U-502



	Explorer XLT 4x2	Explorer XLT 4x4	Explorer Limited 4x4
Altura Total (mm)	1,788	1,788	1,788
Ancho Total con espejos (mm)	2,291	2,291	2,291
Capacidad de carga (kg)	675	662	598
Capacidad de remolque (kg)	900	900	900
Carrocería	4 Puertas	4 Puertas	4 Puertas
Cilindros	V6	V6	V6
Combustible	Gasolina 91 Oct	Gasolina 91 Oct	Gasolina 91 Oct
Desplazamiento (cc)	3497	3497	3497
Dirección	Asistida Eléctrica	Asistida Eléctrica	Asistida Eléctrica
Distancia entre ejes (mm)	2,860	2,860	2,860
Frenos	Frenos de Potencia - 4 Discos - ABS en 04 ruedas	Frenos de Potencia - 4 Discos - ABS en 04 ruedas	Frenos de Potencia - 4 Discos - ABS en 04 ruedas
Longitud Total (mm)	5,006	5,006	5,006

Motor	3.5L V6 TiVCT	3.5L V6 TiVCT	3.5L V6 TiVCT
Neumáticos	P245/60 R18 104H A/S BSW	P245/60 R18 104H A/S BSW	P245/60 R18 104H A/S BSW
Peso bruto Vehicular (kg)	2,794	2,794	2,794
Peso vacío total (kg)	2,119	2,132	2,196
Potencia máxima (Hp/rpm)	290 Hp @ 6500 rpm	290 Hp @ 6500 rpm	290 Hp @ 6500 rpm
Rines	Aluminio 18" x 8"	Aluminio 18" x 8"	Aluminio 18" x 8"
Torque máximo (lb-ft/rpm)	255 Lb-ft @ 4100 RPM	255 Lb-ft @ 4100 RPM	255 Lb-ft @ 4100 RPM
Transmisión	Automatica 6 Vel. Secuencial	Automatica 6 Vel. Secuencial	Automatica 6 Vel. Secuencial

Fuente: <http://www.ford.com.ve/>

- F-serie que se divide en el F250, F250 Crew Cab (Doble Cabina) Y 350.



- F250

	F-250 XL 4x2	F-250 XLT 4x4
Altura Total (mm)	1,946	2,012
Amortiguadores	Gas Presurizado / 4	Gas Presurizado / 4
Ancho Total con espejos (mm)	2,030	2,030
Capacidad de carga con caja carga(kg)	1,639	1,455
Capacidad de remolque (kg)	4090	4090
Cilindros	V8	V8
Combustible	Gasolina 91 Oct	Gasolina 91 Oct
Desplazamiento (cc)	6200	6200
Dirección	Hidráulica	Hidráulica
Distancia entre ejes (mm)	3,482	3,482
Frenos	HYDRO VAC	HYDRO VAC
Longitud Total (mm)	5,781	5,781
Motor	6.2L SOHC EFI V8	6.2L SOHC EFI V8

Neumáticos	LT245/75 / R 17E A/S BSW	LT245/75 / R 17E A/S BSW
Peso bruto Vehicular (kg)	4,268	4,268
Peso vacío total con caja carga(kg)	2,629	2,813
Potencia máxima (Hp/rpm)	385 Hp @ 5500 rpm	385 Hp @ 5500 rpm
Rines	Acero 17" x 7,5"	Acero 17" x 7,5"
Suspensión Delantera - Tipo	Independiente de doble viga I". Suspensión de espirales	Viga Rígida con suspensión de espirales
Suspensión Trasera – Tipo	Suspensión Sólida no independiente con ballestas y amortiguador	Suspensión Sólida no independiente con ballestas y amortiguador
Torque máximo (lb-ft/rpm)	405 Lb-ft @ 4500 rpm	405 Lb-ft @ 4500 rpm
Transmisión	Automatica 6 Vel. Secuencial con O/D	Automatica 6 Vel. Secuencial con O/D. 4x4 control de cambio manual

Fuente: <http://www.ford.com.ve/>

- **F350**



	F-350 4x2 MT	F-350 4x4 MT
Ancho cabina extremo espejo-espejo (mm)	2,705	2,705
Capacidad de carga (kg)	Gasolina 3558, GNV 3328	Gasolina 3485, GNV 3255
Capacidad de carga eje delantero (kg)	2,381	2,722
Capacidad de carga eje trasero (kg)	4,423	4,423
Capacidad de espiral (kg)	1,860	1,996
Cilindros	8 en V	8 en V
Combustible	Gasolina sin plomo 91 Oct / Gas Natural - Metano	Gasolina sin plomo 91 Oct / Gas Natural – Metano
Desplazamiento (cc)	6200	6200
Dirección	Hidráulica	Hidráulica
Distancia entre ejes (mm)	3,576	3,576
Eje delantero IFS, vigas gemelas, tipo I	Sí	-
Eje trasero rígido dual de flotación libre	Sí	Sí
Longitud Total (mm)	5,753	5,753

Motor	6.2L 16V SFI SOCH V8 Gasolina (MT) / CNG	6.2L 16V SFI SOCH V8 Gasolina (MT) / CNG
Neumáticos	LT245/75/R17E.A/S.BSW	LT245/75/R17E.A/S .BSW
Peso bruto Vehicular (kg)	Gasolina 6314, GNV 6314	Gasolina 6350, GNV 6350
Peso vacio total (kg)	Gasolina 2656, GNV 2886	Gasolina 2865, GNV 3095
Posición del Motor	Longitudinal, sobre eje delantero	Longitudinal, sobre eje delantero
Potencia máxima (Hp/rpm)	385 Hp @ 5500 rpm	385 Hp @ 5500 rpm
Rines	17" x 6.5	17" x 6.5
Suspensión delantera de espirales con amortiguadores, barra estabilizadora, amortiguadores hidráulicos de doble accion, reforzados	Sí	Sí
Suspensión trasera de ballestas con amortiguadores, barra estabilizadora, amortiguadores a gas, ballesta principal y auxiliar /una sola etapa, rata constante), 12 hojas, capacidad de ballestas	Sí	Sí

(4427 kg)		
Torque máximo (lb-ft/rpm)	405 Lb-ft @ 4500 RPM	405 Lb-ft @ 4500 RPM
Transmisión	Manual 5 velocidades	Manual 5 velocidades
Voladizo delantero (mm)	968	968
Voladizo trasero (mm)	1,209	1,209
Eje rígido sencillo, flotación libre, acople manual	-	Sí

Fuente: <http://www.ford.com.ve/>

- **Cargo donde se ensamblan sus dos versiones**

- **Cargo 815**



	Cargo815 Chasis Corto	Cargo815 Chasis Largo
Combustible	Gasoil Diesel	Gasoil Diesel
Motor	CUMMINS B 3,9I - 125 CIV – O	CUMMINS B 3,9I - 125 CIV – O
Desplazamiento (cc)	3920	3920
Cilindros	4 en línea	4 en línea
Potencia máxima (Hp/rpm)	125 Hp @ 2600 rpm	125 Hp @ 2600 rpm
Torque máximo (lb-ft/rpm)	340 Lb-ft @ 1400 rpm	340 Lb-ft @ 1400 rpm
Transmisión	Manual Velocidades: 5 adelante / 1 retroceso	Manual Velocidades: 5 adelante / 1 retroceso
Dirección	Hidráulica	Hidráulica
Frenos de Servicio Tipo	Aire, doble circuito "S-CAM". Tambor en las 4 ruedas	Aire, doble circuito "S-CAM". Tambor en las 4 ruedas
Frenos Delanteros y Traseros Ajuste	Manual. Tambor 325 mm de diámetro x 100 mm de ancho	Manual. Tambor 325 mm de diámetro x 100 mm de ancho
Frenos de Estacionamiento	Cámara con acumulador actuando sobre las ruedas	Cámara con acumulador actuando sobre las ruedas

Tipo	traseras	traseras
Frenos de Motor	Electroneumático tipo	Electroneumático tipo
Tipo	"Jacobs"	"Jacobs"
Peso bruto Vehicular (kg)	7,700	7,700
Peso vacío total (kg)	3,050	3,080
Peso eje delantero / trasero (kg)	2.075 / 975	2.095/ 985
Carga Útil + carrocería (homologado)(kg)	4,650	4,620
Capacidad máxima de tracción (cmt) (kg)	10,100	10,100
Distancia entre ejes Chasis (mm)	3,300	3,900
Longitud Total Chasis (mm)	6,137	7,007
Voladizo trasero Chasis (mm)	1,570	1,840
Voladizo delantero Chasis (mm)	1,267	1,267
Ancho total parte trasera Chasis (mm)	2,109	2,109
Ancho entre llantas traseras Chasis (mm)	1,670	1,670

Ancho total entre llantas delanteras Chasis (mm)	1,880	1,880
Suspensión Delantera - Tipo	Eje acero forjado con barra estabilizadora y amortiguadores telescópicos de coble acción	Eje acero forjado con barra estabilizadora y amortiguadores telescópicos de coble acción
Suspensión Trasera - Tipo	Eje rígido en acero estampado	Eje rígido en acero estampado
Rines	Acero estampado 17,5" x 6"	Acero estampado 17,5" x 6"
Neumáticos	Radiales - 215 / 75 R x 17,5"	Radiales - 215 / 75 R x 17,5"
Sistema de Dirección	Hidráulica	Hidráulica

Fuente: <http://www.ford.com.ve/>

▪ Cargo 1721



	Cargo1721 Chasis Corto	Cargo1721 Chasis Largo
Amortiguadores	Telescópicos hidráulicos de doble acción	Telescópicos hidráulicos de doble acción
Ancho entre llantas traseras Chasis (mm)	1,835	1,835
Ancho total entre llantas delanteras Chasis (mm)	2,086	2,086
Ancho total parte trasera Chasis (mm)	2,455	2,455
Capacidad máxima de tracción (cmt) (kg)	32,000	32,000
Carga Útil + carrocería (admisible)(kg)	11,444	11,371
Carga Útil + carrocería (homologado)(kg)	10,644	10,571
Cilindros	6 en línea	6 en línea
Combustible	Gasoil Diesel	Gasoil Diesel
Desplazamiento (cc)	8268	8268
Dirección	Hidráulica	Hidráulica
Distancia entre ejes Chasis (mm)	3,560	4,800

Frenos de Estacionamiento Tipo	Cámara con acumulador actuando sobre las ruedas traseras	Cámara con acumulador actuando sobre las ruedas traseras
Frenos de Motor Tipo	Electroneumático tipo "Jacobs"	Electroneumático tipo "Jacobs"
Frenos de Servicio Tipo	Aire, doble circuito "S-CAM". Tambor en las 4 ruedas	Aire, doble circuito "S-CAM". Tambor en las 4 ruedas
Frenos Delanteros y Traseros Ajuste	Automático	Automático
Longitud Total Chasis (mm)	5,883	8,368
Motor	CUMMINS C 8.3L - 215 CIV - 1	CUMMINS C 8.3L - 215 CIV - 1
Neumáticos	Radiales - 10.00R x 20 (16PR)	Radiales - 10.00R x 20 (16PR)
Peso bruto Vehicular (kg)	16,000	16,000
Peso eje delantero / trasero (kg)	3.306 / 2.050	3.329 / 2.100
Peso vacío total (kg)	5,356	5,429
Potencia máxima (Hp/rpm)	215 Hp @ 2200 rpm	215 Hp @ 2200 rpm

Rines	Acero estampado 20" x 7,5"	Acero estampado 20" x 7,5"
Sistema de Dirección	Con bolas recirculantes y reducción variable	Con bolas recirculantes y reducción variable
Suspensión Delantera - Tipo	Eje rígido en acero forjado con barra estabilizadora. Resortes, Ballestas semi-elípticas	Eje rígido en acero forjado con barra estabilizadora. Resortes, Ballestas semi-elípticas
Suspensión Trasera - Tipo	Eje rígido en acero estampado. Resortes, Ballestas principales semi-elípticas con auxiliares parabólicas	Eje rígido en acero estampado. Resortes, Ballestas principales semi-elípticas con auxiliares parabólicas
Torque máximo (lb-ft/rpm)	637 Lb-ft @ 1600 rpm	637 Lb-ft @ 1600 rpm

Transmisión	Manual Velocidades: 6 adelante / 1 retroceso	Manual Velocidades: 6 adelante / 1 retroceso
Voladizo delantero Chasis (mm)	1,368	1,368
Voladizo trasero Chasis (mm)	985	2,200

Fuente: <http://www.ford.com.ve/>

Descripción del Proceso de Ensamblaje

El proceso productivo en la planta Ford Motor De Venezuela S.A. está dividido en grandes áreas como lo son recepción de materiales, manufactura y CAI y estas a su vez se sub dividen en estaciones en donde se realizan procesos específicos hasta obtener el producto final como lo es el ensamble de las unidades (Vehículos).

Ford motor de Venezuela no consta con la estación de estampado metálico, área en donde se realiza el proceso principal de fabricación de las partes de vehículos para ser ensamblados, este proceso es realizado en plantas externas como Ford Brasil, Norte América, México y Argentina, quienes son los principales proveedores de partes y piezas de los 8 modelos existentes en la planta Ford Venezuela, modelos dividido en vehículos de cargas (camiones) y vehículos familiares (pasajeros). Es por ello, que el proceso de ensamblaje en Ford Motor De Venezuela S.A. comienza por el departamento de recepción de materiales, situado en la periferia de la planta, en donde se reciben las piezas de cada modelo a ser ensamblados, para luego ser trasegado a las áreas de manufactura de la planta divididas en Almacenes, Carrocería, y Pintura.

Las piezas sub-ensambladas pasan del almacén al área de carrocería para su posterior unión, donde se le da forma por primera vez, utilizando diverso elementos y procedimientos de soldaduras como las aplicadas por las pistolas de electro puntos, soldadura de espárragos (Stud Weld) y soldaduras por arco Mid Weld, esto con la finalidad del armado del body a través de laterales, techo, compartimiento de motor y cuarto trasero, luego de esto pasa al área de acabado metálico para la posterior instalación de piezas móviles como las puerta, guardafangos, capot y compuerta trasera o tapa maleta ajustadas mediante

pistolas neumáticas y certificando su ajuste por medio de torquímetros conformando así la carrocería total.

Una vez conformada la carrocería, se traslada al área de pintura donde se inicializa con un proceso de colgado conformado por un riel superior que transportara las unidades a lo largo del área, comenzando por sumergirlas en un tanque de fosfato para el desprendimiento de aceites y suciedades siendo removido con la ayuda de aguas y desengrasantes, siguiendo así al área de Ecoat donde paralelo a este se le aplica un alto nivel de voltaje a la carrocería para su mejor distribución, adhiriendo el producto en la unidad, posteriormente pasa por las estaciones de los hornos, sello blanco, fondo, esmaltes, lija seca, manicure, entre otras áreas de traslado para recircular los vehículos de ser necesario, estas áreas están compuestas de una serie de conveyor, crossover, y transfer, llegando así a el puesto de control de calidad para finalizar el área en donde las unidades son distribuidas a las líneas respectivas de ensamble de accesorios, dependiendo del vehículo, bien sea de camiones en donde pasan los F-serie (F350, F250 y F250 CC) y Cargos (815 y 1721) o al área de pasajeros (Eco Sport, Fiesta, Explorer), en estas áreas los operadores adicionan módulos eléctricos, ramales para la electricidad del vehículo, aislantes de calor, parachoques, alfombras, asientos, paneles, contenedores, ductos, autopartes, cajas cargas (para el caso de los F250), ruedas, fluidos, entre otros; pasando por la estación de compra final para asegurar que el vehículo contiene toda sus piezas y componentes requeridos. Por último la unidad es llevada al área de pesada donde se le hace la alineación, pruebas de velocidad en los rodillos y la revisión final para autorizar su salida a patio tanto para las áreas de pruebas de agua carretera y PDI (pre-livery) y finalmente ser distribuidas a los diferentes concesionarios del país.

Departamento donde se realizó la pasantía

El departamento donde se realizaron las actividades como pasante fue en el departamento de carrocería, el cual se divide en las áreas de Prensa donde se encuentran las prensas B299 que flexibiliza a su vez la manufactura de B-515, prensa U-502, prensa F-Series y Cargo, posterior a estas se encuentran las áreas de Acabado Metálico, las cuales se dividen en 4 sectores dirigidas directamente por el departamento de CMM (Maquina De control de Mediciones) y su zona periférica Tear Down.

Layout

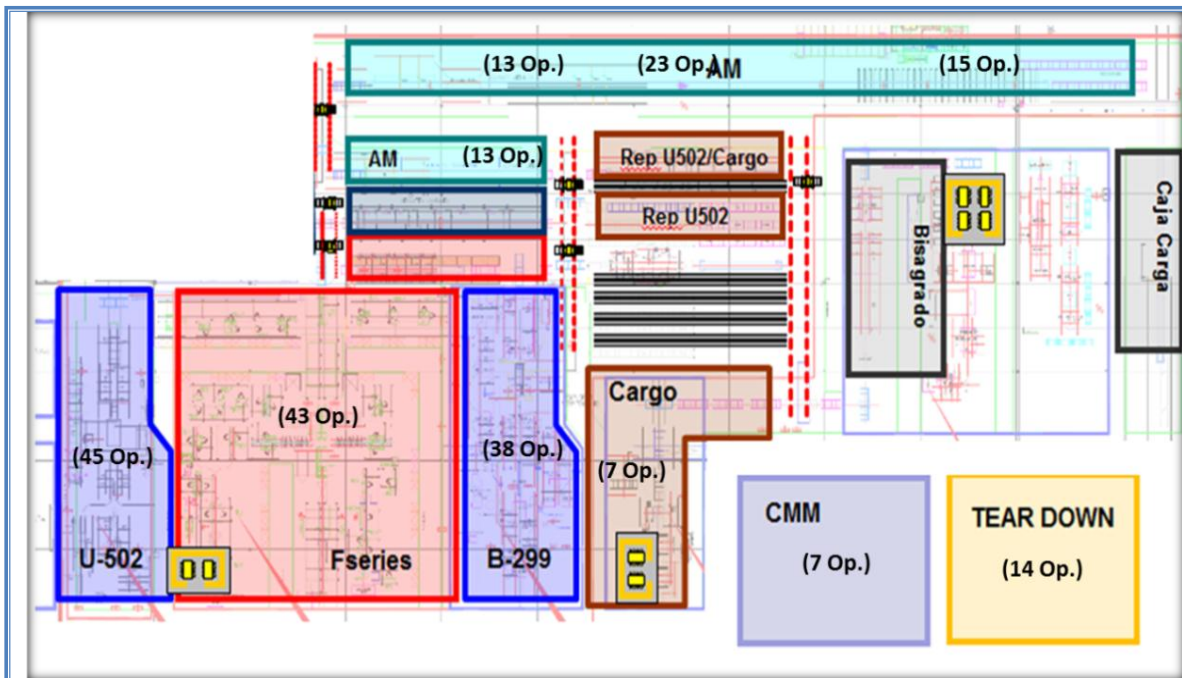


Gráfico 3: Distribucion del Departamento de Carroceria.

Fuente: Imagen suministrada por la empresa.

CAPITULO II

DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Descripción del Problema

Actualmente en el país existe una gran competencia en el sector automotriz; Ford Motor de Venezuela S.A trabaja constantemente para resaltar como unas de las ensambladoras pioneras en el mercado, tanto en los procesos de calidad como estética y ergonomía en los diferentes modelos automotrices ensamblados por la empresa, logrando la satisfacción total de sus clientes, superando sus expectativas al menor costo a través del mejoramiento continuo de los procesos, servicios y sistema de calidad.

Ford Motors de Venezuela, ensambla hoy en día dentro de sus instalaciones diferentes modelos de vehículos que se ajustan a las necesidades de cada uno de sus clientes, tal es el caso de la Camioneta Explorer U-502, modelo XLT y Limited viene con ruedas de 20 pulgadas, encendido o entrada sin llave, arranque remoto del motor, pedales eléctricos ajustables con memoria, una toma de corriente de 110 voltios y un sistema de sonido de 12 parlantes Sony, con radio HD, puerta trasera eléctrica, un sistema plegable eléctricamente para la tercera fila de asientos, un asiento eléctrico de ocho pasajeros, asientos delanteros ventilados, volante telescópico con poder de inclinación y un sistema de navegación, faros de xenón, luces largas automáticas, un sistema automático de estacionamiento en paralelo, control de crucero adaptativo con alerta de colisión y asistencia de frenado, cambio de carril y asistencia de mantenimiento de carril, un sistema de alerta de puntos ciegos y cinturones de seguridad inflables

fuera de borda en la segunda fila de pasajeros, en fin es todo lo que un cliente necesita de una camioneta.

Sin embargo, a pesar de todas las bondades en cuanto a diseño, tecnología, desempeño y calidad que posee la unidad, se detectó defectos a nivel carrocería en las dimensiones del capot, es por ello que se procede a realizar el siguiente estudio en el área de carrocería para la mejoras de aspecto visual y el cumplimiento de las especificaciones dimensionales designada, las cuales presentan alteraciones causando un trabajo adicional en el área de reparación, generando a la empresa un costo adicional y desgaste físico de los operarios.

Por consiguiente para resolver dicha problemática se procede a tomar un muestreo aleatorio simple para identificar las posibles variables y procesos de repetividad a tomar en consideración, evaluando simultáneamente los procesos operacionales de ensamble desde las prensas de Explorer, repunteo y acabado metálico. Y verificar con las O.I.S (hoja de instrucciones) si existen fallas en cuanto el cumplimiento de las operaciones que puedan incidir en la problemática cuadratura del capot, el cual debe poseer holguras y enrasas que estén dentro del rango designado por SRI (Especificaciones y Referencias Ilustradas)

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el proceso de instalación y análisis del comportamiento dimensional de las escopetas y capot de la Explorer (U-502) en el área de carrocería de la empresa Ford Motor De Venezuela S.A.

Objetivo Específicos

- Analizar mejoras en el proceso de bisagrado del capot en la zona de repunteo del área de carrocería de la empresa Ford Motor De Venezuela S.A.
- Analizar mejoras en el proceso de ensambles de guardafangos en la estación de Acabado Metálico II del área de carrocería de la empresa Ford Motor De Venezuela S.A.
- Generar herramienta de solución del problema basado en la metodología Seis Sigma en el área de carrocería de la empresa Ford Motor De Venezuela S.A.
- Establecer plan de mejora a través de la herramienta D.M.A.I.C y plan de recolección de datos de medición de cuadratura de capot en el área de carrocería de la empresa Ford Motor De Venezuela S.A.

Descripción del Proceso Productivo en Body Shop Área

El proceso productivo de la planta en materia de ensamblaje comienza con la cotización de las partes de cada modelo de vehículo a ser ensamblado, esto es realizado por Ford Motor De Venezuela S.A. a Ford Motor Brasil Argentina y Estados Unidos, los cuales se mantienen en constante monitoreo por el departamento de Incoming Quality, mediante el programa (HOD) el cual presenta los estatus de dicho material (tránsito y bullpen), hasta su recepción donde dicho departamento supervisa la condición de las partes recibidas verificando que cumplan los estándares de calidad predeterminados y dando su catalogación de estatus (ok y no ok) para su posterior distribución en la planta a cargo del departamento MP&L. (Planificación Y Logística De Materiales).

En el área de carrocería el proceso inicia dependiendo del modelo de vehículo, para ello se ubican los materiales requeridos en las diferentes prensas para los modelos de la línea de pasajeros (Fiesta, Eco Sport y Explorer), ya que poseen etapas similares.

Para el caso de la unidad Explorer (U-502), el proceso de ensamble comienza en paralelo en las áreas de los pilares los cuales se dividen en pilar A y pilar B, a su vez con los cuartos traseros que alimentan a Body Side Inner operación 70 para ambos lados del vehículo, luego estas prensas surten los sub-ensambles de las prensas de costados en la operación 80 para la colocación de refuerzos, tanto para el lado derecho como para el lado izquierdo, tal como se muestra en la siguiente imagen:

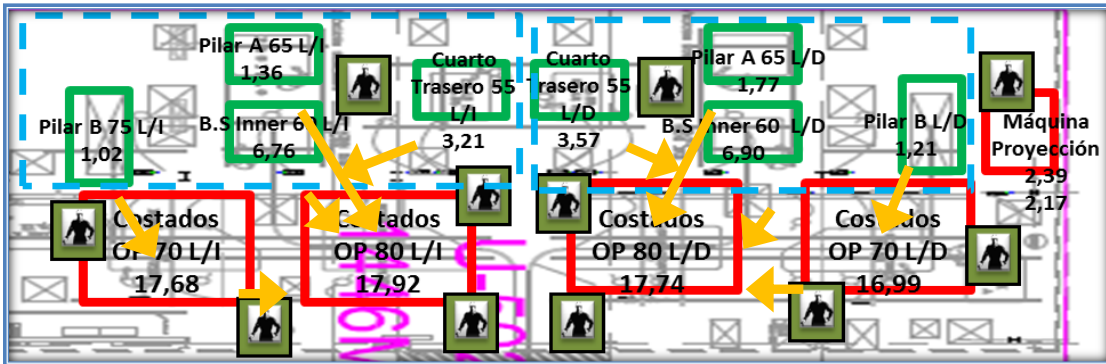


Gráfico 4: Prensa de Ensamblaje de Costados Explorer

Fuente: Imagen suministrada por la empresa.

En paralelo a estas operaciones se realizan los compartimientos de motor los cuales se dividen en 3 operaciones: Operación 10, donde se ensambla el Dash Panel, Operación 20 colocación de la Coraza y Operación 30 colocación del Front Bumper teniendo como resultado el compartimiento del motor, tal como se muestra en la siguiente imagen:

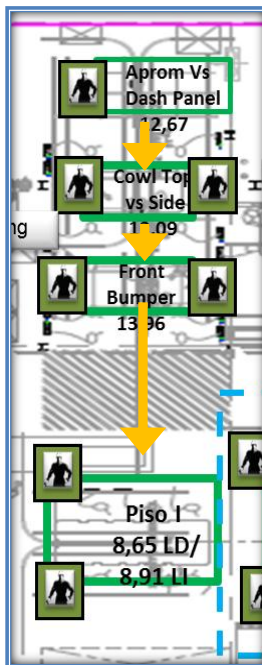


Gráfico 5: Compartimiento de Motor Explorer

Fuente: Imagen suministrada por la empresa.

Estas prensas llevan una secuencia hasta alimentar la estación de Piso I, la cual se encarga de unir el piso delantero 1 que viene de fuente ya ensamblado al igual el piso trasero, estas se unen realizando soldaduras y aplicando una serie de sellos para lograr una mayor fijación del material, luego de esto pasa a la estación de Piso II en la que se le agregan los Side Sill ubicados en los estribos del vehículo (parte lateral baja), y se suelda para su posterior pase a la estación de patines (Skidding) en la que se le colocan los patines al sub-ensamble los cuales trasladaran la unidad por el resto de las estaciones.

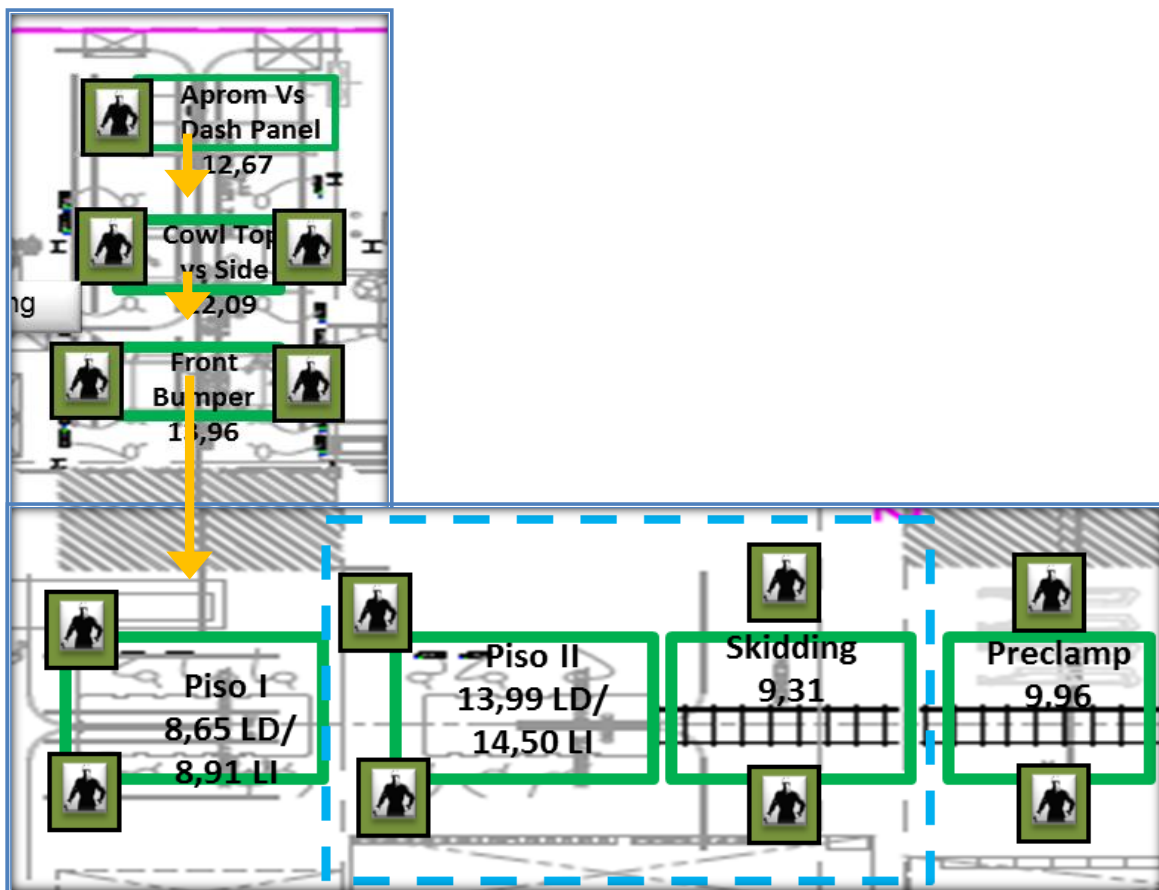


Gráfico 6: Prensa de Ensamblaje de Pisos Explorer
Fuente: Imagen suministrada por la empresa.

Luego de esto pasan a la estación de Preclamp la cual es alimentada por las prensas de costado 80 ya anteriormente nombradas y aunado a esto se le colocan las rielerias de techo y estas son fijadas mediante pestañas, a diferencia de otras prensas que se unen mediante soldaduras, tal y como se muestra en la siguiente imagen:

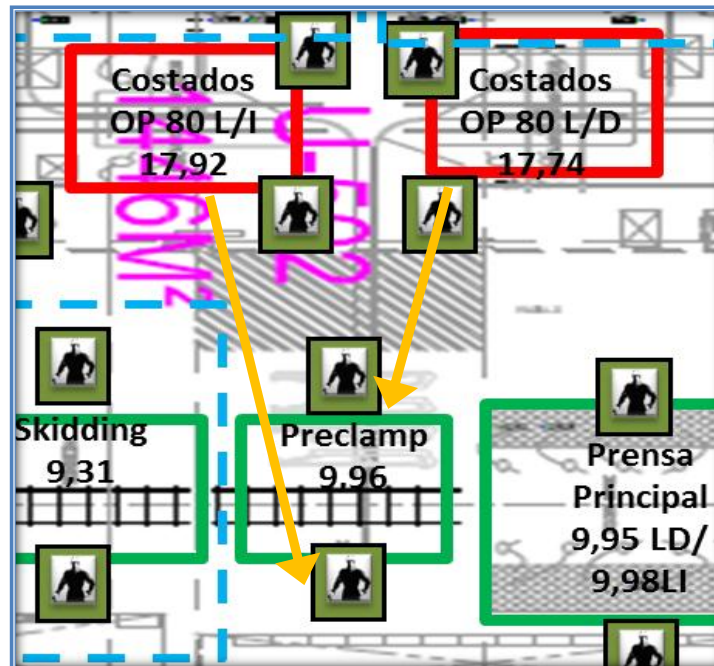


Gráfico 7: Prensa de Ensamblaje de Techo Explorer
Fuente: Imagen suministrada por la empresa.

Seguidamente, la carrocería pasa a la estación de prensa principal donde se fijan las partes mediante soldaduras y mediante una secuencia de cierre se le otorga la dimensión requerida a los sub-ensambles, (estribo vs piso, coraza vs compartimiento de motor, costados vs rieles de techo y cuarto trasero vs piso trasero).

Posterior a esto pasa a la estación de elevadores donde se le aplican los puntos de soldadura en el nivel C (parte baja) de la carrocería, después pasa a la estación de bounding, en donde se le coloca el sello y se le aplican las soldaduras y a una pequeña estación automática donde se le realiza unos orificios en los Apron ubicados a los costados del compartimiento del motor, tal y como se muestra en la imagen:

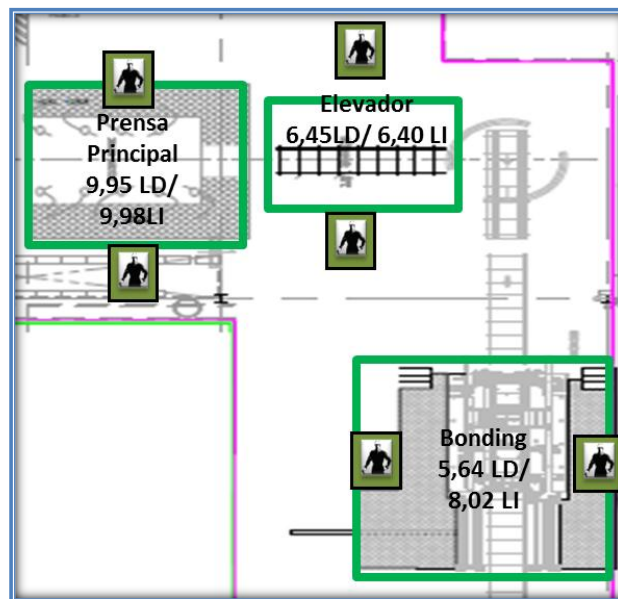


Gráfico 8: Estación de Bounding
Fuente: Imagen suministrada por la empresa.

Finalmente pasa a una serie de transfer y un conveyor que lo lleva a las estaciones de repunteo 1,2,3 y bisagrado de capot, al culminar estas estaciones, la carrocería pasa a las áreas de Acabado Metálico (AM), en cuanto a AM I se realizan las operaciones de serializado 1 y 2 (estribo y piso), rehilete para las puertas y accesorios, luego en AM II y III se agregan las puertas, guarda fangos, y capot, después pasan al área de calibración donde se verifica la carrocería con una ayuda visual e instrumentos de medición para asegurarse que la unidad

presente las holguras y enrases correspondientes, designados por control dimensional y se procede a su reparación en caso de ser necesario, seguidamente pasa a la estaciones de AM IV donde se le aplican los procesos de latonería para solventar irregularidades, esta se divide en parte baja y parte alta dependiendo de la necesidad, luego de esto pasa a la última etapa de compra donde se verifica el estado de la carrocería y pasa a la estación de colgados del área de pintura para continuar con su proceso.

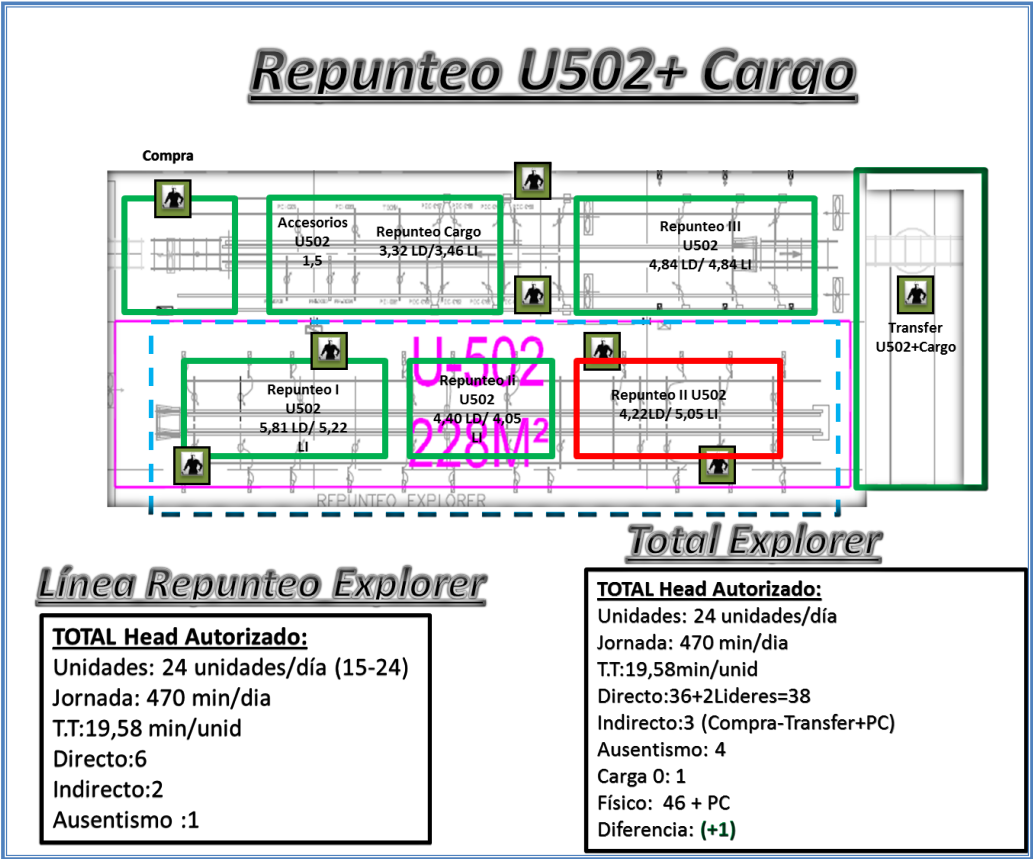


Gráfico 9: Estación de Repunteo Explorer
Fuente: Imagen suministrada por la empresa.

Metodología de Mejoras en el Proceso Productivo de Body Shop Área

Al momento de establecer una metodología es importante definirla y establecer cuáles son sus principales parámetros.

Se entiende como Metodología a la serie de métodos y técnicas de rigor científico que se aplican sistemáticamente durante un proceso de investigación para alcanzar un resultado teóricamente válido. En este sentido, la metodología funciona como el soporte conceptual que rige la manera en que aplicamos los procedimientos en una investigación.

No debe llamarse metodología a cualquier procedimiento, ya que es un concepto que en la gran mayoría de los casos resulta demasiado amplio, siendo preferible usar el vocablo método.

Describiendo Método como un modo, manera o forma de realizar algo de forma sistemática, organizada y estructurada basándose en una técnica para desarrollar una tarea con el fin de cumplir un objetivo requerido.

Una vez teniendo definido globalmente los términos de metodología y métodos se decide establecer como herramienta de aplicabilidad Seis Sigma, que es un enfoque revolucionario de gestión que mide y mejora la calidad.

Propósito de la Aplicabilidad del Trabajo

En el siguiente estudio se tiene como propósito establecer cuáles son los tipos de causantes que intervienen en la variabilidad del proceso de ensamblaje del capot de la unidad U-502, determinar si es de orden operacional o herramental, es decir, a nivel de las herramientas usadas en el proceso mencionado, para así detectar las fallas en el ciclo productivo, optimizar la utilización de los recursos, implementar una estandarización que eleve los índices

de calidad, disminuya los errores de ensamblaje del capot y futuramente ayude a detectar problemas similares en la unidad U-502.

Para comenzar con el estudio se plantea establecer el método Seis Sigma de mejora continua, el cual es un método que se centra en la reducción de la variabilidad de los procesos, permitiendo así reducir o eliminar los defectos o fallos tanto en el ensamble de los vehículos, como en áreas de mantenimiento y actividades adyacentes a la producción. La finalidad de esta metodología es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o actividad no logra cumplir los requisitos exigidos. Esta meta se establece según la clasificación en base a la eficiencia en:

- 1 sigma= 690.000 DPMO = 31% de eficiencia
- 2 sigma= 308.538 DPMO = 69% de eficiencia
- 3 sigma= 66.807 DPMO = 93,3% de eficiencia
- 4 sigma= 6.210 DPMO = 99,38% de eficiencia
- 5 sigma= 233 DPMO = 99,977% de eficiencia
- 6 sigma= 3,4 DPMO = 99,99966% de eficiencia

No obstante, para aplicar esta metodología en los diferentes procesos que conllevan al ensamblaje del capot, es necesario utilizar la herramienta D.M.A.I.C (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), herramienta estadística para la caracterización y el estudio de los procesos, con la que se verifica que los mismos se encuentren siempre dentro de los límites establecidos por Ford.

Así mismo, el estudio se inicia con el uso de la herramienta D.M.A.I.C, comenzando por la definición, donde se establece como problema principal el descuadre que existe en el capot vs guardafangos en la unidad U-502 a nivel de

enrase y holguras, siendo afectados los clientes Internos de la Compra de Body, FAI (Inspección De Auditoria Final) y GFCPA (Auditoria De Producto Y Consumidores Global Ford), departamentos que presentan continuos reportes de incidencias en las unidades por salirse de especificaciones.

Posterior a esto, se establece los parámetros a ser medidos en los puntos específicos asignados por SRI (Especificaciones y Referencias Ilustradas), estableciendo numéricamente y en forma creciente los puntos (1,2 y 3) que van desde la punta del capot hasta el borde del pilar “A” cerca del parabrisas, ver Figura 2.

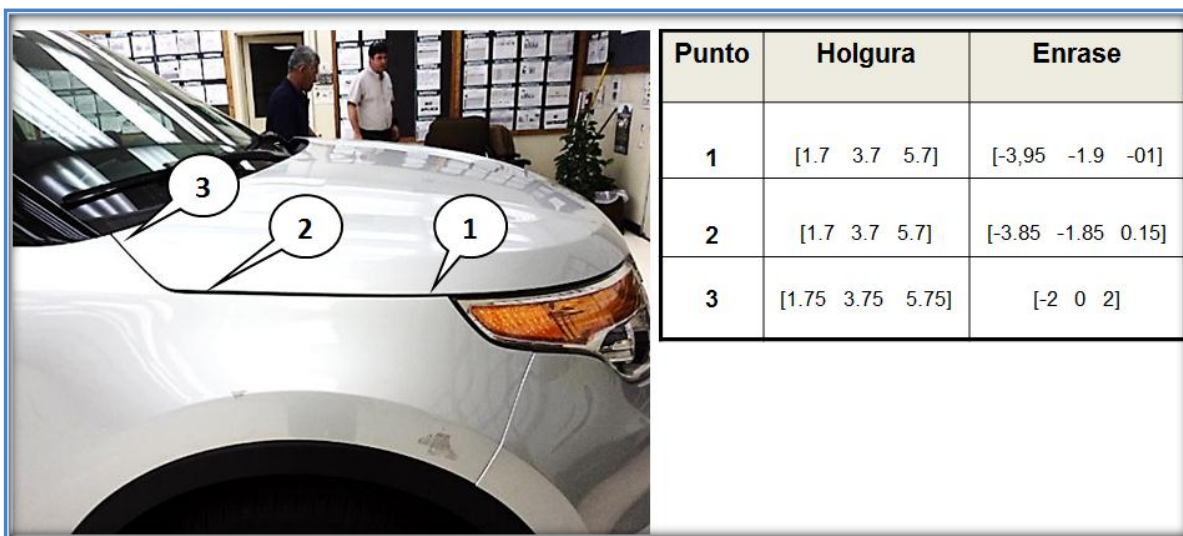


Figura 2: Especificaciones de holgura y enrase Capot Vs Guardafangos.

Se utilizó como herramientas de medición un vernier digital con un margen de error de 0.001 mm (para medir las holguras), una galga calibrada de 1 mm a 10 mm (para la medición de enrases) y unos topes de gomas ajustables que se posicionan en los orificios que se encuentran en las puntas de las escopetas,

estableciendo un punto de referencia en este caso el punto N° 1, punto a ser calibrado manualmente por el investigador y que se debe encontrar dentro de los límites de holgura de 1.7 a 5.7 mm, donde se decide colocar como constante un valor aproximado a la media de dichos parámetros, de 3 mm, luego los puntos 2 y 3 dependerán directamente de esta calibración. Una vez, calibrado y medido los puntos, se depositan los datos arrojados por los instrumentos en una hoja de Excel para ser analizados y verificar si los procesos cumplen con las especificaciones.

Seguidamente, se decide hacer la medición de una muestra de 50 Explorer tomando como punto de inicio la zona de acabado metálico III, ya que es donde se realiza el ensamble del capot, permitiendo así la visualización directa del descuadre. Se obtuvo resultados críticos de holguras entre 6 y 8 mm en el punto 2, y de 7 a 11mm en el punto 3, hechos que corroboran los reclamos realizados por los auditores de cuadratura, siendo esta la primera zona afectada luego del ensamble del capot, ocasionando un retrabajo y la inminente pérdida de tiempo y costos operativos de la compañía. De igual manera, se le hace el mismo seguimiento para detectar cuáles son las acciones de contención que se le aplica a las unidades para disminuir el descuadre, pudiendo identificar que solo el punto 3 presenta mejoras considerables mientras que el punto 2 sigue fuera de especificaciones, produciendo diagnósticos desfavorables en los clientes internos (estaciones de auditorías de calidad finales) y externos como lo son los concesionarios, quienes imputan gastos directos a la compañía por reclamos de calidad.

Una vez diagnosticado los puntos críticos (puntos 2 y 3), se decide hacer un rastreo del proceso en forma regresiva partiendo desde la cuadratura del capot, pasando por ensamble de guardafangos, bisagrado de capot y prensa principal de U-502, puntos considerados crítico después de la evaluación de todo el flujo del proceso, los cuales fueron demarcados en el siguiente Gráfico a fin de ser focalizados.

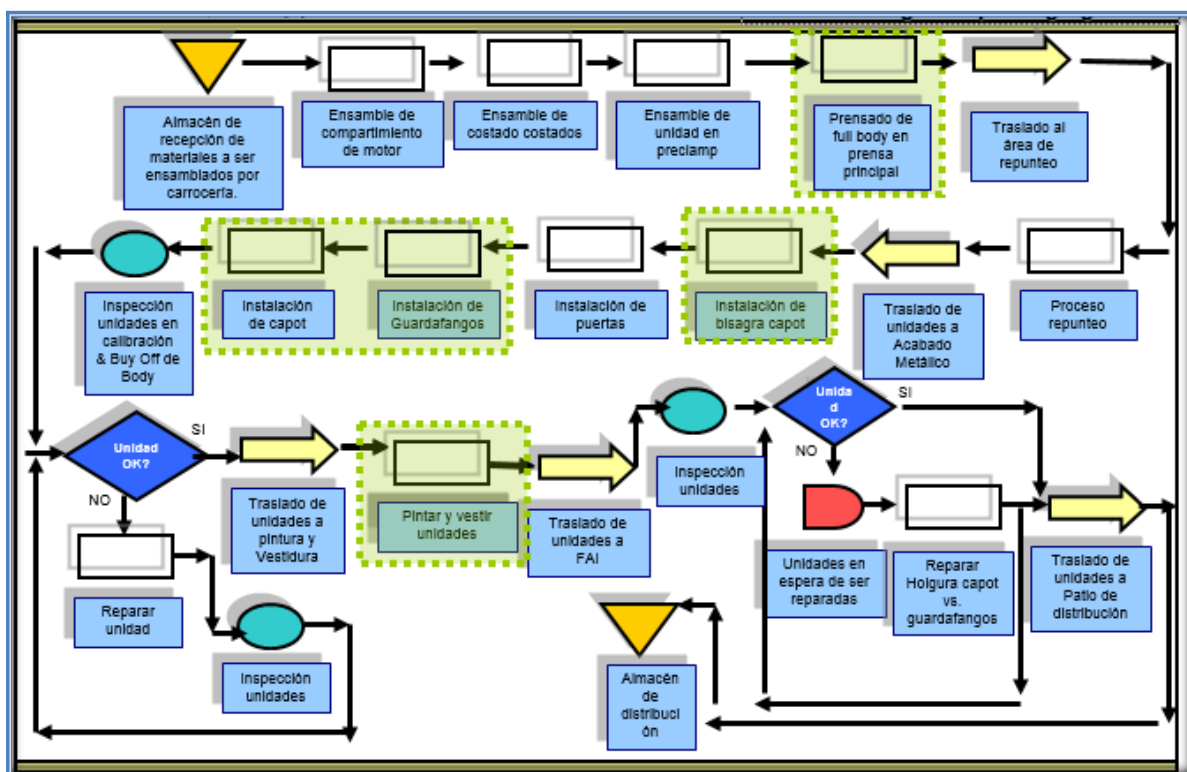


Gráfico 10: Diagrama del Proceso de Ensamble de Explorer

Luego de determinar en el flujo de proceso las posibles áreas involucradas que pueden ocasionar el descuadre del capot, se evaluó cada punto a través de un diagrama causa – efecto (Diagrama De Ishikawa), para establecer cuáles son

las estaciones considerables de investigación y cuáles son las que se encuentra en estado perfecto.

A continuación se presenta el Diagrama De Ishikawa (Espina de Pescado), en donde se expone las posibles causas en el medio ambiente, en la medición, materiales, mano de obra y método; causas consideradas con alto valor de importancia sobre el efecto Holgura incorrecta en el Capot vs Guardafangos.

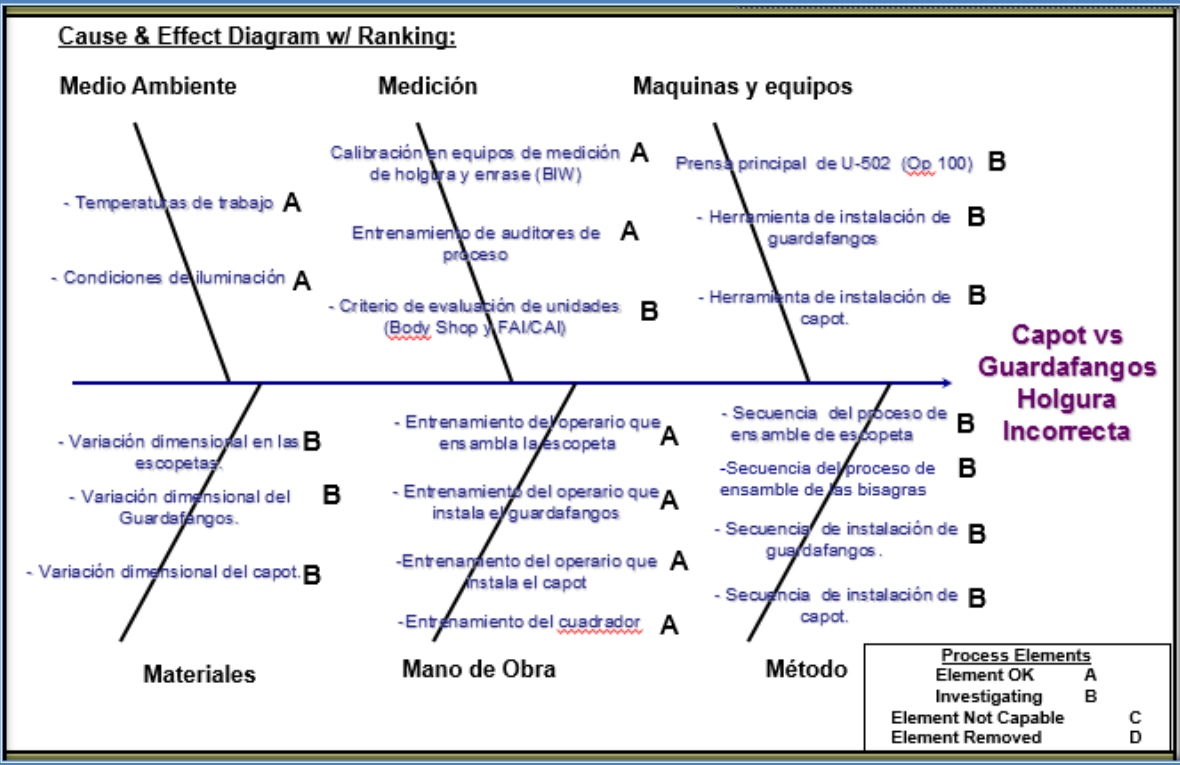


Gráfico 11: Diagrama de Ishikawa

Posterior a esto, se identificó a través del diagrama los elementos que fueron considerados puntos de investigación y se procede a ser evaluados de manera cuantitativa mediante una matriz x-y (causa-efecto), definiendo la escala

del 1 al 9 para las entradas (x) y del 1 al 10 para las salidas (y), dichas variables de entrada son consideradas objetos de estudio según el nivel de importancia que se les otorga de manera cuantitativa y la comparación de cada una de ellas con respecto a la sumatoria del valor total.

Matriz X-Y:

		1	2	
		Holgura Incorrecta Capot vs Guardafangos	Mal Enrase Capot vs Guardafangos	
		Weight	10	8
Input Variables (Xs)				Ranking
1	Criterio de Evaluacion de las unidades	1	1	18
2	Prensa Principal U-502	6	6	108
3	Herramienta de instalacion de Guardafangos	9	9	162
4	Herramienta de instalacion de Capot	9	9	162
5	Herramienta de instalacion de bisagras	9	9	162
6	Variacion dimensional de la escopeta	9	9	162
7	Variacion dimensional del Guardafangos	6	3	84
8	Variacion dimensional del Capot	6	3	84
9	Secuencia del proceso de Ensamble de Escopeta	3	6	78
10	Secuencia de instalacion de Guardafangos	9	9	162
11	Secuencia de Instalacion de Capot	9	9	162
				1344

Gráfico 12: Matriz X Y (Causa y Efecto)

De la matriz Causa Efecto se puede observar que el compartimiento del motor operación 100 donde se encuentra el ensamble de las escopetas, resalta entre uno de los puntos importantes a tomar en consideración, debido a que representa la parte más sólida del compartimiento y pieza soporte de los guardafangos, bisagras y carga del capot, es decir, todas las partes involucradas del descuadre.

Tomando como base este análisis de la matriz, se toma este elemento como una constante y se le hace un seguimiento de repetitividad para determinar si presenta discrepancia entre la escopa del lado derecho y la del lado izquierdo o si está fuera de las especificaciones establecidas. Este seguimiento se hizo en la sala de mediciones CMM con un equipo electrónico (Maquina de Medición automatizada y controlada mediante los ejes de coordenadas x,y,z) a una muestra de aproximadamente 30 Explorer donde se evidencio una variación dimensional con una desviación estándar de 1.30 mm. Desviación que se considera baja, ya que no representa un efecto mayor, descartando a este punto como causa principal del descuadre de la unidad.

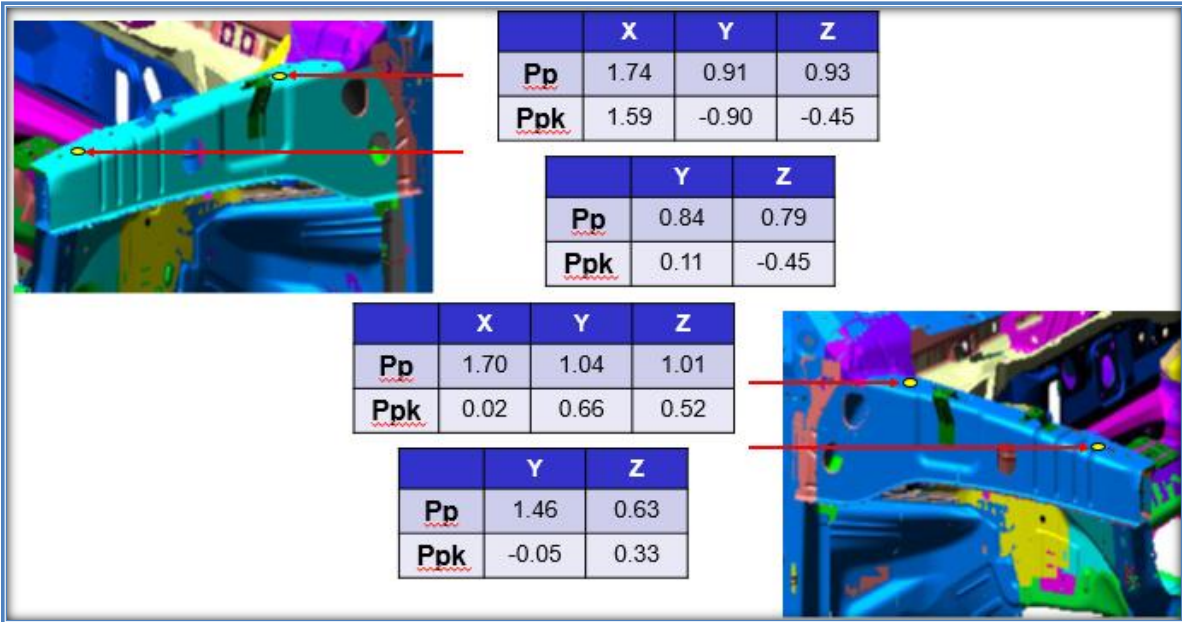


Figura 3: Dimensiones de las Escopetas del Compartimiento del Motor Explorer. Fuente: Imagen suministrada por CMM.

Como segundo elemento a tomar en consideración se procede a evaluar la secuencia de la instalación de bisagras en la zona de repunteo de Explorer, donde

se verifica que existe repetitividad y secuencia de los pasos a seguir para la realización de dicha actividad por parte de los operarios encargados.

Sin embargo a pesar del cumplimiento a cabalidad de la O.I.S (ver Anexo 1 y 2: Hoja de Instrucción de Operario) en esta estación se identifica claramente que si la operación la realizan personas diferentes presenta una gran variabilidad en el resultado de la instalación de las bisagras, es decir, se determinó que la experiencia del operador es un punto elemental para el resultado de la secuencia mencionada. Tomando en consideración el hallazgo, se decide evaluar la herramienta de bisagrado APE (Aprueba de Error), instrumento elemental utilizado por los operadores para la instalación de las bisagras.

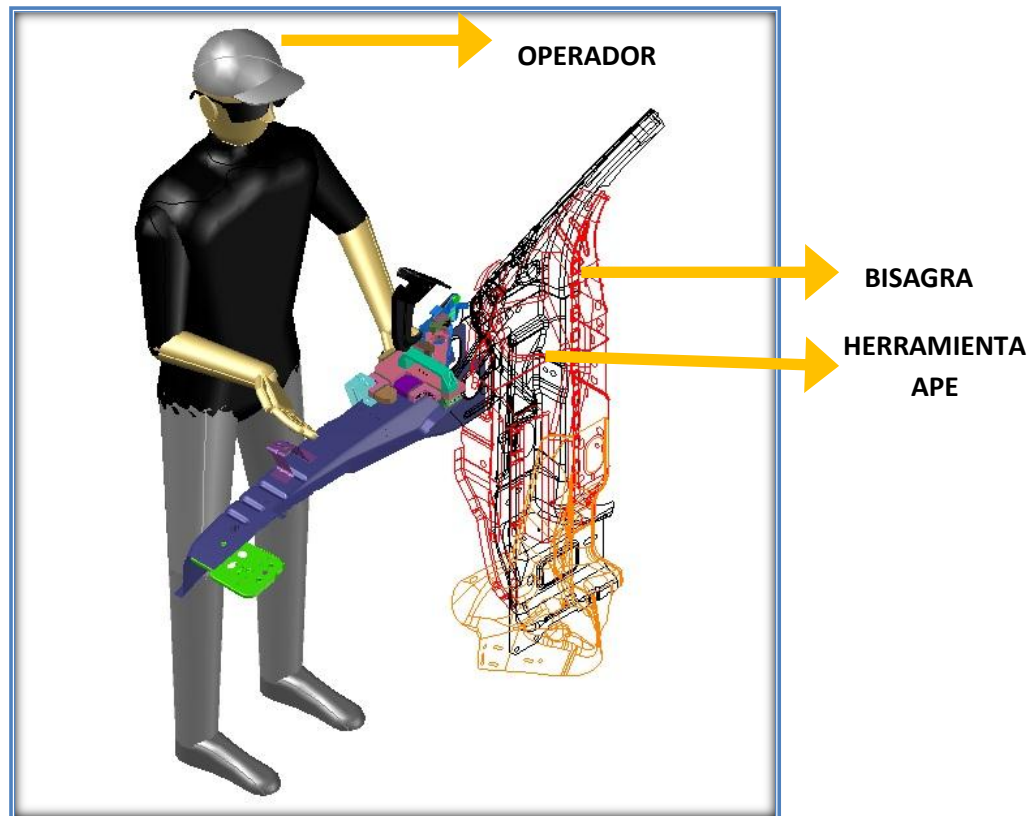


Figura 4: Instrumento de Bisagrado

Al evaluar la herramienta con distintos operarios se observó que existe inconsistencia al momento de sujeción y ubicación de los pines, es por ello que se decide modificar el instrumento para que la variable no dependa directamente de la experiencia del operador.

Cabe destacar que la herramienta de bisagrado, es un instrumento único para cada lado del capot, es decir, hay una que se utiliza para la instalación de las bisagras del capot del lado derecho y otra para el lado izquierdo. Se comienza la modificación con la herramienta del lado izquierdo, lado opuesto a donde se evidencia el problema del descuadre, tomando como hipótesis que al realizar esta modificación se creara una tensión que afecta directamente a la bisagra del lado derecho. La modificación consiste en realizar movimientos controlados en los pines de sujeción y ubicación de la herramienta, para ello se mueve el pin de control superior 1.5 mm en el eje (Y), 0.5 mm en el eje (X) y 0.5 mm en el pin inferior en el eje (-Y), dando como resultado un giro de 25° grados, lo cual hizo que el ángulo se descomponga afectando los ejes de coordenadas (X), (Y), (Z), creando efectivamente una tensión de empuje en dirección a la bisagra del lado derecho, obteniendo como consecuencia la centralización del capot al momento de ser ensamblado, mejorando directamente en el punto 2 con respecto al eje (Y) el enrase en el capot vs guardafangos y la holgura tanto en el punto 2 con respecto al eje (Z) en donde la línea del estampado del capot pasa a localizarse paralelamente a la curva que define el estampado del guardafango, así como también en el punto 3 con respecto al eje (X) en donde la línea de estampado del capot encaja directamente en el pilar "A".

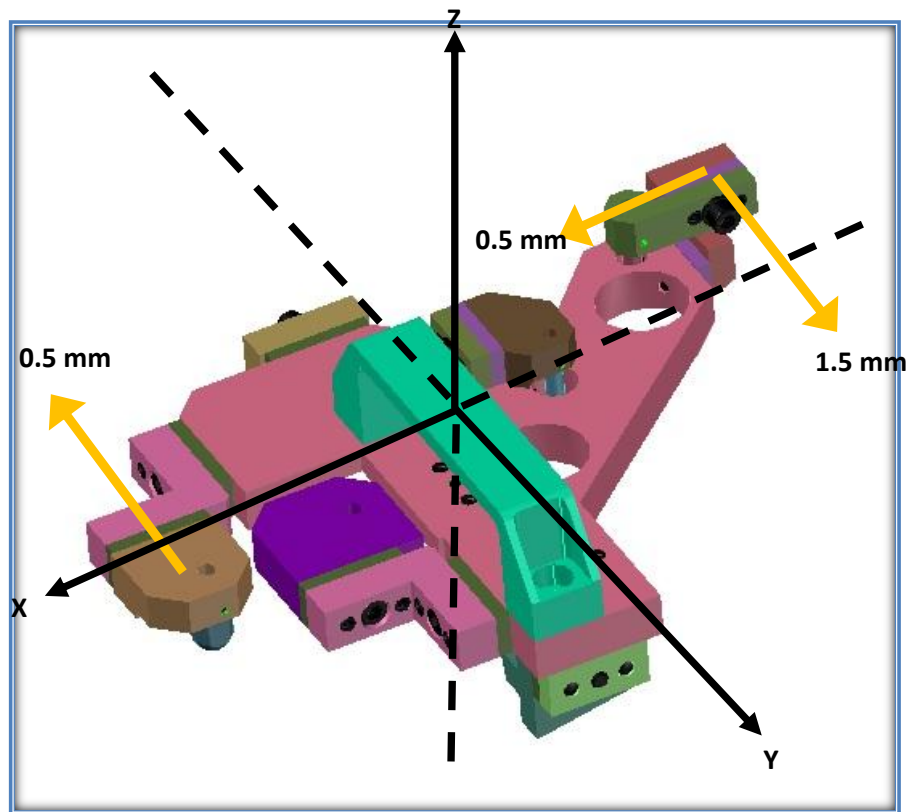


Figura 5: Herramienta de Bisagrado

Se procede a realizar otro muestreo de 20 unidades Explorer con diferentes operadores y con la herramienta de bisagrado modificada, con el fin de verificar que el movimiento descrito anteriormente arroje los resultados esperados.

Seguidamente, las pruebas se realizan tomando medición exacta de los puntos afectados (2 y 3), en donde se observó que menos de la mitad de las unidades presentaban holguras en el borde line de las especificaciones, recordando que la holgura que los puntos presentaban antes de modificar la herramienta llegaban hasta 9 mm en el punto 2 y 11 mm en el punto 3, corrigiendo dichos resultados luego de la modificación de la herramienta a efectos de holgura que varía de 4.5 mm a 5.2 mm en el punto 2 y holgura en el punto 3

que varía desde 1.45 mm a 4.60 mm. Cabe destacar, que la diferencia entre el punto 1 (punto de calibración manual) y el punto 2 no puede superar 2.2 mm de diferencia, es decir, si el punto 1 es calibrado a 3mm el punto 2 se auto calibra, los que nos daría un resultado de 5.2 mm, valor que entra en especificación.

Sin embargo, el departamento de compra body final tiene como normativa que no puede existir una diferencia mayor a los 1.5 mm y se procede a la evaluación de los otros elementos marcados en la matriz, donde se decide hacer movimientos controlados en la herramienta de guardafango, reubicando el pin de sujeción inferior de la plantilla a 1 mm en eje (Z) por encima del valor anterior, dando como resultado que el guardafango se eleve, disminuyendo la holgura existente entre el capot y el guardafango, movimiento que produjo consecuencias desfavorable debido a que la línea de carácter que posee el guardafango se desfaso con respecto a la de la puerta, y a su vez el guardafango se desplazó con respecto a la base de sujeción inferior ubicado en el costado por la parte interna de la unidad, creando una tensión desfavorable al momento de ajustar el perno de sujeción ocasionando una deformación en el guardafango y anulando el movimiento previamente realizado.

Ahora bien, para solventar el nuevo problema surgido se modificó la prensa de costado en cuanto a la ubicación de la base inferior de sujeción de guardafango realizando un movimiento de 4.5 mm en el eje (Z) para evitar la deformación del guardafango al momento de la instalación haciendo de provecho el movimiento mencionado realizado en la plantilla.

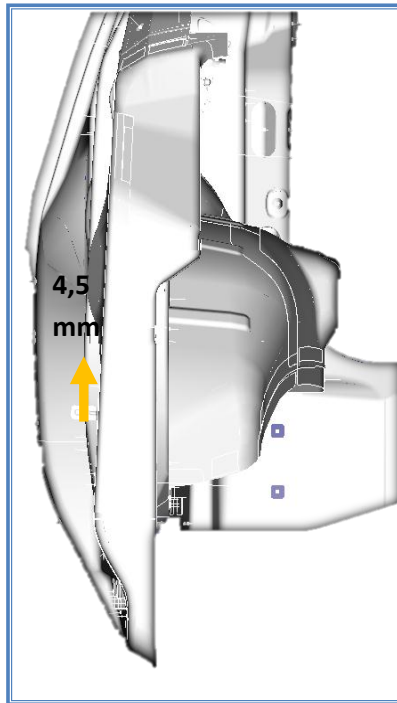


Figura 6: Vista Frontal Del Panel De Costado Explorer

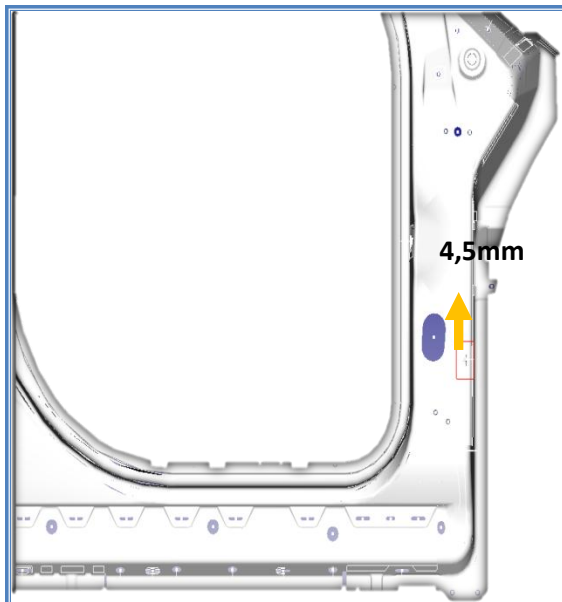


Figura 7: Vista Horizontal Del Panel De Costado Explorer

Posteriormente se procede a realizar el movimiento de los pines en la plantilla de la puerta, elevando la puerta a 1mm, lo cual ajusta la línea de carácter estampada en la puerta con la de guardafango. Con este último movimiento, se observó que además de solventar el problema de la línea de estampado puerta vs guardafango se mejora la holgura existente entre la puerta y el riel de techo Explorer.

Por otra parte, se decide tomar nuevamente otra muestra de 10 Explorer en puntos específicos en el recorrido de toda la planta, debido que los auditores internos de FAI seguirían reportando holgura fuera de especificaciones en el punto 2, lo cual generó hipótesis sobre la posible deformación del capot a lo largo del recorrido posterior a su ensamble. Entre los puntos de carrocería se procede a medir antes (ver Tabla N° 1) y después de las reparaciones (ver Tabla N° 2) de cuadratura dando como resultado que las especificaciones de los puntos se mantenían y en su defecto mejoraban minuciosamente, sin embargo es de gran importancia resaltar que el tiempo de reparación disminuyó en gran porcentaje y aproximadamente 1.26 min. Disminuyendo los costos operacionales y el cuello de botella existente en el área.

MEDICIONES HOLGURA CAPOT VS GUARDAFANGO EXPLORER (CALIBRACIÓN)						
SERIAL	L/D			L/I		
	1	2	3	1	2	3
8573	3,15	3,64	3,15	3,14	2,38	0
8432	3,21	4,67	0	3,12	2,5	2,45
8964	3,05	3,8	1,8	3,07	2,3	3,12
8433	3,19	4,82	0	3,09	2,26	2,88
8434	3,12	4,33	3,12	3,19	2,98	3,72
8957	3,11	3,89	1,87	3,12	2,01	2,44
8582	3,15	4,82	2,84	3,08	2,59	2,77
8906	3,19	4,62	3,45	3,08	2,74	3,15
8905	3,01	5,3	5,51	3,13	3,25	0

TABLA N° 1

MEDICIONES HOLGURA CAPOT VS GUARDAFANGO EXPLORER (DESPUÉS DE CUADRATURA)						
SERIAL	L/D			L/I		
	1	2	3	1	2	3
8573	3,16	3,38	3,33	3,14	3,7	3,02
8432	3,25	4,12	2,37	3,2	1,53	1,82
8964	3,04	3,1	3,06	3,15	1,51	2,21
8587	3,03	5,12	2,85	3,14	3,52	2,54
8433	3,18	4,28	2,13	3,12	2,19	3,05
8434	3,1	4,14	2,88	3,17	2,55	2,76
8957	3,2	4,5	2,77	3,05	2,48	2,73
8582	3,14	4,93	2,55	3,22	3,03	2,67
8906	3,12	4,31	2,24	3,03	2,98	3,51
8905	3,16	4,9	4,25	3,09	3,46	3,35

TABLA N° 2

Posterior a esto se procede a medir en el área de pintura tanto en la estación Fondo (ver Tabla N° 3) como en Manicure (ver Tabla N° 4), debido a que se presume la deformación del capot por altas temperatura que presentan las termo cuplas de los hornos, donde el metal puede sufrir una dilatación ocasionando el fenómeno descrito, o que el soporte colocado en dicha zona para el levantamiento del capot con la finalidad de ser pintado en la parte interna del compartimiento de motor de la unidad genere la deformación, sin embargo se reiteró la continuidad sin variabilidad de las holguras en dichos puntos. Dejando sin valides la hipótesis planteada.

MEDICIONES HOLGURA CAPOT VS GUARDAFANGO EXPLORER (FONDO)						
SERIAL	L/D			L/I		
	1	2	3	1	2	3
8573	3,12	3,62	3,51	3,15	3,73	2,79
8432	3,24	4,07	2,62	3,13	1,6	1,69
8964	3,05	3,11	3,12	3,1	1,48	1,28
8587	3,06	5,19	3,09	3,18	3,55	2,56
8433	3,12	4,33	1,91	3,25	2,59	2,99
8434	3,11	4,45	2,86	3,17	2,52	2,27
8957	3,14	4,66	2,74	3,08	2,66	2,83
8582	3,17	5,12	2,9	3,33	3,2	2,63
8906	3,18	4,52	3,02	3,08	2,90	3,12
8905	3,18	4,86	4,5	3,06	4,06	3,42

TABLA N° 3

MEDICIONES HOLGURA CAPOT VS GUARDAFANGO EXPLORER (MANICURE)						
SERIAL	L/D			L/I		
	1	2	3	1	2	3
8573	3,13	3,46	3,29	3,18	4,1	2,39
8964	3,05	3,21	3,09	3,19	1,81	2,21
8587	3,04	5,14	3,17	3,14	3,54	2,33
8433	3,16	4,76	2,12	3,06	2,47	2,94
8434	3,13	4,5	3,06	3,19	2,54	2,51
8957	3,16	4,36	2,07	3,05	2,88	2,68
8582	3,14	5,29	2,46	3,24	3,08	2,44
8906	3,16	4,4	2,57	3,06	3,04	3,06
8905	3,17	5,34	4,02	3,12	4,05	3,37

TABLA N° 4

Luego se estudia el área de pasajero zona descrita en el proceso, donde se agregan todas las autopartes, accesorios y el motor a la carrocería de la unidad U-502, en dicha área se establece la hipótesis de descuadre del capot, debido a la alta manipulación ejercida sobre el mismo por parte de los operarios. Se realiza todo el proceso de medición explicado en el área de carrocería en las estaciones Entrada Vestidura (ver Tabla N° 5) y Salida Monorriel (ver Tabla N° 6) y se determina en el estudio que el punto 2 presenta continuidad en las mediciones tanto en holgura como enrase), exceptuando en compra final de pasajero (ver Tabla N° 7) donde se le adiciona una goma para evitar pases de agua, fricción y abolladuras entre el guardafango y el capot. Es importante mencionar, que en el área de pasajero aún no se ha colocado la cerradura del capot, pieza fundamental

para sujetar el golpeador superior ubicado en el capot haciendo que la goma se compacte y no exista variabilidad en holgura.

MEDICIONES HOLGURA CAPOT VS GUARDAFANGO EXPLORER (ENTRADA VESTIDURA)						
SERIAL	L/D			L/I		
	1	2	3	1	2	3
7701	3,12	3,28	1,3	3,96	2,84	1,64
7492	2,56	5,16	4,03	3,19	2,94	2
7706	3,08	6,05	4,07	3,3	2,98	2,39
7474	3,26	4,52	4,23	3,26	2,88	2,16
7390	3,18	4	3,83	3,12	2,43	3,26
8524	2,92	4,31	4,24	2,97	5,36	2,42
7379	3,101	4,48	2,62	2,73	2,61	2,75
7708	2,9	3,44	2,08	3,28	3,53	1,84
7476	2,52	5,07	3,77	3,14	2,93	1,53
7481	3,14	3,71	3,98	2,95	3,6	1,58

TABLA N° 5

MEDICIONES HOLGURA CAPOT VS GUARDAFANGO EXPLORER (SALIDA MONORRIEL)						
SERIAL	L/D			L/I		
	1	2	3	1	2	3
7701	2,95	3,12	1,37	3	2,45	1,69
7492	2,5	5,92	4,32	3,06	2,54	2,09
7706	3,06	5,3	3,96	3,1	2,87	2,62
7474	3,34	4,5	4,2	3,58	3,03	2,42
7390	3,17	3,96	4,1	3,04	2,77	3,43
8524	2,72	4,21	4,24	3,12	5,08	2,4
7379	3,08	4,54	2,77	2,75	2,58	2,89
7708	3,02	4,27	2,06	3,45	3,57	1,9
7476	2,94	5,04	3,72	2,85	2,06	1,73
7481	3,12	4,4	4,1	3,08	3,61	1,63

TABLA N° 6

MEDICIONES HOLGURA CAPOT VS GUARDAFANGO EXPLORER (COMPRA L. FINAL)						
SERIAL	L/D			L/I		
	1	2	3	1	2	3
7701	10,38	6,35	1,77	9,51	6,23	2,26
7492	8,17	8,48	4,68	9,33	5,09	2,53
7706	7,79	8,42	4,38	10,9	6,64	2,98
7474	8,81	6,66	4,67	9,87	5,83	2,78
7390	9,64	7,6	4,4	10,45	5,94	3,88
8524	11,3	9,06	4,67	7,48	8,02	3,29
7379	9,05	7,26	3,04	9,04	5,53	3,1
7708	9,91	8,03	2,62	8,12	5,51	2,53
7476	8,09	7,82	4,3	9,3	5,35	2,02
7481	8,76	7,34	4,44	10,27	6,66	2,29

TABLA N° 7

Por último, se realizó el estudio en el área de prueba de agua (ver Tabla N° 8) ubicado en la periferia de la planta, donde se observó que el operario solo coloca la cerradura del capot y no realiza el debido ajuste de calibración en el trancador superior del capot. Es por ello, que se plantea que al realizar este proceso, el operario debe medir y verificar que el punto 1 este dentro de las especificaciones de holgura. Caso contrario a lo planteado, el operario debe ajustar y desajustar (calibrar) la cerradura dependiendo cual sea el caso hasta que entre en la especificación correcta.

MEDICIONES HOLGURA CAPOT VS GUARDAFANGO EXPLORER (CUADRATURA PATIO)						
SERIAL	L/D			L/I		
	1	2	3	1	2	3
7701	5,98	5,91	1,93	5,4	5,31	2,75
7492	4,06	7,39	4,87	7,9	5,5	3,8
7706	4,31	8,11	4,5	6,21	5,23	3,07
7474	4,07	5,97	4,02	5,49	5,06	3,26
7390	4,39	6,8	5,17	5,13	4,98	4,7
8524	7,14	8,15	4,1	5,57	8,17	4,38
7379	5,71	7,27	4,15	5,41	5,48	3,43
7708	3,34	6,04	3,17	3,88	4,96	2,96
7476	4,48	7,56	4,34	7,23	4,85	2,05
7481	4,03	5,93	4,25	5,72	6,66	3,18

TABLA N° 8

Cabe destacar, que este proceso no se visualizó en el área por lo tanto el estudio arrojó holguras fuera de especificaciones en el punto 2 debido a que este se calibra automáticamente después de realizar la del punto 1.

Resultados Obtenidos

A continuación se realizó un cuadro comparativo de las medidas del punto 2 y 3 a partir de una muestra de 10 Explorer tomadas de una población de 50 unidades antes de la modificación de las herramientas (ver Tabla N° 9) y de una muestra de 10 Explorer luego de haber realizado las modificaciones de las herramientas descritas anteriormente (ver Tabla N° 10) con la finalidad de ver el comportamiento del proceso, por medio de los valores estadísticos del PP y PPK y determinar la Capacidad Potencial de Calidad del mismo, estimar si el proceso en cuestión podrá o no satisfacer las especificaciones y, en este último caso, conocer los porcentajes de unidades no conformes que se obtendrán.

PP (Índice Potencial de Desempeño) y PPK (Índice Real de Desempeño), los cuales son evaluados tomando en cuenta la variabilidad total del proceso sin importar si el proceso está estable o no. Ahora bien, para que un proceso tenga un desempeño total el PP debe ser mayor o igual a 1.33, mientras que para la verificación real del desempeño PPK el proceso también debe ser igual o mayor que 1.33

Para la evaluación de la data obtenida y presentadas en las tablas 9 y 10 se implementó la utilización de las siguientes formulas, obteniendo los resultados respectivamente en las tablas 9.1 y 10.1.

$$C_p = \frac{T}{6S} \quad C_{pk} = \frac{t_{\min}}{3}$$

MEDICIONES H OLGURA CAPOT VS GUARDAFANGO EXPLORER (CALIBRACIÓN) ANTES DE LA MODIFICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS			
SERIAL	L/D		
	1	2	3
7701	3,2	6,41	6
7492	3	5,19	7,3
7706	3,4	6,65	4,2
7474	3,26	4,56	5,6
7390	3,2	5,27	10
8524	3,1	5,86	5,26
7379	3,101	4,98	3,62
7708	3,3	5,79	9,11
7476	3,4	6,23	8,2
7481	3,2	7,08	5,36

TABLA N° 9

MEDIA	3,2161	5,802	6,465
DESVIACION TIPICA	0,129447072	0,801703741	2,109803835
PP	4,763851798	0,769195196	0,296236072
Ti	11,71212278	5,116603289	2,234804924
Ts	19,18853754	-0,127229043	-0,338894066
PPK	3,904040925	0,042409681	0,112964689

TABLA N° 9.1

MEDICIONES HOLGURA CAPOT VS GUARDAFANGO EXPLORER (CALIBRACIÓN)			
SERIAL	L/D		
	1	2	3
8573	3,15	3,64	3,15
8432	3,21	4,67	0
8964	3,05	3,8	1,8
8433	3,19	4,82	0
8434	3,12	4,33	3,12
8957	3,11	3,89	1,87
8582	3,15	4,82	2,84
8906	3,19	4,62	3,45
8905	3,01	5,3	5,51

TABLA N° 10

MEDIA	3,131111111	4,432222222	2,415555556
DESVIACION TIPICA	0,06679155	0,556479509	1,739533782
PP	9,232704877	1,108157005	0,359291671
Ti	21,42652952	4,909834371	0,382605709
Ts	38,4612859	2,278211068	1,916860989
PPK	7,142176506	0,759403689	0,127535236

TABLA 10.1

De ambas tablas se puede concluir que aunque el PP y el PPK no presentan valores mayores a 1.33 en los puntos 2 y 3, se denota su alto mejoramiento después de haber realizado las modificaciones en las herramientas con un porcentaje de hasta un 25% en el PP del punto 2 y un 53.87% en el PPK

del punto 2, obteniendo de esta manera que el proceso está más centrado en la segunda fase después de la modificación de la herramienta.

Por otro lado se realizaron cálculos de DPMO en base a las muestras tomadas durante el estudio donde se demostró en base a las mediciones de la tabla N° (mala) que existían 700.000 defectos por millón de oportunidades (ver Tabla N°) y luego de realizar las modificaciones a la herramienta se redujo la cantidad de defectos por millón de oportunidades a un valor de 100.000 defectos, representando en el método Seis Sigma un avance considerable que se ajusta de 1 Sigma a posicionarse en 3Sigma, lo que representa una mejora del 60% en los defectos detectados en la cuadratura del capot vs guardafango en el punto de la unidad U-502.

Defectos	7	Defectos	1
Unidades	10	Unidades	10
Oportunidades	1	Oportunidades	1
DPO	0,70	DPO	0,10
DPMO	700.000	DPMO	100.000

Finalmente, se concluye que los procedimientos y movimientos realizados en el área de carrocería cumplieron con los objetivos planteados demostrados de manera gráfica (ver Gráfico N° 13), en donde se observa que las curvas descritas por las mediciones tomadas en las áreas de carrocería pintura y pasajero hasta la estación de monorriel se encuentran en su mayoría dentro de especificación, debido a que se aprecia que cada variable del Gráfico está por debajo de la holgura 5.2, exceptuando compra final y cuadratura en el patio. Lo anterior descrito, se puede apreciar por separado en los gráficos 1.1 y 1.2, en donde se detalla en el primero las líneas por debajo de la holgura 5.2 mm de las áreas de carrocería y pintura y en el segundo las líneas solo por debajo de la holgura 5.2 de

las estaciones entrada de vestidura y salida de monorriel. Es por ello, que se recomienda una revisión total del procedimiento a seguir para la cuadratura de la cerradura, debido a que en las muestra se presentan unidades con holguras del punto 1 con 7mm y en el punto 2 con 8mm, es decir, holguras incorrectas fuera de especificación.

Así mismo, se recomienda realizar adaptación de clanes de sujeción en el diseño de la herramienta de bisagrado, para asegurar un proceso totalmente limpio siendo estos clanes una prueba de error de la herramienta, disminuyendo considerablemente la variabilidad causada por el humano.

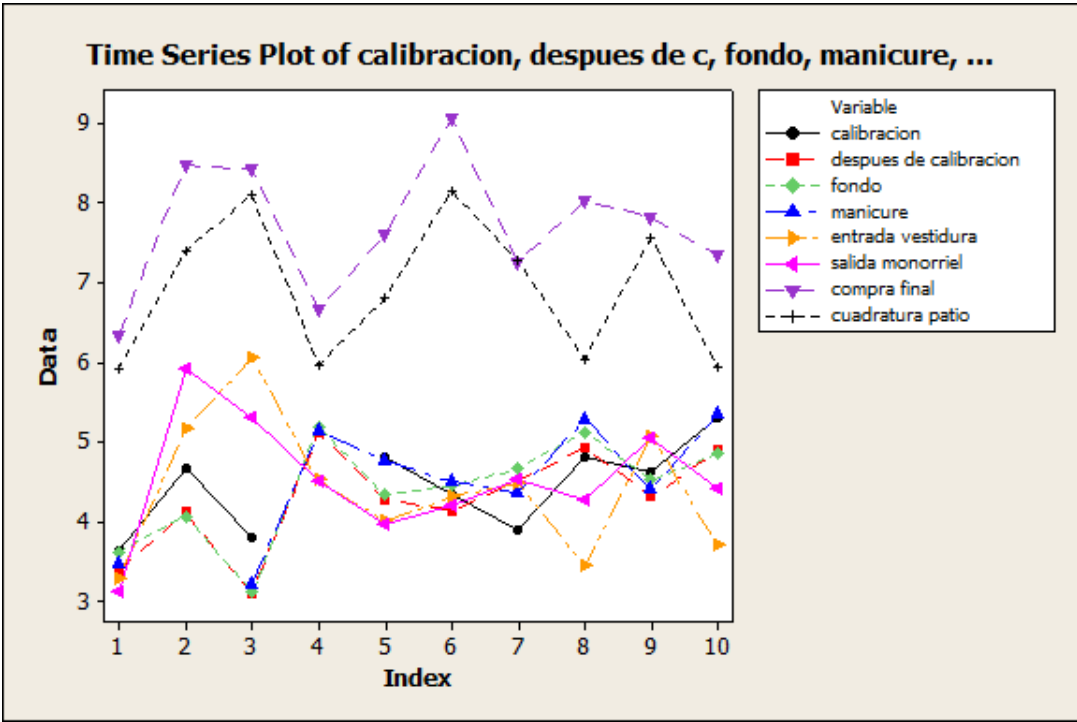


Gráfico 13: Comparación de calibración por áreas

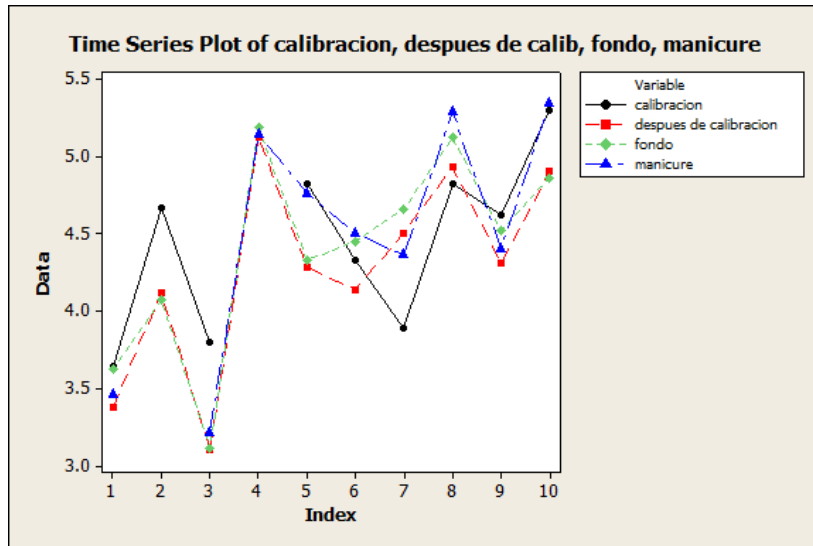


Gráfico 13.1: Comparación de calibración por áreas

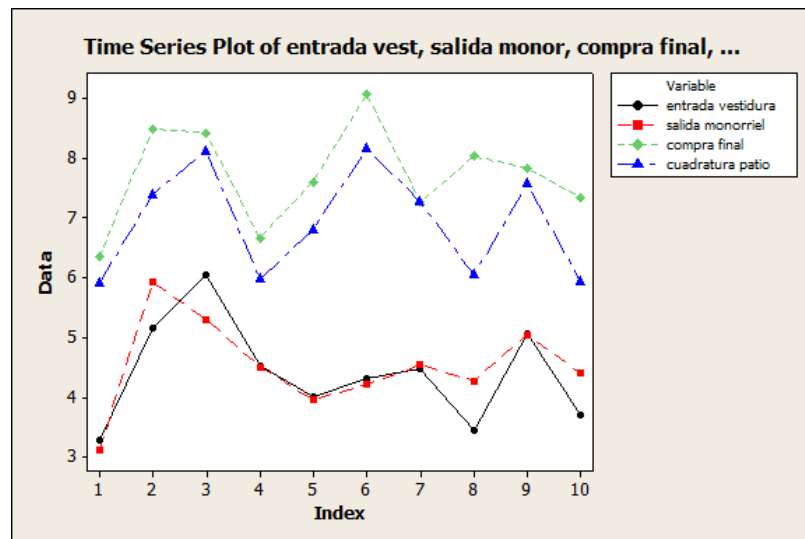


Gráfico 13.2: Comparación de calibración por áreas

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las actividades realizadas en este periodo de pasantías dieron cumplimiento a los objetivos de afianzar el aprendizaje obtenido durante la carrera universitaria y adquirir así las destrezas, aptitudes y habilidades necesarias en el campo laboral.

En relación a las actividades realizadas en el departamento de carrocería de la empresa Ford Motor de Venezuela S.A, específicamente para el proyecto de evaluar el proceso de instalación y análisis del comportamiento dimensional de las escopetas y capot de la Explorer (U-502) mediante la utilización de la metodología 6 sigma de mejora continua, se puede concluir que el objetivo fundamental de esta filosofía está en utilizar herramientas que permitan la optimización de los procesos, generando beneficios a costos mínimos. Como su columna vertebral está centrada a la mejora continua siempre en la búsqueda de disminuir pérdidas o fallas en los diferentes departamentos que conforman la organización. Con este proyecto se logró reducir la incidencia de errores hasta un 60%, con una desaturación del cuello de botella en reparaciones bastante considerable de hasta 1.20 min en promedio por unidades procesadas lo que trajo ahorros económicos para la organización. Además se vieron ventajas extras en forma de mejoras ergonómicas y disminución de esfuerzo por lo que la disposición del trabajador aumento considerablemente.

Gracias a los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera fue posible aplicar las distintas metodologías de la ingeniería en la realización del kaizen, que pudo ser plasmado mediante el ciclo D.M.A.I.C.

Las 16 semanas de la pasantía representaron una experiencia de aprendizaje que permitió intercambiar conocimientos y descubrir el mundo corporativo y del ensamble automotriz. En función de todos los conocimientos adquiridos, es posible realizar recomendaciones para continuar el proceso de mejora continua:

- Revisión del proceso de cuadratura del golpeador del capot en prueba de agua, y actualización de la O.I.S de esta operación.
- Modificación del diseño de la herramienta APE en la estación de bisagrado agregándole clanes de sujeción, para la disminución de la variabilidad agregada por el error humano.
- Aplicación de esta metodología a otras estaciones del proceso para aumentar el indicador del DPMO mejorando el indicador global de la compañía.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Mikel Harry, Richard Schroeder, Don Linsenmann (1999). **Six Sigma, The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing The World's Top Corporations**

Editorial: Doubleday.

Albert Suñé Torrents, Francisco Gil Vilda, Ignasi Arcusa Postils (2004). **Manual práctico de diseño de sistemas productivos**

Ediciones Díaz de Santos

ANEXOS

O.I.S HOJA DE INSTRUCCION DEL OPERARIO															
	Sección:	ACABADO METALICO			Llave de ajuste:	Coloque:	Código de O.I.S:	Código de nueva versión:	Referencia de la Parte:	Página	Numero de				
	Proceso:	Instalación de Capat U-502			U-502	TODOS				_1_ de _1_	Revisión				
Ford Andina	Número de:	Capat: IL-BB53-010209-16300-01													
Simbolar	Clase									OTROS					
del Proceso															
1	SECUENCIA DE TRABAJO				Simbolar	RECOMENDACIONES PARA EL TRABAJO	SEGURO Y	DIAGRAMA DE RECORRIDO							
1	Obtener herramienta de capat (Operaria LD)														
2	Engranchar Capat al herramienta (Operaria LD)														
3	Colocar herramienta de cuadratura de capat					Tener precaución al trasladar el material para no quepearlo o castrarlo accidentalmente.									
4	Paricionar capat alineandolo con la bisagra sobre la unidad (ambas operarias)														
5	Obtener pístola neumática y 2 pernar (W5054335439) (ambas operarias)														
6	Ajustar tornillar (ambas operarias)														
7	Desvalor pístola neumática o su lugar (ambas operarias)														
8	Obtener tarquímetro (ambas operarias)														
9	Aplicar Tarque 20,0± 3,0 Nm. (ambas operarias)					Verificar que tenga el tarque especificada									
10	Desvalor tarquímetro o su lugar														
11	Rotiar herramienta del capat (Operaria LD)														
12	V. de la operaria de la izquierda ajustar														
13	Tamar Ara de Pilar A lado derecho					Verificar instalacion de ara en unidador									
14	Colocar tornillar y ajustar														
15	Tamar ara de pilar E (ambas la dar)														
16	Ajustar tornillar de ara														
17								Firma:	Ficha:						
18								Operaria:							
19								Líder de Manuf:							
20								Seguridad:							
21								Inq. Del Area:							
22															
Total del tiempo individual →					0,00	0,00	0,00		Lentes	Bata	Tapones auditivos	SQC	Guante	Respiradora	Otra
Task Time															
Tiempo de ciclo total →					Marque con una X →										
					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Anexo 1: Hoja de Instrucción de Operario (Parte 1)

