

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

Departamento Metal – Mecánica

Ing. Mecánica

Implementation of J03W at Chassis line

Luis Angel Sosa Pereda



mazda

Asesor:

Dr. Roberto Carlos García Gómez



Diciembre - 2014. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.

Índice

Tabla de ilustraciones	2
1. Introducción	6
2. Objetivos y justificación	7
2.1 Justificación	7
2.2 Objetivo.....	7
2.3 Objetivos específicos	7
2.4 Caracterización del área de participación.....	8
2.4.1 Antecedentes históricos de la empresa	8
2.4.2 Misión.....	10
2.4.3 Visión	11
2.4.4 Política de calidad	11
2.4.5 Organización	11
2.5 Problema a resolver	12
2.6 Alcance y limitaciones.....	12
3. Fundamento teórico	13
3.1 Tecnología Skyactiv.	13
3.1.1 Motores de gasolina Skyactiv-G 2.0 L y 2.5 L.....	13
3.1.2. Transmisión automática Skyactiv-Drive de 6 velocidades	15
3.1.3. Carrocería y Chasis Skyactiv	16
3.2. Calidad Total.....	16
3.2.1. Sistemas de aseguramiento de la calidad: ISO 9000	17
3.2.2. El manual de calidad y los procedimientos	18
3.3 Línea de ensamble.....	20
3.3.1. Ejemplo en la industria automotriz.....	20
3.4 Kouteizu	21
3.5 Broadcast.....	24
3.5.1. Explanation Sheet	24
3.5.2. Hoja de instrucciones de operación	26
3.6 Dispositivos Poka-Yoke	28
3.6.1. ALC System (Poka-Yoke).....	28
3.7 Hoja de monitoreo de puntos críticos	29
3.7.1. Rangos de Calidad.....	31
3.8 Balanceo de línea	31

3.8.1. Hoja de carga de trabajo y Hoja de trabajo estándar	32
4. Desarrollo de las actividades	35
4.1 Pasos de la implementación	42
4.1.1. Kouteizus	42
4.1.2. Sumario de tiempos	43
4.1.3. Base de datos: Herramientas, listado de partes, personal, etc.	43
4.1.4. Programación de eventos: Slow Build, TTO, PP, QCV y MP.	43
4.2 Issues de Kouteizu	44
4.3 Modificaciones de Broadcast	48
4.4 Hojas de revisión de Zone – Hosho	51
4.5 Realización de hojas de monitoreo de puntos críticos	53
4.6 Programación de dispositivos Poka – Yoke	54
4.6.1. Generalidades	54
4.6.2. Programación	59
4.7 Problemas de calidad	65
4.7.1. Gráfica de calidad mensual	65
4.7.2. Presentación de resultados a supervisores	66
5. Conclusiones y recomendaciones	68
5.1 Conclusión	68
5.2 Recomendaciones	71
7. Referencias bibliográficas y virtuales	72
Anexos	73
Kouteizu	73
Broadcast puntal delantero	74
Broadcast sección 5 y 6	75

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Organización TCF	11
Ilustración 2. Se muestra la gráfica de comportamiento teórico e ideal de la relación de compresión del combustible respecto al torque que otorga	14
Ilustración 3. Pistón modificado para el motor Skyactiv, con una cúpula que ayuda para lograr las altas relaciones de compresión y las cavidades a estabilizar la combustión	14
Ilustración 4. Kouteizu de chequeo de torque del convertidor catalítico.	22
Ilustración 5. Se muestra Kouteizu con revisión 0 correspondiente al modelo USA	22
Ilustración 6. Kouteizu de aseguramiento de crossmember a carrocería. Rango A	23
Ilustración 7. Esta sección de la Kouteizu nos permite identificar en que parte se llevará a cabo la operación.	23

Ilustración 8. Se muestran paso a paso las actividades a realizar, herramientas, tiempos entre otras cosas.	24
Ilustración 9. Encabezado de una Explanation Sheet	25
Ilustración 10. Contenido de la Explanation Sheet.	25
Ilustración 11. Interpretación de Explanation Sheet.	26
Ilustración 12. Hoja de instrucción de operaciones (izquierda) y la colocación de la hoja, aunque no siempre se encuentra en esa posición, depende de la parte a ensamblar (derecha).	26
Ilustración 13. Encabezado de hoja de instrucción de operaciones.	26
Ilustración 14. Contenido de una Hoja de instrucción de operación.	27
Ilustración 15. Sistema Poka-Yoke en un proceso de producción.	28
Ilustración 16. Distribución de la información por medio del ALC System.	29
Ilustración 17. Hoja de monitoreo de puntos críticos de aseguramiento de montante.	30
Ilustración 18. Hoja de Carga de trabajo y sus características.	33
Ilustración 19. Hoja de trabajo estándar y sus características.	34
Ilustración 20. TCF y su distribución por áreas: Trim, Chasis y Línea final.	35
Ilustración 21. Vehículos pasando por el área de sección 5.	36
Ilustración 22. Casamiento de motor a carrocería.	36
Ilustración 23. Vehículo con vista bajo piso.	37
Ilustración 24. Colocación y aseguramiento de fascia.	37
Ilustración 25. Unidad ensamblada bajo piso lista para pasar al área de Línea final.	38
Ilustración 26. Operación de aseguramiento de fascia y rechequeo de tubería de freno.	38
Ilustración 27. Motor pre ensamblado recibido de la planta de motores.	39
Ilustración 28. Línea de ensamble de motor.	39
Ilustración 29. Casamiento de suspensión delantera a motor.	40
Ilustración 30. Motor completamente ensamblado, listo para unirse a carrocería.	40
Ilustración 31. Línea de ensamble delantero.	41
Ilustración 32. Suspensión trasera modelo J36W.	41
Ilustración 33. Suspensión trasera modelo J03W.	42
Ilustración 34. La instalación del brazo inferior a crossmember no es una actividad compartida entre sección 22/05.	44
Ilustración 35. Kouteizu corregida, corresponde únicamente a la sección 22.	44
Ilustración 36. Se observa como esta Kouteizu tiene la autorización para ser utilizada como máximo hasta la prueba PP (revisión 2), la cual ya no corresponde.	45
Ilustración 37. A partir del 16 de octubre de 2014, esta Kouteizu ya aplica para la fase de MP, además de haber sufrido ya un cambio de sección (revisión 2).	45
Ilustración 38. Se observa como el rango de torque para aseguramiento en su límite superior es igual al torque de rechequeo, ahí entra en juego lo que es el torque estático y dinámico.	45
Ilustración 39. A diferencia de la Kouteizu de la ilustración 38, aquí se muestra un mayor rango de apriete para el rechequeo de torque.	46
Ilustración 40. Las siglas WM10DBL hacen referencia a una herramienta Hitachi.	47
Ilustración 41. Así luce actualmente la Kouteizu para la MP, EYFLA4A hace referencia a la herramienta Panasonic.	47
Ilustración 42. Herramienta Hitachi (WM10DBL) y Panasonic (EYFLA4A).	47

Ilustración 43. Fragmento de Broadcast de modelo J03W, marcadas las casillas de transmisión (140) y montante #3 y #4 (680).....	48
Ilustración 44. Se señala el ASP y su respectivo ASV tal cual aparece en el Broadcast de la transmisión.	49
Ilustración 45. Se señala el ASP y su respectivo ASV tal cual aparece en el Broadcast del montante #3 y #4.....	49
Ilustración 46. Fragmento de Broadcast de eje delantero.	50
Ilustración 47. ASP C03, correspondiente al resorte y los ASV (F, G, H, J) de los cuales ninguno de ellos pertenece al que se presenta en el Broadcast.	50
Ilustración 48. Último Zone - Hosho del área de ensamble de motor (sección 22).	51
Ilustración 49. En amarillo las marcas de certificación realizadas por el Zone - Hosho.	52
Ilustración 50. Fragmento de hoja de Zone - Hosho de la sección 5.	53
Ilustración 51. Diagrama general del funcionamiento de los dispositivos Poka - Yoke.	55
Ilustración 52. Cuando el vehículo entra en la estación donde tenemos el dispositivo Poka - Yoke el controlador recibe instrucciones del ALC Room sobre el aseguramiento que va a realizar.....	55
Ilustración 53. Una vez iniciado el trabajo de aseguramiento el controlador mantiene los resultados hasta completar la operación por completo.	56
Ilustración 54. Cuando la operación termina el controlador envía los resultados del aseguramiento al ALC System, donde son almacenados.	56
Ilustración 55. El vehículo sale de la estación de trabajo.	56
Ilustración 56. Controlador Atlas Copco utilizado para torquímetros con antena inalámbrica.	57
Ilustración 57. Torquímetro inalámbrico utilizado en dispositivos Atlas.	57
Ilustración 58. Torquímetros utilizados en la zona de motores, estaciones 25 y 26.	57
Ilustración 59. Dispositivo marca Uryu, utilizado principalmente para herramientas neumáticas.	58
Ilustración 60. Herramienta neumática (UA90MC).	58
Ilustración 61. Particularidades controlador Atlas Copco.	58
Ilustración 62. Este es un formato "No oficial" (lado izquierdo) utilizado como borrador para realizar la programación de los dispositivos en el ALC System (lado derecho).	59
Ilustración 63. Los puertos que se van a utilizar serán el A, B y D, con su especificación de torque respectiva cada una.....	59
Ilustración 64. Se agregaron las herramientas (T05-040 y demás en rojo) y su especificación de torque.	60
Ilustración 65. Se coloca el término por el cuál es conocido el controlador, la ubicación y los puertos a utilizar.	60
Ilustración 66. Se muestra la colocación en la segunda ventana del ALC System.	60
Ilustración 67. Se le coloca una nueva etiqueta de reconocimiento a la herramienta (Work ID), se coloca el límite superior e inferior de torque permitido y el número de aprietes que se deben realizar.....	60
Ilustración 68. Vista de la programación de la tercera ventana del ALC System donde colocas los límites de torque permitido y el número de aprietes.	61
Ilustración 69. Es aquí donde se especifica a que modelos se aplicará la herramienta.....	61

Ilustración 70. Esta es la parte final de la programación. 62

Ilustración 71. Se observa que tienen diferentes números de aprietes para cada canister. .. 62

Ilustración 72. En esta ventana se coloca el ASP y su respectivo ASV para identificar cada pieza y saber el número de apriete que necesita. 63

Ilustración 73. Esta es la cuarta ventana del ALC System. 63

Ilustración 74. En esta parte ya aparece como operación específica, por lo que debe seguir el ASV para identificar que debe realizar. 63

Ilustración 75. Identificación de la operación como específica. 64

Ilustración 76. No se observa ningún error por lo que se prosigue a enviar toda la nueva programación a los dispositivos. 64

Ilustración 77. En esta parte se envía definitivamente la programación a todos los dispositivos. 64

Ilustración 78. Presentación de resultados a supervisores. 67

Ilustración 79. Junta semanal con supervisores. 67

1. Introducción

La mayoría de las empresas o industrias que se comienzan a establecer o a operar, tienen que pasar por un proceso muy largo de planeación y preparación para poder empezar sus actividades. Hablando del rubro automotriz específicamente, es un proceso complicado que requiere de una coordinación muy específica, además de una preparación de alto nivel, teniendo en cuenta el alcance del producto final obtenido, el cual pone la vida y confianza de los clientes en sus manos. Una preparación tomada a la ligera (que no sea la adecuada), podría generar problemas de dimensiones tan enormes para la empresa provocando grandes pérdidas económicas, sabiendo que esto último es la base de todo negocio o empresa.

Mazda Motor Operaciones de México S.A. de C.V. es una ensambladora de autos japoneses que se estableció en México a principios del año 2013; teniendo en producción actualmente el modelo J36W (Mazda 3), para el mes de octubre de 2014 se planea implementar o producir un nuevo modelo para cumplir con los objetivos que se plantearon al comenzar la construcción de la planta, ese modelo es el J03W (Mazda 2).

Este informe, está centrado principalmente en las actividades que se realizaron para poder implementar la producción del nuevo modelo J03W, específicamente en el área de Chasis de TCF, más adelante se muestra la división por áreas en que está distribuida la producción de estos vehículos; cabe mencionar que cuando se empezó a involucrar en el proyecto, las actividades ya se encontraban avanzadas, puesto que dicho proceso es realmente muy largo y se requeriría de mucho más tiempo del que se cuenta.

Por último, pero no menos importante, un factor que influirá de manera directa en el proyecto es que la producción actual será aumentada un 50% más, es decir de una producción de 40 JPH (vehículos por hora), aumentará a 60 JPH, aumentando el tiempo tacto de operación por cada estación. Esto conlleva una mayor coordinación en el proceso, además de contar con planes de reacción que nos impidan paros de línea por fallas de herramientas o dispositivos, por lo que las actividades también tendrán relación con este aumento de producción mencionado.

2. Objetivos y justificación

2.1 Justificación

El presente proyecto pretende colaborar en la fabricación de un nuevo modelo de automóvil en la planta Mazda Motor Operaciones de México S.A. de C.V., además de apoyar en el aumento de la producción por hora, esto debido a que las pretensiones de la empresa es producir durante el primer año 140,000 unidades hasta alcanzar la cifra de 230,000 por año, estas divididas en ambos modelos, J36W (Mazda 3) y J03W (Mazda 2) que se producirán para el mercado norteamericano (uno de los mercados más fuertes de Mazda), latinoamericano y Europeo.

2.2 Objetivo

Actualizar, modificar y rebalancear la línea de Chasis de TCF, implementando el nuevo modelo J03W 2015, evitando paros de línea por proliferación de partes, dispositivos y herramientas. Aunado a la anterior se atenderán los problemas y defectos de calidad que se generen debido a la implementación del nuevo modelo y al aumento de producción.

2.3 Objetivos específicos

- Programación de dispositivos Poka-Yoke en el área de Chasis de TCF.
- Ubicar donde se necesitan reajustes de torques de herramientas, así como solicitar nuevas de ser necesarias de acuerdo a las especificaciones.
- Realizar una reprogramación de los nuevos números de partes que se utilizaran en la línea para evitar que los dispositivos los desconozcan y ocurran paros de línea, o peor aún pasen por la línea sin aseguramiento en determinada parte.
- Asegurar la calidad en el proceso, haciendo énfasis en los rangos A y AR.
- Elaboración de la documentación necesaria para los registros de las nuevas unidades J03W, como “Hoja de monitoreo de puntos críticos”, “Broadcast”, Zone Hosho, entre otras.
- Revisión de las cargas de trabajo con apoyo de supervisores para aumentar la producción un 50% la actual.
- Atacar los problemas de calidad que se generen, como partes mal ensambladas, piezas equivocadas, entre otras.

2.4 Caracterización del área de participación

2.4.1 Antecedentes históricos de la empresa

Mazda Motor Corporation (マツダ Matsuda) es un fabricante de automóviles con sede principal en Hiroshima, y con plantas en las localidades de Hiroshima; Nishinoura, Nakanoseki (Hofu); y Miyoshi, Japón. Comenzando con un hecho particular en manos de Jujiro Matsuda que decidió reconvertir la Toyo Cork Kogyo Company Ltd, fundada el 30 de enero de 1920 y dedicada a los derivados del corcho, en una empresa íntegramente volcada en la producción de máquinas y equipos industriales creados por Curtis.

El detonante que hizo posible este cambio fue el nuevo escenario tras la I Guerra Mundial. Tres años más tarde, cuando un terremoto devasta la región de Tokio, EE.UU. envía camiones y pequeños vehículos para ayudar a la reconstrucción. Es así como el automóvil, hasta entonces considerado un bien de lujo, se impone como vector del desarrollo. La empresa inicia entonces la producción de un vehículo de dos ruedas con un motor de dos tiempos, con tal éxito que en unos pocos años, esta actividad eclipsaría a todas las demás.

Tras la segunda guerra mundial y el sin fin de cambios que hubo en el panorama mundial, fue hasta el año 1960 que Mazda inicia su gran expansión comercial, implantándose primero en Europa y, más tarde, en EE.UU., impulsada por dos hitos que la hicieron destacarse por encima de otras compañías automovilísticas japonesas: la fabricación de su primer vehículo de cuatro ruedas (el Mazda R360 Coupe) y su clara apuesta por el desarrollo del motor rotativo Wankel, que posteriormente le traería grandes dividendos.

Internacionalmente, la década de los 70 para Mazda supuso el liderazgo en rendimiento. El motor rotativo Wankel rendía mucho más en comparación con los motores basados en pistones usados por la competencia, de ahí que Mazda basara todo su potencial en incorporarlo en prácticamente todos los vehículos que facturaban, desde el RX-7 hasta la gran berlina Luce.

Mazda también contribuyó a la línea de modelos de Ford, como por ejemplo el Ford Probe basado en el MX-6. Pero el verdadero hito de esta década llegó en 1989, cuando Mazda presentó en el Salón del Automóvil de Chicago el revolucionario deportivo Mazda MX-5. Este modelo cambió el mercado de los deportivos, que hasta su aparición eran caros y pesados.

Para el año 2000, Mazda comienza el nuevo siglo con un récord Guinness: el roadster MX-5 se convierte en el deportivo más vendido de todos los tiempos, con una cifra cercana al millón

de unidades vendidas hasta la fecha. En abril de 2002, Mazda sienta las bases de una nueva forma de entender su negocio, presentando su filosofía Zoom-Zoom, cuyo mensaje transmite placer de conducción, dinamismo, prestaciones, economía y respeto medioambiental, y en virtud del cual se compromete ante el mundo del motor a reducir los consumos de sus vehículos un 50% antes de 2015. Un mes más tarde, lanza su primer vehículo en esa línea: el Mazda6, al que seguirán los Mazda2, Mazda3, Mazda5, CX-7 y RX-8 que supondrán una renovación total de la gama bajo la filosofía Zoom-Zoom.

En 2003, el mundo del automóvil premia la longeva apuesta de Mazda por el motor creado por Felix Wankel, concediéndole el premio al Motor Internacional del Año a su motor rotativo RENESIS integrado en el Mazda RX-8. La última generación del Mazda MX-5, presentada en 2005, fue el primer modelo en el que Mazda introdujo su “Estrategia del gramo”. Mientras el resto de fabricantes trabajaban a fondo en el desarrollo a largo plazo de biocombustibles y tecnologías híbridas, Mazda, sin descuidar estas investigaciones, se preocupaba de aplicar una medida tan práctica como inmediata: la reducción de peso de sus coches mediante la utilización de aceros de alta resistencia y la supresión de elementos superfluos. Esto implicó un menor consumo de combustible y niveles más bajos de emisiones de CO2.

Con unos precios del combustible cada vez más elevados en el panorama, Mazda aprobó en 2007 “Zoom-Zoom sostenible”, un programa que asume el compromiso voluntario de desarrollar procesos de fabricación más respetuosos con el medio ambiente y tecnologías que le permitan alcanzar la ambiciosa meta de elevar al 30% la eficiencia de combustión de todos los vehículos Mazda comercializados en todo el mundo en 2015 (con respecto a la gama de 2008).

A partir del 2010 Mazda presenta dos novedades que sientan las bases para sus modelos futuros: la tecnología SKYACTIV y el lenguaje de diseño KODO, que en japonés quiere decir “alma del movimiento”. Este diseño se aplica a los conceptos Shinari, Minagi, en el que se inspira el CX-5, y Takeri, estos dos últimos presentados en 2011.

En el apartado tecnológico, el concepto SKYACTIV engloba un conjunto de innovaciones en los motores, las transmisiones, las carrocerías y los chasis que Mazda implementará en toda su gama de vehículos, y con las que se ha propuesto reducir las emisiones y consumos de sus vehículos en un 30% antes de 2015. La tecnología SKYACTIV se centra principalmente en nuevos motores excepcionalmente resistentes, en los que la relación de compresión se ha llevado a un nuevo nivel, optimizándose la combustión interna, y una construcción más robusta

y más segura que, al mismo tiempo, es más ligera. Los reconocimientos son inmediatos: La tecnología SKYACTIV, recibe el Premio a la Tecnología de Automoción del Año 2011-2012 otorgado por JAHFA (Japan Automotive Hall of Fame), así como el Premio a la Tecnología del Año 2012, concedido por la Asociación de Investigadores y Periodistas de Automoción de Japón (RJC).

Para poder alcanzar el ambicioso objetivo de aumentar la eficiencia de combustión en un 50% en el periodo 2001-2015, Mazda se ha propuesto aplicar una estrategia de construcción en bloques que se traduce en la introducción paulatina de dispositivos eléctricos auxiliares en los motores de combustión interna SKYACTIV. En 2009 se da el primer paso, con el desarrollo del sistema “i-stop” o sistema de corte de ralentí, que equipará todos los motores de gasolina y diésel SKYACTIV en Europa. Al que le seguirán componentes eléctricos adicionales como el sistema de frenado regenerativo “i-ELOOP”, que actualmente está desarrollando Mazda para recuperar energía durante la deceleración.

Aunque haya optado por un enfoque de desarrollo de motores distinto al de otros competidores en el que la base es la tecnología SKYACTIV de combustión interna, Mazda tiene planes de comercializar vehículos híbridos a medio plazo. Por eso, Mazda y Toyota han llegado a un acuerdo en 2010 para combinar su tecnología híbrida, ya ensayada en el Prius, con los motores SKYACTIV y fabricar bajo licencia.

El 6 de octubre del 2005 Mazda introdujo al mercado mexicano la marca del Zoom - Zoom. En el 2011, después de 6 años en el mercado, Mazda Motor Corporation realizó el anuncio de inversión para la instalación de una planta de manufactura en Salamanca Guanajuato. En octubre del mismo año se celebró la ceremonia de la primera piedra de esta planta. Posteriormente, el 27 de febrero del 2014 se realizó la ceremonia de inauguración de la planta, presidida por el Presidente de la República Mexicana el Lic. Enrique Peña Nieto así como por el Presidente y CEO de Mazda Motor Corporation Takashi Yamanouchi y el Presidente y CEO de Sumitomo Corporation Kuniharu Nakamura. En dicha planta se producirán durante el primer año 140,000 unidades, hasta alcanzar posteriormente 230,000 unidades para la fabricación del Mazda 2 y el Mazda 3. [1]

2.4.2 Misión

Con pasión, orgullo y velocidad, comunicarse activamente con nuestros clientes para entregarles los mejores productos y servicios automotrices que excedan sus expectativas.

2.4.3 Visión

Crear nuevo valor, entusiasmar y deleitar a los clientes con los mejores productos y servicios automotrices.

2.4.4 Política de calidad

Ofrecemos productos y servicios que cumplen con todos los requisitos legales y de nuestros clientes, mejorando continuamente la eficacia del sistema de gestión de calidad a través de nuestro fiable trabajo.

2.4.5 Organización

En el siguiente diagrama se muestra la estructura de organización del área de TCF donde se llevan a cabo las actividades, dejando de lado áreas como inspección, calidad de materiales y demás debido a que esos departamentos no son de TCF, son externos y pertenecen a otra división.

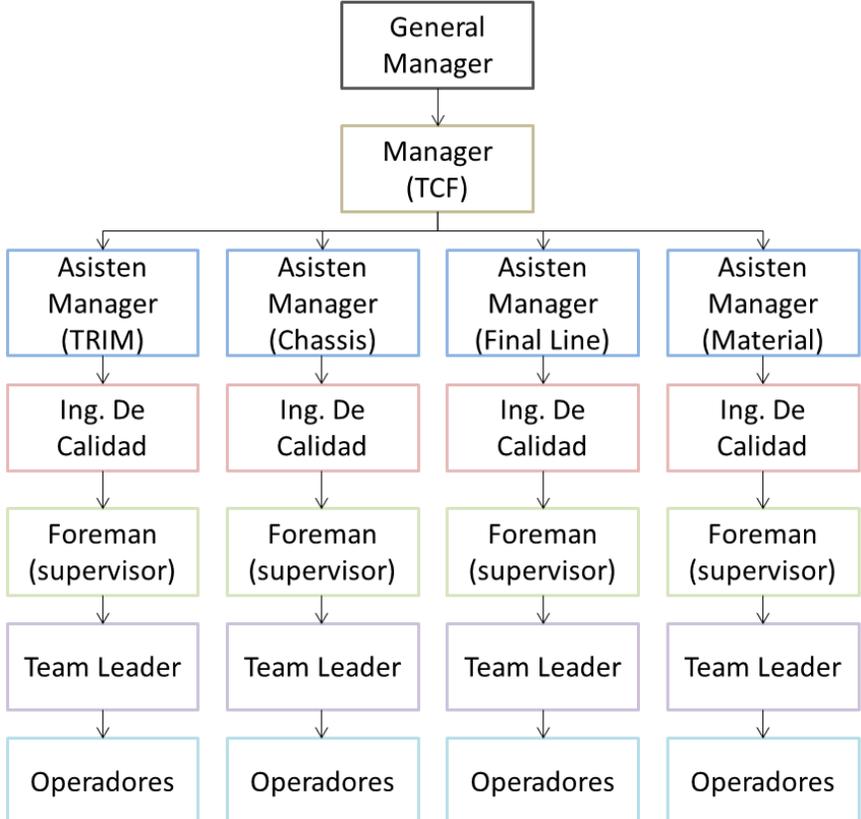


Ilustración 1. Organización TCF

2.5 Problema a resolver

Como es bien sabido y comentado a través del reporte, los objetivos de la planta Mazda México, es la fabricación de dos modelos de automóvil con su tecnología SKYACTIV que son los modelos J36W y J03W, de los cuáles la producción hasta antes del mes de octubre sólo correspondía al primero de ellos. Por lo tanto el proyecto forma parte de la implementación del nuevo modelo J03W para su producción al mercado de Europa y Latinoamérica (inicialmente estaba planeada la producción exclusiva para Europa y Norteamérica, pero no tuvo el impacto que se esperaba en esta última zona por lo que la producción para los países de Norteamérica fue cancelada y retomada la producción a Latinoamérica); además no sólo se enfocará en la producción del auto, también se aplicarán mejoras en el proceso de ensamble en la línea de chasis.

También será de gran apoyo en el rebalanceo que sufrirán todas las líneas de TCF debido al aumento de la producción.

2.6 Alcance y limitaciones

Para lograr producir un vehículo, no sólo se necesita de una sola Shop o área de actividades, más bien es un trabajo en conjunto de áreas como son las Shops de estampado, body, pintura y TCF, el proyecto estará centrado a esta última área. TCF a su vez, está dividida en 3 áreas principales que son Trim, Chasis y Línea final. Como el nombre del proyecto lo indica, este se llevará a cabo en el área de Chasis de TCF, comprendida a su vez por 4 secciones: 5, 6, 22 y 23.

- **Sección 5:** Primera área de ensamble bajo piso, principal actividad: casamiento de motor y suspensión trasera a carrocería.
- **Sección 6:** Segunda área de ensamble bajo piso, principalmente, el aseguramiento de frenos y ensamble de fascias y cubiertas.
- **Sección 22:** Una de las áreas más importantes y críticas: El área de ensamble de motor.
- **Sección 23:** Ensamble de ejes delanteros y traseros, así como ambas suspensiones (trasera y delantera).

3. Fundamento teórico

3.1 Tecnología Skyactiv.

Mazda Skyactiv es una plataforma de automóvil desarrollada por el fabricante de automóviles japonés Mazda, caracterizada por su rigidez, ligereza, y la utilización de una avanzada tecnología en cuanto a motores y transmisiones. El objetivo principal de esta nueva plataforma es reducir las emisiones y el consumo de combustible en los futuros automóviles que el fabricante japonés comercialice en el mercado. La plataforma Skyactiv incorpora todo un conjunto de tecnología que apuesta por optimizar lo ya conocido. Es decir, Mazda apuesta principalmente por coches con motores de combustión en lugar de los vehículos eléctricos, híbridos o movidos por pila de combustible. El objetivo es mejorar el motor de combustión interna y todos sus elementos adyacentes, teniendo en cuenta que los motores de combustión interna todavía desaprovechan un porcentaje muy alto de la energía que contiene el combustible, debido a su poca eficiencia térmica. Pero la tecnología Skyactiv va más allá de la optimización de los motores. Reinventa el proceso integral de desarrollo e ingeniería de un vehículo. La tecnología Skyactiv permite fabricar cajas de cambio más efectivas, ligeras, con componentes que generan menos fricción interna. La nueva carrocería Skyactiv es un 8% más liviana y un 30% rígida y el chasis reduce un 14% su peso. Todo ello contribuye a una mayor eficiencia y un mayor respeto medioambiental, así como un mejor comportamiento dinámico.

[2]

Esta tecnología tiene como fundamento 3 modificaciones principales:

3.1.1 Motores de gasolina Skyactiv-G 2.0 L y 2.5 L

Es un motor de 4 cilindros, que eroga 165 CV a 6.000 r.p.m y ofrece un par motor de 210 Nm a 4.000 r.p.m. La principal novedad de este motor es su extraordinaria relación de compresión 13:1 con gasolina Magna. Una alta relación de compresión en un motor de gasolina mejora la eficiencia térmica y como consecuencia, baja el consumo de combustible.



Ilustración 2. Se muestra la gráfica de comportamiento teórico e ideal de la relación de compresión del combustible respecto al torque que otorga.¹

Pero también provoca fácilmente el picado de válvulas o “autoencendido” debido a la cantidad y superior presión de los gases residuales calientes presentes en la cámara de combustión. Para solucionar este aspecto, Mazda ha diseñado un nuevo colector de escape 4-2-1 relativamente largo, que evacua mejor los gases y evita que retornen al interior de la cámara de combustión. También se ha mejorado la pulverización del combustible, se ha acortado la duración de la combustión y se han añadido cavidades a los pistones para hacer la combustión más rápida, minimizando así el efecto de autoencendido.



Ilustración 3. Pistón modificado para el motor Skyactiv, con una cúpula que ayuda para lograr las altas relaciones de compresión y las cavidades a estabilizar la combustión.²

¹ Obtenido de: <http://www.mazdamexico.com.mx/mexico/skyactiv>

² Obtenido de: <http://www.mazdamexico.com.mx/mexico/skyactiv>

El motor de gasolina Skyactiv-G también se caracteriza por funcionar con unas mínimas “pérdidas de bombeo”, que básicamente es el vacío que se produce en la cámara de combustión cuando el pistón inicia su carrera descendente. Estas “perdidas de bombeo”, que perjudican la eficiencia del motor, se eliminan mediante un sistema de sincronización secuencial de las válvulas de admisión y escape (S-VT). El nuevo motor con tecnología Skyactiv monta pistones y bielas más ligeros. Como consume menos energía para funcionar, el consumo de combustible también es inferior.

- Pistones y bulón de pistones más leves (reducción de 20%)
- Varillas de conexión más ligeros (reducción de 15%)
- Reducción en la fuerza de tensión del aro del pistón (reducción de 37%)
- Cigüeñal más estrecho (reducción en diámetro de 6%, reducción en ancho de 8%)
- Adopción del seguidor de leva (más que 50% reducción en fricción de válvulas)
- Adopción de una bomba de aceite compacta electrónica con presión variable (reducción de aprox. 45% en pérdida en el bombeo de aceite)

El Mazda 2 es el primer coche que incorpora motor con tecnología Skyactiv. Se trata de un Skyactiv-G de 1.3 litros de cilindrada e inyección directa de gasolina. Su consumo es de 3,3 litros/100 kilómetros (30 kilómetros por litro).

3.1.2. Transmisión automática Skyactiv-Drive de 6 velocidades

El conjunto de tecnologías Skyactiv se completa con una nueva generación de transmisiones, manuales y automáticas, más efectivas y ligeras.

La transmisión automática Skyactiv- Drive es de seis velocidades, y basa su funcionamiento en un convertidor de par de nuevo desarrollo, que produce un interbloqueo más temprano del motor y la transmisión. De esta manera, se elimina la pérdida de potencia en la aceleración y se genera un tacto más directo.

La nueva transmisión también ahorra combustible, mejora el consumo entre un 4 y un 7%. Esta transmisión automática combina las siguientes ventajas:

- La economía de combustible de una transmisión manual
- Cambios rápidos y directos como una DCT

- Fácil de controlar en bajas velocidades como un automático tradicional
- Cambios suaves y sin golpes de una CVT

Se puede montar asociado tanto con el motor de gasolina como con el diésel. Por otro lado, el cambio de marchas manual Skyactiv-MT es de seis velocidades y se caracteriza por su compacidad y ligereza. Utiliza un mismo engranaje primario para la primera y la marcha atrás, o para la segunda y la tercera, entre otras cosas.

3.1.3. Carrocería y Chasis Skyactiv

Uno de los objetivos de la tecnología Skyactiv es reducir el peso de los coches pero evitando utilizar materiales exclusivos y muchas veces caros como la fibra de carbono o el aluminio. Esta fijación hacia lo liviano es lo que Mazda denomina “la estrategia del gramo”. La firma japonesa quiere que los coches de su nueva generación sean 100 kg más ligeros que los actuales.

La nueva plataforma Skyactiv, además de su ligereza, también se caracteriza por tener un diseño con gran presencia de líneas rectas, que dan más continuidad a la parte delantera y trasera del coche y contribuyen a una mayor rigidez de la estructura. La parte superior de la carrocería se ha diseñado de forma que los pilares crean cuatro estructuras en forma de anillo que contribuyen a mejorar la rigidez general y la seguridad del coche. La utilización de acero de alta resistencia y el montaje de la carrocería mediante soldadura por puntos también han contribuido a mejorar estos dos aspectos.

Otros cambios que presenta la nueva plataforma Skyactiv son la introducción de una dirección asistida eléctrica (EPAS) y la modificación de la geometría de la suspensión trasera. El punto de pivote del brazo de suspensión se coloca ahora en una posición más elevada, para absorber mejor los impactos de la carretera y minimizar el cabeceo del coche en las frenadas. Todos estos ajustes se traducen en un chasis más ligero (un 14% más liviano) y más rígido.

[3]

3.2. Calidad Total

La Calidad Total es el estadio más evolucionado dentro de las sucesivas transformaciones que ha sufrido el término Calidad a lo largo del tiempo. En un primer momento se habla de Control de Calidad, primera etapa en la gestión de la Calidad que se basa en técnicas de inspección aplicadas a Producción. Posteriormente nace el Aseguramiento de la Calidad, fase que persigue garantizar un nivel continuo de la calidad del producto o servicio proporcionado.

Finalmente se llega a lo que hoy en día se conoce como Calidad Total, un sistema de gestión empresarial íntimamente relacionado con el concepto de “Mejora Continua” y que incluye las dos fases anteriores. Los principios fundamentales de este sistema de gestión son los siguientes:

- Consecución de la plena satisfacción de las necesidades y expectativas del cliente (interno y externo).
- Desarrollo de un proceso de mejora continua en todas las actividades y procesos llevados a cabo en la empresa (implantar la mejora continua tiene un principio pero no un fin).
- Total compromiso de la Dirección y un liderazgo activo de todo el equipo directivo.
- Participación de todos los miembros de la organización y fomento del trabajo en equipo hacia una Gestión de Calidad Total.
- Involucración del proveedor en el sistema de Calidad Total de la empresa, dado el fundamental papel de éste en la consecución de la Calidad en la empresa.
- Identificación y Gestión de los Procesos Clave de la organización, superando las barreras departamentales y estructurales que esconden dichos procesos.
- Toma de decisiones de gestión basada en datos y hechos objetivos sobre gestión basada en la intuición. Dominio del manejo de la información.

La filosofía de la Calidad Total proporciona una concepción global que fomenta la Mejora Continua en la organización y la involucración de todos sus miembros, centrándose en la satisfacción tanto del cliente interno como del externo. Podemos definir esta filosofía del siguiente modo:

- *Gestión:* El cuerpo directivo está totalmente comprometido
- *De la Calidad:* Los requerimientos del cliente son comprendidos y asumidos exactamente.
- *Total:* Todo miembro de la organización está involucrado, incluso el cliente y el proveedor, cuando esto sea posible.

3.2.1. Sistemas de aseguramiento de la calidad: ISO 9000

Un Sistema de Calidad se centra en garantizar que lo que ofrece una organización cumple con las especificaciones establecidas previamente por la empresa y el cliente, asegurando una calidad continua a lo largo del tiempo. Las definiciones, según la Norma ISO, son:

- *Aseguramiento de la Calidad:* Conjunto de acciones planificadas y sistemáticas, implementadas en el Sistema de Calidad, que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada de que un producto satisfará los requisitos dados sobre la calidad.
- *Sistema de Calidad:* Conjunto de la estructura, responsabilidades, actividades, recursos y procedimientos de la organización de una empresa, que ésta establece para llevar a cabo la gestión de su calidad.

Con el fin de estandarizar los Sistemas de Calidad de distintas empresas y sectores, y con algunos antecedentes en los sectores nuclear, militar y de automoción, en 1987 se publican las Normas ISO 9000, un conjunto de normas editadas y revisadas periódicamente por la Organización Internacional de Normalización (ISO) sobre el Aseguramiento de la Calidad de los procesos. De este modo, se consolida a nivel internacional el marco normativo de la gestión y control de la calidad.

Estas normas aportan las reglas básicas para desarrollar un Sistema de Calidad siendo totalmente independientes del fin de la empresa o del producto o servicio que proporcione. Son aceptadas en todo el mundo como un lenguaje común que garantiza la calidad (continua) de todo aquello que una organización ofrece.

En los últimos años se está poniendo en evidencia que no basta con mejoras que se reduzcan, a través del concepto de Aseguramiento de la Calidad, al control de los procesos básicamente, sino que la concepción de la Calidad sigue evolucionando, hasta llegar hoy en día a la llamada Gestión de la Calidad Total. Dentro de este marco, la Norma ISO 9000 es la base en la que se asientan los nuevos Sistemas de Gestión de la Calidad.

3.2.2. El manual de calidad y los procedimientos

La base de un Sistema de Calidad se compone de dos documentos, denominados Manuales de Aseguramiento de la Calidad, que definen por un lado el conjunto de la estructura, responsabilidades, actividades, recursos y procedimientos genéricos que una organización establece para llevar a cabo la gestión de la calidad (Manual de Calidad), y por otro lado, la definición específica de todos los procedimientos que aseguren la calidad del producto final (Manual de Procedimientos). El Manual de Calidad nos dice ¿Qué? y ¿Quién?, y el Manual de Procedimientos, ¿Cómo? y ¿Cuándo?

Manual de calidad

Especifica la política de calidad de la empresa y la organización necesaria para conseguir los objetivos de aseguramiento de la calidad de una forma similar en toda la empresa. En él se describen la política de calidad de la empresa, la estructura organizacional, la misión de todo elemento involucrado en el logro de la calidad, etc. El fin del mismo se puede resumir en varios puntos:

- Única referencia oficial.
- Unifica comportamientos decisionales y operativos.
- Clasifica la estructura de responsabilidades.
- Independiza el resultado de las actividades de la habilidad.
- Es un instrumento para la formación y la planificación de la calidad.
- Es la base de referencia para auditar el sistema de calidad.

Manual de procedimientos

El Manual de Procedimientos sintetiza de forma clara, precisa y sin ambigüedades los procedimientos operativos, donde se refleja de modo detallado la forma de actuación y de responsabilidad de todo miembro de la organización dentro del marco del sistema de calidad de la empresa y dependiendo del grado de involucración en la consecución de la calidad del producto final.

Planificación Estratégica

La Planificación Estratégica de la Calidad es el proceso por el cual una empresa define su razón de ser en el mercado, su estado deseado en el futuro y desarrolla los objetivos y las acciones concretas para llegar a alcanzar el estado deseado. Se refiere, en esencia, al proceso de preparación necesario para alcanzar los objetivos de la calidad. Los objetivos perseguidos con la Planificación Estratégica de la Calidad son:

- Proporcionar un enfoque sistemático.
- Fijar objetivos de calidad.
- Conseguir los objetivos de calidad.
- Orientar a toda la organización.
- Válida para cualquier periodo de tiempo.

Los principales elementos dentro de la Planificación Estratégica de la Calidad son:

- *La Misión:* cuya declaración clarifica el fin, propósito o razón de ser de una organización y explica claramente en qué negocio se encuentra.
- *La Visión:* que describe el estado deseado por la empresa en el futuro y sirve de línea de referencia para todas las actividades de la organización.
- *Las Estrategias Clave:* principales opciones o líneas de actuación para el futuro que la empresa define para el logro de la visión.

La Planificación Estratégica requiere una participación considerable del equipo directivo, ya que son ellos quienes determinan los objetivos a incluir en el plan de negocio y quienes los despliegan hacia niveles inferiores de la organización para, en primer lugar, identificar las acciones necesarias para lograr los objetivos; en segundo lugar, proporcionar los recursos oportunos para esas acciones, y, en tercer lugar, asignar responsabilidades para desarrollar dichas acciones. [4]

3.3 Línea de ensamble

Una línea de ensamble es un proceso de manufactura en donde las partes (comúnmente partes intercambiables) son añadidas conforme el ensamble semi-terminado se mueve de la estación de trabajo a la estación de trabajo en donde las partes son agregadas en secuencia hasta que se produce el ensamble final. Moviéndolo las partes mecánicamente a la estación de ensamble y trasladando el ensamble semi-terminado de estación a estación de trabajo, un producto terminado puede ser ensamblado mucho más rápido de ensamblar y con menor trabajo al tener trabajadores que transporten partes a una pieza estacionaria para ensamblar.

Las líneas de ensamble son el método más común para ensamblar piezas complejas tales como automóviles y otros equipos de transporte, bienes electrónicos y electrodomésticos. [5]

3.3.1. Ejemplo en la industria automotriz

Considere el ensamble de un coche: asuma que ciertos pasos en la línea de ensamble son instalar el motor, el toldo y las ruedas; sólo se puede realizar uno de estos pasos a la vez. Si la instalación del motor requiere 20 minutos, la del toldo 5 minutos y la de las ruedas 10 minutos, entonces un coche se puede producir cada 35 minutos.

En una línea de ensamble, el ensamblaje de un coche es separado entre varias estaciones, todas trabajando de manera simultánea. Cuando una estación termina con un coche lo traslada

a la siguiente. Al tener tres estaciones, un total de tres diferentes coches pueden ser operados al mismo tiempo, cada uno en una diferente etapa de su ensamble.

Asumiendo que no hay pérdida de tiempo al mover el coche de una estación a otra, la etapa con mayor duración en la línea de ensamble determina el rendimiento (20 minutos para la instalación del motor) entonces un auto puede ser producido cada 20 minutos, una vez que el primer carro que tomó 35 minutos ha sido producido. **[6]**

3.4 Kouteizu

Si bien, en una línea de ensamblaje se realizan una gran cantidad de operaciones, la pregunta es: ¿Cómo se hacen cada una de ellas de forma correcta?, la respuesta es simple, siguiendo las indicaciones de una Kouteizu.

Kouteizu (ilustración 3) es un documento que despliega información de especificaciones de ensamble requerida para construir cualquier vehículo de uso ligero. Esta información incluye información de las partes de producción, usos requeridos, instrucciones de manejo de los componentes, valores de torques, opciones de ensambles, herramientas especiales y una ilustración de la operación que está siendo desarrollada con una descripción.

Cuenta con información sobre el modelo del auto, la herramienta a utilizar, la pieza a ensamblar, la secuencia de apriete, los tiempos en que se debe realizar la operación, etc. En general cuenta con toda la información a detalle del ensamble. **[11]**

INSTRUCTION SHEET FOR OPERATION (TYPE-A) **Mazda Motor Manufacturing de Mexico**

OPERATION CONVERTER ASSY TIGHTENING WITH TORQUE CHECK (P*) (TORQUE CHECK) (STD)	QUALITY M	REV. 0.24	ISS. DATE 12.18	EFF. DATE 13.01.25	NAME	APPROV	No.	REVISION	ISS. DATE	EFF. DATE	NAME	APPROV			
DRAWING: FEB4 40 001 CONFIGURATIVE MATERIAL: AMOUNT:	WHEEL:	LINE:	ASSY SHOP:	PREPARE SHOP:	REGION:	ISS. DATE:	EFF. DATE:	NAME:	APPROV:	No.:	REVISION:	ISS. DATE:	EFF. DATE:	NAME:	APPROV:
FASTENING PROCEDURE AS FOLLOWS: 1) SCREW (A) BY HAND. 2) TIGHTEN (A) PARTIALLY 4.5 ± 1.0 N·m. 3) SCREW (A) BY HAND. (THIS PROCEDURE SHALL BE TO DO WITH 1.) 4) TIGHTEN (A) TO SPECIFIED TORQUE. 5) TIGHTEN (B) TO SPECIFIED TORQUE.															
Procedure: 1) lock (1) partially and tighten 2) (2) partially and tighten 3) (3) partially and tighten Imposition details see of 40 021A															
No. ELEMENT DESCRIPTION Q TIME LINE TOOL FIT CONTROL CH CON ON ST METRIC PREG 1 TORQUE WRENCH 0.8 03PH0304A 03PH0304A 2 TORQUE CHECK 0.8 03PH0304A 03PH0304A 3 TORQUE WRENCH BACK 0.8															
MODEL: J03W	INDEX-NO: 40-004-A	APPROVE: Y Masuda	DESK: T Funahara	FILE: A Watabe											

Ilustración 4. Kouteizu de rechequeo de torque del convertidor catalítico.³

Además se componen de tres elementos:

1. Captura la información de partes y hojas relacionadas con la misma para una operación específica.
2. Esta hoja provee una historia de todos los cambios de ingeniería que han afectado la especificación de la hoja.
3. Es un despliegue grafico de partes mostradas en la hoja de especificación junto con una descripción de operación

A continuación se explica brevemente cada parte que conforma una Kouteizu:

Mazda Motor Manufacturing de Mexico

No.	REVISION	ISS. DATE	EFF. DATE	NAME	APPROV	No.	REVISION	ISS. DATE	EFF. DATE	NAME	APPROV
0	J03W_USA_4SD_DCV	12.12.18	13.01.25								

↓
→

Registro de cambios de ingeniería así se requiera
 fecha de emisión y fecha de aplicación

Revisiones de Ing. en caso de
 algún cambio

Ilustración 5. Se muestra Kouteizu con revisión 0 correspondiente al modelo USA

³ Obtenido de: ISFO System. Mazda Motor Operaciones de México.

INSTRUCTION SHEET FOR OPERATION (TYPE-A)

OPERATION CROSS MEMBER TIGHTENING TO BODY (FRONT) (Fr SUS MOUNT)		QUALITY 	TIME NEW 0,38 RH 0,19 LH 0,19 OLD RH LH	ASSY SHOP LINE NEW OLD M1	PREPARE SHOP NEW OLD																																																																															
RELATED OPERATION 12X0079	DRAWING EJS7-34001	MODEL	APPLICATION (ISFO) BRAND BODY ENG MISS DRIVE STEER DES OES1 OES2 Marca Carrocería Motor Transmisión Tracción Dirección Destino EVERYTYPE																																																																																	
COMSUMPTIVE MATERIAL	AMOUNT																																																																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>R</th> <th>P</th> <th>No</th> <th>PART No.</th> <th>OLD No.</th> <th>PART NAME</th> <th>N</th> <th>0</th> <th>PART APPLICATION</th> <th>BROADCAST</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> <td>9YA02-123N</td> <td></td> <td>BOLT</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td>757</td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>6</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	R	P	No	PART No.	OLD No.	PART NAME	N	0	PART APPLICATION	BROADCAST		1	1	9YA02-123N		BOLT	4			757		0	2									0	3									0	4									0	5									0	6									0	7											
R	P	No	PART No.	OLD No.	PART NAME	N	0	PART APPLICATION	BROADCAST																																																																											
	1	1	9YA02-123N		BOLT	4			757																																																																											
	0	2																																																																																		
	0	3																																																																																		
	0	4																																																																																		
	0	5																																																																																		
	0	6																																																																																		
	0	7																																																																																		

Annotations:

- Nombre de la Operación
- Rango de Calidad
- Tiempo total de operación
- Sección y estación a la pertenece el trabajo TCF
- Estación a la pertenece el trabajo Materiales
- Núm. Referenciado a utilizado por Ing.
- Núm. De Dibujo específicas ciones de Ing.
- Materiales adicionales como alfoam, turbosina, etc
- Revisiones de Ing. en caso de algún
- Números de parte a utilizar por unidad o
- Ítem
- Número de parte a ensamblar
- Nombre de la parte a ensamblar
- Cantidad de piezas a ensamblar por unidad
- Columna de broadcast en la que hay que confirmar la opción
- Trabajo base u opciones a ensamblar.

Ilustración 6. Kouteizu de aseguramiento de crossmember a carrocería. Rango A.

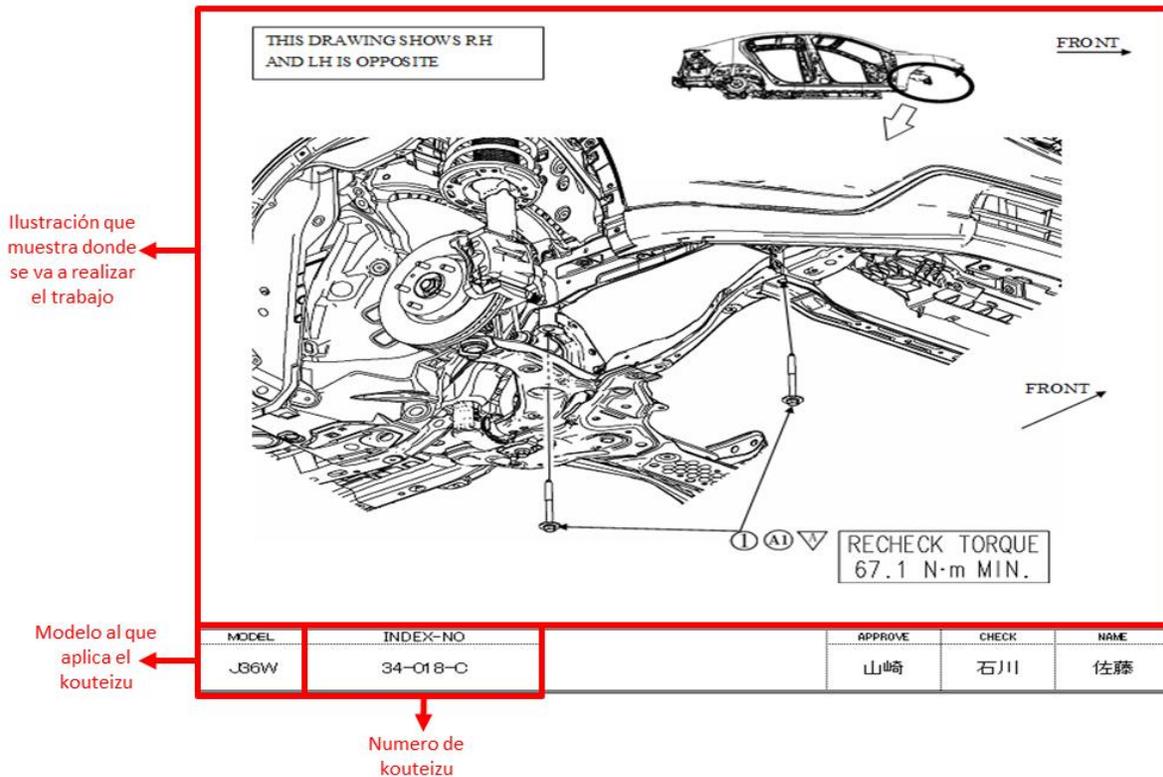


Ilustración 7. Esta sección de la Kouteizu nos permite identificar en que parte se llevará a cabo la operación.

R	No.	ELEMENT DESCRIPTION	Q	TIME	LINE	TOOL	FIG	CONTROL CH	CON CH ST	METHOD	FREQ
	1	TAKE BOLTS THEN HAND START (4. 0*2)		8,0							
	2	TAKE TOOL		0,6		UA100MC					
	3	TIGHTEN BOLTS COMPLETELY (5. 0*2)	A	10,0				A1 T/T TARGET TORQUE RECHECK TORQUE	74. 5-91. 0Nm 83. 0Nm 74. 5-91. 0Nm	F190N	1/SHIFT
	4	PUT TOOL BACK		0,6							

Revisión de Ing. en caso de algún cambio
 Orden de pasos a realizar en la operación
 Rango de Calidad
 Tiempo de operación
 Herramientas / criterios de control

Ilustración 8. Se muestran paso a paso las actividades a realizar, herramientas, tiempos entre otras cosas.

3.5 Broadcast

Es un sistema de instrucciones de selección de partes para cada vehículo en particular, tomando como referencia Base Spec, modelo, proyecto, tipo de carrocería, destino, etc.

El sistema Broadcast genera una serie de instrucciones de ensamble de partes específicas según el tipo de vehículo, generando múltiples combinaciones posibles entre proyectos, base Spec y modelos. [7]

Como parte de TCF se manejan diversos formatos que parten de él, entre los cuales se encuentran:

- Explanation sheets
- Hoja de instrucción de operación

3.5.1. Explanation Sheet

Como se mencionó anteriormente las Kouteizus también cuentan con un número de parte para las piezas que se van a ensamblar en el vehículo, este se compone por 9 dígitos (XXXX – XXXXX), donde los primeros cuatro dígitos son variantes (tienen variación como los diferentes tamaños y tipos de tornillos y tuercas) y los siguientes 5 son números base (si se hace referencia a tornillos, siempre coinciden estos últimos 5 dígitos).

ASV (Assembly Specification Value): Código que representa un número de parte o un conjunto de números de parte, este código reemplaza el número de parte de 9 dígitos mencionado anteriormente.

Código de planta:
Siempre es M1
(Referencia a la planta 1 de México)

ASP. (Assembly specification Position):
Código que representa un conjunto de partes de las cuales hay mas de un tipo o solo se ensambla en algunos vehículos específicos.

Carline: Familia de Vehículos
(J36W = XBM; J03W = XDJ)

ASP NAME: representa el nombre del grupo de partes contenidos en el ASP.

Tag: El símbolo "T" hace referencia a que la parte física contiene una etiqueta pegada con la información del ASP como ayuda visual para la selección de partes.

Cliente: TCF

Plant Code	M1	Car Line / Model Change	XBM	ASP	D25	ASP Name	TRANSMTR ASSY	Tag	T	23/04/14	Recipient	TCF
------------	----	-------------------------	-----	-----	-----	----------	---------------	-----	---	----------	-----------	-----

Ilustración 9. Encabezado de una Explanation Sheet

Número de parte base (5 dígitos base)

Plant Code	M1	Car Line / Model Change	XBM	ASP	D25	ASP Name	TRANSMTR ASSY	Tag	T	23/04/14	Recipient	TCF
Part Name												
Part Base No	675RY	675S0	XXXXX									
Next Assembly	()	()	(*****)	()	()	()	()	()	()	()		
ASV								ASV Name	Notice No	Effective Date		
A	KD33	BHNI										
B	KD47	BHNI										
C	* KD45	BHNI										
J	KD45											
P	KD47											
Q	GHK1											
R	KD33											
S	GHK5											
X			XXXX									

Variación de los números de parte (4 dígitos variables)

Indica que el ASV marcado sufrió cambio en la ultima revisión

Código de selección de numero de parte (conjunto de partes)

Ilustración 10. Contenido de la Explanation Sheet.

*** ASV (Broadcast) Explanation ***										23/04/14	
Plant Code	M1	Car Line /Model Change	XBM	ASP	D25	ASP Name	TRANSMTR ASSY	Tag	T	Recipient	TCF
Part Name											
Part Base No	675RY	676S0	XXXXX								
Next Assembly Part	()	()	(*****)	()	()	()	()	()	()		
ASV										ASV Name	Effective Date
A		KD33	BHNI								
B		KD47	BHNI								
C	*	KD45	BHNI								
J		KD45									
P		KD47									
Q		GHK1									
R		KD33									
S		GHK5									
X			XXXX								

ASV = A
 NÚMEROS DE PARTE A ENSAMBLAR :
 KD33-675RY & BHN1-676S0

ASV = R
 NÚMEROS DE PARTE A ENSAMBLAR :
 KD33-675RY

Ilustración 11. Interpretación de Explanation Sheet.

3.5.2. Hoja de instrucciones de operación

Hoja impresa (ilustración 11) con la instrucción de ensamble que se adhiere al vehículo y que viaja con él a través de cada sección y que en base a ella se van ensamblando en la unidad.

CSF	EST	COB	CSA	CSB	CSX	CSY
A	A	A	B	A	A	A
A	B	A	A	D	A	B
B		A	C		A	X D
A	C	4	X	X	A	
		B	E			



Ilustración 12. Hoja de instrucción de operaciones (izquierda) y la colocación de la hoja, aunque no siempre se encuentra en esa posición, depende de la parte a ensamblar (derecha).

Print Date: 11/22/2013 09:00:25 Printer Name: PRTFM001 R_TCF_Main_Broadcast_M001A

MAZDA MOTOR MANUFACTURING DE MÉXICO				# ALC Broadcast # <TCF>			
Trim-On Plan Date	AON	Vehicle Identification Number (VIN)		Carline			
10/10	M1191040	3MZBM1U73EM100072		BM			
Commit No.		Destination	Engine	Transmission	Final-Off Plan Date		Delivery Plan Date
6486		N	PE	6	08/11/2013		//
			Body	Drive	Model	Spec	Exterior
			22	A	BJS7	V80	42A
							Interior
							BV1

Ilustración 13. Encabezado de hoja de instrucción de operaciones.

Entre los datos que se mencionan en el encabezado están los siguientes:

- *Trim-on plan date*: Fecha de entrada a TCF
- *AON*: Assembly order Number → M11 (Mes de noviembre) – 91040 (Num. Consecutivo de mes)
- Vehicle Identification Number (VIN, clave única para cada vehículo)
- *Carline*: Familia de Vehiculos (J36W = XBM; J03W = XDJ)
- *Commit No.*: Número de identificación del vehículo, comienza en 0001 una vez que la numeración llega a 9999, el commit se reinicia, por lo que no es único por unidad.
- *Destination*: Destino de la unidad (MX, ER, etc.)
- *Engine*: tipo de motor (P5, PE, Z6, S5)
- *Body*: Tipo de carrocería (22 Sedan, 24 hatchback)
- *Transmission*: Tipo de transmisión (AT/MT).
- *Drive*: tipo de tracción → A = 2WD
- *Final-off plan date*: Día de salida programado de TCF
- *Delivery plan date*: Día programado de envió de la unidad.
- *Model*: model code
- *Spec*: subdivisión del model Code
- *Exterior*: color exterior del vehículo (Códigos internos)
- *Interior*: color interior del vehículo (Códigos internos)

The image shows a portion of a manufacturing instruction sheet. At the top, it includes fields for 'Plant Date', 'Printer Name', 'Vehicle Identification Number (VIN)', and 'Main Broadcast'. Below this is a grid of characters for assembly identification. A specific character 'A' in the top-right corner of the grid is highlighted with a green box, and an arrow points to a larger callout box containing the character 'A'. This callout box is framed by a red border and has 'ASP' written above it with an upward arrow and 'ASV' written below it with a downward arrow. The number '300' is also visible above the callout box.

C22	E17	C09	T05	C36	C79	298	300
A	A	A	B	A	A	A	A
329	310	320	G45	C63	C42		B
A	B	A	A	D	A		
H01		G33	C74		H45	265	D
B		A	C		A	X	
D47	960	H11	G69	D81	E23		
A	C	4	X	X	A		

Ilustración 14. Contenido de una Hoja de instrucción de operación.⁴

⁴ Obtenido de: Seppen Team - César Collantes

3.6 Dispositivos Poka-Yoke

Un poka-yoke es una técnica de calidad que se aplica con el fin de evitar errores en la operación de un sistema. Algunos autores manejan el poka-yoke como un sistema a prueba de tontos, el cual garantiza la seguridad de la maquinaria ante los usuarios y procesos y la calidad del producto final. De esta manera, se previenen accidentes de cualquier tipo.

Este sistema radica en lo sencillo y en lo simple. Enfatiza en realizar cosas obvias en las que detecta errores o evitan que se cometan. El objetivo final es concretar un proceso o terminar un producto sin la posibilidad que de exista un defecto. [8]

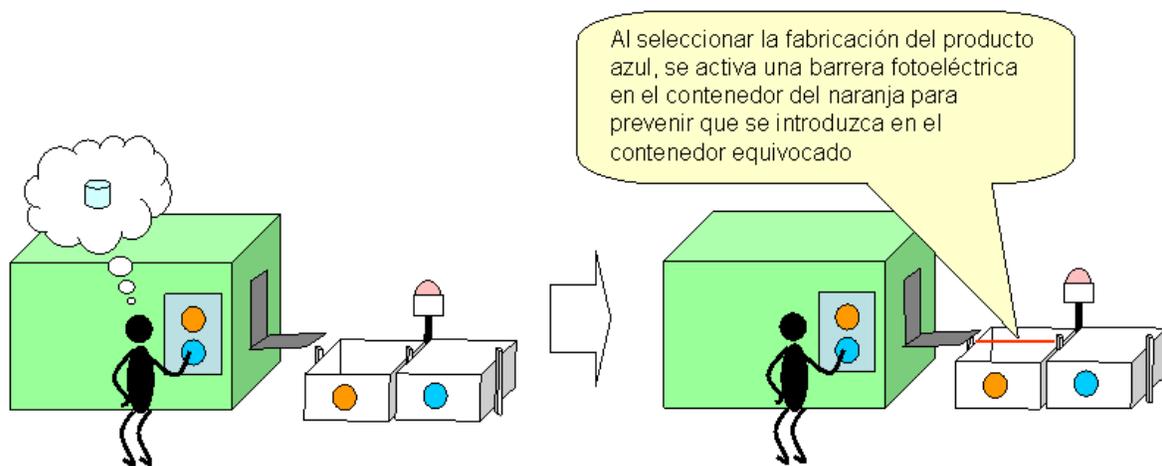


Ilustración 15. Sistema Poka-Yoke en un proceso de producción.⁵

Actualmente los poka-yokes suelen consistir en:

- Un sistema de detección, cuyo tipo dependerá de la característica a controlar y en función del cual se suelen clasificar.
- Un sistema de alarma (visual y sonora comúnmente) que avisa al trabajador de producirse el error para que lo subsane.

3.6.1. ALC System (Poka-Yoke)

Al ALC System, es un sistema desarrollado por IBM para apoyar al operador a apretar tornillos o tuercas (o el caso que sea necesario) utilizando una herramienta de apriete, logrando que ninguna unidad producida vaya faltante de dicha operación. [9]

⁵ Obtenido de: <http://www.leanroots.com/poka-yoke.html>

Cuando el trabajador aprieta los tornillos / tuercas del vehículo, estos deben apretarse con el torque adecuado. Esta especificación de par de apriete debe ser registrada y mantenida en el sistema de ALC, y la especificación de apriete se proporciona al controlador de forma oportuna y dependiendo las necesidades de cada modelo de vehículo.

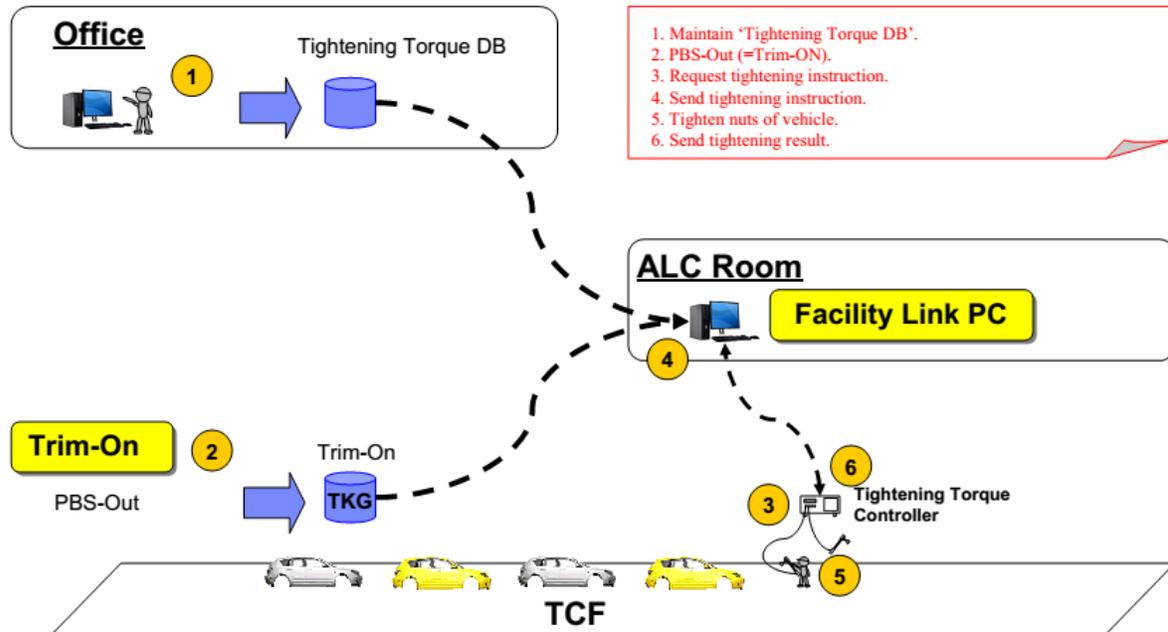


Ilustración 16. Distribución de la información por medio del ALC System.⁶

Esto quiere decir que el trabajador puede iniciar el trabajo de apriete después obtener la instrucción del sistema ALC. Cuando se completó el trabajo de ajuste, el controlador de par de apriete envía la información del resultado al sistema de ALC. El sistema ALC mantiene el resultado por un tiempo, y el personal puede comprobar el resultado en el sistema de ALC. Esto es muy útil cuando se tienen problemas de calidad en las unidades, para ello se acude al ALC y se revisa que haya tenido todos los aprietes necesarios en la parte del defecto (por ejemplo).

3.7 Hoja de monitoreo de puntos críticos

Las hojas de monitoreo de puntos críticos son documentos creados para revisar la condición de las herramientas y dispositivos que se utilizan para asegurar o apretar las operaciones con los rangos más críticos (Rangos A y AR), este rango se observa en las Kouteizus. En ellas se llevan las lecturas de torques de las herramientas utilizadas en la operación; lo que se hace es tomar un automóvil al azar de la producción (un auto por turno) y se toma lectura del torque

⁶ Obtenido de: IBM Corporation: Manual de operaciones ALC System

de determinado tornillo, tuerca, etc. (según la operación) y se registra en estas hojas. Cada hoja tiene una duración de un mes hasta terminarla y crear la del siguiente mes.

Formato de Monitoreo de Puntos Críticos Rango "A y AR"

No. 36-022P-18

Sección	22 P	No. de medida control	Especificación de control	Método	Rango de Calidad	Operación (SI)	Calidad	Foreman	
Nombre de operación	J366 URU MONTANTE DE MOTOR	0.1	72.5-116.0 Nm	PISON	<p>1. TIGHTEN ***3904X 10 TRANSMISSION IN ORDER OF (A)-(B)-(C)-(A) IS A LOCATOR HOLE.</p> <p>* LIGHTLY TIGHTEN IS THAT BOLTS AND NUTS SHALL NOT SLING DURING TIGHTENING BY HAND.</p> <p>▲ BOLT TIGHTENED AREAS SHALL BE FREE FROM DUST, GREASE, OIL, ETC.</p> <p>RE-CHECK TORQUE AT COLD CONDITION 73.5N·m MIN</p>				
Periodo de medición	UNA VEZ POR TURNO	0.2							
Modelo	J36W	0.3							
No. De Kouteizu	39-001-A	0.4							
No. De dispositivo de medición	VER LISTADO MAESTRO	0.5							
		0.6							

No.	TRIBULACIÓN A										MEX. NOMBRE																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Sección																															
Sección de Producción																															
Resultado																															
Nombre de Inspector																															
Fecha de medición																															
Fecha de la revisión																															
Método de la revisión																															
OSICION																															

Ilustración 17. Hoja de monitoreo de puntos críticos de aseguramiento de montante.⁷

En este documento se presenta información como es:

- Sección donde se hace la operación
- Número de Kouteizu
- Nombre de la operación
- Modelo de auto (J36W o J03W)
- Especificación de torque
- El número de Commit de la unidad inspeccionada
- El resultado de la medición

⁷ Obtenido de: Mazda Motor Operaciones de México

- La gráfica donde se ve el comportamiento de la herramienta durante el mes, con sus límites superior e inferior dependiendo la indicación de la Kouteizu.

3.7.1. Rangos de Calidad

Los rangos de calidad son 4, y determinan la importancia de la operación realizada y son las siguientes:

- *Rango A*: Son los rangos más críticos que tienen que ver con la integridad y seguridad del cliente, una mala realización de una operación de este tipo sería fatal, por ejemplo el aseguramiento de la tubería de frenos.
- *Rango AR*: Tiene que ver con los requerimientos gubernamentales sobre el medio ambiente y seguridad, por ejemplo la parte del convertidor catalítico o de la tubería de escape.
- *Rango B y C*: Estos rangos son de menor importancia, se refieren generalmente a defectos visuales para el cliente, como alguna mancha, arruga de asientos, etc. Inclusive algún apriete o colocación de alguna pieza poco importante, estos rangos no ponen en riesgo la integridad física del cliente.

3.8 Balanceo de línea

El balance o balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.

El objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso. Establecer una línea de producción balanceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas. Por ende, vale la pena considerar una serie de condiciones que limitan el alcance de un balanceo de línea, dado que no todo proceso justifica la aplicación de un estudio del equilibrio de los tiempos entre estaciones. Tales condiciones son:

- *Cantidad*: El volumen o cantidad de la producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de una línea. Es decir, que debe considerarse el costo de preparación de

la línea y el ahorro que ella tendría aplicado al volumen proyectado de la producción (teniendo en cuenta la duración que tendrá el proceso).

- *Continuidad:* Deben tomarse medidas de gestión que permitan asegurar un aprovisionamiento continuo de materiales, insumos, piezas y subensambles. Así como coordinar la estrategia de mantenimiento que minimice las fallas en los equipos involucrados en el proceso.

En la práctica es mucho más sencillo balancear una línea de ensamble compuesta por operarios, dado que los cambios suelen aplicarse con tan solo realizar movimientos en las tareas realizadas por un operario a otro. Para ello también hace falta que dentro de la organización se ejecute un programa de diversificación de habilidades, para que en un momento dado un operario pueda desempeñar cualquier función dentro del proceso. **[10]**

3.8.1. Hoja de carga de trabajo y Hoja de trabajo estándar

Estos documentos se usan para reflejar a los operadores las actividades que se van a realizar en su estación, en base a las Kouteizus; el supervisor o foreman es el encargado de realizar estos documentos con el objetivo de que sea entendible para los operadores.

Hoja de Carga de trabajo (HTC): Es un documento por Operador que organiza los elementos de trabajo en una secuencia que pueda ser repetida exitosamente. Se realiza con los siguientes propósitos:

- Hacer visible el valor agregado (VA) dentro del proceso
- Quiebre del trabajo para:
 - Entrenar a nuevos Operadores
 - Rebalancear Trabajo (presenta los tiempos de la operación)
- Solución de problemas y Mejora Continua
- Auditorías de proceso

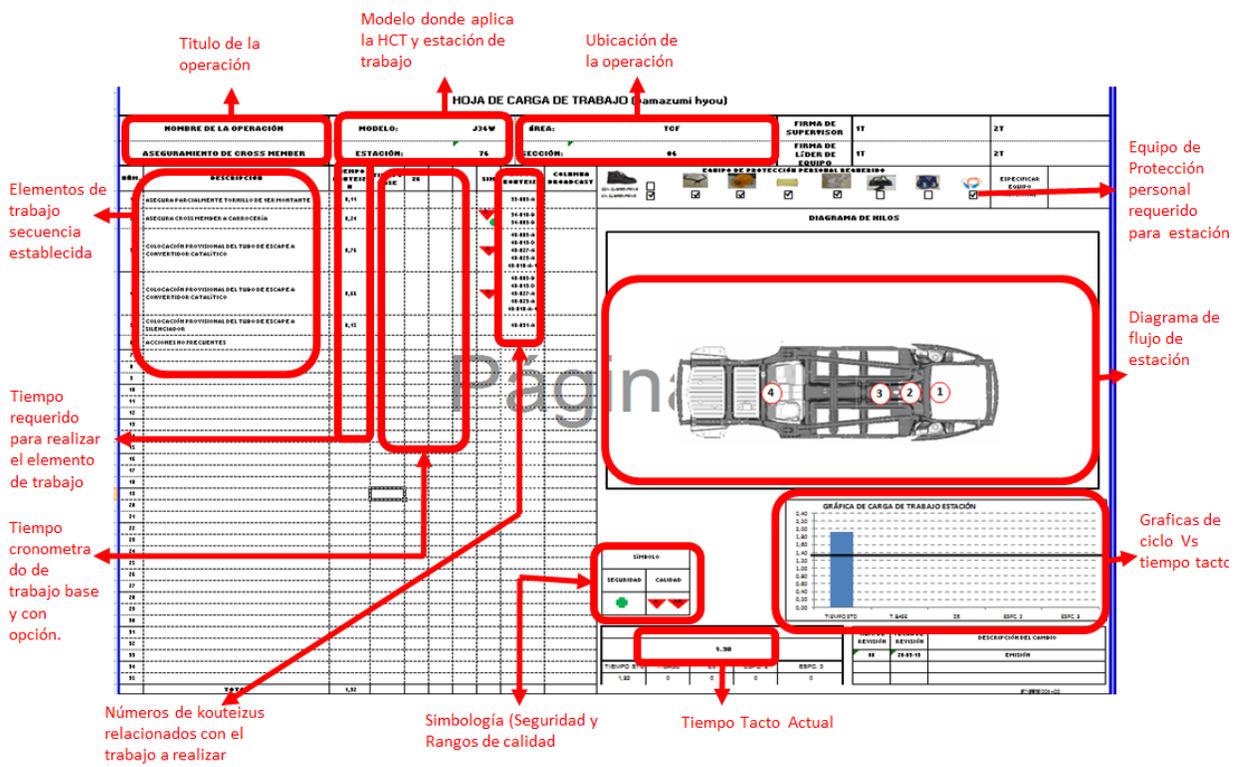


Ilustración 18. Hoja de Carga de trabajo y sus características.

La Hoja de Trabajo Estándar (HTE): Es un documento amigable para cualquier usuario, que está organizado en pasos (qué), puntos clave (cómo) y razones (porqué) por las cuáles se puede lograr la exitosa ejecución del elemento de trabajo. Los siguientes puntos son las razones por las cuales son realizados estos documentos:

- Es el puente de información entre Ingeniería y el conocimiento del piso.
- Proveer la información detallada de entrenamiento para nuevos operadores de equipo.
- Proveer información histórica dentro del elemento.
- Establecer un nivel aceptable de detalle del trabajo, que permita ayudar a la solución de problemas, mejora continua, realizar rebalances de trabajo (muy importante) y transferencia de documentos.

Nombre del elemento

Modelo en donde aplica HTE y estación de trabajo

Ubicación de la operación

Trabajo base u opción

Tiempo del elemento (debe coincidir Con la HTE)

HOJA DE TRABAJO ESTÁNDAR (hyoujyun sa'youhyu)

MODELO: J34W ÁREA: TCF

OPCIÓN TIEMPO

BASE *

ITEM CRÍTICO DE CALIDAD (NIVEL A/A)

ITEM CRÍTICO DE SEGURIDAD

COLOCACIÓN PROVISIONAL DEL TUBO DE ESCAPE A SILENCIADOR

NO.	SEN	CONTENIDO	TIEMPO	PASO PRINCIPAL	PUNTO CLAVE
1	48-831-A			CAPINA A PARTE TRASERA DE UNIDAD	
2	48-831-A			TOHA EMPAQUE Y TUERCAS DE CARGUERA	
3	48-831-A			COLOCA EMPAQUE EN TUBO DE ESCAPE EN PARTE TRASERA	CONFIRMAR QUE AL INSERTAR EMPAQUE EN TUBO DE ESCAPE ESTE QUEDA ASERTADO CORRECTAMENTE EN LA PARTE TRASERA DEL TUBO.
4	48-831-A			APURTA TUBO DE ESCAPE A BORNOS DE SILENCIADOR TRASE	EMPUNAR SILENCIADOR PARA FACILITAR EL ACOPLE DEL TUBO DE ESCAPE A LOS BORNOS.
5	48-831-A			APURTA 2 TUERCAS EN BORNOS DE CONVERTIDOR CATALIT	ASEGURARSE DE APURTA DE DOS A TRES CUERDAS DE LA TUERCA PARA EVITAR QUE ENTRE CHUECA. CONFIRMAR DE MANERA VISUAL PRESENCIA DE EMPAQUE.

Símbolos de Seguridad, Rango de calidad

Ilustraciones, Fotografías.

Paso principal (¿QUE?)

Punto Clave (¿COMO? y ¿PORQUE?)

7. Descripción y fecha de modificaciones en la HTE

NÚM. DE REVISIÓN	FECHA DE REVISIÓN	DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO
00	28-03-18	EMISIÓN

Ilustración 19. Hoja de trabajo estándar y sus características.⁸

La causa principal de la utilización de este documento durante el proyecto, es que aquí es donde se presentan los tiempos que un operador necesita para completar las operaciones de su estación y como se mencionó desde un principio, uno de los objetivos de este proyecto es el rebalanceo de la línea aumentando la producción actual un 50% más, por lo que este documento toma gran importancia durante este proceso.

⁸ Obtenido de: Mazda Motor Operaciones de México.

4. Desarrollo de las actividades

El área de TCF de Mazda México es donde se realiza el ensamble final de las unidades y se encuentra constituida por tres áreas principales: Trim, Chasis y Línea final (de ahí el nombre de TCF), en la siguiente imagen se presenta la división por áreas y secciones de TCF.

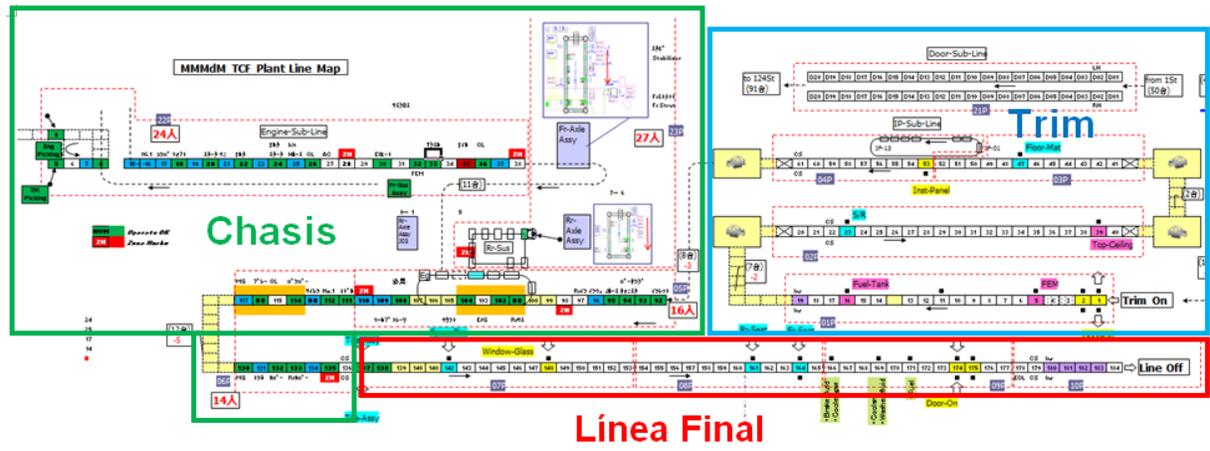


Ilustración 20. TCF y su distribución por áreas: Trim, Chasis y Línea final.⁹

Así mismo, cada área se compone por secciones de la siguiente manera:

Área	Trim	Chasis	Línea final
Secciones	1, 2, 3, 4 y 21	5, 6, 22 y 23	7, 8, 9 y 10

Tabla 1. Distribución de secciones por área.

Como se mencionó con anterioridad, el proyecto se llevó a cabo en estas 4 secciones principalmente, por lo que toda la información tiene que ver las mismas.

➤ **Sección 5**

En esta sección se recibe la carrocería de parte de Trim, se conoce como la primera sección de trabajo bajo piso, como colocación de tuberías de combustible, deflectores de color,

⁹ Obtenido de: Mazda Motor Operaciones de México.

silenciador, casamiento de motor con carrocería, casamiento de suspensión trasera a carrocería, aseguramiento de crossmember delantero, entre otras.



Ilustración 21. Vehículos pasando por el área de sección 5.



Ilustración 22. Casamiento de motor a carrocería.



Ilustración 23. Vehículo con vista bajo piso.

➤ Sección 6

Es la segunda parte de ensamble bajo piso, tiene menos actividades críticas (comparado con las demás secciones) y la más importante es el chequeo de las tuberías de frenos y colocación de tubo de escape, las demás actividades es la colocación de cubiertas, fascias, guardafangos, y demás.



Ilustración 24. Colocación y aseguramiento de fascia.



Ilustración 25. Unidad ensamblada bajo piso lista para pasar al área de Línea final.



Ilustración 26. Operación de aseguramiento de fascia y rechequeo de tubería de freno.

➤ **Sección 22**

Sección del ensamble de motor, se recibe el motor pre ensamblado de la planta de motores, en esta sección se hace casamiento de transmisión y motor, aseguramiento de crossmember delantero a motor (suspensión delantera), se colocan mangueras al motor, compresor, alternador, convertidor catalítico, entre muchas otras.

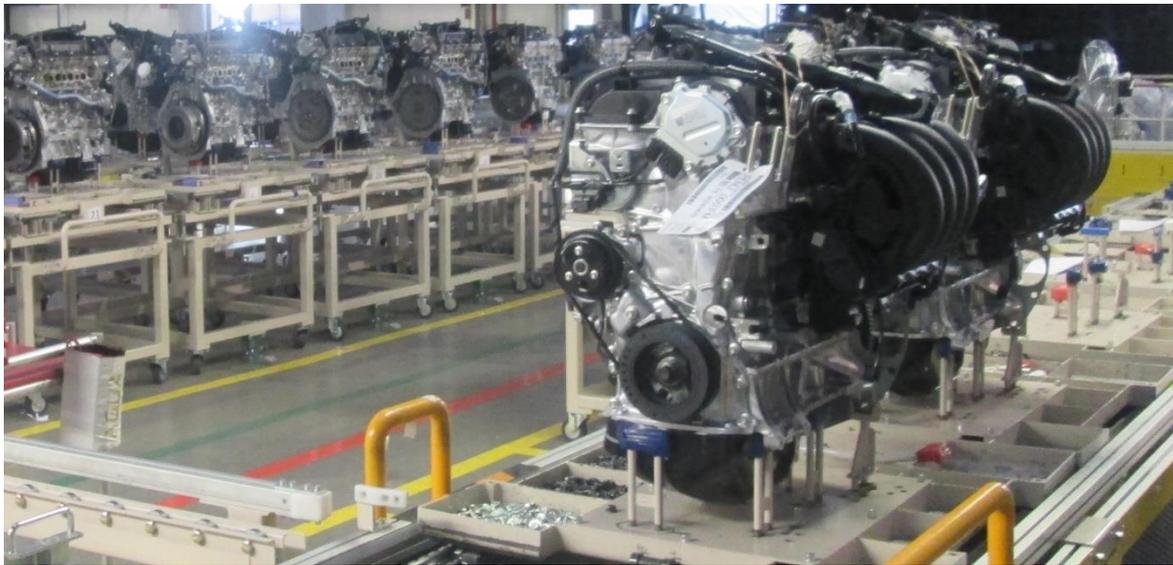


Ilustración 27. Motor pre ensamblado recibido de la planta de motores.



Ilustración 28. Línea de ensamble de motor.



Ilustración 29. Casamiento de suspensión delantera a motor.

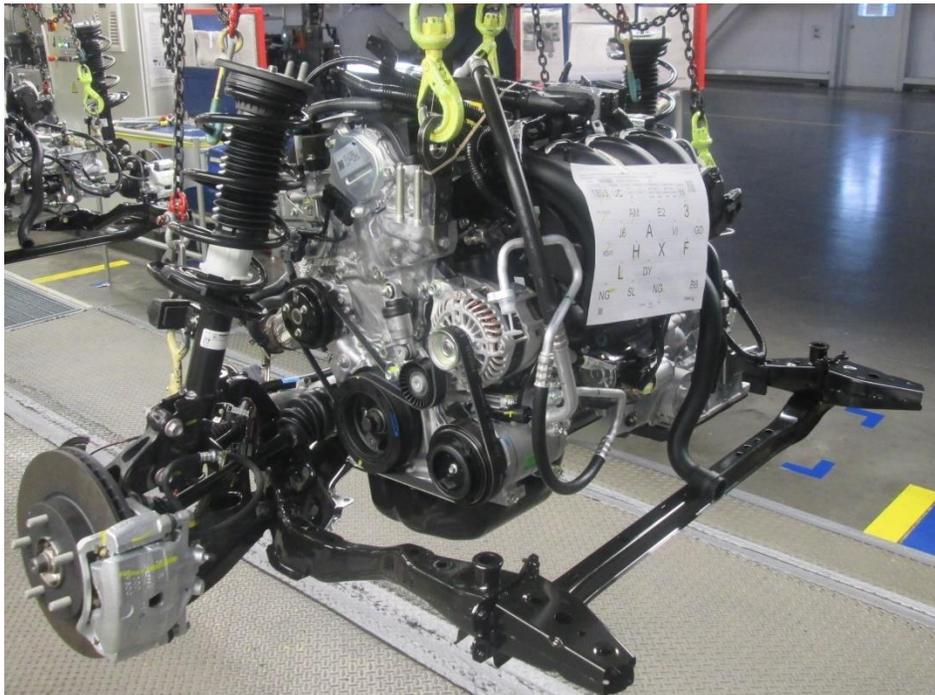


Ilustración 30. Motor completamente ensamblado, listo para unirse a carrocería.

➤ **Sección 23**

Sección donde se ensamblan completamente los ejes delanteros y traseros, que incluyen los sensores ABS, cáliper, manguera de frenos, amortiguador, eje, entre otros. En esta sección es donde más diferencia existe entre el modelo J36W y el J03W, ya que el primero de estos tiene una suspensión trasera con frenos ABS y barras de estabilización, mientras que para el segundo (J03W) se cuenta con una suspensión trasera menos equipada con los llamados frenos de tambor, en general algo más sencillo, tomando en cuenta también que las dimensiones de este vehículo es menor al primero.

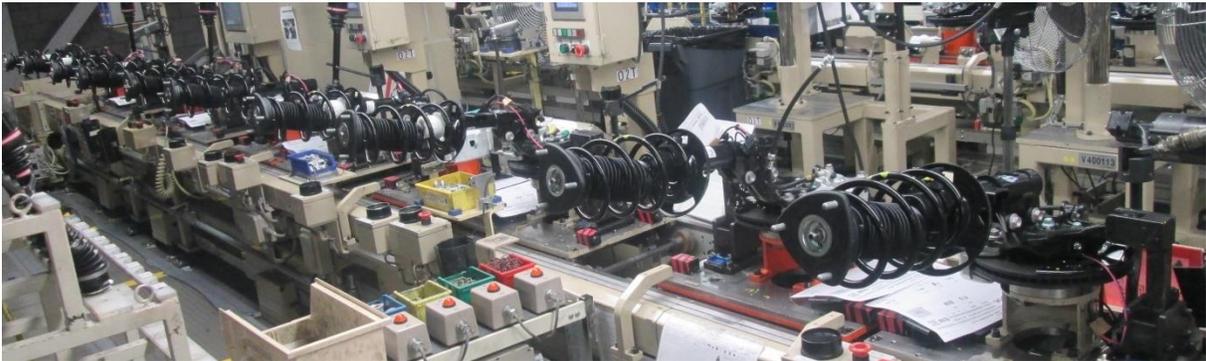


Ilustración 31. Línea de ensamble delantero.

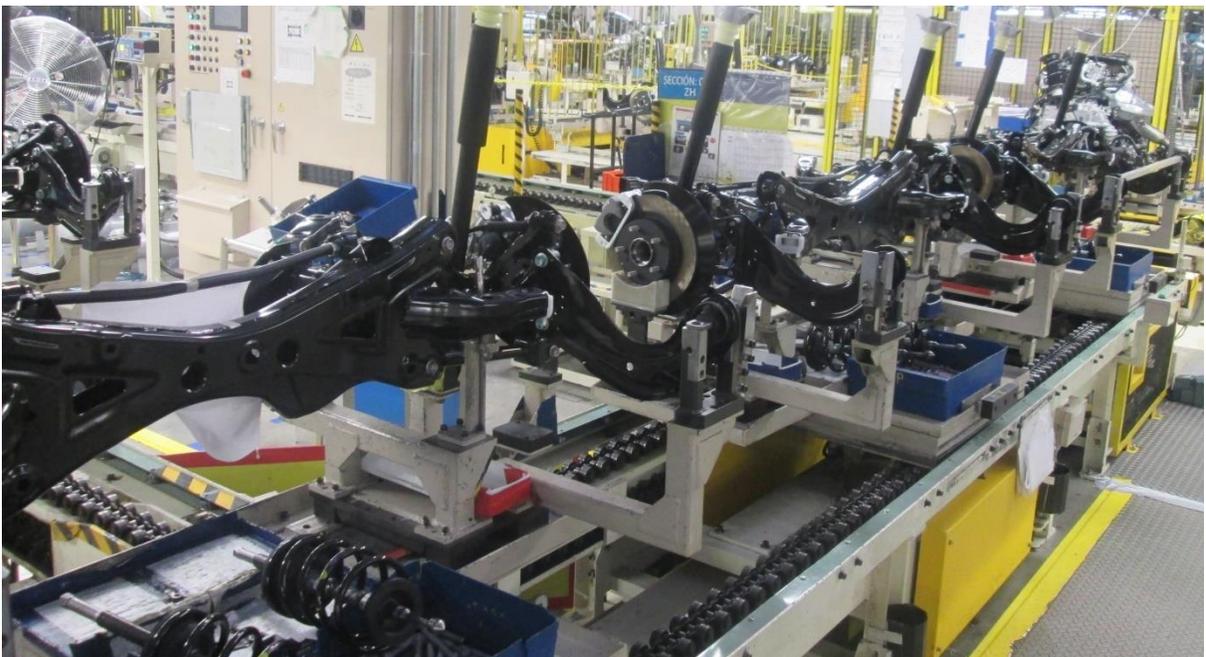


Ilustración 32. Suspensión trasera modelo J36W.



Ilustración 33. Suspensión trasera modelo J03W.

4.1 Pasos de la implementación

Como se mencionó con anterioridad, el proceso para implementar un vehículo es bastante largo, conformado por una serie de pasos o procesos que se deben seguir, se mencionará la secuencia de los mismos para entender de mejor manera las actividades que se realizaron. Esto es el proceso general que se sigue, y de ahí parten las actividades realizadas en este reporte, además es importante señalar que cuando se ingresó a la planta estaba en proceso el proyecto J36W en versión Europa avanzado aproximadamente a un 70%, que sirvió como práctica para posteriormente aplicar esos conocimientos adquiridos en el modelo J03W correspondiente al proyecto de este reporte, a continuación una breve explicación los pasos para la implementación:

4.1.1. Kouteizus

El primero de los pasos para la implementación, es la elaboración de todas las Kouteizus necesarias para el ensamble del vehículo, estas se reciben por parte de personal de Mazda Japón ya realizadas y son entregadas al líder del proyecto.

El líder del proyecto tiene a un operador por cada sección de TCF, al cual se le da entrenamiento sobre los ensambles o actividades que se realizarán en su respectiva sección, a su vez, este operador se encarga de entrenar a los demás operadores de la sección a la que pertenece; en general es la persona encargada de dar seguimiento a todo lo que sea necesario con el nuevo modelo.

El entrenamiento que se le da a este operador comienza con las Kouteizus que fueron entregadas y se reparten las que le corresponden como sección.

4.1.2. Sumario de tiempos

Se mencionó anteriormente que las Kouteizus cuentan con un área designada a los tiempos, esto nos especifica que ese es el tiempo que el operador necesita para realizar la operación (no se toma en cuenta el tiempo de caminata que cada operador utiliza para tomar herramientas o material, más adelante se hablará de eso).

Para esta parte de los tiempos, los encargados por sección del proyecto deben realizar un sumario de los tiempos Kouteizus y realizar una propuesta sobre las estaciones en que se puede ensamblar cada cosa y presentarla al supervisor de la sección para ser analizada, al final se logra una distribución correcta de cada Kouteizu.

4.1.3. Base de datos: Herramientas, listado de partes, personal, etc.

Distribuidas las Kouteizus por estaciones, se procede a realizar un listado de los números de parte de todas las piezas con que contará el vehículo, las opciones con que se ensamblará (refiriéndose por ejemplo a los diferentes trasmisiones con que puede contar), las herramientas que se utilizarán en las operaciones (si se necesitan nuevas herramientas o no), si es necesario más personal para abarcar todas las operaciones o no, entre otras cosas.

4.1.4. Programación de eventos: Slow Build, TTO, PP, QCV y MP.

Cuando se cumple con todo lo anterior, el líder de proyecto programa una serie de eventos en línea y fuera de ella para comenzar la implementación y son las siguientes:

- *Slow Build*: Se da un entrenamiento personal a los líderes (Team Leader) de cada sección sobre el ensamble del vehículo, como su nombre lo dice, se construye de una forma lenta para que los líderes puedan identificar a detalle cada paso del ensamble, después la información se le hace llegar poco a poco a los operadores.
- *TTO*: Son las primeras pruebas que se corren en línea de producción, se utilizan para dar entrenamiento con mayor atención a cada operador (por parte de la gente de proyecto de la sección correspondiente), además de que se verifican las condiciones de los dispositivos poka-yoke, las herramientas y en general todo lo que interactúe con la nueva unidad para verificar donde hay problemas e irlos solucionando lo antes posible. A partir de aquí, las unidades producidas (cerca de 50, se programan de 2 a 3 unidades máximo por turno) son verificadas para ver si existen errores de ensamble o de algún tipo.
- *PP*: Son las Pruebas Piloto, en las cuales ya no deben presentarse problemas ni errores, ni por parte de operadores ni de ninguna herramienta o dispositivo, todo debe

estar al 100%, a partir de este punto los entrenadores de proyecto ya no interactúan con la unidad dejando en manos de los líderes de sección y operadores la responsabilidad del ensamble. De estas unidades de corren una cantidad aproximada de 20 a 25 unidades, además, después de ser ensambladas por completo son verificadas para certificar que las operaciones estén bien realizadas.

- QCV: Quality Check Vehicle, estas unidades pasan por la línea de producción suponiendo que no debe existir ningún problema y son enviadas todas a pruebas de calidad, esto para certificar que todo esté bien y pueda comenzar pronto la producción masiva del vehículo. Son alrededor de 10 a 15 unidades QCV.
- MP: La producción masiva y el final del proyecto, se implementa por completo el vehículo y comienza su producción diaria. Empezando con un 1% de la producción diaria hasta llegar a un 30% de la producción total (objetivo de la planta).

4.2 Issues de Kouteizu

Se conoce como Issue de Kouteizu a los errores que se presentan en este formato mencionado, de los cuales fue una de las primeras actividades realizadas durante la realización del proyecto.

La revisión de cada Kouteizu de Chasis (unas 400 de dicha área) fue lo primero que se hizo, con apoyo de la gente de proyecto y el Ing. de Calidad del área se identificaron una gran cantidad de errores en estos formatos, por lo que se reportaron paulatinamente (según iban apareciendo) al departamento correspondiente y fundamentando las correcciones solicitadas.

OPERATION FrLOWER ARM TIGHTENING TO CROSS MEMBER	QUALITY A	T I M E	NEW	0.20	RH	0.10	LINE	ASSY SHOP	
					LH	0.10		NEW	OLD
			OLD		RH			05/22	22
					LH				

Ilustración 34. La instalación del brazo inferior a crossmember no es una actividad compartida entre sección 22/05.

OPERATION FrLOWER ARM TIGHTENING TO CROSS MEMBER	QUALITY A	T I M E	NEW	0.20	RH	0.10	LINE	ASSY SHOP		PREPARE SHOP	
					LH	0.10		NEW	OLD	NEW	OLD
			OLD		RH			22	05/22		
					LH						

Ilustración 35. Kouteizu corregida, corresponde únicamente a la sección 22.

Es de vital importancia que cada una de las Kouteizus estén perfectamente bien en todos sus puntos, de no ser así podría generar problemas, tanto de ensamble como de identificación correcta de las mismas para los posteriores cambios de ingeniería que se pueden presentar.

No.	REVISION	ISS.DATE	EFF.DATE	NAME	APPROV	No.
0	J03W EURO:LHD DCV	14.01.28				
1	J03W EURO:LHD TTO	14.04.22	14.05.22	T.Hamada	N.Yamasaki	
2	J03W_USA, C. M. LHD_P5_PP	14.08.05	14.09.05	N.Sato	S.Morimoto	

Ilustración 36. Se observa como esta Kouteizu tiene la autorización para ser utilizada como máximo hasta la prueba PP (revisión 2), la cual ya no corresponde.

Nb.	REVISION	ISS.DATE	EFF.DATE	NAME	APPROV
0	J03W_EURO;LHD_MP	14.09.16	14.10.16		
1	ISSUE SECTION CHANGE	14.10.23	14.10.24	Rico A.	Sato.H

Ilustración 37. A partir del 16 de octubre de 2014, esta Kouteizu ya aplica para la fase de MP, además de haber sufrido ya un cambio de sección (revisión 2).

En particular, se detectó un error bastante grave en la mayoría de las Kouteizus de aseguramiento y torque check, esto debido a que los rangos (en su límite superior) de los mismos son iguales, esto genera problemas para la realización de las Hojas de monitoreo de puntos críticos, en las cuales se registra el comportamiento de las herramientas, entonces al realizar la muestra del torque con un torquímetro digital sobrepasa el límite permitido, indicando que la herramienta está mal calibrada.

A2 T/T	75.2-95.8Nm	F130N	1/SHIFT
TARGET TORQUE	86.0Nm		
RECHECK TORQUE	67.-95.8Nm		
A3 T/T	81.5-95.7Nm	F130N	1/SHIFT
TARGET TORQUE	89.0Nm		
RECHECK TORQUE	73.4-95.7Nm		
A1 T/T	48.5-65.6Nm	F130N	1/SHIFT
TARGET TORQUE	57.0Nm		
RECHECK TORQUE	43.6-65.6Nm		

Ilustración 38. Se observa como el rango de torque para aseguramiento en su límite superior es igual al torque de rechequeo, ahí entra en juego lo que es el torque estático y dinámico.

Este fenómeno no tiene nada que ver con la herramienta, es un Issue de Kouteizu, por qué se debe considerar el torque dinámico y estático que son de la siguiente manera¹⁰:

¹⁰ Esto es en base a cómo se maneja en Mazda de México, no precisamente a su definición en Física.

- *Torque dinámico:* Es el apriete dado por parte de una herramienta neumática, digital o cualquiera de su tipo, en la cual no se aplica la fuerza humana para realizar el apriete.
- *Torque estático:* Es el apriete que se realiza con torquímetros o cualquier otra herramienta a los cuales se le aplica fuerza humana para apretar, de aquí la diferencia con el dinámico, donde la herramienta tiene un límite en su torque de apriete.

Entonces, como ya se mencionó anteriormente, el Issue radica en que el rechequeo debe tener un límite superior mayor al que se tiene en el aseguramiento, por el motivo de que al aplicar un rechequeo (un segundo apriete) se aumente un poco más el torque que se tenía, y con ello genera que rebase su límite.

A2	T/T	75.2-95.8Nm
	TARGET TORQUE	86.0Nm
	RECHECK TORQUE	67.7-132.0Nm
A3	T/T	81.5-95.7Nm
	TARGET TORQUE	86.0Nm
	RECHECK TORQUE	73.4-132.0Nm
A1	T/T	48.5-65.6Nm
	TARGET TORQUE	60.0Nm
	RECHECK TORQUE	43.6-85.0Nm

Ilustración 39. A diferencia de la Kouteizu de la ilustración 38, aquí se muestra un mayor rango de apriete para el rechequeo de torque.

Otro de los errores que se detectó, es que las Kouteizus hacían referencia a una herramienta diferente a la utilizada en las estaciones de trabajo, de las cuales los torques requeridos eran exactamente los mismos al otro modelo en producción (J36W), por lo tanto no era necesario adquirir nuevas herramientas, más bien una modificación en la Kouteizus y verificar que los torque sean exactamente los mismos. Esto generó ahorros en la adquisición de nuevas herramientas para hacer lo mismo que otra con que ya se cuenta:

WM10DBL				
	A1 T/T	8.8-12.7Nm	F46N	
	TARGET TORQUE	11.0Nm		
	RECHECK TORQUE	8.8-12.7Nm		
	A1 T/T	8.8-12.7Nm	F46N	
	TARGET TORQUE	11.0Nm		
	RECHECK TORQUE	8.8-12.7Nm		

Ilustración 40. Las siglas WM10DBL hacen referencia a una herramienta Hitachi.

La situación con esta Kouteizu es que donde se realiza la operación ya se cuenta con una herramienta Panasonic con exactamente el mismo torque que es utilizado para el modelo J36W. Esta Kouteizu marcaría que en la estación se usarían las dos herramientas (una para cada modelo) por lo tanto se necesitaría adquirir una nueva herramienta, al ser el mismo torque se decidió trabajar con la herramienta Panasonic en las pruebas TTO, PP y QCV en las cuales no se presentó problema alguno.

EYFLA4A				
	A1 T/T	8.8-12.7Nm	F46N	
	TARGET TORQUE	11.0Nm		
	RECHECK TORQUE	8.8-12.7Nm		
	A1 T/T	8.8-12.7Nm	F46N	
	TARGET TORQUE	11.0Nm		
	RECHECK TORQUE	8.8-12.7Nm		

Ilustración 41. Así luce actualmente la Kouteizu para la MP, EYFLA4A hace referencia a la herramienta Panasonic.

Además, una herramienta Panasonic es más confiable que una Hitachi, aunada a la parte de ahorro en herramientas es una modificación bien vista por la gente de producción.



Ilustración 42. Herramienta Hitachi (WM10DBL) y Panasonic (EYFLA4A).

La modificación de herramientas anterior corresponde al apriete del tubo de combustible y es sólo un ejemplo de lo que se hizo con las Kouteizus del J03W, esto se realizó por medio de

una comparación mano a mano entre la documentación de ambos modelos en producción. Por lo que fueron 17 herramientas en total que se pudieron omitir para dar uso a una misma que hace exactamente lo mismo.

Es importante señalar que en ciertos casos esas nuevas herramientas fueron requeridas debido a que las especificaciones de torque o rangos son diferentes en los dos modelos.

4.3 Modificaciones de Broadcast

Con anterioridad se mencionó lo que es un Broadcast y su importancia en la línea de ensamble, donde se reflejan todas las opciones con que puede ensamblar una unidad, así como mucha más información del vehículo. Las actividades respecto a este documento, se enfocaron a un reacomodo y modificación de las opciones en las casillas, modificación de ASP's por letras o señas más fáciles de identificar para los operadores entre otras cosas.

La diversificación de partes es uno de los grandes retos a los que se enfrentaba la línea de ensamble con esta implementación, se presentaron numerosos casos de piezas ensambladas equivocadas (como canister, amortiguadores, cáliper, entre muchos otros), esto generaba diversos problemas para obtener unidades directas, debido a que estas unidades debían desviarse al área de reparaciones para cambiar las piezas equivocadas por la que le correspondía.

G26	900	C58	680
B	Y	D	Q
	C21	C08	E16
		U	X
C98		140	100_01
X		23	P5

Ilustración 43. Fragmento de Broadcast de modelo J03W, marcadas las casillas de transmisión (140) y montante #3 y #4 (680).

La forma en que se presentan las piezas y sus variaciones en el Broadcast es de la siguiente manera, como ejemplo la transmisión (ASP 140) y el montante #3 y #4 (ASP 680).



ST1JF1F1		*** ASV (Broadcast) Explanation ***										27/
Plant Code	M1	Car Line /Model Change		XDJ	ASP	140	ASP Name	TRANS COMPT			Tag	F
Part Name												
Part Base No		03000	19090									
Next Assembly Part		()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	
ASV												ASV Name
V4		F6T1										MANUAL 6 VELOCIDADES
V5		F6T2										MANUAL 5 VELOCIDADES
23		CWT3	CZ21									AUTOMATICO 6 VELOCIDAD
24		CWT4	CZ11									AUTOMATICO 6 VELOCIDAD
38		CWTH	CZG1									AUTOMATICO 6 VELOCIDAD

Ilustración 44. Se señala el ASP y su respectivo ASV tal cual aparece en el Broadcast de la transmisión.

ST1JF1F1		*** ASV (Broadcast) Explanation ***										
Plant Code	M1	Car Line /Model Change		XDJ	ASP	680	ASP Name	RUB-E/MTG;#3,#4				
Part Name												
Part Base No		39060	39070	3908Y								
Next Assembly Part		(39000)	(39000)	(39000)	()	()	()	()	()	()	()	
ASV												
P		DB1N	DA6C	DA6T								
Q		DB1P	DA6D	DA6V								
V		DA6R	DA6G	DA6G								
W		DA6C	DA6C	DA6T								
Y		DA6D	DA6D	DA6V								
END												

Ilustración 45. Se señala el ASP y su respectivo ASV tal cual aparece en el Broadcast del montante #3 y #4.

La actividad que se implementó fue sustituir estos ASV por otros que sean más fáciles de identificar para los operadores, esto en base a señas o etiquetas con que cuentan las piezas, colores, entre otras. Esto a petición de los mismos operadores que veían más fácil este tipo de identificaciones entre piezas.

	C04		C21	C03	Order Month
	5			AM	12
		E26			
		S/P			
E22					
T/EU					

Ilustración 46. Fragmento de Broadcast de eje delantero.

ST1JF1F1										*** ASV (Broadcast) Explanation ***										
Plant Code	M1	Car Line /Model Change		XDJ	ASP	C03	ASP Name	SPRING-COIL,F		(04-910/920)										
Part Name																				
Part Base No		34011	34011																	
Next Assembly Part		(04910)	(04920)	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()	()
ASV																				
F		DA6H																		
G		DE2D																		
H		DE2E																		
J	*	DC3H																		
END																				

Ilustración 47. ASP C03, correspondiente al resorte y los ASV (F, G, H, J) de los cuales ninguno de ellos pertenece al que se presenta en el Broadcast.

En la casilla de ASP C03, se presentan las letras “AM” haciendo referencia a que el resorte tiene unas marcas amarillas y así el operador poderlo identificar más fácilmente. Ejemplos de estas modificaciones fueron hechas en diferentes Broadcast, dándole visto bueno tanto los supervisores, team leader y operadores mismos. Con estas modificaciones se redujeron de forma importante las equivocaciones por ensamble de piezas incorrectas, aunque de igual forma se sigue presentado esta situación, claro en menor medida que antes.

También se implementaron ayudas visuales para identificar de mejor manera las piezas.

4.4 Hojas de revisión de Zone – Hosho

Zone - Hosho se refiere a las estaciones o puntos de verificación que se encuentran en cada sección, en ellas hay un operador entrenado para detectar que no vaya instalada una parte equivocada, tornillos flojos, conexiones correctamente hechas, etc. De detectar alguna anomalía reporta del fallo para corregir el error.

Sección 5	Sección 6	Sección 22	Sección 23
2	2	3	3

Tabla 2. Cantidad de Zone - Hosho por sección.



Ilustración 48. Último Zone - Hosho del área de ensamble de motor (sección 22).



Ilustración 49. En amarillo las marcas de certificación realizadas por el Zone - Hosho.

Una vez terminada la certificación y verificación por parte del operador, se llena una hoja por cada unidad, donde señala todos los puntos a verificar y en caso de que alguno de esos puntos no se cumpla de forma correcta, se registra en esas hojas, al final de turno estas hojas son cargadas a un sistema donde se almacena para tener registros e información de todas las unidades.

La verificación de estas hojas fueron las actividades siguientes, donde se habría de definir los 33 puntos (33 es la cantidad máxima de puntos que pueden ser verificadas por un Zone - Hosho) que se verificarían en la unidad J03W, dándole prioridad absoluta a las actividades de rango A, cabe mencionar que aunque los puntos de verificación sean de alguna manera parecidos a la unidad J36W, no todos fueron precisamente iguales.

El objetivo de esta actividad era generar la menor cantidad de defectos posibles, sobre todo de rangos A, puesto que estos errores tienen repercusiones serias. En caso de que se esté presentando alguna anomalía o alguna situación peculiar, se modifican temporalmente

estas hojas, tal como se detalla en el apartado de los problemas de calidad surgidos durante la estancia.

Commit Number		Destination		Engine	Transmission	Final-Off Plan Date	
2051		N		PE	6	12/09/2013	
				Body	Drive	Model	Spec
				22	A	BJS7	V21

No	ELEMENTO A CONFIRMAR	OK	NG
1	CONFIRMA TORNILLO DE LA TIERRA FRONTAL LADO IZQ. KOUTEIZL 661-015-A		
2	CONFIRMA SOPORTE DE ARNES DE MOTOR (PE). KOUTEIZL 661-805-A		
3	CONFIRMA OPCION DE TUBO DE LLENADO DE COMBUSTIBLE. KOUTEIZL 42-007-A		
4	CONFIRMA TORNILLOS Y TUERCA DE TUBO DE LLENADO. KOUTEIZL 42-008-A / 42-008-B / 42-008-C / 42-008-D		
5	CONFIRMA TUERCA DE CABLE DE TRANSMISION. KOUTEIZL 46-010-A / 46-010-B		

No	ELEMENTO A CONFIRMAR	OK	NG
1	CONFIRMA CONEXIÓN DE VALVULA A CANISTER (MEX). KOUTEIZL 42-017-A		
2	CONFIRMA MANGUERA DE EVAPORIZACION A CLIP. KOUTEIZL 42-020-C		
3	CONFIRMA CONEXIONES DE MANGUERA DE COMBUSTIBLE. KOUTEIZL 42-004-A / 42-033-A / C42-005-A / 42-039-A		
4	CONFIRMA TORNILLO DE ABRAZADERA DE TUBO DE LLENADO DE COMBUSTIBLE. KOUTEIZL 42-004-A		
5	CONFIRMA OPCION DE DEFLECTOR DE CALOR. KOUTEIZL 561-058-A		

Ilustración 50. Fragmento de hoja de Zone - Hosho de la sección 5.

En la ilustración anterior se muestra sólo una parte de lo que es una hoja de revisión de Zone – Hosho, se elaboraron 7 para la revisión de los puntos más importantes del modelo J03W para las 4 secciones que corresponde Chasis.

4.5 Realización de hojas de monitoreo de puntos críticos

Estas hojas fueron realizadas en base a las Kouteizus tal cual se mencionó con anterioridad, esto para certificar diariamente el buen estado de las herramientas, a continuación se presenta el listado de todas las hojas realizadas para su revisión:

Hojas de Monitoreo de puntos críticos J03W. Chasis

Sección 5	Sección 6	Sección 22	Sección 23
Kouteizu	Kouteizu	Kouteizu	Kouteizu
28-010-A (DER)	28-005-A (DER)	18-002-A	34-004-A (DER)
34-020-B (DER)	34-020-D	18-004-A	A04-011-A
42-004-A	34-111-B	19A-002-A	A04-012-A
42-005-A	39-005-A	34-006-A	A04-015-A
42-009-A	39-005-A	34-010-A (DER)	A04-016-A
42-009-C	39-005-A	34-012-A (DER)	A04-017-A
42-013-A	39-007-A	34-014-A (DER)	A04-018-A
42-013-C	39-011-A	39-002-A	A04-022-A

42-013-D	39-013-A	40-004-A	A04-024-A
42-016-A	39-013-A	40-008-A	A04-025-A
42-071-A	40-009-A	43A-002-A	A05-006-A
42-073-A	40-020-A	43A-003-A	A05-010-A
42-074-A	44-009-B	43A-005-A	A05-012-A
42-075-A	321-001-A	43A-007-A	A05-013-A
42-077-A	432-002-A (DER)	46-004-A	A05-014-A
42-078-C	432-002-A (IZQ)	46-004-B	S04-009-A
42-079-A	432-010-A	251-002-A	34-004-A (IZQ)
42-080-A	676-002-B	251-004-A	
42-080-B	28-005-A (IZQ)	251-006-A	
42-081-A	321-001-A	322-001-C	
42-081-C		322-002-A	
42-082-C		322-005-A (DER)	
43A-008-A		661-030-A	
44-009-A		34-010-A (IZQ)	
44-010-A		34-014-A (IZQ)	
44-020-A		322-005-A (IZQ)	
46-011-A		34-012-A (IZQ)	
432-001-A			
432-003-A			
46-010-A			
28-010-A (IZQ)			
34-020-B (IZQ)			

Conexiones	
Torques	

Tabla 3. Listado completo de las Hojas de monitoreo de puntos críticos realizadas para el modelo J03W. La numeración hace referencia al número de Kouteizu al que pertenece cada hoja.

En línea verde se presentan las hojas que revisan las conexiones de arneses y de mangueras, mientras que las que están en blanco hacen referencia a la revisión de torques.

Cabe recordar que estas hojas sólo se llevan a cabo para los rangos A y AR, de los cuales las que tienen aseguramiento y un rechequeo sólo se realiza la hoja para este último (rechequeo), para así no tener que revisar dos veces el mismo punto de la operación.

4.6 Programación de dispositivos Poka – Yoke

4.6.1. Generalidades

Esta actividad fue una de las más importantes realizadas durante la proyecto, fue de vital importancia para el correcto funcionamiento de la línea de chasis en general. Poka-Yoke posee

dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva.

En la siguiente ilustración se muestra como es el funcionamiento o el proceso que se sigue en la línea de producción para la utilización de estos dispositivos.

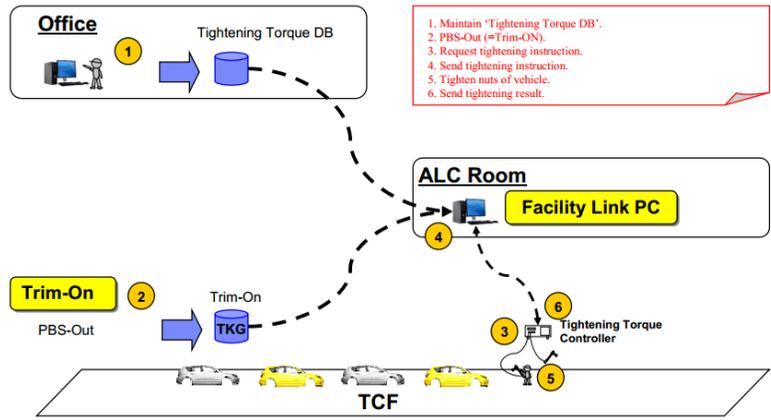


Ilustración 51. Diagrama general del funcionamiento de los dispositivos Poka - Yoke.¹¹

Las actividades se realizaron en el punto 4, el ALC Room, una vez recibida la información de la Oficina principal o de control (punto 1 donde se especifica que piezas tendrá la unidad como montante, frenos, etc.) y de las unidades que entran a TCF (Punto 2 donde entran las unidades que vienen de pintura) la información es reunida para el punto 4 donde se realiza la programación de los dispositivos.

La comunicación que existe entre el ALC Room y la línea de ensamble es la siguiente:

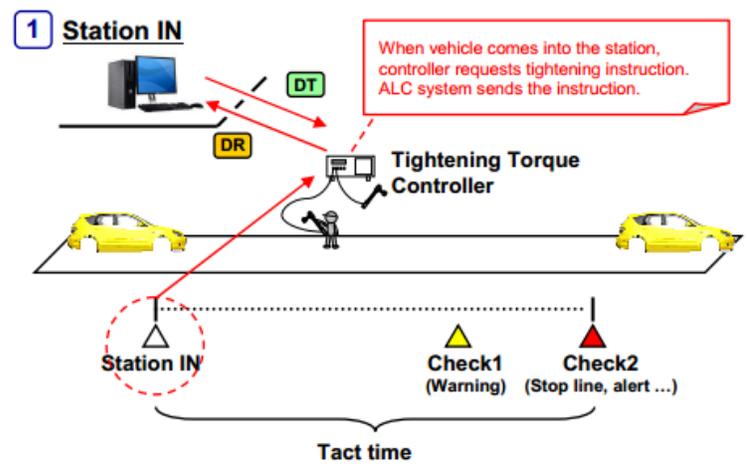


Ilustración 52. Cuando el vehículo entra en la estación donde tenemos el dispositivo Poka - Yoke el controlador recibe instrucciones del ALC Room sobre el aseguramiento que va a realizar.

¹¹ Obtenido de: IBM Corporation: Manual de operaciones ALC System

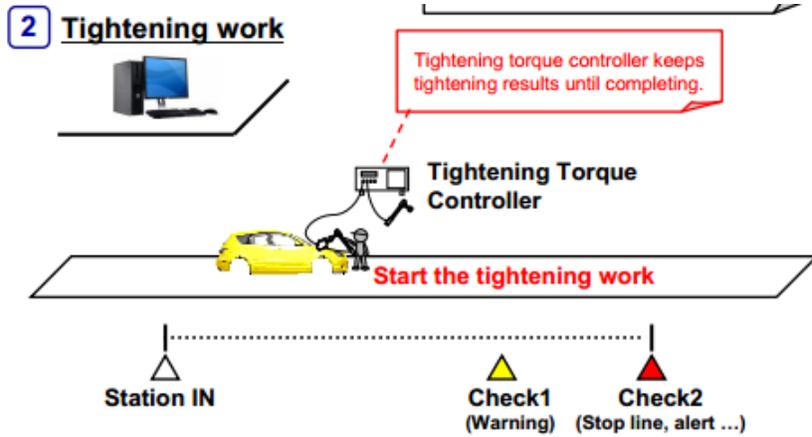


Ilustración 53. Una vez iniciado el trabajo de aseguramiento el controlador mantiene los resultados hasta completar la operación por completo.

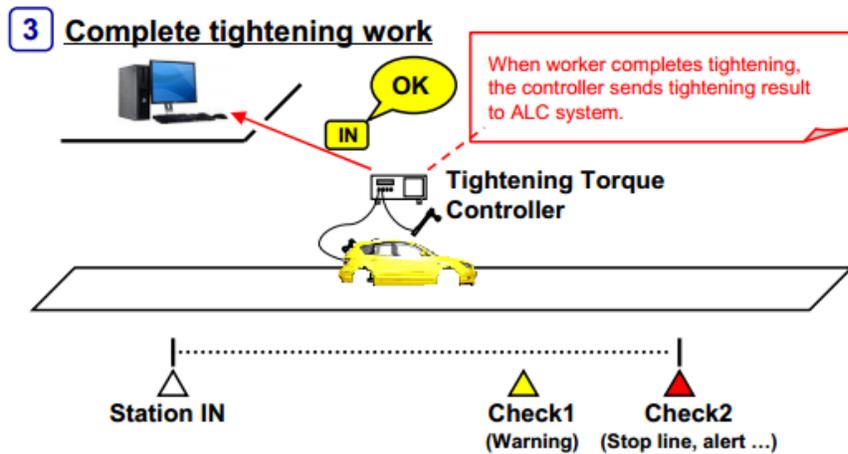


Ilustración 54. Cuando la operación termina el controlador envía los resultados del aseguramiento al ALC System, donde son almacenados.

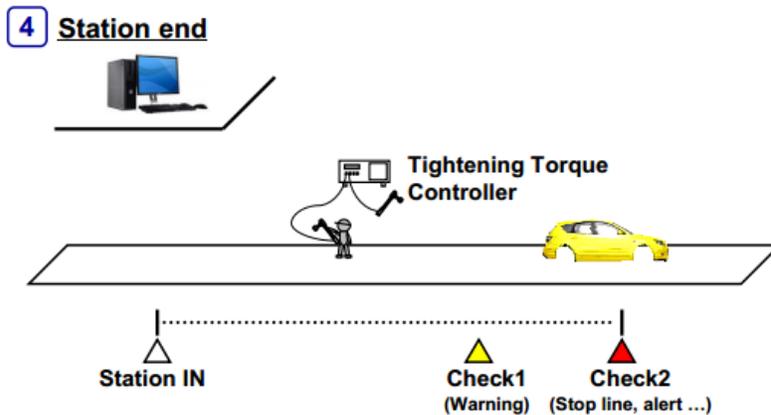


Ilustración 55. El vehículo sale de la estación de trabajo.

Es importante mencionar que si el aseguramiento no se ha dado cuando la unidad pasa por el Check 1 (triángulo amarillo) se marca una advertencia en el controlador, si la unidad pasa el Check 2 (triángulo rojo) sin dar el aseguramiento ocurre un paro de línea al instante, es este una de las principales razones de paros de línea, retrasos de operación.

En línea se manejan dos tipos de controladores, que son los siguientes:



Ilustración 56. Controlador Atlas Copco utilizado para torquímetros con antena inalámbrica.



Ilustración 57. Torquímetro inalámbrico utilizado en dispositivos Atlas.



Ilustración 58. Torquímetros utilizados en la zona de motores, estaciones 25 y 26.

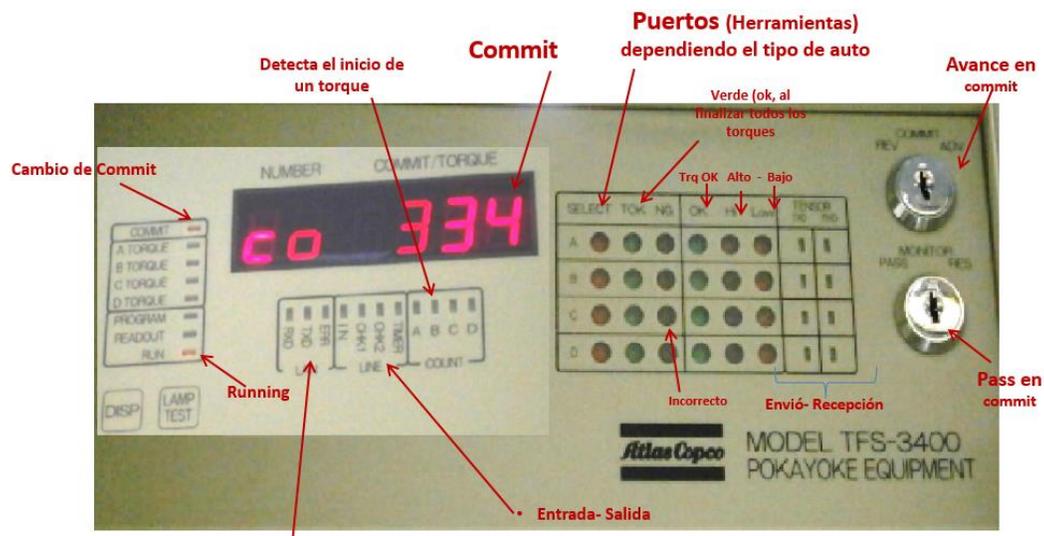


Ilustración 59. Dispositivo marca Uryu, utilizado principalmente para herramientas neumáticas.



Ilustración 60. Herramienta neumática (UA90MC).

A continuación una breve explicación del significado de los marcadores frontales de los controladores:



- ERR (Cuando existe mala comunicación entre al ALC y el pokayoke)
- RXD: Comunicación de pokayoke ---- ALC
- TXD: Comunicación de ALC ----pokayoke

Ilustración 61. Particularidades controlador Atlas Copco.

Cada controlador cuenta con 4 puertos (A, B, C y D) para conectar herramientas, de las cuales no en todos los dispositivos se utilizan, la mayoría sólo se utiliza uno de los puertos.

4.6.2. Programación

Si bien no es posible mostrar toda la programación de los dispositivos por la gran cantidad de ellos, se demostrará cómo se llevó a cabo dicha actividad detalladamente para dos de ellos.

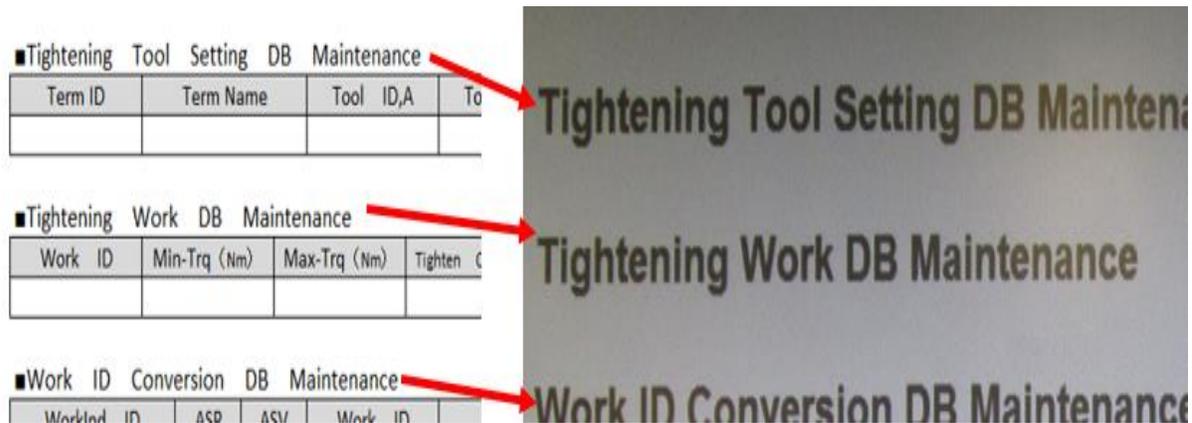


Ilustración 62. Este es un formato "No oficial" (lado izquierdo) utilizado como borrador para realizar la programación de los dispositivos en el ALC System (lado derecho).

Para este primer dispositivo, se tomará de la sección 5 estación 101 izquierda el dispositivo Uryu.

Team ID : FMFP05T5 Section : 05 ST ; 101 L

■Tightening Tool DB Maintenance			
	Tool ID	Tool Name	Set Trq (Nm)
A	T05-040	Rr SUS ASSY	101.0
B	T05-050	RrSTRUT ASSY	38.0
C			
D	T05-200	TORSION BEAM LH	90.0

Controller Type ;		
CAL	Tool Type	Setting Date
	UA100MC	
	UA80MC	

Ilustración 63. Los puertos que se van a utilizar serán el A, B y D, con su especificación de torque respectiva cada una.

En esta parte se identifican los puertos a utilizar, la sección a la que pertenece (5), la estación (101 Left), la herramienta y su especificación de torque.



ToolID	ToolName	Set_Trq(Nm)
T05-030	Rr cable parking	22.0
T05-040	Rr Sus Assy	101.0
T05-050	Rr Strut Assy	38.0
T05-060	RSSus Assy	101.0
T05-070	Rs Strut Assy	38.0
T05-080	Cross Member T	83.0
T05-090	Cross Member	83.0
T05-100	E/G BrktN.4 Tran	104.0
T05-110	E/G Brkt N.4Toru	90.0
T05-120	Rub-e/MTG#3	86.0
T05-130	Trailing Link	116.5
T05-140	Trailing llink R	116.5
T05-150	Rub-e/MTG#3 Z6	60.0
T05-160	E/G #2 Karness B	9.0
T05-180	Torsion beamJ03	90.0
T05-200	Torsion beam LH	90.0

Ilustración 64. Se agregaron las herramientas (T05-040 y demás en rojo) y su especificación de torque.

■Tightening Tool Setting DB Maintenance

Term ID	Term Name	Tool ID,A	Tool ID,B	Tool ID,C	Tool ID,D
FMFP05T5	05P-101st L	T05-040	T05-050		T05-200

Ilustración 65. Se coloca el término por el cuál es conocido el controlador, la ubicación y los puertos a utilizar.

TermID	Term Name	ToolID A	ToolID B	ToolID C	ToolID D
FMFP04TF	21P-D04 St LH	T21-010			
FMFP04TG	21P-D04 St RH	T21-030			
FMFP04TH	21P-D12 St LH	T21-050	T21-060		
FMFP04TI	21P-D12-St RH	T21-070	T21-080		
FMFP04TJ	03P-68L	T03-230			
FMFP04TK	Door-TB6	TT00L001			
FMFP05T1	05P-92 LH	T05-240			
FMFP05T2	05P-94R	T05-010			
FMFP05T3	05P-95R	T05-020	T05-010		
FMFP05T4	05P-96	T05-030			
FMFP05T5	05P-101L	T05-040	T05-050		T05-200

Ilustración 66. Se muestra la colocación en la segunda ventana del ALC System.

■Tightening Work DB Maintenance

Work ID	Min-Trq (Nm)	Max-Trq (Nm)	Tighten Cnt	Work Name	Tool ID	Cut Value
SG05-040	90.9	111.2	2	Rr SUS ASSY	T05-040	1
SG05-050	34.0	41.5	2	RrSTRUT ASSY	T05-050	1
SG05-200	78.1	101.5	1	TORSION BEAM LH	T05-200	1

Ilustración 67. Se le coloca una nueva etiqueta de reconocimiento a la herramienta (Work ID), se coloca el límite superior e inferior de torque permitido y el número de aprietes que se deben realizar.

WorkID	Min Trq(Nm)	Max Trq(Nm)	TightenCnt	WorkName	ToolID
SG05-040	90.9	111.2	2	Rr Sus Assy	T05-040
SG05-050	34.0	41.5	2	Rr Srut Assy	T05-050
SG05-060	90.9	111.2	2	RsSus Assy	T05-060
SG05-070	34.0	41.5	2	Rs Strut Assy	T05-070
SG05-080	74.5	91.0	2	Cross Member T	T05-080
SG05-090	74.5	91.0	2	Cross Member	T05-090
SG05-100	91.5	116.5	3	E/G Brkt.4 Tran	T05-100
SG05-110	81.0	99.0	1	E/G Brkt N.4Toru	T05-110
SG05-120	81.5	95.7	5	Rub-e/MTG#3	T05-120
SG05-121	81.5	95.7	2	Rub-e/MTG#3 Z6	T05-120
SG05-130	104.7	128.0	2	Trailing Link	T05-130
SG05-140	104.7	128.0	2	Trailing Link	T05-140
SG05-150	48.5	65.6	4	Rub-e/MTG#3 Z6	T05-150
SG05-160	7.8	10.8	2	E/G #2 Harness B	T05-160
SG05-161	7.8	10.8	3	E/G #2 Harness B	T05-160
SG05-180	78.1	101.5	1	Torsion beam ass	T05-180
SG05-200	78.1	101.5	1	Torsion beam LH	T05-200

Ilustración 68. Vista de la programación de la tercera ventana del ALC System donde colocas los límites de torque permitido y el número de aprietes.

La cuarta ventana del ALC System no fue requerida para este controlador debido a que no se necesitaba especificar si habían diferentes números de aprietes en estas piezas, es decir, estos aprietes se realizaba para todos los modelos que pasen en la línea, lo que es llamado común (common en la programación del ALC System), además en el siguiente paso se especificará que de esas tres herramientas sólo se utilizan dos para cada vehículo (T05-040 y T05-050 para J36W y T05-040 y T05-200 para J03W).

■ Tightening Work Setting DB Maintenance

Term ID	Term Name	Carline	B.No	Comment	Work	Work ID	WorkInd ID	ASP
FMFP05T5	05P-101st-LH	XBM**	40	Rr SUS ASSY	common	SG05-040		
FMFP05T5	05P-101st-LH	XBM**	50	RrSTRUT ASSY	common	SG05-050		
FMFP05T5	05P-101st-LH	XDJ**	51	RrSTRUT ASSY	common	SG05-050		
FMFP05T5	05P-101st-LH	XDJ**	52	TORSION BEAM AS	common	SG05-200		

Ilustración 69. Es aquí donde se especifica a que modelos se aplicará la herramienta.

En esta parte se da de alta a que modelo de vehículo se utilizará cada herramienta de la siguiente manera:

- XBM** : J36W
- XDJ** : J03W

Se observa que la herramienta T05-050 es utilizada para ambos vehículos y todas son comunes, por lo que no se necesita utilizar su ASP para identificar las piezas.

TermID	Term Name	Carline	B No	Comment	Work	WorkID
FMFP05T1	05P-92 LH	XDJ**	11	Pipe filler ti	Common	SG05-240
FMFP05T2	05P-94R	XBM**	10	FrHarness eart	Common	SG05-010
FMFP05T3	05P-95R	XBM**	20	Pipe Fill/Can	Specified	
FMFP05T3	05P-95R	XDJ**	21	Pipe Fill/Can	Specified	
FMFP05T4	05P-96	XBM**	30	RrCable/Parkin	Common	SG05-030
FMFP05T4	05P-96	XDJ**	31	RrCable/Parkin	Common	SG05-032
FMFP05T5	05P-101L	XBM**	40	Rr Sus Assy	Common	SG05-040
FMFP05T5	05P-101L	XBM**	50	Rr Strut Assy	Common	SG05-050
FMFP05T5	05P-101L	XDJ**	51	Rr Sus Assy	Common	SG05-050
FMFP05T5	05P-101L	XDJ**	52	Torsion beam a	Common	SG05-200

Ilustración 70. Esta es la parte final de la programación.

Esta fue la programación para un dispositivo donde es exactamente la misma cantidad de apriete y rangos de torque para cada unidad que pase y que esté dada de alta en el sistema, a continuación se presentará únicamente la última parte de la programación pues las primeras 2 partes son las mismas de las que ya se presentaron.

■Tightening Work DB Maintenance

Work ID	Min-Trq (Nm)	Max-Trq (Nm)	Tighten Cnt	Work Name	Tool ID	Cut Value
SG05-020	8.8	12.7	7	PIPE-FILLER/CANISTER	T05-020	1
SG05-021	8.8	12.7	8	PIPE-FILLER/CANISTER	T05-020	1
SG05-022	8.8	12.7	5	PIPE-FILLER/CANISTER	T05-020	1
SG05-023	8.8	12.7	6	PIPE-FILLER/CANISTER	T05-020	1
SG05-024	8.8	12.7	4	PIPE-FILLER/CANISTER J03W	T05-020	1
SG05-025	8.8	12.7	5	PIPE-FILLER/CANISTER J03W	T05-020	1

Ilustración 71. Se observa que tienen diferentes números de aprietes para cada canister.

Este controlador también se encuentra en la sección 5, estación 95 R, se observa como a pesar de tener el mismo límite superior e inferior de torque tienen diferente número de aprietes por lo que se puede tomar como una operación común, más bien específica, de aquí que se haga uso de la ventana 4 del ALC System.

■ Work ID Conversion DB Maintenance

WorkInd ID	ASP	ASV	Work ID	Work Name	
SJ05-020	C13	A	SG05-021	PIPE-FILLER/CANISTER	XBM**
SJ05-020	C13	B	SG05-021	PIPE-FILLER/CANISTER	XBM**
SJ05-020	C13	C	SG05-020	PIPE-FILLER/CANISTER	XBM**
SJ05-020	C13	D	SG05-020	PIPE-FILLER/CANISTER	XBM**
SJ05-020	C13	E	SG05-020	PIPE-FILLER/CANISTER	XBM**
SJ05-020	C13	F	SG05-020	PIPE-FILLER/CANISTER	XBM**
SJ05-020	C13	G	SG05-021	PIPE-FILLER/CANISTER	XBM**
SJ05-020	C13	H	SG05-021	PIPE-FILLER/CANISTER	XBM**
SJ05-020	C13	M	SG05-020	PIPE-FILLER/CANISTER	XBM**
SJ05-020	C13	P	SG05-020	PIPE-FILLER/CANISTER	XBM**
SJ05-020	C13	J	SG05-024	PIPE-FILLER/CANISTER	XDJ**
SJ05-020	C13	K	SG05-020	PIPE-FILLER/CANISTER	XBM**
SJ05-020	C13	L	SG05-020	PIPE-FILLER/CANISTER	XBM**
SJ05-020	C13	N	SG05-025	PIPE-FILLER/CANISTER	XDJ**

Ilustración 72. En esta ventana se coloca el ASP y su respectivo ASV para identificar cada pieza y saber el número de apriete que necesita.

En la parte de Work ID, no se encuentra en todos la misma, existe variación en las terminaciones de 020 hasta 025 por lo ya mencionado.

WorkIndID	ASP	ASU	WorkID	WorkName
SJ05-020	C13	A	SG05-021	Pipe Fill/Canist
SJ05-020	C13	B	SG05-021	Pipe Fill/Canist
SJ05-020	C13	C	SG05-020	Pipe Fill/Canist
SJ05-020	C13	D	SG05-020	Pipe Fill/Canist
SJ05-020	C13	E	SG05-020	Pipe Fill/Canist
SJ05-020	C13	F	SG05-020	Pipe Fill/Canist
SJ05-020	C13	G	SG05-021	Pipe Fill/Canist
SJ05-020	C13	H	SG05-021	Pipe Fill/Canist
SJ05-020	C13	J	SG05-024	Pipe Fill/Canist
SJ05-020	C13	K	SG05-020	Pipe Fill/Canist
SJ05-020	C13	L	SG05-020	Pipe Fill/Canist
SJ05-020	C13	M	SG05-021	Pipe Fill/Canist
SJ05-020	C13	N	SG05-025	Pipe Fill/Canist
SJ05-020	C13	P	SG05-020	Pipe Fill/Canist

Ilustración 73. Esta es la cuarta ventana del ALC System.

■ Tightening Work Setting DB Maintenance

Term ID	Term Name	Carline	B.No	Comment	Work	Work ID	WorkInd ID	ASP
FMFP05T3	OSP 95R ST	XBM**	20	PIPE-FILLER/CANI	specified		SJ05-020	C13
FMFP05T3	OSP 95R ST	XDJ**	21	PIPE-FILLER/CANI	specified		SJ05-020	C13

Ilustración 74. En esta parte ya aparece como operación específica, por lo que debe seguir el ASV para identificar que debe realizar.

TermID	Term Name	Carline	B No	Comment	Work	WorkID	WorkIndID	ASP
FMFP05T1	05P-92 LH	XDJ**	11	Pipe filler ti	Common	SG05-240		
FMFP05T2	05P-94R	XBN**	10	FrHarness eart	Common	SG05-010		
FMFP05T3	05P-95R	XBN**	20	Pipe Fill/Canl	Specified		SJ05-020	C13
FMFP05T3	05P-95R	XDJ**	21	Pipe Fill/Canl	Specified		SJ05-020	C13

Ilustración 75. Identificación de la operación como específica.

Una vez que se hizo completamente la programación de acuerdo a como se quiere que aparezca se procede a la revisión de la programación para evitar errores, un tipo de compilación de la información.

Table Name	Status	Process Count	Error Count
Tightening Tool Setting Table	End	417	0
Tightening Work Table	End	486	0
Work ID Conversion Table	End	586	0
Tightening Work Setting Table	End	1908	0
Exclusion Control Table	End	10	0

Ilustración 76. No se observa ningún error por lo que se prosigue a enviar toda la nueva programación a los dispositivos.

Ilustración 77. En esta parte se envía definitivamente la programación a todos los dispositivos.

Se tiene la opción de correr la programación de forma inmediata o un día a un tiempo específico según las necesidades.

En total se reprogramaron 44 dispositivos, quedando hasta la fecha todos corriendo en buenas condiciones; cuando existe algún cambio de ingeniería sólo se hacen pequeñas modificaciones para que todo quede al 100%

4.7 Problemas de calidad

4.7.1. Gráfica de calidad mensual

Esta última parte del proyecto se enfocó a atacar los problemas de calidad presentes en la línea de Chasis. Primeramente se llevó un registro de todos esos defectos que se presentaron, se tomarán para esta parte los resultados del mes de Noviembre.

Fecha	Problema	Qty	ROOT CAUSE
03-nov	Tornillo de crossmember flojo en modelo J03W	1	1. Operador toma la herramienta equivocada
06-nov	Caliper con faltante de balata	1	Trayecto
14-nov	Tornillo en interior de transmisión	1	
12-nov	Tornillo trasroscado de manguera flexible de calíper	1	No se apunta bien el tornillo
15-nov	Tornillo en interior de transmisión	1	
18-nov	Tornillo en interior de transmisión	1	
18-nov	Tubería de freno floja	1	Mala secuencia
19-nov	Tuercas del control link flojos	1	Mala Reparacion
25-nov	Crossmember con tornillos flojos	1	
27-nov	Cáliper trasero izquierdo con tornillo flojo	1	Reparacion
28-nov	Tornillo Flojo de cross member flojo lado izquierdo	1	Reparacion
28-nov	Ejes equivocado del lado derecho	9	No confirmar broadcast
Total		20	

Tabla 4. Problemas de Calidad rango A y AR, indicando que son los más críticos.

Durante el mes de noviembre fue uno de los meses con mayor número de problemas rango A y AR, por lo que el seguimiento de algunos de estos problemas fue parte de las actividades realizadas.

Estos Issues, son detectados por gente de inspección y de reparaciones, no salen fuera de la planta, pero para cada uno de ellos se tiene que hacer un reporte de la causa raíz y contramedidas.

Fecha	Problema	Qty	ROOT CAUSE	Responsibility
03-nov	Tapa de transmisión dañada	3		Edgar Camarillo David Ramírez
04-nov	Carter dañado	1		Everardo Cárdenas
05-nov	Pin doblado en conector TCM Trasmisión	2		Everardo Cárdenas
05-nov	Carter dañado	2		David Ramírez
06-nov	Chicote de A/C desenchipado	1		Mizraim Valdéz
06-nov	Tapa de motor dañada	1		David Ramírez
08-nov	Cilindro de clutch desenchipado	1		Agustín González
nov	Arnés de motor prensado entre crossmember y carrocería	2		Agustín González
27-nov	Resortes equivocados	6		Oscar Barahona
28-nov	Resortes equivocados	1		Hugo Arias
Total		20		

Tabla 5. Tabla con defectos de rango B y C.

Si bien este tipo de defectos no son importantes, dañan nuestro objetivo de calidad tasado en 0.45 defectos por cada 100 (0.45/100).

Gráfica de calidad: Noviembre 2014

	Issues	Obj c/100	Real c/100
TRIPULACIÓN A	8	0.45	0.125647872
TRIPULACIÓN B	32	0.45	0.514056226
TOTAL	40		

MP VEHICLES A=	6367	12592 TOTAL
MP VEHICLES B=	6225	
目標=	0.45 c/100	実績= 0.31766 c/100

Tabla 6. Existe cierta disparidad entre los defectos por tripulación, 4 veces más defectos de la tripulación B sobre la A.

Durante el mes de noviembre se estuvo dentro del objetivo de calidad, de las 12,592 unidades del mes y los 40 defectos nos dan un resultado de 0.31766/100, esto por la baja tasa de defectos de la tripulación A.

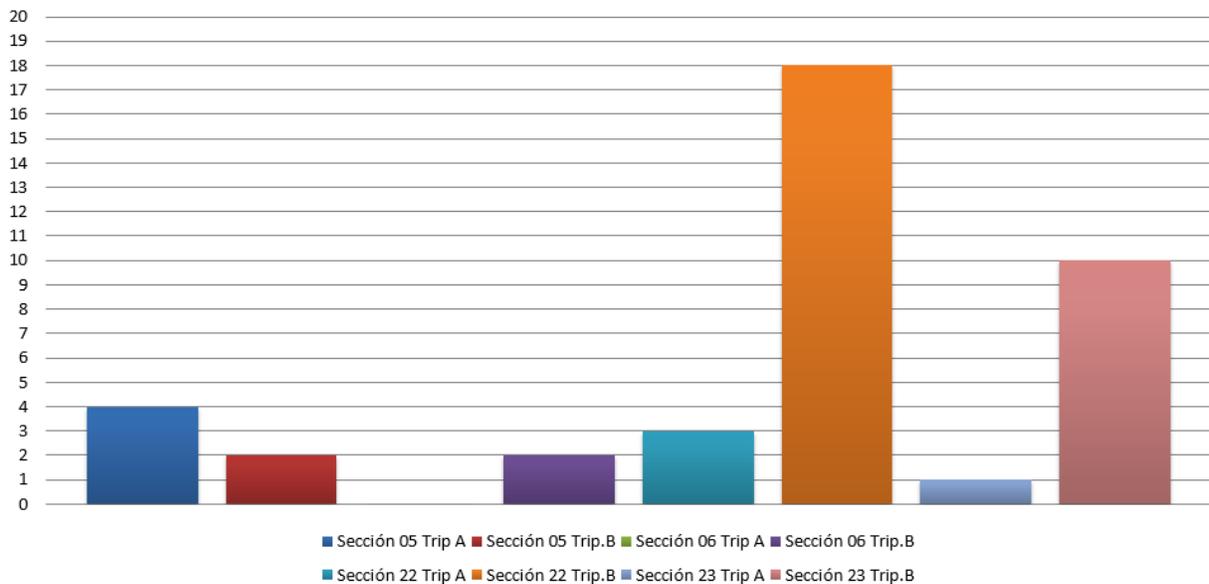


Tabla 7. Defectos por sección y tripulación, siendo la sección 22 tripulación B la que más defectos generó.

Se le dio seguimiento desde el mes de octubre a estos problemas.

4.7.2. Presentación de resultados a supervisores

Los resultados de calidad se presentaron semanalmente a los supervisores para atacar los principales problemas, sobre todo hacer énfasis en la gran cantidad de defectos rango A y AR del mes de Noviembre.



Ilustración 78. Presentación de resultados a supervisores.



Ilustración 79. Junta semanal con supervisores.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusión

Como resultado de la implementación del nuevo modelo J03W en la planta Mazda de México, se realizaron una serie de actividades en la línea de Chasis de TCF, comenzando por la actualización de la línea, que primeramente se enfocó en base a lo documental, a los planos de construcción o Kouteizus antiguos que se encontraban en uso, esto podría traer consigo diversos problemas de calidad y de uso correcto de la información. Las hojas de monitoreo de puntos críticos faltantes, impedía tener un control y registro total del funcionamiento de todas las herramientas utilizadas para los ensambles, por lo que se procedió a la elaboración de nuevos registros para las nuevas herramientas utilizadas para el nuevo vehículo.

Se realizaron modificaciones importantes en la línea, sobre todo en base a herramientas, debido a que existían en piso herramientas con torques exactamente igual para el modelo J36W y J03W, siendo este último que en sus planos de construcción especificaba herramientas de otras marcas, por lo que se hicieron pruebas en los vehículos TTO's utilizando las herramientas del otro modelo. Los resultados fueron buenos, sin problema alguno, por lo que se prosiguió a la modificación de los planos de construcción indicando una herramienta diferente. Hay que resaltar que no en todos los casos se pudo hacer esta modificación de herramientas, debido a que los torques de apriete de ambos modelos eran diferentes, como en los aprietes de la suspensión trasera, por lo que la adquisición de nuevas herramientas fue necesaria. Además de las herramientas, también fueron modificados los puntos a revisión de las estaciones de Zone – Hoshu, sobre todo eliminando la revisión a rangos B y C, y agregando algunos puntos de rangos A y AR que estaban sin una segunda revisión o inspección.

Hablando de dispositivos Poka-Yoke, también sufrieron cambios en su programación debido a que se encontraban un poco deficientes y con información desactualizada, prosiguiendo a realizar una nueva programación a detalle de cada uno de ellos, en algún momento se tuvo un problema, teniendo que colocar a un operador en cierto dispositivo para liberar las unidades manualmente debido a una mala programación.

El rebalanceo se debió a un aumento de la producción en la planta, las actividades realizadas se enfocaron en la revisión de cada una de las operaciones que se realizan en las estaciones para detectar cuellos de botella principalmente, tomar medidas o acciones para eliminarlas o reducirlas. También se tuvieron que abrir nuevas estaciones de trabajo en todas las secciones

para poder eliminar esos cuellos de botella y evitar los retrasos de operación. Otra parte de las actividades realizadas fue la verificación de las hojas de cargas de trabajo con que cada operador ensambla, revisando si los tiempos son los adecuados para poder hacer frente al aumento de velocidad en la línea, pasando de 1.2 min por operación a 0.95 min.

Los objetivos del proyecto se lograron a partir de los PP 's (pruebas piloto), a finales de septiembre, fecha en que los dispositivos poka-yoke se encontraban correctamente programados y funcionando al 100%, además los Broadcast ya aparecían con las opciones requeridas y no habían paros mayores como en otras áreas de TCF se presentaban. Esto cobra mucha importancia por el hecho de que esta área es la más crítica de TCF, donde se encuentran la mayoría de las operaciones de rango A y AR y se sabe de su importancia.

Se permitió conocer de primera vista como es una línea de ensamble, cómo funciona, cómo se maneja y sobre todo el sistema que se utiliza en este tipo de industria. Se logró una correcta programación de los dispositivos evitando que la línea se detuviera a causa de lo ello, en términos de calidad no se tuvieron grandes percances en el modelo J03W.

Hay que hacer énfasis en que prácticamente todas las actividades desarrolladas eran nuevas, debido a que como estudiantes de esta zona del país tenemos poca interacción con este tipo de industria. Así que, entrar de lleno a una empresa tan importante y en crecimiento como Mazda logró un gran impacto en la formación como estudiante y no sólo eso, también como profesional y como persona.

Entre las competencias aplicadas está el uso de una lengua extranjera, que si bien es una empresa Japonesa la mayoría de la información que circula para personal de Mazda de México procedente de diversas áreas está en el idioma inglés. A pesar de que se mejoró un poco en el idioma, no fue del todo suficiente, teniendo complicaciones en diversos puntos de la estancia.

El trabajo en equipo es algo que en su debido momento se hace complicado, pero se desarrolló de buena manera, tanto con los supervisores como con los ingenieros de calidad de otras áreas de TCF.

Durante las juntas de calidad diarias, cuando surgían problemas de calidad del área de Chasis muchas veces se tuvo que presentar un reporte y actividades realizadas sobre el defecto en cuestión, ante gente muy experimentada en la materia, lo que permitió mejorar un poco en el

manejo de ese nerviosismo que se podría presentar ante esa situación de cuestionamientos directos y fuertes por parte del mismo personal. Fue una de las partes más difíciles debido a que el enfoque que se tiene de Ingeniero Mecánico nos hace un poco carentes de conocimientos de calidad y las herramientas que se utilizan para ello, pero lo importante es que a pesar de ello se incursionó en esa área conociendo un poco más sobre el tema.

La adaptación a una nueva cultura, a una nueva forma de ver el trabajo, la convivencia con personas de otro país fue importante en el aprendizaje, sobre todo ante la dificultad que se presentó en la comunicación, muchas veces el tener que hablar por medio de un traductor dificultó la correcta comunicación sobre todo porque la mayoría de la información era de enfoque técnico.

En ocasiones, no se contaba con la presencia del AM de Chasis (Asistent Manager) ni del ingeniero de calidad del área, por lo que en algún momento se presentaron problemas en la línea que debían ser atendidos, por lo cual la responsabilidad calló en mi persona para dar seguimiento a los mismos, si bien fue de las partes más difíciles se tenían que tomar decisiones o acciones inmediatas, y aunque generaban un poco de temor o inseguridad sobre qué hacer, se llevaron a buen término, sobre todo por la ayuda y respaldo de los supervisores del área, se habla de una competencia como toma de decisiones.

La misma toma de decisiones llevó a tomar el liderazgo sobre lo que se tenía que hacer, por mencionar algo, uno de los problemas a los que se le dio seguimiento es que a las unidades destinadas para Latinoamérica empezaron a presentar un aflojamiento en los montante de motor, por lo que se tuvo que tomar acciones al respecto, como la revisión de los vehículos que habían sido producidos antes de detectar el problema.

Seguimiento de actividades fue otra de las competencias desarrolladas, por medio de un curso impartido en la planta de TCF a supervisores se tomó una capacitación que nos permitió no perder u olvidar las actividades del día a día, esto es, que si se nos cargaba una actividad no había excusa alguna para mencionar que la actividad fue olvidada, se habla de una disciplina al cumplimiento de las actividades.

En general, se tuvo una formación integral, en todos los sentidos, no sólo en el desarrollo como estudiando sino como persona y sobre la forma en que vemos las cosas.

Finalmente se concluye que los resultados del proyecto fueron más que satisfactorios, logrando que para el día 14 de octubre de 2014 comenzara con la producción masiva del modelo J03W, haciendo énfasis en que las primeras corridas de estos modelos no tuvieron ningún percance en la línea de chasis.

5.2 Recomendaciones

Los paros de línea mayores ocurridos en línea durante la realización del proyecto ocurrieron porque gente de dispositivos y mantenimiento realizaban su trabajo de manera tardía o solo cuando los problemas de maquinaria se presentaban. Se podría de alguna manera reducir esos tiempos de paro si le estuviera monitoreando de manera más continua la maquinaria, un mantenimiento más periódico sería excelente.

Las herramientas utilizadas de batería (Hitachi y Panasonic) no son del todo confiables, pues aunque se tengan en algunas operaciones rechequeos de torque sería mucho mejor cambiar a herramientas neumáticas, utilizando la buena cantidad de compresores con que se cuentan, aunque la dificultad está en reducir costos. Lo mismo ocurriría para los dispositivos Poka – Yoke, se podrían implementar más de su tipo, sabiendo que en la mayoría de los controladores se utiliza un puerto de los 4 disponibles.

El manejo de la información relacionada con la calidad no es la correcta, en diversas ocasiones se asignan defectos de calidad a áreas que ni siquiera tienen interacción con el defecto en sí, un mejor manejo de esa información puede ayudar a dar un panorama más claro de donde se está como empresa en calidad los productos.

7. Referencias bibliográficas y virtuales

- [1] Wikipedia, C. (6 de Noviembre de 2014). *Wikipedia La enciclopedia libre*.
Obtenido de <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Mazda&oldid=77993419>
- [2] Wikipedia, C. (26 de Marzo de 2014). *Wikipedia La enciclopedia libre*.
Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/SkyActiv>
- [3] Corporation, M. M. (2014). *Mazda México*.
Obtenido de <http://www.mazdamexico.com.mx/mexico/skyactiv>
- [4] González, C. (10 de Agosto de 2007). *Monografías*.
Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos11/conge/conge.shtml>
- [5] Nye, D. (2013). *America's Assembly Line*. Massachusetts: MIT Press.
- [6] Wikipedia, C. (10 de Agosto de 2014). *Wikipedia La enciclopedia libre*.
Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Línea_de_ensamble
- [7] SEPPEN TEAM. (2013). *Conocimientos Básicos TCF*. Salamanca .
- [8] Colaboradores Wikipedia. (15 de Octubre de 2014). *Wikipedia La encilopedia libre*.
Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Poka-yoke>
- [9] Yamashita, S. (2013). Operation Manual: Tightening Torque. *IBM Global Services*.
- [10] López, B. S. (2012). *Ingenieriaindustrialonline*.
Obtenido de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/balanceo-de-l%C3%ADnea/>
- [11] Cooperation, M. (2013). *Kouteizu*.



Broadcast puntal delantero

Print Date: 12/04/2014 00:09:31 Printer Name: PRTFM010 R, T/F Axle Broadcast: W03D

MAZDA MOTOR MANUFACTURING DE MÉXICO # ALC Broadcast # <Axle>

FR. STRUT (PUNTAL DELANTERO)

Day	Commit	VIN			AON		Fr. Strut Tag	QR-Code
04	7738	3MZBM42Z5FM106847			M1202333		BD	
Month		Model	Carline/Series	History	Axle	Engine		
12		BLD4	BM	2	A	Z6	N	

	C04		C21	C03	Order Month
	K			B-AM	12
		E26			
		S/P			
E22					
T/N					

Commit : 7738 - 7738 TFM010 D

Page 1 of 1

Broadcast sección 5 y 6

Print Date: 11/22/2013 09:00:25

Printer Name: PRTFM001

R_TCF_Main_Broadcast_M001A

MAZDA MOTOR MANUFACTURING DE MÉXICO

ALC Broadcast # <TCF>

Main Broadcast 03P 04P

Trim-On Plan Date 10/10	AON M1191040	Vehicle Identification Number (VIN) 3MZBM1U73EM100072	Carline BM
Commit No. 6486		Destination N	Final-Off Plan Date 08/11/2013
		Engine PE	Transmission 6
		Body 22	Drive A
		Model BJ57	Spec V80
		Exterior 42A	Interior BV1



C22 A 320	E17 A 310	C09 A 330	755 B G45	C96 A C63	C79 A C42	290 A 265	300 A C69
A H31	B	A G33	A C74	D	A H45	X	B C61
B D47		A H11	C G69		A E23		
A	C 960	4	X	X D81	A		