



# Reporte Final de Estadía

## Martín Darío Schettino García

Liberación de PPAP para ZF frenos y mecanismos.

Av. Universidad No. 350, Carretera Federal Cuitláhuac - La Tinaja  
Congregación Dos Caminos, C.P. 94910. Cuitláhuac, Veracruz  
Tel. 01 (278) 73 2 20 50  
[www.utcv.edu.mx](http://www.utcv.edu.mx)



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo

Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Reporte para obtener título de

Ingeniero en Mantenimiento Industrial

Proyecto de estadía realizado en la empresa

Escantillones Tec. S de R.L. de C.V

Nombre del proyecto

Liberación de PPAP para ZF frenos y mecanismos

Presenta

Martín Darío Schettino García

Cuitláhuac, Ver. A 18 de Abril del 2018.



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz



Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz

Programa Educativo

Ingeniería en Mantenimiento Industrial

Nombre del Asesor Industrial

German Lino Mateos Robles

Nombre del Asesor Académico

Ing. Ignacio Zeferino Lara Salazar

Jefe de Carrera

Ing. Gonzalo Malagón Gonzales

Nombre del Alumno

Martín Darío Schettino García

## Contenido

AGRADECIMIENTOS .....	4
RESUMEN.....	4
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1 Estado del Arte .....	7
1.1.2 Marco teórico.....	8
ISO/TS 16949.....	8
Niveles de productores de auto componentes.....	10
Motivos para los fabricantes de vehículos para usar la norma.....	12
Paquete PPAP.....	13
AMEF.....	15
Plan de control.....	16
APQP (Advanced Product Quality Planning) .....	17
Seis Sigma significado.....	20
Estudio de capacidad de proceso (Cok).....	21
Diagramas de flujo de proceso.....	25
Liberación de informes de homologación .....	26
Hoja de empaque/transporte.....	27
Auditoria de producto VDA 6.5.....	29
1.2 Planteamiento del Problema .....	29
1.3 Objetivos.....	30
Objetivo General:.....	30
Objetivos Específicos: .....	30
1.4 Definición de variables .....	31
1.5 Hipótesis.....	32
1.6 Justificación del Proyecto.....	33
1.7 Limitaciones y Alcances .....	33
1.8 La Empresa Escantillones Tec. S. de R.L. de C.V. ....	34
a) Ubicación.....	34
b) Historia .....	34

c) Misión .....	35
d) Visión .....	35
e) Valores .....	35
f) Productos atendidos por la empresa.....	36
2. Mercado de impacto de los productos o servicios brindados por la empresa .....	37
3. Impacto en el área de mantenimiento .....	37
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....</b>	<b>38</b>
<i>Introducción</i> .....	38
<i>Resumen</i> .....	38
<i>Metodología</i> .....	39
<b>CAPÍTULO 3 DESARROLLO DEL PROYECTO .....</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
4.1 Resultados.....	63
4.2 Conclusiones.....	64
4.3 Trabajos Futuros.....	65
4.4 Recomendaciones.....	65
ANEXOS.....	67
<b>Bibliografía.....</b>	<b>80</b>

## Tabla de ilustraciones

Figura 1 Niveles de productores de auto componentes. ....	11
Figura 2 Proceso APQP .....	17
Figura 3 Planeación de calidad de un producto. ....	19
Figura 4 Distribución normal centrada.....	20
Figura 5 Distribución normal y $6\sigma$ .....	20
Figura 6 Ejemplo límites de especificación. ....	22
Figura 7 Ejemplo de un proceso adecuado.....	22
Figura 8 Proceso incapaz.....	23

Figura 9 Proceso con variación. ....	24
Figura 10 Proceso con promedio móvil. ....	24
Figura 11 Proceso capaz.....	25
Figura 12 Ejemplo diagrama de flujo.....	26
Figura 13 Ejemplo de sistema hidráulico de frenos automotrices. ....	46
Figura 14 Caliper RPS type.....	47
Figura 15 Caliper Colette type.....	47
Figura 16 Caliper flotante tipo L. ....	47
Figura 17 Caliper flotante tipo C.....	48
Figura 18 Ranura de sellado. ....	48
Figura 19 Alta de los números de parte en el Sistema BeOn de Volkswagen. ....	51
Figura 20 Estado de pruebas de piezas muestra. ....	53
Figura 21 Datos BeOn pruebas de materiales. ....	54
Figura 22 Informe de muestras aceptado.....	55
Figura 23 Gráfica de auditoria de material. ....	57
Figura 24 Gráfica de auditoria de material con sugerencias AMEF. ....	58

## **Tabla de anexos**

Anexo 1 Lay Out puntos de interés. ....	67
Anexo 2 Principios físicos que se suscitan al frenar un vehículo. ....	68
Anexo 3 Componentes de un Caliper.....	69
Anexo 4 Tabla de operaciones para ensamblar un Caliper.....	70
Anexo 5 Diagrama de flujo de proceso ....	71
Anexo 6 AMEF de Caliper ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V.....	75
Anexo 7 Evidencia de datos subidos al BeOn.....	77
Anexo 8 Reporte de ensayo visual.....	78

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mis padres, que fueron quienes me apoyaron ampliamente a lo largo de mi carrera en la universidad y mi desarrollo educativo desde niño, gracias a ellos, pude desenvolverme siendo siempre honesto y responsable y les estaré infinitamente agradecido debido a su sabiduría, coraje y decisión de siempre sacar adelante mis estudios. Agradezco también a mis profesores que tuvieron la gracia y habilidades de la enseñanza, las cuales sirvieron para que invirtiera mi tiempo en un sistema de aprendizaje pleno y sin dudas. Finalmente, agradezco a mis compañeros, de los cuales aprendí que con esfuerzo y dedicación es posible culminar nuestras metas, prueba de ello que ahora me encuentro terminando mi proceso de estadía para graduarme como ingeniero en mantenimiento industrial.

## RESUMEN

El objetivo del proyecto fue liberar el paquete PPAP para los Caliper de ZF Frenos y Mecanismos, mismo que se logró hasta el momento para nota nivel 3, razón por la cual ZF puede ahora surtir las líneas de producción Volkswagen con sus Calipers.

La liberación de nota nivel 1 quedó pendiente, es decir, los requisitos del paquete PPAP para nota 1, fueron entregados, y se encuentran en estado de análisis, esto quiere decir que el personal de calidad de VWM se encuentra verificando que los documentos entregados en el paquete cumplan con los requisitos de planta.

Podemos decir que la hipótesis se cumplió, porque se planteaba que ZF Frenos y Mecanismos, al producir sus Caliper, podía garantizar que estos cumplían con los límites de especificación mínimos de Volkswagen, es decir nota 3, la cual fue alcanzada hasta el momento, quedando la nota 1 en estado de análisis.

Escantillones se dedicó a obtener los siguientes requisitos PPAP de Volkswagen:

- AMEF de diseño del producto.
- Diagrama de proceso.
- Hoja de empaque y transporte.
- Auditoria de producto.
- Prueba de ensamble (Apoyo y atención a Volkswagen).
- Prueba de metrología (apoyo para proveedor en el proceso).
- Prueba de materiales (apoyo para proveedor durante el proceso).
- Ensayo visual.

Mismos que fueron conseguidos con éxito, prueba de ello, que se entregó el paquete PPAP y se encuentra en estado de análisis actualmente.

Podemos decir, que gracias a la colaboración del equipo Escantillones y ZF, el proyecto fue todo un éxito, gracias a que se entregaron todos los requerimientos que lanzo Volkswagen para liberación de nota nivel 1, y se consiguió nota 3 hasta el momento. Ahora los Calipers del proveedor en cuestión, pueden ser surtidos a las líneas de producción de VWM.

## **CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad, la calidad en la industria automotriz es más que solo algunos índices de referencia, puesto que la competitividad entre empresas aumenta día con día, es necesario satisfacer las necesidades de los clientes con la mejor tecnología, durabilidad y confiabilidad de los productos. Este proyecto se dedica única y exclusivamente a la liberación del paquete PPAP para liberación de nota de los Calipers del proveedor de frenos ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V. Este paquete es ahora una herramienta del estándar ISO/TS 16949, el cual se basa en la estandarización de procesos con calidad a nivel automotriz.



El paquete PPAP es un conjunto de documentos que son parte de las llamadas Core tools, un grupo de herramientas que se dedican a garantizar que los materiales surtidos por los diferentes proveedores, cumplan con los grados de especificación necesarios para encontrarse en proceso de mejora continua.

A lo largo de este capítulo podrá apreciar y entender, como se conforma un paquete PPAP, la norma de la cual se desglosan los requisitos del mismo y sus componentes, así como una breve explicación de cada elemento y su importancia en la calidad del proceso o producto en cuestión. También podrás observar la hipótesis en la cual se basa el proyecto, y los objetivos para liberar el paquete PPAP.

En el capítulo 2 se expone la metodología, en la cual, a breves cuentas se hace un listado de actividades que se deben realizar para el desarrollo de este proyecto, por ejemplo, el desarrollo del AMEF de los Caliper de ZF Frenos y Mecanismos, los estados del portal BeOn, de Volkswagen, que es el portal donde se da de alta toda la documentación referente a liberación de nota, e inclusive se hace la descripción de las actividades paso a paso.

Para el siguiente capítulo, se describen las actividades realizadas. Es decir, se explica cómo se hizo el reconocimiento de ambas empresas, Volkswagen y Escantillones, el desarrollo de un Lay Out, una explicación de la capacitación que se dio acerca de Calipers de ZF, cómo se obtuvieron los requisitos del paquete PPAP, se define la participación de escantillones en el desarrollo del tópico.

Culminamos con los resultados obtenidos a lo largo del proyecto, se exponen las evidencias del desarrollo del proyecto, los resultados y conclusiones donde se explica que el mismo ha sido un éxito, debido a que la hipótesis y objetivos fueron alcanzados, prueba de ello, que ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V. surte ahora las líneas de Volkswagen.

## 1.1 Estado del Arte

La industria automotriz, es uno de los giros con mayor movimiento económico a nivel mundial. Hablando solo de México, actualmente se encuentra en el puesto número 8 de países que tiene producción automotriz. Según la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA, 2018) en 2014, la industria automotriz mexicana recibió 1,763.3 millones de dólares de Inversión Extranjera Directa (IED); adicionalmente, el sector de autopartes percibió 1,163.6 millones de dólares en inversiones. Con lo que podemos llegar a entender, por qué esta industria tiene gran importancia a nivel nacional.

Pero, para llegar a un mercado donde la competencia es creciente día a día, es necesario ofrecer productos de calidad y precio. Según el (OICA, 2018) Volkswagen en 2015 se encontraba en el segundo puesto de producción de autos a nivel mundial con 9, 872,424 unidades fabricadas, seguido por Hyundai con 7, 988,479 y General Motors con 7, 484,452 unidades fabricadas.

Para estandarizar los procesos de calidad en la industria automotriz, tal como se menciona más adelante en la sección del marco teórico, la creación del estándar ISO/TS 16949, fue de vital importancia para el crecimiento y desarrollo de las grandes ensambladoras.

El paquete PPAP, es una de las herramientas utilizadas para hacer que el proveedor de auto componentes, demuestre mediante diversos estudios y requerimientos, que, el producto desarrollado se encuentra bajo los estándares de especificación del cliente. Es por tanto que se tiene muchos casos en los cuales se estudia la presentación de paquetes PPAP para distintas empresas del sector automotriz.

En el caso de (Vázquez, 2012), se menciona que al realizar un cambio de ingeniería en un producto; entiéndase como cambio de ingeniería, la modificación química o física de la autoparte, debido a que las características de este han cambiado, se tiene que demostrar que el cambio trae consigo un beneficio,

pudiendo partir desde una mejora de ingeniería o proceso, hasta culminar en una modificación del control de los procesos referentes a los límites de especificación de los clientes.

Se argumenta que al tener control de los procesos de producción, es posible garantizar la calidad de los productos hasta llegar a los sistemas casi perfectos de calidad que se enfocan a la técnica seis sigma.

Según (Guevara, 2016) debido a la norma ISO/TS 16949, es importante mantener actualizados los elementos o requerimientos PPAP para asegurar la calidad de producción de los auto componentes. Se expone un caso más de la recopilación de datos PPAP para un proyecto de Cadillac, el cual está basado en los mismos principios de este documento.

De igual manera se concluye que la demostración que ofrece el proveedor de que sus procesos están controlados, y que el producto elaborado cumple con los requisitos mínimos solicitados por el cliente, es de vital importancia para asegurar la calidad en la producción o ensamblaje de unidades vehiculares, tal como se desarrolla a lo largo de este proyecto.

### 1.1.2 Marco teórico.

#### ISO/TS 16949

La ISO/TS 16949 fue desarrollada por el IATF (International Automotive Task Force), con la intención de desarrollar un estándar de calidad para plantas automotrices, por lo que, un proveedor de auto componentes puede adoptar la norma para mejorar la eficiencia interna en sus procesos o mejorar sus herramientas de marketing.

Cuando hablamos del sector automotriz en la época actual, hablamos de índices de calidad que sean muy competitivos.

El sector automotriz es ahora un sector muy competitivo, ya que el ensamble de distintas marcas automotrices es ahora una actividad muy común, las exigencias de los consumidores son cada vez más altas, por lo que los índices de calidad de las unidades vehiculares son cada vez más altos, ahora se toman temas de seguridad y calidad en conjunción para el ensamble de vehículos a nivel internacional.

La mala calidad de los vehículos puede provocar un consumo excesivo de combustible, altos costos de desmontaje y reparación, y accidentes. En muchos países avanzados, las ventas de vehículos están sujetas a obligaciones estrictas de retirada de productos y sanciones severas en demandas por accidentes (Manojkumar Kadam, 2015).

Durante la década de 1980, las empresas de ensamblajes automotrices, se encontraban en una situación donde las regulaciones referentes a gestión y control de la calidad de sus productos estaban en pleno desarrollo, conforme pasaron los años en los EE.UU. Los líderes productores de autos General Motors, Ford y DaimlerChrysler formularon un estándar QMS común, QS 9000 el cual estaba basado en ISO 9000: 1994.

Sin embargo, la multiplicidad de normas QMS que prevalecen en el sector de la automoción y la falta de reconocimiento mutuo entre países / regiones actuaron como una especie de barrera comercial (Manojkumar Kadam, 2015).

Entonces se desarrolló el estándar ISO/TS 16949 para satisfacer las necesidades de las empresas automotrices de ensamblaje, debido a que desde 1990 estas empresas se encontraban en un situación donde sus clientes variaban desde estándares militares, hasta clientes nacionales o internacionales, con el desarrollo de este estándar la redundancia, el costo y todos los cargos administrativos impuestos por diferentes estándares exigidos en distintas entidades geográficas o democráticas fueron desapareciendo.

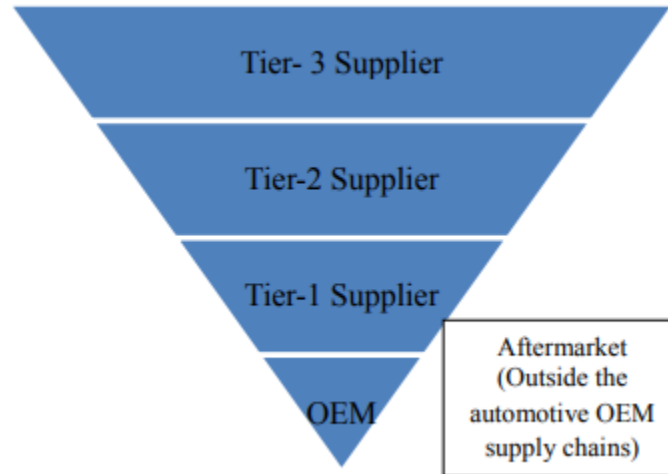
De igual manera se mejoró la visión a nivel venta internacional, ya que involucraba distintas entidades gubernamentales a las cuales les convenía estandarizar una norma para las distintas empresas que se dedicaban a este giro a nivel internacional.

Tener esta certificación disminuye las auditorías de terceros (clientes); para los proveedores, cada una de esas evaluaciones intensivas implica cierta interrupción en el trabajo de rutina, los trámites y los costos asociados (Manojkumar Kadam, 2015).

Desde 1999, con el estándar ISO/TS 16949, se encuentra armonizado a nivel mundial para el sector automotriz, con este estándar cuando hablamos de la palabra “automotriz” se engloban automóviles, camiones, autobuses y motocicletas. El estándar es aplicable a nivel cadena de suministro, e incluye los tratamientos térmicos, uniones por soldadura, pintura y servicios de acabado de las piezas o unidades.

### **Niveles de productores de auto componentes.**

Los productores de autopartes se pueden clasificar en diferentes niveles según sus actividades y productos. De acuerdo a la norma ISO/TS 16949 se tienen cuatro niveles los cuales son mostrados en la siguiente figura.



*Figura 1 Niveles de productores de auto componentes.*

En la figura 1, se muestran los niveles de productores de auto componentes para fabricar un auto. Los niveles más altos, representan a los proveedores de piezas únicas, los cuales fabrican auto partes individuales para ser llevados a las empresas de más bajo nivel, también conocidas como empresas T2 o T1, éstas empresas hacen sub-ensambles con la intención de disminuir la cantidad de proveedores para las grandes ensambladoras o también conocidas como fabricantes de equipos originales (OEM).

Las empresas de nivel 1 suministran directamente a los OEM; las empresas que venden ensambles / módulos a OEM se denominan a veces proveedores de Nivel-0.5.

Un productor de componentes incluso puede operar en diferentes niveles para diferentes elementos, desempeñando diversos roles. Los suministros directos e indirectos para los equipos originales (fabricación de vehículos) se conocen como suministros OE. Sin embargo, los suministros a los fabricantes de equipos originales pueden ser en parte para las ventas del mercado de accesorios por los OEM, es decir, destinados a ser vendidos con fines de reparación de vehículos; estos suministros deben cumplir con las especificaciones OEM. El mercado total de posventa / reposición, incluidos también los suministros directos de

componentes, es bastante grande en términos de valor (Manojkumar Kadam, 2015).

### **Motivos para los fabricantes de vehículos para usar la norma.**

Los productores de vehículos, un producto terminado, pueden adherirse a la norma ISO / TS-16949 para mejorar la productividad de sus operaciones de fabricación. Los beneficios también están en términos de mejorar la consistencia de la calidad de sus propios procesos y desarrollar un lenguaje común con sus proveedores para comprender los requisitos del QMS. Una vez más, para cualquier fabricante de automóviles existe una clara posibilidad de retiro del mercado y de demanda por accidente. Tener la certificación ISO / TS16949 hace que sea más fácil asegurar contra / enfrentar tales eventualidades. Tanto los aseguradores de responsabilidad civil por productos defectuosos como los tribunales conocen el sistema de gestión de la calidad (Manojkumar Kadam, 2015).

Durante la década de 2000, varias naciones emergentes, p. China e India, además de tener un auge en las exportaciones automotrices, han experimentado el fenómeno del aumento de la IED de sus grandes empresas automotrices en los segmentos de vehículos y componentes. Incluso se están aventurando en naciones anfitrionas desarrolladas. Se espera que la certificación ISO / TS-16949 para sus plantas nacionales de fabricación de automóviles aumente la confianza de estas empresas que se están internacionalizando rápidamente de las economías emergentes (Manojkumar Kadam, 2015).

## Paquete PPAP

PPAP por sus siglas en inglés (production part approval process), es usado para validar que el producto creado por un productor de auto componentes tiene los requerimientos necesarios o establecidos por el cliente (Hoyle, 2002).

Los clientes necesitan certificar que los estándares de especificación son cumplidos por sus proveedores, esto para disminuir el riesgo de incumplimiento de diferentes estándares de calidad, afectando los indicadores de calidad.

### Definición de PPAP

Se trata de un paquete de documentos que buscan acreditar que el proveedor, en este caso ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V, cumple con básicamente tres requisitos:

1. Que el proveedor entiende exactamente cuáles son los requisitos que el cliente ha establecido para el auto componente que se compra.
2. Que la planta productora tiene la capacidad de cumplir con estos requerimientos a una tasa de producción suficiente para cumplir con las demandas necesarias.
3. Que la pieza de la cual se habla trae consigo competencias económicas.

El paquete PPAP es una de las herramientas conocidas como “Core tools”, herramientas que se usan en la industria automotriz para la mejora de procesos con calidad y organización.

Dentro de estas herramientas podemos listar al PPAP, el MSA (análisis de sistema de medición), el SPC (control estadístico de proceso), el AMEF (análisis de modo y efecto de la falla), el plan de control y APQP (Planificación avanzada de producto).



Los elementos de un paquete PPAP varían según el cliente, en el caso de Volkswagen, los requerimientos son diferentes en caso de querer liberación de nota 1 o nota 3.

Se tienen los siguientes elementos para Volkswagen:

Requisitos relacionados con el producto.

1. Control dimensional.
2. Prueba funcional.
2. Reporte de materiales.
3. Acústica.
4. Olor
5. Ensayo visuales.
6. Pruebas superficiales.

Documentos de proceso.

1. Proceso FMEA.
2. Diagrama de proceso.
3. Plan de control.
4. Demostración de capacidad de proceso.
5. Hoja de empaque/ medio de transporte.
6. Certificados ISO/TS 16949.
7. Auditoria de proceso.
8. Auditoria de producto.
9. Prueba de ensamble.

## AMEF

La metodología del análisis de modo y efecto de falla, se enfoca en localizar las posibles fallas de un producto o un proceso, a partir de un análisis de su frecuencia, su índice de riesgo, las posibles causas que pueden estarse presentando y el efecto que pueden provocar. (Gutiérrez, 2009)

La aplicación de esta metodología se ha vuelto una práctica casi obligatoria para el sector productivo automotriz, debido a la alta demanda de productos de calidad, En este caso particular, VWM solicita a su proveedores un AMEF de cada una de las piezas que entran a planta, es parte indispensable de los requisitos del paquete PPAP para liberación de nota, es decir, que se permita la entrada de estos auto componentes al complejo Volkswagen.

El AMEF se clasifica en dos ramas.

- a) AMEF de diseño, se pueden identificar fallas en el producto.
- b) AMEF de proceso, se pueden identificar fallas en el proceso o funcionalidad.

### Elementos del AMEF

Según el autor Humberto Gutiérrez Pulido en su libro Control estadístico de calidad y seis sigma se definen los siguientes elementos del AMEF.

Modo de falla potencial.- Es la manera en que el proceso o componente puede fallar.

Efecto de la falla.- Se define como los defectos del modo de falla.

Severidad.- En una escala del 1 al 10 se representa la gravedad de la falla para el cliente o para la operación subsiguiente.

Criticidad.- Características críticas del proceso.

Causa.- Se hace una lista de todas las posibles causas para cada modo potencial de falla.

Ocurrencia.- Se estima la frecuencia con la cual se espera que se presente la falla debido a cada una de las causas potenciales.

Controles actuales del proceso para la detección.- Se describen los elementos que ayudan a detectar o prevenir la falla.

Detección.- Con una escala del 1 al 10, se estima la posibilidad de que se produzca este modo de falla.

Numero de prioridad de riesgo.- es un cálculo que relaciona los elementos antes mencionado para dar un índice de prioridad (SxOxD).

Acciones Recomendadas.- se hace una descripción de las actividades correctivas recomendadas para los NPR más altos.

Con esta metodología, se pueden identificar, caracterizar y dar prioridades a las fallas con la intención de disminuirlas y mejorar. (Gutiérrez, 2009)

## Plan de control

El plan de control, es una herramienta utilizada para determinar algunas características del producto, muestras, responsables y lo más importantes, planes de reacción. Así pues debe resumir las actividades que la organización debe realizar para disminuir todos los riesgos, amenazas o desventajas que por ejemplo, el AMEF ha mostrado.

Características de un plan de control.

El plan de control debe de tener ciertos elementos para tener una buena evaluación y control.

1. Debe tener información sobre la pieza o producto, características que puedan ayudar al control del proceso, diseño o actividades.
2. Debe tener una descripción clara y concisa sobre el proceso.
3. Criticidad de características, es decir, se debe poder valorar qué puntos son más críticos para dar prioridad a actividades o procesos.
4. Un método de evaluación o detección en el cual se especifique que actividad se realiza para mantener el control del producto.
5. Un plan de contención, en caso de tener un problema por diseño, transporte, manipulación u otro caso.

### APQP (Advanced Product Quality Planning)

La planificación avanzada de calidad de producto APQP (por sus siglas en ingles), es una herramienta con la que se busca determinar en un proyecto nuevo las formas de trabajo dentro de una empresa manufacturera. Según el manual de referencia AIAG, se tienen dos objetivos con el APQP:

1. La planeación, la cual hace referencia a determinar la validación de un producto o proceso.
2. Implementación, en la cual se busca satisfacer las necesidades del cliente con un sistema que se enfoque a la mejora continua.



Figura 2 Proceso APQP

Como se ve en la imagen anterior, se puede resumir el proceso del APQP en cuatro fases: Planeación, elaboración, estudio y actuación.

### Beneficios del APQP

Entre los beneficios que se tienen al implementar el APQP, podemos destacar los siguientes.

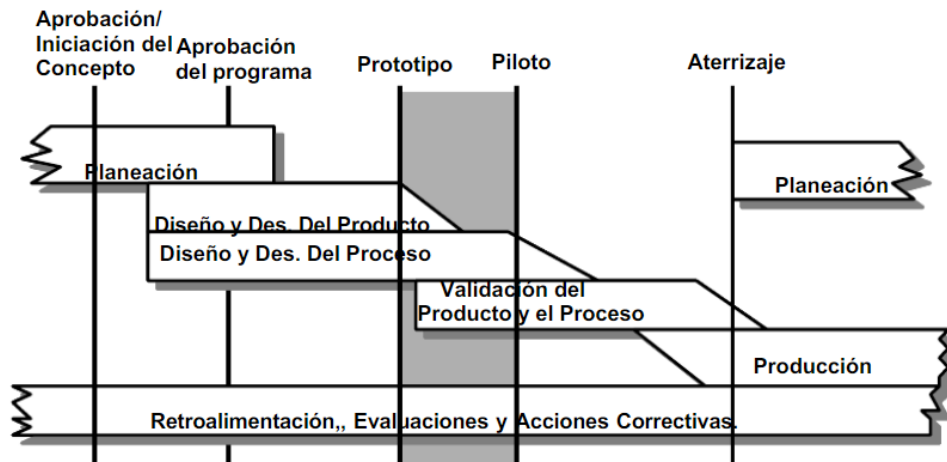
- a) Para satisfacción de los clientes, se pueden destinar los recursos necesarios.
- b) En caso de cambios de ingeniería o proceso, se puede hacer una anticipación, con la intención de no tener problemas por cambios repentinos.
- c) De igual manera, se busca que los cambios de ingeniería o proceso sean rápidos y evitar procesos tardíos.
- d) Ofrecer productos de alta calidad, costos menores y a tiempos competitivos de entrega.

### Etapas del proceso

Según el manual del IAG, se pueden listar las siguientes etapas.

1. Organización del equipo: Consiste en la delegación de actividades y responsabilidades, las cuales involucran a todo el personal y departamentos que están relacionados con el desarrollo del producto.
2. Alcance: En esta fase se determinan cuáles son los requisitos del cliente con respecto al proyecto. Se debe determinar lo siguiente.
  - a) Se debe asignar un líder para el proyecto, este deberá involucrarse a tal modo que sea responsable del mismo durante el tiempo que se tenga en operación.
  - b) Delegación de responsabilidades al personal del equipo.
  - c) Conocer los requisitos del cliente.
  - d) Conocer las Expectativas del cliente hacia el producto.

- e) Seleccionar un método de documentación de las actividades desarrolladas.
3. Participación grupal: Se deben establecer como se tendrá la comunicación entre el equipo o los equipos de trabajo.
  4. Entrenamiento: Desarrollo de habilidades para las necesidades del cliente.
  5. Ingeniería simultánea: Para hacer las entregas de producto a tiempo, se recomienda evitar el trabajo secuencial, es decir que las tareas no sean dependientes de otras
  6. Los planes de control: una planificación adecuada que involucre los prototipos de diseño, el pre-lanzamiento de producto y finalmente la producción en serie.
  7. Esquema de tiempo: En todo proyecto se debe definir el tiempo, en este caso se toman en cuenta factores como, la complejidad del producto, las expectativas del cliente hacia el mismo, determinar las tareas y responsabilidades, hacer mediciones de avance y las fechas de inicio y culminación de proyecto.



*Figura 3 Planeación de calidad de un producto.*

En la imagen anterior se puede ver a resumidas cuentas, como se debe desarrollar la APQP, tomando en cuenta el inicio del proyecto hasta su culminación, nótese que parte del proceso es la mejora continua, la cual se encuentra a lo largo de la duración del proyecto.

## Seis Sigma significado.

Se define con una “estrategia de mejora continua del negocio enfocada al cliente, que busca encontrar y eliminar las causas de errores, defectos y retrasos en los procesos”. (Gutiérrez, 2009)

Como tal, antes de hablar de los niveles de calidad por el símbolo “ $\sigma$ ” debemos saber a qué hace referencia el mismo.

Sigma minúscula “ $\sigma$ ”, es la letra griega que se usa para denotar la desviación estándar poblacional la cual proporciona una forma de cuantificar la variación de un proceso (Gutiérrez, 2009).

Dentro de la técnica de 6  $\sigma$ , cada 1  $\sigma$  tiene un valor de porcentaje, el cual representa una cantidad de defectos por millón de unidades.

Límite de especificación	Porcentaje	Defectos ppm
$\pm 1\sigma$	68.27	317,300
$\pm 2\sigma$	95.45	45,500
$\pm 3\sigma$	99.73	2,700
$\pm 4\sigma$	99.9937	63
$\pm 5\sigma$	99.999943	0.57
$\pm 6\sigma$	99.9999998	0.002

Figura 4 Distribución normal centrada.

Así pues, en un gráfico de distribución normal, podemos colocar sigma a una distancia partiendo de la media hacia  $\pm 1 \sigma$ , como se muestra en la figura.

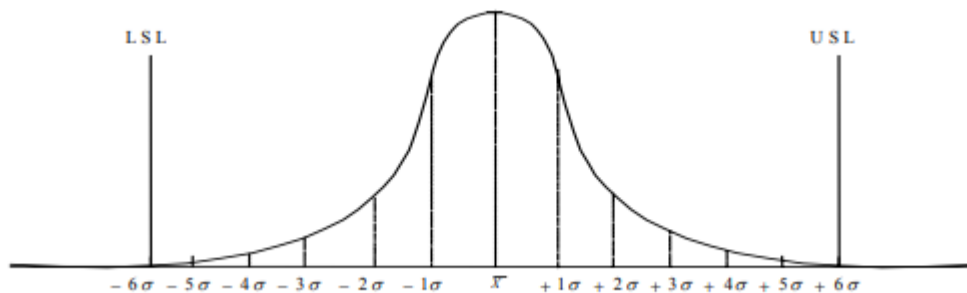


Figura 5 Distribución normal y 6  $\sigma$

## Estudio de capacidad de proceso (Cok).

La capacidad de proceso es el grado de aptitud que tiene el proceso para cumplir con las especificaciones que el cliente requiere, esto involucra calidad y cantidad.

Se dice que un proceso es capaz, cuando la capacidad de producción es alta, en cambio cuando el proceso se mantiene estable a lo largo del tiempo, se dice que el proceso está bajo control.

¿Cómo se evalúa la capacidad de un proceso?

La capacidad de un proceso suele evaluarse con algunas de las siete herramientas de calidad tales como los histogramas, los gráficos de control y las planillas de inspección. Pero para el caso de la liberación de PPAP se recurre a un método más eficiente como lo es el del “estudio de los índices de capacidad”.

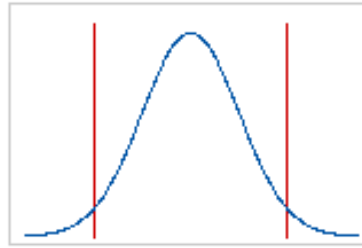
Para este estudio, se requiere que el proceso se encuentre estable estadísticamente hablando. Se plantea que las mediciones individuales del proceso se comportan siguiendo una medición normal, y las especificaciones de ingeniería deben tender a las necesidades del cliente.

### Límites de especificación

Los límites de especificación son aquellos parámetros que son usados para saber si el producto se encuentra realmente enfocado a las necesidades del cliente, también son llamados tolerancias. Como se acaba de mencionar estos límites son definidos por el cliente.

Por lo tanto tenemos dos límites de especificación, LEI y LES. Al verlo en un diagrama de Pareto podemos darnos cuenta que se busca que la mayor parte de datos se encuentren dentro de la distribución normal.





$$LEI = 2.5 \quad LES = 2.687$$

Figura 6 Ejemplo límites de especificación.

Si estuviéramos hablando de tamaños de etiqueta en pulgadas, podemos decir que cualquier etiqueta que mida menos de 1.500 pulgadas o sea mayor a 2.687 pulgadas esta fuera de especificación, por lo que en este caso debe ser rechazada.

Límites de control.

Como se mencionó anteriormente, también existen los límites de control, esos últimos son definidos por el proceso, es decir depende del control que se tenga del proceso productivo.

Para fines prácticos, los límites de control deben estar entre los límites de especificación, tal como se muestra en la figura 7.

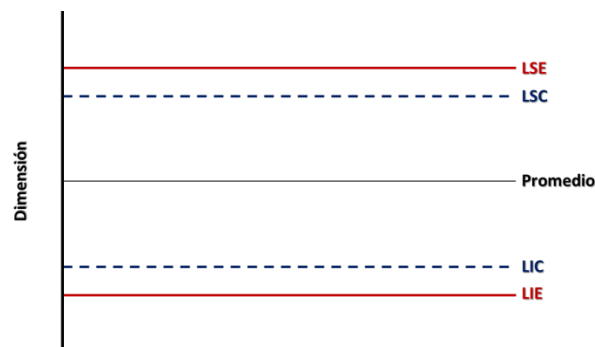


Figura 7 Ejemplo de un proceso adecuado.

Ahora bien los límites de control y de especificación son utilizados con fines diferentes, aunque ambos son parte del estudio de capacidad del proceso.

A grandes rasgos, los límites de control nos referencian la forma en que el proceso está controlado, es decir que se tiene una buena estandarización de proceso, los productos fabricados deben estar con tolerancias mínimas y aceptables que el productor conoce. Los límites de especificación nos sirven para saber la capacidad, es decir, a qué nivel, el proceso puede abastecer las necesidades del cliente.

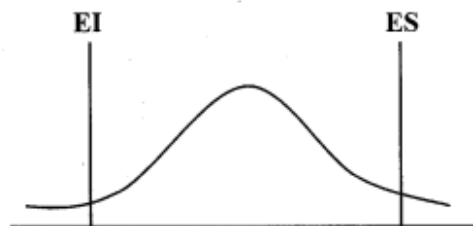
Capacidad de proceso.

Qué tipo de capacidades tenemos en un proceso, se tiene una gran cantidad de capacidades las cuales realmente, tal vez puedan ser clasificadas en 4 agrupaciones, cuyas características son similares.

Utilicemos un gráfico de distribución normal, en el cual los datos son referentes a las piezas fabricadas.

Proceso incapaz.

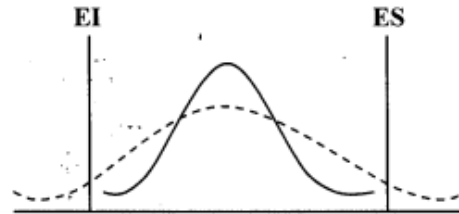
Anteriormente se habló del significado del seis sigma, debido a que es necesario para conocer nuestra capacidad de proceso. Un gráfico de distribución normal como el que se muestra a continuación, que se encuentra con los límites de especificación dentro de  $6\sigma$  es un proceso que no es capaz.



*Figura 8 Proceso incapaz.*

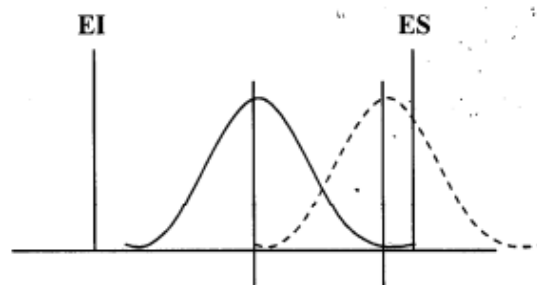
Un proceso en el cual hubo un cambio o una variación durante el proceso, se puede graficar con un proceso incapaz, debido a que no se tiene bajo control y parte de las fallas superan al 4.5 fallas por millón de unidades. La figura continua que se coloca en el centro de la figura siguiente hace referencia a un proceso que

está controlado y que tiende a un proceso capaz, debido a que el 99.999 de los datos se encuentran bajo especificación. La figura punteada hace referencia a la variación de proceso, la cual es referente a un proceso incapaz y que no está bajo control.



*Figura 9 Proceso con variación.*

Proceso con promedio móvil, hace referencia a un proceso que está bajo control, pero no necesariamente se encuentra bajo especificación, estos procesos, normalmente sobrepasan los límites de especificación superiores o inferiores, haciendo que el proceso sea incapaz.



*Figura 10 Proceso con promedio móvil.*

Finalmente llegamos al proceso que es capaz, y que está bajo control, en este proceso, podemos notar que la distribución normal se encuentra dentro de 6 sigma, es decir el 99.9999998% de los datos se encuentran dentro de los límites de especificación, haciendo que nuestro proceso sea fiable y capaz para satisfacer las necesidades del cliente.

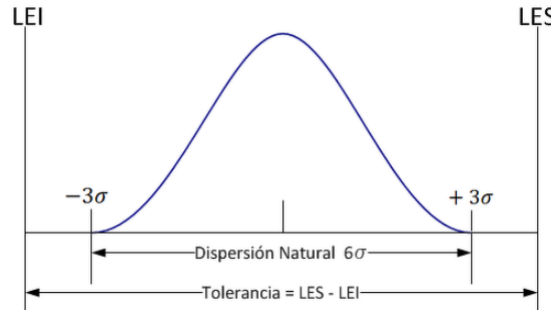


Figura 11 Proceso capaz.

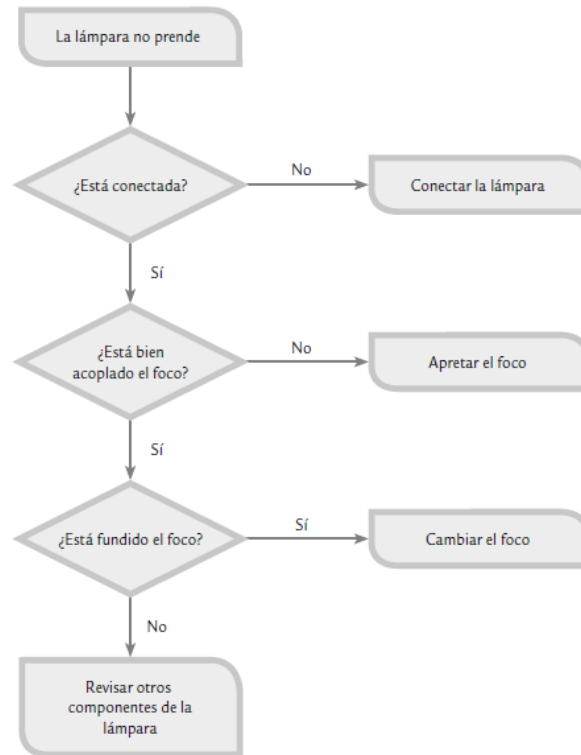
## Diagramas de flujo de proceso

“El diagrama de flujo de proceso es una gráfica de la secuencia de los pasos de un proceso, que incluye inspecciones y re trabajos” (Gutiérrez, 2009).

Por medio de este diagrama, podemos ver en qué consiste el proceso, las operaciones que son necesarias realizar y la cantidad de inspecciones realizadas durante la producción. Uno de los beneficios de estos diagramas es que se puede localizar puntos de mejora al solo entenderlos y revisarlos a fondo.

A continuación se coloca el ejemplo de un diagrama de flujo, que muestra cómo probar el funcionamiento de una lámpara.

Como se puede observar, se tienen actividades operativas (rectángulos), inspecciones de proceso (toma de decisiones en rombo) y re trabajos (rectángulos en segmentos agregados al rombo).



*Figura 12 Ejemplo diagrama de flujo.*

## Liberación de informes de homologación

La palabra homologación proviene del griego homólogos, que, según la real academia española significa equiparar; poner en relación de igualdad dos cosas.

En el entorno automotriz la palabra homologación es muy usada, en este caso significa aprobación de unidades vehiculares o auto partes para su uso en producción.

Los informes de homologación pueden ser parciales o de tipo H, los informes parciales son usados para la homologación de una autoparte para una directiva en particular y no aplicable en general, los informes H son usados para juntar homologaciones parciales de todas y cada una de las directivas necesarias para realizar el proceso de ensamble de la pieza en cuestión.

Es decir, la liberación de informes de homologación consideran un grupo de homologaciones parciales dedicadas a las áreas directivas en las cuales la pieza será manipulada o procesada, con el fin de garantizar que todos estos auto componentes provienen de un proceso controlado, es decir las piezas presentan un porcentaje elevado de igualdad funcional y física.

### Hoja de empaque/transporte

Este es un documento expedido por Planeación logística Volkswagen en el cual se involucran características del medio de transporte, el tipo de empaque, características de las piezas y detalles técnicos en general.

Estas hojas están formadas por cuatro secciones en las cuales se debe colocar el 100% de los datos requeridos. Las secciones son expuestas a continuación.

1. Hoja de empaque y envió.

En esta sección se colocan datos referentes al control de envió como:

- a) Numero de hoja.
- b) Revisión.
- c) Referencia.
- d) Denominación.
- e) Calidad.
- f) Piezas por vehículo.
- g) Proveedor.
- h) Teléfono.

2. Dispositivo. En esta sección se colocan datos relativos al medio de empaque.

- a) Caja.
- b) Denominación.
- c) Medidas exteriores.
- d) Cantidad.

3. Material de empaque. Aquí se colocan datos relativos al material usado para el empaque.
  - a) Denominación.
  - b) Cantidad.
  - c) Unidad.
  - d) Medidas.
  - e) Nota: En caso de usar madera como material de empaque, el grado máximo de humedad permitido es del 15%. Está prohibido el uso de silicón y sus derivados en los empaques.
4. Instrucciones de empaque. Esta sección se dedica a las direcciones necesarias para manipular el material.
  - a) Instrucción.
  - b) Sub-módulos.
  - c) Niveles.
  - d) Piezas.
  - e) Resistencia.
  - f) Capacidad de estiva.
  - g) Nota: Esta es la norma de empaque OFICIAL. En caso de recibir material empacado de diferente manera a lo aquí estipulado, cualquier costo por traspaleo y/o daños al material será cargado al proveedor.
5. Pesos y volúmenes.
  - a) Peso Neto.
  - b) Peso Bruto.
  - c) Tara.
  - d) Volumen exterior.
  - e) Imágenes disponibles.
6. Firmas de revisión.
  - a) Planeación logística VWM.
  - b) Calidad producción VWM.
  - c) Revisado Q-VWM.
  - d) Proveedor.

## Auditoria de producto VDA 6.5

El manual de auditoria de producto VDA 6.5 Tiene como objetivo marcar directrices, usando una muestra de producto, con esta herramienta se evalúa la capacidad del producto, si cumple con las especificaciones del cliente y así como los requisitos legales o complementarios.

En el caso de VWM se tiene laboratorios especializados para la evaluación de las diferentes autopartes que son recibidos e ingresados a la planta.

### 1.2 Planteamiento del Problema

Escantillones Tec. es una empresa que brinda sus servicios a distintos proveedores de piezas para Volkswagen, su objetivo es trabajar en conjunto con Volkswagen y sus proveedores para producir autos de alta calidad, la empresa se encarga de realizar análisis e inspecciones de los productos que presentan fallas para determinar el origen de los inconvenientes técnicos, físicos o químicos que las piezas presentan con la intención de evitar problemas de calidad.

Una de las empresas para las cuales se trabaja es ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V que surte Calipers para las líneas de Volkswagen Jetta A7, Golf, Beetle y Tiguan. Actualmente la PPAP (Production Part Approval Procces) no ha sido liberada para este proveedor, provocando la falta de planificación avanzada de calidad del producto, además de ser un requerimiento indispensable para la certificación de la especificación técnica ISO/TS 16949 para el sector automotriz. La cual se basa en desarrollar un sistema de gestión de calidad basándose en la mejora continua y focalizando la disminución de desperdicios de producción. Además debido a la falta de liberación del paquete PPAP, ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V no puede surtir su producto a Volkswagen, el stock en almacén, punto de uso y punto de espera, alcanza para surtir a la planta



durante el primer cuatrimestre del año 2018 y corresponde a material del año 2017, por lo tanto el paquete debe ser liberado antes del mes de abril, para evitar paros en producción y pérdidas económicas en las tres empresas, Escantillones Tec, Volkswagen y ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V.

De igual manera, las balatas de ZF usadas en los sistemas de frenado han presentado algunos fallos menores, produciendo ruido en las unidades móviles y disgustando algunos clientes finales. Volkswagen es una empresa comprometida con sus compradores, garantizando la calidad de sus vehículos, por lo que es requerido que se disminuya el ruido en los sistemas de frenado, para satisfacer las necesidades de los consumidores y mejorar la calidad y competitividad de la empresa.

¿Para qué liberar el paquete PPAP que solicita Volkswagen México a ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V?

### 1.3 Objetivos

#### **Objetivo General:**

Liberar el paquete PPAP que solicita Volkswagen México a su proveedor ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V para permitir la entrada y uso de lotes de Caliper o sistemas de frenado en planta VWM, mediante la consecución de elementos que requisita el complejo para los paquetes PPAP.

#### **Objetivos Específicos:**

1. Investigar los elementos requeridos por Volkswagen México para el paquete PPAP mediante la recolección de los elementos existentes y conseguir los faltantes para poder liberar el paquete.

2. Realizar pruebas de laboratorio en Calipers de ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V para conocer sus estándares y compararlos con los requeridos por Volkswagen.
3. Conformar el paquete PPAP VWM y su PSW (resumen del paquete) solicitado por VWM para su liberación y se permita el uso de los Caliper surtidos por ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V.

## 1.4 Definición de variables

Independiente:

- a) Porcentaje de requerimientos de paquete PPAP entregados a Volkswagen por ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V.

Una lista de documentos que se deben conjuntar para entregar un paquete de un grado en específico dependiendo del nivel de calidad que cumpla el proveedor.

Dependientes:

1. Cantidad de piezas auditadas antes de ensamble en línea de producción VWM.

Si el paquete PPAP entregado alcanza liberación de nota 1, entonces la cantidad de piezas a auditar disminuye, en caso contrario se debe hacer una inspección más completa para los números de parte.

2. Porcentaje de paquetes liberados por calidad partes de compra de Volkswagen.

Volkswagen tiene que certificar que las piezas surtidas cumplen realmente con los estándares establecidos, calidad partes de compra es el área que se encarga de certificar que el proveedor cumpla con el paquete PPAP y sus grados de especificación.

3. Tiempo de liberación de nota para posibles cambios de ingeniería.

El tener nota 1 liberada, se entiende que los requisitos solo deben ser actualizados periódicamente, por lo que con un cambio de ingeniería el proceso debe ser más corto

.

## 1.5 Hipótesis

Los sistemas de freno elaborados por ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V. cumplen con los estándares de calidad requeridos por Volkswagen México para la producción de autos del 2018.

¿Cumplen los Caliper de ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V. con los requisitos PPAP para liberación de nota de Volkswagen?

## 1.6 Justificación del Proyecto

Escantillones Tec. es un apoyo para sus clientes dentro de planta VWM, por lo que se les ayuda llevando temas de calidad del producto, aunque ciertos tramites se hacen directamente con planta, Escantillones Tec. ayuda en las pruebas y la elaboración de algunos elementos del reporte PPAP solicitado por planta.

Además Volkswagen México requiere de calipers para la elaboración de sus autos, por lo que ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V. debe de presentar su PPAP para surtir a la planta, al liberar el PPAP solicitado ZF puede surtir a Volkswagen por el año 2018 e inicios del 2019 en las líneas Golf, Beetle, Jetta A7 y Tiguan, así mismo se pueden evitar pérdidas económicas por la falta de calidad del producto y se evitaría la perdida de uno de los clientes de Escantillones Tec. dentro del complejo, para terminar, al liberar el PPAP, la planta VWM tiene otro elemento para la certificación en la especificación técnica ISO/TS 16949 para la industria automotriz.

## 1.7 Limitaciones y Alcances

Este proyecto solo es aplicable para la planta VWM y su proveedor actual ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V., además de ser un proyecto que solo garantiza la entrada de Calipers a VWM para el año 2018 e inicios de 2019.

Una de las limitaciones de este proyecto es el reciente cambio de personal en ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V., mismo que se encuentra en capacitación de liberación de nota, razón por la cual se hacen los tramites más lentos de lo habitual.

## 1.8 La Empresa Escantillones Tec. S. de R.L. de C.V.

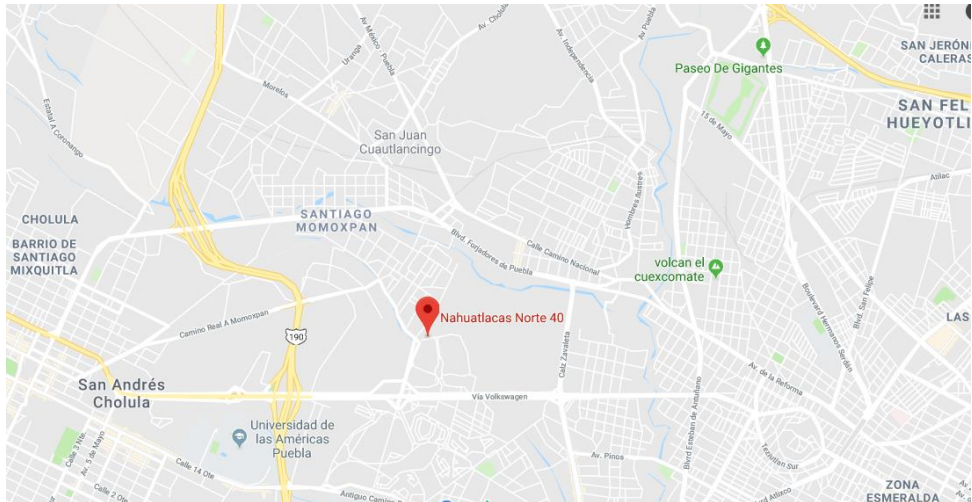
### a) Ubicación.

Nahuatlacas No. 40 A, Santiago Momoxpan.

Micro ubicación:



Macro ubicación:



### b) Historia.

La empresa Escantillones Tec. fue fundada y comenzó a laborar en septiembre del 2005 en FINSA, el primer cliente fu grupo Antolín, una empresa de origen español que actualmente es una empresa T1 de

ensamble de partes automotrices, ahí se llevaba una autoparte llamada parasoles, la cual era distribuida para la producción completa de Volkswagen, es decir Jetta A4, Bora y NB. Debido al surgimiento de temas en VWM con respecto a los parasoles, se empezó a trabajar en planta VW en octubre de 2005. Posteriormente con el paso de los años se agregó un cliente llamado TRW distribuidor de frenos actualmente conocida como ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V. La empresa se encontraba en el año 2010 y solo se trabajaba con esos dos clientes, un año más tarde, se agregó HITACHI, una empresa que se dedica a la distribución del soporte para las ruedas y que aún sigue siendo cliente de Escantillones Tec. Debido a los trabajos de alta calidad por la empresa y a la llegada de nuevos compañeros de trabajo la empresa comenzó a expandirse rápidamente de modo que en 2018 ya se tiene una lista de más de 10 clientes con distintas autopartes.

**c) Misión.**

Ser líder en supervisión de la línea de producción de vehículos automotrices, así como sus refacciones, desarrollado con eficiencia, rapidez y profesionalismo del factor humano.

**d) Visión.**

Brindar servicios profesionales de alta calidad y confiabilidad en el sector automotriz.

**e) Valores.**

Honestidad: Somos honestos con la información que de la empresa llega a nuestras manos, teniendo presente los criterios de confidencialidad y ética profesión tanto con la empresa como con el cliente.

Responsabilidad: La responsabilidad se enfoca hacia la empresa cuando tomamos conciencia de las grandes labores que implica hacer parte de ella y las llevamos a cabo con cumplimiento y con la certeza que de esta manera contribuimos al crecimiento personal y profesional.

Cumplimiento: Hace referencia a la puntualidad con la que llevamos a cabo la labor diaria dentro y fuera de la empresa. El cumplimiento exige certeza, veracidad y objetividad.

Integridad moral: Es condición esencial para nuestro progreso individual y para el crecimiento de la empresa.

**f) Productos atendidos por la empresa.**

**1. Minth VWM.**

- Barandilla para Golf y Tiguan.

**2. EATON.**

- Tubería de alta de A/C
- Tubería de Baja de A/C

**3. HI-LEX.**

- Manguera de Radiador.

**4. HITACHI.**

- Soporte para rueda trasera izquierdo.
- Soporte para rueda trasera derecho.

**5. ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V.**

- Calipers para Golf y Jetta A6.
- Botón de Warning de Jetta A6 y Beetle.
- Botón de reversa de Jetta A6 y Beetle.

**6. DANA.**

- Radiador de aceite Jetta A6 y Beetle.
- Radiador de aceite Jetta A7

- Adapter para Beetle.
- 7. AKT.
  - Manija para puertas de Tiguan.
- 8. KIRIU.
  - Disco para freno de Jetta A7
- 9. FAURECIA.
  - Pre silenciadores en general.

## **2. Mercado de impacto de los productos o servicios brindados por la empresa.**

La empresa escantillones Tec. audita los diferentes materiales que anteriormente fueron mencionados, con la intención de lograr que los componentes entren a las líneas de producción con alto grado de calidad, con la intención de evitar temas por calidad en producción e inclusive provocar un paro de línea, que a resumidas cuentas, se traduce a pérdidas exorbitantes económicamente hablando.

## **3. Impacto en el área de mantenimiento.**

El liberar el paquete PPAP que solicita VWM a ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V, se certifica que el material que se surte a las líneas de ensamble está bajo estándares de calidad deseados, aumentando los indicadores de mantenimiento, debido a la planeación avanzada de calidad del producto, es decir, con los estándares de calidad garantizados, se disminuye el índice de reproceso, lo que permite la debida programación de mantenimiento preventivo y predictivo, lo que a su vez eleva los indicadores de mantenimiento dentro de la nave de ensamblaje de ejes delanteros y traseros que trabaja Volkswagen México.



## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

### Introducción

Para la realización de este proyecto, se tienen que seguir una serie de pasos que serán listados más adelante. Debemos recordar que el objetivo es conjuntar el paquete PPAP que Volkswagen necesita para hacer su liberación de nota nivel 1, tomando en cuenta que estamos apoyando a la empresa ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V con el trámite, es decir, el cliente de la empresa escantillones es ZF, por lo que nos enfocaremos estrictamente al componente automotriz Caliper o coloquialmente llamado, mordaza surtido por proveedor.

### Resumen

La liberación de PPAPs es un proceso delicado, debido a que se toman en cuenta distintos elementos que en conjunto deben demostrar que el producto, en este caso los Calipers surtidos por ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V, cumplen con las necesidades o requerimientos de Volkswagen.

Es importante conocer los lugares en los cuales estas piezas serán ensambladas a los ejes de automóviles, por lo que en compañía de los ingenieros a cargo, se deberá hacer un reconocimiento general de las actividades, zonas y demás detalles de producción, así como la presentación con el personal correspondiente.

No podemos pasar el detalle de conocer la pieza con la que se va a trabajar, por lo que es necesario estudiarla y conocer sus procesos de manufactura para luego poder solucionar las tantas dudas o complicaciones que resalten más adelante.

Una vez teniendo conocimiento de estos factores, podemos dedicarnos al paquete de datos PPAP, el cual tendrá que ser actualizado, puesto que algunos elementos

serán trabajados directamente por el proveedor y otro tanto por el equipo de Escantillones. Se trabajaran únicamente los elementos referentes al producto, ya que el paquete se divide en dos segmentos; elementos referentes al proceso de manufactura, y elementos referentes al producto. }

Se tendrá que elaborar un AMEF de diseño de producto para presentar con Volkswagen y proveedor y se estará al tanto de las diferentes pruebas de laboratorio que sean concernientes a las muestras prueba que se reciban de ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V.

Finalizaremos con organización y conjunción de los elementos del paquete, el cual deberá ser enviado al proveedor, el cual nos pondrá al tanto de la situación actual con el tema de liberación de CPMs en Volkswagen, se harán acuerdos de información para estar en sintonía y poder controlar la información adecuadamente.

El paquete PPAP será entregado a Volkswagen y finalizaremos el proyecto, esperando la liberación del tema para cerrar proyecto.

## Metodología

### 1.- Reconocimiento de la empresa.

En este punto se hará énfasis a dos reconocimientos.

Para reconocimiento de la empresa Escantillones Tc. Se hará una reunión con el ingeniero German Lino Mateos Robles y personal de la empresa, en la cual se abordaran temas de trabajo como:

- a) Piezas que se trabajan.
- b) Métodos de trabajo.
- c) Especificaciones Técnicas.
- d) Horarios de trabajo.

- e) Jerarquía de responsabilidades.
- f) Conocimiento del equipo de trabajo.

Para el reconocimiento de la empresa Volkswagen.

- a) Con el ingeniero German Lino se harán visitas a las naves en las cuales el equipo de trabajo se encuentra laborando actualmente, el objetivo de la visita será conocer las áreas, líneas de producción, métodos de ensamble, y formas de trabajo de Volkswagen. Es necesario enfatizar que se debe aprender como desplazarse entre las diversas naves y líneas de producción sin quebrantar las normas de seguridad de VWM y conocer los procesos en los cuales tenemos los Caliper de ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V.
- b) Se hará una presentación con los facilitadores de las líneas en la cual Escantillones se involucra, con la intención de que en caso de alguna duda, conozcamos con quien dirigirnós.
- c) El ingeniero German nos mostrara las oficinas donde laboran los ingenieros de calidad de partes de compra, también conocidos como especialistas, con la intención de saber desplazarnos por el complejo de forma adecuada.

## 2.- Capacitación en ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V.

Este es un punto de especial criticidad, debido a que para poder hacer el papeleo de liberación de nota, es necesario conocer muy bien la pieza, es decir, como se ensambla y desensambla, los componentes externos e internos de la pieza, su modo de funcionamiento, la forma en que se produjo y los lugares donde es ensamblado al soporte de rueda en VWM, se sabe que se tienen distintos números de parte par distintos modelos de vehículos, por lo que es importante conocer cada uno de estos.

## 3. Investigación de requerimientos PPAP.

Para esta actividad primero será necesario saber:

- a) Definición PPAP.
- b) Definición de APQP.

c) Definición de CPMs y liberación de nota.

Conociendo estas definiciones, procedemos a investigar cuáles serán los requerimientos PPAP, sus agrupaciones y exactamente cuáles serán llevados por Escantillones.

4. Recolección de datos PPAP que se tienen hasta el momento.

En esta actividad el objetivo es averiguar que hace falta realizar o investigar para completar el paquete PPAP, para evitar retrabajos del tema, esto porque proveedor realizara algunas cosas y Escantillones las restantes, las cuales son referentes a problemas en planta VWM. Finalmente el paquete será conjuntado por el proveedor para la liberación de nota nivel 1.

5. Corroboración o elaboración de diagrama de flujo de proceso ZF.

En este punto es importante remarcar, que este paso se hace con la intención de explicar el proceso de producción de Calipers en ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V, debido a que ellos ya tienen los suyos, pero por cuestiones de confidencialidad no pueden ser compartidos, este paso es solicitado por el ingeniero German, como parte del proceso de aprendizaje para conocimiento más amplio de la pieza.

6. Elaboración de AMEF.

Este es un punto de gran importancia en el proceso de estadía, debido a que las personas que se encargan de atender problemas por fallas en los materiales son Escantillones, por lo que son los que conocen mejor los modos de fallo y sus posibles causas. El AMEF es uno de los puntos requeridos por VWM para liberación de nota 1.

Con el ingeniero German, que es también residente de ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V se realizara un AMEF de Diseño de la pieza y se desglosaran las posibles causas de los fallos que hasta el momento se han suscitado.

De igual manera se harán propuestas de mejora para que los fallos sean menos críticos, tal como se debe hacer con la metodología del AMEF.

#### 7. Pruebas en laboratorio de metrología.

Esta actividad como tal no será realizada por nosotros, es más bien llevada a cabo por los laboratorios de Volkswagen ya que es un punto importante de la aceptación de las piezas que ellos mismos evalúen y certifiquen que la muestra tiene los requerimientos o las especificaciones mínimas solicitadas por VWM.

De manera que nuestra actividad será estar al pendiente de la hora, la fecha y los resultados de las pruebas para ser reportados al proveedor, y certificar que las pruebas sean exitosas. En caso de tener algún problema se tendrá que avisar al proveedor para realizar algún cambio de ingeniería que sea necesario.

#### 8. Pruebas en el laboratorio de materiales.

Igual que en el punto anterior, estas pruebas serán realizadas por el laboratorio de materiales de VWM, nosotros estaremos al pendiente de que las pruebas sean realizadas y nos encargaremos de pasar el reporte al proveedor, con la intención de optimizar el proceso de liberación de muestras, las cuales deben ser reenviadas a ZF con la intención de que se les haga un estudio técnico.

#### 9. Pruebas de ensamble.

En esta actividad participan los ingeniero de Calidad partes de compra y Calidad producción, en conjunto con los técnicos de las líneas donde se realice el ensamble, nosotros participamos observando, anotando y opinando, debido a que las observaciones que se realicen durante el proceso de la prueba deben ser reportados o trabajados, por nosotros, de igual manera las personas que tendrán las muestras para el ensamble serán manejadas por nosotros de modo que debemos estar atentos y listos para cualquier movimiento que sea necesario referente a los Calipers.

La prueba de ensamble se realizara sobre línea de producción, por lo que es importante no perder tiempo para evitar llegar a algún paro de línea momentáneo.

#### 10. Auditoria de lotes de ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V.

Esta actividad es de participación activa de parte del equipo de escantillones, debido a que nosotros nos dedicamos a la inspección de materiales para garantizar que son adecuados para ingresar a línea, en caso de que algún material sea rechazado se debe notificar al personal de calidad y al proveedor para investigar las causas del rechazo.

Las inspecciones o auditorias de material deben hacerse al 100% de los lotes que son de nuevo ingreso, en caso de que las piezas estén bajo especificación, se procederá a hacer muestreos para agilizar el proceso.

#### 11. Organización de los requerimientos para el PPAP.

Nuestras actividades aquí serán organizar, revisar y enviar los elementos o la información referente a algún elemento del PPAP al proveedor, con la intención de comenzar a conformar el paquete de PPAPs y comenzar el proceso de liberación de nota de las piezas.

#### 12. Formulación del PSW (resumen de paquete).

En esta actividad, se realizara un recuento de los elementos que sean conjuntados por nosotros, de tal modo que se pase un resumen al proveedor y lo anexe al suyo para conjuntar el paquete PPAP y pueda ser enviado a Volkswagen.

Este resumen servirá para explicar breve y concisamente al personal del equipo, los elementos que se entregaron al proveedor y así estar todos al tanto de la situación actual con el componente en cuestión.

#### 13. Evaluación del paquete PPAP.

Para este punto, en conjunto con el ingeniero German, y personal de ZF se hará una revisión del paquete, con la intención de determinar si se tienen todos los requerimientos de Volkswagen, buscar puntos de mejora, realizar acuerdos para que en caso de algún cuestionamiento todos tengamos la información adecuada y no haya confusiones al tomar algún tema referente al Caliper.

#### 14. Entrega y liberación del paquete PPAP

Como se indica, se entregara el paquete PPAP al personal correspondiente, o en caso de ser necesario, el proveedor lo enviare vía correo electrónico y nos notificara que sea entregado, entonces procederemos a esperar que sea liberado para avisar al proveedor y dar el tema de liberación por terminado.

#### 15. Presentación de proyecto de estadía.

Se hará la presentación del proyecto de estadía en la universidad tecnológica del centro de Veracruz.

## CAPÍTULO 3 DESARROLLO DEL PROYECTO

### 1. Reconocimiento de la empresa.

Dentro de esta parte del proceso, se desarrollaron distintas actividades, las cuales son listadas a continuación.

- i. Primero se nos hizo una presentación con el equipo de trabajo de Escantillones, el cual poco a poco mostró sus formas de trabajo, la manera en que se desplazan por el complejo de Volkswagen, ya las formas en que se reportan las actividades. Con estos métodos de trabajo conocidos, podemos pasar a la siguiente fase, el reconocimiento de la distribución y actividades de Volkswagen.
- ii. Con el ingeniero German, y personal de Escantillones, se visitaron las áreas de interés referentes al proyecto, y al trabajo en general. Para asegurar que podemos movernos por nuestra cuenta, sin peligro de extraviarse dentro del gran complejo de Volkswagen, fue necesario desarrollar un mapa en el cual se resaltarán las zonas de interés, las naves visitadas continuamente y una breve descripción de los productos que se manejan.

Para ver el Lay Out, consultar anexo 1

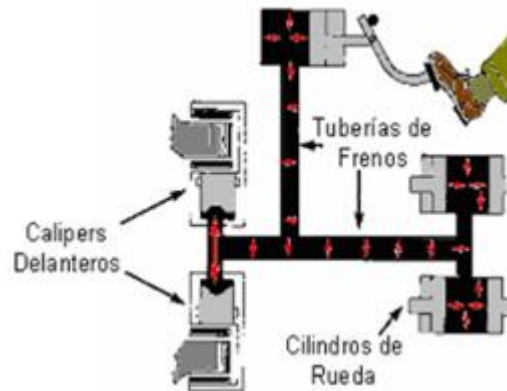
### 2. Capacitación en ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V.

Durante esta parte del desarrollo del proyecto, se desarrollaron distintas actividades, donde podemos destacar las siguientes.

- I. El ingeniero German Lino, hizo una presentación con diapositivas acerca del Caliper realizando una introducción al tema, en esta presentación se mostraron sus componentes, funcionamiento, los tipos y características. Durante esta presentación también se mostraron algunos principios físicos por los cuales se suscitan, al momento de frenar, consultar anexo 2 para observar.



La ley de Pascal también es uno de los principios que se utilizan, puesto que se tiene un sistema de emisión de fluidos, el cual funciona básicamente bajo este principio, empezando por la palanca que se hace al presionar el pedal de freno. En la figura 13, se observa como es el sistema hidráulico de frenos de un automóvil de una forma muy básica, como se puede ver, se tiene una fuente motriz; ocasionada por la palanca al pisar el pedal de freno, un fluido; el líquido de frenos y actuadores; los Calipers.



*Figura 13 Ejemplo de sistema hidráulico de frenos automotrices.*

- i. Se conocieron los tipos de Caliper que se manufacturan en ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V actualmente. El tipo RPS por sus siglas en inglés (Reverse Pin Sliders); en este caso la coraza o housing en el que se encuentra anclado al soporte de rueda para hacer la función de frenado con pistón.

Se tiene también el tipo Colette o tipo flotante; en este caso el ancla o braket es el que se encuentra fijo al soporte, por lo que el pistón queda en posición de flotamiento, es decir no se encuentra fijo, este tipo de Caliper es el más producido con un porcentaje mayor al 90% debido a su consumo en las distintas líneas de producción que ZF abastece.

En las figuras 14 y 15, se observa la diferencia de sujeción de ambos calipers con respecto uno del otro, en ambas figuras la zona verde es la parte que se sujeta al soporte de rueda.



Figura 14 Caliper RPS type.

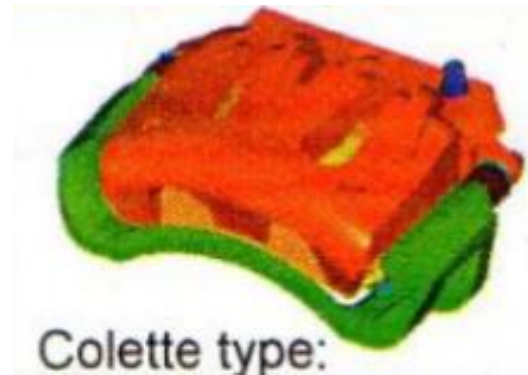


Figura 15 Caliper Colette type.

Debido a que el tema de liberación de PPAPs es referente a los Caliper de tipo flotante, es necesario investigar más a fondo acerca de sus características, se encontró que se pueden clasificar en dos tipos, tipo L y tipo C.

Tipo L:

- No hay un tope mecánico para las balatas, a excepción del hausing o coraza.
- Tiene un maquinado con forma de L el cual es usado como vías guía de las pastillas y es mostrado en la figura 16.
- Tiene un resorte para presionar las pastillas con el caliper (resaltado en naranja).

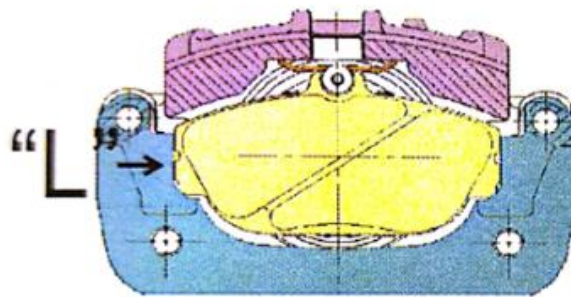


Figura 16 Caliper flotante tipo L.

Tipo C:

- Las pastillas tienen un tope mecánico en la coraza.
- Tiene un maquinado tipo C usado como vías guía de las pastillas.
- Tiene clips de sujeción (remarcados con rojo figura 17) entre el ancla y las pastillas.

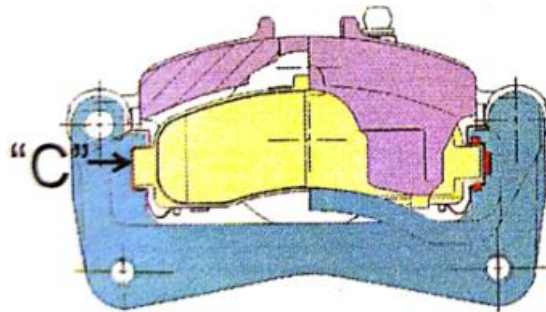


Figura 17 Caliper flotante tipo C.

ii. Se conocieron los componentes de los calipers de ZF antes conocido como TRW. Consultar anexo 3 para observar los componentes.

Es importante resaltar que los sellos (seals) en inglés, principalmente los del cilindro o actuador, además de tener la función de hacer el sello de vacío, están diseñados para desplazarse en una ranura o chamfer en inglés para no rasgarse e inclusive tener un rango de retorno del cilindro, como se muestra a continuación en la figura 18.

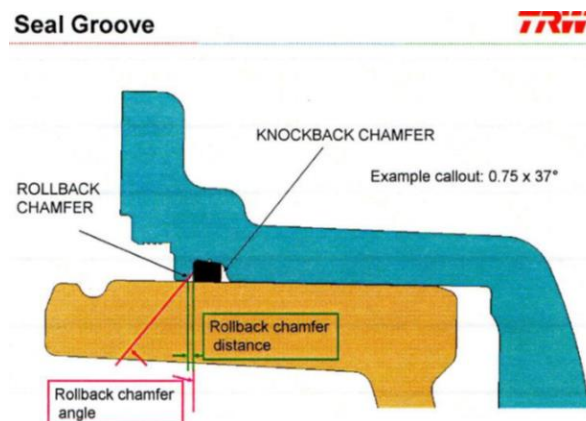


Figura 18 Ranura de sellado.

### 3. Investigación de los requerimientos PPAP

En este punto, se inició la investigación de los requerimientos, debido a que con las constantes demandas de los clientes finales, están en constante cambio con respecto a los elementos que deben ser entregados. Para esto el ingeniero German contacto al proveedor, para solicitar los requerimientos del PPAP en el portal de Volkswagen.

El proveedor y Volkswagen son los únicos que pueden ver estos datos debido a la confidencialidad que usa VWM en sus procesos, para esto se tiene que visitar el portal de Volkswagen, en el cual se pedirá que inicies sesión en Beon, el sistema de información que emplea Volkswagen para subir o bajar información referente a las PPAPs o CPMs de Volkswagen.

Gracias a la cooperación de ZF podemos listar los siguientes elementos, que fueron clasificados en dos grupos, de acuerdo a las necesidades de ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V.

- I. Documentos recolectados por proveedor.
  - Control dimensional.
  - Prueba funcional y trazabilidad del producto.
  - Reporte de materiales.
  - Háptica.
  - Acústica.
  - Olor.
  - Prueba superficial.
  - Plan de control.
  - Demostración de capacidad de proceso.
  - Certificados ISO/TS 16949.
  - Auditoria de proceso (VDA 6.5).

## II. Actividades realizadas por Escantillones.

- AMEF de diseño del producto.
- Diagrama de proceso.
- Hoja de empaque y transporte.
- Auditoria de producto.
- Prueba de ensamble (Apoyo y atención a Volkswagen).
- Prueba de metrología (apoyo para proveedor en el proceso).
- Prueba de materiales (apoyo para proveedor durante el proceso).
- Ensayo visual.

### 4. Recolección de datos o elementos existentes en la actualidad.

Debido a que este proyecto o tema está trabajando desde inicios de año, algunos elementos del paquete ya han sido trabajados, por lo que se indago un poco a cerca de los elementos que ya han sido registrados o recolectados.

Hasta aquel momento, ningún elemento por parte de escantillones estaba realizado, pero lo que si había ocurrido era subir información acerca de las piezas al BeOn.

Esta información corresponde a los números de parte trabajados, actualmente se tienen 14 números de parte, es decir se tienen 14 piezas con características diferentes.

Estos números de parte son empleados para distintas unidades automotrices, tal y como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1 Números de parte de Calipers de ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V

Application	Vehicle	Caliper	VW / Audi Part Number
Rear IPBs	Golf A7 / Variant A7 / Passat / Gti	PC38-HR 15"	561.615.405.D / 406.D
		MQB	5QM.615.405.L / 406.L
	Golf A7 / Variant A7	CI38-HR 15"	5QM.615.405.K / 406.K
		MQB	5QM.615.405.J / 406.K
	Jetta A6 / Beetle	CI38-HR 15"	5C0.615.405.K / 406.K
		PQ35	5C0.615.405.J / 406.J
Front Calipers	Golf A7 / Variant A7 / Jetta A7 / Gti / GLI A7 / Golf Alltrack / 4Motion		5QM.615.105.J / 106.J
			5QM.615.105.H / 106.H
		PC57 15"	5QM.615.105.L / 106.L
		PC57 16"	5QM.615.105.K / 106.K
			5QM.615.105.M / 106.M
			5QM.615.105.N / 106.N
	Tiguan	PC60 16"	5QN.615.105.C / 106.C
		PC60 17"	5QN.615.105.B / 106.B
			5QN.615.105.A / 106.A
			5QN.615.105.A / 106.A

Para todos estos números de parte es necesario subir información, es decir se tiene que subir cada número de parte al BeOn. La información de estos números de parte en el BeOn se muestra en la figura 19.

Nr. Informe	Fabrica	N° de Proveedor Local.	No DUNS	N° pieza
Nr.Proveedor	WSG	Denominación del Proveedor	Centro de coste	Nr pieza del Proveedor
	66 Volkswagen Werk Pue			5QM 615 406 J
22122017	66 T 66 P AF	00M13748 00 Frenos y Mecanismos S.de R.L.	811560853	_5QM 615 406 J_
M 66 16 07883	66 T 66 P AF	00M13748 00 Frenos y Mecanismos S.de R.L.	811560853	_5QM 615 406 J_
M 24082016-1	66 T 66 P AF	00M13748 00 Frenos y Mecanismos S.de R.L.	811560853	_5QM 615 406 J_
M 66 16 06643	66 T 66 P AF	00M13748 00 Frenos y Mecanismos S.de R.L.	811560853	_5QM 615 406 J_
M 2408201-1	66 T 66 P AF	00M13748 00 Frenos y Mecanismos S.de R.L.	811560853	_5QM 615 406 J_

Figura 19 Alta de los números de parte en el Sistema BeOn de Volkswagen.

Por motivos de confidencialidad, no se puede colocar alguna imagen más específica.

Como se observa en la figura, en el lado superior derecho, se han colocado los números de parte que anteriormente fueron mencionados. Estos datos deben ser colocados por personal de ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V.

## 5. Elaboración de diagrama de flujo de proceso.

En este paso debemos resaltar, que el proveedor haría este documento, puesto que, a pesar de tener alguna capacitación, el conocimiento del proceso completo no puede ser obtenido de la noche a la mañana, sin embargo, el ingeniero German, solicita que se elabore uno propio para el equipo de escantillones.

Para realizar este diagrama, es necesario conocer el proceso de ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V, estos datos fueron tomados de una tabla, en la cual se explica parte por parte el proceso para manufacturar un Caliper.

Consultar Anexo 4 para observar la composición de las actividades necesarias ensamblar un Caliper.

Con estos datos se procedió a realizar el diagrama de flujo de proceso.

Debido a las dimensiones del mismo, es necesario consultar el anexo 5 para observar el diagrama de flujo de proceso, este diagrama fue realizado en el software Flowchart de SmartDraw.

## 6. Elaboración de AMEF de producto de la pieza.

Esta actividad fue realizada tomando datos del manual de fallas de ZF, este manual fue elaborado por el ingeniero German Lino, quien tiene más conocimiento del tema, es decir fue el experto que ayudo a realizar el AMEF, así que se estudiaron los modos de fallo hallados hasta el momento en Volkswagen y las causas posibles de estos modos de fallo.

Como era de esperarse, los índices de riesgo encontrados fueron mínimos, es decir, presentaban un bajo nivel de riesgo, pese a eso, se hicieron algunas sugerencias de mejora para disminuirlos más, de este modo se disminuye la tasa de piezas malas que entran a línea de producción de Volkswagen.

Se listaron 10 modos de fallo, para encontrar los índices de riesgo más altos, se sacó el promedio de ellos, y se condicionó el formato para que aquellos superiores a la media fueran marcados con color rojo, tal y como se muestra en el AMEF. Se



usó como referencia el modelo propuesto en el libro Control Estadístico de Calidad y Seis sigma de Humberto Gutiérrez Pulido.

Este formato fue entregado al ingeniero German Lino, que es el residente de ZF en Volkswagen.

Para ver el AMEF realizado consulte Anexo 6.

## 7. Pruebas en laboratorio de metrología.

Para este punto, el proveedor mando 5 piezas muestra, las cuales fueron entregadas al ingeniero Edmundo Coca de calidad partes de compra de Volkswagen, quien a su vez entrego las piezas a laboratorio de metrología. Ese proceso se llevó 2 días, en los cuales, se estuvo pendiente del momento en que se tuvieran los resultados, los cuales fueron notificación al proveedor, quien a su vez subió el reporte debido al BeOn. En la figura 20 se pueden apreciar los datos de las piezas muestras o también llamadas maestras, de igual manera empezamos a ver los informes de homologación, los cuales fueron explicados en el marco teórico de este documento.

<b>Actuales datos sobre la pieza</b>	
Clave Pieza	_5QM 615 105 K_ ___
BMG Obligatorio	✓
Typprüfpflicht	✓
Ciente DmbA	✓
Peso pesado de la Muestra	6495 Gramos por Pieza
Cuota KV	
<b>Suministro</b>	
Nr. DUNS Proveedor	811560853
Nr. Alb.	
Nr. Proveedor	05082016-03
<b>Homologación</b>	
Nr. EMPB-Master	<a href="#">66 17 17707</a>
Nº de informe anterior.	
Nr. EMPB Original	

*Figura 20 Estado de pruebas de piezas muestra.*

En la figura se muestra en la sección de Homologación el dato “Nr. EMPB-MASTER”, este término es referente a la palabra alemana “Erstmusterprüfberichte” que se traduce al español como “informes de ensayo de



muestras”, el número que se coloca continuación hace referencia al informe del laboratorio.

#### 8. Pruebas de laboratorio de materiales.

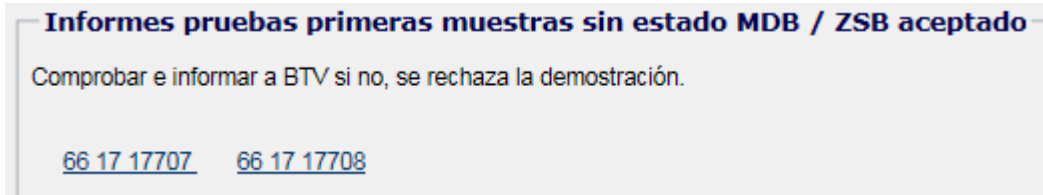
Al igual que en el punto anterior, solo estuvimos pendientes del momento en que el laboratorio de materiales emitiera el informe de las piezas muestra, para notificar al proveedor de los resultados. Esta actividad se hizo con 5 piezas muestras del mismo número de parte, y se agregó al informe de la actividad anterior, esto por políticas de Volkswagen, solo se maneja un informe por las pruebas realizadas en los laboratorios, en el cual se especifican los resultados de las pruebas realizadas. En la figura 21, se logra ver que se usaron piezas muestras del número de parte del lado contrario.

<b>Actuales datos sobre la pieza</b>	
Clave Pieza	_5QM 615 106 K_ ___
BMG Obligatorio	✓
Typprüfpflicht	✓
Cliente DmbA	✓
Peso pesado de la Muestra	6495 Gramos por Pieza
Cuota KV	
<b>Suministro</b>	
Nr. DUNS Proveedor	811560853
Nr. Alb.	
Nr. Proveedor	32054779
<b>Homologación</b>	
Nr. EMPB-Master	M
Nº de informe anterior.	
Nr. EMPB Original	

*Figura 21 Datos BeOn pruebas de materiales.*

En el número de parte o como se muestra la imagen, Clave pieza, el número 6 quiere decir que es una pieza que se ensambla del lado derecho del automóvil.

En la figura 22 se muestra como ambos reportes fueron agregados al BeOn, y están en el sistema por lo que las pruebas fueron liberadas, y luego enviadas a proveedor para que realizara sus propios estudios.



*Figura 22 Informe de muestras aceptado*

## 9. Pruebas de ensamble.

Debido a que los ensambles de los números de partes son realizados con la misma metodología, solo fue necesario realizar estas pruebas con un solo número de parte.

Se tomaron 10 piezas muestras enviadas por el proveedor, las cuales fueron ensambladas por el personal de Volkswagen y la actividad supervisada por Calidad partes de compra, Calidad producción, Facilitador de línea y equipo de Escantillones.

El objetivo de la supervisión, es verificar que la pieza no presenta problemas al momento de ensamblar la pieza al soporte de rueda.

El ensamblaje se realiza de la siguiente manera.

- I. El operador toma el soporte de rueda y con ayuda de un brazo mecánico, ensambla el disco de freno al soporte.
- II. Coloca los pernos de sujeción del disco, y el mecanismo de la línea gira 180° el soporte de rueda para facilitar el montaje del Caliper.
- III. Se toman ambos Calipers, derecho e izquierdo, y se montan en los discos de freno, los cuales a su vez sirven para cargar el peso de los calipers hasta que estos sean ajustados con los pernos de sujeción en la siguiente actividad.
- IV. Se colocan los pernos de sujeción al ancla y al soporte de rueda, para que más tarde una maquina los ajusté y los Calipers, los discos de freno y los soportes de rueda queden como un sub ensamble del eje completo.

Como es de esperar, las pruebas de ensamble son todo un éxito, se toman los PKN y progresivos correspondientes para mantener la trazabilidad de las piezas muestra hasta el fin de la producción del auto, de ese modo si surge un problema más adelante con una de estas unidades vehiculares, se sabrá que estas piezas son pruebas de ensamble.

Solo procedemos a avisar al proveedor de la situación actual con respecto a las pruebas de ensamble que se realizaron.

10. Auditorias de material ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V.

Esta es una de nuestras principales actividades en el desarrollo de proyecto, ya que como tal, dentro de Volkswagen somos hombres garantía, es decir, nos dedicamos a hacer auditorias de material, en las cuales certificamos que el material se encuentra en las especificaciones necesarias para entrar a líneas de producción, debemos canalizar las piezas que están fuera de especificación y reportarlas con el área de calidad partes de compra y al proveedor.

A continuación se muestra una tabla del check list de inspección de la mordaza, el cual está basado en los modos de fallos que se han mostrado.

*Tabla 2 Check list de inspección.*

Inspección.	Ok	No ok
Las etiquetas se encuentran en la posición debida.		
Las cuerdas del ancla están físicamente bien.		
Las balatas están abiertas de acuerdo con el disco de freno		
Los excluders están dañados o fruncidos.		
La pieza se encuentra pintada en su totalidad.		
Los grabados de identificación están completos.		
La palanca y soporte cable están en buen estado.		
La pieza tiene todos sus componentes.		
La entrada de líquido de frenos está en perfecto estado		
El soporte cable está bien troquelado.		

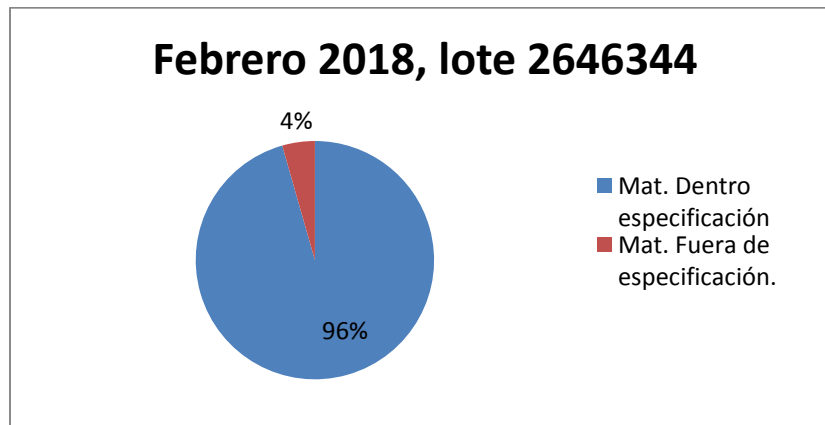
Debido a la posición cantidad de piezas auditadas, es imposible llenar este check list de forma individual, por lo que solo se hacen las inspecciones visuales necesarias, para después pasar el reporte Calidad y proveedor.

En la tabla 3 se muestran los resultados de una auditoria de numero de parte 5QM 615 601 K con número de lote 2646344 con 1200 piezas

*Tabla 3 Auditoria de lote 2646344*

Concepto	Cantidad
Etiqueta barcode fuera de posición.	25
Cuerdas de ancla oxidadas	1
Balatas fuera de posición.	10
Cubre polvos fruncidos.	0
Falta de pintura zona vista.	8
Grabado borroso.	10
Palanca y soporte cable fruncidos	0
Falta de tapón pivote purga.	0
Muesca en spot face liquido de freno.	0
Soporte cable con mal troquelado.	0
Total	54

Datos con los cuales obtuvimos la figura 23.



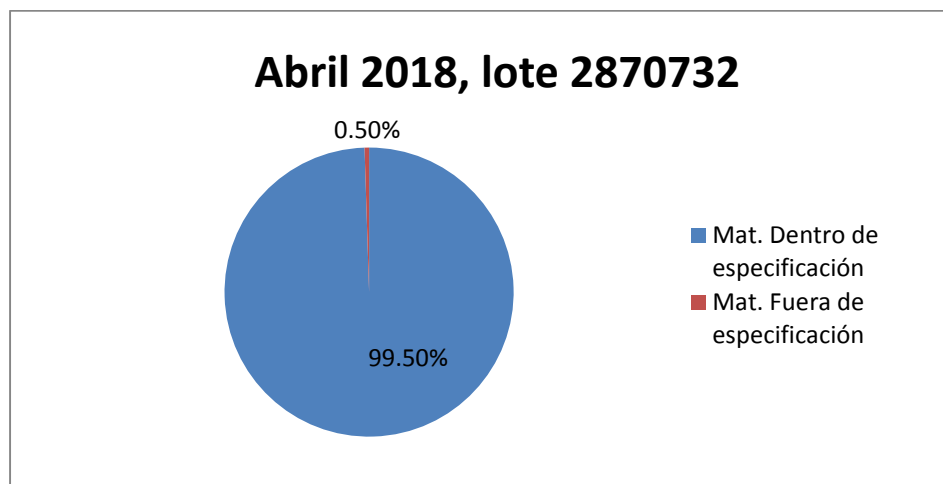
*Figura 23 Gráfica de auditoria de material.*

Más tarde con las sugerencias planteadas en el AMEF elaborado, se hace una nueva auditoría de material, al número de lote 2870732. En la tabla 4 se muestran los datos obtenidos.

*Tabla 4 Auditoria de material con sugerencias de AMEF.*

Concepto	Cantidad
Etiqueta barcode fuera de posición.	1
Cuerdas de ancla oxidadas	0
Balatas fuera de posición.	1
Cubre polvos fruncidos.	0
Falta de pintura zona vista.	2
Grabado borroso.	2
Palanca y soporte cable fruncidos	0
Falta de tapón pivote purga.	0
Muesca en spot face liquido de freno.	0
Soporte cable con mal troquelado.	0
Total	6

De igual manera se obtiene una gráfica, la cual es mostrada en la figura 24.



*Figura 24 Gráfica de auditoria de material con sugerencias AMEF.*

Como se muestra en la figura anterior, la tasa de material rechazado disminuyó, al 0.5 %, en la tabla se muestra que el número de piezas rechazadas por la etiqueta barcode fuera de posición (uno de los índices de riesgo más altos de nuestro AMEF) disminuye.

Es importante resaltar, que estas actividades se siguen realizando, con la diferencia de que ahora se hacen muestreos, es decir no se audita el 100% del material, esta es parte de las actividades diarias en Escantillones.

Otro de los documentos elaborado por escantillones fue el reporte de ensayo visual, mismo que fue entregado al ingeniero German para que lo presentase a proveedor.

Para observar el reporte consulte anexo 8.

#### 11. Organización de los elementos del PPAP.

Para este punto solo queda organizar los elementos PPAP que nosotros hemos obtenido a lo largo de la consecución del proyecto, como se fue desarrollando, los elementos fueron siendo entregados al ingeniero German, residente de ZF, quien estuvo en constante contacto con el proveedor, para llevar el tema de liberación de PPAP adecuadamente.

El paquete se encuentra dividido en dos grupos, tal como se muestra en la siguiente tabla.

*Tabla 5 Organización de requisitos PPAP.*

Requisito PPAP para liberación de nota 1 Volkswagen.	Elaborado por ZF.	Elaborado por Escantillones Tec.
Control dimensional.	✓	
Prueba funcional.	✓	
Reporte de materiales.	✓	
Acústica.	✓	

Olor.	✓	
Ensayos visuales.		✓
Pruebas superficiales.	✓	
Proceso AMEF		✓
Diagrama de proceso.	✓	
Plan de control.	✓	
Demostración de capacidad de proceso.	✓	
Hoja de empaque/medio de transporte.		✓
Certificados ISO/TS 16949.	✓	
Auditoria de proceso VDA 6.5.	✓	
Auditoria de Producto.		✓
Pruebas de ensamble.		✓
Pruebas de metrología		✓
Pruebas de materiales.		✓

## 12. Formulación del PSW.

El PSW, no es necesario para Volkswagen, debido a que manejan la información vía internet, y el portal hace un resumen del estado del PPAP en general.

No obstante, es necesario Realizar un recuento de la nueva información concerniente a los Calipers de ZF, debido a que el equipo de Escantillones está al pendiente de los temas, se realiza una reunión con el equipo completo, donde se exponen los distintos temas nuevos que hay sobre la liberación de nota, ya que todos debemos estar en un acuerdo, para que, llegado el momento, todos puedan defender las piezas correctamente.

Se utiliza el término de defender, debido a que en ocasiones, las líneas de producción paran repentinamente por falta de calidad en algún componente automotriz, y en caso de ser un caliper, existe la posibilidad de asignar gastos por

aro de línea a proveedor. Es por esto que todo el equipo debe estar al tanto de la información.

Se comparte el AMEF y se explica de modo que los compañeros entiendan como se pueden localizar estos fallos, y que posibilidad hay de que estos fallos sean provenientes de ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V.

De igual manera se muestra por medio de los índices de criticidad, que parte de las inspecciones es más crítica.

De acuerdo al AMEF realizado, los modos de fallo con índices más críticos fueron etiquetas de barcode desalineadas, cubre polvos fruncidos y falta de pintura zona de vista. Por lo que estos puntos son los más importantes por revisar al momento de las inspecciones visuales de garantía de material.

### 13. Evaluación del paquete PPAP.

El personal de ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V. asistió a Volkswagen para hablar sobre el tema de liberación de nota de sus piezas. En esta plática participo el Ingeniero German representando a Escantillones. Durante la reunión, se evaluó el paquete, con la intención de que todos estuviesen cerciorados de que el mismo estuviese completo y pudiera ser entregado a Volkswagen para culminar con la liberación de nota.

Además, como se menciona, se hace un resumen verbal, en el cual se expone la información que se debe mostrar en caso de algún cuestionamiento de Volkswagen. Es necesario remarcar el hecho de que los compañeros de trabajo deben estar bien informados con respecto a los temas de nota 1, debido a que se tienen 3 turnos de trabajo, en los cuales, el personal de Escantillones se divide, es decir, los expertos en el tema, no siempre están presentes, por lo que en caso de haber algún problema repentino, el personal tenga la capacidad de dar soluciones a los mismos.

### 14. Entrega de paquete y liberación de PPAP.



Finalmente ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V. entrega el paquete PPAP vía correo electrónico, añadiendo las capturas del sistema BeOn, donde también se encuentran subidos o en estado on, es decir que ya fueron registrados, y se espera el lapso de liberación de nota nivel 1, es decir, Volkswagen considera que el material que compra es de máxima calidad, el cual espera no de problemas a futuro dentro de las líneas de producción o por re trabajos a clientes finales.

## CAPÍTULO 4. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 4.1 Resultados

Es importante resaltar que a lo largo del desarrollo del proyecto se han realizado las actividades que pueden ser mostradas como resultados, ya que dentro del objetivo se encuentra la recolección de elementos PPAP, mismos que se fueron conseguidos a lo largo del mismo.

El paquete PPAP ha sido entregado, actualmente se encuentra en estado de análisis para nota 1, es decir, el personal de Volkswagen está revisando que todos los requisitos estén bajo las especificaciones establecidas y son adecuados para la liberación de nota. Pese a que la documentación se encuentra en estado de análisis, se ha otorgado la nota 3, debido a que los requisitos fueron dados de alta en el sistema BeOn y exceden las especificaciones de liberación de nota 3, consultar anexo 7 para verificación de datos registrados en sistema Volkswagen.

En el anexo 7, se muestra una ventana del sistema BeOn, esta ventana se encuentra dividida en 5 segmentos.

El primero hace referencia a es un resumen general de los datos de la pieza. Numero de parte y estado de la pieza en el sistema (en análisis) tal como se explicó anteriormente.

El segundo segmento hace referencia a los datos actuales de la pieza, en este segmento se enlistan algunos requisitos PPAP como lo son, BMG (Baumustergenehmigung) es decir informe de homologación de pieza, el Typprüfpflicht (tipo aprobado), el cliente DmbA (Dokumente mit besonderer Archivierung) es decir, cliente con documentación especial, en este caso hace referencia a la entrega de auditoria de proceso VDA 6.5, y si las pruebas de olor y color fueron entregadas, las palomitas simbolizan un estado de entregado, pero no ha sido revisado, por lo que se pone análisis.

Luego tenemos los datos de suministro, en los cuales podemos resaltar el TGS, dato que hace referencia al medio de transporte y hoja de envío.

En la cuarta sección tenemos la homologación de la pieza, es decir, hablamos de piezas muestras que hacen referencia a toda la producción de ZF y los elementos PPAP del número de parte., ahí se tiene el número de informe enviado por laboratorio de Volkswagen, la fecha de entrada de datos a Calidad VWM, el IMDS (International Material Data System), es el número de reporte que emite el laboratorio de materiales acerca de la pieza.

Finalmente la sección Bemusterungsanlass, es decir Resumen de piezas muestra.

En general, este es un resumen del estado del paquete PPAP en el sistema de Volkswagen, en el cual se muestra si falta algún elemento o si el paquete ha sido liberado.

Con el paquete entregado, en estado de análisis, y con nota 3 liberada hasta el momento, las piezas de ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V, pueden ser surtidas a producción para los modelos Jetta A6, Beetle, Tiguan y Golf.

Solo queda estar atentos para que en el momento que Volkswagen lo requiera, se atienda la liberación de Nota 1, la cual debe ser firmada por el departamento de calidad de Volkswagen y por el proveedor ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V.

## 4.2 Conclusiones.

Podemos concluir, que el proyecto fue un éxito, ya que se alcanzó a comprobar la hipótesis de que los Caliper de ZF cumplen con los requisitos mínimos de calidad de Volkswagen.

Además, el objetivo del proyecto fue alcanzado hasta liberación de nota 3, a la espera de liberación de nota 1.

La liberación de nota, es un punto importante para desarrollar autos con la mayor calidad posible, ya que, al conjuntar distintas autopartes, de las cuales se garantiza la calidad referente a los límites de especificación, se tiene un mejor control de los procesos y por tanto, los índices de calidad y mantenimiento se mantienen en los puntos deseables, para satisfacer las necesidades de los clientes finales.

### 4.3 Trabajos Futuros.

Se espera que ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L de C.V. siga siendo proveedor de Volkswagen por otros 6 años, por lo que es necesario mantener la información actualizada, el equipo de Escantillones queda a cargo para atender problemas de calidad con los auto componentes de ZF. A medida que surjan diferentes modos de fallo, será necesario actualizar el AMEF y solicitar puntos limpios de producción a proveedor, con ellos requerir piezas muestra o maestras para las pruebas que sean necesarias.

Para el año 2019, el tramite PPAP se realizara en un periodo menor, debido a que solo es actualización de información.

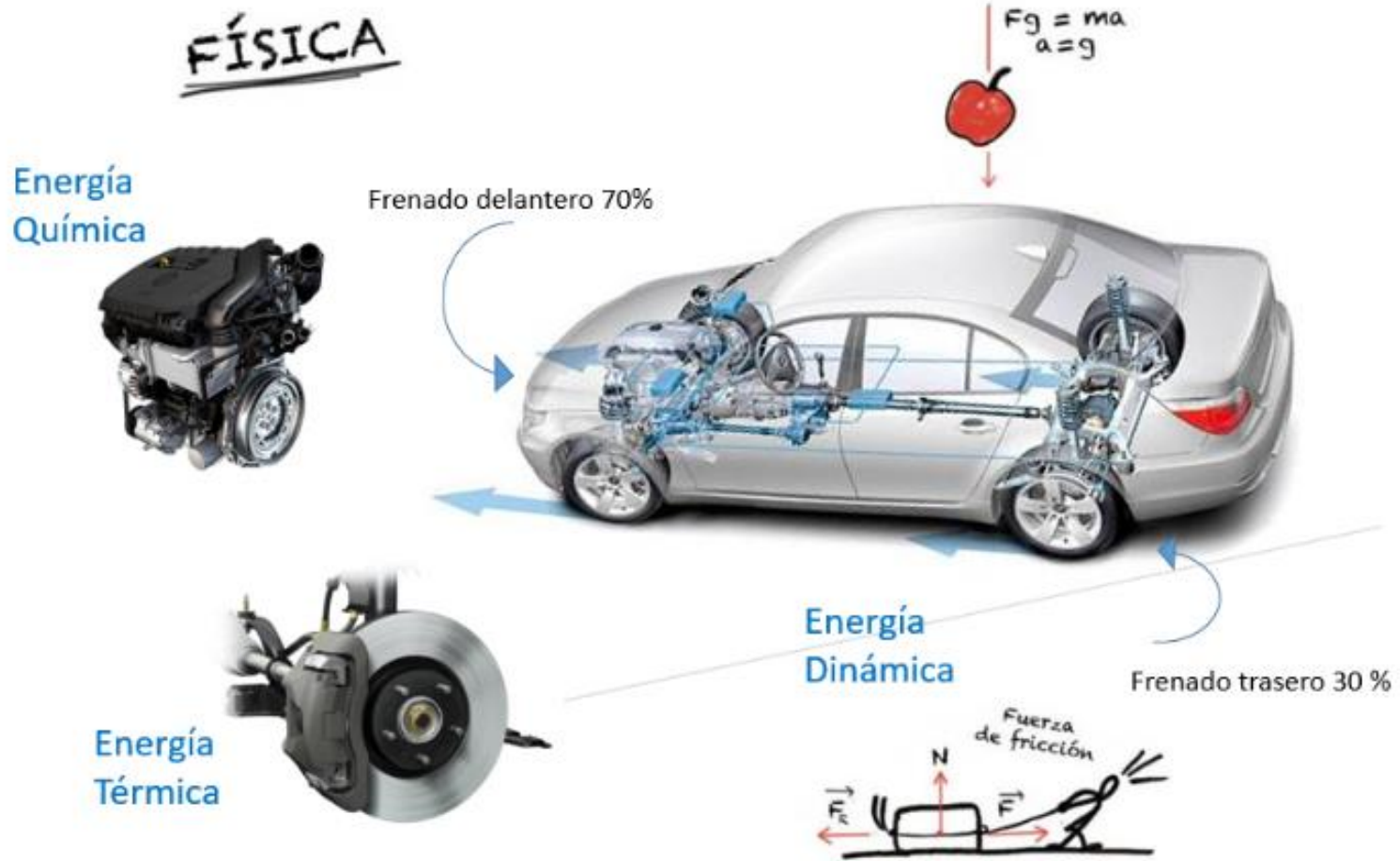
### 4.4 Recomendaciones.

Como sugerencias de mejora para futuro, de acuerdo con los resultados, es conveniente, mantener actualizada la información referente al AMEF y estudio CPk, ya que esta ocasión, no se tenía ni un estudio AMEF, ni el estudio CPk, el ultimo, más importante, razón por la cual, el tramite PPAP fue más tardado y se tuvieron algunos problemas con Calidad partes de compra Volkswagen.

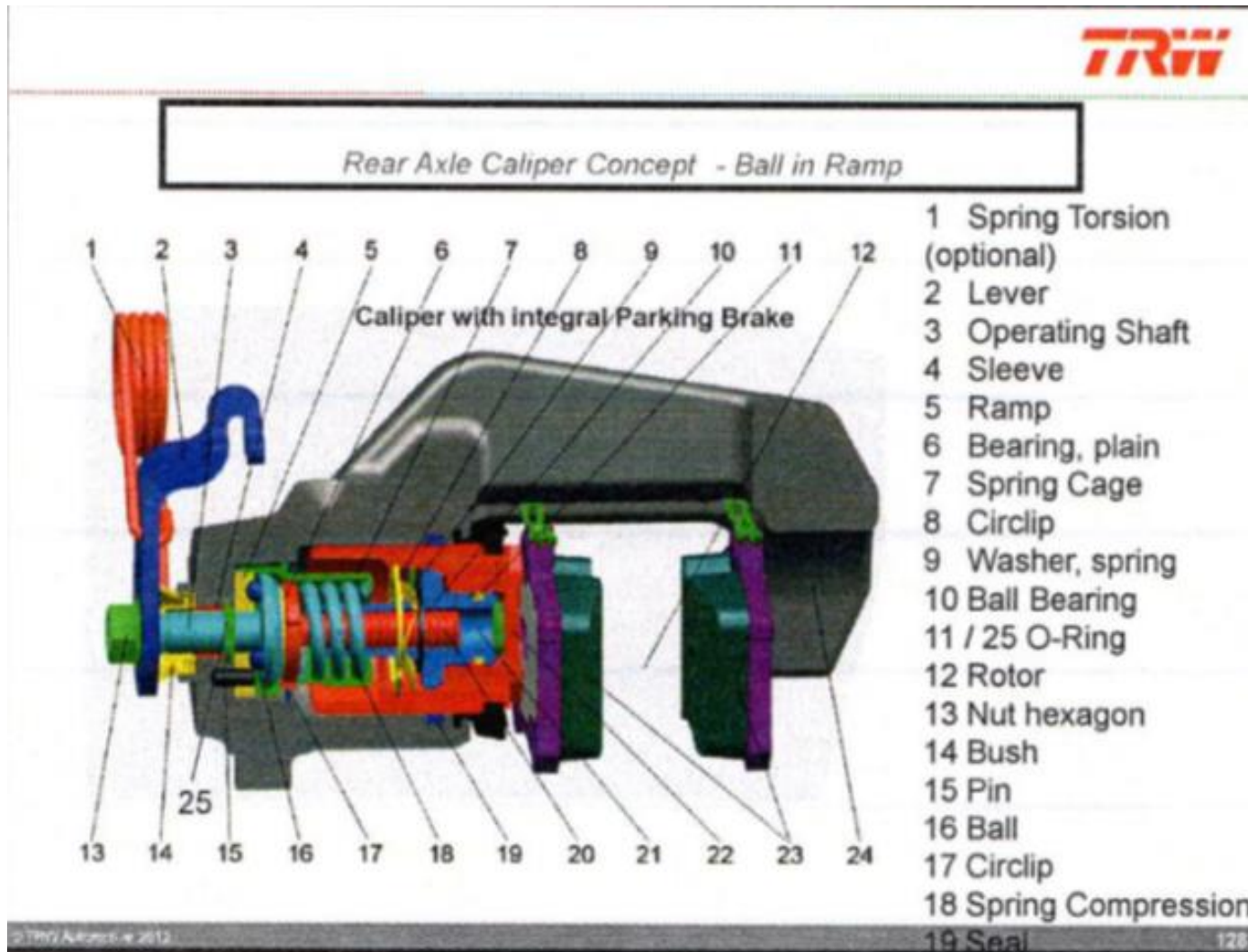
De igual manera, es conveniente capacitar al personal de Escantillones en tema de liberación de Nota, ya que a lo largo del desarrollo, se tuvieron algunos problemas por falta preparación y recolección de información referente a liberación de nota.



Anexo 2 Principios físicos que se suscitan al frenar un vehículo.



Anexo 3 Componentes de un Caliper.



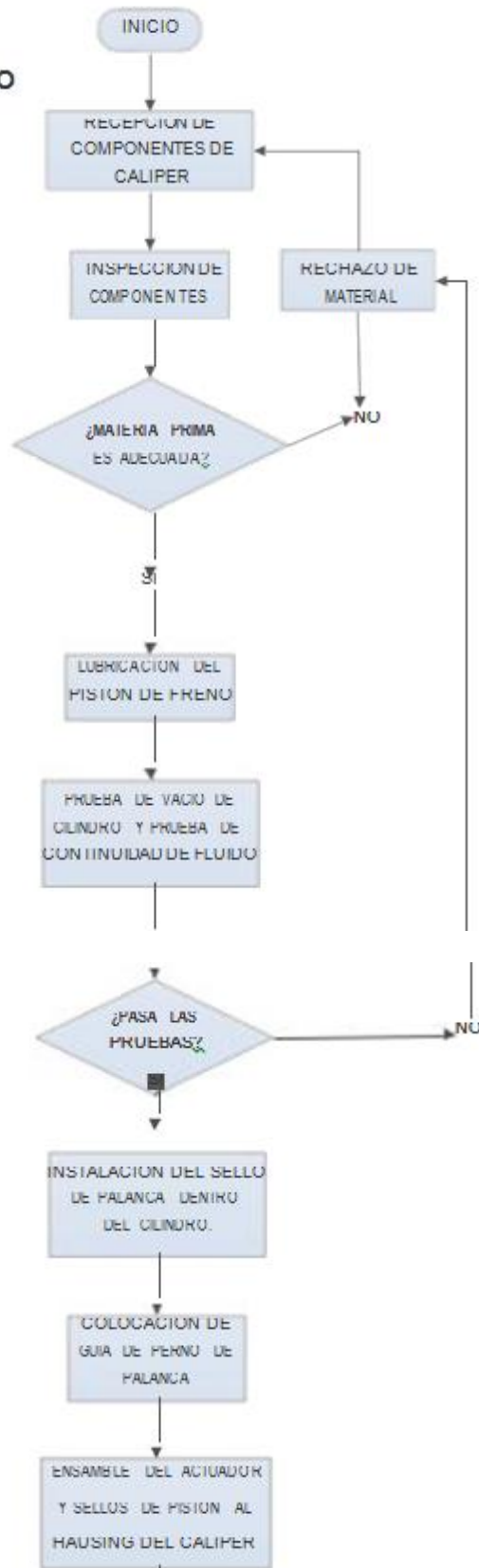


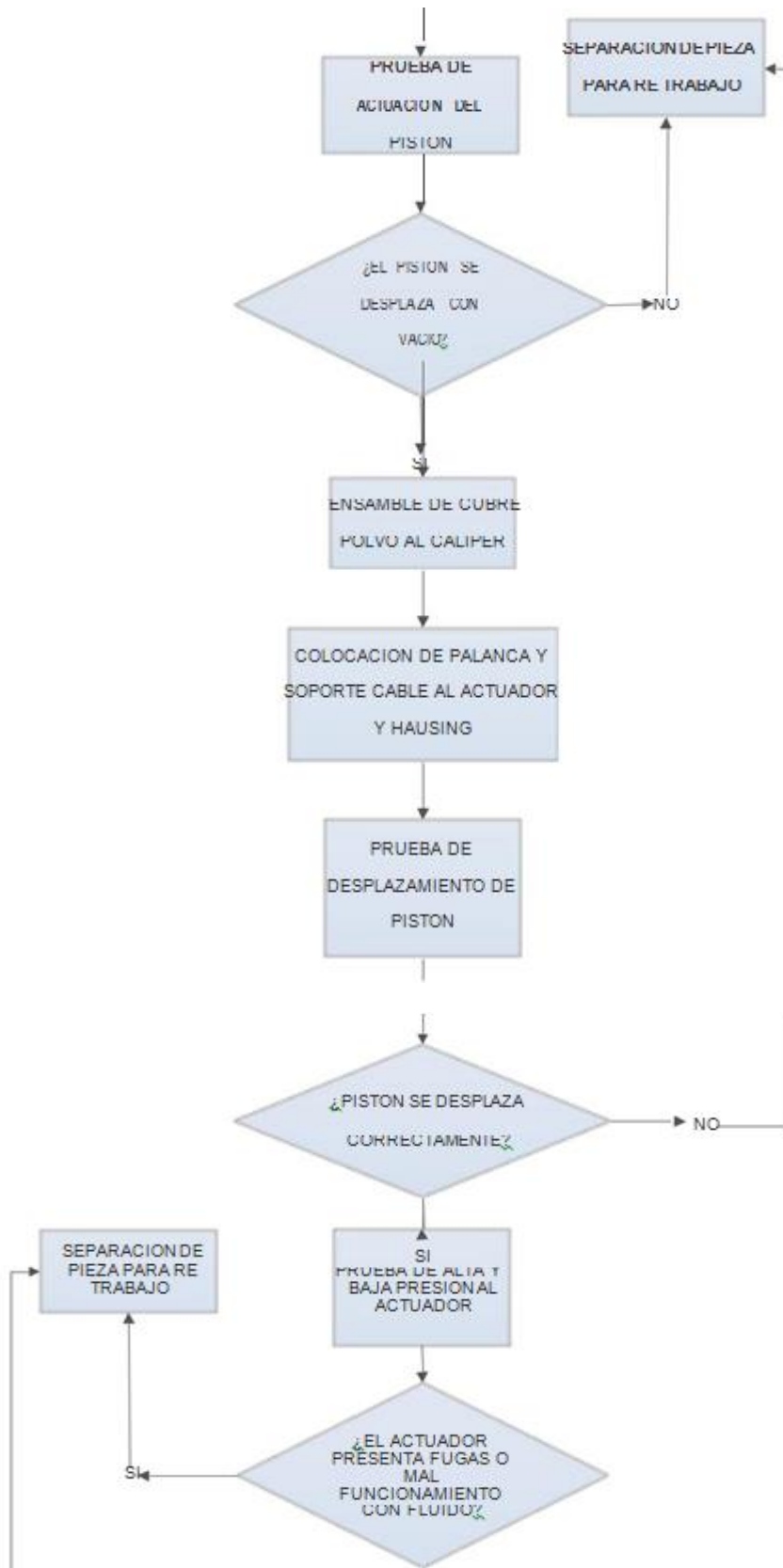
Anexo 4 Tabla de operaciones para ensamblar un Caliper.

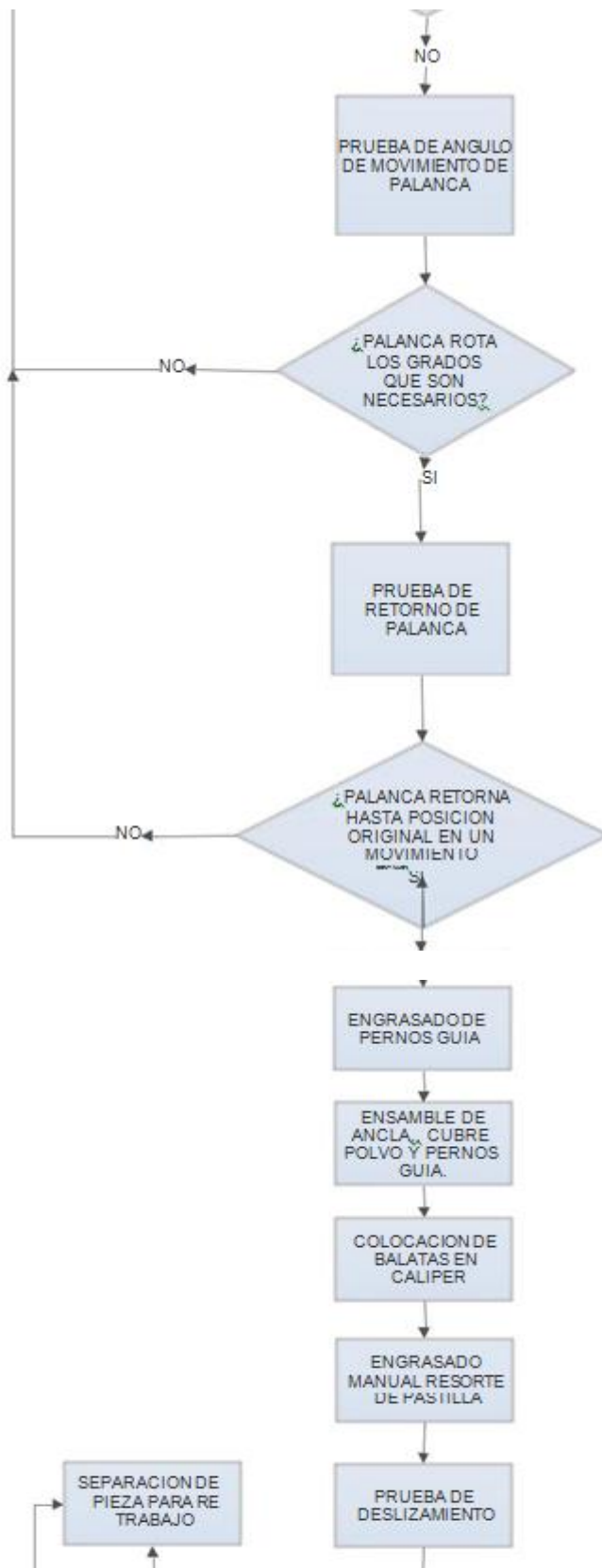
<b>Óp. Rec Mat</b>
<b>Óp. Rec Ins</b>
<b>Op. 05 Soak piston seal</b>
<b>Op 10A Continuity test, Vacuum piston bore &amp; Seal Groove inspection.</b>
<b>Op. 10B Install seal lever &amp; sleeve guide to caliper</b>
<b>Op. 20A Assembly actuator &amp; circlip to caliper housing.</b>
<b>Op. 20B Pre-Actuation test.</b>
<b>Op. 30 Assembly cable abutment &amp; lever.</b>
<b>Op 40A Piston Seal, Excluder assembly to caliper, piston assembly and piston movement test</b>
<b>Op. 40B Low leak Test</b>
<b>Op. 50-A High pressure leak Test</b>
<b>Op 50-B Adjuster test (BIC) &amp; Lever angle test / Lever return spring assembly</b>
<b>Op. 55 Shoe spring, excluder guide rod &amp; guide rod assembly to bracket, Grease on the guide rod &amp; manual grease application on shoe spring</b>
<b>Op. 60 Caliper &amp; Pads assembly to Bracket</b>
<b>Op. 70 Slide load test &amp; wheel clearance test &amp; stamping</b>
<b>Final Inspección</b>
<b>Final Inspection</b>
<b>Shipping to customer</b>

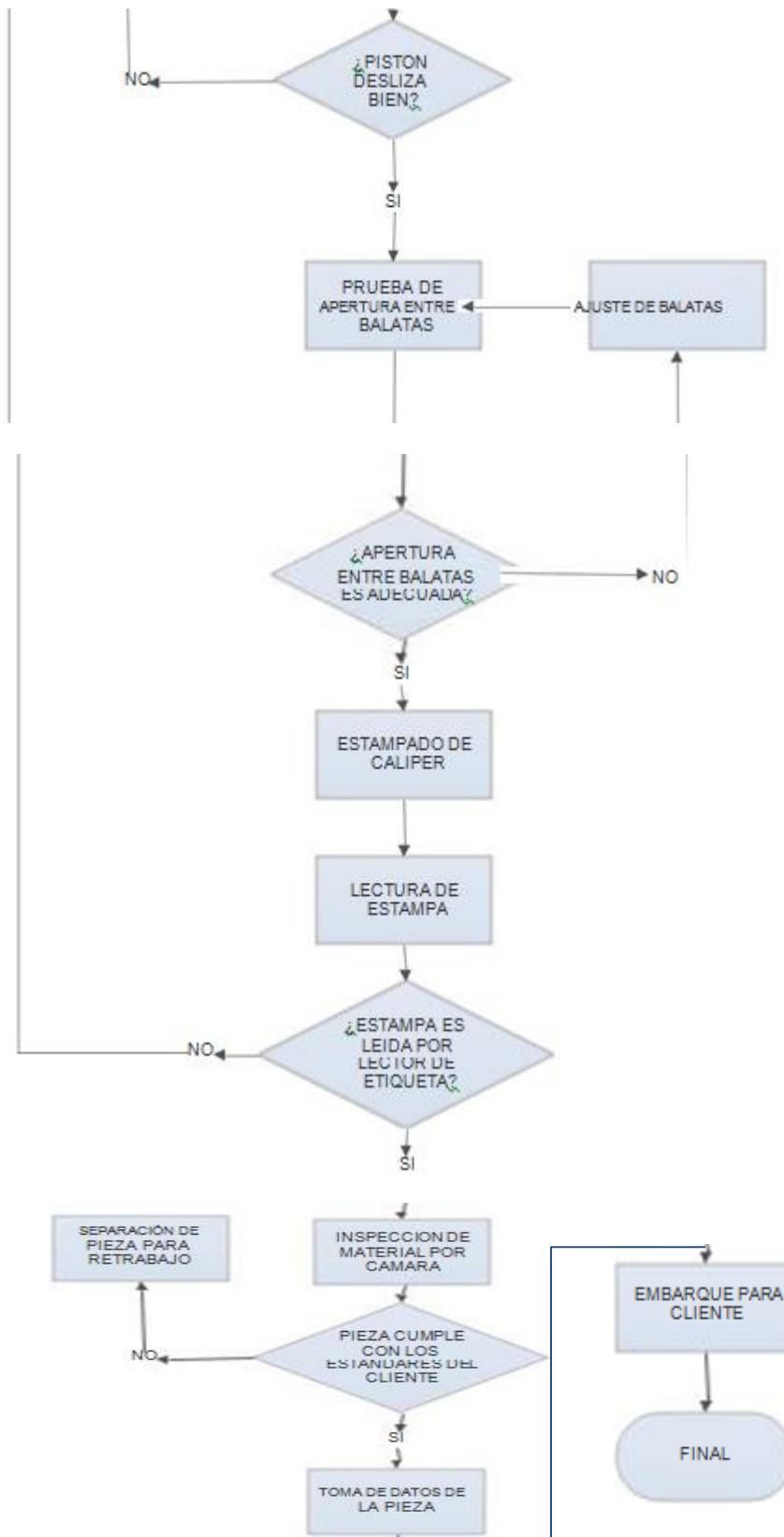
Anexo 5 Diagrama de flujo de proceso

**ZF-DIAGRAMA  
FLUJO DE PROCESO  
DE CALIPER**










Anexo 6 AMEF de Caliper ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V.

	Función de la pieza	Modo de falla	Efecto de falla	Severidad (S)	Criticidad	Causa de falla	Ocurrencia (O)	Controles de detección	Detección (D)	Nivel de riesgo	Recomendaciones	Acciones Tomadas	Severidad (S)	Ocurrencia (O)	Detección (D)	Nivel de riesgo
1	Frenado de disco de auto.	Etiquetas barcode desalineadas	No se puede leer etiqueta con dispositivo de	5		Adhesivo ha perdido eficacia	2	Inspección visual.	2	20	Inspección de material previo al ensamble en Vw	Inspección por muestreo de hombres garantía.	5	2	1	10
				5		Las variaciones de temperatura durante el transporte afectan la adhesividad de la etiqueta, provocando el deslizamiento.	7	Hoja de control	3	105	Auditoria de material.	Colocación de hombres garantía en línea de ensamble	5	2	2	20
2		Cuerdas de ancla oxidadas	Se dificulta el ensamble del Caliper con el soporte de rueda.	2		Falta de secado ancla en proceso de lavado de la pieza durante su	1	Inspección visual.	3	6	N/A	N/A				0
3		Balatas fuera de posición	La pieza no puede ensamblarse en el soporte de rueda.	4		Se transporta por caminos irregulares provocando vibraciones que desplazan eventualmente las	3	Inspección visual.	1	12	N/A	N/A				0
4		Cubre polvos Fruncidos.	Con el uso, los pernos del pistón del Caliper comenzaran a corroerse provocando el atascamiento de la pieza hasta que quede soldada.	6		Mal ensamble en proceso de producción de ZF de la pieza.	1	Auditoria de producto en ZF e inspección visual.	8	48	Pokajoke en proceso de ZF.	Implementación de ayudas visuales y cámara de inspección.	6	1	2	12
5		Falta de pintura zona vista del Caliper.	La pieza tiende a la corrosión, provocando el atascamiento de la pieza.	8		Cartón de empaque se talla contra la pieza durante el transporte, provocando la	3	Inspección visual.	1	24	Cambio de empaque	Empaquetado con protecciones plásticas.	8	1	1	8
				8		Cambio de pintura provocando la variación de espesores y características químicas de la misma	2	Método de colocación de pintura, auditoria de material y inspección visual.	1	16	N/A	N/A				0

				8		Falta de tiempo de secado de pintura durante proceso de producción ZF.	1	Auditoria de proceso, inspección visual.	2	16	N/A	N/A				0
6		Grabado borroso.	Confusión a la hora de ensamblar la pieza con soporte de rueda.	5		Cambio de pintura de grabado, las características químicas y tiempo de secado varían.	2	Auditoria de proceso, estándar de grabado por proveedor y tipo de	1	12	N/A	N/A				0
7		Palanca y soporte cable torcidos.	La grapa latiguillo no entra en posición, por lo que el ensamblaje no puede ser	4		Herramental dañado en proceso de producción ZF.	1	Auditoria de producto.	1	4	N/A	N/A				0
				4		Golpeteo entre piezas durante el	1		3	12	N/A	N/A				0
8		Falta de tapón en pivote de purga.	Existe la posibilidad de entrada de material extraño a la pieza	6		Vibraciones de transporte del Caliper, provocando la remoción accidental de la pieza.	1	Auditoria de producto, hoja de control e inspección	3	18	N/A	N/A				0
9		Muesca en Spot face de liquido de freno.	Fuga de liquido de freno por la muesca.	7		Herramental dañado en proceso de producción ZF.	1	Auditoria de proceso.	1	7	N/A	N/A				0
				7		Golpeteo entre piezas durante el	1	Inspección visual.	2	14	N/A	N/A				0
10		Soporte de cable con falta de troquelado.	No se puede ensamblar la pieza al soporte de rueda.	4		Herramental de troquelado dañado.	2	Auditoria de proceso, mantenimiento o planificado a maquina troqueladora.	1	8	N/A	N/A				0





Anexo 7 Evidencia de datos subidos al BeOn.



<b>Datos Cabecera</b>					
<b>N° EMPB</b>	<b>Ber-KZ</b> E	<b>Estado elaboración</b>	EN ANÁLISIS	<b>Fabrica/WSG</b>	66 / T 66 P AF
<b>N° de Proveedor Local.</b>	00M13748/ 00	<b>DUNS</b>	811560853	<b>Pieza</b>	<u><a href="#">_5QN 615 106 C_ ____</a></u>  <b>BTV</b> <u><a href="#">Figueroa Munoz, Adrian</a></u>
<b>Actuales datos sobre la pieza</b>					
<b>Clave Pieza</b>	<u><a href="#">_5QN 615 106 C_ ____</a></u>	<b>Designación</b>	PINZA DE FRENOS	<b>Fecha Plano</b>	2017-01-25
<b>BMG Obligatorio</b>	✓	<b>Typisierungname</b>	VCF330	<b>Dependencia Color</b>	✓
<b>Typprüfpflicht</b>	✓	<b>Dat D/TLD Selbstaudit</b>	2017-12-04	<b>Proveedor DmbA</b>	✓
<b>Cliente DmbA</b>	✓	<b>Serie 0</b>	2018-05-14	<b>Serie</b>	2018-09-03
<b>Peso pesado de la Muestra</b>	8390 Gramos por Pieza	<b>Código de Disponible</b>	M1		
<b>Cuota KV</b>					
<b>Suministro</b>					
<b>Nr. DUNS Proveedor</b>	811560853	<b>Designación</b>	Frenos y Mecanismos S.de R.L.	<b>TGS</b>	01 / S
<b>Nr. Alb.</b>		<b>Fecha Albarán</b>		<b>Molde</b>	
<b>Nr.Proveedor</b>	08-02-2018	<b>Fecha del Informe</b>	2018-02-28	<b>2TP</b>	N N
<b>Homologación</b>					
<b>Nr. EMPB-Master</b>	<u><a href="#">66 17 17709</a></u>	<b>Entrada en Calidad</b>	2018-04-10	<b>IMDS/MISS-Nr.</b>	686472630
<b>N° de informe anterior.</b>		<b>Fecha de Cierre</b>		<b>Estado</b>	Aceptar(4)
<b>Nr. EMPB Original</b>		<b>Fecha de expedición</b>		<b>Origen del Informe</b>	BE
<b>Bemusterungsanlass</b>					
<b>Tipo de Homologación</b>	HOMOLOGACIÓN DE PIEZA NUEVA				
<b>Motivo de la Homologación</b>	TRASLADO DE PRODUCCIÓN				
<b>Fecha Plano EMPB</b>	2017-01-25				
<b>Comentarios a la descripción de Modificación</b>	<p>Emisión para Nota 1</p> <p>TRW Europa era el proveedor de TIGUAN (PC60 Front Calipers).</p> <p>TRW Santa Rosa es ahora el proveedor de TIGUAN (PC60 Front Calipers) con piezas de herramental de serie en lugar definitivo de fabricación CPM de líneas ED24 Y ED19.</p> <p>CPM piezas muestra liberadas. Prueba de metrología aprobada.</p> <p>Pruebas dimensionales, prueba materiales aprobadas.</p> <p>Prueba de montaje aprobada.</p> <p>Mismo origen de material que los números de parte 5QN 615 105 A &amp; 5QN 615 106 A</p>				



## Reporte ensayo visual Escantillones S. de R.L. de C.V.



Pieza:	Caliper de freno	
Proveedor:	ZF Frenos y Mecanismos S. de R.L. de C.V.	
Numero de parte:	5QM 615 106 H	
Fotos de pieza:		
		
		
Criterio de inspección	Evaluación	Observación.
La etiqueta Barcode se encuentra en su posición.	Aceptable	Adhesividad y localización.
Las cuerdas del ancla están en buen estado físicamente.	Aceptable	Sin corrosión o dalo físico.
Las balatas tienen la separación suficiente para el disco.	Aceptable	10 mm Tiguan y 8 mm Jetta.
Los cubre polvo están colocados correctamente.	Aceptable	Sin torceduras y lubricados.
La pintura se observa en buen estado.	Aceptable	Adherencia, aspecto y excesos.
Los grabados de identificación son visibles y continuos.	Aceptable	Espesor de marca.
La palanca y soporte cable tienen la ruta correcta.	Aceptable	Sin torceduras.
El tapón del pivote de purga esta en su lugar.	Aceptable	Posición.
El spot face de la entrada de liquido de frenos esta físicamente lisa.	Aceptable	Sin marcas o rayones.
El troquelado del soporte cable esta completado y sin muescas.	Aceptable	Sin marcas o rayones.

Evidencias de ensayo.	
	
	
	
	

## Bibliografía

- AMIA. (marzo de 2018). *Asociación Mexicana de la Industria Automotriz* .  
Obtenido de [www.amia.com.mx/](http://www.amia.com.mx/)
- Cariño, R. (2012). Seis sigma y la capacidad de proceso en proyectos. *Tendencias tecnológicas*, 164-173.
- Chrysler corporation, F. M. (1994). *Planificación avanzada de calidad del producto (APQP)*. manual de referencia.
- Guevara, M. A. (Noviembre de 2016). *tesis.ipn.mx*. Obtenido de Actualizar e implementar elementos correspondientes al PPAP por parte del departamento de calidad interno para cambio de ingeniería en proceso de moldeo del programa Cadillac 2016 (GM).:  
<http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23558/ACTUALIZAR%20E%20IMPLEMENTAR%20ELEMENTOS%20CORRESPONDIENTES%20AL%20PPAP%20POR%20PARTE%20DEL%20DEPARTAMENTO%20DE%20CALIDAD%20INTERNO%20PARA%20CAMBIO%20INGENIER%C3%8DA%20EN%20PROCESO%20DE%20MOLDEO%20DEL%2>
- Gutiérrez, H. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. Mexico D.F: Mc Graw Hill.
- Hoyle, D. (2002). *Automotive Quality Systems* . ELSEVIER.
- Manojkumar Kadam. (marzo de 2015). *ISO/TS 16949*. Obtenido de [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net):  
[https://www.researchgate.net/profile/L\\_Gaikwad/publication/285400358\\_Response\\_of\\_automotive\\_industry\\_to\\_QMS\\_standard\\_ISOTS\\_16949/links/565dd80c08ae4988a7bd03a3/Response-of-automotive-industry-to-QMS-standard-ISO-TS-16949.pdf](https://www.researchgate.net/profile/L_Gaikwad/publication/285400358_Response_of_automotive_industry_to_QMS_standard_ISOTS_16949/links/565dd80c08ae4988a7bd03a3/Response-of-automotive-industry-to-QMS-standard-ISO-TS-16949.pdf)

OICA. (2018). *OICA estadísticas de producción*. Obtenido de International Organization of Motor Vehicle Manufacturers.: <http://www.oica.net/category/production-statistics/2017-statistics/>

Shaam, A. (18 de julio de 2013). *Introduction to Production Part Approval Process*. Obtenido de <http://supplierportal.alto-shaam.com>: [http://supplierportal.alto-shaam.com/Portals/3/Supplier\\_PPAP\\_Manual\\_71813.pdf](http://supplierportal.alto-shaam.com/Portals/3/Supplier_PPAP_Manual_71813.pdf)

Vázquez, E. F. (2012). *tesis.ipn.mex*. Obtenido de Gestión de cambios de ingeniería en una planta proveedora T1 de la industria automotriz: <http://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/12158/1807%202012.pdf?sequence=1>