

# La gestión de proyectos en una empresa manufacturera del sector automotriz mediante las herramientas APQP y CORE TOOLS

Olmedo Méndez, Jesús Santiago

2017

---

<http://hdl.handle.net/20.500.11777/3355>

<http://repositorio.iberopuebla.mx/licencia.pdf>

# UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA PUEBLA

Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto  
Presidencial del 3 de abril de 1981



LA GESTIÓN DE PROYECTOS EN UNA EMPRESA  
MANUFACTURERA DEL SECTOR AUTOMOTRIZ  
MEDIANTE LAS HERRAMIENTAS APQP Y CORE TOOLS.

Asesor: Mtro. Edgar Mauricio Flores Sánchez

ELABORACIÓN DE TESIS  
Que para obtener el grado de  
Maestría en Administración de la Empresa Industrial

Presenta

Jesús Santiago Olmedo Méndez

Puebla, Púe.

2017

## Contenido

<b>1. Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Definición de la problemática .....</b>	<b>7</b>
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos.....	10
<b>3. Marco Contextual.....</b>	<b>11</b>
3.1 Historia de Plastic Omnium.....	11
3.2 Presencia mundial .....	12
3.3 Cultura Organizacional .....	13
3.4 Productos, Auto exteriores .....	14
3.5 Clientes.....	15
3.6 Plastic Omnium México.....	15
3.7 Industria Automotriz en México .....	15
<b>4. Marco teórico .....</b>	<b>20</b>
4.1 Core Tools.....	20
4.2 APQP (Advanced Product Quality Planning) .....	21
4.3 PPAP (Product Part Approval Process).....	24
4.4 FMEA (Failure Mode and Effects Analysis).....	32
4.5 SPC (Statistical Process Control).....	37
4.6 MSA (Measurement System Analysis) .....	39
<b>5 Desarrollo de nuevos programas .....</b>	<b>42</b>
5.1 Estándar de la empresa para desarrollo de nuevos programas.....	43
5.2 Evaluación de riesgos .....	48
<b>6. Enfoque de investigación / Metodología.....</b>	<b>51</b>
6.1 Desarrollo de la estrategia .....	51
6.2 Diagnóstico de los métodos de control.....	51
6.3 Propuesta de solución.....	62
<b>Resultados .....</b>	<b>64</b>
<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>69</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>71</b>

-Bibliográficas.....	71
-Electrónicas.....	71

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Comportamiento de CNQ 2011-2016 .....	9
Ilustración 2 Ubicación de las plantas productivas y centros de R&D de PO (PO, 2017)....	13
Ilustración 3 Ubicación de OEMs de automolives ligeros en México.....	17
Ilustración 4 Ubicación de de los centros de diseño, investigación e ingeniería de los OEMs de automolives en México.....	18
Ilustración 5 Tabla de desarrollo de las etapas de un proyecto desde su iniciación hasta su culminación en su etapa productiva. ....	24
Ilustración 6 Ejemplo de PSW que enumera los entregables del PPAP y su dictamen .....	31
Ilustración 7 Tabla de Severidad estandar.....	32
Ilustración 8 Tabla de Ocurrencia estandar .....	33
Ilustración 9 Tabla de Detección estandar .....	35
Ilustración 10 Gráficas de control por promedios y rangos .....	39
Ilustración 11 Anova, representando las principales interpretaciones de un proceso y de como estas respaldan una hipótesis .....	41
Ilustración 12 Mapa de administración de proyectos.....	44
Ilustración 13 Etapa de adquisición.....	45
Ilustración 14 Etapa de desarrollo del proceso y del producto .....	46
Ilustración 15 Etapa de aseguramiento de producción .....	47
Ilustración 16 Etapa Lanzamiento .....	47
Ilustración 17 Etapa de cierre de proyecto .....	48
Ilustración 18 Macro Risk Assessment (Macro evaluación de riesgos).....	49
Ilustración 19 PDCA o plan de acciones .....	50
Ilustración 20 Interacción en los procesos administrativos.....	52
Ilustración 21 Gráfica de Radar status QUAD 1 .....	53
Ilustración 22 Gráfica de Rada de status QUAD 2.....	54

Ilustración 23 Gráfica de control LR 1,2 &3 .....	56
Ilustración 24 Gráfica de control LR 4 .....	57
Ilustración 25 Gráfica de control LR 5 & 6.....	59
Ilustración 26 Gráfica de control LR 7 .....	60
Ilustración 27 Gráfica de Adherencia General del programa.....	66
Ilustración 28 PDCA LR Deep Red Points.....	67

# 1. Introducción

Los inversionistas y la alta gerencia deben presionar a las compañías y sociedades productivas a desarrollar a los integrantes y no solo crecer sin control o carentes de sentido, a largo plazo el desarrollo intelectual de los miembros llevará a una mejor conciencia de la optimización y de la conservación de los recursos, derivados de políticas empresariales, desarrollo de tecnologías y materiales amigables con el medio ambiente, impulsando así la competencia “sana” entre los sectores, la competencia debe estar dirigida a la innovación y a la búsqueda de los nuevos medios que permitan el desarrollo, de igual forma como seres humanos y como agentes de cambio dentro de nuestro alcance, debe estar enfocada a las necesidades de la sociedad para asegurar el mercado para las futuras generaciones.

Es claro que las empresas que buscan el desarrollo de las personas, que conservan una estrategia a futuro y mantienen en todo momento una estrecha relación con el cliente y además confiable, son aquellas que permanecen a pesar de la presión de la crisis en diferentes momentos históricos de las economías.

Uno de los momentos clave en las recesiones o en tiempos de grandes cambios económicos, es cuando la empresa para mantenerse en el mercado decide reducción de costos sin castigar la calidad, cuando las organizaciones optan por optimizar sus procesos y no recortar a sus planta laboral, cuando las industrias deciden desarrollar tecnologías más económicas sin mermar la productividad o la capacidad. Esto es lo que hacen las empresas para mantenerse en competencia y sobre todo aprender de las experiencias adversas para generar un sentido de cuidar el futuro y pensar siempre estratégicamente a largo plazo y sobre todo generar la confianza suficiente en el cliente para que en tiempos de crisis ellos pueden observar en la organización una solución ante los actuales y retos venideros. (OCDE 2010)

Otra manera de garantizar la permanencia de las empresas mediante su competitividad es enfocar los esfuerzos en necesidades locales, Las nuevas empresas y las establecidas ya en el mercado local, deben de ser planeadas y orientadas para la satisfacción de bienes necesarios para la región, no cerrándose a la globalización, si no tomando solo aquello que necesariamente ayudará a la economía local, procurando en todo momento la minimización de salida de capital y maximizando el ingreso externo, manteniendo un equilibrio económico que les permita crecer hacía adentro de los mercados regionales, sin mencionar el desarrollo y perfeccionamiento de las actividades productivas.

## **2. Definición de la problemática**

La empresa automotriz Plastic Omnium se encuentra consolidada dentro del sector automotriz y es continuamente solicitada por la cartera de sus clientes, para cotizaciones y realización de nuevos programas, sin embargo existen manejos administrativos con muchas áreas de oportunidad, tanto en los métodos, como en los controles necesarios para administrar mejor en general a la gestión de los proyectos.

En la actualidad la empresa presencia un aumento considerable de cotizaciones de nuevos proyectos en el sector y es de suma importancia comenzar a establecer métodos de control, procedimientos estandarizados y principalmente un plan estratégico para hacer frente a esta situación, para mantenerse como líder del mercado y tomar ventaja de la misma.

Se pretende situar a la empresa Plastic Omnium dentro del sector automotriz y como una saludable estrategia y administración de los procesos y control financiero puede hacer la diferencia en las operaciones de este tipo de industrias.

Se enmarcará la situación por la cual se encuentra la compañía, recalcando las áreas de mejora así como las prácticas que deben definirse, desarrollarse y acoplar al sistema de administración actual.

Este trabajo se dirigirá hacia el diagnóstico de los métodos actuales de operación y administración, proponiendo mejoras en los sistemas y en los controles para asegurar el funcionamiento confiable y estratégico de la organización, especialmente en los equipos encargados de integrar los nuevos programas a la planta productiva.



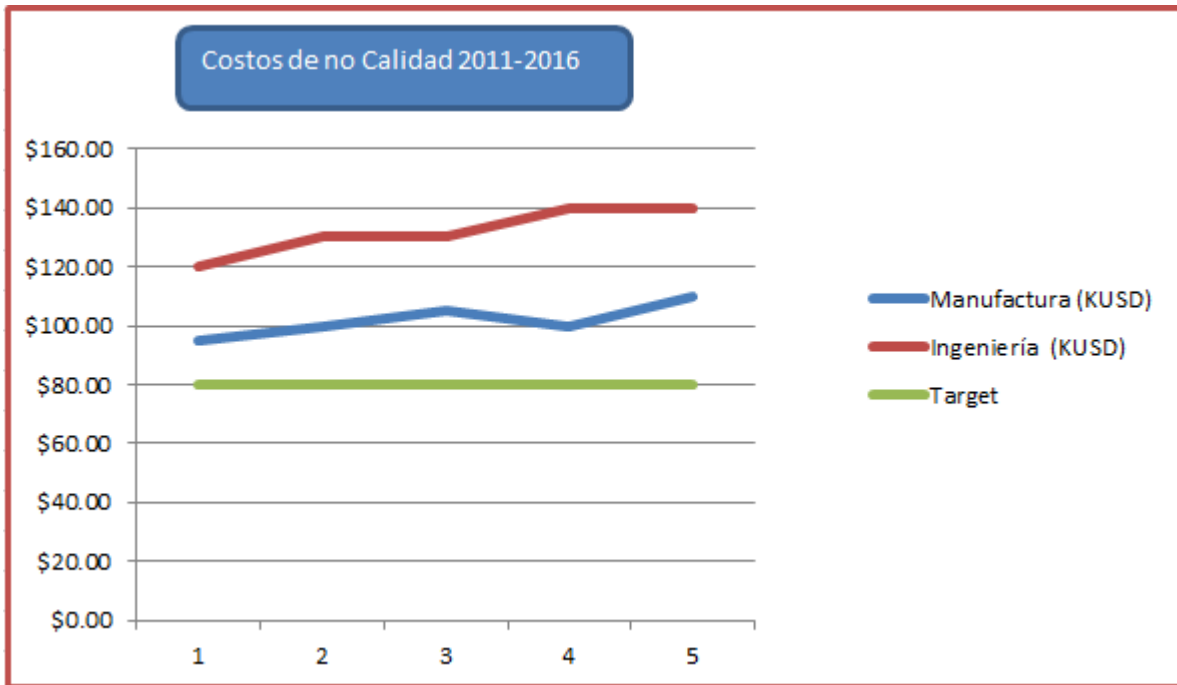
La falta de conocimientos administrativos y financieros como lo es gestión de personal, medibles de eficiencia, seguimiento, indicadores de alerta y principalmente proyección al futuro durante la administración y ejecución, representa un problema muy recurrente en este tipo de empresas, aspectos que los vuelven vulnerables ante el constante cambio de las economías del entorno, especialmente en estos sectores del mercado tan competidos, la carencia de técnicas y documentación adecuada puede desencadenar en la pérdida de la confianza del cliente, incurrir en gastos excesivos y en la progresiva desaparición del mercado.

Otra problemática que enfrentan las empresas del sector automotriz es la falta de sistemas, seguimiento a los métodos y principalmente la falta de planeación estratégica que debe regir la operación de los proyectos.

Los actuales responsables de la gestión de proyectos y los que están por venir deben tomar en cuenta que la lógica y el mensaje que deben transmitir a todos los responsables de sus áreas es la satisfacción del cliente basada en los requerimientos del producto, teniendo como resultado la pronta recuperación de las inversiones, esto como principal objetivo del equipo de proyectos.

A continuación dentro de la ilustración 1 se aprecia el costo de CNQ (Costos de no Calidad) y como este es rebasado del objetivo impuesto por los directivos, nótese que existen incrementos de dichos costos dentro de los departamentos de Manufactura e Ingeniería, siendo estos los que más impactan al resultado final. Estos CNQs son atribuibles a faltas de seguimiento al sistema, a las funciones del puesto de trabajo, al seguimiento de los entregables en las etapas pertinentes, etc. Por esta razón es de suma importancia mantener en todo momento estos indicadores bajo control, seguir los procedimientos de la empresa y sobretodo reportar los problemas cuando el equipo tenga tiempo de respuesta para resolverlos.

Ilustración 1 Comportamiento de CNQ 2011-2016



FUENTE: PO. CNQ Chart 2017

(PO, 2017, CNQ Reporte), fecha de consulta: 20 de Enero del 2017, p.1)

Al no contar con el adecuado seguimiento en la toma de decisiones, aunado al poco entendimiento de las mismas sobre los impactos económicos, trae como consecuencia el no poder cumplir con los objetivos establecidos en cuanto a costos de proyecto y no siendo suficiente, este incrementa desde el año 2011 al 2016.

Este incremento en los costos de CNQ sugiere un estudio minucioso sobre el proceso administrativo y principalmente aquellos factores que repercuten en los aspectos del dinero gastado por requerimientos fuera del alcance inicial del proyecto. El objetivo principal de esta investigación o estudio, es encontrar las áreas de oportunidad dentro del proceso de desarrollo del programa para controlarlas y llevarlas a su mínima expresión. El apropiado manejo de los nuevos proyectos asegurara a la empresa en primera instancia, de manera interna,

posteriormente brindará la confianza necesaria con el cliente para continuar con nuevos proyectos redituables y que se mantenga como primera opción.

### ***Objetivo general***

Desarrollar una propuesta de solución para la gestión de nuevos proyectos, que utilicen como base fundamental la metodología de APQP<sup>1</sup> contenida en las herramientas Core Tools.

### ***Objetivos específicos***

1. Definir el contexto en el cual se encuentra la empresa para establecer las estrategias adecuadas.
2. Analizar las metodologías y controles actuales con el fin de encontrar áreas de oportunidad y de mejora.
3. Fundamentar la metodología aplicable a las propuestas, para sustentar las teorías incluidas en este trabajo.
4. Proporcionar las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados y hallazgos del análisis situacional de la empresa.

---

<sup>1</sup>APQP es un conjunto de procedimientos que el proveedor de piezas automotrices debe de cumplir para la entrega de cualquier producto en serie.

### **3. Marco Contextual**

#### ***3.1 Historia de Plastic Omnium***

La empresa Plastic Omnium es creada en París, Francia en el año de 1946, una empresa reconocida como innovadora y especializada por su fundador Pierre Burelle, para 1963 se termina la construcción del edificio en Langres, Francia, posteriormente en 1965 compra la empresa Union Mutuelle Des Proprietaires Lyonnais, una empresa dedicada a la limpieza y sanitización, en este momento es cuando se crea la división de Medioambiente.

Para el año de 1966 se crea el Logo que distingue a la empresa Plastic Omnium, por el diseñador Raymond Loewy, bajo requerimiento de su fundador, este logo ya ha venido representando la empresa durante 70 años. Para los años 80's y 90's Plastic Omnium expande sus operaciones en el sector automotriz y baso dicha expansión en adquisiciones de empresas dedicadas a los tanques de gasolina, creando la división de Inergy. (Plastic Omnium, 2017)

La empresa al ya contar con 3 grandes divisiones se vio en la necesidad de crear un centro de investigación y desarrollo que mantuviera a cada uno de los rubros líderes en el mercado y con la mejor tecnología de desarrollo y producción posible, por lo que crea en el año 2003 el Centro de R&D Sigmatech en Lyon, Francia.

Otras de las grandes estrategias plateadas para el siglo XXI fue la adquisición de otras compañías que le dieran mayor presencia en el mercado y que pudieran incrementar el valor agregado en sus productos, también estas adquisiciones se convirtieron en alianzas comerciales como la creación de HBPO en 2004 y la compra de Plastal en Polonia en el 2011, debido al creciente desarrollo de la industria Automotriz a nivel Global y especialmente en Norte América para mercados internacionales se continuo con la creación de nuevos centros de

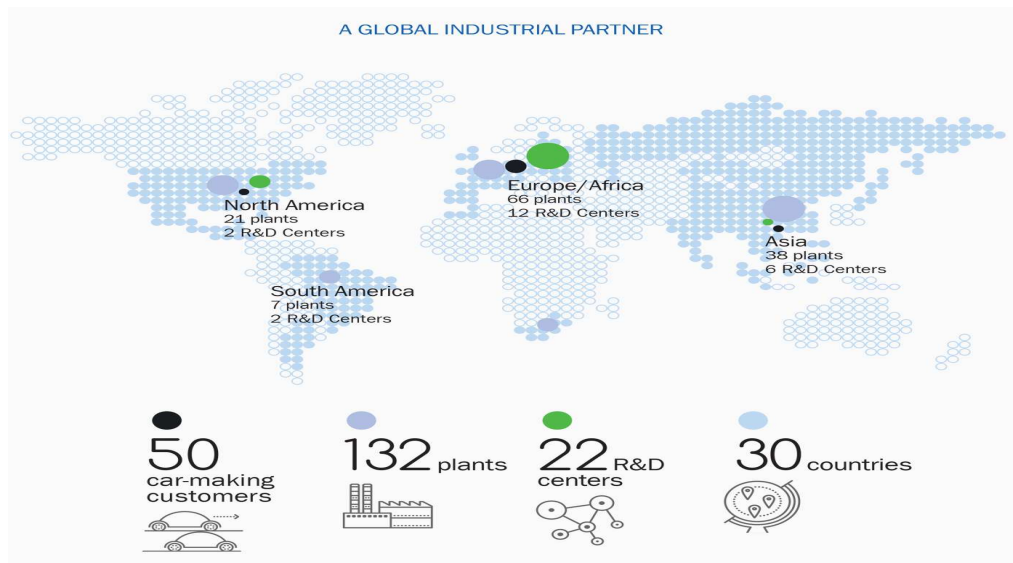
desarrollo que pudieran cubrir las expectativas de ingeniería para los mercados ahora con mayor demanda.

### ***3.2 Presencia mundial***

Para el año 2016 se concluye la adquisición de la división de Exteriores de Faurecia, convirtiendo a Plastic Omnium en el proveedor #1 a nivel mundial para su sector. Como se muestra en la ilustración 2 en la actualidad existen 132 centros de producción en 30 países, estratégicamente ubicados a los principales OEMs (Original Equipment Manufacturers por sus siglas en Ingles) y además se cuentan con 22 centros de Investigación y desarrollo en 12 países dentro de su división de Exteriores. En la división de BUNA (Business Unit North America) a la cual pertenece PO Puebla, se cuentan con 21 plantas productivas y 2 centros de R&D, las cuales se encargan del desarrollo de nuevos programas y la implementación en planta. (Plastic Omnium, 2017)

A continuación se muestra en la ilustración 2 las ubicaciones de los centros de diseño en investigación de PO, adicional se muestran las plantas productivas, denotando la presencia de la compañía en América, Europa y en Asia, cabe mencionar que estas localizaciones se dividen en las siguientes Divisiones: BUNA para Norte América (México y Estados Unidos), BUSA para Sudamérica (Brasil & Argentina), BUWE para el oeste de Europa (España, Reino Unido & Francia) y BUCE para el centro de Europa (Alemania, Eslovaquia y Polonia). Lo anterior para tener un mejor manejo administrativo y en la gestión de las finanzas de cada una de las unidades de negocio

**Ilustración 2 Ubicación de las plantas productivas y centros de R&D de PO (PO, 2017)**



FUENTE: Plastic Omnium. Plastic Omnium around the world. [www.plasticomnium.com](http://www.plasticomnium.com)

(PO, 2017, PO alrededor del mundo, fecha de consulta: 17 de Mayo del 2017, [en línea])

### **3.3 Cultura Organizacional**

La empresa ha creado a lo largo de su historia y basado en su expertise 5 grandes pilares que ha llamado las 5 l's, estas son producto de todo aquello que la empresa ha desarrollado a través del tiempo para ser el mejor y el #1 a nivel mundial, estas son:

- Independencia
- Inversión
- Innovación
- Internacionalización
- Integración

### **3.4 Productos, Auto exteriores**

Para la división de Auto Exteriores existen productos ya reconocidos a nivel internacional por su cartera de clientes y son estos quienes distinguen a la empresa como proveedora de calidad e innovación, dentro de la gama de productos son:

- **Sistemas de Bumpers y Fascias**, el cual mejora la estética del automóvil, a través de la funcionalidad y la integración de las funciones
- **Paneles decorativos & Spoilers**, que mejoran y optimizan los diseños mediante materiales más ligeros y aerodinámicos.
- **Partes estructurales para Camionetas**, mejorando hasta un 30% el peso de los componentes exteriores de este segmento de mercado comparado contra el peso generado por el acero.
- **Sistemas de aislamiento y puertas traseras**, como parte de la diversificación de este nicho de mercado, PO ofrece gracias a sus medios y tecnologías de producción la versatilidad de los diseños del cliente, innovando y presentando nuevos productos para dichos sistemas.
- **Módulos exteriores Frontales y traseros**, parte de las soluciones integrales de PO, se ofrecen sistemas capaces de mejorar y optimizar las interacciones e interfaces con los de los clientes como lo son, luces, radiadores, sistemas de seguridad, etc. Ofreciendo en todo momento soluciones prácticas y que cumplan los requerimientos del cliente.
- **Piezas estructurales y semiestructurales**, estos productos basan su desarrollo en la reducción de peso para aligerar el auto y consigo el consumo de gasolina, si bien son piezas más ligeras deben de cumplir con las normativas legales y de seguridad aplicables a estos productos.

### **3.5 Clientes**

Plastic Omnium a nivel mundial se caracteriza por la apertura de negocios con sus clientes, acompañado del profesionalismo y gran experiencia otorgados en cada uno de sus productos, esto ha llevado a la compañía a ser en el proveedor de exteriores #1 del mundo en el 2015, PO cuenta en todo el mundo con clientes tales como: VW, BMW, GM, Chrysler, Mercedes Benz, Audi, entre otros.

### **3.6 Plastic Omnium México**

La empresa cuenta con varias ubicaciones en el país de manera estratégica para cubrir con las necesidades de sus clientes en este país, la presencia de PO en México y sus clientes son:

- Puebla - VW México
- Ramos Arizpe – GM y Ford
- San Luis Potosí - Mercedes Benz
- Silao – GM

(Plastic Omnium, 2017)

### **3.7 Industria Automotriz en México**

La participación de las Industria Automotriz forma un eslabón muy importante en la economía del país y funge como una gran plataforma para continuar con el crecimiento de las actividades económicas orientadas a continuar con dicho desarrollo, de acuerdo con la Secretaría de Economía en el año 2011 aportó el 22.5% del valor de las exportaciones de México, ubicando a los



fabricantes automotores nacionales en el puesto 6 en la exportación de Automóviles.

Cabe mencionar que este ramo manufacturero constituye una fuente muy importante en el desarrollo de nuevas tecnologías así como la innovación de los procesos y productos, como consecuencia genera que el personal empleado en este sector sea mejor capacitado, con mayor proyección global y principalmente cuentan con una mejor remuneración en comparación con otras empresas dedicadas a la producción en masa.

La presencia de los OEMs (Original Equipment Manufacturers) por sus siglas en ingles, hacen de sus localidades puntos o centros de movimiento económicos, trayendo consigo empleo, integración de más servicios, mejoras en la infraestructura para mejorar el dinamismo de las mismas y esto en consecuencia mantiene una célula productiva donde la mano de obra local en conjunto con la continua innovación de estas empresas ayudan a seguir subsistiendo en beneficio de las empresas automotrices, llámense OEMs o proveedurías y de los empleados locales, que pueden tener empleos operativos, administrativos y de diseño e innovación.

### Ilustración 3 Ubicación de OEMs de automolives ligeros en México



FUENTE: Secretaría de Economía. Industria Automotriz.

[http://economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/informacionSectorial/monografia\\_industria\\_automotriz\\_14\\_03\\_2014.pdf](http://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/monografia_industria_automotriz_14_03_2014.pdf)

(Secretaría de Economía, 2014, Industria Automotriz, fecha de consulta: 17 de Mayo del 2017, [en línea])

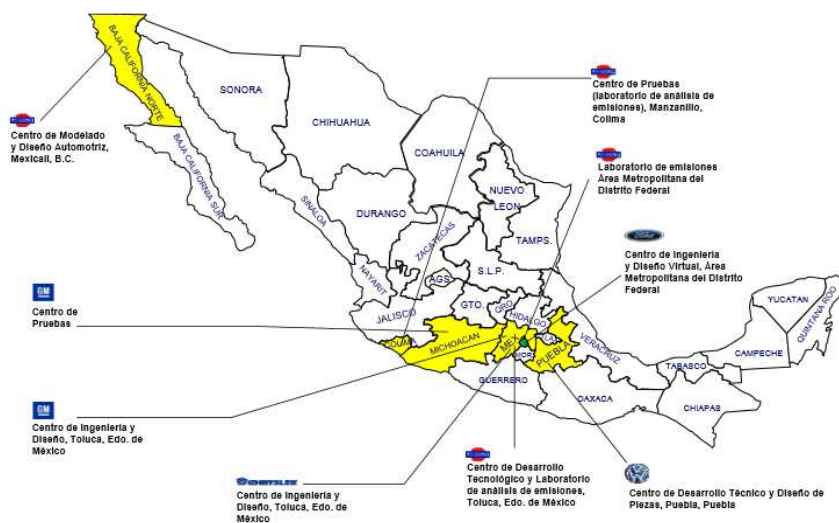
Como se muestra en la Ilustración 3, las zonas donde se basan estos OEMs, tiene accesos importantes y de cierto grado accesibles a fronteras terrestres y marítimas, haciendo así a México como una opción más estratégica en cuanto a la mano de obra accesible y a la facilidad de exportar los productos con mayor velocidad y a precios por debajo de lo que normalmente les costarían a estos OEMs en sus nacionales originales.

Gran parte de la relación que ahora se cuenta con los trabajadores nacionales en este tipo de empresa es la capacidad de comenzar a desarrollar, diseñar y validar los productos y procesos dentro del país, si bien en un inicio todo el concepto de ingeniería venía de algunos lugares de Europa o Asia, al final debía tropicalizarse

a los mercados y necesidades locales, incurriendo en horas adicionales de re-ingeniería, sin en cambio los OEMs, han optado por invertir desde un inicio en centros de diseño e ingeniería en su mayoría con miembros locales para poder atender las necesidades los mercados locales con mayor eficacia y entendimiento, partiendo del hecho que los trabajadores nacionales conocen mejor los necesidades y requerimientos legislativos aplicable, aunado al conocimiento de los legislaciones internacionales que también aplicarían en el desarrollo de los nuevos productos.

Así mismo, los OEMs ven una oportunidad de negocio al invertir horas en gente local a sus plantas productivas, con la intención de incentivar el sentido de desarrollo e innovación, trayendo consigo la mejora de los procesos y los productos orientados a sistemas cada vez más robustos, flexibles y sobre todo sustentables.

**Ilustración 4 Ubicación de de los centros de diseño, investigación e ingeniería de los OEMs de automolives en México.**



FUENTE: Secretaría de Economía. Industria Automotriz.

[http://economia.gob.mx/files/comunidad\\_negocios/industria\\_comercio/informacionSectorial/monografia\\_industria\\_automotriz\\_14\\_03\\_2014.pdf](http://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/informacionSectorial/monografia_industria_automotriz_14_03_2014.pdf)

(Secretaría de Economía, 2014, Industria Automotriz, fecha de consulta: 17 de Mayo del 2017, [en línea])

En la ilustración 4 se muestra la localización geográfica de los centros de investigación y desarrollo de los OEMs de autos ligeros en México, donde se puede observar que existe una mayor concentración de estas plantas en el centro y en el noroeste del país, de acuerdo a la Secretaría de Economía (2014), estas empresas han apostado por la inversión de nuevos materiales, diseños, optimización de costos en los sistemas automotrices y todo esto con el objetivo de tener un mayor valor agregado en sus productos finales, si bien este tipo de prácticas ayudan al desarrollo de sus empleados y de su localidad, colocan a las empresas de este tipo en una posición de innovación que está por demás decir que los hace más competitivos y listos a los cambios del mercado

## **4. Marco teórico**

Este capítulo integrara las herramientas necesarias para un correcto análisis, diagnóstico y conclusiones de la administración de proyectos de la empresa Plastic Omnium. De igual forma se explicaran las herramientas financieras y administrativas necesarias para desarrollar los proyectos, así como la aplicación, revisión y validación durante las etapas de desarrollo de los programas.

Todo fin último de cualquier empresa es generar dividendos para los accionistas y todo esto principalmente para mantener el negocio que permita mantener el desarrollo en su localidad, por eso es tan importante mantenerse competitivos y esto es posible siguiendo los lineamientos que la misma industria ha planteado para homologar los criterios de evaluación y valoración de los nuevos proyectos durante sus etapas tempranas y durante la ejecución del mismo, por esto es tan importante que todos los miembros del equipo converjan en los mismos objetivos y que estos objetivos brinden la atmosfera adecuada para desarrollar las metas y a quienes la ejecutan. (Aguilera, 2016)

### **4.1 Core Tools**

Para la empresa automotriz existen lineamientos creados para asegurar los estándares de entregables y documentación necesaria para mantener los registros, trazabilidades y todo aquello que soporte el desarrollo de los procesos y productos, AIAG (Automotive Industry Action Group) por sus siglas en inglés, es quien se encarga de mantener dichas reglas vigentes y actualizadas en función a las últimas necesidades del mercado basados en seguridad, confort y lecciones aprendidas, para optimizar los productos y servicios ofrecidos por la industria automotriz. Estas herramientas se definen como 5 grandes materias de estudio como los son:

## **4.2 APQP (Advanced Product Quality Planning)**

También conocida como Planeación Avanzada de Producto de Calidad, y conforma un Plan a nivel macro de la evolución de los procesos de desarrollo desde la etapa de adquisición y/o cotización hasta la implementación en un sistema de producción en serie. Este sistema de planeación y seguimiento es parte de los requerimientos del sistema ISO/TS 16949, ahora también conocido como IATF 16949.<sup>2</sup>

Uno de los objetivos principales de esta poderosa herramienta es la de mantener las expectativas de calidad de los clientes cotizados en un principio por la empresa que desarrolla el producto y los procesos y de igual forma se encarga de mantener alineada esta relación con aquello con lo que la compañía apalanca y soporta a sus clientes, este es la inversión de los herramientas y equipos.

Este proceso nace a finales de los años 80's gracias a la comisión creada por los OEM's más grandes de Norteamérica, Ford, GM y Chrysler, este es dividido para su creación, estudio y gestión en 5 pilares fundamentales:

### **1. Planeación y definición del programa**

- En esta Etapa Inicial del APQP se presenta una cotización por parte del Tier 1 o Tier 2 al OEM para integrar las expectativas del producto, donde se muestran alcances técnicos, margen de ganancia y todo aquello que es necesario para una correcta integración de un presupuesto para desarrollar un producto en serie.

---

<sup>2</sup> IATF 16949 es un requerimiento técnico del sector automotriz para evaluar los sistemas de administración de calidad.

## **2. Diseño y desarrollo del producto**

- Una vez que se completa la etapa de cotización y el cliente nombra al proveedor final, este se encarga de presentar por medio de modelos congelados 3D los alcances y expectativas de su producto, durante esta etapa pueden existir negociaciones acerca del diseño pero no debe exceder del 10% del concepto original, de no ser así el proceso 1 deberá repetirse, a reserva de que el cliente acepte.

## **3. Diseño y desarrollo del proceso**

- Ya liberado el producto, existe un requerimiento específico del cliente hacia para con el proveedor referente a las tecnologías a ser utilizadas para sus productos semi-terminados o terminados, una vez que estas son definidas en función a las necesidades del producto, estos se enlistan en una tabla de equipos a invertir, dichos equipos pertenecen al cliente en su mayoría y deben estar sujetas a su disponibilidad por 15 años para cubrir el mercado de refacciones. Concluyendo este listado la empresa proveedor comienza con la fabricación de los equipos de manufactura.

## **4. Validación del producto y del proceso**

- Esta etapa refiere a todos los requerimientos técnicos y pruebas que el cliente pide al proveedor para asegurar que sus procesos productivos incluyendo sus materias primas se encuentran dentro de norma, generalmente estos procesos de validación aseguran que las geometrías, las materias primas utilizadas y los métodos de ensamble cumplan con el requerimiento de uso del mercado. En ocasiones las liberaciones de los pagos de las inversiones se aprueban una vez que estas validaciones sean aceptadas por los

OEM's por lo que es de suma importancia cumplir en tiempo y forma este requerimiento.

## **5. Retroalimentación, evaluación y acciones correctivas**

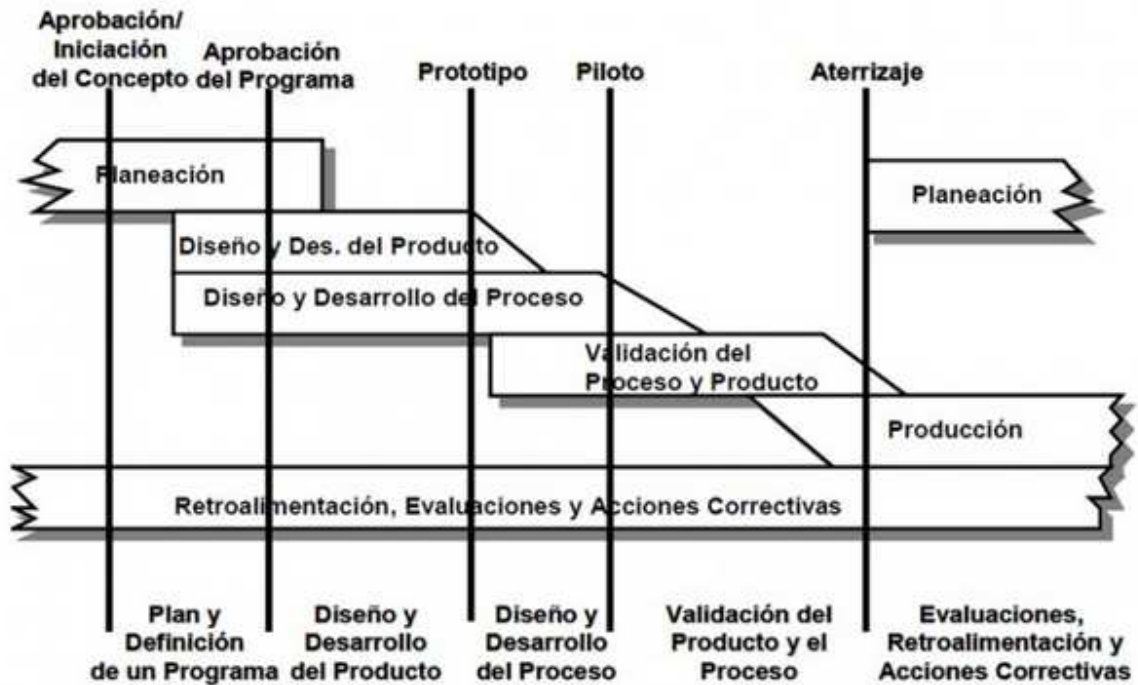
- Para finalizar se cuenta con un reporte del área técnica del cliente y este se encarga de definir con el proveedor el plan de acciones para corregir o mantener la expectativa del producto y de los procesos.
- De manera interna se toman las lecciones aprendidas, las mejores prácticas y deben ser permeadas y transversalizadas al grupo interno de quién haya desarrollado el programa.

Dichas etapas se resumen en la planeación del producto final, siendo integrado inicialmente por la información entregada por el cliente en etapas de cotización, una vez nominado el proveedor se congela el diseño del producto para definir a su vez los sistemas y medios de manufactura, basados en las estrictas necesidades del producto y del cliente, finalmente después de haber desarrollado los sistemas de producción, estos son instalados, validados y liberados para su producción en serie.

A continuación se muestra en la ilustración 5 en la cual se observan las 5 etapas más importantes que deben ser seguidas, respetadas, monitoreadas y cerradas por el equipo multidisciplinario encargado de lanzar un nuevo proyecto en una empresa de estas características. Estas etapas tienen como objetivo priorizar y organizar las actividades en función a los requerimientos de las diferentes etapas del desarrollo del programa.



Ilustración 5 Tabla de desarrollo de las etapas de un proyecto desde su iniciación hasta su culminación en su etapa productiva.



FUENTE: SPC Consulting Group. <http://spcgroup.com.mx/apgp/>

(SPC Consulting Group, 2012, Industria Automotriz, fecha de consulta: 21 de Mayo del 2017, [en línea])

### 4.3 PPAP (Product Part Approval Process)

Conocido como liberación del proceso productivo de producto y de igual forma parte del requerimiento de la IATF 16949, esta herramienta se caracteriza por ser parte de un entregable del proveedor hacía el cliente y conforma gran parte de la aceptación que el OEM otorga al proveedor para el pago de las inversiones de los herramientales y equipos.

Esta herramienta es de gran utilidad debido a que es conformada por 18 puntos específicos, detallados y estandarizados que le permiten tanto al cliente como al

proveedor revisar, evaluar y emitir un juicio ante las evidencias presentadas para dictaminar el cumplimiento de la documentación. Estos 18 puntos son:

- 1. Registros de diseño:** Es la entrega del dibujo del producto a entregar donde existen 2 líneas a seguir,
  - El primero es donde el cliente desde la etapa de nominación y cotización entrega un plano que debe respetarse al 100% y donde el cliente es responsable del mismo.
  - El segundo esquema comprende que la responsabilidad del diseño es del proveedor y este es responsable de todos los cambios en el mismo, estos cambios deben ser comunicados al cliente y debidamente documentados de acuerdo al requerimiento de la IATF.
  
- 2. Autorización y seguimientos de cambios de Ingeniería:** Es un listado de los números de parte afectados por algún cambio requerido de manera interna o por parte del cliente y donde se detalla de manera minuciosa la descripción y razón del cambio, de igual forma se integran las acciones de contención y medidas preventivas efectuadas durante la implementación de estos cambios para evitar mezclas en los niveles y obsolescencias.
  
- 3. Aprobación de Ingeniería:** Antes de la implementación del cualquier cambio, deben realizarse maquetas o bosquejos que prueben ser la solución a los problemas presentados por el cliente, o bien, deben representar en su mayoría la condición real del desempeño del producto en el campo. Estas muestras o prototipos son presentadas al departamento de ingeniería del cliente para ser valoradas, evaluadas y aprobadas para su implementación.

4. **DFMEA (FMEA de diseño):** Este entregable constata que durante la etapa de desarrollo del producto este fue evaluado por su responsable en temas de diseño contemplando todo aquello referente a Geometrías, Materiales y funciones específicas como lo son las normativas oficiales y requerimientos técnicos del producto.
  
5. **Diagrama de Flujo del proceso:** Es un formato estándar donde se especifican por medio de operaciones, inspecciones y traslados los flujos por los que el producto debe de pasar para cumplir con los lineamientos técnicos de producción, en algunos casos se especifican si estas operaciones cuentan con métodos de control más rigurosos y controlados.
  
6. **FMEA (Análisis en los efectos de los modos de falla):** Nace del diagrama de flujo y comprende todos los modos de falla potenciales durante el proceso de manufactura, principalmente este se basa en el análisis paso a paso del diagrama de flujo, comenzando por el requerimiento inicial o deber ser de la operación y mediante preguntas específicas se comprueba si existen métodos de detección y control para reducir en la medida de lo posible los errores dentro de los sistemas productivos. El objetivo de este formato es primeramente identificar aquellos procesos que requieren de controles más certeros y controlables, para que de esta manera se pueda construir un plan de control que sea lo suficientemente robusto para soportar las áreas de oportunidad del FMEA.
  
7. **Plan de control:** Es el medio de verificación del proceso y este define las actividades y las frecuencias que deben de cumplir para proteger al cliente de los errores humanos y del sistema, se caracteriza por definir funciones

detalladas y los puestos que los ejecutan, que mediante un proceso de escalación<sup>3</sup>, gestionan los problemas, contenciones y soluciones.

**8. MSA (Sistema de análisis de medición):** Este estudio también es conocido como R&R que significan Repetitividad y Reproducibilidad, este ejercicio respalda que las mismas piezas, con los mismos medios y métodos repiten a través de diferentes personas y que a pesar de la variación natural de los métodos y los dispositivos de medición, este brinda un resultado confiable y representativo para tomar medidas de control al producto y a los procesos.

**9. Resultados Dimensionales:** Es la evidencia que se presenta del proveedor hacia el cliente evidenciando que el producto fabricados con los fines últimos cumple con la especificación descrita en el dibujo. Dentro de los estudios dimensionales se cuentan con los 2 estudios más representativos, que si bien representan situaciones diferentes de los productos, en conjunto pueden dar una mejor idea del comportamiento de las piezas a través de los procesos productivos.

- **Dimensional por Scanner**, este método comparará de manera visual el producto en cuestión y por medio de mallas en 3D determinar todas las diferencias geométricas que existan en el producto estudiado, si bien representa una visión general del proceso no puede dar detalle al 100% de las zonas de función de un producto.
- **Dimensional por CMM** (Coordinate Measuring Machine) por sus siglas en inglés: Es un estudio que mediante el uso de un Robot compara zonas puntuales y definidas por el cliente y el

---

<sup>3</sup> El sistema de escalación es un proceso de tomas de decisiones y de información que se eleva de manera escalonada cada vez que algún punto crítico abierto no es resuelto a la brevedad, este pasa por el responsable, el supervisor del responsable y finalmente llega a la alta gerencia para su seguimiento y solución.

proveedor, definen las condiciones de zonas funcionales en un producto y mayormente en zonas con interacciones con otras piezas o productos. Este análisis provee un panorama de aquellas zonas definidas y por esa razón deben ser integradas al momento de acordar con el cliente los métodos y medios de validación del producto.

**10.Registro de Materiales / Pruebas (DVP&R):** Resumen que se entrega al final de las pruebas realizadas en las partes definidas por el cliente y el proveedor, el fin de este registro es documentar las piezas sometidas a estas evaluaciones, los resultados, hallazgos y la aprobación de las partes. Estos resultados deben de coincidir con los requerimientos técnicos del cliente y en el caso donde existan puntos a mejorar deberán ser implementados cambios de ingeniería para que este reporte se declare al 100%.

**11.Estudios de proceso (CP & CPk / Pp & Ppk):** Dentro de la validación del producto y del proceso existen estudios matemáticos que soportan el hecho de que un producto es repetible y de acuerdo a las tolerancias emitidas por el cliente y en su defecto por normas legislativas para piezas de seguridad. Este reporte debe respaldar que el producto cumple con la expectativa de reproducibilidad mínima indicada en la IATF 16949 de 1.33.

**12.Documentación de certificación de laboratorio:** En el caso de que dentro de la infraestructura del Tier 1 o Tier 2 cuenten con laboratorios de materiales o metrología, estos deben ser periódicamente evaluados y certificados, la falta de esta documentación representa una no conformidad mayor para su cliente. En el caso que el Tier1 o Tier 2 realicen sus estudios con terceros, estos deberán presentar la documentación de certificación actualizada y apropiada.

- 13. Reporte de apariencia:** Una vez que el producto fue probado en cuanto a sus funciones primarias, una evaluación de calidad debe ser realizada para dar fe que el producto cumple además con el requerimiento de apariencia (si fuera el caso) en caso de piezas no vista para el cliente, debe emitirse un reporte de daños visibles.
- 14. Piezas muestra:** Una vez que se cuentan con los medios en su último lugar, con las materias primas adecuadas y con el personal capacitado, se entrega un primer lote de producción al cliente, donde se evalúa la capacidad de la línea de producción del proveedor para entregar piezas en buen estado, el nivel de confianza, retrabajos y desperdicios, para determinar si el proveedor es apto o no para entregar piezas en serie. Normalmente estos se llevan a cabo 3 meses antes del lanzamiento de los productos para garantizar la seguridad del cliente en cuanto a temas de producción.
- 15. Pieza Maestra:** El departamento de calidad entrega al cliente la pieza que representa el mejor nivel industrializable alcanzado por el proveedor y si bien está dispuesto a mejora continua, este debe ser coherente con el nivel de calidad cotizado y pagado por el cliente desde un principio.
- 16. Herramientas o ayudas de verificación:** Si existieran herramientas que por su naturaleza son de precisión, deben de cubrir con los requerimientos de cualquier equipo especializado y tener de manera adecuada la documentación de metrología donde respaldan el correcto funcionamiento y mantenimiento del equipo, para que este en todo momento sea confiable en el proceso productivo.

**17. Requerimientos específicos del cliente:** Todos los OEMs se caracterizan por pedir en este entregable diferentes documentos definidos por su área de calidad para ser integrado a la liberación del PPAP, si bien este puede llamarse “anexos” en el proceso, en su mayoría comprenden:

- Planes de mantenimiento de los equipos productivos
- Detalle de manejo de material en procesos (Cadena de suministro)
- Instrucciones de proceso, entre otros.

**18. Part Submission Warrant (PSW o CPM):** Una vez emitida en su totalidad la documentación requerida por el cliente, este debe entregarse con una portada resumiendo los archivos entregados por cada número de parte y este debe emitir un juicio de liberación de la pieza o no, en caso de tener salvedades se entrega el formato y el cliente tiene el derecho de condicionarlo o negarlo.


Finalmente se puede resumir como el proceso de PPAP como el seguimiento de la documentación mínima requerida para liberar un producto dentro de un proceso productivo, cualquiera que sea la naturaleza de la producción de este.

En la ilustración 6 se muestra un ejemplo de un formato de PPAP, donde se resumen las características del producto a liberar para su producción en masa.

Lo que debe considerarse de acuerdo a la AIAG son todas aquellas generalidades del producto como lo son: número de parte, descripción, datos del proveedor, lugar de producción, fecha de liberación de PPAP, entre otras.

Esto con el objetivo de amparar el certificado de emisión de cualquier parte, eximiendo al proveedor de cualquier responsabilidad de defectos de diseño y desempeño del producto hacia con el cliente. En el caso de que el cliente tuviera la necesidad de modificar algo, este está obligado a crear un cambio de ingeniería que el proveedor deberá realizar, recibiendo un pago por dicho cambio.

Ilustración 6 Ejemplo de PSW que enumera los entregables del PPAP y su dictamen


**Certificado de Emisión de una Parte**

Nombre de la Parte <input type="checkbox"/> ①		Número por Parte del Cliente <input type="checkbox"/> ②	
Mostrada en Dibujo No. <input type="checkbox"/> ③		Número por Parte de la Organización <input type="checkbox"/> ④	
Nivel de Ingeniería <input type="checkbox"/> ⑤		Con Fecha <input type="checkbox"/> ⑥	
Cambios de Ingeniería Adicionales <input type="checkbox"/> ⑦		Con fecha <input type="checkbox"/> ⑧	
Regulaciones de Seguridad y/o Gubernamentales <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> No. de Orden de Compra <input type="checkbox"/> ⑨		Peso (Kg.) <input type="checkbox"/> ⑩	
Ayuda para Chequeo No. <input type="checkbox"/> ⑪ Nivel de Ingeniería, para la Ayuda para Chequeo <input type="checkbox"/> ⑫		Con Fecha <input type="checkbox"/> ⑬	
<b>INFORMACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DE MANUFACTURA</b>		<b>INFORMACIÓN DE EMISIÓN AL CLIENTE</b>	
Nombre de la Organización y Código del Proveedor <input type="checkbox"/> ⑭		Nombre / División del Cliente <input type="checkbox"/> ⑮	
Dirección <input type="checkbox"/> ⑯		Comprador / Código del Comprador <input type="checkbox"/> ⑰	
Ciudad <input type="checkbox"/> ⑱ Estado <input type="checkbox"/> ⑲ Código Postal <input type="checkbox"/> ⑲ País <input type="checkbox"/> ⑲		Aplicación <input type="checkbox"/> ⑳	
<b>MATERIALS REPORTING / REPORTE DE MATERIALES</b>			
¿Se ha Reportado Sobre Substancias de Preocupación Requiridas por el Cliente? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> n/a <input type="checkbox"/> Emitidos por IMDG u otros Formatos del Cliente <input type="checkbox"/> ㉑			
¿Las Partes en Polímero Están Identificadas con Apropiado Código de Mercado ISOT <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> n/a <input type="checkbox"/> ㉒			
<b>RAZÓN PARA LA EMISIÓN (Checar al menos uno)</b>			
<input type="checkbox"/> Emisión Inicial <input type="checkbox"/> ㉓		<input type="checkbox"/> Cambio en Construcción o Material Opcional <input type="checkbox"/> ㉔	
<input type="checkbox"/> Cambio(s) de Ingeniería <input type="checkbox"/> ㉕		<input type="checkbox"/> Cambio Constante de Material y Proveedor <input type="checkbox"/> ㉖	
<input type="checkbox"/> Herramientas: Transferencia, Reemplazo, Reestablecimiento o Adicional <input type="checkbox"/> ㉗		<input type="checkbox"/> Cambios en el Procesamiento de una Parte <input type="checkbox"/> ㉘	
<input type="checkbox"/> Corrección de Discrepancia <input type="checkbox"/> ㉙		<input type="checkbox"/> Partes Producidas en Localización Adicional <input type="checkbox"/> ㉚	
<input type="checkbox"/> Herramientas Inactiva > que 1 año <input type="checkbox"/> ㉛		<input type="checkbox"/> Otro-Favor de Especificar Abajo <input type="checkbox"/> ㉜	
<b>NIVEL DE EMISIÓN SOLICITADO (Checar uno)</b> <input type="checkbox"/> ㉝			
<input type="checkbox"/> Nivel 1 - Sólo el Certificado (y para ítem de apariencia designados, un Reporte de Aprobación de Apariencia) Emitido al Cliente			
<input type="checkbox"/> Nivel 2 - Certificado con Muestras del Producto y Datos de Soporte Limitados Emitidos al Cliente			
<input type="checkbox"/> Nivel 3 - Certificado con Muestras del Producto y Datos de Soporte Completos Emitidos al Cliente			
<input type="checkbox"/> Nivel 4 - Certificado y Otros Requerimientos Definidos por el Cliente			
<input type="checkbox"/> Nivel 5 - Certificado con Muestras del Producto y Datos de Soporte Completos, Revisados en la Organización de la Localización de Manufactura			
<b>RESULTADOS DE EMISIÓN</b> <input type="checkbox"/> ㉞			
Los Resultados para <input type="checkbox"/> Medidas Dimensionales <input type="checkbox"/> Pruebas de Material y Funcionales <input type="checkbox"/> Criterios de Apariencia <input type="checkbox"/> Paquete Estadístico del Proceso <input type="checkbox"/> ㉟			
Estos Resultados Cumplen con Todos los Requerimientos de registros de Ispen: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO (si "NO" se Requiere una Explicación) <input type="checkbox"/> ㊱			
Precio de Producción / Molde / Cavidades <input type="checkbox"/> ㊲			
<b>DECLARACIÓN</b>			
Yo afirmo que los muestras representadas por este certificado son representativas de nuestras partes, las cuales fueron hechas por un proceso que cumple con todos los requerimientos del manual del Proceso de Aprobación de Partes para Producción, 4ª Edición. Yo afirmo además que estas muestras se fabricarán a una razón de producción de <input type="checkbox"/> ㊳ / <input type="checkbox"/> ㊳ horas. También certifico que las evidencias documentadas de tal documento están en archivo y disponibles para revisión. He notado todos los desvíos de esta declaración abajo.			
<b>EXPLICACIÓN/COMENTARIOS:</b> <input type="checkbox"/> ㊴			
* ¿Cada Herramienta del Cliente está Apropiadamente Etiquetada y Numerada? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ㊵			
Firma Autorizada de la Organización <input type="checkbox"/> ㊶			
Nombre <input type="checkbox"/> ㊷		Fecha <input type="checkbox"/> ㊸	
Puesto <input type="checkbox"/> ㊹		No. TEL <input type="checkbox"/> ㊺ No. Fax. <input type="checkbox"/> ㊻	
		E-mail <input type="checkbox"/> ㊼	
<b>SÓLO PARA USO DEL CLIENTE (SI APLICA)</b>			
Disposición del Certificado PPAP <input type="checkbox"/> Aprobado <input type="checkbox"/> Regresado <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> ㊽			
Firma del Cliente: <input type="checkbox"/> ㊾		Fecha <input type="checkbox"/> ㊿	
Nombre: <input type="checkbox"/> ㋀		Número de Rastreo del Cliente (opcional) <input type="checkbox"/> ㋁	

Marzo 2006 CFG-1001

FUENTE: PPAP. 2006

(Proceso de aprobación de partes para producción, 2006, fecha de consulta: 21 de Mayo del 2017, p.30)



## 4.4 FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)

Este documento consta de una metodología que durante el desarrollo del proceso asegura que todos los potenciales riesgos o problemas fueron considerados y que estos en su momento sean detectados, calificados y contencionados para no afectar en la calidad del producto y principalmente no afecten su funcionamiento frente al cliente y durante la vida del producto. Como se comentó con anterioridad, este entregable nace de los procesos listados en el Diagrama de Flujo y dan pie a una elaboración más robusta del Plan de Control.

Para la creación de un FMEA deben tomarse en cuenta diferentes criterios estándares y definidos por la AIAG, estos son:

- 1. Severidad:** El nivel de impacto que tiene el desempeño o función del producto sobre el cliente (modos de falla) y se califican de grado menor a mayor siendo el 1 el que menos tiene efecto sobre el cliente y siendo el 10 aquel que incluso tiene afectaciones de Seguridad y Reglamentación.

Ilustración 7 Tabla de Severidad estandar

Efecto	Criterios: Severidad del Efecto en el Producto (Efecto en el Cliente)	Rango
Falla en el Cumplimiento con Requerimientos de Seguridad y/o Regulatorios	Modo de falla potencial afecta a la operación segura del vehículo y/o involucra incumplimientos en regulaciones gubernamentales sin advertencia	10
	Modo de falla potencial afecta a la operación segura del vehículo y/o involucra incumplimientos en regulaciones gubernamentales con advertencia	9
Pérdida ó Degradamiento de alguna Función Primaria	Pérdida de alguna función primaria (vehículo inoperable, no afecta la operación segura del vehículo)	8
	Degradamiento de alguna función primaria (vehículo operable, pero con un nivel de desempeño reducido)	7
Pérdida ó Degradamiento de alguna Función Secundaria	Pérdida de alguna función secundaria (vehículo operable, pero algunas funciones de confort / conveniencia inoperables)	6
	Degradamiento de alguna función secundaria (vehículo operable, pero algunas funciones de confort / conveniencia con un nivel de desempeño reducido)	5
Incomodidad / Molestia	Apariencia ó Ruido Audible, vehículo operable, algún ítem no cumple y es notado por la mayoría de los clientes (> 75%)	4
	Apariencia ó Ruido Audible, vehículo operable, algún ítem no cumple y es notado por muchos clientes (50%)	3
	Apariencia ó Ruido Audible, vehículo operable, algún ítem no cumple y es notado por un mínimo de clientes (< 25%)	2
Sin efecto	Sin algún efecto discernible	1

FUENTE: FMEA. 2008

(Análisis de modos y efectos de fallas potenciales, 2008, fecha de consulta: 21 de Mayo del 2017, p.56)

1. **Ocurrencia:** se define como el nivel de frecuencia en el que los modos de falla pasan y este define el nivel de confiabilidad de los equipos, es decir, en cuanto menor será el nivel de ocurrencia de un modo de falla en algún proceso o equipo este tendrá un impacto menor hacia con el cliente. Existen métodos de Diseño de Experimentos o (DOE) para determinar el nivel de confianza del proceso y de ser necesarios crear planes de acción para integrar en el proceso y en el producto Poka Yokes que reduzcan a 1 la ocurrencia de los Modos de Falla, haciendo un proceso más robusto con menor necesidad de control humano.

Ilustración 8 Tabla de Ocurrencia estandar

Probabilidad de Falla	Criterios: Ocurrencia de la Causa – AMEFDs (Vida/Confiabilidad del diseño del ítem/ vehículo)	Criterios: Ocurrencia de la Causa – AMEFDs (Incidentes por ítems/vehículos)	Rango
Muy Alta	Nueva tecnología/nuevo diseño sin historia.	$\geq 100$ por mil $\geq 1$ en 10	10
Alta	Falla es inevitable con el nuevo diseño, nueva aplicación ó cambio en las condiciones de operación/ciclos debidos.	.50 por mil 1 en 20	9
	Falla es probable con el nuevo diseño, nueva aplicación ó cambio en las condiciones de operación/ciclos debidos.	.20 por mil 1 en 50	8
	Falla es incierta con el nuevo diseño, nueva aplicación ó cambio en las condiciones de operación/ciclos debidos.	.10 por mil 1 en 100	7
Moderada	Fallas frecuentes asociadas con diseños similares ó en simulaciones y pruebas de diseños	.2 por mil 1 en 500	6
	Fallas ocasionales asociadas con diseños similares ó en simulaciones y pruebas de diseños	.5 por mil 1 en 2,000	5
	Fallas aisladas asociadas con diseños similares ó en simulaciones y pruebas de diseños	.1 por mil 1 en 10,000	4
Baja	Sólo fallas aisladas asociadas con diseños casi idénticos ó en simulaciones y pruebas de diseños	.01 por mil 1 en 100,000	3
	No se observan fallas asociadas con diseños casi idénticos ó en simulaciones y pruebas de diseños	$\leq .001$ por mil 1 en 1,000,000	2
Muy Baja	La falla es eliminada a través de controles preventivos	La falla es eliminada a través de controles preventivos	1

FUENTE: FMEA. 2008

(Análisis de modos y efectos de fallas potenciales, 2008, fecha de consulta: 21 de Mayo del 2017, p.56)

**2. Detección:** Se define como el nivel de confiabilidad en el que la línea es capaz de identificar y procesar una pieza no conforme o “NOK”, se define una Pieza No conforme como aquella con defectos visuales, de apariencia, funcionales o con daños, cualquiera que comprometa sus funciones principales o secundarias. Para evaluar el nivel de detección de un proceso de igual forma se cuentan con 3 tipos de inspección para definir el tipo de detección, estas se resumen en Detección por:

- **Medios Automáticos:** Controles automatizados dentro del producto o del proceso aseguran la producción de solo piezas OK o conformes, estos se califican por medio de un DOE como 1 al 3 dependiendo el nivel de confianza del proceso.
- **Medios sistemáticos:** Controles descritos, escritos y que han sido entregados por medio de entrenamiento a los encargados o responsables de los equipos y donde se comprenden todo aquello que pudiera está dentro de conformidad, estos se califican del 4 al 6 en función al nivel de detalle que los sistemas comprendan.
- **Medios visuales:** No existe ningún tipo de control y se depende 100% de la capacidad del operador para identificar piezas no conformes, se califica del 7 al 10 dependiendo del nivel de entrenamiento del operador y en todos los casos se deben nombrar las acciones recomendadas para reducir la detección.

Ilustración 9 Tabla de Detección estandar

Oportunidad para Detección	Criterios: Probabilidad de Detección por Controles de Diseño	Rango	Probabilidad de Detección
Oportunidad de No Detección	Sin control de diseño actual; No Puede detectarse ó no es analizado.	10	Casi Imposible
Sin probabilidad de detección en ninguna etapa	Controles de análisis/detección del diseño cuentan con una capacidad de detección débil; Análisis Virtuales (ej., CAE, FEA, etc.) <u>no están correlacionados</u> con las condiciones de operación actuales esperadas.	9	Muy Remota
Congelamiento posterior al Diseño y previo al lanzamiento	Verificación/Validación del producto después de un congelamiento del diseño y previo al lanzamiento con pruebas <u>pasa/falla</u> (Pruebas del sistema y subsistemas con criterios de aceptación tales como, conducción y manejo, evaluación de envío, etc.).	8	Remota
	Verificación/Validación del producto después de un congelamiento del diseño y previo al lanzamiento con pruebas <u>para fallas</u> (pruebas del sistema y subsistemas hasta que una falla ocurre, pruebas de las interacciones del sistema, etc.).	7	Muy Baja
	Verificación/Validación del producto después de un congelamiento del diseño y previo al lanzamiento con pruebas de <u>degradamiento</u> (pruebas del sistema y subsistemas después de pruebas de durabilidad, ej., chequeo de funcionamiento).	6	Baja
Congelamiento previo al Diseño	Validación del producto (pruebas de confiabilidad, pruebas de desarrollo ó validación) previo al congelamiento del diseño usando pruebas <u>pasa/falla</u> (ej., hasta que fuga, rendimientos, etc.).	5	Moderada
	Validación del producto (pruebas de confiabilidad, pruebas de desarrollo ó validación) previo al congelamiento del diseño usando pruebas <u>para fallas</u> (ej., criterios de aceptación para desempeño, chequeos de funcionamiento, etc.).	4	Moderadamente alta
	Validación del producto (pruebas de confiabilidad, pruebas de desarrollo ó validación) previo al congelamiento del diseño usando pruebas de <u>degradamiento</u> (ej., tendencias de datos, valores antes/después, etc.).	3	Alta
Análisis Virtual Correlacionado	Controles de análisis/detección del diseño cuentan con una fuerte capacidad de detección. Análisis Virtuales (ej., CAE, FEA, etc.) <u>están altamente correlacionados</u> con las condiciones de operación actuales ó esperadas previo al congelamiento del diseño	2	Muy Alta
Detección no aplica: Prevención de Fallas	Causas de fallas ó modos de fallas no pueden ocurrir porque está totalmente prevenido a través de soluciones de diseño (ej., estándar de diseño probado, mejores prácticas ó material común, etc.).	1	Casi Cierta

FUENTE: FMEA. 2008

(Análisis de modos y efectos de fallas potenciales, 2008, fecha de consulta: 21 de Mayo del 2017, p.56)

**3. RPM (Risk Per Number):** El número de Riesgo es el resultado de la multiplicación de todos los factores y se determinan las acciones para atacar aquellos procesos que requieren actividades adicionales a las consideradas en un principio, este número mantiene al FMEA vigente, vivo y actualizado a todos los cambios que sufran los procesos y los productos. Una vez que se establecen estas actividades se debe repetir el ejercicio de evaluación de los 3 factores para definir si las acciones fueron contundentes o no. Para obtener el RPN se multiplican:

- $(\text{Severidad}) \times (\text{Ocurrencia}) \times (\text{detección}) = \text{RPN}$

Dentro de los tipos de FMEAs que existen de acuerdo a la AIAG se encuentran los siguientes:

- 1. DFMEA (Design Failure Mode and Effects Analysis):** Conocido como FMEA de Diseño, este es responsabilidad de quien emite el dibujo técnico del producto, es decir, del responsable de la ingeniería del componente final a entregar. Normalmente cuando el OEM es quien lo emite para su revisión, en otros casos se considera propiedad intelectual del OEM y este solo es compartido por causas legislativas. En caso de que el proveedor de la pieza sea el responsable del diseño, él es quien crea el documento partiendo de las funciones y mal funciones del producto, de igual forma conocido como árbol del producto.
- 2. PFMEA (Process Failure Mode and Effects Analysis):** Este documento enlista todos los modos de falla potenciales durante el proceso de fabricación, es decir, se centra en la manufactura del proceso y todo aquello que pueda salir mal dentro de los procesos definidos inicialmente, todo PFMEA como se comentó con anterioridad cuenta con un RPN para tomar las acciones correctivas en cada uno de los procesos y mantenerlo vigente.
- 3. MFMEA (Machine Failure Mode and Effects Analysis):** También es conocido como la definición de riesgos de una máquina o un equipo y es entregado por el proveedor que manufactura dicha máquina, normalmente especializada. Dentro de este FMEA se deben identificar principalmente la lista de refacciones que por la misma naturaleza del equipo requiere, basados en el previo estudio y validación de este entregable.

## **4.5 SPC (*Statistical Process Control*)**

El control estadístico del proceso forma la parte científica de los Core Tools y comprende la parte metodológica e imparcial de todos los estudios productivos y del producto en sí mismo.

Esta herramienta provee de datos e información que a través de su análisis y correcta interpretación pueden ser base para la toma de decisiones sobre algún proceso o desempeño de algún producto, monitorizando e identificando todas las variables y variaciones en cualquier escenario.

Dicho Control del proceso nace de la necesidad de establecer parámetros y criterios para mantener observación permanente el comportamiento de todas las actividades productivas y en su defecto de las funciones principales de los productos.

La función principal de esta herramienta es mantener los procesos dentro de las expectativas de calidad del cliente, mejorarlo y mantenerlo, la omisión de estas prácticas pueden impactar seriamente en incumplimientos con el cliente resultando en pérdidas de negocio o en pagos por omisiones de calidad.

Existen 6 puntos definidos en la metodología de los Core Tools para dar fundamento a todas las discusiones e investigaciones basadas en este tipo de análisis, los puntos son:

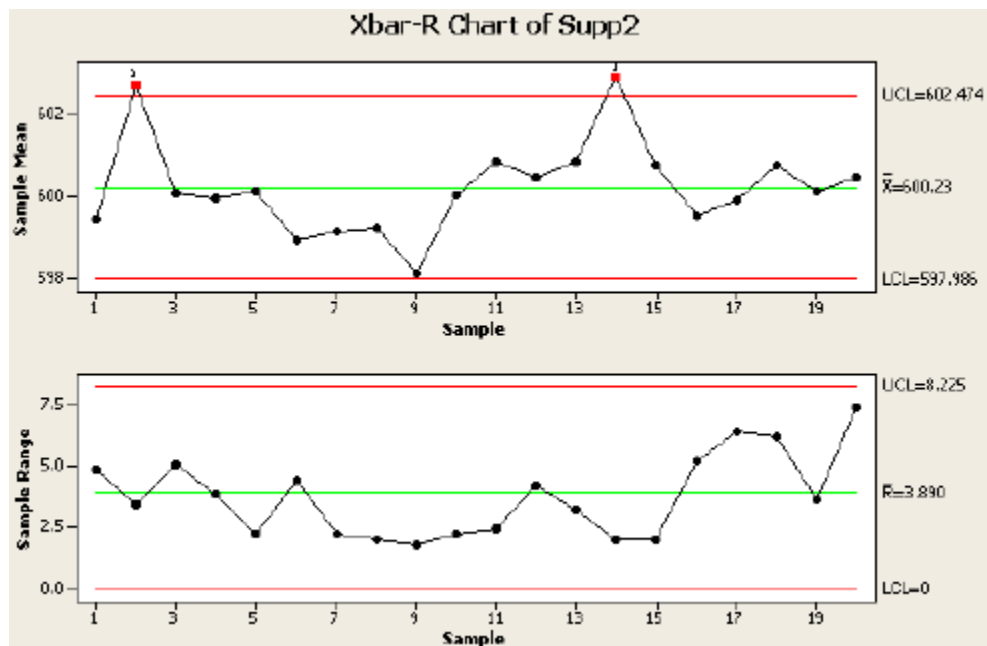
1. La recolección de datos y el uso de métodos estadísticos para interpretar estos no es el final en sí,
2. Los sistemas de medición son críticos para análisis de datos propios y estos deberían ser bien entendidos antes de que datos del proceso sean recolectados.
3. El concepto básico de estudiar las variaciones y usar señales estadísticas para mejorar el desempeño pueden ser aplicadas en cualquier área.
4. Históricamente los métodos estadísticos han sido aplicados por rutina a partes más que a procesos.
5. El entendimiento real del tema involucra un contacto más profundo con situaciones del control de los procesos.
6. Esta metodología debería ser considerada como un primer paso hacia el uso de métodos estadísticos.

Los puntos nombrados con anterioridad representan el deber ser de todo estudio estadístico, sobreponiendo el conocimiento y entendimiento del proceso para poder descartar y evaluar las variables que afectan a un producto y no limitándose a un proceso y a que así mismo no es más que el entendimiento integral de la metodología para tomar decisiones veraces con los datos recolectadas y analizados.

Uno de los métodos de control más conocidos en la industria manufacturera es la gráfica de control por Promedios y Rangos, donde de manera visual se logra identificar la situación de cualquier proceso o producto. En la ilustración 10 se observa los 2 tipos de graficas de control más utilizadas, mostrando en la línea de color verde el nominal o el deber ser del requerimiento, en la parte superior de color rojo se muestran los limites superiores definidos en conjunto con el cliente, basados en el diseño del producto y del proceso, en esta línea superior se muestra el máximo aceptado para cualquier producto o proceso, finalmente en la

línea roja debajo de la gráfica se muestra el límite inferior o mínimo aceptado por el cliente. Si bien este tipo de graficas muestran si el proceso está bajo control de igual forma demuestran si el proceso se encuentra controlado o no.

**Ilustración 10 Gráficas de control por promedios y rangos**



FUENTE: Minitab Knowledge. 2011. <http://www.minitabknowledge.com/2012/12/x-bar-and-r-chart.html#.WUX1jtyQzIU>

(Minitab Knowledge, 2011, X Bar and R Chart, fecha de consulta: 21 de Mayo del 2017, [en línea])

## 4.6 MSA (Measurement System Analysis)

Este módulo de los Core Tools trata de definir en función al concepto de diseño del producto y a las necesidades del mismo la mejor manera de medir para controlar un producto, independientemente del proceso al cual este sea sometido o por el cual sea procesado.



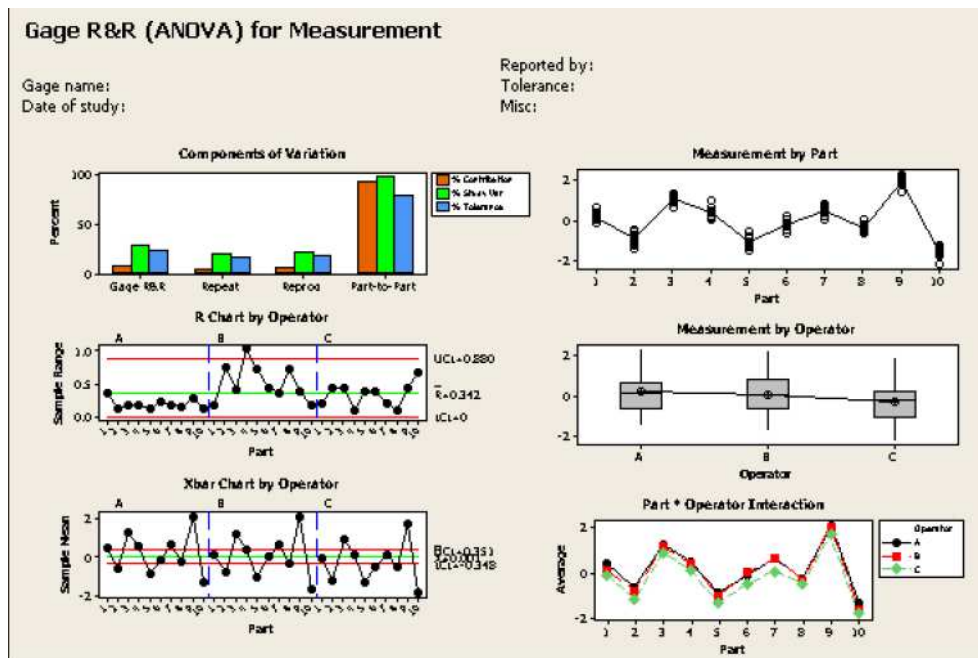
Defínase los sistemas de medición como aquellos dispositivos, métodos, medios, herramientas y todo aquello utilizado para cuantificar una unidad de medida o también, para calificar y evaluar una característica y/o propiedad a sujeta a este tipo de evaluaciones.

Para entender la importancia de una correcta definición de un MSA en un producto, podemos recalcar que muchas de las inversiones en los equipos de medición o de prueba dependen de este estudio.

De igual forma el MSA provee de una estrategia de estudio para el correcto análisis de alguna hipótesis y como estas gracias a este Core Tool pueden ofrecer una solución al problema encontrado.

Es comúnmente utilizado es estudio de “Gage R&R” para evaluar si alguna medición está siendo suficientemente representativa o si esta repite basada en una correcta implementación del algún método, asegurando así que los métodos de control establecidos cumplen con las necesidades del proceso y del producto brindando la información necesaria para tomar acciones correctivas.

**Ilustración 11 Anova, representando las principales interpretaciones de un proceso y de como estas respaldan una hipotesis**



FUENTE: Kavanaugh, 2017 <http://kavanaugh.ca/minitab/manufacturing-quality/quality-analysis/>

(Kavanaugh, 2017, Statistical Quality Analysis (Manufacturing), fecha de consulta: 21 de Mayo del 2017, [en línea])

En la ilustración 11 se muestra un estudio típico de análisis ANOVA o comparación de hipótesis, normalmente se ocupa para descartar que los dispositivos y procesos de medición sean confiables, repetitivos y que demuestren su precisión durante varias sesiones de medición con diferentes personas utilizando el mismo método. Este se considera una metodología estándar y efectiva al momento de validar los procesos de esta índole.

## 5 Desarrollo de nuevos programas

Todo nuevo programa nace del proceso de adquisición de un nuevo programa nace de un deseo del cliente (OEM) y esta pasa a través de un equipo que debe realizar las estimaciones pertinentes de inversiones particulares y gastos para la planta, definidos como equipos-herramientales y CAPEX, respectivamente. Dicho flujo debe ser revisado y valorado por los integrantes de los responsables de cada área para validar dicha información, los departamentos que participan son: Ingeniería, Manufactura y Comercial. Durante esta etapa los involucrados deben buscar las soluciones óptimas para los requerimientos y de ser necesario tener diferentes alternativas para las soluciones técnicas si fuera el caso.

Para e caso particular de Plastic Omnium Puebla, al ser proveedor de VW de México ubicado en la misma ciudad se deben de cumplir lineamientos específicos, como lo es el cumplimiento de la auditoría VDA (Verband der Automobilindustrie) por sus siglas en alemán, para poder participar en este tipo de licitaciones, existen diferentes requerimientos de normativas que toda empresa debe conocer antes de ofrecer el servicio de cotización a una empresa automotriz inscrita a estos lineamientos internacionales, en este caso, VW pide la calificación de proveedor B o A para poder aplicar a dichas oportunidades de negocio. Existen casos donde si la auditoría resulta proveedor C, esta no puede presentar incluso una cotización al cliente.

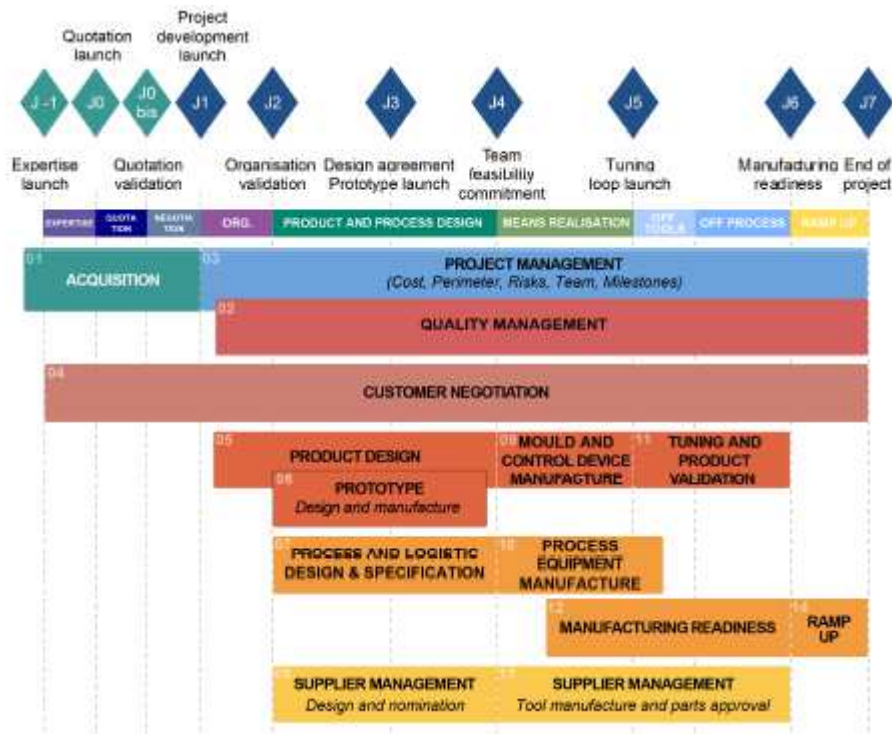
Debido a la razón anteriormente comentada es de suma importancia el poder Definir las etapas, identificar cuando y como revisarlas, planear las actividades de todos los miembros para poder tener coordinación y sobre todo control sobre los programas.

## ***5.1 Estándar de la empresa para desarrollo de nuevos programas***

Durante el proceso de desarrollo de los programas existen diferentes etapas dentro del APQP que garantizan conocer el estado del programa y permiten tomar oportunamente decisiones para dar seguimiento a los temas o resolverlos, para esto debe tenerse claro la definición de las etapas a evaluar y de qué manera estas serán aprobadas para pasar a la siguiente fase, condicionar pasar a la siguiente fase o en su caso, detener el avance del programa hasta que se cuenten con las evidencias suficientes que soporten seguir avanzando en el desarrollo, cabe resaltar que el Program Manager o Administrador el Programa es quien determina el avance y presenta un plan de acción a ser ejecutada por el equipo multidisciplinario, en función a los objetivos, presupuestos y entregables de las diferentes fases.

A continuación en la ilustración 12 se muestra el estándar de PO para el desarrollo de los nuevos programas, considerando exactamente el mismo esquema presentado anteriormente como APQP, este esquema adapta en su totalidad el requerimiento del AIAG con las necesidades de la compañía, considerando de igual forma las etapas de adquisición, congelamiento del diseño del producto, definición de los procesos de manufactura basados en las necesidades del producto, validación y puesta en marcha de los equipos para entregar un proceso confiable, industrializable y que brinde ganancias a la empresa.

## Ilustración 12 Mapa de administración de proyectos



FUENTE: PO. Sistema APQP 2017

(PO, 2017, Sistema interno APQP), fecha de consulta: 18 de Mayo del 2017, p.2)

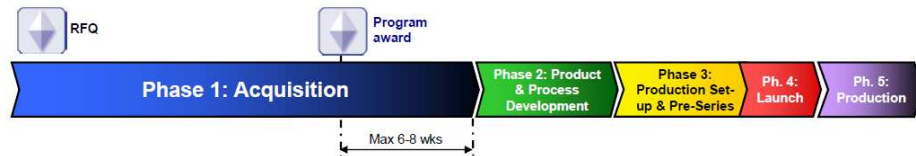
Estas etapas se definen mayormente en 5:

1) Adquisición: esta etapa comienza cuando el cliente pide cotizar al proveedor y termina cuando este es nominado por el OEM para desarrollar el proyecto, las actividades principales de esta etapa son:

- Estrategia del corporativo en participar o no en el proyecto
- El equipo de adquisición presentan y acuerdan los objetivos del proyecto y definen los alcances financieros del mismo
- Revisar que la cotización presentada con el cliente sea coherente con la nominación
- Una vez aprobado por ambas partes se define el equipo multidisciplinario para soportar el proyecto

- Se califica el nivel del riesgo del programa para asignar los recursos pertinentes

**Ilustración 13 Etapa de adquisición**



FUENTE: PO. Sistema APQP 2017

(PO, 2017, Sistema interno APQP), fecha de consulta: 18 de Mayo del 2017, p.2)

2) Diseño y definición del proceso y del producto: En esta etapa las actividades se desenvuelven alrededor de las partes técnicas que comprenderán al producto a ser entregado, es decir, se establece una estrategia de producción en función a la necesidad del dibujo o 3D provisto por el cliente, los entregables en esta etapa son:

- Definición de GD&T (Geometric dimensioning and tolerancing), en función a datos CAD y/o CAE
- Verificación técnica de la primera revisión de diseño
- Definición de estrategias de piezas o partes de compras como componentes a ser ensamblados en el producto final.
- Definición de estrategia de piezas a ser procesadas dentro de la planta del proveedor
- Definición de DFMEA, PFMEA, KPC, KCC & DVP&R
- Definición de estrategia de procesos de manufactura
- Definición de MSA
- Autorización de CAPEX e inversiones de herramientas y equipos

### Ilustración 14 Etapa de desarrollo del proceso y del producto



FUENTE: PO. Sistema APQP 2017

(PO, 2017, Sistema interno APQP), fecha de consulta: 18 de Mayo del 2017, p.2)

3) Validación del proceso y del producto: Una vez que el producto está suficientemente maduro e siguiente paso es establecer los planes de puesta a punto de los equipos y de las definiciones de la cadena de suministros para garantizar desde etapas de pre-serie contar con todas las inversiones y no comprometer la integridad del producto y por ende de la entrega de pre-series con el cliente, esta etapa es de suma importancia ya que comienzan a validarse los requerimientos de PPAP estos pasos a seguir son:

- Revisión y retroalimentación de primeras piezas producidas en los equipos y herramientas definitivos
- Aseguramiento de la cadena de suministro que comprende Empaque, Flujos logísticos y medios de manufactura
- Control de cambios de ingeniería
- Entrenamiento adecuado del equipo multidisciplinario que recibe los equipos y herramientas
- Aprobación de PPA
- Evidencias de corridas de pre-series que aseguren calidad del producto y cadencia de acuerdo con la demanda diaria del cliente, 3 meses antes del lanzamiento SOP (start of production)
- Revisión de presupuestos en función a las necesidades de la etapa

### Ilustración 15 Etapa de aseguramiento de producción



FUENTE: PO. Sistema APQP 2017

(PO, 2017, Sistema interno APQP), fecha de consulta: 18 de Mayo del 2017, p.2)

4) Lanzamiento: Durante la etapa de lanzamiento, el equipo multidisciplinario del proyecto entregó toda la documentación, información, piezas, estudios y todo aquello que ampara que la producción cumple con las expectativas del cliente en cuanto a niveles de calidad, producción y confiabilidad. Las actividades de esta etapa terminan cuando la planta acepta todos los entregables del equipo de programa.

- Estudios de capacidad y habilidad de los procesos de manufactura
- Pieza Master firmadas por calidad proyectos, planta y cliente
- PPAP al 100% para devolución de las inversiones realizadas
- Lecciones aprendidas

### Ilustración 16 Etapa Lanzamiento



FUENTE: PO. Sistema APQP 2017

(PO, 2017, Sistema interno APQP), fecha de consulta: 18 de Mayo del 2017, p.2)

5) Vida serie de producto: Para dar por finalizado el programa o proyecto este es sujeto a una revisión de cumplimiento de objetivos



como calidad, costos y entregas, de esta manera se califica el nivel de cumplimiento del equipo, siendo decisivo para nuevos programas, las actividades de esta etapa son:

- Revisión de objetivos a nivel directivo
- Dictamen y calificación del programa
- Resumen de cambios de ingeniería vs cash in
- Capitalización de lecciones aprendidas

**Ilustración 17 Etapa de cierre de proyecto**



FUENTE: PO. Sistema APQP 2017

(PO, 2017, Sistema interno APQP), fecha de consulta: 18 de Mayo del 2017, p.2)

## **5.2 Evaluación de riesgos**

Durante las etapas existen evaluaciones de riesgo que permiten ver al Top Management y principalmente al equipo multidisciplinario el status del programa antes y después de iniciarlo, el principal objetivo de estas revisiones en etapas de revisión es el de un PDCA que defina tiempos y responsables para la oportuna reevaluación del riesgo y que estos no impacten en el desarrollo del programa.

### Ilustración 18 Macro Risk Assessment (Macro evaluación de riesgos)

M = Mandatory (always) WA = Mandatory when applicable GP = Good practice Blank = Not applicable

#### Tasks

Tasks	Roles & Responsibilities	1	2	3	4	5	6
Identification of the Extent to which Security needs to be Considered in the Project (Determine if security subject is 1) Not relevant. 2) can be handled internally. 3) requires an outside consultant.	The Project Manager with the Business Sponsor is responsible with support from the Division Security Leader	M	M	M	M	M	M
Identification of Business Risks	The Project Manager with the Business Sponsor is responsible with support from the Division Security Leader	M	M	M	M	M	M
Identification of Technical Risks	The Project Manager is responsible with support from the Division Security Leader	M	M	M	M	M	M

FUENTE: PO. Risk Assessment 2015

(PO, 2017, Macro Risk Assessment), fecha de consulta: 13 de Abril del 2017, p.1)

En la ilustración 18 se muestra el formato de Evaluación de riesgos, estos considerados por todo un equipo multidisciplinaria que comprende al departamento de Calidad, Ingeniería, Manufactura, Compras, Ventas y al Administrador del programa, en dicho formato se enlistas las actividades con riesgos potenciales que puedan afectar la entrega del producto en tiempo y en forma y de igual forma se describen las actividades para bajar el impacto del riesgo a si mínima expresión y en el mejor de los casos eliminar dicho riesgo.

Durante la elaboración del PDCA plan de acción, es de suma importancia generar minutas con los acuerdos y comprometiendo a los responsables a cumplir con las tareas, el correcto seguimiento y la retroalimentación oportuna garantizan el cumplimiento de los objetivos evitando así, retrasos adicionales o no confirmadas mayores en el futuro.

En la ilustración 19 se muestran los planes de acción que define el encargado o el líder de las actividades que surjan de su perímetro, basados en evaluaciones de riesgo, seguimientos en general y solución de problemas, con este formato se busca dar toda la formalidad necesaria a los procesos de gestión y administración de los retos que se enfrentan día con día. Además de brindar una guía en cuanto a la descripción de los problemas, las tareas y los responsables este brinda un

soporte robusto al cumplimiento de las tareas asignadas, cualquiera que estas sean.

Ilustración 19 PDCA o plan de acciones

Project Action Plan - P.D.C.A.  
Project Problem Solving Level 3

Vehicle: Tiguan      090353      Project Team: Santiago Olmedo Customer: VW      PO Puebla Product Description: FRITDumper      20190206										Closed / 0 Open / 13 Overdue / 0 Total / 13	
Problem	Group	Action	Responsible	Target Date	Start Date	Completion Date	Status	P.D.C.	Action Result	Column	
1 Sequence Tiguan text still appear in Load/Pick Station	AMC	Remove from HMI wrong Text	M. Castellese	11/13/2016	10/20/2016		Open	○			
2 Confirm if 8 pin connector can be used for NB instead of Tiguan (other markets)	AMC	Since we already sent to machining 8 pin connectors, team must know if 8 pin can be used for NB and safe time and avoid use the current connector in Puebla	M. Castellese	10/24/2016	10/20/2016		Open	○			
3 PO 2 connectors still missing	PO	Purchasing must sent ASAP PO for AMC regarding 2 connectors missing	C. Castillo	10/24/2016	10/20/2016		Open	○			
4 Drill in station 2B does not work properly and in 2A light remains turned on	AMC	Delete Bug from system	M. Castellese	11/13/2016	10/20/2016		Open	○			
5 In all station if we have a wrong part number (does not match with construction ticket) must be highlighted in red and play alarm sound, when operators correct part number must return to green	AMC	Set visual and color aids for operators, back to green when operators scan correct number and turn alarm sound off	M. Castellese	11/13/2016	10/20/2016		Open	○			
6 Release empty pallet bottom (in HMI) in 1A and loading station	AMC	Set bottom to release last part in loop	M. Castellese	11/13/2016	10/20/2016		Open	○			
7 At the moment to release pallet to next station must sound to advise operator	AMC	Set sound alarm to advise operator before pallet movement	M. Castellese	11/13/2016	10/20/2016		Open	○			
8 Placards for tools must be stiff enough (don't use paper stickers)	AMC	Change current for stiff enough placards	M. Castellese	11/13/2016	10/20/2016		Open	○			
9 Training for Maintenance crew regarding new software set in conveyor system	AMC	Keep trained and informed to the team regarding upgrades and improvements in software/hardware conveyor	M. Castellese	11/13/2016	10/20/2016		Open	○			

FUENTE: PO. PDCA 2015

(PO, 2017, Formato PDCA), fecha de consulta: 13 de Abril del 2017, p.1)

## **6. Enfoque de investigación / Metodología**

Mediante el estudio de la gestión de un proyecto automotriz basado en el sistema de administración de nuevos proyectos de la misma empresa APQP, se evaluarán los factores que impactan directamente en el resultado final y en el momento de la entrega del mismo a la planta productiva. La intención de este análisis es establecer medidas de mejora en los sistemas e identificar las fortalezas para seguirlas capitalizando durante los nuevos programas y principalmente la pronta recuperación de las inversiones ante el cliente PPAP.

### ***6.1 Desarrollo de la estrategia***

En resumen se hará un análisis situacional de la definición de los proyectos al momento de ser adquiridos vs lo cotizado al cliente, se realizará un diagnóstico conforme al desarrollo de sus etapas y como se cierran las mismas, posteriormente se debe fijar una estrategia administrativa que proporcione a la empresa los medios y los controles correctos para desarrollar y optimizar sus procesos de valor agregado al momento de definirlos, implementarlos y entregarlos a los equipos de producción.

### ***6.2 Diagnóstico de los métodos de control***

Para hablar de un proceso de control, se necesita saber en primera instancia que se desea controlar, se comienza diciendo que todo proceso administrativo consta de la definición de un objetivo, para después establecer la estrategia para alcanzarlo, la cual incluirá la organización y planificación para darle estructura a todas aquellas actividades que darán como fin último ese resultado y entonces es cuando se necesita un medio de control que permite conocer la situación, retroalimentar a la organización y tomar las decisiones pertinentes para mantenerlo en orden.

Se define método de control como todo aquello que permite saber el status de algún proceso y deje ver bajo que rango se mueve dentro de los límites permitidos y entonces, se pueda tomar decisiones que permitan tener en estricta y permanente observación el desempeño del mismo.

Como se mencionó con anterioridad es muy importante entender las relaciones lógicas que existen entre crear los objetivos y como lograrlos, a continuación se muestra un esquema en la ilustración 20 que relaciona lo procesos administrativos y como estos se retroalimentan cada vez para mantener los procesos actualizados y en función a las necesidades de la empresa y/o situación.

**Ilustración 20 Interacción en los procesos administrativos**



FUENTE: Code Jobs 2017 <https://www.codejobs.biz/es/blog/2014/02/09/principios-de-las-fases-del-proceso-administrativo>

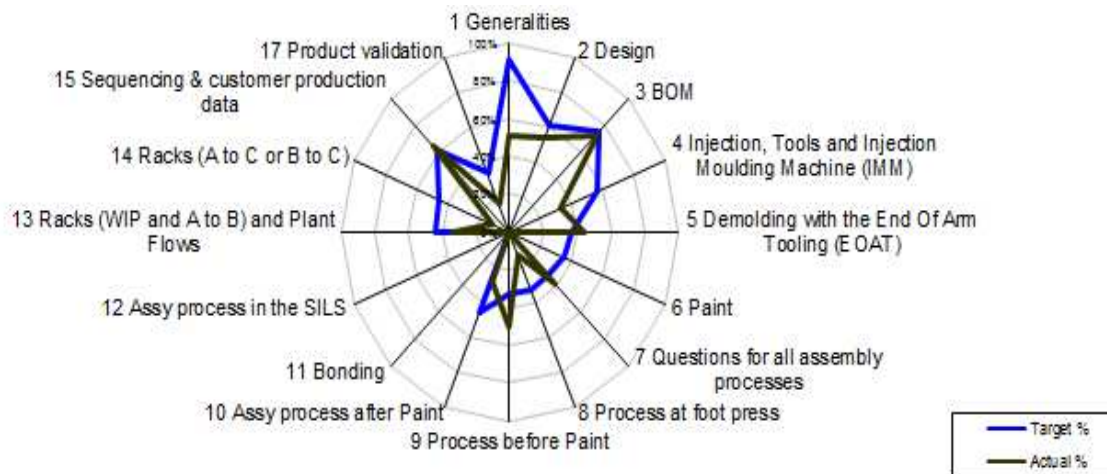
(Code Jobs, 2017, Code Jobs, principios básicos del proceso administrativo), fecha de consulta: 18 de Mayo del 2017, [en línea])

Una vez definidos los métodos de control, se enlistaran y evaluaran aquellos utilizados por la empresa.

Dentro de la gestión de los nuevos programas se tienen los siguientes “Gates” o Cierres de etapas para su revisión, evaluación y control

1. QUAD <sup>4</sup> 1: Durante este procedimiento, responsabilidad de ingeniería, se integran todos los requerimientos de la planta y los sistemas de manufactura a la definición del producto. Esta evaluación sucede en la etapa de desarrollo del producto y libera los estudios de ingeniería para liberar o adecuar los dibujos a las necesidades mencionadas. El gerente de ingeniería y el de manufactura acuerdan el cierre de esta actividad y los entregables se resumen en un PDCA a integrar al plano o dibujo técnico de producto. **Se determina que el control se lleva en orden y a tiempo, existiendo salvedades que no son posibles de integrar debido al tipo de nominación que no permite al proveedor afectar demasiado la geometría de la pieza.**

Ilustración 21 Gráfica de Radar status QUAD 1



FUENTE: PO. Radar Chart QUAD 1 2016

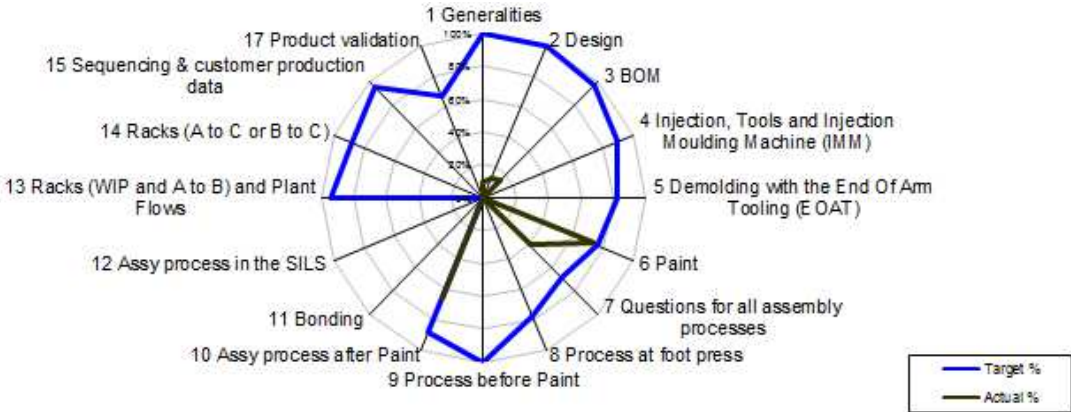
(PO, 2016, QUAD 1 Radar Chart), fecha de consulta: 25 de Febrero del 2017, p.2)

<sup>4</sup> QUAD es una revisión de diseño entre los departamentos de Ingeniería, Manufactura y Planta para definir las necesidades de la planta que debe de cumplir el producto para establecer un proceso de manufactura confiable, estable y repetible.

En la gráfica de radar comprendida por la ilustración 21, se muestran los resultados de la revisión de diseño QUAD 1 y se detalla por medio de una comparación el estado de un programa en cuestión de diseño en función a los requerimientos de manufactura y de los procesos de planta. El objetivo de esta grafica es resaltar las áreas de oportunidad del producto y generar las acciones correctivas correspondientes para entregar un producto industrializable.

2. QUAD 2: En esta etapa, responsabilidad de ingeniería, se confirman todos los cambios requeridos por la planta y por el gerente de manufactura y se toman en cuenta para la manufactura de los equipos de producción. **El proceso se lleva de manera tardía, con muchas necesidades o puntos abiertos por parte de planta hacia con el producto.**

Ilustración 22 Gráfica de Rada de status QUAD 2



FUENTE: PO. Radar Chart QUAD 2 2016

(PO, 2016, QUAD 2 Radar Chart), fecha de consulta: 25 de Febrero del 2017, p.2)

En la ilustración 22, se muestran los avances y resultados de la revisión número 2 del producto, se observa un avance comparando el estatus anterior bastante significativo, este se dio a través de la continua retroalimentación del equipo de producción de planta hacia el equipo de manufactura de proyectos, que a su vez

comunica estas necesidades al equipo de ingeniería, dueño del proceso de estas revisiones de producto

3. LR APQP: Durante el desarrollo de esta auditoría se establece el nivel de involucramiento de la planta en los conceptos de manufactura, si bien esta etapa pertenece 100% al gerente de Manufactura, existen decisiones de inversión que la planta debe realizar y contemplar (CAPEX). **Se determina que el proceso se lleva en tiempo y en forma, teniendo como resultado PDCA dando seguimiento a los temas de inversión.**
  
4. LR FIRST TRIAL / QUAD 3: Esta revisión es dirigida por el Gerente de Manufactura y de Ingeniería respectivamente, comenzando con la retroalimentación del proceso y que necesidades tiene aún de la parte de Ingeniería de producto, una vez que se establecen las necesidades y se califican con CNQs o no, estas se enlistan para conformar un PDCA de ajuste fino en las piezas. **Se establecen medidas en tiempo y en forma, pero siguen existiendo restricciones del producto que deberán ser comunicadas al cliente para la autorización de cambios de Ingeniería.**

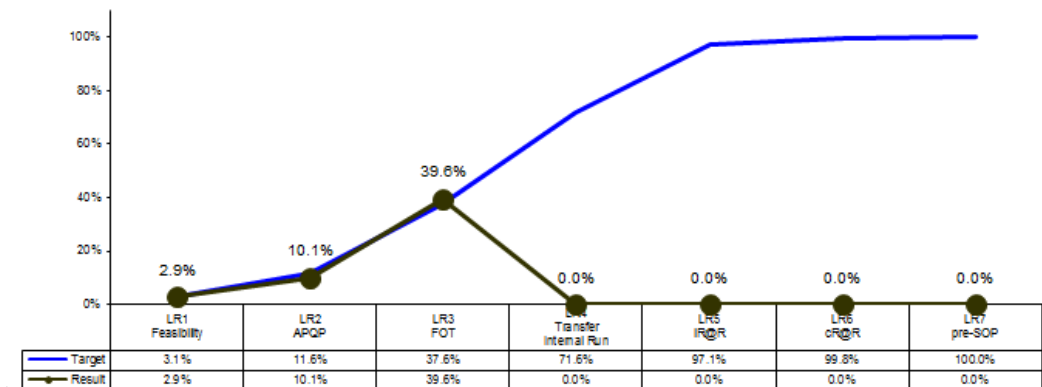
En la ilustración 23 se muestra la gráfica comparativa de la 3era revisión de ingeniería (QUAD 3) y la primera del reporte de Launch Readiness<sup>5</sup> o alistamiento de los procesos de manufactura, en dicha imagen se muestra el nivel de adherencia o apego a los requerimientos mínimos para integrar un proceso adecuado y confiable de manufactura. Esta grafica muestra el nivel de involucramiento del departamento de manufactura e ingeniería al momento de fabricar las primeras piezas.

---

<sup>5</sup> LR Es una revisión exclusiva de manufactura, donde se mide el nivel de alistamiento que tiene la planta en función a los requerimientos del cliente para el momento de la auditoría



Ilustración 23 Gráfica de control LR 1,2 &3

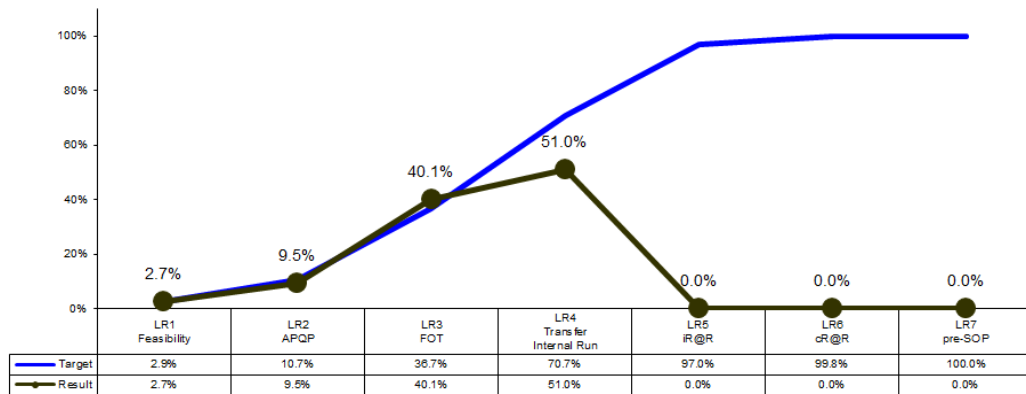


FUENTE: PO. Resultados LR 3 2016

(PO, 2016, LR 3 Resultados), fecha de consulta: 25 de Febrero del 2017, p.1)

- LR TRANSFER: Esta etapa decide si los equipos construidos para la producción en serie tienen el suficiente nivel de confiabilidad para ser transferidos a la planta productiva y debe tener un cumplimiento del 80% para que el proveedor del equipo pueda cerrar los puntos abiertos en la puesta en marcha. Los equipos de producción deben producir piezas OK o conformes, así mismo deben repetir por lo menos 30 ciclos continuos sin presentar fallo alguno y deben presentar evidencia mostrando que alcanzan la velocidad de producción requerida por el cliente. **Se identifica que existen equipos con muchos puntos abiertos y debido al poco tiempo derivado de una nominación tardía provoca llevar los equipos a planta al 60% de terminación.**

Ilustración 24 Gráfica de control LR 4



FUENTE: PO. Resultados LR 4 2016

(PO, 2016, LR 4 Resultados), fecha de consulta: 25 de Febrero del 2017, p.1)

La ilustración 24 refleja un decremento en la revisión correspondiente a esa etapa del desarrollo del proyecto, esta se debió a la llegada tardía de los equipos de manufactura para ese momento, cabe mencionar que a partir de la revisión del LR 4 este depende 100% del equipo de manufactura y como ese validan los equipos en las instalaciones del proveedor antes de la transferencia definitiva a la planta productiva. Esta etapa es de suma importancia debido a que los medios de producción deben estar listos a un 90% de la condición final para la producción en serie.

6. LR INTERNAL RUN: Durante esta etapa el equipo de manufactura valida los equipos funcionando al 100% y estos deben cubrir con los requerimientos de calidad, velocidad de producción, repetitividad y sin presentar problemas en temas neumáticos, eléctricos o de programación, es sujeto a validaciones de pruebas y error y/o de Poka Yoke para ser clasificada como sea pertinente, finalmente se hace una validación de seguridad y de ergonomía validando al 100% los equipos. **Se determina que la corrida de prueba para esta etapa es satisfactoria, se liberan los procesos por calidad y se valida la repetitividad del equipo por medio de estudios de Cp y**

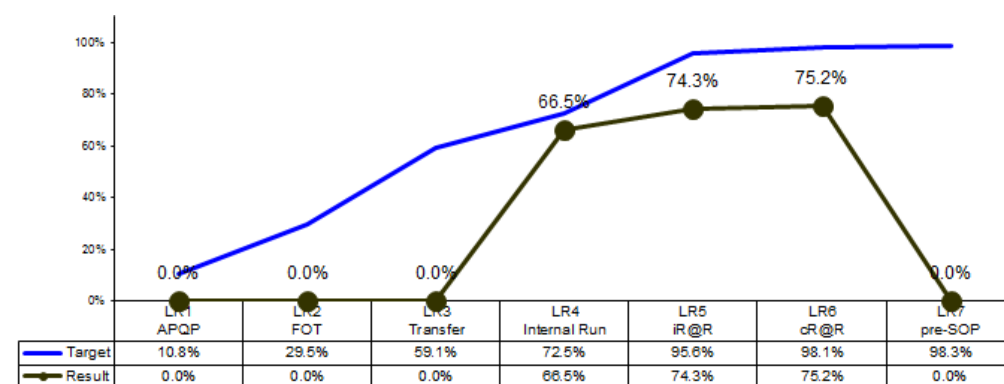
**CPk, se realiza en tiempo y forma, adicionalmente los resultados muestran evidencia para soportar los entregables del proceso de PPAP.**

7. LR R@R: En el desarrollo de esta revisión se emulan las condiciones de producción, contando con el lay out completado al 100% de acuerdo a plan de Ingeniería Planta y este es evaluado para revisar tiempos ciclos, ergonomía, movimientos y ubicación de los equipos, el fin último de esta etapa es validar que bajo condiciones reales el diseño de la línea de producción cumple con las expectativas de calidad y de volumen requerido por el cliente. **Esta validación es aprobada de manera interna, donde la línea de producción se pone a prueba durante 2 horas y cumpliendo con los niveles de producción sin presentar fallo alguno. Esta se realiza de manera oportuna generando PDCA para Ingeniería planta de las no conformidades menores encontradas durante la revisión.**

8. LR CUSTOMER R@R: Una vez que se valida el correcto funcionamiento de la línea de manera interna, el cliente deberá constatar dicha prueba bajo condiciones de producción reales, considerando el llamado de producción del OEM, la recepción del mensaje de producción en secuencia de manera correcta, dando entrada al proceso de producción de la planta que consta de tomar la primera pieza en la secuencia de ensamble hasta colocarla en el Rack de entrega del cliente, este debe cumplir de igual forma los requerimientos de calidad, velocidad y correcto manejo de los problemas de producción del día a día. El entregable final es la aceptación del cliente de que el producto cumple todos los

requerimientos de capacidad y confiabilidad de entrega. **Esta revisión se lleva de manera tardía por órdenes del cliente, con el objetivo de valorar la curva de arranque del proceso y como este impacta en la línea del proveedor, el resultado final es una aprobación condicionada por no conformidades menores encontradas, se crea un PDCA y se da seguimiento hasta la completa satisfacción del cliente.**

Ilustración 25 Gráfica de control LR 5 & 6



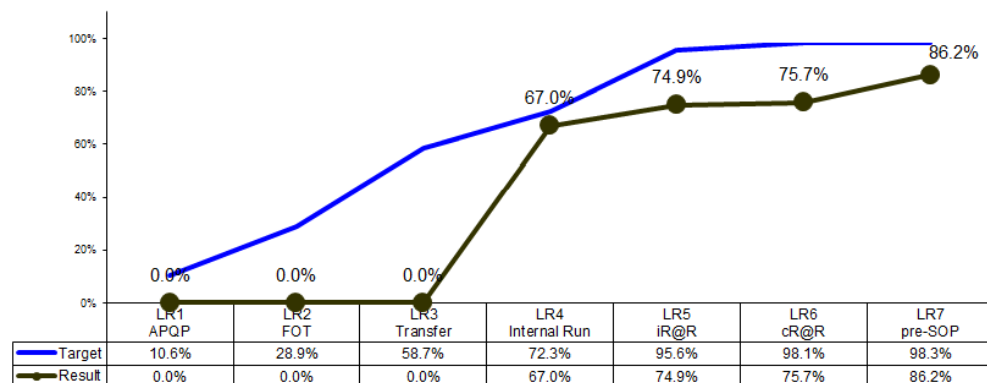
FUENTE: PO. Resultados LR 5 & 6 2016

(PO, 2016, LR 5 & 6 Resultados), fecha de consulta: 25 de Febrero del 2017, p.1)

La ilustración 25 refleja que durante la revisión de este LR, los equipos de manufactura presentados al cliente no muestra un nivel aceptable del objetivo de cumplir cadencia, calidad, confiabilidad y repetitividad. Periódicamente el reporte de LR (Launch Readiness o Alistamiento de lanzamiento), muestra en cada etapa el avance del proyecto, estos reportes se realizan en promedio cada 2 meses. El nivel de adherencia para ese momento se encuentra en un estatus amarillo y pueden continuar usándose los equipos con la promesa de mejora para la próxima revisión.

9. LR SOP: El último control que existe para el lanzamiento de un programa es donde una vez que se ha entregado un programa a planta, este es revisado y calificado en función a su desempeño para tomar las lecciones aprendidas y capitalizarlas en proyectos futuros, este en resumen considera todas las premisas descritas al momento de concebir el programa con el cliente y compara contra la situación real, con el fin de justificar si existieron medios que se agregaron o se eliminaron y principalmente califica que las inversiones y los presupuestos pronosticados fueron respetados. **Se dictamina un lanzamiento exitoso, debido al nivel de involucramiento de la planta, al cumplimiento de objetivos en función a las entregas definidas por el cliente, al reducir los gastos proyectados y al respetar los objetivos de CNQs, 10% por debajo del establecido (80 KUSD) tanto para ingeniería como para manufactura.**

Ilustración 26 Gráfica de control LR 7



FUENTE: PO. Resultados LR 7 2016

(PO, 2016, LR 7 Resultados), fecha de consulta: 25 de Febrero del 2017, p.1)

En la ilustración 26 Se muestra un mejor nivel de adherencia a los objetivos definidos, para este entonces la línea de producción cuenta con todo lo necesario para cubrir las expectativas del producto, del proceso y de cliente. En caso de existir aun temas por cerrar, estos se enlistan en un PDCA para ser seguidos y

completados por el equipo de manufactura de Planta y se cierra la etapa de validación y puesta en marcha de los equipos.

En conclusión se observa que los métodos de control son suficientes y en su mayoría oportunos pero, existen muchas limitantes por medio del cliente restando poder de decisión al equipo de programa, se encontró que a pesar del estrecho margen de cambio que el cliente tiene ante los cambios de ingeniería, el poder justificarlos con pruebas este es capaz de liberarlos y en su mayoría acceder a invertir en ellos.

Otra limitante encontrada es el tiempo con el que se nomina a los proveedores, forzando en la etapa de desarrollo, los equipos de manufactura y el desempeño del producto, la única manera de mantener bajo control estos dos aspectos es el mantener la continua comunicación con el cliente, a través del Program manager mediante las juntas de revisión periódicas que se mantienen, donde se notifican las consecuencias y potenciales riesgos que este conlleva.

De la misma manera se denota que existen faltas de adherencia al 100% en función a la etapa evaluada y este se debió a una tardía toma de decisiones en cuanto a las inversiones de CAPEX, estas inversiones son en su mayoría aquellas que son exclusivas para que la planta desarrolle los procesos sin ninguna complicación, como bandas transportadoras, racks de transporte interno, entre otros, como se mencionó, la tardía compra de estos equipos impactan temas de lay out y flujo de materiales, si bien siempre deben considerarse medios alternos y verificados con Calidad Planta, estos fueron un factor determinante para no lograr los objetivos en tiempo y en forma, es por ello que es altamente recomendable aprovisionar un flujo de dinero para prever estas compras a tiempo y no afectar los flujos internos y por consecuencia las entregas con el cliente.

### **6.3 Propuesta de solución**

Definir en función al desarrollo de la estrategia una propuesta que optimice el manejo administrativo de los nuevos programas de la empresa Plastic Omnium, con el objetivo de ser una organización y un departamento rentable que vaya de la mano con el desarrollo organizacional y el de sus empleados, manteniéndolo así como primera opción ante sus principales clientes y como una empresa que se denota por su alto nivel administrativo. A continuación se enlistaran las actividades de seguimiento para mejorar los procesos administrativos durante el desarrollo de los nuevos programas.

1. Correcto Seguimiento de los PDCA's en tiempo y en forma, presentando las evidencias del cumplimiento del mismo, mediante la revisión quincenal de los puntos abiertos y de manera diaria para los críticos.
2. Desarrollar de manera más oportuna el proceso de QUAD involucrando al 100% del equipo e incluyendo el total del requerimiento de planta y manufactura sobre el producto. Estas revisiones deber de manera mensual justo después de recibir la nominación o entrega del programa por parte del cliente.
3. Planificación de Lay out y compra de CAPEX en etapas tempranas del proyecto y cubrir los eventos de pre-series sin conformidades mayores, esto mediante la revisión de inversiones bimestrales con el equipo de ingeniería de planta, para establecer los requerimientos mínimos e indispensables, a esto se le conoce como Small CAPEX<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Small CAPEX se define como las inversiones de activos de la planta que servirán para soportar las etapas tempranas del proyecto como las pre-series, estas se conforman por equipo de transportación de material, equipo de ensamble manual, entre otros. Al final formaran parte de los activos de la empresa.

4. Asignación de un equipo multidisciplinario integrado por Manufactura proyectos, Ingeniería planta, ingeniería de proyectos y logística, para asegurar los requerimientos de la planta en etapas tempranas de cotización, disminuyendo el riesgo de omitir inversiones e implicaciones técnicas de alto impacto.



## Resultados

Parte de los resultado obtenidos se resumen en planes de acción que cada una de las áreas es responsables de implementar y mantener, muchas de estas acciones se centran en las capacitaciones de los entregables que cada uno como responsable de área es participe y se compromete a entregar y seguir para el correcto seguimiento de los lineamientos del PPAP y APQP. A continuación se enlistarán con más detalle cuales fueron las salidas de este estudio, los responsables y lo métodos a utilizar.

1. Revisión oportuna de Small CAPEX con el equipo de Manufactura proyectos e Ingeniería Planta, el gerente de Manufactura proyectos liderará de manera bimestral estas reuniones compilando todas las necesidades de planta para no poner en riesgo el manejo de eventos tempranos del cliente, en este caso pre-series.
2. Correcto seguimiento de PDCA o planes de acción de manera semanal y diaria para aquellos que sean considerados críticos, el gerente de lanzamiento de proyectos es el encargado de enlistar los puntos, asignar responsables, plazos y brindar soporte cuando sea necesario para cerrar los puntos, acudiendo al sistema de escalación.
3. Capacitaciones de APQP a las áreas de Ingeniería Planta y de proyectos para homologar las actividades hacia el mismo fin, el Program Manager junto con el gerente de Recursos Humanos deberán planear dicha actividad, se recomienda de manera anual para reforzar año con año la metodología.

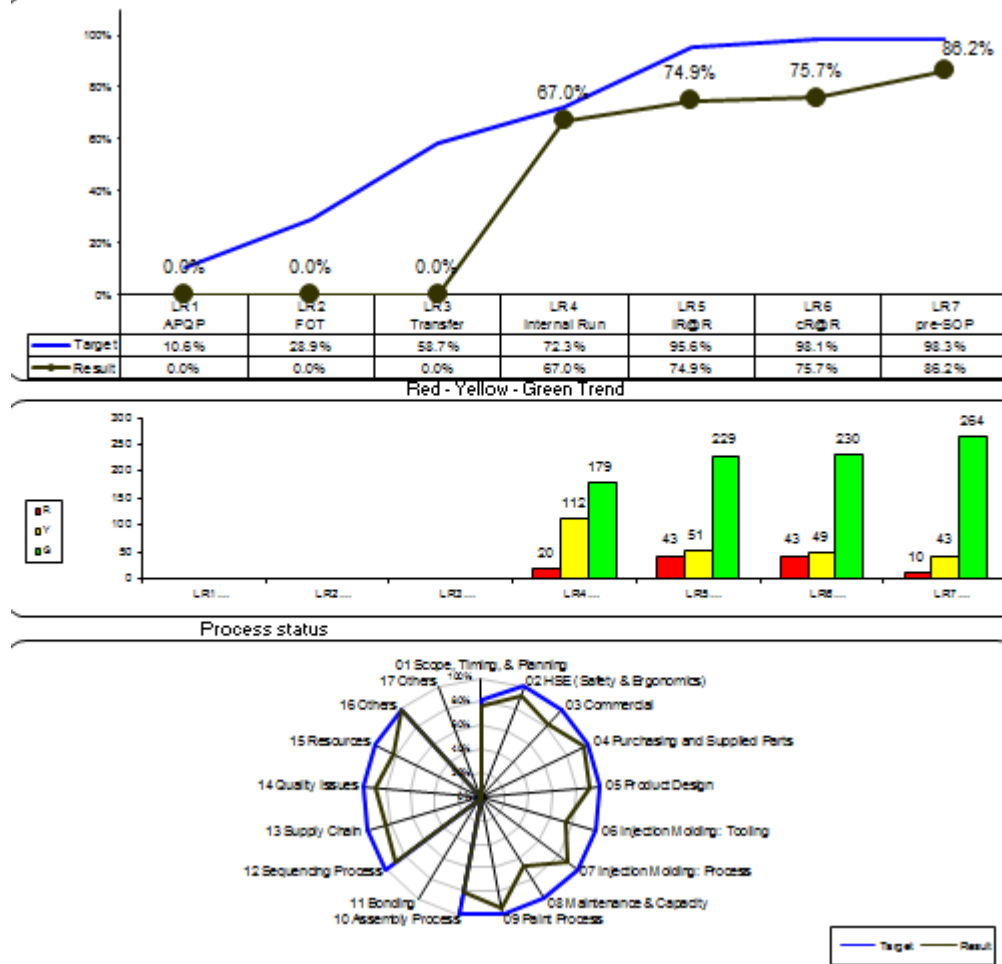
Dentro de las soluciones implementadas por parte de los directivos y del staff de proyecto, el implementar a detalle un plan de acción dentro de las auditorías que al día de hoy tienen los programas, para que de esta manera todos los

responsables estén enterados de sus actividades y plazos, de igual forma se implementan sistemas de escalación donde existan fuerzas externas que no permitan al propietario de la tarea finalizarla, canalizándola al Top Management para tomar cartas en el asunto y resolverlas.

La implementación de aprovisionamiento de CAPEX fue otra solución para que en futuros programas la planeación de las inversiones se hagan con mucha mayor antelación evitando poner en riesgo las pre-series y el lanzamiento, teniendo de manera oportuna todo aquello que la planta necesita para soportar el manejo de materiales en etapas tempranas del proyecto.

En la Ilustración 27 se muestra la adherencia de las auditorías y el estatus de la misma, comparando los % del deber ser vs el real. Este resumen consta de 3 gráficas, donde la primera habla del porcentaje de cumplimiento en función al requerimiento de planta vs el nivel de alistamiento de los procesos de manufactura, posteriormente en la segunda gráfica se grafican el número de puntos conformes en color verde, en color amarillo aquellos que no están cerrados al 100% pero no representan mayor riesgo en el mediano plazo y estos deben seguirse por medio de la metodología de PDCA, finalmente en color rojo se enlistan los puntos abiertos que ponen en riesgo a los procesos en el corto plazo, para estos se definen a un responsable y día con día se reporta el avance de las tareas. Por último en la tercera gráfica de radar se muestra el estándar contra el real alcanzado a ese momento, se cuentan con diferentes niveles de aceptación donde los responsables del área de manufactura de proyectos y de planta generar un común acuerdo para cerrar o no dicha fase de evaluaciones.

Ilustración 27 Gráfica de Adherencia General del programa



FUENTE: PO. Resultados de adherencia vs objetivos 2016

(PO, 2016, Resultados vs objetivos), fecha de consulta: 25 de Febrero del 2017, p.1)

Una vez que se conoce el estado real del programa, se crea una minuta o lista de acuerdos donde se clasifican los puntos abiertos en críticos o Deep Red Point que se definen como puntos a seguir y de igual forma Key tracking points. El Objetivo de separar y clasificar las actividades es para dar prioridad a aquellas que puedan poner en riesgo el desarrollo del proyecto y posteriormente cerrar aquellas que son para seguimiento. En esta misma lista se nombra la posición del encargado que debe cerrar la actividad junto con un plazo, si este no es respetado en tiempo y en forma se da seguimiento por medio del proceso de escalación, por otro lado, si este es presentado correctamente, cuando el auditor lo requiere, de acuerdo a

la fecha de entrega, este solo se cierra y se crean lecciones aprendidas para permear la información a otros puestos de trabajo, programas e incluso a diferentes plantas alrededor del mundo.

**Ilustración 28 PDCA LR Deep Red Points**

**Deep Red Points**

		Who	When
1.	<b>Commercial</b> > Service parts contract, BOM and packaging not available. VW to provide contract and BOM.	CPM	CW17
2.	<b>Injection process</b> > Mold spare parts not available. Issue purchase order and get lead time.	Plant Injection	CW17
3.			
4.			
5.			
<b>KEY Tracking Points</b>	<b>Supply chain</b> > 3 LPP still open.	SCM	cw16

FUENTE: PO. Lista de Deep Red Points. 2016

(PO, 2016, Deep Red Points), fecha de consulta: 25 de Febrero del 2017, p.2)

Finalmente en la Ilustración 28 se refuerzan las actividades enlistadas en el PDCA y mencionadas en la ilustración 27, estos son los puntos abiertos de color rojo que pueden impactar al proyecto en el corto plazo, como se comentó este seguimiento es de manera diaria para asegurar el cumplimiento de los entregables y evitar que este comprometa a la compañía con el cliente.

Estos conceptos han roto esquemas y han involucrado de mejor manera a los equipos de planta y de proyectos sin precedente, donde ahora los equipos multidisciplinarios de calidad, ingeniería, manufactura y planta se encuentran al mismo nivel de información y de participación, mostrando al cliente final mayor profesionalismo y capacidad de respuesta ante retos o situaciones que demandan dichas aptitudes y actitudes dentro de los equipos.

De igual forma es deber común seguir y mejorar los indicadores propios de la empresa para brindar mejores resultados y perfilarse como aquel “best in class” que es competitivo ante cualquier escenario adverso económico y que es capaz de desarrollar a todos los protagonistas dentro de su entorno.

## Conclusiones y recomendaciones

Debido al cambio constante en el entorno competitivo internacional las empresas se ven obligadas a permanecer con las últimas tecnologías de información y de producción, pero sobre todo un sistema que permita el crecimiento que integre a todos los involucrados incluyendo a quienes de manera directa e indirectamente participan en ella y que este sistema además permita un desarrollo que le otorgue un beneficio a la localidad, esto para consolidarse como empresa incluyente y capaz de cubrir las necesidades de los mercados.

Definir como prioridad de desarrollar a los sistemas en conjunto a las personas tiene como objetivo concientizar a aquellos que participan en ellos y hacerlos conscientes de que parte de la supervivencia en este tipo de empresas se basa en el completo involucramiento de los requerimientos de los sistemas para entregar los resultados esperados por los clientes y requerimientos legales del mercado. Al analizar y proponer como piedras angulares dos herramientas de la AIAG se busca por medio del adecuado seguimiento, establecer metas, objetivos y todo aquello que dé como resultado una planeación estratégica que no solo busque como primera tarea la recuperación de las inversiones hechas por las empresas, sino que también busque desarrollar a los equipos y que estos a su vez reten los “Status Quo” obteniendo sistemas de mejora continua, siendo de igual forma, los medios que permitan ser a la empresas más competitivas y mejores cada vez.

Considerando el antes y el después de los procesos administrativos de un nuevo programa, se logra apreciar el cambio significativo solo siguiente la metodología y lo más importantes bajo un acompañamiento que el auditor del sistema brinda, incorporando a este esquema a la planta, al programa y a la alta gerencia, mostrando así la gran sinergia que ahora existe entre todos los responsables de una lanzamiento exitoso.

Una de las principales recomendaciones de este estudio se basa en la continua capacitación de las personas dentro de los sistemas que ofrecen como empresa las propuestas de valor y además identifiquen a las empresas y en especial a Plastic Omnium como líderes en su ramo no solo por sus ventas o participación en el mercado, sino que también como desarrolladoras de personas y de equipos de personas que son quienes hacen que los sistemas y el prestigio de las empresas se mantengan en alto.

## Referencias

### ***-Bibliográficas***

Audirac, C. (2013). Desarrollo Organizacional y consultoria. Trillas. México

Benjamín, E. (2013). Auditoria Administrativa. Pearson. México

Book, B., Hopkins, R. ,Fick, W., Minkler, R., Williams, C., (2008). FMEA. EUA: AIAG.

Book, B., Hopkins, R. ,Fick, W., Minkler, R., Williams, C., (2006). PPAP. EUA: AIAG.

Book, B., Hopkins, R. ,Fick, W., Minkler, R., Williams, C., (2008). APQP. EUA: AIAG.

Book, B., Hopkins, R. ,Fick, W., Minkler, R., Williams, C., (2005). SPC. EUA: AIAG.

### ***-Electrónicas***

Aguilera, I. (2016). Gestión de realización de beneficios, un elemento desencadenante del éxito. Obtenido de:

[http://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/benefits-focus-during-project-execution.pdf?sc\\_lang\\_temp=es-ES](http://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/benefits-focus-during-project-execution.pdf?sc_lang_temp=es-ES)

Code Jobs. (2017). Principios de la bases del proceso administrativo. Obtenido de:

<https://www.codejobs.biz/es/blog/2014/02/09/principios-de-las-fases-del-proceso-administrativo>

INEGI. (2016). Manual de control administrativo. Obtenido de:

<http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/internet/manualdecontroladmvo.pdf>



Kavanaugh. (2017). Statistical Quality Analysis (Manufacturing). Obtenido de:  
<http://kavanaugh.ca/minitab/manufacturing-quality/quality-analysis/>

Minitab knowledge. (2011). X Bar and R Chart. Obtenido de:  
<http://www.minitabknowledge.com/2012/12/x-bar-and-r-chart.html#.WUX0EdyQzIU>

OCDE (2010). México Políticas Clave para un Desarrollo Sostenible. Obtenido de:  
<https://www.oecd.org/mexico/45391108.pdf>

Peralta, M. (2017). CORE TOOLS (Herramientas Núcleo). Importancia en la industria no solo automotriz sino general. Obtenido de:  
<http://www.visionindustrial.com.mx/industria/operacion-industrial/core-tools-herramientas-nucleo-importancia-en-la-industria-no-solo-automotriz-sino-general>

Plastic Omnium. (2017). Historia & presencia de PO. Obtenido de:  
<https://www.plasticomnium.com/en/the-plastic-omnium-group/plastic-omnium-around-the-world.html>

SPC Consulting Group. (2017). Core Tools. Obtenido de:  
<http://spcgroup.com.mx/core-tools/>