



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**  
**UNIDAD ACADÉMICA PROFESIONAL TIANGUISTENCO**

---

---

LICENCIATURA DE INGENIERO EN PLÁSTICOS

“IMPORTANCIA DE LA ADMINISTRACIÓN Y  
SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL  
DESARROLLO DE PRODUCTOS”

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**INGENIERO EN PLÁSTICOS**

**P R E S E N T A**

**JORGE EMILIO BERNAL MORENO**

DIRECTOR:

**M. en I. RAYMUNDO MEDINA NEGRETE**

TIANGUISTENCO, MÉXICO. JUNIO 2014.



**UAEM** | Universidad Autónoma  
del Estado de México

## Unidad Académica Profesional Tianguistenco

El comité revisor designado por la Unidad Académica Profesional Tianguistenco de la Universidad Autónoma del Estado de México, aprobó la tesina: Importancia de la administración y solución de problemas en el desarrollo de productos del C. Jorge Emilio Bernal Moreno el día 16 del mes de junio del año 2014.

ATENTAMENTE  
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO  
*"2014, 70 Aniversario de la Autonomía ICLA-UAEM"*



Subdirección Académica  
UAP Tianguistenco

  
M.I. Raymundo Medina Negrete

  
Ing. Octavio Islas Mares

  
M.I. Rogelio Esquivel Gómez



[www.uaemex.mx](http://www.uaemex.mx)

Paraje el Tejocote, San Pedro Tlaltizapan, Tianguistenco Estado de México  
CP. 52640  
Teléfono (722) 4810800

# *Agradecimientos*

---

## *A mis padres*

*Porque gracias a su esfuerzo y dedicación me permitieron poder culminar mis estudios profesionales. Por haber puesto su tiempo y su cariño en darme las mejores condiciones para mi desarrollo. Por no escatimar sacrificios para cubrir mis necesidades. Por no perder la fe en mí ante cualquier adversidad y por haberme permitido entrar en sus vidas.*

## *A mis hermanos*

*Por permitirme darles un ejemplo a mejorar. Por ser aquel amigo incondicional que estuve ahí para cualquier cosa. Por ayudarme a mantenerme honesto con mí mismo y con los demás. Por no dejarme olvidar que todo es posible si te esfuerzas lo suficiente.*

## *A mis tíos*

*Por apoyarme desde pequeño y en cada momento que lo necesite. Por haberme cuidado y sentirse orgullosos de tenerme como parte de su familia.*

## *A mis primos*

*Por haber sido mis hermanos mayores que me cuidaron y me dieron su cariño incondicional.*

## *A mis amigos*

*Por haber estado conmigo en momentos difíciles y por haberme dado alegrías que enriquecieron mi vida.*

## *A mis profesores*

*Por guiar mi crecimiento profesional, por brindarme su tiempo y conocimientos que me ayudaron a lograr mi objetivo. Por alentarme a aprovechar todo mi potencial.*

## *Al Maestro Raymundo Medina Negrete*

*Por todo el apoyo brindado durante la realización de este trabajo y por su invaluable aportación a mi crecimiento académico y profesional. Gracias a sus comentarios y enseñanzas forme una visión que me ayude a crecer.*

*Con todo mi cariño y amor para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños por motivarme y darme la mano cuando lo necesite, a ustedes por siempre mi agradecimiento.*

---

# RESUMEN

---

La responsabilidad y compromiso de un Ingeniero es resolver problemas, en este trabajo se analizan y detallan algunas metodologías que existen para este fin. Este trabajo servirá para afinar la visión, el criterio y las habilidades que debe tener un Ingeniero cuando se enfrente a obstáculos que deben ser librados, proponiendo correcciones y contramedidas a las diferentes situaciones que se le presenten en su vida profesional.

Un problema proviene del deseo de lograr la transformación de un estado de cosas en otro. Por lo tanto es fundamental que un ingeniero, primero tenga el deseo de cambiar las cosas, el nivel de conciencia, disciplina y pasión que aplique para llevar a cabo la transformación de un estado no deseado a uno deseado es esencial para la solución de problemas.

Desarrollar productos que cumplan con un exitoso ciclo de vida y garanticen la satisfacción del cliente, requiere que las empresas pongan atención en contar con recursos humanos profesionales, sensibles y comprometidos. Profesionistas con los conocimientos reales, las actitudes, las destrezas técnicas y administrativas para detectar los estados no deseados y los transformen en mejores oportunidades de negocio y con esto lograr que la empresa sea más competitiva.

La administración de proyectos, con una ingeniería concurrente apoyada en el trabajo en equipo, puede ser el motor de cambio de las cosas, sumar habilidades y capacidades de los miembros del equipo de trabajo es base para el mejoramiento del desempeño de los proyectos, por lo tanto en este trabajo se describen métodos y procedimientos que los ingenieros deben de seguir para hacer más eficiente y eficaz un proceso de solución de problemas.

Planear, hacer, confirmar y retroalimentar es un ciclo sistemático del análisis y solución de problemas, que el Ingeniero debe dominar para encontrar las causas raíz de los efectos presentados y poder proponer soluciones optimas que satisfagan criterios y restricciones, estas deben perdurar en el tiempo y proveer beneficios a todos eslabones involucrados en la cadena logística, garantizando y cuidando la seguridad, calidad, costo y protección al medio ambiente de los procesos analizados.

Si el ingeniero es por lo tanto un solucionador de problemas, su enfoque principal debe estar en identificar necesidades o carencias que puedan satisfacerse mediante acciones. De esta manera este trabajo detalla la metodología de las 8Ds para solución de problemas, la cual requiere ser soportada dentro de las empresas con una misión y visión bien definida, procesos perfectamente mapeados y equipos de trabajo multidisciplinarios, lo cual dará como consecuencia un proceso

---

# RESUMEN

---

sistemático de mejora continua, donde no se pierda el enfoque en la detección y transformación de los estados no deseados.

Finalmente, la solución de problemas en una empresa, se mueve dentro de sistemas muy dinámicos y multifactoriales, estos estados no deseados cambian y se retroalimentan de manera muy rápida. Por lo tanto analizar problemas, causas, efectos y contramedidas, requiere conocimientos para establecer modelos operacionales de mejora continua, que nos permitan responder rápidamente a los problemas que se presenten. Así el ingeniero debe percibir, comprender y entender la naturaleza o comportamiento de un sistema o de un fenómeno y con esto establecer y desarrollar acciones necesarias para erradicar los problemas de raíz y complementar con acciones y estrategias para evitar que se vuelvan a presentar estos en futuros proyectos.

---

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

---

En México el potencial de crecimiento que se tiene en la actualidad con el reciente establecimiento y prosperidad que las compañías armadoras han tenido en el país está buscando ser aprovechado por muchas empresas del sector plástico que aún no cuentan con sistemas dentro de su organización que guíen de manera estructurada sus actividades productivas. Sin un buen soporte administrativo respaldado por una filosofía interna que marque las directrices bajo las cuales las operaciones dentro de la empresa se llevarán a cabo, no se podrán aprovechar las oportunidades que esta circunstancia brinda. Si el proceso que se sigue no es el adecuado por lo tanto el resultado que se tiene no será el esperado y dentro de esta regla se observa que es el procedimiento el que tiene que aportar al desarrollo de productos y a la resolución de problemas, cuando se hayan tomado los procesos adecuados se obtendrán los resultados esperados. En el momento en que las pequeñas y medianas empresas comiencen a aplicar herramientas y procedimientos fundamentados en una filosofía organizacional se podrá hablar de un crecimiento sostenible y abrirá el campo para aprovechar al máximo todo su potencial. Y es que sin una organización sistemática de los procedimientos será difícil asumir el lanzamiento de un nuevo producto o cumplir con los tiempos programados para cada etapa, además al no tener las técnicas de resolución de problemas orientadas a la mejora continua no se tendrá una retroalimentación correcta que pueda tomarse como una lección aprendida o aporte al crecimiento de la organización que fortalezca su confiabilidad ante sus clientes.

---

# OBJETIVOS

---

## Objetivo general

Describir una las directrices en el uso de herramientas y metodologías que guían el desarrollo de productos y la solución de problemas logrando una sinergia entre estas que encamine todos los esfuerzos hacia la mejora continua y fortalecimiento de la estructura organizacional de una manera sostenible para los procesos y productos dentro la organización para brindar la competitividad que la industria del sector plastico necesita.

## Objetivos específicos

- Aclarar la importancia que tiene la solución de problemas durante el desarrollo de producto.
  - Mostrar metodologías de resolución de problemas orientadas a la mejora continua.
  - Ejemplificar la aplicación de las metodologías de resolución de problemas en una falla de un producto plástico.
  - Describir las ventajas que se obtienen al usar una estructura de herramientas y metodologías para el desarrollo de productos y la solución de problemas.
-

# ÍNDICE

---

INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I. EL DESARROLLO DE PRODUCTOS.....</b>	<b>4</b>
1.1 Factores involucrados en el desarrollo de productos .....	5
1.1.1 Desarrollo de la especificación del producto.....	5
1.1.2 Los factores de un proyecto de desarrollo de producto.....	6
1.2 La competitividad como estrategia en el desarrollo de productos .....	8
1.2.1 Amenaza de nuevos entrantes .....	9
1.2.2 Amenaza de posibles productos sustitutos .....	9
1.2.3 Poder de negociación de los proveedores o vendedores.....	10
1.2.4 Poder de negociación de los compradores o clientes .....	10
1.2.5 Rivalidad entre los competidores.....	11
1.2.6 La sexta fuerza: El Gobierno .....	11
1.3 El Ciclo de vida del producto.....	13
1.3.1 El ciclo de vida como resultado de la calidad del proceso de desarrollo de producto.....	13
1.3.2 Etapas del ciclo de vida del producto.....	14
1.3.2.1 Desarrollo.....	14
1.3.2.2 Introducción .....	14
1.3.2.3 Crecimiento.....	14
1.3.2.4 Madurez .....	14
1.3.2.5 Declinación .....	15
1.3.2.6 Etapa de reposicionamiento.....	15
1.4 Modelo genérico de un proceso de desarrollo de producto .....	17
1.4.1 Fase 0: Planeación .....	17
1.4.2 Fase 1: Desarrollo de concepto.....	17
1.4.3 Fase 2: Diseño a nivel sistema.....	17
1.4.4 Fase 3: Diseño de detalles .....	17
1.4.5 Fase 4: Prueba y refinamiento.....	18
1.4.6 Fase 5: Producción piloto .....	18
1.4.7 El lanzamiento del producto.....	18
1.4.8 La comercialización.....	18
1.4.9 Desarrollo de Conceptos de diseño. ....	19

---

# ÍNDICE

---

1.5 Ingeniería concurrente en el desarrollo de productos .....	22
1.5.1 Objetivos de la ingeniería concurrente.....	23
1.5.2 Fases de la Ingeniería Concurrente en el desarrollo de producto.....	23
1.5.2.1 Fase 1: Identificación del proyecto .....	23
1.5.2.2 Fase 2: Alcance del proyecto.....	24
1.5.2.3 Fase 3: Necesidades y Análisis .....	24
1.5.2.4 Fase 4: Diseño del sistema .....	24
1.5.2.5 Fase 5: Planificación de desarrollo .....	24
1.5.2.6 Fase 6: Construcción.....	24
1.5.2.7 Fase 7: Instalación y evaluación .....	24
1.6 Planeación avanzada de la calidad del producto .....	26
1.6.1 Etapas de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto.....	26
1.6.2 Uso de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto.....	28
1.7 El análisis de problemas dentro del desarrollo de productos.....	30
1.7.1 El modelo de las 4P's de Toyota.....	31
1.7.1.1 Filosofía .....	32
1.7.1.2 Proceso.....	32
1.7.1.3 Personas.....	33
1.7.1.4 Análisis de problemas. ....	33
<b>CAPÍTULO II. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS. ....</b>	<b>35</b>
2.1 La mejora continua. ....	36
2.2 Herramientas básicas para la obtención de información y análisis de problemas. .....	39
2.2.1 Lluvia de ideas .....	39
2.2.2 Colección de hechos.....	39
2.2.4 Principio de Pareto.....	40
2.2.5 Los 5 ¿Por Qué?.....	40
2.2.6 Los 5 ¿Por Qué? Tres Piernas .....	41
2.2.7 Hoja de Verificación. ....	41
2.2.8 Gráfico de Control.....	41
2.2.9 Histograma .....	41

---

# ÍNDICE

---

2.2.10 Diagrama de Dispersión .....	42
2.2.11 Muestreo estratificado.....	42
2.3 El Círculo de Deming.....	43
2.3.1 Planificar.....	44
2.3.2 Hacer .....	44
2.3.3 Verificar .....	45
2.3.4 Actuar .....	45
2.4 Kepner – Tregoe.....	47
2.4.1 Análisis de problemas mediante el método de Kepner – Tregoe.....	47
2.5 Seis Sigma.....	50
2.5.1 Análisis de problemas mediante el método de Seis Sigma.....	51
2.6 Las 8 disciplinas.....	58
2.6.1 Análisis de problemas con el uso de Las Ocho Disciplinas.....	59
CAPÍTULO III APLICACIÓN METODOLOGICA DEL METODO 8Ds A UN PROBLEMA DE CALIDAD EN UN PRODUCTO PLÁSTICO. ....	64
3.1 Situación inicial .....	65
3.2 Primera etapa: Las 3Ds.....	66
3.3 Segunda etapa: Análisis de la causa raíz.....	68
3.3.1 Diagrama causa – efecto .....	68
3.3.2 Los 5 ¿Por qué? Tres piernas .....	70
3.4 Tercera etapa: Acciones correctivas.....	73
3.5 Cuarta etapa: Prevención.....	77
3.6 Quinta etapa: Fin del análisis.....	79
CAPITULO IV. CONCLUSIONES.....	82
4.1 Necesidades de la Industria plástica a nivel global. ....	82
4.2 Kaizen y mejora continua. ....	82
4.3 Desarrollo de productos. ....	83
4.4 Solución de problemas. ....	84
4.5 La solución de problemas en partes plásticas.....	85
Reflexiones finales del proyecto. ....	86

---

# ÍNDICE

---

ANEXOS .....	88
Índice de Figuras .....	88
Ayuda visual.....	88
Análisis de causa raíz.....	88
Formulas .....	88
Ilustraciones .....	88
Tablas.....	89
Formatos .....	90

# INTRODUCCIÓN

---

## INTRODUCCIÓN

En México según datos del Centro Empresarial del Plástico, en 2012 de las 2,700 empresas contabilizadas en 2011, 33% de ellas pertenecen a la categoría de empresa mediana, el 28% son empresas pequeñas, un 30% son microempresas y sólo el 9% entra en la categoría de empresa grande. Dentro de este 91% la regla general indica que las empresas presentan una debilidad en su estructura organizacional. La falta de misión y visión con metas de largo plazo, la falta de análisis y mapeo de procesos, así como la falta de recursos humanos calificados dentro de las empresas, tiene como consecuencia una debilidad del sector plástico para responder con velocidad y precisión a la problemática que se presenta durante el desarrollo de producto.

En el escenario actual donde las grandes compañías multinacionales que se han establecido en México durante los últimos años buscan a sus proveedores en el país, el caso de compañías que buscan partes plásticas se encuentran con que la gran mayoría de las empresas del sector no pueden cumplir con los requerimientos. Esta carencia de competencia puede deberse a varios factores como la falta de tecnología, personal sin el suficiente entrenamiento pero el factor principal es el estancamiento del cual estas empresas no han podido salir y en el cual dependen más de lo que ellas puedan hacer que de lo que les dé su entorno. La administración y el correcto manejo de las operaciones en estas empresas no es un asunto importante cuando la regla general es que la prioridad de los trabajadores es atender todas las desviaciones, que irónicamente son causadas por estas carencias en su sistema de gestión de la calidad, donde se atiende lo urgente, y se descuida lo importante.

El presente trabajo describe de manera global los aspectos importantes a cuidar en el desarrollo de productos y el análisis de problemas siendo de suma importancia debido a que serán resultado de la participación de diversas áreas que integran la organización, y reflejan el estado general de la empresa. El proceso de desarrollo de productos se puede optimizar para obtener los resultados requeridos de manera satisfactoria, del mismo modo las técnicas de resolución de problemas ayudan a que cualquier desviación encontrada pueda ser rápidamente atendida y se logre resolver el problema de una manera sistemática garantizando la no recurrencia de esa falla.

La satisfacción al cliente será el resultado de la planeación y el desarrollo de la capacidad de respuesta en las etapas del ciclo de vida del producto. Las desviaciones durante el proceso pueden surgir en cualquier momento y aunque

# INTRODUCCIÓN

---

cualquier problema puede ser evitado se debe contar con un sistema que contrarreste cualquier incidencia.

En el análisis de los problemas será importante eliminar la causa raíz y eliminarla del proceso. El procedimiento para la solución de problemas retroalimenta a la organización por medio de un documento que es útil tanto para la empresa donde surgió el problema como para el cliente afectado por la falla, sirviendo este documento como una garantía de que la organización analizó correctamente el problema y estableció nuevos controles para evitar la recurrencia.

El primer capítulo del presente trabajo trata el desarrollo de productos y se estudia el desarrollo de las especificaciones, los factores que dan competitividad a un producto y la importancia que un buen ciclo de vida tiene para la empresa que fabrica el producto pero sobre todo para el cliente de dicho producto. En este capítulo además, se presenta un modelo genérico de desarrollo de producto que presenta las principales fases de desarrollo de un producto en donde se remarca la importancia de formar un equipo de trabajo multidisciplinario para afrontar los problemas con un enfoque global de la compañía. La planeación avanzada de la calidad del producto se presenta en el capítulo como el procedimiento que las compañías del ramo automotriz siguen para el desarrollo de sus productos y se toma como referencia el enfoque preventivo que esta metodología destaca en sus fases.

El desarrollo de productos no está exento de sufrir desviaciones pues comprende desde la generación de la idea hasta la última fase del ciclo de vida pasando por la etapa de madurez donde el producto es producido en serie, siendo una etapa crítica pues ya se habrán establecido requerimientos por cumplir con el cliente y si surgiera alguna desviación en el camino afectaría gravemente los objetivos planteados, por lo tanto el proceso de desarrollo de productos debe ir acompañado de una fuerte estructura de solución y análisis de problemas.

El objetivo del capítulo dos es describir el concepto de mejora continua y mostrar cómo favorece al crecimiento de la organización y por ende a los productos. Se describen también, las herramientas básicas que ayudan en el análisis de problemas y en el siguiente segmento se describen las metodologías de solución de problemas como Seis Sigma, Kepner – Tregoe y Las 8 Disciplinas. En la última parte del capítulo se presenta un análisis comparativo de estas metodologías para poder elegir una y en el siguiente capítulo desarrollar la metodología con un ejemplo de análisis sobre la solución de un problema de calidad de un producto plástico.

# INTRODUCCIÓN

---

El capítulo 3 se desarrolla con la estructura de la metodología de las 8 disciplinas que es la que se ocupa para analizar el ejemplo de falla de un producto plástico, se muestra cada etapa del método y se ocupan las herramientas de análisis mostradas en el capítulo 2 para obtener la información necesaria y establecer un correcto análisis de causa raíz.

Y finalmente en el capítulo 4 se presentan las conclusiones del trabajo presentando una visión ideal de la mejora continua en el desarrollo de productos y la solución de problemas. Se describe la urgente necesidad que tiene la industria plástica de contar con personal capacitado técnicamente en materiales plásticos y los respectivos procesos de transformación. Se remarca además la complejidad de la solución de problemas en la industria plástica debido a que tanto un buen desarrollo de productos como una correcta solución de problemas son el resultado de la suma de diversas áreas que en conjunto generan las condiciones adecuadas para poder desempeñar dichas funciones.

# Capítulo I

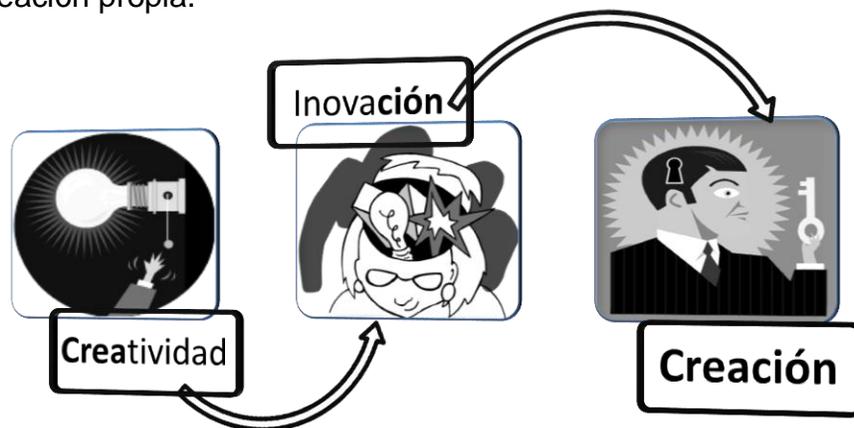
## CAPÍTULO I. EL DESARROLLO DE PRODUCTOS.

El consumo de productos en el mundo es cada vez más acelerado y el reto de las organizaciones es responder a esa demanda desmarcándose mediante la creatividad e innovación cuidando los tiempos de entrega y la calidad de sus productos. Las empresas deberán desarrollar procesos colaborativos para desarrollar un producto, la innovación en sus procedimientos y estructura organizacional permitirá que el desarrollo se de de una manera más ágil y puedan aprovecharse todas las ventajas posibles en el mercado, Ilustración 1. Un elemento clave para alcanzar el éxito comercial de un producto será la combinación del factor humano, los procesos y las herramientas organizacionales con las que la empresa cuenta. Dada la importancia de desarrollar herramientas poderosas en un entorno tan competitivo se desglosan y se analizan los factores que intervienen en el desarrollo de productos y como se complementan con metodologías que sirven de guía en la estructura organizacional.

La industria plástica tiene un enorme potencial debido a la enorme variedad de materiales y productos que pueden obtenerse, la versatilidad en el diseño de piezas es un factor clave para su éxito pues con el plástico pueden producirse partes que con otros materiales serian imposibles de fabricar. Para el desarrollo de partes tan complejas será necesario que se tenga un procedimiento sistemático que guíe de manera correcta la realización de una idea y aumente las probabilidades de éxito en el mercado. Los autores Karl Ulrich y Steve Eppinger (2004, pág. 2) definen un producto como algo que una compañía vende a sus clientes y se genera mediante un proceso de desarrollo el cual es el conjunto de actividades que inician con la percepción de una oportunidad en el mercado y finalizan con la producción, venta y entrega del producto.

Ilustración 1. Creatividad e innovación para la creación.

Fuente: Creación propia.



# Capítulo I

---

## 1.1 Factores involucrados en el desarrollo de productos

Para el establecimiento de un marco sobre el cual se plantea trabajar el desarrollo de productos se acude a la norma ISO 9000:2005 (2005, págs. 12-13) para encontrar las siguientes definiciones:

- Proceso es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
- Proyecto es un proceso único consistente en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y finalización, llevadas a cabo para lograr un objetivo conforme con requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos.
- Procedimiento es la forma especificada para llevar a cabo una actividad o un proceso.

Con las definiciones anteriores se estructura el concepto de lo que es un proyecto de desarrollo de producto definiéndolo como un proceso único consistente de diferentes actividades, las cuales se guiarán por procedimientos establecidos para ser coordinadas y controladas con fechas de inicio y finalización logrando transformar los requisitos planteados en características y especificaciones al producto obtenido.

### 1.1.1 Desarrollo de la especificación del producto

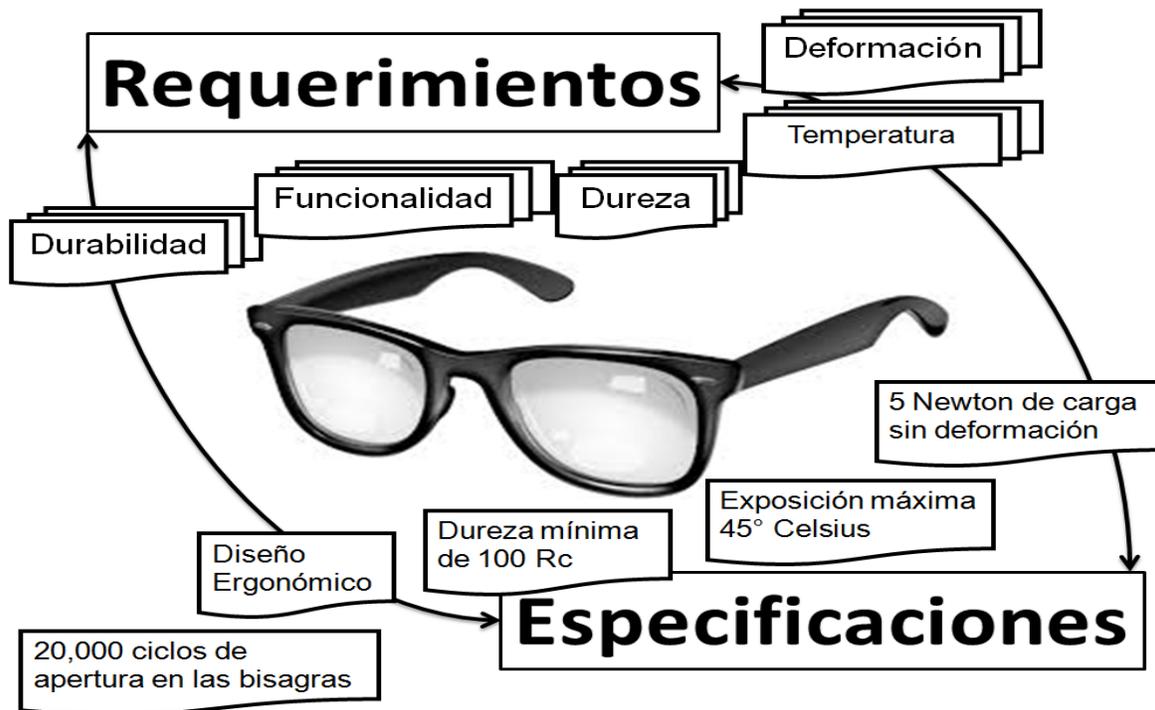
En un proyecto de desarrollo de producto existen funciones, operaciones y características específicas que necesitan cumplirse para alcanzar los objetivos que se han planteado para la satisfacción del cliente. El construir un nuevo producto trae consigo una infinidad de desviaciones que potencialmente podrían surgir y que posiblemente muchas puedan evitarse por los desarrolladores y otras simplemente no se habrán contemplado en lo absoluto y afectarán al proyecto. Cada característica tendrá criterios que al cumplirlos asegurarán la calidad que es requerida, de manera contraria, para cada requerimiento o especificación habrá una manera en la que se pueda presentar y no sea la satisfactoria siendo tarea de los desarrolladores estudiar los caminos alternos que una característica pueda tomar y que dejen de garantizar la calidad total de un producto.

El estudio y análisis de las fallas potenciales surge de un profundo conocimiento en el proceso a partir del cual el producto será desarrollado además de recurrir a la experiencia obtenida de circunstancias semejantes, analizando cuáles podrían ser los modos de falla que impedirían que una característica se logre. La Ilustración 2 muestra como los requerimientos servirán para obtener las especificaciones necesarias, siendo estas las metas a lograr por el equipo de desarrollo de producto.

# Capítulo I

Ilustración 2. Transformación de los requerimientos en especificaciones de producto.

Fuente: Elaboración propia.



Se deberán contemplar las posibles consecuencias que pudiera ocasionar el hecho de que un requerimiento no se cumpla y evaluar la gravedad de las consecuencias, pues habrá unas que tendrán mayores impactos; para garantizar que no ocurran, las medidas tendrán que brindar un rango de seguridad más amplio. Evitar que se presenten inconsistencias en el producto es una actividad que implica estudiar las causas, los mecanismos de control y de localización para poder garantizar desde un inicio que no ocurran estas posibles desviaciones que fueron analizadas. Son tareas que implican eliminar cualquier circunstancia que lleve a que una característica o requerimiento no se cumpla.

El manejo de los problemas potenciales con antelación brinda una enorme ventaja y es un elemento básico en la reducción de costos y de cambios en las especificaciones de un producto. Atender los posibles problemas antes de que surjan es un elemento clave para un desarrollo de producto exitoso.

## 1.1.2 Los factores de un proyecto de desarrollo de producto

La ejecución de las actividades que serán necesarias para la construcción de un nuevo producto deben estar acompañadas de tres pilares fundamentales que sin ellos el desarrollo de un nuevo producto no podrá ser sostenido de la mejor

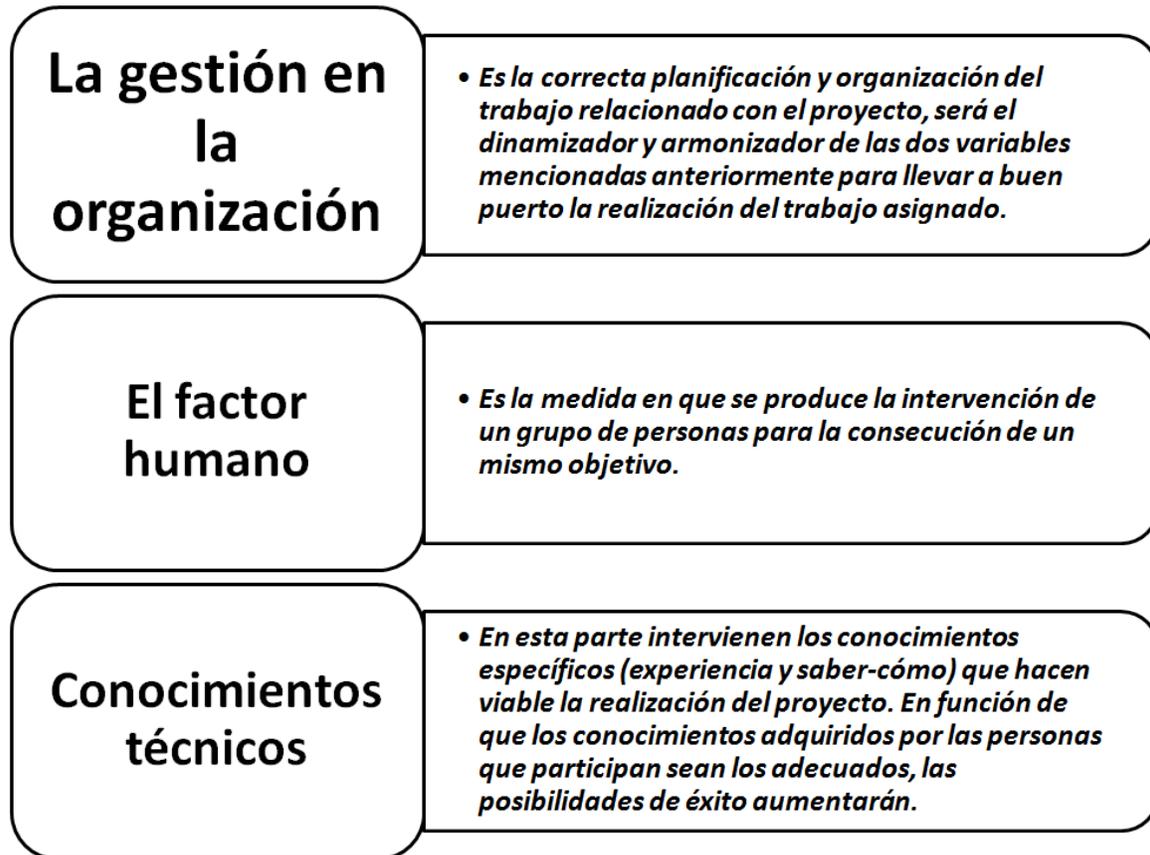
# Capítulo I

---

manera y los resultados no serán los esperados, el Departamento de Diseño e Inyección del Instituto Tecnológico del Plástico en España (2009, pág. 25) describe tres elementos imprescindibles dentro del desarrollo de productos como lo muestra la Ilustración 3.

Ilustración 3. Los factores de un proyecto de desarrollo de producto

Fuente: Adaptación Instituto Tecnológico del Plástico en España (2009, pág. 25)



Los elementos descritos son sinérgicos entre ellos y son áreas que se fortalecen cuando están presentes en todas las etapas del desarrollo de productos. Todo proyecto representa la construcción de una estrategia bajo la cual la compañía buscara establecer su competitividad y posicionarse en el mercado desarrollando las ventajas sobre las cuales puede basar su competitividad.

# Capítulo I

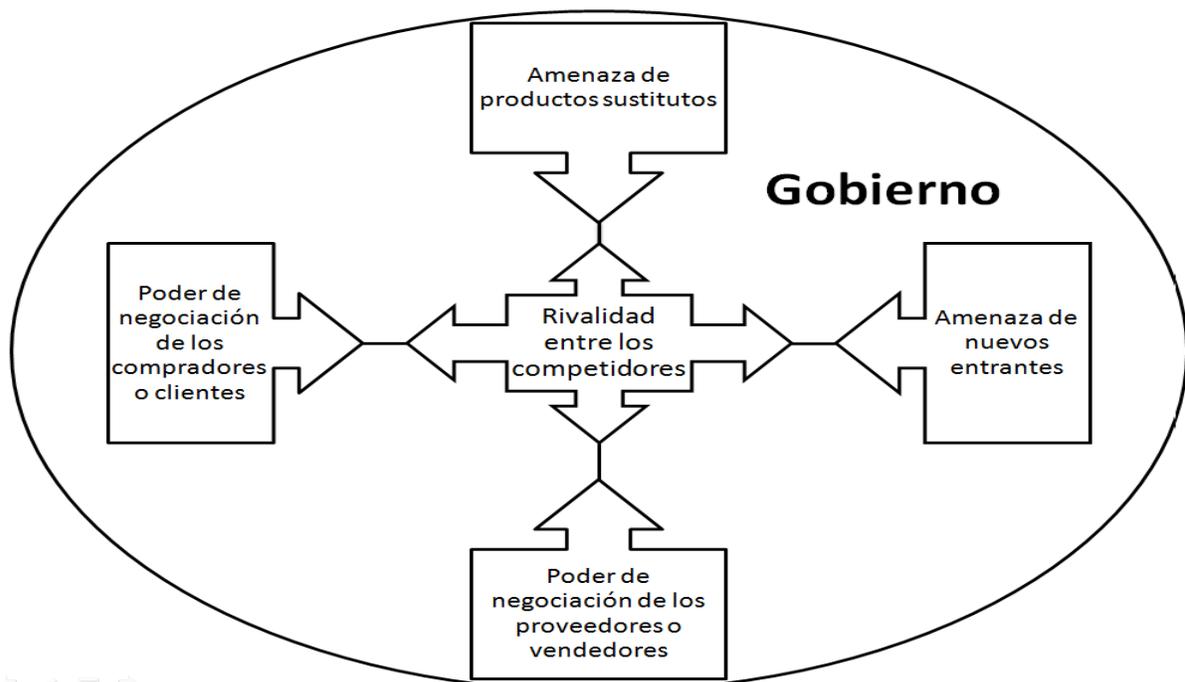
## 1.2 La competitividad como estrategia en el desarrollo de productos

Una visión muy particular en la planeación estratégica de una corporación y que tiene que ver con su competitividad es la que brinda Michael Porter en su libro *Competitive Strategy: techniques for analyzing industry and competitors* (1980). Porter propone un esquema de análisis de 5 elementos de la organización en los que una empresa puede basar su competitividad y en función de ellos desarrollar una estrategia. El nivel de competencia y rivalidad que se presenta en el escenario de la industria plástica requiere una alta habilidad estratégica. La capacidad de entender, competir y sobrevivir en un mercado específico representa esa ventaja competitiva que caracteriza a las empresas exitosas (Páramo, 2004).

Desde el análisis de las cinco fuerzas de Porter (Porter, 2008), se puede comprender la dimensión en la cual diversas variables (las relaciones de poder, las relaciones humanas, la concentración de los recursos, etc.) delimitan el escenario y la participación de un producto en el mercado. Porter propone una herramienta de gestión y análisis basada en los elementos básicos del mercado: los competidores directos, los clientes, los proveedores, los productos sustitutos y los potenciales nuevos competidores. Sin embargo, recientemente, se ha agregado una sexta fuerza: El estado y el gobierno (Porter, 2008) como lo muestra la Ilustración 4.

Ilustración 4. Las cinco fuerzas competitivas de Michael Porter

Fuente: Adaptado de Porter, 2008.



# Capítulo I

---

La fortaleza con la cual actúan tales fuerzas competitivas en el mercado, determina el margen de rentabilidad de las empresas y permite identificar qué tan atractivo es un sector industrial específico (Porter, 2008). El modelo desarrollado por Porter es una herramienta de análisis que permite determinar de qué manera una empresa puede construir una ventaja competitiva por medio de 5 factores, ha sido la más utilizada y divulgada por su simplicidad. El propósito del modelo es evaluar cómo esas cinco fuerzas y unos factores exógenos a la organización hacen de la misma un sector económicamente competitivo o no.

## 1.2.1 Amenaza de nuevos entrantes

Cuando en un sector de la industria hay muchas ganancias y muchos beneficios por explorar entonces no tardarán en llegar nuevas empresas para aprovechar las oportunidades que ofrece ese mercado, y como es obvio lanzarán sus productos, aumentará la competencia y bajará la rentabilidad (Villalobos, 2014).

Otros factores que de acuerdo al autor James Villalobos (Villalobos, 2014) influyen en la amenaza de nuevos competidores son:

- Curva de experiencia:

Se refiere al saber cómo manejar una empresa ya sea en gestión, procesos, tecnología, control de calidad, etc.

- Inversión necesaria o requisitos de capital:

Para competir en un sector se necesita inversión en infraestructura, investigación, publicidad, comercialización, mercadotecnia, etc. En algunos sectores la inversión es tan alta que se les hace difícil a algunas empresas entrar a competir en dicho sector.

- Ventaja absoluta en costos:

Las empresas que han sido las primeras en llegar al sector y tienen experiencia, llevan ventaja en cuanto a los costos ya sea de materia prima, costos de transporte, entre otros recursos.

## 1.2.2 Amenaza de posibles productos sustitutos

Un producto sustituto es aquel que satisface las mismas necesidades que otro producto (Villalobos, 2014). Constituye una amenaza en el mercado porque puede alterar la oferta y la demanda y más aún cuando estos productos se presentan con bajos precios, buen rendimiento y buena calidad. Otros factores que de acuerdo al

# Capítulo I

---

autor James Villalobos (Villalobos, 2014) influyen en la amenaza de posibles productos sustitutos son:

- Costos de cambio para el cliente:

Si el costo de los productos sustitutos es más bajo que los otros habrá posibilidad de que los consumidores se inclinen por el precio más bajo

- Nivel percibido de diferenciación del producto:

Los clientes se inclinarán por el producto sustituto si éste es de mejor calidad o se diferencia del otro.

- Precio relativo entre el producto sustituto y el ofrecido:

Si hay un producto sustituto con un precio competitivo al producto ofrecido puede alterar la demanda y establecer un límite de precios en el mercado.

## 1.2.3 Poder de negociación de los proveedores o vendedores

Los proveedores son aquellos que suministran la materia prima para la producción de bienes, mientras más proveedores existan menor es su capacidad de negociación porque hay diferentes ofertas, entonces tienden a ceder un poco el precio de los insumos lo cual es favorable para la organización (Villalobos, 2014). Otros factores que de acuerdo al autor James Villalobos (Villalobos, 2014) influyen en el poder de negociación de los proveedores o vendedores son:

- Concentración de proveedores:

Se refiere a identificar si los insumos necesarios para producir los bienes los proveen pocas o muchas empresas.

- Importancia del volumen para los proveedores:

De acuerdo a lo que la empresa venda va a depender el volumen de insumos que se le compre al proveedor.

- Costos de cambio:

Se refiere a los costos que implicaría cambiar de proveedor.

## 1.2.4 Poder de negociación de los compradores o clientes

Si en un sector de la economía entran nuevas empresas, la competencia aumentará y provocará una ayuda al consumidor logrando que los precios de los productos de la misma clase disminuyan (Ricoverti, 2014).

# Capítulo I

---

Otros factores que de acuerdo al autor James Villalobos (Villalobos, 2014) influyen en el poder de negociación de los compradores o clientes son:

- Volumen de compras:

Mientras mayor sea el número de compras del cliente mayores serán las ventas de los proveedores.

- Información acerca del proveedor:

Si el cliente tiene más información sobre el producto ya sea en calidad o precios podrá comparar con el del la competencia.

## 1.2.5 Rivalidad entre los competidores

Esta quinta fuerza ayuda a que una empresa tome las medidas necesarias para asegurar su posicionamiento en el mercado a costa de los rivales existentes (Villalobos, 2014).

Otros factores que de acuerdo al autor James Villalobos (Villalobos, 2014) influyen en la rivalidad de competidores existentes son:

- Diversidad de competidores

Actualmente existen muchísimos competidores en la mayoría de los sectores de mercado y todo es muy cambiante ya que los consumidores exigen más calidad en productos, en servicios y también aparecen otras necesidades por satisfacer.

## Condiciones de costos

Una empresa siempre tiene que cumplir con el mínimo requisito de cubrir sus costos fijos y variables para estar al margen de la competencia, y si sus costos son relativamente altos en el mercado, la empresa está obligada a mantener un alto precio en sus productos para maximizar sus ganancias.

## 1.2.6 La sexta fuerza: El Gobierno

Porter describe una sexta fuerza, el gobierno (Porter, 2008), como complemento de su modelo en donde se explica que el gobierno está muy relacionado con las empresas porque no sólo interviene regulatoriamente sino que potencialmente pueden convertirse en competencia, por ejemplo, cuando el gobierno o el estado ofrece universidades de educación superior al igual que otras empresas privadas (Villalobos, 2014). Una empresa está rodeada por las cinco fuerzas de Porter y es muy importante saber controlarlas para tener éxito en el mercado y eso va a depender de acuerdo a cómo se utilicen las estrategias.

# Capítulo I

El análisis de Porter sostiene que hay que estar siempre alerta e informado en un mercado competitivo, Ilustración 5.

Ilustración 5. Análisis de Porter.

Fuente: (Business, 2014)



Para el caso de las empresas del sector plástico, el modelo de Porter brinda la oportunidad de conocer el escenario en el que se desenvuelven y ayuda a generar un esquema de análisis y evaluación de diversos factores. Los elementos más presentes en la industria son: la amenaza de entrada de competidores; el nivel de factibilidad y de oportunidad de que nuevos materiales con mejores propiedades y con menos contaminantes ingresen a la industria, el nivel de amenaza de productos o servicios sustitutos en la industria y por último el factor gobierno; el nivel de influencia positiva del gobierno sobre la industria del plástico, con todas las regulaciones alrededor de los materiales plásticos y los impulsos hacia la industria. Fortalecer un producto y brindarle ventajas competitivas mediante una estrategia bien definida no otro fin más que el de lograr que el producto prevalezca de manera satisfactoria en el mercado el mayor tiempo posible incrementando las ventas y las ganancias para la organización.

# Capítulo I

## 1.3 El Ciclo de vida del producto

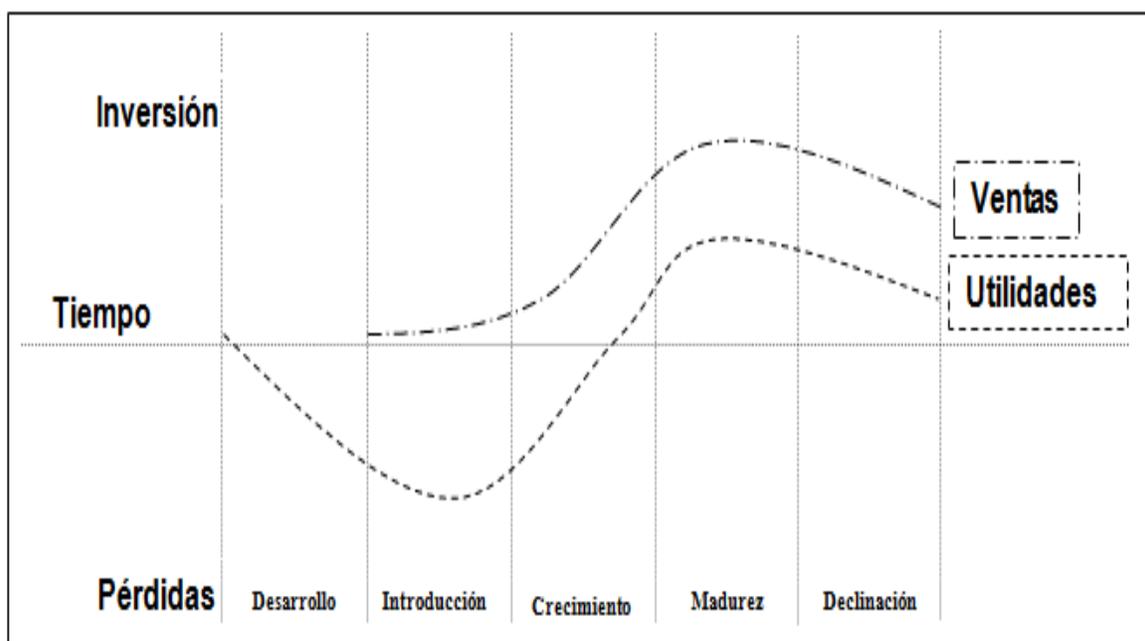
El ciclo de vida de un producto es un proceso cronológico que transcurre desde su desarrollo en el mercado hasta su desaparición. A lo largo del proceso existen diferentes etapas, que vienen principalmente condicionadas por dos variables: ventas y beneficios. Ambas variables suelen evolucionar siguiendo una curva con forma creciente al principio y de crecimiento progresivo con el paso del tiempo (Godás, 2006, pág. 111).

### 1.3.1 El ciclo de vida como resultado de la calidad del proceso de desarrollo de producto

Todos los productos tienen un ciclo de vida, considerando que a medida que la complejidad del desarrollo del producto incrementa la duración de algunas etapas del ciclo varían, en términos generales se puede considerar la estructura mostrada en la Ilustración 6 como una secuencia genérica de las etapas del ciclo de vida.

Ilustración 6. El ciclo de vida del producto.

Fuente: (AIMPLAS Departamento de Diseño de Inyección, 2009, pág. 13)



Tras lanzar el producto nuevo, el objetivo de la dirección general de una compañía es que el producto disfrute de una vida larga y sin problemas. Aunque no espera que el producto se venda por siempre, la gerencia quiere obtener unos beneficios razonables para cubrir el esfuerzo y los riesgos que invirtió en su lanzamiento. La

# Capítulo I

---

organización es consciente de que cada producto tendrá un ciclo de vida como el que ahora se presenta, aunque no conozca por adelantado su forma y duración, (AIMPLAS Departamento de Diseño de Inyección, 2009, pág. 13).

## 1.3.2 Etapas del ciclo de vida del producto

El ciclo de vida consta de 5 etapas que son descritas a continuación:

### 1.3.2.1 Desarrollo

Se identifica y desarrolla la idea de un producto nuevo. Durante el desarrollo del producto, no hay ventas y los costos que invierte la empresa se empiezan a acumular. Es la etapa donde los departamentos de diseño y de mercadotecnia más se intercomunican para discutir el diseño del producto final. Mercadotecnia identifica los puntos fuertes del producto diseñado, sobre los que se asentará la campaña de mercadotecnia durante la introducción del producto en el mercado (Mayorga Torres, Contreras Bravo, & Vargas Tamayo, 2009, pág. 102).

### 1.3.2.2 Introducción

Inicia cuando el producto nuevo es lanzado por primera vez, en esta etapa no hay beneficios, debido a los elevados gastos de la introducción del producto pero aún así las ventas registran un crecimiento lento, mientras el producto se introduce en el mercado. En los beneficios son negativos o escasos debido a las pocas ventas y a los elevados gastos por distribución y promoción (AIMPLAS Departamento de Diseño de Inyección, 2009, pág. 14). Como puede suponerse, es en esta etapa donde la mercadotecnia despliega todos sus medios para conseguir el fin último, colocar el nuevo producto en el mercado.

### 1.3.2.3 Crecimiento

El crecimiento es un período durante el cual se registra una aceptación rápida en el mercado y un aumento de utilidades. Si el producto nuevo satisface el mercado, entra a la etapa de crecimiento, en la cual las ventas empiezan a aumentar velozmente (AIMPLAS Departamento de Diseño de Inyección, 2009, pág. 14). La empresa hace uso de varias estrategias para sostener el crecimiento rápido del mercado lo más posible.

### 1.3.2.4 Madurez

La madurez es un período durante el cual el crecimiento de las ventas tiene un incremento, porque el producto ha sido aceptado por una gran parte de los compradores potenciales (AIMPLAS Departamento de Diseño de Inyección, 2009,

# Capítulo I

---

pág. 15). Esta etapa, por regla general, dura más tiempo que las etapas anteriores y presenta fuertes desafíos para la gerencia de mercadotecnia.

## 1.3.2.5 Declinación

La declinación es un período durante el cual disminuyen las ventas y bajan los beneficios. Mantener un producto débil puede resultarle muy costoso a la empresa y no sólo en términos de beneficios. Existen muchos costos ocultos. Un producto débil con frecuencia, requiere ajustes abundantes de precios e inventarios. Requiere publicidad y la atención de los vendedores (Godás, 2006, pág. 114). En esta etapa, las inversiones de mercadotecnia en el producto disminuyen

## 1.3.2.6 Etapa de reposicionamiento

En esta etapa, la empresa se ve obligada a tomar una alternativa para salir adelante de este crítico período de estancamiento. Se debe analizar si es más conveniente abandonar el producto en el nivel de fabricación y venta o lanzarlo nuevamente con una serie de modificaciones. Una vez que se opta por esta última, denominada política de extensión de vida del producto, se potencian las ventas y la producción del producto por diferentes caminos que serán marcados por el responsable del departamento de diseño y el de mercadotecnia; como ejemplo, se van a indicar los siguientes:

- Fomentando un uso más frecuente entre los actuales consumidores o usuarios del producto.
- Desarrollando un uso más diverso entre los actuales consumidores o usuarios del producto.
- Creando nuevos usos para el producto básico.

Para la organización será vital determinar: el comportamiento de su bien o servicio, el cual dependerá de las condiciones del mercado y su mecanismo de respuesta a las más exigentes y variadas necesidades de los clientes (Mayorga Torres, Contreras Bravo, & Vargas Tamayo, 2009).

Resulta muy importante situar los productos en la fase que les corresponde de y de esta forma poder aplicar las actuaciones necesarias de forma adecuada para obtener los resultados esperados, (Godás, 2006).

Un ciclo de vida exitoso será determinado por un minucioso desarrollo de producto, siendo este mismo quien determinará qué tan larga o corta podrá ser la

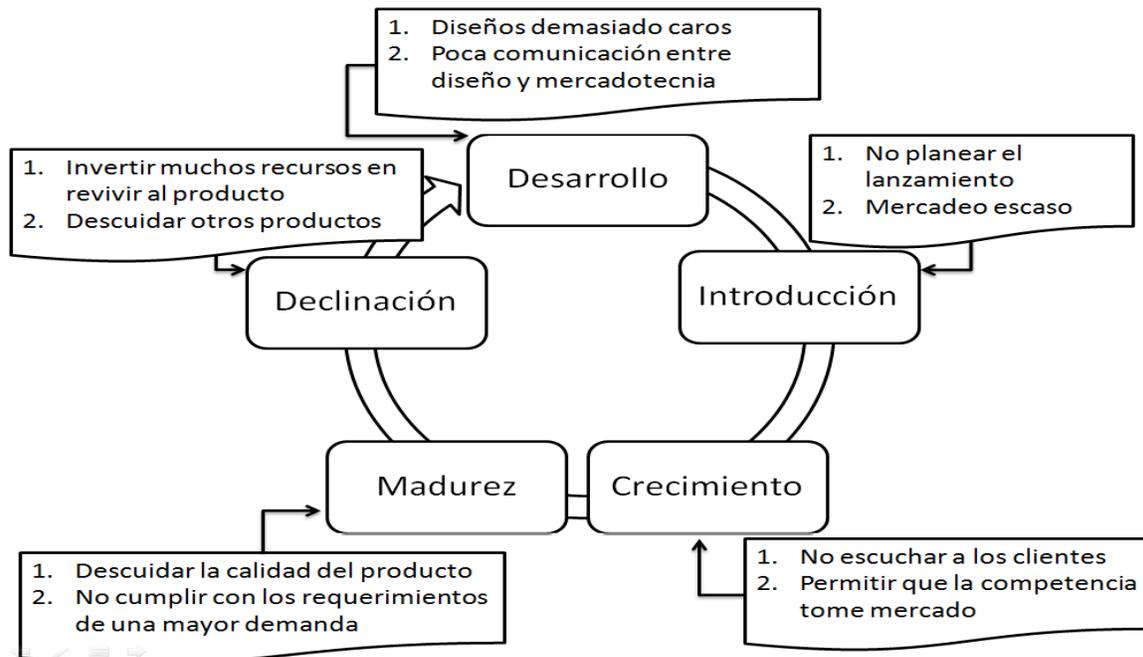
# Capítulo I

vida de algún producto mismo sobre el cual podrán surgir potenciales desviaciones durante su ciclo de vida.

Ilustración 7.

Ilustración 7. Desviaciones durante el ciclo de vida

Fuente: Elaboración propia.



El lograr un exitoso desarrollo de producto traerá como resultado un sano ciclo de vida del producto incrementando el valor del mismo dentro del mercado. La compañía se beneficia de distintas maneras al tener un producto exitoso circulando en el mercado, sin embargo, esto es una consecuencia de haber diseñado un producto que satisface las necesidades al cliente y que al ser beneficiado con un producto de calidad “premia” a la compañía al seguir comprando el producto o siendo leal a la marca pues encuentra en ella un confort y una seguridad que le hace preferirla por los beneficios que obtiene y que otras marcas o productos no logran ofrecer.

Al entender que el ciclo de vida del producto depende de dos factores esenciales que son:

- El desarrollo de producto
- La solución de problemas

Se orientan los esfuerzos a establecer un fuerte desarrollo de producto y al tener un sólido sistema de análisis de problemas y es por eso que en el siguiente segmento se analizan las etapas de un modelo para el desarrollo de productos.

# Capítulo I

---

## 1.4 Modelo genérico de un proceso de desarrollo de producto

El autor Juan Giraldo (2004, pág. 6) establece que el desarrollo de nuevos productos se basa en modelos que permiten realizar un análisis de los pasos, no solamente de diseño, ni productivos, sino organizacionales, de los procesos que se involucran, con diferentes características y en diferentes estructuras, concibiendo la forma de sacar adelante los proyectos de desarrollo de nuevos productos.

Presentado el siguiente modelo genérico se ejemplifica a grandes rasgos los elementos y la secuencia que se siguen en el desarrollo de productos. Este modelo genérico propuesto por Ulrich y Eppinger (2004, págs. 13-15) consta de 6 fases del proceso de desarrollo de producto.

### 1.4.1 Fase 0: Planeación

Es la etapa en la que empieza la estrategia corporativa y se plantean los objetivos y retos tecnológicos a los que se enfrentarán en el desarrollo del proyecto. Mediante el posicionamiento en el mercado de la compañía también se puede predecir que tanta oportunidad de éxito podría tener producir un producto.

En esta etapa identificar el problema o el reto al que se enfrenta la compañía es crucial para poder tomar la decisión correcta y reunir al equipo que mejor se adapte.

### 1.4.2 Fase 1: Desarrollo de concepto

Se identifican las necesidades del mercado objetivo, evaluándose conceptos de productos alternativos para generar uno o más para ser probados y evaluados. El modelo de negocio en la organización determinará los proyectos que sean compatibles con su estructura organizacional y estrategia de negocio, mediante el estudio de competencia podrán analizar que tan rentable podrá ser fabricar determinado producto.

### 1.4.3 Fase 2: Diseño a nivel sistema

Se define la arquitectura del producto y el desglose del mismo en subsistemas y componentes. Determinando la eficiencia que se tiene como objetivo lograr, se reúnen los requerimientos y la capacidad de producirlos así como los costos que estarán implicados en el proceso y los materiales que serán necesarios.

### 1.4.4 Fase 3: Diseño de detalles

Se crea la especificación completa de la geometría, materiales y tolerancias de todas las partes que sean únicas en el producto. Además se consideran los costos

# Capítulo I

---

de fabricación y la confiabilidad en el desempeño esperado. En esta fase serán necesarios los dibujos técnicos del producto a fabricar una vez se ha haya identificado el concepto y puedan tenerse los primeros prototipos para analizar la funcionalidad, ergonomía y estructura física del producto.

## 1.4.5 Fase 4: Prueba y refinamiento

Se construyen prototipos para evaluar si el producto final funcionara como está pensado o para saber si satisface las necesidades de los clientes. Es una etapa en la que se evalúa la capacidad instalada de la organización se corre una producción piloto en la cual se toman muestras del producto y se evalúa el cumplimiento de las especificaciones.

## 1.4.6 Fase 5: Producción piloto

Se fabrica el producto usando el proceso de producción pretendido para el proyecto y su objetivo es capacitar a los trabajadores y conocer los problemas potenciales que pudieran surgir. En las últimas actividades de esta fase el producto es lanzado y se encuentra disponible para su distribución generalizada. En esta última fase se realizan los estudios de proceso y se ajustan los parámetros para obtener la mayor eficiencia posible produciendo partes dentro de especificación.

## 1.4.7 El lanzamiento del producto

Implica la producción de piezas que serán entregadas a los clientes, se trata de un proceso con una fecha establecida y con objetivos por lograr los cuales dependerán en gran medida del cumplimiento correcto de las fases anteriores, será necesario asegurar la calidad del producto y garantizar los niveles de entrega así como las fechas con nuestros clientes.

## 1.4.8 La comercialización

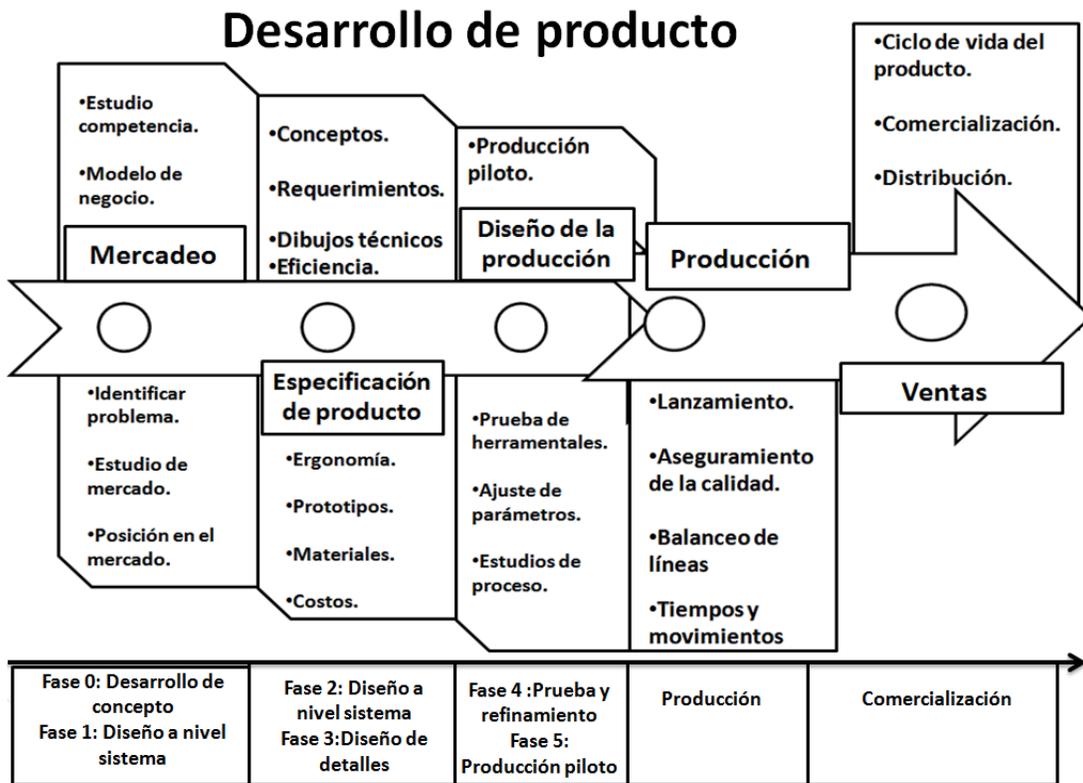
En esta etapa la mercadotecnia se encargará de difundir el producto, adaptarlo a las necesidades del mercado y prolongar el ciclo de vida del producto el mayor tiempo posible. Se despliegan todos los esfuerzos de la organización por satisfacer las demandas de sus clientes.

Esta estructura genérica mostrada en la Ilustración 8 brinda la perspectiva general sobre cómo son desarrollados los productos en la industria. Los autores Ulrich y Eppinger (2004, pág. 12) mencionan que muchos de los pasos que se llevan a cabo en un desarrollo de producto son intelectuales y organizacionales, más que físicos.

# Capítulo I

Ilustración 8. Etapas del desarrollo de producto

Fuente: Elaboración propia



Las organizaciones pueden definir un procedimiento claro y preciso para el desarrollo de producto, sin embargo, el proceso será al menos un poco diferente al de cualquier otra organización y es que incluso si se pretende establecer un solo camino para el desarrollo de producto se estaría dejando fuera el dinamismo del que anteriormente se habló, ya que brinda la posibilidad de adaptación y da flexibilidad a nuevos conceptos en un entorno donde la única constante es el cambio. Cabe destacar, que existen etapas y procedimientos que todos los proyectos de producto comparten, pues se conservan elementos que están presentes en el lanzamiento de cualquier producto. Las coincidencias son mayores entre industrias que pertenecen al mismo nicho de mercado.

## 1.4.9 Desarrollo de Conceptos de diseño.

Un concepto de producto es una descripción aproximada de la tecnología, principios de funcionamiento y forma del producto. Es una descripción concisa sobre cómo va a satisfacer el producto las necesidades del cliente, (Ulrich & Eppinger, 2004, pág. 98).

# Capítulo I

---

El desarrollo de conceptos es un proceso motivado por una serie de necesidades del cliente y de especificaciones del producto objetivo que se transforman en un conjunto de diseños conceptuales y de soluciones tecnológicas potenciales. Estas soluciones representan una descripción aproximada de la forma, los principios de funcionamiento y las características del producto. A menudo, estos conceptos van acompañados de modelos de diseño industrial y de prototipos experimentales que ayudan a tomar las decisiones finales, (PTC, 2014).

Proceso de generación de concepto.

El proceso de generación del concepto comienza con un conjunto de necesidades del cliente y especificaciones objetivo, y da como resultado un conjunto de estos conceptos a partir de los cuales el equipo realizara la selección final

Ventajas de un proceso optimizado para el desarrollo de conceptos.

Entre las ventajas que suele aportar la mejora del proceso de desarrollo de conceptos se incluyen:

Asegurar la exploración exhaustiva de conceptos

- Permitir una investigación metódica de todas las posibles fuentes de ideas resolutorias
- Incluir a todas las partes interesadas de la empresa en la consideración y exploración de ideas resolutorias muy variadas
- Evaluar conceptos de soluciones rechazados anteriormente
- Integrar eficazmente soluciones fragmentadas que sean viables

Incrementar la eficiencia en el diseño de productos

- Emplear los mejores métodos y herramientas para facilitar un proceso de generación de conceptos productivo
- Adoptar procesos de desarrollo de conceptos formalizados, repetibles y transparentes
- Capturar y catalogar ideas conceptuales para eliminar las repeticiones e incrementar la reutilización de conocimientos
- Mejorar la ejecución y la visibilidad de los progresos del equipo del proyecto

# Capítulo I

---

Mejorar la colaboración en el diseño

- Incluir la opinión de los clientes en la evaluación de conceptos para estimular la aceptación del mercado tras el lanzamiento del producto
- Reducir las posibilidades de derrochar esfuerzos mediante la participación de todas las partes interesadas para eliminar pronto conceptos inviables

En la industria plástica las empresas que la integran comparten requerimientos técnicos, administrativos, legales y de calidad similares. Enfrentar estas situaciones requiere de un equipo que mantenga todos los enfoques de la compañía logrando tener los mejores resultados y de una manera más rápida y eficiente ya que al tener todos los puntos de vista en una decisión se consideran las limitaciones u oportunidades bajo las cuales una actividad podrá ser desarrollada.

# Capítulo I

## 1.5 Ingeniería concurrente en el desarrollo de productos

El término ingeniería concurrente surge en el reporte R-338 del Institute for Defense Analysis (IDA), publicado en 1986, esta definición es una de las de mayor aceptación y define la ingeniería concurrente como:

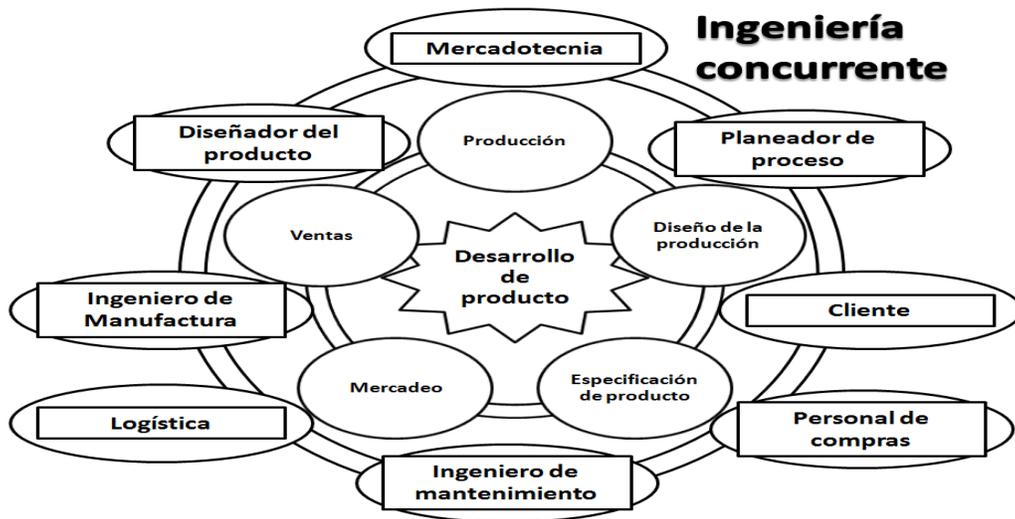
«El enfoque sistemático para un diseño de productos, en forma integrada y concurrente con los procesos relacionados, incluidos los correspondientes a la fabricación y apoyo. Pretende que los diseñadores de producto, desde un principio, tengan en cuenta todos los elementos del Ciclo de Vida del Producto, desde el diseño conceptual hasta su retirada, incluyendo los aspectos de calidad, coste, etc., y todos aquellos aspectos relacionados con necesidades del cliente»

Dentro de la ingeniería concurrente los proyectos nuevos son llevados por la conjunción de un grupo multidisciplinario de tiempo completo. Éste equipo de trabajo debe estar formado por ingenieros de diseño, ingenieros de fabricación, personal de mercadotecnia, de compras, de finanzas y proveedores del equipo de fabricación y componentes a utilizar.

El enfoque concurrente obliga a avanzar la toma de decisiones a etapas cada vez más tempranas del proceso de diseño y desarrollo, y por tanto a decidir a partir de información más incompleta e inmadura, siendo necesario al mismo tiempo asegurar el éxito al primer intento. La importancia de un grupo de trabajo integrado por todos los enfoques de la empresa radica en que desde el inicio del proyecto, todos los miembros del grupo tienen la misma información sobre el producto y se interrelacionan entre ellos tal como lo muestra la Ilustración 9.

Ilustración 9. Interrelación entre departamentos durante el proceso de desarrollo de producto.

Fuente: Elaboracion propia.



# Capítulo I

---

Por lo tanto los ingenieros de manufactura pueden comenzar a planear las instalaciones de fabricación con el mismo concepto con el que los diseñadores de producto están planificando el objeto que se va a producir y así sucesivamente con los demás miembros del grupo. Lo anterior permite identificar variables para reducir costos, número de piezas y para aumentar la calidad final del producto. Es así como la ingeniería concurrente exige que se gaste más tiempo en la definición detallada del producto y en la planificación, utilizando el trabajo en conjunto del equipo en adelantarse y prevenir cualquier desviación que pudiera surgir en el camino. Así, las modificaciones se hacen en la fase del diseño mucho antes de que salga el prototipo o las muestras de producción, lo cual conlleva a una reducción considerable de costos.

## 1.5.1 Objetivos de la ingeniería concurrente

El objetivo básico de la ingeniería concurrente es la disminución en el tiempo total transcurrido desde la detección de una necesidad hasta la comercialización de un producto. La importancia en la aceleración de este proceso radica, como es sabido, en la ventaja competitiva que supone alcanzar el mercado antes que los competidores, consiguiendo así un mejor posicionamiento.

El objetivo principal viene acompañado de otros objetivos parciales, no por ello menos importantes, como son la reducción de los costes totales, el aumento de la calidad y confiabilidad del producto así como el incremento del valor añadido. Ello conlleva a elaborar un conjunto de requerimientos y condicionantes mucho más completos, y en definitiva un mejor conocimiento del problema, ya desde las etapas iniciales.

## 1.5.2 Fases de la Ingeniería Concurrente en el desarrollo de producto

La Ingeniería Concurrente tiene un amplio campo de aplicación en el desarrollo de nuevos productos, muchos modelos de desarrollo están basados en el enfoque de Ingeniería Concurrente. Para los autores Bakouros & Demetriadou (2014, págs. 2-4) la aplicación de la Ingeniería Concurrente en el desarrollo de productos se encuentra en siete fases dentro de este proceso, las cuales son:

### 1.5.2.1 Fase 1: Identificación del proyecto

Objetivo: Asegurar una única dirección corporativa en el futuro desarrollo con el fin de evitar prioridades cambiantes, falsos inicios de proyectos y esfuerzos anticipados (Bakouros & Demetriadou, 2014, pág. 2). Ofrecer un proceso claro y sencillo para iniciar la trayectoria del proyecto. Se orienta el objetivo para que sea coherente con la visión de la empresa sobre el proyecto.

# Capítulo I

---

## 1.5.2.2 Fase 2: Alcance del proyecto

Objetivo: Hacer una estimación del esfuerzo, tiempo y coste del proyecto para que los directivos puedan tomar una decisión fundamentada sobre el valor del proyecto (Bakouros & Demetriadou, 2014, pág. 2). A través de esta fase se confirman las expectativas de los clientes y se puede conseguir un consenso entre ellos y los objetivos de la empresa,

## 1.5.2.3 Fase 3: Necesidades y Análisis

Objetivo: Crear y dar validez a un modelo de problemas de empresa que asegure una correcta identificación del problema y precisión en las necesidades de los clientes antes de intentar dar una solución (Bakouros & Demetriadou, 2014, pág. 2). A través de captar las necesidades junto con el usuario y detallar los puntos específicos para poder llevarlos a cabo, probarlos y explicarlos.

## 1.5.2.4 Fase 4: Diseño del sistema

Objetivo: Ofrecer una solución técnica que satisfaga las necesidades del cliente y mejore la posición y el valor de la empresa (Bakouros & Demetriadou, 2014, pág. 3). Se define una métrica para predecir el tiempo necesario para la implementación y el esfuerzo de desarrollo que se pueda utilizar más tarde para la mejora del proceso.

## 1.5.2.5 Fase 5: Planificación de desarrollo

Objetivo: Definir un plan de trabajo para llevar a la práctica una solución técnica, ya sea un paquete adquirido, un nuevo desarrollo, un cambio de mantenimiento o un híbrido (Bakouros & Demetriadou, 2014, pág. 3). Reúne los planes de trabajo, la aceptación de los clientes, desarrollo y documentación para ratificar con todas las partes implicadas.

## 1.5.2.6 Fase 6: Construcción

Objetivo: Crear o construir la solución a través de un enfoque por modelo sencillo ó simulación, orientado a minimizar el riesgo y las prioridades, que a la vez funcione con el diseño preliminar y la puesta a prueba. Validar el diseño preliminar (Bakouros & Demetriadou, 2014, pág. 4). Realiza pruebas de regresión con el fin de mantener la calidad y de evitar mayor carga de trabajo en otras fases del proyecto.

## 1.5.2.7 Fase 7: Instalación y evaluación

Objetivo: Asegurar una vía sólida y metódica de trasladar el producto hacia el entorno del cliente de la forma más sencilla posible. Emular el entorno de

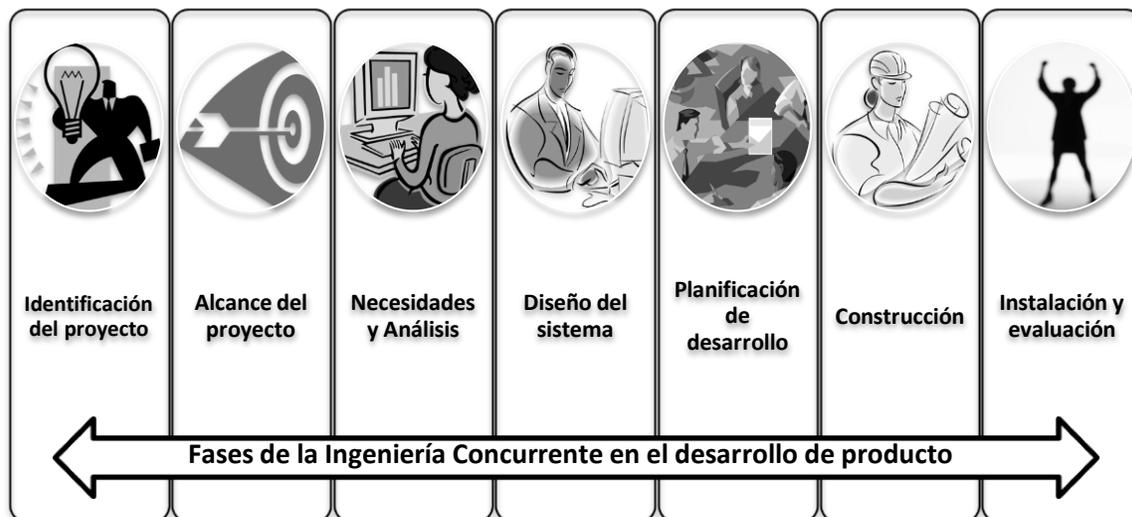
# Capítulo I

producción necesario para poner a prueba la capacidad productiva, la resistencia y el rendimiento del producto final (Bakouros & Demetriadou, 2014, pág. 4). Examina el potencial de crecimiento y lo ajusta convenientemente.

Este procedimiento es una secuencia que como muestra la Ilustración 10 permite un análisis completo de las fases de desarrollo de producto y que se integra por todas las áreas del equipo multidisciplinario.

Ilustración 10. Fases de la Ingeniería Concurrente en el desarrollo de producto

Fuente: Elaboración propia



En la actualidad, la Ingeniería Concurrente es una metodología bien establecida. El impacto favorable que ha tenido no sólo en la forma en que las empresas realizan sus operaciones, sino también en los ahorros que su uso procura y el éxito comercial de los productos y servicios que se logran al aplicarla son incuestionables. Como complemento al equipo multidisciplinario que asumirá los retos del desarrollo de producto se necesita una estructura organizacional de procedimientos bien establecidos que normalizan cada una de las actividades, bien vale la pena observar el modelo metodológico que las grandes industrias automotrices usan para regular el desarrollo de sus productos, esta observación podrá mostrarnos elementos esenciales que permitan asegurar el éxito de un proyecto.

# Capítulo I

---

## 1.6 Planeación avanzada de la calidad del producto

La Planeación Avanzada de la Calidad del Producto (APQP, por sus siglas en inglés) es un marco de procedimientos y técnicas utilizadas para el desarrollo de productos en la industria, en particular la industria automotriz. Esta metodología es considerada herramienta clave del sector automotriz y es un requisito de la especificación técnica ISO/TS 16949. Nace por la necesidad de Chrysler Corporation, Ford Motor Company y General Motors de estandarizar sus guías y formatos para dar el cumplimiento al APQP por parte de sus proveedores. El manual de APQP incluye los métodos y controles (pruebas, medidas) que serán utilizados en el diseño y la producción de un producto (materiales, piezas).

El APQP asegura que el diseño y proceso no solamente cumplen con las expectativas futuras de los clientes, sino que también permite la participación de la cadena de suministro y la interacción de grupos para discutir la mejor manera de lograr un diseño y proceso sin fallas, incrementar la productividad y mantener la calidad esperada por el cliente.

### 1.6.1 Etapas de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto

El ciclo de la planeación avanzada de la calidad diseñado por las compañías automotrices (Chrysler, Ford, & General Motors, 2008) muestra que varias fases están en secuencia para representar el tiempo planeado en ejecutar las funciones descritas, diferentes fases son realizadas simultáneamente mejorando los tiempos de entrada a producción. La Tabla 1 muestra la descripción de cada una de las 5 etapas del APQP. Los primeros pasos son dedicados principalmente a la planeación del producto y del proceso así como su evaluación. El último paso es la implementación en producción, evaluando la satisfacción de los clientes y el proceso de mejora continua.

# Capítulo I

Tabla 1. Etapas de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto.

Fuente: (Chrysler, Ford, & General Motors, 2008, págs. 34-36)

<p>Fase I. Planear y definir el programa. Esta fase describe cómo determinar las necesidades del cliente y sus expectativas, con la idea de que sean la base para definir los objetivos del diseño. Aquí será clave apoyarse en metodologías para escuchar la voz del cliente en forma adecuada</p>
<p>Fase II. Diseño y desarrollo del producto. En esta etapa se establecen las características del producto y se desarrolla casi en su forma final. Asegurándose que se cumple con los requerimientos y expectativas del cliente (objetivos de diseño)</p>
<p>Fase III. Diseño y desarrollo del proceso. Aquí se desarrolla un proceso que sea capaz de hacer con calidad el producto diseñado, junto con sus planes de control correspondientes</p>
<p>Fase IV. Validación del producto y proceso. Esta etapa se centra en validar el producto y el proceso de manufactura, a través de corridas de producción de prueba y todas las actividades relacionadas. Aquí se pueden detectar requerimientos adicionales, que deben ser incorporados antes de iniciar producción</p>
<p>Fase V. Retroalimentación, evaluación y acción correctiva. Aquí se evalúan todos los resultados respecto a causas comunes y especiales de variación, con la idea de reducir la variación. En esta etapa se conoce la efectividad de la aplicación de la planeación de la calidad del producto</p>

Este es un proceso estructurado para definir las características dominantes importantes para la conformidad con requisitos reguladores y alcanzar la satisfacción de cliente. Incluye los métodos y los controles (es decir, medidas y pruebas) que serán utilizados en el diseño y la producción de un producto o de una familia específico de productos (es decir, piezas y materiales).

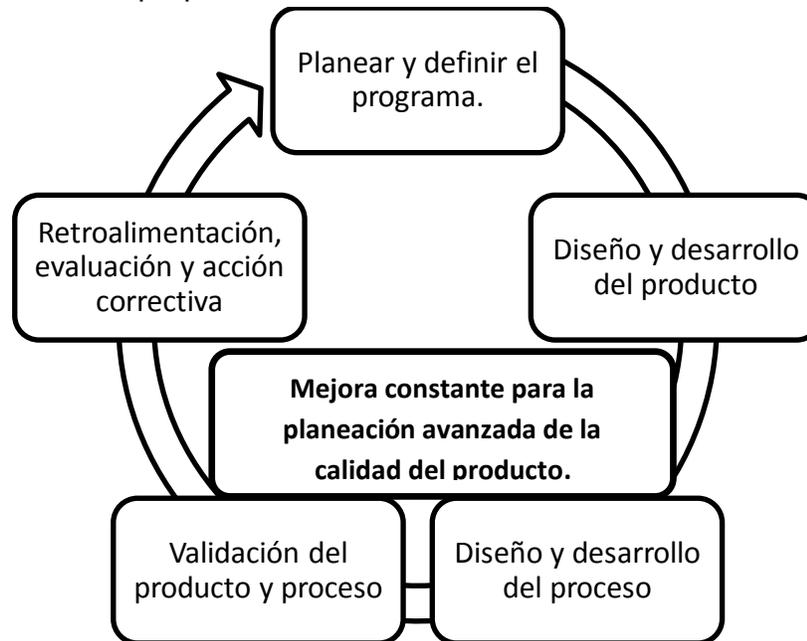
El planeamiento de la calidad incorpora los conceptos de la prevención del defecto y de la mejora continua según lo puesto en contraste con la detección del defecto además de que puede representarse como un ciclo en el que constantemente se

# Capítulo I

incorporan mejoras que deben ser planeadas, diseñadas, estructurar un procedimiento, validarlo y retroalimentarse tal como lo muestra la Ilustración 11.

Ilustración 11. Ciclo de la planeación avanzada de la calidad.

Fuente: Elaboración propia



La aplicación de APQP resulta una herramienta poderosa para prevenir problemas y resolverlos antes de que el producto llegue al cliente. Pero su aplicación no está exenta de problemas y dificultades. Si el proceso no es bien conducido, puede ser algo frustrante y en sí mismo un problema(Bell & Becker, 2004).

## 1.6.2 Uso de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto

La metodología APQP suele ser usada bajo las siguientes circunstancias:

- Desarrollo de un nuevo producto.
- Antes de hacer cambios en los procesos y en los productos.
- Antes de transferir herramientas o maquinaria a una nueva planta.

Esta metodología establece una guía al proveedor de la industria automotriz para reunir los requerimientos que se han establecido en el manual del APQP que es un manual de referencia pues quien realmente establece el sistema de calidad en la organización es el estándar QS-9000, sin embargo, el proveedor podrá encontrar que las actividades requeridas en el manual de APQP son parte del manual de QS-9000. Las condiciones para poder comenzar a reunir estos requerimientos buscan que haya un proceso de planificación avanzada de la calidad en su lugar orientado a un enfoque por fases para el proceso de

# Capítulo I

---

planificación de la calidad, como se describe en el manual de APQP, además de que este proceso deberá estar basado en la filosofía de planificar-hacer-verificar-actuar (PDCA, por sus siglas en inglés) y debe estar documentado y controlado de la organización (Thisse, 1998).

Según el autor Laurence C. Thisse (1998, págs. 74-76) la metodología APQP no viene a ser algo nuevo en una organización pues supone que toda empresa realiza actividades de planeación de la calidad pues menciona que incluso las empresas más pequeñas toman decisiones acorde a su plan de negocios, sugiere también que la planeación avanzada de la calidad de los productos puede ser quien oriente las actividades que serán las mejores para el negocio.

Se llega a pensar que una metodología como el APQP una vez desarrollada podrá brindar una guía efectiva para el desarrollo de productos a cualquier empresa, sin embargo, al aplicar estos procedimientos en las pequeñas y medianas empresas surgen problemas al enfrentar un reto mayor al que la organización está preparada pues aun no crea la base con la cual esta metodología podría partir y generar los resultados esperados. Es por eso que el propósito de este trabajo es brindar una guía para obtener estos requisitos básicos que una organización deberá cumplir para poder escalar sus actividades a otros sistemas de gestión de la calidad más complejos.

Un aspecto que no debe olvidarse es que si bien se plantea un plan al inicio de proyecto es muy cierto que surgirán desviaciones potenciales que tendrán que ser resueltas y asegurar que no volverán a repetirse a lo largo del proceso y además de una estructura para el desarrollo de productos deberá recurrirse a las metodologías para la solución de problemas debido a que el desarrollo de producto se retroalimenta por la solución de problemas y brinda una ventaja para el futuro crecimiento del producto.

# Capítulo I

---

## 1.7 El análisis de problemas dentro del desarrollo de productos

Toda compañía que desea tener éxito y mantener su posición en el mercado se esfuerza por mantener en sus clientes un estado de lealtad y satisfacción. Reunir las necesidades y requerimientos de los clientes constituye un reto básico para cualquier compañía (Kranjnc, Trata, Jame, & Slovenia, 2012). A pesar del éxito que cualquier organización grande o pequeña pueda tener de vez en cuando se enfrentara con problemas. En el Diccionario de Negocios (2014) se interpreta el problema como un vacío identificado entre el estado actual y el estado óptimo, o una desviación de una norma, plan, o estándar.

Un problema en la organización puede definirse como una desviación de causa desconocida que se desea reparar pues genera un estado, situación o circunstancia que nos aleja de un propósito inicial. Para este escenario los problemas se manifestaran en formas de reclamos y al tener la necesidad de cumplir con los requerimientos de calidad y del producto se buscara resolver el problema y recobrar la confianza del cliente con la organización. Para una relación sostenible entre los clientes y la compañía se visualizará un reclamo como un “regalo” por inusual que pueda parecer, esta es la manera que la organización debe recibir las no conformidades de un cliente (Barlow & Moller, 1996, págs. 9-10).

El manejo de un reclamo de calidad por parte de un cliente puede ser una excelente oportunidad para conocer de propia voz del cliente las áreas en que la empresa puede mejorar. Y la manera en que se lleve a cabo la administración de las no conformidades reportadas a la empresa será determinante para mantener la confiabilidad del cliente, reducir impacto económico del problema, impedir recurrencia asegurando la efectividad de las acciones realizadas. El sistema interno para el manejo de problemas en una organización puede regirse bajo dos enfoques, el primero consiste en partir de un profundo conocimiento y enfrentar los problemas de manera automática, mientras el segundo ocupa las habilidades adquiridas y las utiliza en la solución de problemas no rutinarios (Adams, Picton, & Demian, 2009).

Los reclamos de calidad son muy caros tanto por costos directos de reparación del daño como por los costos indirectos que al tener una no conformidad se generan. Sin embargo, como ya se mencionó anteriormente de estos problemas de calidad se puede extraer conocimiento invaluable, pues escuchamos directamente la voz del cliente. Y para explotar este potencial las compañías deben diseñar, construir y operar sistemas actualizados para el manejo de reclamos (Bosch & Enriquez, 2005). Una definición para un procedimiento de manejo de reclamo es que es “un

# Capítulo I

---

proceso que direcciona temas que conciernen a los clientes” (Dee, Karapetrovic, & Webb, 2004).

La satisfacción en un reclamo de calidad es también un asunto importante en el estudio de el manejo de las no conformidades con el cliente pues el implementar un sistema para manejar quejas de los clientes no es suficiente(Davidow, 2003). Tal sistema debe garantizar la satisfacción con la solución al problema y la retención brindada al cliente(Stauss & Schoeler, 2004). Los reclamos de calidad son importantes debido al hecho de que la satisfacción del cliente sólo puede ser mejorada si la insatisfacción de un producto es claramente identificada. La identificación de la insatisfacción es el primer paso para resolver el problema (Kranjnc, Trata, Jame, & Slovenia, 2012).

Dentro del proceso de desarrollo de productos se busca que las especificaciones desarrolladas y la manera en que estas se controlan a lo largo del proceso, satisfagan a los clientes, además de buscar constantemente mejorar la calidad en el producto y mantenerlo al gusto del consumidor. Un reclamo, la mayoría de las veces se debe a que una característica está fuera de especificaciones, sin embargo, el cliente expresa también cuando un producto determinado ya no le es funcional y pide otras características nuevas o que se mejoren algunas que en el pasado se tenían.

Un adecuado manejo de esta tan valiosa información se traducirá en el desarrollo de productos más exitosos que cumplen con lo que el cliente espera y se mantienen en el mercado por más tiempo ya que van transformándose junto con lo que se demanda por parte de los consumidores. Par administrar los problemas dentro de la organización se debe partir de una orientación global y que se logra cuando se plantean los puntos más básicos y los más complejos, la filosofía organizacional, el desarrollo de las personas en la empresa, los procesos productivos y por último la resolución de problemas.

Tener esta visión nos permite que cuando se pretenda resolver un problema se elimine desde la raíz y pase por todos los filtros consiguiendo eliminar todas las desviaciones que lo hayan ocasionado.

## 1.7.1 El modelo de las 4P's de Toyota

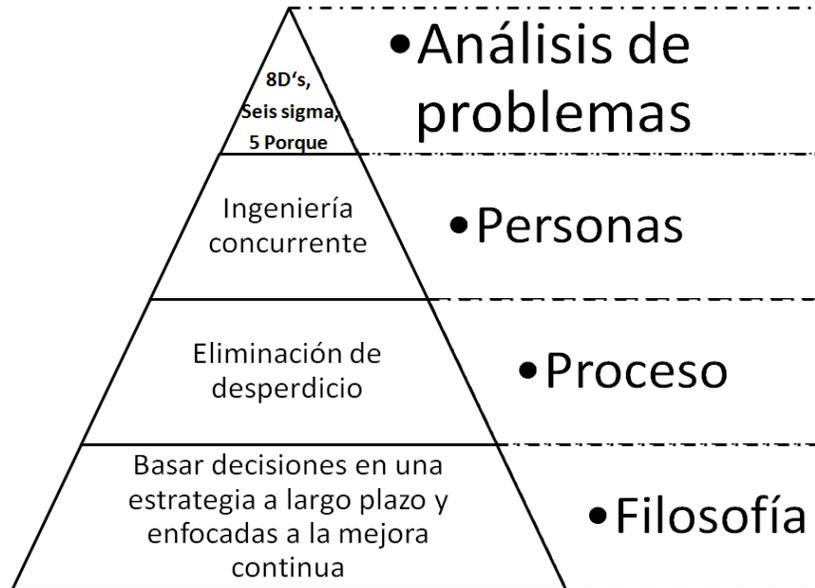
Sin duda, el llevar a cabo la conjunción de el desarrollo de productos y la solución de problemas permite generar un enfoque global para todas las áreas en la empresa, tanto de la cadena de valor como de la estructura organizacional de la empresa y la mejor manera de integrar y visualizar a fondo esta idea es a través de el modelo de Toyota 4P's, por sus siglas en inglés (filosofía-proceso-personas-solución de problemas) (Liker, 2004). Los cuatro elementos que integran en

# Capítulo I

modelo 4P's de Toyota se componen de herramientas y conceptos que son mostrados en la Ilustración 12.

Ilustración 12 Modelo 4P's de Toyota

Fuente: Elaboración propia



## 1.7.1.1 Filosofía

El primer punto que habla sobre la Filosofía en la organización propone basar las decisiones en los objetivos y en los resultados que se desean alcanzar a largo plazo, supone que es mejor dar importancia a los beneficios que se pueden obtener a largo plazo que los que se logran en un corto plazo. Todo esto en congruencia con un sentido filosófico del propósito que sustituye a cualquier toma de decisiones a corto plazo, alineando a toda la organización hacia un propósito común que es más grande que ganar dinero.

Entender el lugar en la historia de la compañía y trabajar para llevar a la empresa al siguiente nivel. La misión filosófica es la base para todos los otros principios. Un punto de partida para una buena filosofía organizacional es el de generar valor para el cliente, la sociedad y la economía. Evaluando todas las funciones de la empresa en términos de su capacidad para lograrlo.

## 1.7.1.2 Proceso

Líderes de Toyota han aprendido a través de la tutoría y la experiencia que cuando siguen el proceso correcto, obtienen los resultados adecuados. Medidas tales como desprendimiento de inventario o la eliminación de desperdicio de

# Capítulo I

---

movimiento humano en puestos de trabajo son clave para tener un proceso limpio y que se ajusta a lo que se requiere por el cliente.

Incorporando el aprendizaje acumulado sobre un proceso, hasta un punto en el tiempo que mediante la estandarización de las mejores prácticas de hoy en día se logre desarrollar la expresión creativa e individual para mejorar y luego se incorpore en el nuevo estándar para que cuando una persona se mueva, la organización pueda pasar el archivo de aprendizaje al nuevo ocupante del puesto.

## 1.7.1.3 Personas

Añadir valor a su organización, desafiando a su gente y socios para crecer. El Sistema de Producción Toyota fue en un tiempo llamado el " respeto por la humanidad " del sistema. A menudo pensamos en el respeto de las personas significa crear un ambiente libre de estrés que proporciona un montón de comodidades y es empleado de usar.

Pensar, aprender, crecer y ser desafiado no son siempre divertidos. Tampoco es el medio ambiente de Toyota siempre divertido, sin embargo, las personas y asociados de Toyota, incluyendo proveedores, crecen y se hacen mejores y con más confianza.

## 1.7.1.4 Análisis de problemas.

Resolver continuamente problemas de fondo para impulsar el aprendizaje organizacional. Los mismos problemas regresan porque no llegamos a la raíz del problema y no se ponen en marcha verdaderas contramedidas. En Toyota, incluso cuando se lanza un producto o un equipo de proyecto ha conseguido todos los objetivos, siempre había muchos problemas que había que resolver. Siempre hay oportunidades para aprender, así que al menos esos problemas son menos propensos a subir de nuevo.

Por otra parte, cuando alguien en Toyota aprende una lección importante, se espera que sea compartido con otras personas que enfrentan problemas similares, por lo que la empresa puede aprender.

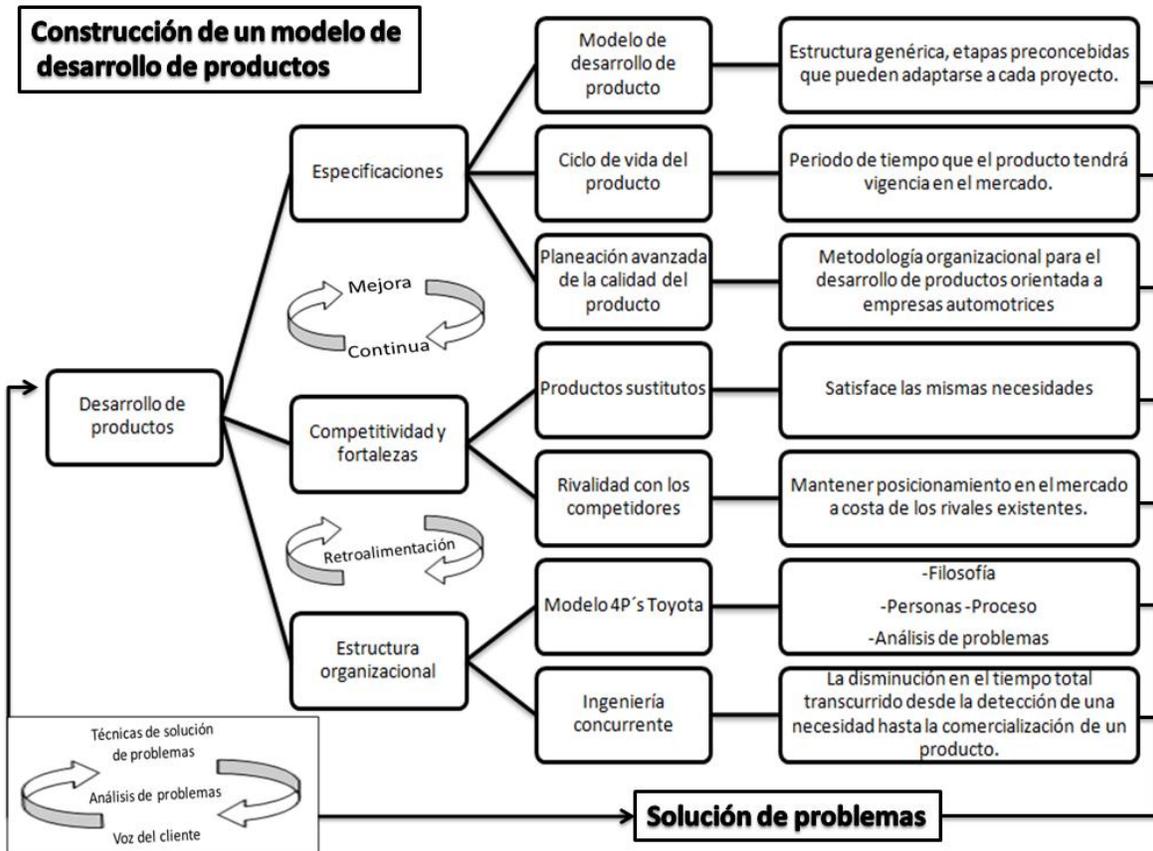
El modelo 4P's está diseñado para ser una filosofía a largo plazo, una empresa simplemente no puede cumplir sus objetivos sin contar con una filosofía a largo plazo que le dé un rumbo a la organización. El proceso consiste en desafiar y desarrollar al personal, lo cual es necesario para lograr una verdadera organización de aprendizaje centrada en la mejora continua a través de la solución de problemas y al mismo tiempo obtener un aprendizaje guiado por escuchar directamente la voz del cliente mediante técnicas que resuelven los problemas y se orientan a la mejora continua de la organización.

# Capítulo I

La retroalimentación obtenida tras resolver un problema es de muy alto valor para el desarrollo de productos pues tal como muestra la Ilustración 13 cada elemento tiene su aportación al resultado final y que como anteriormente se vio esto podrá resultar en un ciclo de vida exitoso o fallido.

Ilustración 13. La solución de problemas en el desarrollo de productos.

Fuente: Elaboración propia



El desarrollo de productos debe fortalecerse con el uso de herramientas y metodologías que lo orienten hacia a la mejora continua y permitan un ciclo de vida largo y exitoso, la solución de problemas viene a ser la fuente de combustible para arrancar la mejora continua en las organizaciones y con ello se puedan ver beneficiados sus proceso productivos y organizacionales obteniendo cada vez mejores resultados que eleven el nivel de competitividad en las empresas.

El conocer las herramientas que podrán fortalecer el sistema de análisis de problemas en la organización y hacer solido el crecimiento del producto viene descrito en el capítulo 2 de este trabajo.

## Capítulo II

---

### CAPÍTULO II. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.

Un problema en la organización alterará los planes y las actividades que se orientaban a satisfacer los requerimientos de calidad previamente establecidos por los clientes. Al desviarse del propósito inicial surge la necesidad de resolver ese problema para restaurar el camino hacia los objetivos que se pretenden alcanzar. Las estrategias que guían la solución de los problemas en las organizaciones son los objetos de estudio y análisis en este capítulo.

Las técnicas de solución de problemas han sido necesarias puesto que en las organizaciones se requiere de un procedimiento sistemático que estructure y guíe las actividades necesarias para resolver un problema eliminando la causa raíz del sistema. La reincidencia de problemas indica que la causa raíz no ha sido eliminada por completo (Rosiles, 2005, pág. 58). Algunas ocasiones la reincidencia se debe a que la causa raíz no ha sido correctamente definida o las acciones correctivas no tuvieron un completo seguimiento para validar su efectividad.

En este capítulo se describen diferentes herramientas para el análisis de problemas tales como el principio de Pareto, Lluvia de ideas, Colección de hechos, Diagrama Causa – Efecto, Los 5 ¿Por Qué? Y Los 5 ¿Por Qué? Tres Piernas. Seguido por la descripción del principio de mejora continua y el ciclo de Deming. En un primer segmento se describe la mejora continua, su relación con las actividades en la organización y por último se detalla el ciclo de mejora continua propuesto por Edward Deming.

Además en este capítulo se describen los siguientes métodos para la solución de problemas: Kepner – Tregoe, Seis Sigma y Las 8 Disciplinas, de los cuales se describe únicamente la esencia de la metodología pues cada una de estas es muy amplia y para los fines de este trabajo resulta impráctico. Se describen y se adaptan los principales pasos de cada una. Se busca presentar una guía general del método que pueda servir como una base para hacer crecer el análisis de problemas dentro de la empresa de manera gradual.

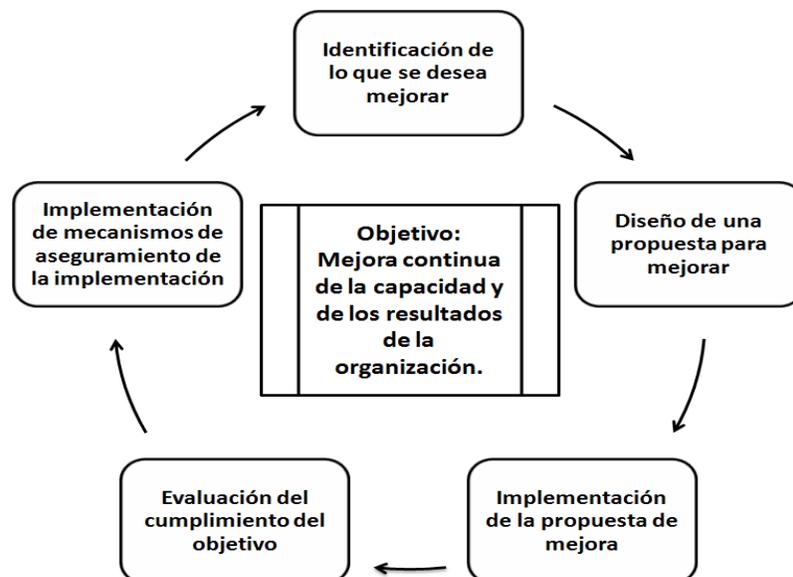
## Capítulo II

### 2.1 La mejora continua.

Para el autor Jorge Aguilar (2010, pág. 3) el concepto de mejora continua se refiere al hecho de que nada puede considerarse como algo terminado o mejorado en forma definitiva. Se está siempre en un proceso de cambio, de desarrollo y con posibilidades de mejorar. La vida no es algo estático, sino más bien un proceso dinámico en constante evolución, como parte de la naturaleza del universo. Y este criterio se aplica tanto a las personas, como a las organizaciones y sus actividades. La mejora continua tiene como raíz de origen la palabra Kaizen de origen japonés, y se refiere a la filosofía o las prácticas que se centran en la mejora continua. El Kaizen proviene de dos ideogramas japoneses: “Kai” que significa cambio y “Zen” que quiere decir; para mejorar, además encierra la filosofía de la mejora continua enfocada a todos los aspectos de la vida y es usada en la industria desde la segunda guerra mundial, (Tapias & Correa, 2010, pág. 59). Las personas involucradas deben entender que se trata de una filosofía con fines útiles para llevar a la organización a un mejor lugar, el Kaizen implica el mejoramiento continuo día a día y a cada momento, inicia con pequeñas mejoras que van en aumento para convertirse en innovaciones drásticas y radicales, Ilustración 14. Su implementación requiere de un equipo de ingeniería concurrente que involucre a todas las áreas de la organización (Barraza & Dávila, 2011). La mejora continua es la columna vertebral de la organización y parte fundamental de cualquier empresa que desee permanecer en el mercado.

Ilustración 14 La mejora continua

Fuente: Elaboración propia.



La solución de problemas puede enmarcarse en la mejora de la organización, a partir de un estado no deseado y llevar dicha circunstancia a una situación que

## Capítulo II

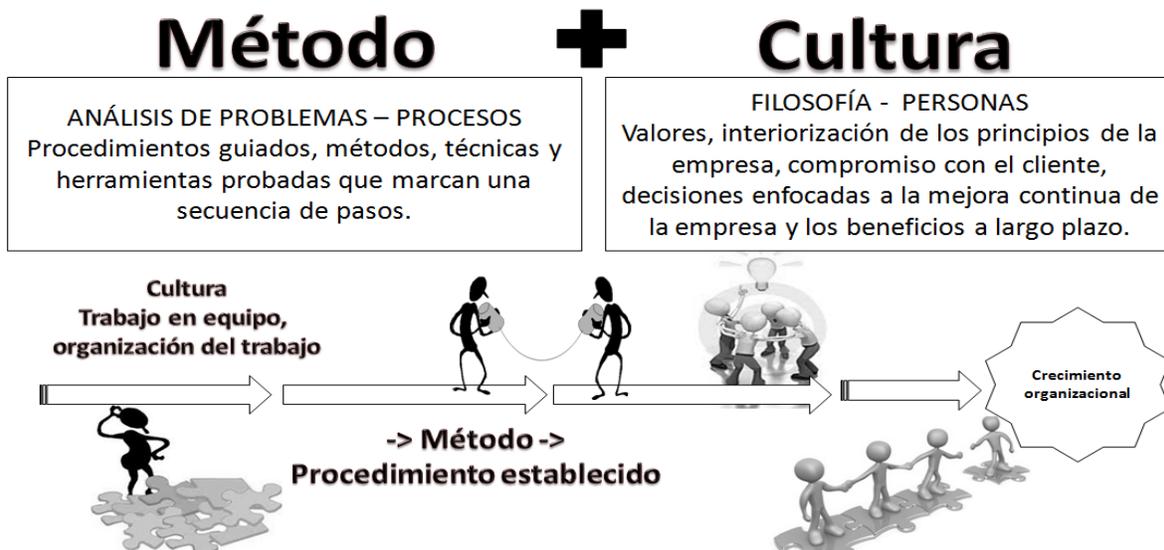
sea más potenciadora para lograr un objetivo y así mantener los tiempos de realización para un proyecto y al mismo fortalecer las áreas de mejora que precisamente brindan la oportunidad de dar un mejor posicionamiento con una mayor ventaja y mejores beneficios, Ilustración 15.

Ilustración 15. Marco de mejora continua.  
Fuente: Elaboración propia.



Es ya muy bien conocido que para el crecimiento sostenido de la empresa no sólo será necesario tener los correctos procedimientos para llevar a cabo, sino además tener muy bien establecida una cultura organizacional. Este trabajo se centra en mostrar los procedimientos idóneos para una empresa que fabrica productos plásticos, sin embargo, no se deja de fuera la combinación que resulta de establecer los procedimientos correctos y el desarrollo de una fuerte estructura organizacional, Ilustración 16.

Ilustración 16. Método y cultura organizacional para el crecimiento de la empresa.  
Fuente: Elaboración propia.



## Capítulo II

---

Una correcta cultura organizacional en la empresa favorecerá la solución de problemas pues hará más proactivo al personal y propondrán mejoras en la organización que corregirán y prevendrán desviaciones. Las propuestas de mejora o de corrección a un problema son detectadas por algún empleado y este mismo la comunica a algún coordinador de las áreas que intervienen mismo que informará a los coordinadores de las demás áreas y juntos organizarán un análisis de la situación para obtener las acciones que hay que realizar, apoyándose de herramientas y metodologías que faciliten este análisis. El personal querrá mejorar su entorno y el método lo apoya dándole a conocer un camino que guíe el desarrollo de la propuesta de mejora que esté planteando.

La mejora continua parte de una propuesta de mejora o de corrección en algún elemento de la empresa y para que se lleve a cabo se siguen diferentes procedimientos que son descritos más adelante en el capítulo, sin embargo, estos procedimientos se apoyan en herramientas básicas que ayudan a recolectar información, clasificarla y analizarla. Las herramientas que apoyan las metodologías de solución de problemas son el objetivo del siguiente segmento de este capítulo.

## Capítulo II

---

### 2.2 Herramientas básicas para la obtención de información y análisis de problemas.

En los segmentos subsecuentes se describen algunas herramientas básicas de apoyo para los métodos de solución de problemas antes mencionadas.

#### 2.2.1 Lluvia de ideas

Es una técnica de grupo que tiene la finalidad de estimular la creatividad y obtener, en poco tiempo un gran número de ideas de un grupo de personas sobre un tema o problema común. El autor Alberto Galgano (1995) señala cuatro puntos básicos para la lluvia de ideas

1. No emitir juicios sobre las ideas de los demás participantes.
2. Disponer de plena libertad para formular nuevas ideas.
3. Promover la presentación de un gran número de ideas.
4. Favorecer el cruce de ideas entre los integrantes del grupo.

Una reunión de lluvia de ideas no implica ni exposición lógica ni discusión. En ella todos se limitan a expresar ideas de la forma más clara posible. El principio en el que se basa el proceso es que una idea estimula otra, con frecuencia relacionada con la anterior. Si el tema que se trata durante la lluvia de ideas resulta complejo, será preciso descomponerlo en temas más sencillos y tener una sesión para cada uno de ellos. Además será importante que, durante el debate, el equipo no se plantee preguntas tales como ¿Quién?, ¿Por qué?, ¿Cuándo?, etc. Tales preguntas desvían la atención y no permiten centrar las ideas en el tema elegido. Por el contrario, las ideas deben siempre responder a la pregunta ¿cómo? (Galgano, 1995).

#### 2.2.2 Colección de hechos

La información es la base para la toma de decisiones y para la mejora continua de cualquier sistema, se debe conocer el estado actual lo más detallado posible para tener un certero punto de referencia. Se busca responder 8 preguntas, cuyas palabras en inglés, se inician con W y H, a saber: ¿Qué (What)?, ¿Por qué (Why)?, ¿Cuándo (When)?, ¿Dónde (Where)?, ¿Quién (Who)?, ¿Cómo (How)?, ¿Cuánto (How much)? y ¿Con qué frecuencia (How often)?, (Nunes, 2014). Esta herramienta nos dará información valiosa con la cual se puede tener un análisis más completo y mejor detallado del problema. La respuesta clara y objetiva a cada uno de los cuestionamientos será la clave para un buen aprovechamiento de la herramienta.

## Capítulo II

---

### 2.2.3 Diagrama Causa – Efecto

Según el autor Alberto Galgano (1995) un diagrama causa efecto muestra las relaciones entre una característica y sus factores o causas.

Los usos de la herramienta son descritos por Chang y Niedzwiecki (1999) y son aplicados a:

- Categorizar muchas causas potenciales de un problema.
- Analizar qué es lo que realmente está sucediendo con un proceso.

Es posible que existan muchas causas para un defecto, los diagramas causa-efecto tienen por objetivo describir esta situación compleja para que se pueda entender mejor y encierra todas las causas del problema en seis categorías que son las referentes a: mano de obra, métodos, entorno, máquinas, materiales y mantenimiento, (Galgano, 1995). Este tipo de diagramas se alimentan de la información producida en la lluvia de ideas y en la colección de hechos, ayuda visualizar si es que se están considerando todos los parámetros que pueden producir el efecto no deseado.

### 2.2.4 Principio de Pareto

El principio de Pareto es también conocido como la regla del 80-20 y recibe este nombre en honor a Wilfredo Pareto, quien lo enunció por primera vez. Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los generan. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas podemos decir que el 20 % de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80 % de las causas sólo resuelve el 20 % del problema, (Cruz, Jerez, Álvarez, & Navarro, 2009, pág. 9). La gran ventaja del principio de Pareto es que muestra cuáles son los factores más importantes a los cuales corresponde concentrar la atención y pueden aplicarse para efectuar mejora en todos los aspectos. El principio se utiliza para mejorar la eficiencia del trabajo.

### 2.2.5 Los 5 ¿Por Qué?

La pregunta central en la solución de problemas ¿Por qué ocurrió el problema? es el punto de partida para la técnica de los 5 ¿Por Qué? El punto de partida para su aplicación es una causa que probablemente origina el problema, esta causa debe evaluarse para poder ser confinada como una causa real con la ayuda de técnica de los 5 ¿Por Qué? El principal objetivo de la técnica es determinar la causa raíz de un defecto o problema, (Gardner, 2004). El número requerido de preguntas

## Capítulo II

---

(¿Por qué?) depende de la complejidad del problema y la disciplina y experiencia de quien está aplicando la técnica.

### 2.2.6 Los 5 ¿Por Qué? Tres Piernas

El análisis 5 ¿Por Qué? Tres Piernas consisten en aplicar la técnica 5 ¿Por Qué? a tres causas de diferente origen las cuales son descritas a continuación:

#### Causa Específica:

- Determinar la Causa Específica.
- ¿Por qué se generó producto no conforme?

#### Causa No Detección:

- Determinar la Causa de No Detección
- ¿Por qué los métodos de ensayo no filtraron este material?

#### Causa Sistémica:

- Determinar la Causa Sistémica.
- ¿Por qué existió la posibilidad de que se produjera esta situación?

En cada una de estas causas se debe aplicar un análisis 5 ¿Por Qué? para determinar la causa raíz en las tres categorías. Para el autor Samuel Frank (2009, pág. 6) estos tres pasos no sólo proporcionan información sobre el problema específico que se está estudiando, se traducen en una mejor comprensión de la organización y los efectos sobre el cliente en una situación específica.

### 2.2.7 Hoja de Verificación.

Llamada hoja de control o de chequeo, es un impreso con formato de tabla o diagrama, destinado a registrar y compilar datos mediante un método sencillo y sistemático, como la anotación de marcas asociadas a la ocurrencia de determinados sucesos. Esta técnica de colección de datos se prepara de manera que su uso sea fácil e interfiera lo menos posible con la actividad de quien realiza el registro.

### 2.2.8 Gráfico de Control

Es una representación gráfica de los distintos valores que toma una característica correspondiente a un proceso. Permite observar la evolución de este proceso en el tiempo y compararlo con unos límites de variación fijados de antemano que se usan como base para la toma de decisiones.

### 2.2.9 Histograma

Es una representación grafica donde cada variable tiene asignada una barra y su longitud en el grafico está determinada por la frecuencia de valores representados.

## Capítulo II

Permite tener un panorama general de las mediciones hechas y se puede visualizar la diferencia de magnitud entre cada variable.

### 2.2.10 Diagrama de Dispersión

Llamado gráfico de dispersión, es un tipo de diagrama matemático que utiliza las coordenadas cartesianas para mostrar los valores de dos variables para un conjunto de datos. Los datos se muestran como un conjunto de puntos, cada uno con el valor de una variable que determina la posición en el eje horizontal y el valor de la otra variable determinado por la posición en el eje vertical.

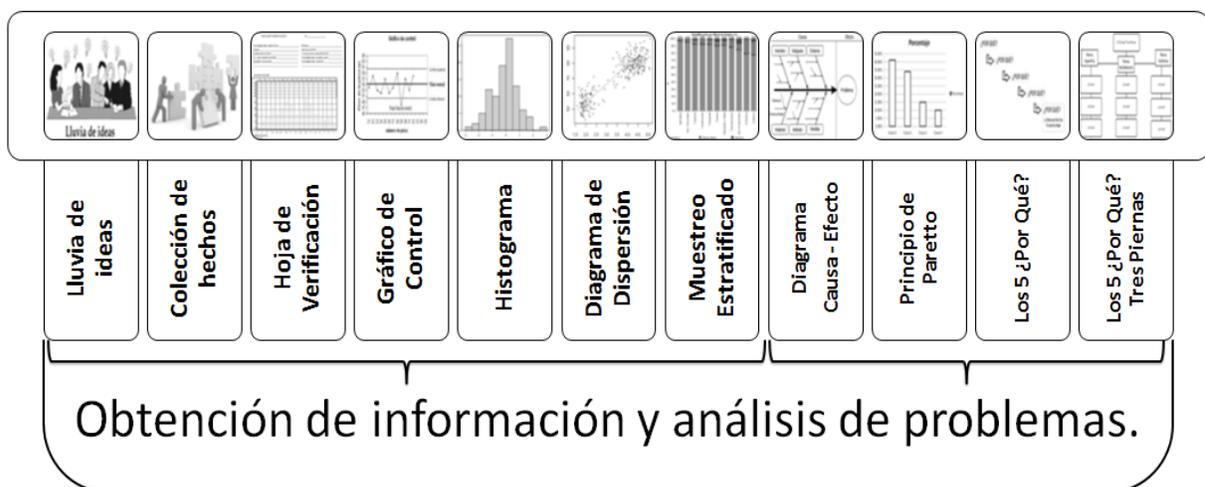
### 2.2.11 Muestreo estratificado

Es una herramienta estadística que clasifica los elementos de una población que tiene afinidad para así analizarlos y determinar causas comunes de su comportamiento. La estratificación contribuye a identificar las causas que hacen mayor parte de la variabilidad, de esta forma se puede obtener una comprensión detallada de la estructura de una población de datos, examinando así la diferencia en los valores promedio y la variación en los diferentes estratos.

Estas herramientas sirven para obtener información, registrar datos y analizarlos con el fin de conocer mejor la situación real en la que el problema se ha desarrollado y cada una de ellas se integra en diferentes etapas del análisis de problemas, Ilustración 17. Forman parte de una cultura de registro de información que permite monitorear los procesos y valorar si es que se requiere alguna corrección, solo se puede controlar lo que se mide.

Ilustración 17. Herramientas básicas para la obtención de información y análisis de problemas.

Fuente: Elaboración propia.



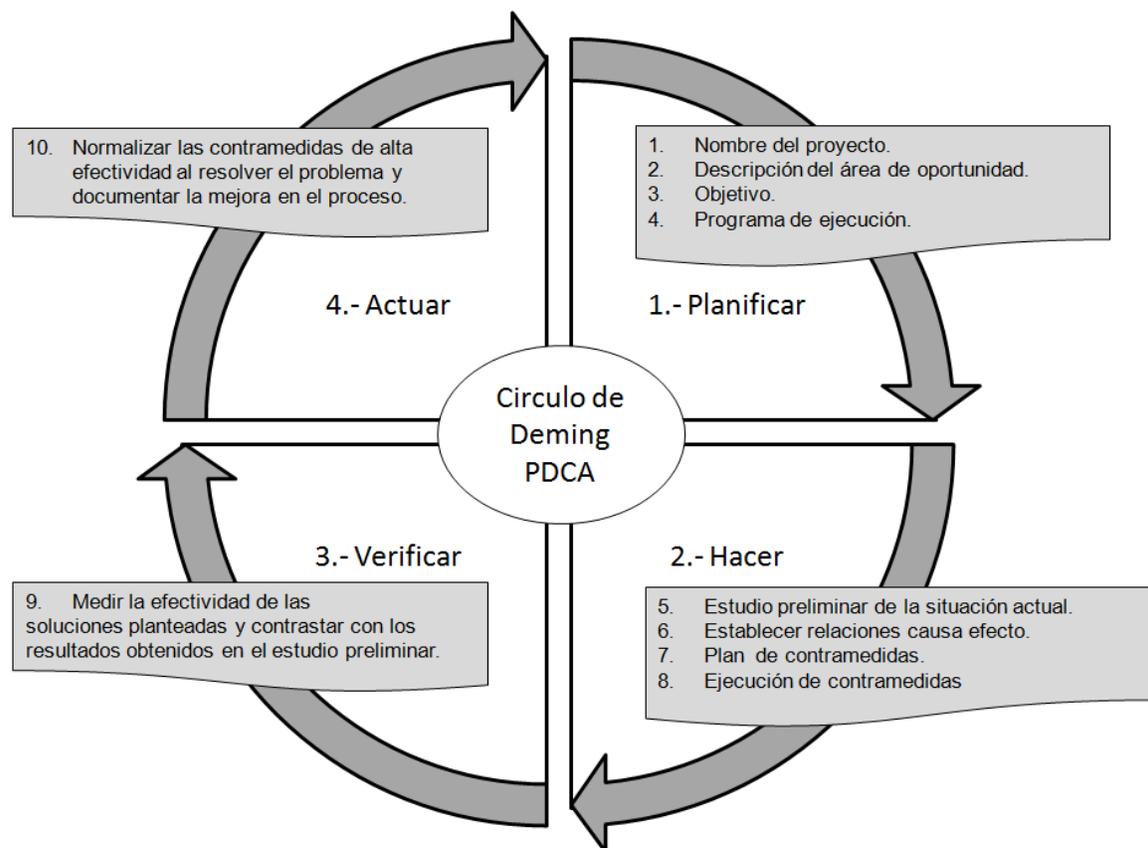
## Capítulo II

### 2.3 El Círculo de Deming

La necesidad de elevar la calidad y el nivel de desempeño de las organizaciones implica realizar un esfuerzo continuado, para que las mismas sean competitivas en medio de un entorno sujeto a constantes cambios (González & Fernández, 2000). La manera de implementar el Kaizen en una organización de manera sistemática y sostenibles es usando el círculo de Deming o ciclo PDCA, cuyas siglas son el acrónimo de Plan, Do, Check, Act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). El ciclo PDCA es un ciclo que está en pleno movimiento. Está ligado a la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto para los productos como para los procesos de la organización (García, Quispe, & Ráez, 2003). El ciclo de Deming es una estrategia de mejora continua de la calidad de cuatro etapas y que se compone de diez pasos que se ubican en diferentes etapas del proceso tal como lo muestra la Ilustración 18.

Ilustración 18 Ciclo de Deming y sus pasos.

Fuente: Adaptación de (González & Fernández, 2000, pág. 59)



A lo largo del ciclo se ejecutan diferentes tareas que son descritas en la Ilustración 18, es importante resaltar sobre cuál etapa se encuentra enmarcada determinada

## Capítulo II

---

actividad y así asumir el papel correspondiente. Se describen las etapas y sus correspondientes tareas del Círculo de Deming.

### 2.3.1 Planificar

Se trata de un ciclo cuya intención es ordenar y estructurar las actividades que serán necesarias para establecer una mejora en la organización. Inicia con la planificación, etapa en la cual se recopilan datos para profundizar el conocimiento en la situación planteada para poder detallar las especificaciones de los resultados esperados y planificar un plan para su ejecución, se compone de cuatro actividades que son descritas a continuación:

1. Nombre del proyecto.

Esta tarea señala que se debe identificar el proyecto de mejora que se ha de plantear para posteriormente tener un adecuado manejo y seguimiento.

2. Descripción del área de oportunidad.

Se describe la situación que está causando una no conformidad o que representa un área de mejora.

3. Objetivo.

Indicar cuál es el resultado esperado que será una mejora para la problemática descrita en la tarea 2

4. Programa de ejecución.

Se estructura en la tarea cuatro un programa para la ejecución de las tres fases restantes.

### 2.3.2 Hacer

La segunda etapa de este ciclo es la más densa pues implica llevar a cabo cuatro tareas que se orientan en organizar, dirigir, asignar recursos y supervisar la ejecución de un plan para contrarrestar la situación planteada en la etapa de planificación. La descripción de las actividades para la segunda etapa se da a continuación.

5. Estudio preliminar de la situación actual.

Se realiza un estudio detallado del área de mejora, para descubrir las desviaciones que afectan su correcto desarrollo, es fundamental medir el nivel de desempeño actual, a través de indicadores los cuáles pueden estar relacionados

## Capítulo II

---

con la productividad de los equipos y las personas, el nivel de defecto del proceso, pérdidas de tiempo, etc. (González & Fernández, 2000).

### 6. Establecer relaciones causa efecto.

Se clasifican y ordenan las ideas obtenidas en una lluvia de ideas y se puede partir del efecto y analizar las causas que lo han provocado o por el contrario, enumerar primero las causas y, finalmente, indicar el efecto producido.

Las técnicas usadas para el establecimiento de las relaciones causa efecto pueden ser: diagramas Pareto, diagramas causa efecto, lazos causales, entre las más difundidas dentro de la industria.

### 7. Plan de contramedidas.

Una vez se han analizado las causas que originan el problema se procede a elaborar un plan con una serie de medidas que tendrán como función corregir y eliminar la causa detectada en el análisis.

### 8. Ejecución de contramedidas

Se coordina la ejecución de las contramedidas planeadas formando un equipo multidisciplinario donde estén presentes los jefes de las áreas ya que las contramedidas serán ejecutadas para involucrarlos y obtener la disposición del personal de dicha área.

#### 2.3.3 Verificar

La etapa de verificar permite medir el progreso y el grado de mejora que se ha obtenido es por eso que esta etapa inicia cuando se han terminado de ejecutar las contramedidas. La actividad esencial de esta etapa es descrita a continuación

### 9. Medir la efectividad de las soluciones planteadas y contrastar con los resultados obtenidos en el estudio preliminar.

Se contrastan los resultados actuales con los iniciales en caso de ser favorable se pasa a la siguiente etapa del ciclo con la finalidad de asegurar que la ejecución de tales contramedidas fue efectiva para la solución del problema.

#### 2.3.4 Actuar

La última etapa de este ciclo bajo el concepto de actuar da la indicación de mantener las acciones de mejora y a la vez seguir con el dinamismo de afrontar las desviaciones detectadas e iniciar nuevamente el ciclo PDCA para corregirlas. Tiene una sola tarea que se detalla a continuación.

## Capítulo II

---

10. Normalizar las contramedidas de alta efectividad al resolver el problema y documentar la mejora en el proceso.

Mantener las contramedidas documentándolas en el proceso y haciéndolas parte de los procedimientos brinda la seguridad de que el problema no se repetirá además de que se enriquece el proceso y promueve el esfuerzo continuo para mejorar otras áreas de la organización.

El Círculo de Deming presenta una secuencia que induce a la mejora continua de determinado aspecto de la organización sus 10 tareas guían la manera en que este método se desarrolla permitiendo conocer los objetivos a cumplir. Es un método que facilita la solución de problemas, haciendo cíclico el proceso y obteniendo como resultado que una vez que un problema ha sido resuelto pueda iniciarse el análisis de un nuevo problema. Es una técnica sencilla de seguir y además puede ser difundida a todos los miembros de la organización con este método fácilmente se puede estandarizar la manera en que se actúa para resolver problemas y hacer mejoras en la organización.

## Capítulo II

---

### 2.4 Kepner – Tregoe.

El método Kepner Tregoe para toma de decisiones es una metodología estructurada para obtener, priorizar y evaluar información. Fue desarrollada por Charles H. Kepner y Benjamin B. Tregoe en los años 60. También conocido como matriz Kepner Tregoe o matriz del perfil competitivo (Dermott, 2014). Un aspecto importante del método Kepner Tregoe es la valoración y priorización del riesgo.

Si bien, no se orienta a dar la solución perfecta sí buscará la que menos consecuencias negativas tenga.

El método Kepner Tregoe se compone de 4 pasos para tomar decisiones:

- **Análisis de la Situación:** Se clarifica la situación real que se está presentando y se traza una dirección.
- **Análisis de Problemas:** Se definen los problemas y se determinan las causas.
- **Análisis de Decisiones:** Se identifican las alternativas y se analiza el riesgo de cada una.
- **Análisis de Problemas Potenciales:** Se hace un análisis de la mejor de las alternativas frente a los problemas potenciales y las consecuencias negativas, y se proponen acciones para minimizar el riesgo.

#### 2.4.1 Análisis de problemas mediante el método de Kepner – Tregoe

A continuación se muestra la secuencia de pasos y los esquemas utilizados para la toma de decisiones con el método Kepner Tregoe.

1. Enlistar todas las opciones que representen una posible solución al problema planteado.
2. Evaluar qué nivel de importancia tienen con respecto a los problemas que contrarrestan y ponerlo en escala de 1 a 10.
3. La siguiente columna busca pronosticar la efectividad que la propuesta de solución podría tener si todo se acerca a lo planeado, de igual manera se califica en escala de 1 a 10.
4. Multiplicar los resultados de estos dos últimos puntos para obtener la puntuación positiva de cada una de las alternativas.

## Capítulo II

Se escriben todas las alternativas como se muestra en la Tabla 2 y todo el equipo ayuda a valorar cada uno de los aspectos y así poder obtener una puntuación para cada una de las opciones.

Tabla 2. Evaluación de las alternativas de solución al problema mediante técnica la Kepner-Tregoe.

Fuente: Elaboración propia

Parte de Poliestireno. Defecto: Fragilidad Posible causa: Tiempo de residencia excesivo				
Alternativa de solución		Importancia	Efectividad	Puntuación positiva
A	Calcular el tiempo de residencia en estado fundido por fórmula en las guía de moldeo. Si es mayor a 5 minutos, usar una maquina con una unidad de inyección más corta.	8	6	48
B	Mejorar la uniformidad de enfriamiento	9	7	63
C	Bajar la temperatura del molde	7	9	63
D	Reducir la velocidad de apertura del molde	5	6	30

5. En una nueva lista se colocan los efectos negativos que las propuestas para solucionar el problema pudieran tener.
6. Se evalúa la probabilidad que los efectos negativos tienen de ocurrir y se califican en escala de 1 a 10.
7. La siguiente columna evalúa el impacto negativo que pudieran tener los efectos negativos en la organización.
8. Multiplicar los resultados de estos dos últimos puntos para obtener la puntuación negativa de las consecuencias negativas.

Mostrando todas las consecuencias negativas que tomar una determinada opción en el Tabla 3 se evalúan la probabilidad de que ocurran y el impacto negativo que pueden desarrollar cada una de las opciones, resultado en una puntuación negativa.

Tabla 3. Evaluación de los efectos negativos de las alternativas propuestas mediante la técnica Kepner-Tregoe.

Fuente: Elaboración propia

Parte de Poliestireno. Defecto: Fragilidad Posible causa: Tiempo de residencia excesivo				
Efecto Negativo de la alternativa de solución		Probabilidad	Impacto negativo	Puntuación Negativa
A	Invertir en una nueva máquina y ajustar nuevamente el proceso	5	9	45
B	Ajustes al molde, tiempo muerto de operación	5	7	35
C	Inversión y ajuste de un nuevo sistema de enfriamiento para el agua que entra en el molde	8	4	32
D	Incremento en el tiempo de ciclo, alteración al programa de producción	5	4	20

## Capítulo II

---

9. El último paso es obtener un valor total con los valores de las dos tablas anteriores. Se toma la puntuación positiva y se le resta la puntuación negativa obtenida. La alternativa con un valor más alto será la mejor para contrarrestar el problema y minimizar los efectos negativos que pudiera tener.

La Tabla 4 muestra como la opción "C" resultó ser la de mayor puntaje pues al restar de su puntuación positiva los puntos en contra, siguiendo aún así la alternativa que mejor había sido calificada.

Tabla 4. Evaluación final de alternativas de solución al problema mediante técnica Kepner-Tregoe.

Fuente: Elaboración propia

Propuesta de solución	Puntuación Positiva	Puntuación Negativa	Total
A	48	45	3
B	63	35	28
C	63	32	31
D	30	20	10

Cabe señalar que tomando como información las consecuencias negativas que una opción podría traer el equipo encargado de resolver el problema, éste deberá tomar las medidas necesarias para contrarrestarlas y minimizar el impacto negativo. Esta aproximación sistemática, paso a paso, facilita realizar el análisis de decisión Kepner-Tregoe (Hicks, 2004). Puede ser muy útil cuando hay muchas opciones potenciales a tener en cuenta y también cuando hay muchos posibles efectos no deseados. Aunque se presenta como una matriz de decisión imparcial, un equipo multidisciplinario de trabajo deberá asignar la importancia relativa de los objetivos, la probabilidad de que ocurran las reacciones adversas y la importancia relativa de cada una de esas reacciones.

## Capítulo II

---

### 2.5 Seis Sigma.

Seis Sigma es un conjunto de técnicas y herramientas para la mejora de procesos. Fue desarrollada en Motorola en 1986 por el ingeniero Bill Smith, quien introdujo el concepto de Seis Sigma para estandarizar la forma en que los defectos se cuentan. Desde entonces, el impacto del proceso de Seis Sigma en la mejora de los resultados empresariales ha sido espectacular y bien documentado por otras organizaciones líderes a nivel global, como General Electric, Allied Signal, y CITIBANK. Es por eso, que la inversión en programas de Seis Sigma es considerado cada vez más una mejor práctica de misión crítica, incluso entre empresas medianas y pequeñas (Motorola, 2014).

Seis Sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología Seis Sigma es reducir ésta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente. Seis Sigma tiene como objetivo mejorar la calidad y minimizar la variabilidad en el proceso mediante la identificación y eliminación de las causas de los defectos. La madurez de un proceso de fabricación puede ser descrita por una clasificación sigma que indica su rendimiento o el porcentaje de productos libres de defectos que crea.

El índice de capacidad del proceso

Es una estimación numérica de la capacidad del proceso es decir que tan capaz es de cumplir con las especificaciones y es determinado como el cociente de la amplitud de la tolerancia entre la amplitud del proceso. El valor del índice de capacidad del proceso nos representa el número de partes por millón que no están cumpliendo con determinada especificación. Por ejemplo: un índice de capacidad del proceso de 1 representa 2700 PPM (partes por millón) que están fuera de especificación. Se presentan las PPM para los siguientes índices

Índice / PPM

1.33 / 63

1.67 / 1

2.0 / 0.002

Un proceso de Seis Sigma es uno en el cual 99,99966 % de los productos manufacturados se espera estadísticamente esté libre de defectos (Fraile, Barrio, & Monzón, 2003). En el método Seis Sigma se sigue esta secuencia para la resolución de problemas:

## Capítulo II

Medir: identificar lo importante, el alcance y los objetivos del proyecto.

Medir: Cuantificar el desempeño actual.

Analizar: Verificar que las causas de los defectos y variación son reales.

Mejorar: Identifica soluciones a las causas encontradas.

Controlar: Proporciona pruebas estadísticas de que la mejora se mantiene.

### 2.5.1 Análisis de problemas mediante el método de Seis Sigma.

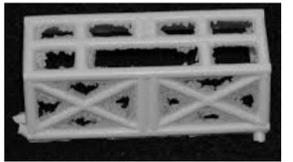
Para desarrollar esta metodología se proponen la siguiente secuencia de pasos basados en el estudio “Aplicación de Seis Sigma en una Microempresa del Ramo Automotriz” (Michcol, García, Loyola, & Ávila, 2011) que adaptan el modelo de Seis Sigma y se concentran únicamente en una estructura funcional para resolver un problema de producto no conforme con su cliente analizando el nivel de rechazo y las causas que lo originan para tomar acciones correctivas y usar la medición del rendimiento del proceso y el nivel de sigma como indicadores de proceso.

1. Definir el estado actual del problema y la característica crítica de calidad que no se está cumpliendo con el cliente y genera un producto no conforme, Tabla 5.

Tabla 5. Estado Actual del problema.

Fuente: Elaboración propia

Seis Sigma	
Estado actual del problema	Cliente rechaza material por ser disfuncional en su proceso.
Característica crítica de calidad	Ranuras libres de flash - Pieza completamente moldeada
No conformidad	1.-Flash entre las ranuras del producto 2.- Pieza incompleta
Efecto	El defecto impide el correcto ensamble de la parte con el resto de los componentes



2. Establecer un indicador para el control del proyecto, en esta secuencia de la metodología será el porcentaje de producto no conforme (PNC), el cual se obtiene mediante la Fórmula 1.

Fórmula 1. Porcentaje de producto no conforme.

$$\% \text{ de PNC} = \frac{(\text{Total de piezas no conformes} \times 100)}{(\text{Total de piezas no conformes} + \text{total de piezas conformes})}$$

3. Definir un límite permitido de PNC.
4. Obtener PNC actual y determinar el intervalo de tiempo en que ha surgido.

## Capítulo II

5. Determinar con el uso de la Fórmula 2, qué tanto se aleja el % de PNC con respecto al límite que se tiene establecido para el PNC.

Fórmula 2. Brecha entre el porcentaje de producto no conforme obtenido y el límite establecido.

$$\text{Brecha} = \% \text{ de PNC obtenido} - \% \text{ de PNC permitido}$$

De la Fórmula 2 podemos obtener que si el resultado es negativo el proceso se encuentra dentro de los límites establecidos y permanece dando garantía de calidad al cliente, en caso contrario sí es positivo, Tabla 6.

Tabla 6. Control de Indicadores.

Fuente: Elaboración propia.

Intervalo de tiempo del estudio		Inicio	1/1/00	Indicador del proyecto		Porcentaje de producto no conforme		
		Fin	31/1/00					
Limite de PNC	Datos al iniciar	Producto No Conforme	14563	Datos al finalizar	Total de PNC	856	Brecha Inicial	Brecha Final
		Producto conforme	29393		Total de piezas	43100		
		% de PNC	33.13%		% de PNC	1.95%		

6. Calcular mediante la Fórmula 3 los defectos por millón de oportunidad (dpmo), (Fontaine, 2007).

Fórmula 3. Defectos Por Millón de Oportunidades.

Fuente: (Escalante, 2009).

$$\text{dpmo} = \frac{\text{Número de defectos}}{(\text{número de unidades} * \text{número de oportunidades})} \times 1 \times 10^6$$

Se muestra el formato propuesto para el registro de los datos obtenidos del proceso, en la Tabla 7.

Tabla 7. Defectos por millón de oportunidades inicio del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Datos al iniciar	Numero de oportunidades	2	Flash en las ranuras del producto Producto con tiro corto	
	Unidades producidas	43956	Defectos por millón de oportunidades	<b>165654</b>
	Unidades con defectos de calidad	14563		

## Capítulo II

7. Obtener el nivel sigma mediante el uso de la Tabla 8 identificando el valor de defectos por millón de oportunidad y ubicando el nivel de sigma que le corresponde.

Rendimiento del proceso: 69.61%

Nivel de Sigma: 2.5 obtenido del valor de sigma correspondiente al dpmo que en este caso es de 165654 siendo 158655 el valor más cercano.

Tabla 8. Tabla de conversión de capacidad del proceso en sigmas.

Fuente: (Pyzdek, 2003, pág. 225)

Sigma	dpmo	Sigma	dpmo
2.9	80757	6	3.4
2.8	96801	5.9	5.4
2.7	115070	5.8	8.5
2.6	135666	5.7	13
2.5	158655	5.6	21
2.4	184060	5.5	32
2.3	211855	5.4	48
2.2	241964	5.3	72
2.1	274253	5.2	108
2	308538	5.1	159
1.9	344578	5	233
1.8	382089	4.9	337
1.7	420740	4.8	483
1.6	460172	4.7	687
1.5	500000	4.6	968
1.4	539828	4.5	1350
1.3	579260	4.4	1866
1.2	617911	4.3	2555
1.1	655422	4.2	3467
1	691462	4.1	4661
0.9	725747	4	6210
0.8	758036	3.9	8198
0.7	788145	3.8	10724
0.6	815940	3.7	13903
0.5	841345	3.6	17864
0.4	864930	3.5	22750
0.3	884930	3.4	28716
0.2	903199	3.3	35930
0.1	919243	3.2	44565
		3.1	54799
		3	66807

## Capítulo II

8. Identificar las causas que afectan el proceso y generar matriz XY. La matriz XY además permite identificar las relaciones entre los defectos y sus diferentes causas, esto es muy importante considerando que un defecto puede ser causado por varios factores y es necesario tratarlo a partir de ellos, de forma priorizada (Michcol, García, Loyola, & Ávila, 2011).

En la parte superior de la Tabla 9 se observan los números del 1 al 2, podrán ser más o menos, estos números se refieren a la cantidad de defectos que se presentan en el producto. Para cada variable Y (defecto) se eligió un peso de 7 y 10, donde el mayor peso se asigna al defecto más frecuente. Ejemplificando, la tabla muestra que el defecto 1 tiene un valor de 10 al ser el más frecuente.

Se eligió una escala de 3 (medianamente), 6 (alta) y 9 (muy alta), para identificar la relación causal entre las variables X's y Y's. Por ejemplo, la presión de inyección muy alta, tiene una relación causal alta (6) con el defecto 1 y medianamente (3) con el defecto 2, el resultado es un puntaje de 90, un proceso similar se realiza con las demás causas.

Tabla 9. Matriz X Y

Fuente: Elaboración propia.

Matriz XY					
Causas (X's)	Defectos (Y's)	1	2	Puntaje	Prioridad
	Peso	10	7		
<b>MATERIALES</b>					
Material sobre calentado durante secado		9		90	6
<b>MANO DE OBRA</b>					
Operador desconoce las posibles fallas que el producto puede tener		6	6	102	5
<b>MAQUINARÍA</b>					
Fuerza de cierre baja o insuficiente		9	9	153	1
Presión de inyección muy alta		6	3	81	7
<b>MEDICIÓN</b>					
Falta unificar criterios de calidad		6	6	102	4
Material sin inspeccionar 100%		3	3	51	8
<b>MÉTODOS</b>					
Parámetros desconocidos para el producto inyectado		6	9	123	3
Procedimiento puesta a punto inexistente		9	6	132	2

## Capítulo II

### 9. Eliminar las causas más relacionadas con el problema.

Al ordenar la lista de mayor a menor puntaje en la casilla de prioridad, se obtiene una jerarquía que será la que indique el orden en que se deben ir eliminando las causas del problema. Se enlistan las causas y las acciones correctivas para cada una de estas como se ilustra en la Tabla 10.

Tabla 10. Lista de causas de no conformidades y acciones correctivas.

Fuente: elaboración propia.

Mejora al proceso				
Causas de no conformidad	Acciones correctivas	Fecha de vencimiento	Fecha real	Responsables
Fuerza de cierre baja o insuficiente	Incrementar fuerza de cierre	05/01/2000	4/01/2000	Juan García
Procedimiento puesta a punto inexistente	Desarrollar un procedimiento de puesta a punto	10/01/2000	08/01/2000	Enrique Bernal
Parámetros desconocidos para el producto inyectado	Desarrollo de hoja de parámetros para el producto inyectado	15/01/2000	15/01/2000	Luis Arellano

Los criterios de selección para las acciones correctivas deben ser dos: su efectividad y el costo que representa tal medida. Para cada acción correctiva se establece un plan de implementación en el cual se asigna un responsable y un grupo de trabajo, se establecen fechas de cumplimiento y el plan de implementación se coloca a la vista de todos los trabajadores para dar seguimiento y se ordena como lo muestra la Tabla 11.

Tabla 11. Seguimiento a la mejora continua y ejecución de medidas correctivas.

Fuente: elaboración propia.

Plan de implementación de acciones correctivas				
Descripción de la actividad: Incrementar fuerza de cierre en molde				
Etapa	Descripción de la etapa	Fecha		Responsables
		Programada /	Real	
1	Medir la fuerza inicial que se usa en la maquina	16/01/2000	15/01/2000	Juan García
2	Incrementar gradualmente la fuerza de cierre y verificar los resultados obtenidos con cada incremento	20/01/2000	20/01/2000	Enrique Bernal
3	Encontrar la fuerza optima tras el estudio realizado en la actividad 2	22/01/2000	22/01/2000	Luis Arellano
4	Actualizar la hoja de parámetros en la maquina con la nueva fuerza de cierre	24/01/2000	24/01/2000	Enrique Bernal

## Capítulo II

---

### 10. Verificar resultados.

Para revisar el estado actual del proceso que se tiene se tendrán que obtener nuevamente los defectos por millón de oportunidades (Fontaine, 2007), el cual se calculó mediante la aplicación de la Fórmula 3.

### 11. Contraste de resultados

Se obtiene nuevamente el rendimiento del proceso por medio de la Tabla 8 se obtiene el nivel de sigma, para evaluar cuál fue el grado de mejora en el proceso cuando se atacó el problema que causaba la no conformidad del producto.

Se muestra el formato propuesto para el registro de los datos obtenidos del proceso, en la Tabla 12.

Tabla 12. Defectos por millón de oportunidades termino del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Datos al Finalizar	Numero de oportunidades	2	Flash en las ranuras del producto	
	Unidades producidas	43956	Defectos por millón de oportunidades	<b>9737</b>
	Unidades con defectos de calidad	856		

Defectos por millón de oportunidades: 97377

Nivel de Sigma: 3.8

### 12. Fase de control.

Se continúa con el seguimiento a los indicadores del proceso, los planes de acción y evaluaciones. En esta última parte del método se plantea conservar los logros alcanzados y a través del monitoreo continuo de los niveles de producto no conforme poder tener un mejor manejo de las causas de no conformidad y eliminarlas del proceso para poder mejorar el nivel de sigma que se tiene.

La mejora continua de la calidad asume, e incluso exige que el equipo de expertos en el campo, así como dirección de la compañía utilicen activamente herramientas de calidad en sus actividades y en la toma de decisiones. En el estudio de G. Paliska, D. Pavletic y M. Sokovic (Paliska, Pavletic, & Sokovic, 2007, pág. 80) mencionan que las herramientas de calidad se pueden utilizar en todas las fases del proceso de producción, desde el inicio del desarrollo de producto hasta la comercialización del producto y la atención al cliente.

## Capítulo II

---

Toda área de oportunidad detectada en cualquier parte de la cadena de valor debe ser tomada como una manera de seguir buscando la mejora continua y crecer en los procesos. Un reclamo del cliente es significado de que la satisfacción solo puede ser mejorada si se tiene claramente identificada una insatisfacción. Para el autor Marjanca Krajnc (Krajnc, 2012, pág. 123) la identificación de una insatisfacción es sólo el paso inicial para resolver un problema.

## Capítulo II

---

### 2.6 Las 8 disciplinas.

El método de las 8 disciplinas (8D's) consisten en una detallada explicación de la identificación del problema y que usa esto como punto de partida para ocupar técnicas específicas para el conocimiento de la causa raíz por la cual la falla se originó, para poder así restaurar la satisfacción del cliente y elevar el nivel de calidad de la compañía.

Usar la metodología de las 8D's otorga grandes ventajas debido a la simplicidad y la secuenciación sencilla que va marcando cuál es el siguiente paso a seguir durante la solución del problema. El método ha sido avalado y conocido por todas las compañías del ramo automotriz, además a menudo la documentación de este método es requerida por el cliente afectado por la falla. La correcta estructuración de estos documentos representa una excelente manera de presentar el reporte del estado de efectividad de las acciones correctivas que se emite al cliente sobre una no conformidad detectada. (Daniel Romero, 2008, pág. 47). La metodología de las 8D's a pesar de lo que se piensa no fue creada por Ford sino por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norte América en 1974 y el documento que describe las 8 disciplinas fue nombrado: Military Standard 1520 Corrective Action and Disposition of System for Nonconforming Material. Este estándar desapareció en 1995, sin embargo, la metodología de las 8D's fue propagada por Ford en toda la industria automotriz y de electrónicos, (Krajnc, 2012, pág. 119).

La metodología se sostiene en la idea básica de identificar y corregir la causa raíz del problema y tomar acciones para evitar la recurrencia de la falla. Actualmente muchas compañías, en especial el sector automotriz usa el método para la solución de problemas debido a su efectividad y la utilidad que tiene el procedimiento pues siguiendo la metodología puede reflejarse claramente y de manera lógica cómo se fue resolviendo el problema, documentando quienes participaron, la efectividad de cada una de las acciones, descripción de las medidas tomadas para así poder documentar el proceso de solución y pueda ser usado para enriquecer los procesos y presentar un análisis al cliente que pueda dar garantía de que el problema fue resuelto desde raíz.

Estos reportes de solución de falla suelen representar un historial documentado de acciones tomadas que servirán de referencia para futuras situaciones o poder compartirlo con otras plantas. (Riesenberger & Sousa, 2010, pág. 5) El método de las 8D's, se ejecuta por un equipo integrado por personal con conocimientos del producto y proceso en el que la falla es reportada, este equipo debe tener un líder que coordine las actividades a realizar, reunir al personal para revisar los avances de la actualización de los reportes de 8 disciplinas. (Cooper & Edgett, 2008, pág.

## Capítulo II

---

6) Un equipo de trabajo puede estar integrado por: gerentes, supervisores, jefes de grupo, operadores, técnicos de las áreas de apoyo, auditores de calidad, representantes de proveedores y del cliente.

### 2.6.1 Análisis de problemas con el uso de Las Ocho Disciplinas

La metodología 8D es eficaz en el desarrollo de medidas adecuadas para eliminar las causas fundamentales y en la implementación de las acciones correctivas permanentes para eliminarlas. También contribuye a explorar el sistema de control que permite el escape del problema.

Según Rambaud (2006), el mayor abuso en la aplicación de la metodología 8D implica usarlo únicamente como un esfuerzo de informar de un problema. Este mal uso es a menudo exagerado aún más al exigir el informe por escrito dentro de las 24 horas. Algunos pasos pueden tardar unas horas, mientras que otros pueden tardar semanas. Hay informes de la utilización con éxito de esta metodología para hacer frente a los problemas recurrentes principalmente defectos o problemas de garantía, (Rambaud, 2006). En su conjunto, esta metodología no fue diseñada para reemplazar un sistema de calidad. El objetivo de los 8DS ' es hacer frente a los problemas y descubrir los puntos débiles de los sistemas de gestión que permiten que el problema que se produzca en primer lugar.

El autor Marjanca Krajnc (2012) da descripción teórica de las ocho disciplinas y es presentada a continuación, acompañada de un formato de reporte para la implementación del método 8D's.

#### Disciplina 1 – Formar un equipo de análisis de problemas.

La formación del equipo de trabajo que analizará el problema, se considera la primera etapa, (Riesenberger & Sousa, 2010). Tiene como objetivo reunir al personal que conozca del tema, por ello primeramente se debe crear un grupo con las personas que tengan experiencia en la actividad en cuestión, que puedan hacerse cargo de esta responsabilidad y que sean capaces de dar la solución correcta, (PDCA Home, 2014). Si el equipo conformado no posee el conocimiento, habilidades e inclusive la autoridad para dar una solución al problema no se logrará avanzar. Dentro de este punto es necesario que se expliquen los roles que juega cada integrante del equipo, la estructura y responsabilidades a las que están sujetos, (Borrego, 2014).

#### Disciplina 2 - Analizar el problema

La segunda etapa es una detallada descripción de la situación, colección de hechos, estructuración y análisis del problema. Esta descripción del problema deberá ser entendible y sin ambigüedades. Es necesario además, documentar

## Capítulo II

---

esta etapa con evidencia como fotos de la evidencia, dibujos técnicos, diagramas etc.

### Disciplina 3 - Contener el problema dentro de la planta

Una vez el problema es detectado las acciones de contención deben ser implementadas con el fin de evitar que se entregue más producto no conforme al cliente. Algunos ejemplos de acciones de contención son: poner lotes sospechosos en área de contención e inspeccionarlos, iniciar inspecciones al material sospechoso que esté de entrada en la planta del cliente. Estas acciones deben ser documentadas junto con sus resultados. El material que ha sido inspeccionado y se ha asegurado que no contiene partes fuera de especificación debe etiquetarse como material certificado.

### Disciplina 4 – Análisis de la causa raíz

En esta etapa se identifica la causa por la que el problema pudo ocurrir y por qué no pudo ser detectada. La causa raíz es determinada si la razón que justifica la desviación puede ser claramente identificada y al reproducirla puede probarse que es la fuente del problema. La causa raíz debe ser detallada de una manera comprensible y sin ser ambigua mostrar claramente el mecanismo que originó la falla.

### Disciplina 5 – Seleccionar las acciones correctivas

Se debe definir el potencial de las acciones correctivas para eliminar la causa raíz. Además de medir la efectividad y evidenciar los efectos secundarios que pudieran tener con un análisis Kepner-Tregoe y así seleccionar las medidas más idóneas para resolver el problema.

Disciplina 6 - Implementar las acciones correctivas y dar seguimiento a su efectividad

La implementación de las acciones correctivas previamente seleccionadas es parte de la disciplina 6 pero además se debe validar la efectividad de estas una vez que se han implementado mediante un estudio Seis Sigma que permita evaluar qué tanto ha mejorado el proceso. Los resultados deben ser documentados.

### Disciplina 7 - Prevenir la aparición un problema similar.

La recurrencia de los problemas debe prevenirse mediante las siguientes medidas:

- Revisar y actualizar la documentación del producto y del proceso teniendo como fuente de información la falla que se resolvió en los pasos anteriores.

## Capítulo II

---

- Definir un mejor sistema de control en la gestión de calidad de los productos.
- Transferir la información encontrada durante el análisis de la falla a otros departamentos o a otras líneas de productos similares

Disciplina 8 - Reconocer los esfuerzos del equipo.

La finalización del análisis se lleva a cabo mediante una reunión con la posible participación de todos los involucrados. Se revisan las etapas de la 1 a la 7 se genera una retroalimentación hacia el procedimiento de solución de problemas y se agradece la cooperación de todos los miembros del equipo de trabajo.

Las 8Ds ofrecen grandes resultados cuando se estructuran los procedimientos correctos para llevarla a cabo, se aprovecha que parte de un estado en el que hay muchas limitaciones y áreas de oportunidad pero que con la orientación correcta pueden llegar a ser elementos que impulsen el crecimiento de la empresa a través del aprendizaje de las situaciones que se han confrontado.

## Capítulo II

### 2.7 Análisis comparativo de las metodologías descritas.

En estos planteamientos el estado actual de las organizaciones es de una búsqueda urgente de las mejores prácticas que garanticen un éxito dentro de la empresa como en las relaciones con sus clientes. Estos procedimientos sistematizados y que organizan las actividades son muy poco frecuentes en los países en vías de desarrollo y es de vital importancia entender que solamente haciendo las cosas bien se podrán obtener buenos resultados ya que los caminos cortos nos dirigen a un corto aprovechamiento del potencial que la industria plástica puede lograr.

A través del comparativo mostrado en la Tabla 13 se analizan las diferentes etapas de los métodos mostrados y como se adaptan con el ciclo de mejora continua de Deming. Los métodos de solución de problemas requieren ser un instrumento de seguimiento al problema por resolver es decir que al ir desarrollando la solución al problema se estructure al mismo tiempo un documento que represente cada una de las actividades para establecer un control correcto y pueda servir en un futuro como referencia para algún caso similar.

Tabla 13. Principales similitudes que tienen las cuatro metodologías analizadas

Fuente: elaboración propia.

Círculo de Deming	8 Disciplinas	Kepler & Tregoe	Seis Sigma
<b>Planear</b>	Disciplina 1 – Formar un equipo de análisis de problemas	Análisis de la Situación: Se clarifica la situación real que se está presentando y se traza una dirección.	Definir: identificar lo importante, el alcance y los objetivos del proyecto.
	Disciplina 2 - Analizar el problema		
	Disciplina 3 - Contener el problema dentro de la planta		
<b>Hacer</b>	Disciplina 4 – Análisis de la causa raíz	Análisis de Problemas: Se definen los problemas y se determinan las causas.	Medir: Cuantificar el desempeño actual.
	Disciplina 5 – Seleccionar las acciones correctivas		
<b>Verificar</b>	Disciplina 6 - Implementar las acciones correctivas y dar seguimiento a su efectividad	Análisis de Decisiones: Se identifican las alternativas y se analiza el riesgo de cada una.	Analizar: Verificar que las causas de los defectos y variación son reales. Mejorar: Identifica soluciones a las causas encontradas.
<b>Actuar</b>	Disciplina 7 - Prevenir que vuelva a aparecer un problema similar.	Análisis de Problemas Potenciales: Se hace un análisis de la mejor de las alternativas frente a los problemas potenciales y las consecuencias negativas, y se proponen acciones para minimizar el riesgo.	Controlar: Proporciona pruebas estadísticas de que la mejora se mantiene.
	Disciplina 8 - Reconocer los esfuerzos del equipo.		

## Capítulo II

---

La metodología que se elige para desarrollar un ejemplo de análisis sobre una falla de calidad de un producto plástico, son las 8Ds método que utilice durante mi práctica profesional y el cual por haber tenido experiencia al trabajar con él lo desarrollare sobre la solución a un problema de calidad con el cliente.

Esta metodología considera acciones de contención y toma en cuenta lo que se debe hacer con los materiales que están en tránsito y en la planta del cliente, tiene un enfoque más completo al buscar encontrar la causa raíz sistémica y de no-detección. Además busca que la información obtenida se transfiera a otras aéreas o productos similares para evitar recurrencia. Las 8 Disciplinas se usaran para desarrollar un ejemplo de la solución de un problema de calidad en el Capítulo 3, donde se desarrolla el método completo con los formatos y con el uso de las herramientas que ayudaran a resolver el problema.

# Capítulo III

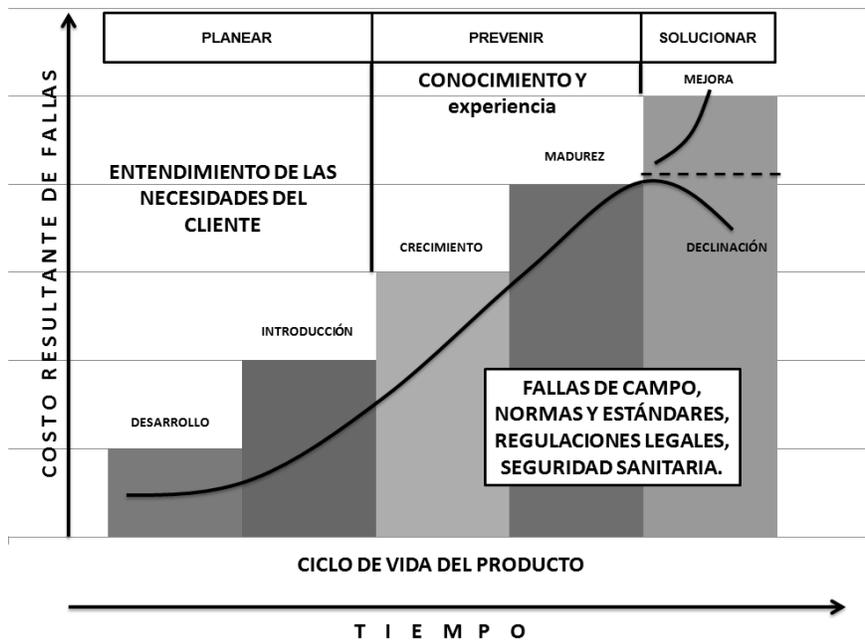
## CAPÍTULO III APLICACIÓN METODOLOGICA DEL METODO 8Ds A UN PROBLEMA DE CALIDAD EN UN PRODUCTO PLÁSTICO.

En este capítulo se presenta una guía para el análisis y solución de un problema ejemplificando una situación donde el cliente reporta una falla de calidad en el material que ha llegado a su planta y pide resolver el problema. Los métodos y herramientas que se ocupan, se enfocan a una parte de plástico por lo cual se describen las consideraciones especiales que se deben tener en cuenta cuando se esté resolviendo un problema con productos fabricados con materiales plásticos. Solucionar los problemas de calidad de un producto de una manera sistemática, fortalecerá e incrementará la capacidad de respuesta que se tiene para atender un reclamo del cliente.

Al haber solucionado el problema se habrá mejorado determinada área débil que se tenía. En la Ilustración 19 se muestran los diferentes enfoques que se pueden tener acerca de los problemas en las distintas etapas del ciclo de vida del producto.

Ilustración 19. Enfoque a los problemas durante ciclo de vida del producto.

Fuente: Adaptación de (Jenkins, 2014)



**Nota:** Para desarrollar este ejemplo se indican nombres de personas y datos que son totalmente supuestos y solo sirven para dar más realidad al ejemplo.

## Capítulo III

### 3.1 Situación inicial

Un cliente de la empresa proveedora de partes plásticas reporta una falla de calidad en el producto 258960 que se le ha entregado a su planta en el último embarque. Hasta el momento se han detectado 15 piezas defectuosas durante el ensamble. En la falla se reporta una parte incompleta. El cliente ya envió las muestras con la etiqueta correspondiente al lote para la rastreabilidad y el análisis de la falla por parte del proveedor. Al momento del reporte se lleva una selección en la planta del cliente para no detener la producción.

Ilustración 20. Etiqueta del lote con material defectuoso.

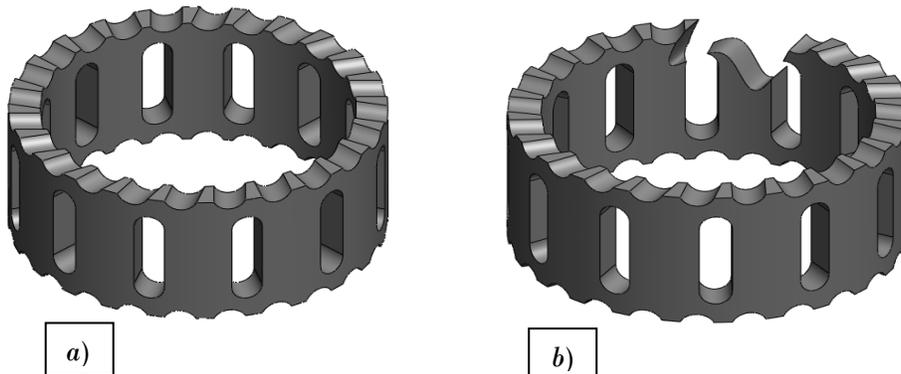
Fuente: Elaboración propia.

Número de parte: 258960	Anillo de retención
	Número de lote: 10502030
Cantidad: 500 piezas	
Número proveedor: 0203050	Fecha de manufactura 01/01/2014
	Fecha de envío 03/01/2014

En tránsito se encuentran dos lotes más, que están por llegar a la planta. El departamento de calidad recibe el reporte de una falla de calidad detectada en la planta del cliente y reúne a su equipo de análisis, integrado por coordinadores de producción, logística, mantenimiento e inspectores de calidad, con el objetivo de iniciar el análisis 8Ds.

Ilustración 21. Comparativo de una pieza normal y una incompleta.

Fuente: Elaboración propia.



La empresa proveedora cuenta con una máquina dedicada exclusivamente a la producción de este número de parte. Las entregas al cliente son de quinientas piezas cada cuatro días. Las partes son producidas por inyección de polipropileno en un molde de 16 cavidades.

## Capítulo III

---

### 3.2 Primera etapa: Las 3Ds

Objetivos:

Identificar el problema.

Formar un equipo de análisis.

Evidenciar y detallar el problema

Establecer las medidas de contención para el problema.

Cuando se reúne el equipo de trabajo se estructura el plan acción de acuerdo al procedimiento de las 8 Disciplinas. La primer parte que debe quedar definida dentro de las primeras 48 horas a partir del reporte de la falla es el análisis 3Ds, es decir, las primeras tres partes del método 8Ds. Se usará el Formato 3Ds. 1, para documentar las acciones iniciales de la etapa 3Ds.

Se contacta al cliente y se le pide apoyo en la contención del problema para evitar un daño mayor y un costo elevado de la falla, el cliente inicia la selección del material antes de entrar a la línea de producción y se asegura de que el cliente cuente con un área de sorteo dentro de sus instalaciones que permita la entrada de una compañía sorteadora que inspeccione el material. Además es importante mencionar si existe material sospechoso que esté por llegar a la planta del cliente para notificar y se bloquee la entrada de dicho material a producción ya que debe ser inspeccionado antes de ser utilizado.

En esta primer etapa del análisis será prioridad obtener toda la información posible del problema reportado, llenar todos los campos del Formato 3Ds. 1 del método 8Ds y también será importante establecer cuáles serán las medidas de contención al problema para el material en la planta del cliente, en tránsito y en las líneas de producción de la empresa fabricadora.

En el Formato 3Ds. 1 se aprecia la conclusión de los objetivos de la primer etapa del análisis. Se ha formado un equipo el cual tiene bien identificados a sus miembros, el problema ha sido definido y se ha recopilado la principal información al respecto tales como fotos y etiquetas de identificación para el rastreo de lotes con lo que se evidencia el problema. Por último se han establecido medidas de contención que contemplan los materiales en planta del cliente, del proveedor y los que se encuentran en tránsito.

## Capítulo III

### Formato 3Ds. 1 Formato 3Ds. Análisis inicial de las 8 Disciplinas, D1 a D3.

Partes plásticas industriales. S.A. de C.V. Informe 8D's									
Número de producto	258960	Nombre del producto	Anillo de retención	Partes afectadas	15	Nombre del cliente	Autopartes del Norte S.A. de C.V.		
Fecha de inicio	10/01/2014	Descripción de la falla	Parte incompleta			Número de informe	R0001		
Disciplina 1 – Formar un equipo de análisis de problemas.									
Líder del equipo	Luis Benítez	Puesto	Gerente de calidad	Teléfono	713-2654913	Correo	<a href="mailto:luis@partesplasticas.com">luis@partesplasticas.com</a>	Firma	<i>Luis Benítez</i>
Miembro del equipo	Antonio Hernández	Puesto	Inspector de Calidad	Teléfono	713-2654914	Correo	<a href="mailto:antonio@partesplasticas.com">antonio@partesplasticas.com</a>	Firma	<i>Antonio Hernández</i>
Miembro del equipo	Oscar Ibarra	Puesto	Gerente Logística	Teléfono	713-2654915	Correo	<a href="mailto:oscar@partesplasticas.com">oscar@partesplasticas.com</a>	Firma	<i>Oscar Ibarra</i>
Miembro del equipo	Adriana González	Puesto	Gerente Producción	Teléfono	713-2654916	Correo	<a href="mailto:adriana@partesplasticas.com">adriana@partesplasticas.com</a>	Firma	<i>Adriana González</i>
Miembro del equipo	Daniel Mendoza	Puesto	Operador	Teléfono	713-2654917	Correo	<a href="mailto:daniel@partesplasticas.com">daniel@partesplasticas.com</a>	Firma	<i>Daniel Mendoza</i>
Miembro del equipo	José Quiroz	Puesto	Mantenimiento	Teléfono	713-2654918	Correo	<a href="mailto:jose@partesplasticas.com">jose@partesplasticas.com</a>	Firma	<i>José Quiroz</i>
Disciplina 2 - Analizar el problema									
Evidencia de la falla.									
									
Descripción del problema:	Quince piezas del anillo de retención 258960 se encontraron incompletas en la última sección de llenado como ilustra la fotografía, en la planta del cliente cuando el operador estaba tratando de instalar la pieza en el ensamble.								
	Requerimiento:	Estado actual:	Desviación:	¿Dónde se encontró la falla?	Línea de ensamble del cliente				
	Parte completa	Parte incompleta	Tiro corto	¿Dónde se originó la falla?	Proceso de inyección/ molde 80259				
Descripción del efecto con el cliente	No es funcional no puede ser ensamblada.			¿Cuándo se produjo la falla?	01/01/2014				
				¿Cuántas partes pueden estar afectadas?	85				
Disciplina 3 - Contener el problema dentro de la planta									
Acciones de contención dentro de la planta:		Método de inspección:		Fecha:		Responsable:		Verificación Fecha y resultados:	
Inspección 100% del material producido		Visual		11/01/2014		Antonio Hernández		11/01/2014 135 partes malas y 365 partes	
Acciones de contención fuera de la planta		Ubicación		Acción de contención:		Fecha:		Responsable:	
		Otras plantas de la compañía		No hay otras plantas que fabriquen el mismo número de parte		N/A		N/A	
		En tránsito		Notificar al cliente que hay dos embarques sospechosos por llegar a su planta.		10/01/2014		Oscar Ibarra	
		Planta del cliente		Pedir se inspeccione el material en planta y el que está por llegar.		10/01/2014		Luis Benítez	
Fecha del primer lote enviado al cliente y certificado en planta		11/01/2014		Modo de identificación:		Etiqueta verde con la leyenda de material certificado 100%		Responsable: Oscar Ibarra	

Primera etapa del análisis: Las 3Ds

# Capítulo III

## 3.3 Segunda etapa: Análisis de la causa raíz.

Objetivos:

- Obtener la causa raíz del problema.
- Definir la causa raíz de la no detección del problema y la causa raíz sistémica.

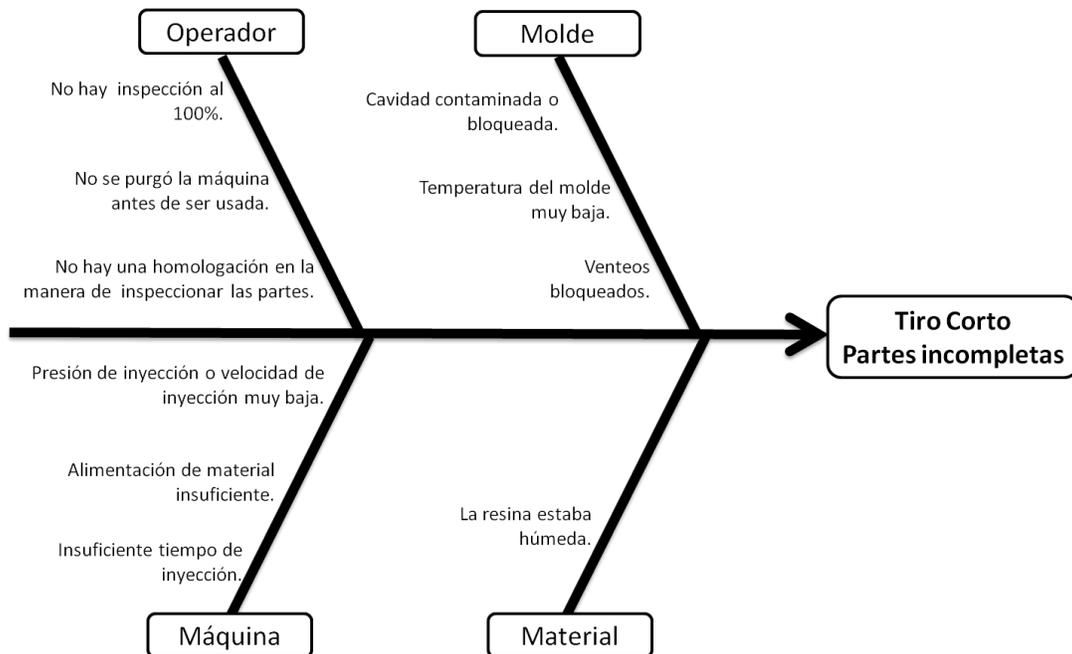
Para comenzar con la obtención de la causa raíz del problema se desarrolla una colección de hechos necesarios para proceder con el diagrama de causa efecto y las técnicas de los 5 ¿Por qué? Tres piernas que permitirán encontrar la causa raíz de no-detección y la causa raíz sistémica. Se usará el Formato D4 1, para documentar las acciones iniciales de la etapa D4 del método 8Ds.

### 3.3.1 Diagrama causa – efecto

Para la obtención de las principales causas, que son las que tienen una relación directa con los hechos que fueron reportados por el cliente, se muestra en la Ilustración 22 se muestra el desarrollo del diagrama causa efecto en relación a cuatro factores en los que pudiera recaer la causa, siendo estos: operario, molde, máquina y material. Se exponen todas las posibles causas de un tiro corto en la máquina. El equipo discute cada una de las posibles causas y las enlista para investigar a fondo cada una de ellas, los resultados obtenidos son mostrados en Tabla 14.

Ilustración 22. Diagrama Causa - Efecto.

Fuente elaboración propia.



## Capítulo III

Tabla 14. Resumen de posibles causas obtenidas del diagrama Causa - Efecto.  
Fuente elaboración propia.

Factor		Relación directa
No hay inspección al 100%.	El material no se inspecciona 100%	Sí
Insuficiente tiempo de inyección.	Se detectó que sólo dos cavidades generan las partes incompletas y estas dos cavidades están al inicio del recorrido del material en el molde.	No
Venteos bloqueados.	El venteo en específico de las cavidades que generan el problema de tiro corto no está bloqueado.	No
Cavidad contaminada o bloqueada.	Sólo dos cavidades generan las partes incompletas y en estas cavidades se detectó material rezagado.	Sí
Temperatura del molde muy baja.	Se ha medido la temperatura del molde y la zona que tiene una temperatura mayor es donde se encuentran las cavidades que generan las partes incompletas.	No
Alimentación de material insuficiente.	El resto de cavidades que están alejadas de la entrada de material en el molde han sido moldeadas correctamente.	No
La resina estaba húmeda.	Las bitácoras registran que el material se secó durante el tiempo requerido.	No
No se purgó la máquina antes de ser usada.	En las bitácoras del proceso no se registra que haya habido una purga del material que se ocupó antes de procesar el nuevo número de parte.	Sí
Presión de inyección o velocidad de inyección muy baja.	Estos parámetros coinciden con lo requerido en los parámetros para moldear la parte plástica.	No
No hay una homologación en la manera de inspeccionar las partes.	Las partes son circulares y los operadores no siempre voltean la parte para inspeccionarla.	Sí

## Capítulo III

Al detectar los factores de relación directa con el problema, se describe la situación de la siguiente manera:

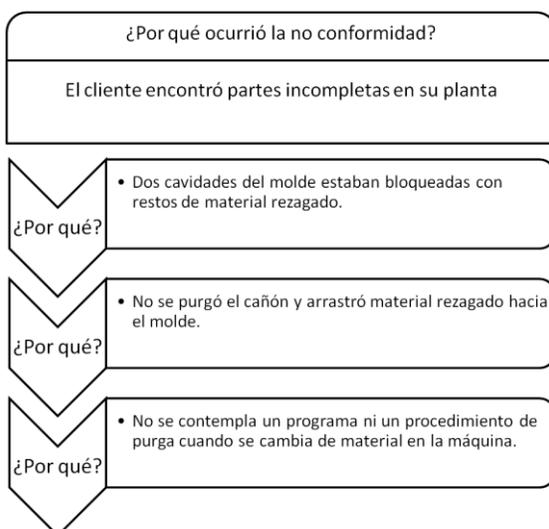
Al no tener establecido un procedimiento de purga en la máquina de inyección se cargó nuevo material que arrastró el material rezagado en el cañón de la máquina y bloqueó dos cavidades. Los tres primeros disparos de la máquina inyectora fueron desechados ya que no fue analizada la posibilidad de que surgieran defectos en las partes inyectadas lo cual es intrínseco al proceso. Al comenzar a producir el material que sería enviado al cliente, la inspección del producto no se realizaba con el 100% de las piezas y en la mayoría de los casos donde se inspeccionaba se hacía de manera incorrecta, pues no se tenía un método de inspección homologado y la geometría circular de la pieza no se revisaba de manera correcta por todos sus ángulos.

### 3.3.2 Los 5 ¿Por qué? Tres piernas

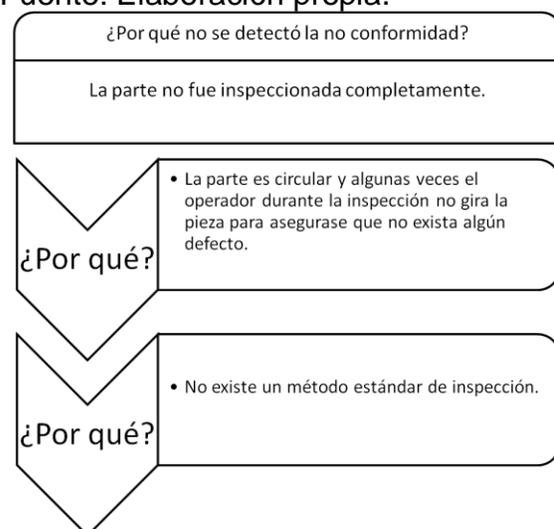
Para concluir con el logro de los objetivos de esta etapa se aplica la herramienta de los 5 ¿Por qué? Para cuestionar por qué se presentaron estas situaciones, por qué no fueron detectadas y qué condiciones del sistema permitieron que estas circunstancias pudieran darse, indagando en la causa raíz de cada una de estas direcciones en las que la herramienta guía el análisis con la finalidad de eliminar la recurrencia.

Para hacer este análisis se apoya de las herramientas los 5 ¿Por qué? y 5 ¿Por qué? Tres piernas que se muestran en los Análisis 1, 2 y 3.

Análisis 1. 5 ¿Por qué? Ocurrencia.  
Fuente: Elaboración propia.



Análisis 2. 5 ¿Por qué? Tres piernas. No-Detección.  
Fuente: Elaboración propia.



La máquina tenía que incrementar la presión de inyección para poder introducir el material dentro del molde, pues había residuos de material que ocupaban espacio

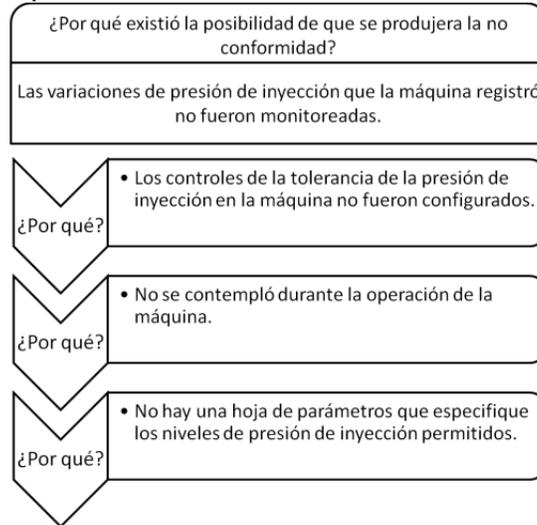
## Capítulo III

---

en el molde e impedían un correcto llenado. El incremento en la presión de inyección por encima del valor de referencia era un indicador de que algo estaba obstruyendo el llenado correcto de las cavidades.

### Análisis 3. 5 ¿Por qué? Tres piernas. Sistema.

Fuente: Elaboración propia.



A través del análisis se determina la causa raíz de la ocurrencia, la no detección y sistémica de la no conformidad reportada por el cliente, que servirá para completar el procedimiento de las 8 Disciplinas en esta etapa. El objetivo de esta etapa se cumple al mostrar la causa raíz para la ocurrencia, sistémica y de no detección.

- No se contempla un programa ni un procedimiento de purga cuando se cambia de material en la máquina.
- No existe un método estándar de inspección.
- No hay una hoja de parámetros que especifique los niveles de presión de inyección permitidos.

## Capítulo III

### Formato D4 1 Analisis de causa raíz.

<b>Disciplina 4 – Análisis de la causa raíz</b>							
¿Por qué ocurrió esta situación específica? <b>Ocurrencia</b>							
No se contempló un programa ni un procedimiento de purga cuando se cambia de material en la máquina.						Responsable	
						José Quiroz	
						Fecha:	15/01/2014
¿Por qué se pasó por alto esta situación? <b>No Detección</b> (Por qué los procedimientos de detección no bloquearon la no conformidad)							
No existe un método estándar de inspección.						Responsable	
						Adriana González	
						Fecha:	16/01/2014
¿Por qué existió la posibilidad de que se produjera esta situación? <b>Sistema</b> (sistemas o procedimientos que crean un ambiente en el que se produjo esta no conformidad)							
No hay una hoja de parámetros que especifique los niveles de presión de inyección permitidos.						Responsable	
						Adriana González	
						Fecha:	18/01/2014
Efectos esperados y análisis de riesgo:							
Se espera un rechazo de aproximadamente el 13% de las partes producidas desde el primero hasta el 10 de enero, son dos cavidades las que tenían material que obstruía el moldeo completo de la parte.						Responsable	
						Adriana González	
						Fecha	16/01/2014
Período durante el cuál la producción fue afectada:	01/01/2014	Al	10/01/2014	Responsable:	Oscar Ibarra	Fecha:	13/01/2014
Número de no conformidades que pudieran presentarse:			135				

## Capítulo III

---

### 3.4 Tercera etapa: Acciones correctivas.

Objetivos:

- Se evaluarán acciones correctivas para contrarrestar el problema.
- Implementar acciones correctivas de mayor efectividad.

Se requieren acciones correctivas para la ocurrencia, la no-detección y la debilidad en el sistema

Estas acciones correctivas son asignadas a un responsable y se fija un plazo para su implementación, se evalúan los resultados obtenidos y se evidencian las acciones tomadas para eliminar el problema. Los datos se presentan en el Formato D5 y D6 1.

Objetivo: Evaluación de las acciones correctivas.

Origen de Ocurrencia

Se propone un control para la ocurrencia de este tipo de falla, para evitar que se bloqueen las cavidades deberá purgarse la máquina una vez se termine la producción de un número de partes y se planee pasar a otro.

Origen de No-Detección

Se pretende mediante algún aviso alertar al operador del defecto que se está presentando y además capacitarlo en la manera en que debe revisar las piezas, en este caso al tratarse de una pieza circular se tendrá que girar completamente la pieza para observar que esté completa y asegurarse de que no presente ningún defecto en cualquiera de sus zonas.

Origen Sistémico

Para descartar la posibilidad de que este tipo de falla se produzca, se emite el parámetro que será usado como referencia en la programación de la máquina cuando esté produciendo el número de parte 258960 en específico, además se establece un nivel de tolerancia, el cual deberá mantenerse a lo largo de la operación de inyección del plástico. La tolerancia también es establecida en el programa de la máquina de inyección para hacer paro automático del proceso en cuanto la presión incremente o disminuya más allá de la tolerancia permitida.

Objetivo: Implementación de las acciones correctivas.

Origen de Ocurrencia

## Capítulo III

Los procedimientos de purga deben ser programados para que no alteren tiempos de producción, se propone el siguiente formato mostrado en la Tabla 15.

Tabla 15. Tabla de control y programación de purgas.  
Fuente: Elaboración propia.

<b>Número de parte en producción</b>			
Inicio	__ __ _	Fin	__ __ _
<b>Procedimiento de purga programado para:</b>			
__ __ _	Responsable		
<b>Próximo número de parte por producir</b>			
Inicio	__ __ _	Fin	__ __ _
<b>Procedimiento de purga programado para:</b>			
__ __ _	Responsable		

### Origen de No-Detección

La detección del tiro corto en la pieza se fortalece con la generación de la Ayuda visual 1, que instruye al operario de la máquina, indicándole la manera en cómo debe revisar las piezas quien informa sobre el tipo de falla potencial que se puede presentar con posterioridad.

Ayuda visual 1. Inspección.  
Fuente: Elaboración propia.



La ayuda visual deberá permanecer en el área de trabajo del operador como alerta constante del problema que se presenta, al encontrar incidencias estas deben ser

## Capítulo III

---

registradas dentro de la bitácora del operario para contribuir al monitoreo del proceso.

### Origen Sistémico

Se genera una Ayuda Visual para que el operador monitoree el proceso y esté enterado de que cuando se genere un cambio en la presión más allá de la tolerancia permitida, la máquina se detendrá y se deberá revisar el molde buscando obstrucciones en las cavidades, evitando así que se produzcan partes incompletas.

Ayuda visual 2. Monitoreo.

Fuente: Elaboración propia.

<p><b>Monitorear parámetro: Presión de inyección</b></p>
<p>Valor de Referencia: 1188 barías Mantener dentro del siguiente intervalo. <math>\pm</math> 50 barías</p>
<p>Valores permitidos: <u>1138 – 1238 barías.</u></p> <p>Si el material rezagado ocupa volumen en el molde, la presión incrementará y excederá el límite tolerado, entonces la máquina se detendrá y el molde deberá ser analizado.</p>

Al implementar estas medidas se evalúan en la etapa D6 y se verifica la efectividad midiendo el número de rechazos que se han tenido a partir de su aplicación.

## Capítulo III

### Formato D5 y D6 1 Acciones Correctivas

<b>Disciplina 5 – Seleccionar las acciones correctivas</b>					
<b>Acciones planeadas para eliminar la ocurrencia del problema:</b>		Responsable:	Fecha de inicio:	Fecha de termino:	
Tabla de control y registro para la purga de la máquina, agenda las fechas y los momentos en los cuales la máquina tendrá que pasar por una purga además de asignar a un responsable para dicha tarea.		<i>Adriana González</i>	17/01/2014	Indefinido	
<b>Acciones planeadas para mejorar la detección del problema:</b>		Responsable:	Fecha de inicio:	Fecha de termino:	
Establecer un método de inspección.		<i>Luis Benítez</i>	17/01/2014	17/01/2014	
Capacitar a los operarios en el método de inspección.		<i>Antonio Hernández</i>	18/01/2014	19/01/2014	
<b>Acciones planeadas para mejorar el sistema y prevenir el problema:</b>		Responsable:	Fecha de inicio:	Fecha de termino:	
Emitir el parámetro requerido y los niveles de tolerancia en los que puede oscilar.		<i>Adriana González</i>	18/01/2014	18/01/2014	
Programar a la máquina para que advierta de un cambio en la presión que deje el parámetro fuera de los niveles de tolerancia.		<i>José Quiroz</i>	17/01/2014	17/01/2014	
<b>Disciplina 6 - Implementar las acciones correctivas y dar seguimiento a su efectividad</b>					
<b>Seguimiento de la eficacia de las acciones correctivas presentadas</b>		<b>Cantidad de partes</b>	1000	<b>Cantidad de partes con</b>	0
<b>Estado de las acciones correctivas, de ocurrencia</b>	Se implementó la tabla de control y registro de purgas que será colocada en el tablero de la máquina para tener presentes las fechas programadas para purgas.	<b>Responsable:</b>	<i>Adriana González</i>	<b>Fecha de termino:</b>	18/01/2014
<b>Estado de las acciones correctivas, de No-Detección</b>	Se ha establecido un método de inspección y los operarios han sido capacitados.	<b>Responsable:</b>	<i>Luis Benítez</i>	<b>Fecha de termino:</b>	19/01/2014
<b>Estado de las acciones correctivas al sistema</b>	Se emite el parámetro de presión a monitorear y la máquina ya se ha programado para hacer paro automático una vez que la presión tenga variaciones que la dejen fuera de tolerancia.	<b>Responsable:</b>	<i>Adriana González</i>	<b>Fecha de termino:</b>	18/01/2014

Cuando ya se han implementado las acciones correctivas se monitorea cuántas piezas han sido detectadas con tiro corto en la inspección al 100% del material, también se retiran las acciones de contención implantadas en la primera etapa del método pues se han establecido las acciones correctivas para eliminar la causa raíz del reclamo del cliente.

## Capítulo III

---

### 3.5 Cuarta etapa: Prevención.

Objetivo:

- Prevenir recurrencia del problema.

Se revisará y actualizará la documentación del producto y del proceso teniendo como fuente de información la falla que se resolvió en los pasos anteriores. Las ayudas visuales y los programas de purga para la máquina deberán estar integrados en la carpeta del proceso con el fin de prevenir una recurrencia del problema. Se usará el Formato D7 1, para documentar las acciones de esta etapa.

En esta etapa los nuevos controles de inspección deberán estar documentados en el sistema y formar parte del monitoreo y control de la calidad del producto para evitar recurrencias.

Para prevenir la recurrencia del problema en otros productos se debe transferir la información encontrada durante el análisis de la falla a otros procesos. Se transfiere la actividad de girar las piezas a cualquier otro producto de geometría circular de la compañía, con el fin de no dejar fuera la inspección de cualquier zona de la pieza. Además se determinan valores de referencia en la presión de inyección para establecer el rango sobre el cual la presión puede variar, además se programan los paros automáticos en la máquina cuando la presión de inyección incrementa y se detiene la máquina para que pueda ser revisado el molde y se verifique si se obstruye el llenado de las cavidades, evitando así producir piezas incompletas.

## Capítulo III

### Formato D7 1. Prevención.

<b>Disciplina 7 - Prevenir que vuelva a aparecer un problema similar.</b>			
Actualizar documentación del producto y del proceso			
Documento	Aplica sí/no	Fecha	Indique el cambio del documento:
Ayuda visual	Sí	19/01/2014	Se genera una ayuda visual para indicar las instrucciones a seguir para inspeccionar la pieza que por su forma circular deberá ser girada.
Instrucciones de trabajo	Sí	19/01/2014	Se instruye a los operadores sobre el monitoreo de los parámetros de presión de inyección en la máquina, se advierte que en caso de paro deberán revisar que el molde no esté obstruido por restos de material rezagado.
Plan de mantenimiento	Sí	18/04/2014	Se crea un plan para el proceso de purga de las máquinas de inyección a través de una hoja de control donde se programa la fecha de la próxima purga y donde se puede verificar qué sucede antes del inicio de producción de otro número de parte.
¿Podría la causa raíz afectar a otros procesos, productos o sitios?			Sí, podrían ser afectados otros productos.
En caso afirmativo: cómo y cuándo se transmitirán las lecciones aprendidas			Se establece el mismo método de inspección para todas las partes de geometría circular además se transfiere la tabla de control y monitoreo de purga a todas las máquinas de inyección de la planta, buscando que en todas ellas las purgas sean planificadas y se contemplen dentro de los tiempos de producción. Por último se ha puesto empezado a fijar el valor y la tolerancia permitida en la presión de inyección de referencia para todos los productos inyectados en la planta con el fin de monitorear las variaciones que se dan en la máquina y poder prevenir defectos.
En caso negativo: ¿Por qué no se espera que otros procesos o productos requieran esta información?			NA

## Capítulo III

### 3.6 Quinta etapa: Fin del análisis.

Objetivos:

- Reconocer esfuerzos del equipo.
- Reflexiones y discusión de todas las etapas del análisis.

El cierre del análisis se llevó a cabo mediante una reunión en la que se reconocieron los esfuerzos de los miembros del equipo involucrados. Se analizaron las etapas de la 1 a la 7. Se reflexiono sobre el beneficio que se obtiene al optimizar el uso de las capacidades de los controles de la máquina para mostrar las variables que pueden monitorearse y ajustarse para prevenir problemas. También se discutió la posibilidad de hacer un estudio más amplio de los diferentes defectos que pudieran presentarse en cada uno de los productos para así rastrear de manera rigurosa los parámetros que al variar pudieran dar lugar a que surjan determinados defectos y con este conocimiento poder prevenirlos. Además se propone actualizar y revisar los métodos de inspección respecto a los posibles defectos que cada pieza pudiera presentar y así poder detectar cualquier falla en la planta y evitar que llegue al cliente. El Formato D8 1 se sugiere para el registro de la última reunión llevada a cabo sobre el reclamo de tiro corto con el cliente.

#### Formato D8 1. Fin del análisis.

Disciplina 8 - Reconocer los esfuerzos del equipo.									
Líder del equipo	Luis Benítez	Puesto	Gerente de calidad	Teléfono	713-2654913	Correo	<a href="mailto:luis@partesplasticas.com">luis@partesplasticas.com</a>	Firma	<i>Luis Benítez</i>
Miembro del equipo	Antonio Hernández	Puesto	Inspector de Calidad	Teléfono	713-2654914	Correo	<a href="mailto:antonio@partesplasticas.com">antonio@partesplasticas.com</a>	Firma	<i>Antonio Hernández</i>
Miembro del equipo	Oscar Ibarra	Puesto	Gerente Logística	Teléfono	713-2654915	Correo	<a href="mailto:oscar@partesplasticas.com">oscar@partesplasticas.com</a>	Firma	<i>Oscar Ibarra</i>
Miembro del equipo	Adriana González	Puesto	Gerente Producción	Teléfono	713-2654916	Correo	<a href="mailto:adriana@partesplasticas.com">adriana@partesplasticas.com</a>	Firma	<i>Adriana González</i>
Miembro del equipo	Daniel Mendoza	Puesto	Operador	Teléfono	713-2654917	Correo	<a href="mailto:daniel@partesplasticas.com">daniel@partesplasticas.com</a>	Firma	<i>Daniel Mendoza</i>
Miembro del equipo	José Quiroz	Puesto	Mantenimiento	Teléfono	713-2654918	Correo	<a href="mailto:jose@partesplasticas.com">jose@partesplasticas.com</a>	Firma	<i>José Quiroz</i>
<b>Lecciones aprendidas</b>									
Siempre analizar y estudiar los beneficios que se pueden tener al controlar variables del proceso que puedan dar información oportuna sobre la incidencia de alguna desviación.									
Elaborar y actualizar constantemente un catalogo con los principales defectos que un producto puede presentar y las variaciones de estos al cambiar material, maquina o molde con el que se esté produciendo.									
Siempre revisar con anticipación la geometría de la pieza y en base al catalogo de sus defectos proponer un método de inspección									
<b>Archivo:</b> Reclamo del cliente por partes incompletas, producto de cavidades bloqueadas en el molde.		<b>Fecha</b>	20/01/2014	<b>Líder del equipo</b>	Luis Benítez	<i>Luis Benítez</i>			

## Capítulo III

---

El desarrollo de un procedimiento para resolver problemas está reflejado en el ejemplo analizado, es un procedimiento que se guía por las 8Ds y se beneficia de las ventajas que dicho procedimiento brinda al análisis de problemas.

Con las 8 Disciplinas se facilita la documentación de lo ocurrido en las etapas del proceso, logrando así un informe de solución de fallas que será de utilidad para el cliente. Las 8Ds permiten además, que se adquiera conocimiento a través de la resolución del problema pudiendo ser aplicado y transferido a procesos o productos similares. Los 5 ¿Por qué? Tres piernas permiten indagar en las causas de ocurrencia, no – detección y de sistema que originaron el defecto de calidad. Un análisis 8Ds en una parte plástica guía y establece las actividades correctas que abarcan cada uno de los aspectos para dar el seguimiento a la falla y eliminar la recurrencia de la misma, a través del conocimiento detallado de las múltiples variables del proceso y de las características del producto.

Al final de este capítulo se muestra la recopilación de cada uno de los formatos del método 8Ds con la información descrita en el ejemplo de la parte plástica con un problema de calidad ocasionado por un tiro corto.

# Capítulo III

Partes plásticas industriales. S.A. de C.V.											
Informe 8D's											
Número de producto	258960	Nombre del producto	Anillo de retención	Partes afectadas	15	Nombre del cliente	Autopartes del Norte S.A. de C.V.				
Fecha de inicio	10/01/2014	Descripción de la falla	Parte incompleta			Número de informe	R0001				
<b>Disciplina 1 – Formar un equipo de análisis de problemas.</b>											
Líder del equipo	Luis Benítez	Puesto	Gerente de calidad	Teléfono	713-2654913	Correo	luis@partesplasticas.com	Firma	Luis Benítez		
Miembro del equipo	Antonio Hernández	Puesto	Inspector de Calidad	Teléfono	713-2654914	Correo	antonio@partesplasticas.com	Firma	Antonio Hernández		
Miembro del equipo	Oscar Ibarra	Puesto	Gerente Logística	Teléfono	713-2654915	Correo	oscar@partesplasticas.com	Firma	Oscar Ibarra		
Miembro del equipo	Adriana González	Puesto	Gerente Producción	Teléfono	713-2654916	Correo	adriana@partesplasticas.com	Firma	Adriana González		
Miembro del equipo	Daniel Mendoza	Puesto	Operador	Teléfono	713-2654917	Correo	daniel@partesplasticas.com	Firma	Daniel Mendoza		
Miembro del equipo	José Quiroz	Puesto	Mantenimiento	Teléfono	713-2654918	Correo	jose@partesplasticas.com	Firma	José Quiroz		
<b>Disciplina 2 - Analizar el problema</b>											
<b>Evidencia de la falla.</b>											
 											
Descripción del problema:	Quince piezas del anillo de retención 258960 se encontraron incompletas en la última sección de llenado como ilustra la fotografía, en la planta del cliente cuando el operador estaba tratando de instalar la pieza en el ensamblaje.										
	Requerimiento:	Estado actual:	Desviación:	¿Dónde se encontró la falla?	Línea de ensamble del cliente						
Descripción del efecto con el cliente	Parte completa	Parte incompleta	Tiro corto	¿Dónde se originó la falla?	Proceso de inyección/ molde 80259						
	No es funcional no puede ser ensamblada.			¿Cuándo se produjo la falla?	01/01/2014						
¿Cuántas partes pueden estar afectadas?				85							
<b>Disciplina 3 - Contener el problema dentro de la planta</b>											
Acciones de contención dentro de la planta:		Método de inspección:		Fecha:		Responsable:		Verificación			
Inspección 100% del material producido		Visual		11/01/2014		Antonio Hernández		Fecha y resultados: 11/01/2014			
Acciones de contención fuera de la planta		Ubicación	Acción de contención:		Fecha:	Responsable:		Cantidad de producto bueno	Cantidad de producto malo		
		Otras plantas de la compañía	No hay otras plantas que fabriquen el mismo número de parte		N/A	N/A		N/A	N/A		
		En tránsito	Notificar al cliente que hay dos embarques sospechosos por llegar a su planta.		10/01/2014	Oscar Ibarra		N/A	N/A		
		Planta del cliente	Pedir se inspeccione el material en planta y el que está por llegar.		10/01/2014	Luis Benítez		1005	405		
Fecha del primer lote enviado al cliente y certificado en planta	11/01/2014	Modo de identificación:	Etiqueta verde con la leyenda de material certificado 100%			Responsable:	Oscar Ibarra				
<b>Disciplina 4 – Análisis de la causa raíz</b>											
¿Por qué ocurrió esta situación específica? <b>Ocurrencia</b>											
No se contempló un programa ni un procedimiento de purga cuando se cambia de material en la máquina.								Responsable			
¿Por qué se pasó por alto esta situación? <b>No Detección</b> (Por qué los procedimientos de detección no bloquearon la no conformidad)								José Quiroz			
No existe un método estándar de inspección.								Fecha: 15/01/2014			
¿Por qué existió la posibilidad de que se produjera esta situación? <b>Sistema</b> (sistemas o procedimientos que crean un ambiente en el que se produjo esta no conformidad)											
No hay una hoja de parámetros que especifique los niveles de presión de inyección permitidos.								Responsable			
Efectos esperados y análisis de riesgo:								Adriana González			
Se espera un rechazo de aproximadamente el 13% de las partes producidas desde el primero hasta el 10 de enero, son dos cavidades las que tenían material que obstruía el moldeo completo de la parte.								Fecha: 16/01/2014			
Periodo durante el cual la producción fue afectada:	01/01/2014	AI	10/01/2014	Responsable:		Oscar Ibarra		Fecha: 13/01/2014			
Número de no conformidades que pudieran presentarse: 135											
<b>Disciplina 5 – Seleccionar las acciones correctivas</b>											
Acciones planeadas para eliminar la ocurrencia del problema:				Responsable:		Fecha de inicio:		Fecha de termino:			
Tabla de control y registro para la purga de la máquina, agenda las fechas y los momentos en los cuales la máquina tendrá que pasar por una purga además de asignar a un responsable para dicha tarea.				Adriana González		17/01/2014		Indefinido			
Acciones planeadas para mejorar la detección del problema:				Responsable:		Fecha de inicio:		Fecha de termino:			
Establecer un método de inspección.				Luis Benítez		17/01/2014		17/01/2014			
Capacitar a los operarios en el método de inspección.				Antonio Hernández		18/01/2014		19/01/2014			
Acciones planeadas para mejorar el sistema y prevenir el problema:				Responsable:		Fecha de inicio:		Fecha de termino:			
Emitir el parámetro requerido y los niveles de tolerancia en los que puede oscilar.				Adriana González		18/01/2014		18/01/2014			
Programar a la máquina para que advierta de un cambio en la presión que deje el parámetro fuera de los niveles de tolerancia.				José Quiroz		17/01/2014		17/01/2014			
<b>Disciplina 6 - Implementar las acciones correctivas y dar seguimiento a su efectividad</b>											
Seguimiento de la eficacia de las acciones correctivas presentadas				Cantidad de partes		1000		Cantidad de partes con			
Estado de las acciones correctivas, de ocurrencia				Se implementó la tabla de control y registro de purgas que será colocada en el tablero de la máquina para tener presentes las fechas programadas para purgas.		Responsable:		Fecha de termino:			
Estado de las acciones correctivas, de No-Detección				Se ha establecido un método de inspección y los operarios han sido capacitados.		Responsable:		Fecha de termino:			
Estado de las acciones correctivas al sistema				Se emite el parámetro de presión a monitorear y la máquina ya se ha programado para hacer paro automático una vez que la presión tenga variaciones que la dejen fuera de tolerancia.		Responsable:		Fecha de termino:			
						Adriana González		18/01/2014			
<b>Disciplina 7 - Prevenir que vuelva a aparecer un problema similar.</b>											
Actualizar documentación del producto y del proceso											
Documento			Aplica sí/no			Fecha			Indique el cambio del documento:		
Ayuda visual			Sí			19/01/2014			Se genera una ayuda visual para indicar las instrucciones a seguir para inspeccionar la pieza que por su forma circular deberá ser girada.		
Instrucciones de trabajo			Sí			19/01/2014			Se instruye a los operadores sobre el monitoreo de los parámetros de presión de inyección en la máquina, se advierte que encaso de paro deberán revisar que el molde no esté obstruido por restos de material rezagado.		
Plan de mantenimiento			Sí			18/04/2014			Se crea un plan para el proceso de purga de las máquinas de inyección a través de una hoja de control donde se programa la fecha de la próxima purga y donde se puede verificar que sucede antes del inicio de producción de otro número de parte.		
¿Podría la causa raíz afectar a otros procesos, productos o sitios? Sí, podrían ser afectados otros productos.											
En caso afirmativo: cómo y cuándo se transmitirán las lecciones aprendidas											
Se establece el mismo método de inspección para todas las partes de geometría circular además se transfiere la tabla de control y monitoreo de purga a todas las máquinas de inyección de la planta, buscando que en todas ellas las purgas sean planificadas y se contemplen dentro de los tiempos de producción. Por último se ha puesto empezado a fijar el valor y la tolerancia permitida en la presión de inyección de referencia para todos los productos inyectados en la planta con el fin de monitorear las variaciones que se dan en la máquina y poder prevenir defectos.											
En caso negativo: ¿Por qué no se espera que otros procesos o productos requieran esta información? NA											
<b>Disciplina 8 - Reconocer los esfuerzos del equipo.</b>											
Líder del equipo	Luis Benítez	Puesto	Gerente de calidad	Teléfono	713-2654913	Correo	luis@partesplasticas.com	Firma	Luis Benítez		
Miembro del equipo	Antonio Hernández	Puesto	Inspector de Calidad	Teléfono	713-2654914	Correo	antonio@partesplasticas.com	Firma	Antonio Hernández		
Miembro del equipo	Oscar Ibarra	Puesto	Gerente Logística	Teléfono	713-2654915	Correo	oscar@partesplasticas.com	Firma	Oscar Ibarra		
Miembro del equipo	Adriana González	Puesto	Gerente Producción	Teléfono	713-2654916	Correo	adriana@partesplasticas.com	Firma	Adriana González		
Miembro del equipo	Daniel Mendoza	Puesto	Operador	Teléfono	713-2654917	Correo	daniel@partesplasticas.com	Firma	Daniel Mendoza		
Miembro del equipo	José Quiroz	Puesto	Mantenimiento	Teléfono	713-2654918	Correo	jose@partesplasticas.com	Firma	José Quiroz		
<b>Lecciones aprendidas</b>											
Siempre analizar y estudiar los beneficios que se pueden tener al controlar variables del proceso que puedan dar información oportuna sobre la incidencia de alguna desviación.											
Elaborar y actualizar constantemente un catalogo con los principales defectos que un producto puede presentar y las variaciones de estos al cambiar material, maquina o molde con el que se esté produciendo.											
Siempre revisar con anticipación la geometría de la pieza y en base al catalogo de sus defectos proponer un método de inspección											
Archivo: Reclamo del cliente por partes incompletas, producto de cavidades bloqueadas en el molde.	Fecha			20/01/2014		Líder del equipo		Luis Benítez			
Luis Benítez											

# Capítulo IV

---

## CAPITULO IV. CONCLUSIONES.

### 4.1 Necesidades de la Industria plástica a nivel global.

La industria plástica carece de una orientación y una inclinación real hacia el mercado, la amplia gama de oportunidades que brindan los plásticos para fabricar una gran variedad de productos pareciera que quita un peso de encima a los fabricantes de productos plásticos pues casi cualquier objeto puede ser funcional y fácil de fabricar, además de representar bajos costes de producción, sin embargo, no sólo se debe pensar en un producto como algo fácil de producir y fácil de vender, también habrá que tener una perspectiva sobre el valor adicional que tanto el producto como el proceso pueden tener, pues un producto que es bueno comercialmente puede pasar a ser mejor apostando a nuevas tecnologías, nuevos diseños y nuevas aplicaciones que aprovechen al máximo el potencial de los materiales plásticos. Por lo tanto, las empresas del sector plástico requieren de personal capacitado técnicamente para escalar las barreras tecnológicas que se presenten durante la gestión de proyectos. Por parte de la dirección de la empresa se deberá apostar por las inversiones en desarrollo e investigación, la generación de patentes y el óptimo aprovechamiento de los materiales. Se requiere además un claro entendimiento de cuál es el lugar al que se quiere llegar y el camino que se pretende recorrer para alcanzarlo. Sin una dirección orientada al crecimiento y bien establecida, la compañía no logrará fortalecerse y por lo tanto será un blanco fácil de derribar en el mercado.

### 4.2 Kaizen y mejora continua.

La solida visión de mejora continua en la empresa es un elemento clave. Sin el deseo de superar el estado actual no existirá ninguna evolución en las prácticas de la empresa y esto repercute en la capacidad de respuesta y de adaptación que tiene en el mercado donde compite. En el sector plástico son muchas las empresas que se estancan y abandonan el camino del crecimiento y la superación organizacional por trazar objetivos a corto plazo, lo cual implica el estancamiento del potencial que se puede obtener, debido a que se enfocan los esfuerzos y recursos en actividades irrelevantes que poco aportan al desarrollo organizacional. El Kaizen implica el mejoramiento continuo en el día a día de la organización, inicia con pequeñas mejoras incrementales a innovaciones drásticas y radicales, se trata de una filosofía y como tal debe representarse, comunicarse y practicarse

## Capítulo IV

---

de manera holística en cada área de la organización y en todas sus actividades, ya que traza el camino hacia la conclusión de grandes objetivos mediante el cúmulo de pequeñas actividades constantes a lo largo del tiempo.

### 4.3 Desarrollo de productos.

En el capítulo 1 de este trabajo se trata el desarrollo de productos abordando conceptos imprescindibles en la creación y el desarrollo de los mismos, el trabajo mediante la ingeniería concurrente y la competitividad en el mercado forman parte de características clave para el lanzamiento de un producto exitoso en cada una de las etapas de su ciclo de vida. El desarrollo de productos visto como un proceso que se desarrolla con la intervención de todos los departamentos de la organización basa sus objetivos en la filosofía organizacional que ésta tenga. Los productos producidos por una compañía serán el reflejo de la cultura que se viva en la empresa, la calidad, la capacidad de respuesta al cliente, la mejora continua y la competitividad en el mercado estarán dictados por las bases organizacionales que rijan la compañía. Es fundamental que se estructure una visión en la empresa que muestre los objetivos y lo importante que es para la organización cumplirlos de manera satisfactoria. En esta visión deberá estar integrada la competitividad que se quiere alcanzar. Esto implica que se prevenga y se tenga un plan para actuar contra los posibles nuevos competidores, la manera de diferenciar a la organización de la competencia y el modo de negociar con clientes y proveedores, para así lograr que la compañía pueda estar un paso adelante en el mercado. Un procedimiento de desarrollo de productos debe ser regido por fases que establezcan las actividades a seguir y marquen un orden que facilite la ejecución del mismo. Se deberán tomar en cuenta los tiempos asignados en cada actividad y mantenerse dentro de ellos para lograr lanzar el producto conforme lo planeado. Un proyecto de desarrollo de producto deberá ser llevado por un equipo multidisciplinario que favorezca la visualización de las tareas desde todos los enfoques competentes en la empresa.

La industria plástica se ve favorecida debido al desarrollo continuo de aplicaciones para nuevos materiales y nuevas técnicas de moldeo por lo cual el saber aprovechar estas ventajas favorecerá el crecimiento, sin embargo, deberá tomarse en cuenta que las actividades para un efectivo desarrollo de producto deberán estar guiadas bajo un procedimiento que contemple todas las etapas del ciclo de vida del producto permitiendo tener una planeación por adelantado de la calidad a obtener en cada etapa. Proyectar el desarrollo de un nuevo producto a futuro permitirá establecer objetivos que le den al producto características que estarán

## Capítulo IV

---

medidas para cada una de las etapas de su ciclo de vida y fortalecerá sus características por medio de un desarrollo continuo buscando siempre mejorar algún aspecto que brinde mayor competitividad al proyecto.

### 4.4 Solución de problemas.

La solución de un problema en una organización debe ser un proceso más de desarrollo y crecimiento para la empresa, el surgimiento de un problema es un síntoma que alerta sobre la debilidad de cierta área, el correcto análisis mostrará los puntos que deben fortalecerse y cuando se haya logrado la corrección del problema será una prioridad mantener las condiciones que impidan una reincidencia. Al tener una orientación al crecimiento y desarrollo de la organización el desarrollo de productos debe englobarse en la mejora continua y seguir las etapas del Círculo de Deming. Durante el desarrollo del Capítulo 2 se presentaron tres metodologías de solución de problemas las cuales presentan la estructura del ciclo PDCA todas tienen etapas que se orientan a la planeación, ejecución, verificación y acción. Durante el segundo Capítulo se describen herramientas básicas que permiten obtener información, organizarla y hacer un análisis de ella, estas herramientas son básicas para complementar cualquier metodología de solución de problemas. Un elemento crucial a la hora de comenzar el análisis de un problema es la obtención de información, los registros, bitácoras, histogramas y hojas de registro que permiten un monitoreo del estado actual y un análisis del comportamiento que tuvo el proceso antes de la falla, lo cual será crucial para poder detectar alguna correlación.

La solución de problemas será una actividad que estará presente en cualquier organización y por lo tanto es fundamental estructurar un plan de respuesta que considere el uso de herramientas para la obtención y análisis de la información, así como una metodología que guíe la solución del problema. Las partes plásticas presentan defectos que pueden ser rastreados antes de que la desviación originada en el producto quede fuera de los niveles de tolerancia permitidos, por lo tanto, el monitoreo y el control de variables se vuelve un factor fundamental. Al solucionar un problema con un producto plástico inyectado será fundamental determinar las variables que permitieron se produjera la desviación y poder prevenir que se vuelva a presenta, así como identificar qué variables nos pueden brindar mayor información sobre el estado general del proceso.

## Capítulo IV

---

### 4.5 La solución de problemas en partes plásticas.

Contar con un método para la solución de problemas favorece el crecimiento y desarrollo de la organización y del producto pues identifica correctamente los orígenes del problema. Las ocho disciplinas ayudan a organizar la información y dan la secuencia de pasos a seguir para resolver un problema y con la ayuda de la técnica de los 5 ¿Por Qué? se categorizan las causas sistémicas, de no detección y de ocurrencia, fácilmente y así se puede contrarrestar el problema de una manera adecuada y al mismo tiempo fortalecer alguna falla en el sistema que permita que surjan desviaciones o que se mejore alguna operación durante el procesamiento o la inspección. Además, las 8D's estructuran un análisis que puede resultar útil para entregar al cliente de la organización como un reporte de atención a la falla presentada, lo que también es útil para transferir las lecciones aprendidas a otros procesos similares.

En la producción de productos plásticos por inyección, la metodología 8D's es bastante útil al monitorear la evolución del problema cuando se han aplicado medidas de contención y de corrección al problema, pues se valora esta información para medir efectividad. Las fallas o defectos en las partes de plástico son difíciles de controlar pero si se genera el conocimiento suficiente sobre el proceso y el producto en la etapa de prevención fácilmente se puede transferir ese nuevo conocimiento adquirido y prevenir con una mayor eficacia que sucedan fallas similares. Acompañar el análisis con la técnica de los 5 ¿Por Qué? nos lleva a encontrar la causa raíz del problema indagando en todos los elementos que permitieron, provocaron o dejaron pasar la falla hasta el cliente, de tal modo que esta técnica se sirve de la recopilación de datos que se da en las primeras tres etapas de las 8Ds para determinar el origen del problema en la etapa cuatro y una vez más al desglosar correctamente la información de la causa raíz en el formato 4D se continua con el planteamiento de las acciones correctivas y de prevención. En la industria plástica los defectos que se pueden obtener en determinado producto están bien identificados y al establecer los orígenes de la falla se conocen los modos en que un producto puede presentar determinado defecto y esto representa un crecimiento en el desarrollo de sus productos pues su enfoque de prevención en el diseño y desarrollo de partes plásticas habrá sido enriquecido tras analizar un problema que fue reportado por el cliente. Los reclamos del cliente son atendidos usando los formatos presentados para el análisis 8Ds, su uso es válido tanto para guiar el proceso de solución y análisis del problema dentro de la empresa como para presentar un reporte de falla que dé evidencia de la realización de un análisis pertinente, que la causa raíz del problema ha sido detectada y eliminada del proceso evitando recurrencia, asegurando la satisfacción del cliente con el producto que se entrega.

# Capítulo IV

## Reflexiones finales del proyecto.

La reflexión final que me queda después de haber realizado el presente trabajo es que la industria plástica debe pasar por una evolución que le permita un crecimiento constante en el mercado consolidando su giro empresarial como uno de los de mayor plusvalía. Esta evolución de la que hablo está orientada por las siguientes características que integran funciones y actividades, ordenadas y que desde una perspectiva personal, la empresa del sector plástico debe ocupar recursos en desarrollarlas, Ilustración 23.

Ilustración 23. Conexión de causalidades para sustentar la solución óptima de problemas dentro de una empresa de productos plásticos. Fuente: Elaboración propia.



Conclusiones.

## Capítulo IV

---

No se podrá profundizar en la solución de problemas dentro del desarrollo de productos sin tener bien desarrollados los primeros cuatro puntos que sustentarán la habilidad de resolver problemas de la empresa y que por lo tanto será un indicador de la capacidad que la empresa tiene de asumir proyectos de manera competitiva. El crecimiento será paulatino, sin embargo, hago hincapié en que es de vital importancia contar, desde un inicio, con una dirección centrada en la filosofía organizacional, con procesos ampliamente estudiados, buscando siempre obtener el mejor desempeño tecnológico de los materiales y los procesos, personal con una buena cultura organizacional y entendimiento técnico de las actividades que se desempeñan en la empresa, metodologías acorde con los procesos y productos y que son de conocimiento general en la organización, un proceso de desarrollo de producto que se guía con un plan previamente establecido y con indicadores de desempeño que cuidan los factores de competitividad del mismo, un ciclo de vida que al encontrarse con problemas se desplieguen los recursos necesarios y previamente desarrollados para ajustar los indicadores a los niveles deseados por el cliente recuperando su satisfacción con el producto gracias a la bases antes desarrollada y las metodologías y herramientas que guían rápidamente la solución y análisis de problemas.

Al tener las directrices en el uso de herramientas y metodologías que guían el desarrollo de productos y la solución de problemas se logra una sinergia entre estas que encamina todos los esfuerzos hacia la mejora continua y fortalecimiento de la estructura organizacional de una manera sostenible para los procesos y productos dentro la organización para brindar la competitividad que la industria del sector plástico necesita.

Aclarando el papel que tiene la solución de problemas y su importancia durante el desarrollo de producto se puede escalar este conocimiento a un mejor manejo de proyectos que genera mejores resultados y que es más capaz de responder y eliminar las posibles desviaciones que se presenten en el camino. Además mostrando las diferentes metodologías de resolución de problemas orientadas a la mejora continua se fortalece la visión de la organización y se enriquecen los procedimientos que darán respuesta a los problemas que surjan durante el desarrollo de productos.

Ejemplificando la aplicación de la metodología de las 8Ds una falla de un producto plástico se puede ayudar a aterrizar más rápido el método en una empresa de productos plásticos. Así mismo las ventajas que se obtienen al usar una estructura de herramientas y metodologías para el desarrollo de productos y la solución de problemas son visibles al mostrar la manera en cómo nos ayuda la metodología y como interactúa con los datos que se recaban a lo largo del análisis.

---

# Anexos

---

## ANEXOS

### Índice de Figuras

#### Ayudas visuales

Ayuda visual 1. Inspección.....	74
Ayuda visual 2. Monitoreo.....	75

#### Análisis de causa raíz

Análisis 1. 5 ¿Por qué? Ocurrencia.....	70
Análisis 2. 5 ¿Por qué? Tres piernas. No-Detección.....	70
Análisis 3. 5 ¿Por qué? Tres piernas. Sistema.....	71

#### Formulas

Fórmula 1. Porcentaje de producto no conforme. ....	51
Fórmula 2. Brecha entre el porcentaje de producto no conforme obtenido y el límite establecido. ....	52
Fórmula 3. Defectos Por Millón de Oportunidades.....	52

#### Ilustraciones

Ilustración 1. Creatividad e innovación para la creación.....	4
Ilustración 2. Transformación de los requerimientos en especificaciones de producto.....	6
Ilustración 3. Los factores de un proyecto de desarrollo de producto.....	7
Ilustración 4. Las cinco fuerzas competitivas de Michael Porter.....	8
Ilustración 5. Análisis de Porter.....	12
Ilustración 6. El ciclo de vida del producto. ....	13
Ilustración 7. Desviaciones durante el ciclo de vida .....	16
Ilustración 8. Etapas del desarrollo de producto.....	19
Ilustración 9. Interrelación entre departamentos durante el proceso de desarrollo de producto.....	22
Ilustración 10. Fases de la Ingeniería Concurrente en el desarrollo de producto .....	25
Ilustración 11. Ciclo de la planeación avanzada de la calidad.....	28
Ilustración 12 Modelo 4P´s de Toyota.....	32
Ilustración 13. La solución de problemas en el desarrollo de productos.....	34

---

## Anexos

---

Ilustración 14 La mejora continua .....	36
Ilustración 15. Marco de mejora continua.....	37
Ilustración 16. Método y cultura organizacional para el crecimiento de la empresa.....	37
Ilustración 17. Herramientas básicas para la obtención de información y análisis de problemas.....	42
Ilustración 18 Ciclo de Deming y sus pasos.....	43
Ilustración 19. Enfoque a los problemas durante ciclo de vida del producto.....	64
Ilustración 20. Etiqueta del lote con material defectuoso.....	65
Ilustración 21. Comparativo de una pieza normal y una incompleta.....	65
Ilustración 22. Diagrama Causa - Efecto.....	68
Ilustración 23. Conexión de causalidades para sustentar la solución óptima de problemas dentro de una empresa de productos plásticos. Fuente: Elaboración propia. ....	86

### Tablas

Tabla 1. Etapas de la Planeación Avanzada de la Calidad del Producto.....	27
Tabla 2. Evaluación de las alternativas de solución al problema mediante técnica la Kepner-Tregoe.....	48
Tabla 3. Evaluación de los efectos negativos de las alternativas propuestas mediante la técnica Kepner-Tregoe. ....	48
Tabla 4. Evaluación final de alternativas de solución al problema mediante técnica Kepner-Tregoe.....	49
Tabla 5. Estado Actual del problema.....	51
Tabla 6. Control de Indicadores. ....	52
Tabla 7. Defectos por millón de oportunidades inicio del proyecto. ....	52
Tabla 8. Tabla de conversión de capacidad del proceso en sigmas.....	53
Tabla 9. Matriz X Y .....	54
Tabla 10. Lista de causas de no conformidades y acciones correctivas.....	55
Tabla 11. Seguimiento a la mejora continua y ejecución de medidas correctivas.....	55
Tabla 12. Defectos por millón de oportunidades termino del proyecto. ....	56
Tabla 13. Principales similitudes que tienen las cuatro metodologías analizadas .....	62
Tabla 14. Resumen de posibles causas obtenidas del diagrama Causa - Efecto.....	69
Tabla 15. Tabla de control y programación de purgas. ....	74

# ANEXOS

## Formatos

Nota: Para el correcto llenado de estos formatos ver el ejemplo desarrollado en el capítulo tres.

### Formato 3Ds. 1 Formato 3Ds. Análisis inicial de las 8 Disciplinas, D1 a D3.

Fuente: Elaboración propia

Informe 8D's										
Número de producto		Nombre del producto		Partes afectadas		Nombre del cliente				
Fecha de inicio		Descripción de la falla				Número de informe				
Disciplina 1 – Formar un equipo de análisis de problemas.										
Líder del equipo		Puesto		Teléfono		Correo		Firma		
Miembro del equipo		Puesto		Teléfono		Correo		Firma		
Miembro del equipo		Puesto		Teléfono		Correo		Firma		
Miembro del equipo		Puesto		Teléfono		Correo		Firma		
Miembro del equipo		Puesto		Teléfono		Correo		Firma		
Disciplina 2 - Analizar el problema										
Evidencia de la falla.										
Descripción del problema:	Requerimiento:		Estado actual:		Desviación:		¿Dónde se encontró la falla?			
							¿Dónde se originó la falla?			
							¿Cuándo se produjo la falla?			
Descripción del efecto con el cliente						¿Cuántas partes pueden estar afectadas?				
Disciplina 3 - Contener el problema dentro de la planta										
Acciones de contención dentro de la planta:			Método de inspección:		Fecha:		Responsable:		Verificación Fecha y resultados:	
Acciones de contención fuera de la planta			Ubicación	Acción de contención:			Fecha:	Responsable:	Cantidad de producto bueno	Cantidad de producto malo
			Otras plantas de la compañía							
			En tránsito							
			Planta del cliente							
Fecha del primer lote enviado al cliente y certificado en planta				Modo de identificación:				Responsable:		

# ANEXOS

## Formato D4 1 Analisis de causa raíz. Fuente: Elaboración propia

<b>Disciplina 4 – Análisis de la causa raíz</b>							
¿Por qué ocurrió esta situación específica? <b>Ocurrencia</b>							
							Responsable
							Fecha:
¿Por qué se pasó por alto esta situación? <b>No Detección</b> (Por qué los procedimientos de detección no bloquearon la no conformidad)							
							Responsable
							Fecha:
¿Por qué existió la posibilidad de que se produjera esta situación? <b>Sistema</b> (sistemas o procedimientos que crean un ambiente en el que se produjo esta no conformidad)							
							Responsable
							Fecha:
Efectos esperados y análisis de riesgo:							
							Responsable
							Fecha
Período durante el cuál la producción fue afectada:		Al			Responsable:		Fecha:
Número de no conformidades que pudieran presentarse:							

# ANEXOS

## Formato D5 y D6 2 Acciones Correctivas

Fuente: Elaboración propia

<b>Disciplina 5 – Seleccionar las acciones correctivas</b>					
<b>Acciones planeadas para eliminar la ocurrencia del problema:</b>		Responsable:	Fecha de inicio:	Fecha de termino:	
<b>Acciones planeadas para mejorar la detección del problema:</b>		Responsable:	Fecha de inicio:	Fecha de termino:	
<b>Acciones planeadas para mejorar el sistema y prevenir el problema:</b>		Responsable:	Fecha de inicio:	Fecha de termino:	
<b>Disciplina 6 - Implementar las acciones correctivas y dar seguimiento a su efectividad</b>					
<b>Seguimiento de la eficacia de las acciones correctivas presentadas</b>		<b>Cantidad de partes</b>	1000	<b>Cantidad de partes con</b>	0
<b>Estado de las acciones correctivas, de ocurrencia</b>			<b>Responsable:</b>	<b>Fecha de termino:</b>	
<b>Estado de las acciones correctivas, de No-Detección</b>			<b>Responsable:</b>	<b>Fecha de termino:</b>	
<b>Estado de las acciones correctivas al sistema</b>			<b>Responsable:</b>	<b>Fecha de termino:</b>	

# ANEXOS

## Formato D7 1. Prevención.

Fuente: Elaboración propia

Disciplina 7 - Prevenir que vuelva a aparecer un problema similar.			
Actualizar documentación del producto y del proceso			
Documento	Aplica sí/no	Fecha	Indique el cambio del documento:
Ayuda visual			
Instrucciones de trabajo			
Plan de mantenimiento			
¿Podría la causa raíz afectar a otros procesos, productos o sitios?			
En caso afirmativo: cómo y cuándo se transmitirán las lecciones aprendidas			
En caso negativo: ¿Por qué no se espera que otros procesos o productos requieran esta información?			

# ANEXOS

## Formato D8 1. Fin del análisis.

Fuente: Elaboración propia

Disciplina 8 - Reconocer los esfuerzos del equipo.									
Líder del equipo		Puesto		Teléfono		Correo		Firma	
Miembro del equipo		Puesto		Teléfono		Correo		Firma	
Miembro del equipo		Puesto		Teléfono		Correo		Firma	
Miembro del equipo		Puesto		Teléfono		Correo		Firma	
Miembro del equipo		Puesto		Teléfono		Correo		Firma	
Miembro del equipo		Puesto		Teléfono		Correo		Firma	
Lecciones aprendidas									
Archivo:		Fecha		Líder del equipo		Firma			

# BIBLIOGRAFÍA

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Adams, J. P., Picton, S. K., & Demian, P. (2009). Problem Solving and Creativity in Engineering: Perceptions of Novices and Professionals. *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science, 1*, 1-6.
- Aguilar-Morales, J. (2010). La mejora continua. *Network de Psicología Organizacional.*, 3-5.
- AIMPLAS Departamento de Diseño de Inyección. (2009). *Guía de buenas prácticas para diseñadores de productos fabricados con materiales plásticos*. Valencia, España: AIMPLAS. Instituto Tecnológico del Plástico.
- Bakouros, Y. L., & Demetriadou, V. M. (24 de Enero de 2014). *Herramientas de Gestión en la Innovación*. Obtenido de <http://redgestionpimexico.org/>: <http://redgestionpimexico.org/herramientas/INNOVACION%20GESTION-herramientas12.pdf>
- Barlow, J., & Moller, C. (1996). *A complaint is a gift*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Barraza, M. F., & Dávila, J. Á. (2011). Implementación del Kaizen en México: un estudio exploratorio de una aproximación gerencial japonesa en el contexto latinoamericano. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y*, 21(41), 19-37.
- Bell, T., & Becker, T. (2004). Fit and flow of quality. *Quality Progress*, 34(1), 67-74.
- Borrego, D. (04 de Marzo de 2014). *Herramientas para Pymes*. Obtenido de <http://www.herramientasparapymes.com/como-resolver-un-problema-las-8d-ocho-disciplinas>
- Bosch, V., & Enriquez, F. (2005). TQM and QFD: exploiting a customer complaint management system. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 22(1).
- Business, C. (10 de Marzo de 2014). *Cardinals Business* . Obtenido de Cardinals Business : <http://cardinalsbusiness.com/mgmt/mgmt-week-4-923/>
- Chang, R. Y., & Niedzwiecki, M. E. (1999). *Las herramientas para la mejora continua de la calidad: guía práctica para lograr resultados positivos, Volumen 1*. D.F.: Ediciones Granica S.A.
- Chrysler, C., Ford, M. C., & General Motors, C. (2008). *Production Part Approval (APQP) and Control Plan Reference Manual* (Segunda Edición ed.). AIAG Automotive Industry Action Group.
-

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Cooper, R., & Edgett, S. (Marzo de 2008). Ideation for Product Innovation: What are the best methods? *PDMA Visions Magazine*, 33(1), 2-8.
- Cruz, A. H., Jerez, M. d., Álvarez, H. J., & Navarro, A. M. (2009). Cliente - Proveedor: Dos caras de una misma moneda, la Calidad. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 3(3), 6-19.
- Daniel Romero, O. (2008). Metodología para la implementación de la planeación avanzada de la calidad del producto en la industria metalmecánica. Distrito Federal, Mexico. Tesis (Ingeniero Mecánico): Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Azcapotzalco.
- Davidow, M. (2003). Organizational responses to customer complaints: what works and what doesn't. *Journal of Service Research*, 5(3), 225-250.
- Dee, B., Karapetrovic, S., & Webb, K. (2004). As easy as 10001, 2, 3. *Quality Progress*, 36(6).
- Dermott, D. M. (2 de Febrero de 2014). *Decisiones Con Confianza*. Obtenido de <http://www.decision-making-confidence.com/metodo-kepner-tregoe.html>
- Dictionary, B. (4 de Marzo de 2014). *Business Dictionary*. Obtenido de <http://www.businessdictionary.com>
- Escalante, E. (2009). *Seis sigma: Metodología y México*: Limusa.
- Fontaine, C. W. (2007). *Six sigma and organizational culture*. Carolina del Norte: Northeastern University College of Business Administration.
- Fraile, F. G., Barrio, J. F., & Monzón, M. T. (2003). *Seis sigma*. Madrid: FC Editorial.
- Frank, S. (2009). 3L5Y Analysis and the Product Development Process. *Automotive Excellence*, 6-9.
- Galgano, A. (1995). *Los siete instrumentos de la calidad total*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- García, M., Quispe, C., & Ráez, L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 6(1), 89-94.
- Gardner, D. L. (2004). *Supply Chain Vector: Methods for Linking the Execution of Global Business Models with Financial Performance*. J. Ross Publishing.
- Giraldo, J. P. (2004). Metodología para el desarrollo de nuevos productos. *¿Qué es diseño Hoy?*, (págs. 1-38). Universidad Icesi.
- Godás, L. (2006). El ciclo de vida. *Gestión farmacéutica*, 25(8), 111-113.
-

# BIBLIOGRAFÍA

---

- González, A. G., & Fernández, E. M. (2000). Diseño de un Modelo para Desarrollar los Proyectos de Mejora Continua de la Calidad. *Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 4(3), 55-67.
- Hicks, M. J. (2004). *Problem Solving and Decision Making: Hard, Soft and Creative Approaches* (Segunda Edición ed.). Reino Unido: Thomson.
- Home, P. (4 de Marzo de 2014). *PDCA Home*. Obtenido de <http://www.pdcahome.com/las-8d/>
- Jenkins, S. (20 de Marzo de 2014). *LPD Lab Services* . Obtenido de [http://www.lpdlabservices.co.uk/about\\_us/composites\\_engineering2013\\_lpd\\_lab\\_services.pdf](http://www.lpdlabservices.co.uk/about_us/composites_engineering2013_lpd_lab_services.pdf)
- Krajnc, M. (2012). With 8D method to excellent quality. *Journal of Universal Excellence*(3), 118-129.
- Kranjnc, M., Trata, D., Jame, U. J., & Slovenia, L. (Octubre de 2012). With 8D method to excellent quality. *Journal of Universal Excellence*, 1(3), 118-129.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's*. McGraw-Hill.
- Mayorga Torres, Ó., Contreras Bravo, L. E., & Vargas Tamayo, L. (2009). Análisis de costos y utilidad del ciclo de vida del producto. *Tecnura*, 12(24), 99-108.
- Michcol, J. T., García, D. G., Loyola, J. A., & Ávila, E. F. (2011). Aplicación de Seis Sigma en una Microempresa del Ramo Automotriz. *Conciencia Tecnológica*, 11-18.
- Motorola. (4 de Febrero de 2014). *Motorola University*. Obtenido de <http://web.archive.org/web/20051106025733/http://www.motorola.com/content/0,,3079,00.html>
- Nunes, P. (6 de Marzo de 2014). *knoow.net*. Obtenido de <http://www.knoow.net/es/cieeconcom/gestion/5w2h.htm>
- Paliska, G., Pavletic, D., & Sokovic, M. (Noviembre de 2007). Quality tools – systematic use in process industry. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 25(1), 79-82.
- Páramo, D. (2004). *Marketing, su esencia conceptual* . Barranquilla: Ediciones Uninorte.
- Porter, M. (1980). *Competitive Strategy: techniques for analyzing industry and competitors*. Nueva York: The Free Press.
-

# BIBLIOGRAFÍA

---

- Porter, M. (2008). The five competitive forces that shape strategy. *Harvard Business Review*, 1-19.
- PTC, P. T. (27 de Marzo de 2014). *PTC.com*. Obtenido de [http://es.ptc.com/WCMS/files/43559/es/2069\\_Concpt\\_Dev\\_EVRM\\_TS\\_ES.pdf](http://es.ptc.com/WCMS/files/43559/es/2069_Concpt_Dev_EVRM_TS_ES.pdf)
- Pyzdek, T. (2003). *The six sigma project planner. A step-by-step guide to leading a six sigma project through DMAIC*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Rambaud, L. (2006). *8D Structured Problem Solving: A Guide to Creating High Quality 8D Reports*. Breckenridge: Phred Solutions.
- Ricoveri, V. (19 de Febrero de 2014). *Ricoveri M@rketing*. Obtenido de <http://ricoverimarketing.es.tripod.com/RicoveriMarketing/id24.html>
- Riesenberger, C. A., & Sousa, S. D. (2010). The 8D Methodology: An Effective Way to Reduce Recurrence of Customer Complaints? *Proceedings of the World Congress on Engineering*, 3.
- Rosiles, C. A. (Enero de 2005). Estudio sistémico del ciclo de vida de un proyecto de producción. Distrito Federal, México. Tesis (Maestro en Ingeniería de Sistemas): Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.
- Standardization, I. O. (2005). *ISO 9000:2005*. Suiza: ATR.
- Stauss, B., & Schoeler, A. (2004). Complaint management profitability: what do complaint managers know? *Managing Service*, 14(2), 147-56.
- Tapias, Y. A., & Correa, J. H. (2010). Kaizen: Un Caso De Estudio. *Scientia Et Technica*, 16(45), 59-64.
- Thisse, L. C. (Febrero de 1998). Advanced Quality Planning:A Guide for Any Organization. *Quality Progress*, 73-77.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2004). *Diseño y desarrollo de productos: enfoque multidisciplinario* (Tercera Edición ed.). McGraw Hill.
- Villalobos, J. (19 de Febrero de 2014). *Coyuntura Economica*. Obtenido de <http://coyunturaeconomica.com/marketing/cinco-fuerzas-competitivas-de-michael-porter>