



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
UNIDAD ACADÉMICA PROFESIONAL TIANGUISTENCO

***“ APLICACIÓN DE LA FASE III DEL APQP EN LA
ELABORACIÓN DE ENVASES PLÁSTICOS PARA ACEITE
AUTOMOTRIZ ”***

TESINA

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

P R E S E N T A

EDGAR MONTERRUBIO NORIA

**DIRIGIDO POR
ING. OCTAVIO ISLAS MARES**

TIANGUISTENCO, MÉX. AGOSTO DEL 2014



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México

Unidad Académica Profesional Tlanguistenco


El comité revisor designado por la Unidad Académica Profesional Tlanguistenco de la Universidad Autónoma del Estado de México, aprobó la tesis: "APLICACIÓN DE LA FASE III DEL APQP EN LA ELABORACIÓN DE ENVASES PLÁSTICOS PARA ACEITE AUTOMOTRIZ" del C. EDGAR MONTERRUBIO NORIA el día 05 DE JULIO DEL 2014.

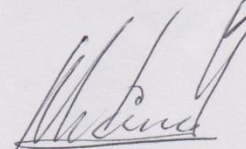
ATENTAMENTE
PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2014, 70 Aniversario de la Autonomía ICLA-UAEM"



Subdirección Académica
UAP Tlanguistenco

Ing. Octavio A. Islas Mares


Ing. Emilio F. Munguía Ponce


M. en I. Raymundo Medina Negrete



www.uaemex.mx

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

DEDICATORIAS

A Dios

Gracias Dios mío por dejarme el tiempo de vida para realizar uno de mis grandes sueños,

Esta tesina está dedicada a las personas que me han depositado la confianza en mí y que siempre han estado conmigo.

A mi Madre

Quien me dio la vida y quien me animo a realizar esta travesía, quien siempre ha estado apoyándome a lo largo de cada una de las etapas de mi vida, y que ha tenido fe en mí, mil gracias por sus cuidados y consejos, que dios te bendiga siempre Carmelita.

A mi Padre †

Estoy seguro que si estuviera aquí, el estaría orgulloso, sin embargo yo sé que desde cielo él ha puesto un granito de arena para que este sueño se realizara, gracias Papá.

A mi Esposa

Quien me ha dado 3 hijos maravillosos, ¡Corazón!, no tengo palabras para agradecer el infinito apoyo que me has brindado, has sido el motor para que me impulsara a lograr este proyecto de vida, si algún día lograras contar los granitos de arena en el mar sabrías cuanto Te Amo Belem.

A mis hijos

A Jessica, Edgar y Edwin, les agradezco el tiempo que algún día los prive para persistir en mi meta, sin embargo este sueño ahora es una realidad, muchísimas gracias hijos míos, ustedes son la inspiración para seguir logrando metas a corto plazo.

A mis familiares

Gracias a mis compadres Nohemí y Rolando, a mis hermanos, abuelos, tíos y primos que siempre me dieron ánimo para lograr concluir esta Ingeniería.

Agradecimientos

A Dios, quien me ha dado salud, trabajo y sabiduría para que día tras día siga adelante y guie a mi familia por el lado correcto de la vida, gracias, porque que en todo momento siempre estás conmigo.

Agradezco a la Unidad Académica Profesional Tianguistenco Universidad Autónoma del Estado de México por ser uno de los pioneros de la carrera de Ingeniería en plásticos a nivel nacional.

Agradezco al Ing. Octavio Islas Mares asesor y director de mi tesina, por su infinita paciencia, orientación y tiempo dedicado a las múltiples revisiones durante el desarrollo de este trabajo, sin embargo ahora ha finalizado y este será el soporte para mi titulación como Ingeniero en Plásticos.

Agradezco al ing. Emilio Munguía, quien siempre se preocupó por la preparación tanto académica como laboral, por convocarme en las estancias industriales como POLISOL, CEICA, GRAHAM PACKAGING y CIATEQ, por la confianza y los consejos personales, le deseo de corazón que la vida le brinde una nueva oportunidad.

Agradezco a Dra. Ana Lilia, Ing. Raymundo, Ing. Liliana, Ing. Isaías y a todos los Ingenieros que fueron mis profesores por haber transmitido sus conocimientos, sabiduría y experiencia laboral para que mi reto en la vida profesional sea prospera.

Agradezco a la empresa dedicada a la realización de envases plásticos, quien fue el motivo para la realización de este trabajo.

Agradezco a mis amigos y compañeros, con los cuales pasé 5 años de mi vida juntos y que siempre fueron de gran ayuda, mostrándome su apoyo y amistad para seguir adelante.

Edgar Monterrubio Noria

CONTENIDO

Abreviaturas	8
Resumen	10
Problemática	11
Objetivos	12
Introducción	13
CAPÍTULO I ANTECEDENTES	14
1.1. Antecedentes de la calidad y sistemas de calidad	14
1.1.1. Concepto de calidad	14
1.1.2. Antecedentes de la calidad	14
1.1.3. Sistemas de calidad	19
1.1.3.1. ISO	19
1.1.3.2. ISO 9001	21
1.1.3.3. QS 9000 / TS16949	22
1.1.3.3.1. APQP	25
CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DEL APQP Y PUNTOS APLICABLES	27
2.1. Introducción al APQP	27
2.1.1. Historia	27
2.1.2. Definición	27
2.1.3. Beneficios	27
2.1.4. PDCA	28
2.2. Fases del APQP	33
2.2.1. Fase I: Planeación y definición del programa	35
2.2.2. Fase II: Diseño y desarrollo del producto	42
2.2.3. Fase III: Diseño y desarrollo del proceso	46
2.2.4. Fase IV: Validación del producto y del proceso	50
2.2.5. Fase V: Retroalimentación, evaluación y acciones correctivas	53

CAPÍTULO III APLICACIÓN DEL DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROCESO (FASE III DEL APQP)

56

3.1. Normas de Embalaje	56
3.1.1. Normas de la industria al plástico	56
3.1.2. Normas de la industria automotriz	57
3.1.3. Norma NFPA 704	60
3.2. Revisión del sistema de calidad del producto / proceso	62
3.2.1. Manual de la calidad	63
3.2.2. Campo de aplicación	64
3.2.3. Documentos y su correlación con los procesos internos	64
3.2.4. Interacción de requisitos	66
3.2.5. Interacción de los procesos	67
3.2.6. Procedimientos operativos	68
3.2.7. Exclusiones	68
3.3. Diagrama de flujo de proceso	69
3.3.1. Símbolos de diagrama de proceso de flujo	69
3.4. Diseño de plan de piso o lay out	71
3.5. Matriz de características	72
3.6. Análisis de modo y efecto de fallas del proceso (AMEFP)	75
3.6.1. Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)	75
3.6.2. Pasos para realizar un AMEF de proceso	76
3.6.3. Componentes de un AMEF	76
3.7. Plan de Control de pre-lanzamiento	80
3.7.1. Partes de un plan de control	81
3.7.2. Desarrollo	81
3.8. Instrucciones de proceso	85
3.8.1. Instrucciones de proceso	85
3.9. Plan de análisis de sistemas de medición (ASM)	87
3.9.1. Tipos de análisis de sistemas de medición	88
3.9.2. Estudio R&R de sistema de medición cruzado	88
3.9.2.1. Minitab 16	90
3.9.2.1.1. Análisis de medición R&R altura total corona de botella, utilizando el calibrador.	94
3.9.2.1.2. Análisis de medición R&R espesor de pared de botella, utilizando el medidor de espesores.	96
3.10. Plan de estudio de capacidad de proceso preliminar	98
3.10.1. Cp, Cpk, Pp y Ppk	99
3.10.2. Diferencia entre Cpk y Ppk	99
3.10.2.1. Estudio de capacidad de proceso con 30 muestras	100
3.11. Especificaciones del embalaje	104
3.12. Soporte Gerencial	106

CAPÍTULO IV MEJORAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y RECOMENDACIÓN DE MEDICIÓN DEL PROCESO. 107

4.1. Nuevo Diagrama de flujo de proceso	108
4.2. Cambio de Lay Out	109
4.3. Aplicación de estudio de efectividad por medio de atributos	111
4.4. Mejoras en el estudio R&R	119
4.5. Mejoras en el estudio Capacidad de proceso	122

REFERENCIAS 127

ANEXOS 129

Anexo 1: Componentes de un AMEF	129
---------------------------------	-----

Anexo 2: Partes de un plan de control	139
---------------------------------------	-----

ABREVIATURAS

AIAG The Automotive Industry Action Group = Industria del grupo de acción automotriz.

APQP Advanced Product: Quality Planning = Planeación avanzada de la calidad del producto.

ASQ: En italiano (Ambiente Sicurezza Qualita) = Ambiente seguridad y calidad.

BOM Bill Of Material = Listado de materiales.

BS British Standard = Norma Británica.

Cp= Process Capability = Capacidad del proceso.

Cpk = Process Capability Index = índice de capacidad del proceso.

DFA Design Failure Assemble = Ensamble de falla de Diseño.

DFM Design Failure Manufacturing = Manufactura de falla de Diseño.

DFMEA Design failure mode and effects analysis = Análisis de modo y efectos de falla de diseño.

DFME Design failure mode and effects = Análisis de Efecto de modo de falla.

DFM/DFA Design For Manufacturing/Assembly = Diseño para la fabricación y montaje.

EAQF: En francés (Évaluation de la capacité de Qualité Fournisseur) = Evaluación de aptitud a la calidad para los proveedores.

ESOW (Engineering Statement of Work = Alcance de trabajo de ingeniería.

GD&T Geometrical Dimension and Tolerance = Dimensión geométrica y tolerancia.

GM = General Motors.

IATF International Automotive Task Force = Grupo de trabajo automotriz internacional.

ISO International Stándar Organisation = Organización de estandarización Internacional.

JAMA = Asociación de Fabricantes de automóviles japoneses.

JUSE Japanese Union of Scientists and Engineers = Organización privada de Ingenieros y académicos.

KPC Key Product Characteristic = Característica clave del producto.

MSA Measurement System Analisis= Análisis de sistemas de medición.

PDCA *Plan–Do–Check–Act* = Planificar, hacer, verificar y actuar.

PPAP Production part approval process = Proceso de producción de aprobación de partes.

Pp = Process Performance. Rendimiento del proceso.

PPM Parts per million = Partes por millón.

Ppk = Process Performance Index = Índice de rendimiento de proceso.

PQC Product Quality Characteristic = Característica de calidad del producto.

PFMEA Process failure mode and effects analysis = Análisis de modo y efecto de fallas del proceso.

QTC Quality Total Control= Control total de la calidad.

QSA = assessment of the quality system = Evaluación del sistema de calidad.

QS Quality System = Sistema de calidad.

SMMT Society of Motor Manufacturers and Traders = Sociedad de fabricantes y comerciantes de motores.

SGC = Sistema de gestión de calidad.

TQM Total Quality Managment= Administración total de calidad.

TS Technical Specification = Especificación técnica.

TC Technical Committee = Comité técnico.

Timing chart = Tabla de tiempos o cronograma.

VDA6: En alemán Verband der deutschen Automobilindustrie = Asociación Alemana de la industria automotriz.

RESUMEN

En el presente trabajo se efectuó un análisis del funcionamiento de los procesos en una empresa dedicada a la fabricación de envases plásticos para la industria automotriz, sin embargo se percibe que existen muchos rechazos de los clientes, porque no cumplen con las especificaciones del producto.

Se propuso y se llevó a cabo la aplicación de la fase III del APQP “Diseño y desarrollo del proceso” para el mejoramiento de cada uno de los puntos de esta fase.

La metodología consistió en la utilización del ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) y dividir a este en 8 pasos o actividades para la solución del problema.

Se apoyó de consultas y análisis de normas aplicables al presente tema como son la ISO 9001:2008, ISO/TS 16949:2009, y los manuales emitidos por la AIAG, APQP, PPAP, AMEF.

Y para tal efecto se documentó el estado actual en que se encuentra la empresa de acuerdo a los puntos de la fase III del APQP como se menciona en el capítulo III y se realizó nuevos cambios, que permitieron la mejora del proceso como:

Ahorro de tiempo, ajustando un nuevo diagrama de flujo de proceso.

Mejor distribución, mayor espacio de disponibilidad y fácil identificación del producto o materia prima cambiando un Lay Out nuevo.

Decisión de aceptación y rechazo de piezas confiables a través de capacitación a los inspectores de acuerdo a un estudio de efectividad.

Medición confiable por medio del estudio GR&R por medio de atributos con la aplicación del software Minitab obteniendo % Var. del estudio < 10, que es satisfactorio con respecto al capítulo III.

Cpk de 2.42 que es satisfactorio, ya que el recomendado es un Cpk ≥ 1.33 respecto a la aplicación inicial del estudio de capacidad de proceso descrito el capítulo III.

La aplicación de la fase III del APQP “Diseño y desarrollo del proceso” ha permitido mejoras que se describen en el presente trabajo.

PROBLEMÁTICA

La industria para que se tenga una tendencia sólida y ascendente, es decir un nuevo enfoque de la calidad en la gestión, debe de ir acompañado de un sistema de apoyo y control coherente, que permita garantizar el buen resultado de cada uno de los procesos con el que cuenta la empresa.

Este es el caso de una empresa transformadora de plástico, donde para que se siga manteniendo el control de sus procesos, adaptará un método denominado APQP en su fase III “Diseño y desarrollo del proceso” para la mejora en la realización de sus productos.

Debido a que en la empresa existen deficiencias con el cliente de acuerdo al producto entregado y los defectos que representan son menores, mayores y críticos.

El defecto menor solamente es perceptible por una persona especializada (ejemplo: inspector de calidad, técnico de línea, entre otros), pero que el cliente no va a detectar, el defecto mayor afecta la vida o el comportamiento del producto y que puede ser notado por el cliente pero no impide la compra del producto y el defecto crítico expondrá al producto a causar serios daños personales o a las propiedades del cliente, bajo condiciones normales de uso, además será notado por el usuario y/o distribuidor y que es suficientemente severo para que resulte una queja evidente o impida la compra del producto.

Dichos defectos han causado re-trabajos, espera e inventario con el cliente, esto significa asignar personal al cliente para retirar o arreglar los defectos cuando las imperfecciones son mayores o críticas. Ejemplo de ello es, desde la colocación de piezas diferentes en un lote de producción, hasta daños físicos críticos, como la perforación de un producto y a consecuencia de un solo envase con fuga contaminara una tarima e incluso todo un lote de producción.

Para ello se debe analizar los procesos de cada operación, tomando en cuenta el personal, equipo y maquinaria para la transformación del plástico.

OBJETIVOS

Objetivo Principal

Aplicar el método APQP del punto III (diseño y desarrollo del proceso) para la realización de envases plásticos para aceite automotriz.

Objetivos Secundarios

- Análisis de un sistema de calidad.
- Revisión de los puntos de la norma ISO 9001 y el método APQP aplicables al presente tema.
- Análisis de materiales y maquinaria para la transformación del plástico para la elaboración de botellas.
- Análisis para la aplicación de cada uno de los puntos de la fase III del APQP de acuerdo al funcionamiento de operación de la empresa.
- Analizar las recomendaciones para la mejora de sus procesos.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se describe de manera específica la aplicación de una herramienta de calidad en una empresa dedicada a la fabricación de envases plásticos para aceite automotriz.

Sin embargo ha tenido que hacer frente a graves pérdidas ocasionados por el re-trabajo, cuyo origen radica en las deficiencias del proceso ocasionando desde la pérdida en las ventas hasta los costos de la mala calidad y por lo tanto la insatisfacción del cliente.

Para ello es necesario una estrategia competitiva, eliminando todos aquellos procesos y trabajos que no aporten valor añadido al producto o servicio, así como reducir los costos de no calidad.

Existen normas con sistemas de gestión de calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna, sin importar si es producto o servicio lo que realizan, este es el caso de la norma ISO 9000, sin embargo la industria automotriz de acuerdo a sus exigencias desarrollo QS 9000.

Más tarde fue sustituido QS 9000 por la especificación técnica ISO/TS 16949 que es importante para todos los tipos de compañías proveedoras del sector automotriz multinacional. Esta norma identifica al APQP como uno de los métodos a utilizarse para la planeación de proyectos, desarrollando para tal efecto un plan para el aseguramiento de la calidad de un nuevo producto a desarrollarse.

La finalidad es aplicar un nuevo método de calidad, en este caso el APQP que está dividido en 5 fases: planeación y definición del programa (I), diseño y desarrollo del producto (II), diseño y desarrollo del proceso (III), validación del producto y del proceso(IV) y retroalimentación, evaluación y acciones correctivas(V).

Este trabajo se enfocara únicamente a la fase III, aplicándolo en la elaboración de envases plásticos para aceite automotriz, por el alcance que posee. Se desarrollara cada uno de los puntos desde lay out, diagramas de flujo, AMEF del proceso, plan de control, hoja de Instrucciones y especificaciones de empaque. De tal modo que el APQP sirve de plataforma y medio para que los proveedores puedan comunicarse fácilmente a través de los requisitos de planificación de productos de calidad a los subcontratistas.

De este modo el método servirá para el mejoramiento de la calidad del negocio. Así que es necesario que la administración reconozca que la calidad es una entidad de fases.

Donde el propósito de la calidad es determinar y evaluar el grado o nivel que el producto o servicio se acerca a su resultado.

Por lo tanto la planeación debe ser ahora más avanzada, por adelantado, es decir anticiparse para que la producción de cualquier producto tenga calidad y así cumpla con las expectativas del cliente.

CAPÍTULO I ANTECEDENTES

1.1. Antecedentes de la calidad y sistemas de calidad.

1.1.1. Concepto de Calidad

El concepto de la calidad puede definirse como el grado de excelencia, atributo o facultad, naturaleza relativa, carácter o propiedad. Pero la calidad tiene muchas definiciones de acuerdo al tipo de autor, en seguida se mencionan algunos:

Shewhart (1931)

Argumenta que la calidad a menudo significa “calidades”, hace referencia a características múltiples, es decir que es cuantificable.

Crosby (1979)

Postula que “calidad es el apego a ciertos requisitos o especificaciones” y para administrar la calidad adecuadamente debemos ser capaces de medirla.

Stephens (1979)

Destaca que “calidad no necesariamente indica buena calidad, que es la consistencia y conformidad a una norma o especificación, una declaración de que el usuario quiere y puede pagar y qué es lo que el productor puede ofrecer”.

Juran (1988)

Atribuye que “calidad es la capacidad de uso” y se interesa en el aspecto de la calidad del consumidor, incluyendo calidad del diseño.

Deming (1986)

Define que “calidad debe estar dirigido a las necesidades del consumidor, presentes y futuras y que inicia con el propósito, el cual es determinado por la administración”. Donde el propósito se debe traducir por ingenieros y otros profesionales en planes, especificaciones, pruebas y producción.

Feigenbaum (1991)

Define que “la calidad del producto y servicio a las características totales compuestas del producto y servicio de mercadeo, ingeniería, manufactura y mantenimiento, mediante las cuales el producto y el servicio en uso cumplirán con las expectativas del cliente”.

Otra definición conforme a la calidad lo realiza la American Society for Quality de acuerdo a la Norma ISO 9000-2000 define “calidad como el grado al cual un conjunto de características inherentes cumple los requisitos”.

[8].

De acuerdo a cada una de las definiciones anteriores de cada autor se tienen diferentes pensamientos y enfoques, algunas definiciones mencionan que la calidad debe ser cuantificable, cumplir con ciertos requisitos o especificaciones para medirla, debe ser conforme una norma y están basadas al producto, sin embargo existen también definiciones que se ocupan más en el aspecto del consumidor o cliente final, así como calidad del producto y servicio, es decir engloba todos los aspectos relacionados con el producto desde la inicialización, diseño, desarrollo, manufactura, hasta el producto terminado, así como su servicio y mantenimiento del mismo, cuidando los aspectos de ergonomía y garantía y así cubrir o ir más allá de sus expectativas, con la finalidad de siempre tener satisfecho a los clientes.

1.1.2. Antecedentes de la calidad

A través del tiempo la calidad se ha ido desarrollando de acuerdo a las necesidades de la operación en una empresa, para ello la aportación de metodologías y técnicas de cada uno de los autores, ha contribuido de manera significativa.

Enseguida se menciona algunos de los líderes de la calidad:

Kaorus Ishikawa

Nació en Tokio Japón el 13 julio de 1915 se graduó en Química Aplicada en 1939, en la facultad de Ingeniería de la Universidad Imperial de Tokio, desarrollo la técnica de “diagrama causa efecto”, también conocida como “diagrama de espina de pescado” o mejor conocida como “diagrama de Ishikawa”.

Ishikawa describe que el control total de calidad es una revolución en la filosofía de la administración.

La filosofía de Ishikawa hace referencia a la importancia del consumidor y sus requerimientos, él recomienda siete herramientas para el control de calidad para solucionar el 95% de los problemas de calidad que a continuación se mencionan:

1. Diagrama de Pareto (Ayuda a la clasificación de problemas, identificación y resolución).
2. Diagrama de causa y efecto o diagrama de Ishikawa (busca el factor principal de los problemas a analizar).
3. Análisis de Estratificación de datos.

4. Hojas de control o verificación (implican la frecuencia utilizada en el proceso, así como las variables y los defectos que atribuyen).
5. Histogramas (muestra una visión gráfica de las variables).
6. Diagramas de dispersión (muestra la definición de relaciones).
7. Gráficas de control (realiza medición y control de la variación).

William Edward Deming

Nació en Sioux ciudad de Iowa en los Estados Unidos de América el 14 de octubre de 1900, se graduó como matemático en la rama de la estadística, el resume la filosofía de la calidad, como “El mejoramiento incesante en todos los procesos” y esta lo describe en 14 puntos.

1. Crear constancia en el propósito de mejorar el producto y servicios.
2. Adoptar la nueva filosofía.
3. No depender más de la inspección masiva para lograr la calidad.
4. Eliminar con la práctica de realizar negocios sobre la base del precio exclusivamente, si no, minimizar el costo total trabajando con un solo proveedor.
5. Mejorar continuamente y constante todos los procesos de planeación, producción y servicio.
6. Instituir la capacitación en el trabajo.
7. Instituir y adoptar el liderazgo.
8. Desterrar el miedo.
9. Eliminar las barreras que hay entre áreas de staff.
10. Eliminar los lemas, las exhortaciones y las metas de producción para la mano de obra.
11. Eliminas las tasas numéricas para la mano de obra y los objetos numéricos para la dirección.
12. Derribar las barreras que impiden el sentimiento de orgullo que produce su trabajo, es decir eliminar la calificación anual de méritos.
13. Establecer un vigoroso programa de educación y auto mejora.
14. Tomar medidas en toda la empresa para lograr la transformación.

Joseph Moses Juran

Nació el 24 de diciembre de 1904 en Rumania, fue un consultor de gestión del siglo XX, es principalmente recordado como un experto de la calidad y la gestión de la calidad, su obra más conocida “manual de control de la calidad”, desarrolló la “Trilogía de Juran” que se compone de tres procesos de gestión:

1. Planeación de la calidad.
2. Control de la calidad.
3. Mejora de la calidad.

Describe que la planificación de calidad “es la actividad para desarrollar los productos y procesos requeridos para satisfacer las necesidades de los clientes y control de calidad es el proceso donde se sigue durante la elaboración de los productos y los servicios, para asegurar que se cumplan con los objetivos de calidad definidos y para corregir las desviaciones en caso necesario”.

Armand Vallin Feigenbaum

Nació en 1922 en Estados Unidos de América (U.S.A.), obtuvo el título de posgrado académico en el Instituto Tecnológico de Massachusetts en 1951. Creador del concepto de “Quality Total Control”, posteriormente conocido como “Total Quality Managment”.

Define a nivel general a un sistema de calidad como una estructura operativa de trabajo, aceptada en la compañía y en la planta, así como documentarlos con procedimientos integrados, técnicos y administrativos.

Feigenbaum hizo ver que el control de calidad tradicional, ya no era idóneo y que debía cambiar el perfil de sistemas de calidad que involucrara toda la compañía y que su estructura operativa debe contener las siguientes características:

- Aceptada en la compañía y en la planta.
- Documentada con procedimientos integrados, técnicos y administrativos.
- Estos procedimientos deben ser efectivos para guiar de la manera mejor y más practica las acciones coordinadas de las personas, maquinas e información de la compañía y de la planta, para asegurar la satisfacción de la compañía y de la planta, para asegurar la satisfacción del cliente y la economía de los costos.

Phillip Crosby

Nació en 1926 en Virginia, U.S.A., Crosby crea el principio de "hacerlo correctamente la primera vez", así como sus cuatro fundamentos básicos:

1. Cumplir con los requisitos
2. Prevención y no verificación
3. Cero defectos y que explica como:
 - Cumplir siempre con el total de requisitos
 - Tener la actitud de no aceptar fallas
 - Hacerlo bien a la primera vez
 - Cumplir con lo acordado
 - Una norma de ejecución que es un reto
4. Costo de la no calidad

Por lo tanto y según Crosby la calidad consiste en “cumplir con los requisitos”, sin embargo propone las siguientes etapas para el proceso de mejoramiento de la calidad:

1. Compromiso gerencial
2. Equipo de mejoramiento de la calidad
3. Medición
4. Costo de calidad
5. Concientización de la calidad
6. Acción correctiva
7. Planeación del día “Cero defectos”
8. Celebración del día “Cero defectos”
9. Fijación de metas
10. Eliminación de las causas de error
11. Reconocimiento
12. Hacerlo de nuevo

[11].

De acuerdo a la información anterior, una de las tendencias que ha ayudado a mejorar la calidad ha sido a través de los llamados “Líderes de la calidad”, donde cada uno de ellos ha aportado la creación de técnicas, filosofías, trilogías, principios, métodos, etc., todos con la finalidad de asegurar la satisfacción del cliente.

1.1.3. Sistemas de calidad

Concepto de sistemas

Existen un sin número de definiciones de lo que es un sistema, una forma es según José Luis Palacios Blanco indica que es una meta disciplina, cuya materia sustancial puede ser aplicada virtualmente dentro de cualquier otra disciplina, cuyo objetivo abstracto es “complejidades organizadas” [11].

Por lo tanto un sistema es un arreglo de elementos interdependientes y en interacción, que forma una unidad identificable con propiedades como un todo.

Para la solución de problemas se debe tener un enfoque del sistema, donde se pondrá atención la forma de cómo enfrentar un problema, tomando en cuenta todos los aspectos, es decir tener una amplia visión y así puede ser visto como:

- Una metodología de diseño
- Un marco conceptual común
- Una nueva clase de método científico.
- Una teoría de la organización

Calidad

Uno de los países con gran aportación de la calidad fue Japón, quien se inicia en la postguerra, después de la derrota sufrida en la segunda guerra mundial, en mayo de 1946 marco el principio del control estadístico de la calidad en Japón.

En este año se fundó JUSE, esta organización decidió hacer algo para mejorar la calidad de las manufacturas y recurrieron a Deming y Juran.

[11].

Pero hoy en día ¿Qué es calidad?, Calidad es satisfacer los requerimientos de un producto diseñado y elaborado para cumplir con sus funciones de manera apropiada.

[4].

La calidad no solo debe ser del producto, sino también del servicio, ya que la calidad la determina el cliente, no el ingeniero ni la mercadotecnia, mucho menos la gerencia, es decir, el cliente es quien de acuerdo a sus requisitos definidos en base a la experiencia con el producto o servicio, ya que siempre representa un objetivo móvil en el mercado competitivo.

Por lo tanto la calidad del producto y servicio es la resultante de las características del producto y servicio en cuanto a mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento, por medio de las cuales el producto o servicio en uso satisface las expectativas del cliente.

La calidad industrialmente lo describe como “mejor dentro de ciertas condiciones del consumidor”, ya sea que el producto sea tangible o intangible.

[1].

En la actualidad un sistema de calidad total es el resultado de un diseño, instalación, mantenimientos disciplinados y estructurados de todas las actividades de calidad de las personas, maquinas e información que aseguran la calidad para el cliente y costos bajos para la planta y la compañía de calidad.

Así mismo y de acuerdo a la definición anterior, un sistema de calidad está integrado por componentes y subcomponentes que se interrelacionan entre si y trabajan conjuntamente para el logro de su objetivo.

1.1.3.1. ISO

Gracias a que existen normas estándares que se puede aplicar en cualquier tipo de actividad orientada a la producción de bienes o servicios. Un comité técnico denominado

176 del ISO creó ISO 9000, que fue el primero y el principal sistema global integrado para optimizar la eficacia de la calidad de una empresa u organización para la mejora continua [3].

ISO fue fundado en 1947 en Europa y en 1979 British Standard creó la BS 5750.

El título “vocabulario de calidad” salió su primera edición publicada en 1986 conocida como ISO 8402. Y en 1992 se realizó una revisión de ISO 8402, como borrador denominada “gestión de la calidad y calidad de aseguramiento–vocabulario”.

ISO 9000 publicó las primeras normas internacionales sobre aseguramiento de calidad en 1987 conocida como “gestión de calidad y normas de aseguramiento de calidad–guía para su selección y uso”.

En el mismo año de 1987 publicó su primera edición como ISO 9001 con título “Sistemas de calidad–Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño/desarrollo, producción, instalación y servicio”.

Más adelante ISO 9000 siguió con sus revisiones de sus borradores y en 1991 publicó su primera edición ISO 9000-3, titulado “gestión de la calidad y normas de aseguramiento de la calidad parte 2: Guías generales para la aplicación del ISO 9001 al desarrollo, abastecimiento y mantenimiento de software”.

En 1992 se realizó una revisión de la ISO/CD 9001 como borrador por parte del comité denominado con el mismo título “sistemas de calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño/desarrollo, producción, instalación y servicio”, sin embargo en 1996 la ISO 9001 realizó otra revisión del trabajo en borrador con el mismo nombre.

Así, ISO se amplió y se fue subdividiendo específicamente a otros enfoques como por ejemplo:

- ISO 9002 publicada su primera edición en 1987 titulada como “Sistemas de calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción e Instalación”
- ISO 9003 publicada su primera edición en 1987 titulada como “Sistemas de calidad-Modelo para el aseguramiento de la calidad en la inspección y prueba final”.
- ISO 9004 publicada su primera edición en 1987 titulada como “Guías de la gestión de la calidad y elementos del sistema de calidad”.
- ISO 10011-1 publicada su primera edición en 1990 titulada como “Guías para la auditoría de los sistemas de calidad parte 1: Auditoría”.

[2].

En seguida se menciona una visión conforme a las normas que representa el ISO:

1. ISO 8402 = Vocabulario
2. ISO 9004 = Gestión de la calidad, elementos del sistema de calidad
3. ISO 9000 = Guías para la selección y uso de las normas

Esta a su vez se comprende de la siguiente manera:

- ISO 9001 Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño/desarrollo, producción, instalación y servicio”.
- ISO 9002 Modelo para la producción e Instalación”
- ISO 9003 Modelo para la inspección y pruebas finales”
- ISO 9004 Servicios

[3].

Existen otras normas que ayudan a la verificación de cada uno de los procesos, una forma, se logra mediante auditorías y la norma a la que hace referencia es ISO 9001.

1.1.3.2. ISO 9001

ISO 9000

La norma ISO 9000 es un marco normativo de referencia para realizar auditorías, tanto internas como externas, básicamente de sistemas de gestión de la calidad basados en la norma internacional ISO 9001 versión 2008 (ISO 9001:2008).

Existen normas internacionales como ISO 9000 e ISO 14000, donde hace énfasis en la importancia de las auditorías como una herramienta de gestión para el seguimiento y la verificación de la implementación eficaz de una política en una organización para la gestión de la calidad y/o ambiental.

La norma ISO 19011, trata sobre las directrices para la auditoría de los sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental.

Según esta norma internacional proporciona orientación sobre la gestión de los programas de auditoría, la realización de auditorías internas o externas de sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental, así como sobre la competencia y la evaluación de los auditores. Está prevista para aplicar a una amplia gama de usuarios potenciales incluyendo auditores, organizaciones que estén implementando y necesiten realizar auditorías de sistemas de gestión de la calidad y/o ambiental por razones contractuales, así como organizaciones involucradas en la certificación o formación de auditores, certificación/registro de sistemas de gestión, acreditación o normalización en el área de la evaluación de la conformidad.

Tomando como base la norma ISO 9000, en 1987 se desarrolla ISO 9001, y sus revisiones fueron en el año de 1994 y 2000, y la versión actual que fue publicada el 13 de noviembre del 2008.

[10].

ISO 9001 está enfocada para todas aquellas compañías donde necesita asegurar a sus clientes la calidad durante todo el ciclo, desde el diseño hasta el servicio y que satisfaga los requerimientos especificados.

La Norma ISO 19011, fue realizada por el Comité Técnico ISO/TC 176, Gestión y Aseguramiento de la Calidad, Subcomité 3, Tecnologías de apoyo y el Comité Técnico ISO/TC 207 Gestión ambiental, Subcomité 2, Auditoría ambiental e investigaciones ambientales relacionados.

Esta Norma ISO 19011 anula y reemplaza a las Normas ISO 10011-1:1990, ISO 10011-2:1991, ISO 10011-3:1991, ISO 14010:1996, ISO 14011:1996 e ISO 14012:1996.

[14].

Por lo tanto gracias a los estándares y normas como ISO 9000 en aplicaciones en empresas u organización es una buena decisión como implementación en una empresa y contar así con un sistema integral que nos permita optimizar la eficacia de la calidad para la mejora continua.

1.1.3.3. QS 9000 / TS16949

La industria automotriz de acuerdo a sus exigencias introdujo un conjunto de requerimientos de calidad llamados QS 9000 basados en la norma ISO 9000, donde a sus proveedores les exigen que cumplan con estos requisitos.

[8].

En agosto de 1994 el AIAG publicó un conjunto de requisitos titulado “Requisitos de Sistemas de Calidad, QS 9000, enfocado para proveedores automotrices”, que en febrero de 1995 y en marzo de 1998 realizaron revisiones.

Documento creado por los 3 principales fabricantes automotrices Estadunidenses y cinco fabricantes de camiones. QS 9000, junto con seis manuales (AIAG con versiones 1992, 1994, 1995a, 1995b, 1995c, 1998b) que remplazo a los manuales individuales de las diferentes empresas, y estas fueron:

- Manual de aseguramiento de calidad del proveedor de Chrysler
- Norma de sistema de calidad Q101 de Ford
- Objetivos para excelencia NAO de General Motors
- Y manuales de sistema de calidad de fabricantes de camiones

Actualmente estos requisitos ya no están vigentes, porque además la QS 9000 en teoría no calificó como una norma, porque no empleó un consenso para su desarrollo.

Sin embargo los fabricantes europeos de automóviles junto con los estadunidenses realizaron la una publicación denominada “TS 16949”, que tomo el lugar de QS 9000, y

fue basada en la ISO 9000:1994. Por lo tanto la QS 9000 y TS 16949 está constituida por la ISO 9001:2004.

[8].

Es decir y refiriéndose al IATF y la JAMA desarrollaron ISO/ TS 16949 con el apoyo del Comité Técnico ISO 176 (TC 176). Integrado por DaimlerChrysler, Ford Motors y General Motors (GM), de los requisitos del sistema de calidad (QS-9000) y la (QSA) que fueron publicados en agosto de 1994, sin embargo la versión actual es ISO/TS 16949:2009.

[7].

El QS -9000 no fue una idea inicialmente de Chrysler, Ford o GM, si no de los proveedores automotrices, a través de una conferencia de la ASQ en junio 1988 en compañía con los vicepresidentes de las 3 grandes compradores de fabricantes de automóviles.

Estos tres decidieron utilizar la norma ISO 9001 como base para la QS 9000, sobre todo porque había un rumor generalizado en el momento de que las empresas tendrían que ser ISO 9000 certificado para la década de 1990 para hacer negocios en Europa.

El interés en la adopción de QS 9000 dentro de los tres grandes fabricantes de equipos originales a nivel mundial fue alto desde el principio. Para dar cabida a la implantación internacional.

La segunda edición del QS -9000 fue en febrero de 1995, que fue la primera versión que se ampliaría por fabricantes de equipos originales de todo el mundo en varios idiomas, como: alemán, español, francés, italiano, japonés, chino y portugués.

Por lo tanto la especificación técnica ISO/TS 16949 unifica y sustituye las normas de sistemas de calidad automotriz norteamericana (QS-9000), alemanas (VDA6.1), francesas (EAQF) e italianas (ASQ).

[12].

TS 16949 es un término en ingles que significa especificación técnica en base de la norma ISO 9000. TS 16949 es un sistema de gestión de calidad internacional (SGC) de especificaciones para la industria del automotriz y es la primera Organización Internacional de Normalización (ISO) como especificación técnica. En mayo de 1995, durante una reunión de lanzamiento QS 9000 en Europa, los proveedores, organismos de certificación y los representantes de los fabricantes de automóviles europeos ya tenían tres manuales, que son:

- VDA 6.1 en Alemania
- AVSQ EAQF en Italia y
- QS -9000 en Francia

Se acordó la armonización adicional debe llevarse a cabo en beneficio de la base de suministro compartido.

A partir de aquí las reuniones posteriores de los Estados Unidos y Europa el grupo se conoció como la IATF.

En noviembre de 1995, ISO TC 176 en contacto con el equipo de trabajo como seguimiento a una resolución el comité técnico TC 176 aprobó una sesión plenaria en Durban, Sudáfrica.

En esta reunión anual, TC 176 emprende esfuerzos para evitar la proliferación de normas específicas para el sector, tales como QS -9000. El objetivo era convencer al grupo a adoptar el uso de la norma ISO 9001. Hubo varias reuniones adicionales y numerosas comunicaciones antes de la próxima reunión integral ISO TC 176 en Tel Aviv, Israel, en noviembre de 1996, para explorar las posibilidades de colaboración.

Pronto se hizo evidente para todos que el ISO 9001:1994 era insuficiente para su uso para la industria del automotriz, por lo que los esfuerzos se centraron entonces en la mejor manera de dar cabida a un nuevo sistema.

En noviembre de 1996 TC 176 aprobó una resolución para garantizar las necesidades de gestión de calidad genérica de la industria automotriz, en donde se abordarían en la futura revisión de la familia ISO 9000.

Por lo tanto el mejor camino era a través de un proyecto piloto con el grupo ISO, donde podría ganar algo de experiencia en relación con una revisión de las directrices de la ISO. Así mismo la OEM japonés se unen al proyecto un año antes por TC 176 y JAMA prefiere tener uno o dos representantes, manejando ISO: 2000.

En noviembre 1997 se realizó una sesión integral de ISO TC 176, en Río de Janeiro, Brasil, se aprobó otra resolución del piloto a seguir adelante de acuerdo con el plan elaborado en forma conjunta por el TC 176 y IATF.

Un borrador del documento fue sometido a votación por el TC 176 en el tercer trimestre de 1998 y aprobado para su liberación. Durante la votación la secretaría central de la ISO, señaló, la disponibilidad de un nuevo tipo de documento en la cartera de ISO, TS, si la IATF quería utilizar esa categoría en lugar de la categoría de informe técnico existente.

El grupo de trabajo estaría integrado por expertos en la materia (PYME) de TC 176 subcomités 1, 2 y 3, la IATF y representantes de JAMA seleccionaron el enfoque a corto plazo, el piloto avanzó rápidamente por la IATF, utilizando la tercera edición del QS -9000 como base.

También los afiliados japoneses de la OEM en el Reino Unido habían considerado adoptar QS -9000 unos años antes como parte de la asociación comercial del automóvil del Reino Unido (SMMT).

Donde SMMT no llegó a la aprobación y el uso de QS -9000 sobre algunas diferencias terminológicas. Los fabricantes de equipos originales japoneses habían indicado QS - 9000 no fue especialmente censurable, sino más bien que su proceso fue diferente.

Esta propuesta fue apoyada y en noviembre de 1998 fue lanzado como el primer ISO/TS 16949. La IATF dijo que sería un documento opcional para los proveedores automotrices a utilizar, para satisfacer los requisitos de certificación de clientes existentes.

Así ISO TC 176 se acomodó de acuerdo a las particularidades del sector automotriz fuera de la norma ISO 9000, pero dentro de ISO, continuó publicando sus propios requisitos de los proveedores. Sin embargo otros sectores prefieren ISO 9001 porque para ellos contiene los requisitos de control de calidad.

[15].

La meta de QS 9000 hace referencia “El desarrollo de sistemas de calidad fundamentales que mantienen un mejoramiento continuo, enfatizando la prevención de defectos y la reducción de variación y desperdicio en la cadena de abastecimiento “.

[8].

Sin embargo día a día las exigencias de los consumidores van haciendo de la calidad un sistema más integral, ya que una empresa que cuente con un sistema de calidad basado en la norma ISO 9001 y que además se encuentre certificado por una de las empresas facultadas a verificar el cumplimiento de sus requisitos, es una muy buena inversión para la implementación del sistema.

Sin embargo la industria automotriz ha desarrollado otros requisitos de control de calidad más exigentes y han buscado la constante mejora continua en la realización de sus productos y procesos hasta la validación del mismo, así es como los 3 grandes de la Industria automotriz (Ford, Chrysler y General Motors) crearon QS 9000 y que posteriormente sustituye la especificación técnica ISO/TS 16949 basados en la estructura que ofrece el sistema de calidad ISO 9001.

Por lo tanto las empresas automotrices han adoptado este sistema para cubrir sus requerimientos y garantizar que el producto terminado se encuentre en las especificaciones demandadas.

Cabe mencionar que a pesar de que estas empresas se encuentren certificadas por ISO/TS 16949, deben mantener su sistema de calidad base, en este caso ISO 9001.

Por tal motivo es importante que las empresas se deberán de ir actualizando de acuerdo a la evolución y tendencia de los sistemas de calidad, ayudados de técnicas o herramientas que ayuden a mejorar los procesos en la fabricación de productos o servicios en cualquier tipo de industria.

1.1.3.3.1. APQP

El APQP fue desarrollado a finales de 1980, por los mismos 3 grandes expertos de la Industria Automotriz (Chrysler, Ford y General Motors), donde una comisión que invirtió 5 años en analizar el desarrollo de autos en América, Europa y principalmente en Japón con la finalidad de una reducción en la complejidad de la planificación de la calidad del producto para el cliente y los proveedores [4].

Esta comisión invirtió cinco años para analizar el estatus actual en el desarrollo y producción de autos en Estados Unidos, Europa y especialmente en Japón.

El APQP es usado ahora por tres compañías y algunos afiliados. A los proveedores se les requiere seguir los procedimientos y técnicas APQP y son requeridas para ser auditadas y registradas para TS16949.

El APQP es la planeación avanzada de la calidad del producto y sirve para crear un plan de calidad y que es básico para establecer el desarrollo del producto y del proceso, ya que es una herramienta estructurada con el propósito de satisfacer al cliente.

[5].

Por lo tanto el APQP es una herramienta de gran utilidad para las empresas exigentes que requieran mejorar el control de sus requerimientos de calidad de un producto.

Sin embargo en el capítulo II (Descripción del APQP y puntos aplicables) se definirá específicamente cada uno de los puntos de las 4 fases del APQP, como son:

- Fase I: Planeación y Definición del Programa
- Fase II: Diseño y Desarrollo del Producto
- Fase III: Diseño y Desarrollo del Proceso
- Fase IV: Validación del Producto y del Proceso
- Fase V: Retroalimentación, Evaluación y Acciones Correctivas

De este modo el método de fases servirá para el mejoramiento de la calidad de la empresa. Así que es necesario que la administración reconozca que la calidad es una entidad de fases [6].

La descripción de estas fases permitirá tener un mejor entendimiento del funcionamiento del APQP.

CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DEL APQP Y PUNTOS APLICABLES

2.1. INTRODUCCIÓN AL APQP

2.1.1. Historia

El APQP fue desarrollado a finales de 1980, por expertos de las 3 grandes de la Industria Automotriz, como son: Ford, General Motors y Chrysler, donde una comisión invirtió 5 años en analizar el desarrollo de autos en América, Europa y principalmente en Japón.

2.1.2. Definición

El APQP es una herramienta estructurada que sirve para crear un plan de calidad y que es básico para establecer el desarrollo del producto y del proceso, con la finalidad de satisfacer al cliente. Algunas palabras de mayor relevancia se mencionan en español e inglés en el presente trabajo.

El APQP de sus términos en inglés, significa:

Advanced = Avanzado

Product = Producto

Quality = Calidad

Planning = Planeación

Por lo tanto Advanced Product Quality Planning significa “Planeación Avanzada de la calidad del producto”.

2.1.3. Beneficios

El APQP es un ciclo y modelo muy bien conocido para mejoramiento continuo de procesos, donde enseña a organizaciones a planear una acción, realiza y revisar para ver cómo se conforma el plan y actuar en lo que se ha aprendido, en consecuencia nos ofrece grandes beneficios, los principales son:

- ✓ Dirigir los recursos para satisfacer al cliente
- ✓ Promover la identificación temprana de los cambios necesarios
- ✓ Evitar cambios de última hora
- ✓ Proporcionar un producto de calidad a tiempo al menor costo
- ✓ Identifican los recursos necesarios para cumplir con tareas, sub tareas, etc.
- ✓ Obtener la ruta critica
- ✓ Evita el desperdicio de tiempo y de recursos
- ✓ Obtener un pronóstico de costos del proyecto, gastos y ganancias, etc.
- ✓ Identifican capacitaciones requeridas

2.1.4. PDCA

El ciclo de planificación de la calidad de productos está dividido en diferentes fases que se encuentran cada una en secuencia y representa un calendario previsto para ejecutar las funciones descritas.

El objetivo del ciclo de planificación de la calidad del producto se realiza de acuerdo a una:

- Planificación sincera.
En los tres primeros trimestres del ciclo se dedican a la planificación de la calidad del producto a través de la validación del producto / proceso.
- Realización de la aplicación

En el cuarto trimestre se evalúan los resultados y tiene dos funciones:

1. Determinar si los clientes están satisfechos
2. Apoyar la búsqueda de la mejora continúa

En la **figura 2.1** se muestra la gráfica de ciclo de planificación de la calidad denominado "Circulo Deming" en su honor a William Edwards Deming.

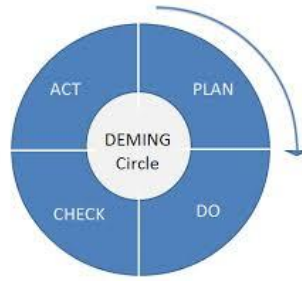


Figura 2.1 Circulo de Deming (PDCA)

Donde:

Plan (Planificar)

En esta etapa se establecen las actividades del proceso necesarias para obtener el resultado esperado, así como recopilar datos para conocer el proceso, detallar las especificaciones de los resultados esperados. Por lo tanto se deben definir las actividades necesarias para lograr el producto o servicio, verificando los requisitos especificados.

Do (Hacer)

En esta etapa se ejecuta el plan estratégico contemplado, de manera organizada para asignar recursos y supervisar la ejecución.

Check (Verificar)

En esta etapa después de pasar un periodo previsto, se volverán a recopilar y analizar los datos de control para compararlos con los requisitos especificados inicialmente, y así saber si se han cumplido y en su caso, evaluar si se ha producido la mejora, así como monitorear la implementación y evaluar el plan de ejecución documentando las conclusiones.

Act (Actuar)

En esta última etapa se deben tomar en cuenta las conclusiones del paso anterior, por si se han detectado errores, realizar un nuevo ciclo PDCA con nuevas mejoras y si no se han detectado errores relevantes, aplicar a gran escala las modificaciones de los procesos, en otro caso si se han detectado errores insalvables, abandonar las modificaciones de los procesos y ofrecer una retroalimentación y/o mejora en la planificación.

La planificación de la calidad del producto es un ciclo que contempla la búsqueda interminable de mejora continua y que sólo puede lograrse mediante la experiencia en un programa y la aplicación de ese conocimiento adquirido al siguiente programa.

Siguiendo esta misma topología del PHVA para el APQP este método sirvió de base para realizar su ciclo de planeación de calidad del producto, como se muestra en la **figura 2.2**.

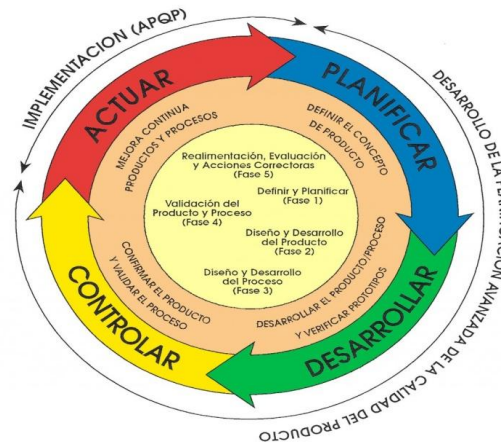


Figura 2.2 Ciclo de la planificación de la calidad del producto.

Una planificación eficaz la calidad del producto va depender de compromiso y el apoyo de la alta dirección de una empresa, ya que el esfuerzo requerido por el equipo para lograrlo es demasiado, todo con la finalidad de satisfacer del cliente.

Antes de comenzar a realizar en forma cada una de las fases se tomaran en cuenta los siguientes puntos:

1) *Organización de equipo*

Para la planificación de la calidad del producto es importante asignar la responsabilidad a un equipo eficaz funcional combinado, es decir, el equipo inicial debe incluir a representantes de la ingeniería, fabricación, control de materiales, compras, calidad, ventas, subcontratistas, clientes, etc., estos debe comprometerse e involucrarse en algo más que el departamento de calidad.

2) *Definir el alcance*

Después de que el equipo de planificación de la calidad del producto identifica las expectativas de las necesidades de los clientes y los requisitos lo más pronto posible, el equipo debe definir los alcances como:

- Seleccionar un jefe de proyecto responsable de supervisar el proceso de planificación
- Definir las funciones y responsabilidades de cada área representada

- Identificar al cliente interno y externo
- Definir las necesidades del cliente
- Seleccione las disciplinas, los particulares, y subcontratistas que deben ser añadidos al equipo.
- Entender las expectativas del cliente, es decir, diseño, número de prueba
- Evaluar la viabilidad del diseño propuesto, los requisitos de rendimiento y proceso de fabricación.
- Identificar costos, tiempos, y las limitaciones que deben ser consideradas
- Determinar la asistencia requerida por el cliente
- Identificar el proceso de documentación o método

3) *Comunicación de equipo a equipo*

El equipo debe establecer líneas de comunicación con otro equipo del cliente y del proveedor a través reuniones regulares con otros equipos. La constancia va depende de acuerdo a la prioridad de resolución.

4) *Participación Cliente y proveedor*

El proveedor tiene la obligación de establecer un equipo funcional cruzado entre el cliente para gestionar el proceso de planificación de la calidad del producto, así mismo los proveedores deben esperar el mismo rendimiento de sus subcontratistas.

5) *Ingeniería simultánea*

Ingeniería simultánea es un proceso donde los equipos funcionales cruzados luchan por un objetivo común. El objetivo es acelerar la introducción de los productos de calidad lo más pronto. El equipo asegura que el plan de otras áreas / equipos lleguen a la meta.

6) *Plan de control*

El plan de control son descripciones escritas del sistema para el control de las piezas y de procesos. Contiene 3 fases distintas que son:

- Prototipo: Es una descripción de las medidas de las dimensiones, materiales y pruebas de rendimiento que se producirán durante la construcción del prototipo.
- Pre-lanzamiento. Es una descripción de las medidas de las dimensiones, materiales y pruebas de rendimiento que se producirán después de prototipo y antes de la producción total.
- Producción: Es una documentación completa de las características del producto / proceso, controles de proceso. Las pruebas, y sistemas de medición que se producirán durante la producción en masa.

7) Sincronización del plan de la calidad del producto

La primera orden del equipo de planificación de producto de la empresa después de las actividades de la organización debe ser el desarrollo de un plan de distribución donde todos los miembros del equipo deben estar de acuerdo. El tipo de producto, la complejidad y las expectativas del cliente debe ser considerado en la selección de los elementos de sincronización que debe ser planeado y trazado, así como Informes eficaces con un enfoque en la identificación de elementos que requieran atención especial.

8) Planes relativos al diagrama de temporización

El éxito de cualquier programa dependerá de las necesidades y expectativas del cliente de manera oportuna a un costo que represente el valor.

[4].

2.2. FASES DEL APQP

Esta metodología está distribuida por 5 fases, donde cada una de ellas representa una parte esencial en el desarrollo. En la **figura 2.3** se muestra la forma de cómo se encuentra distribuidas dichas fases.

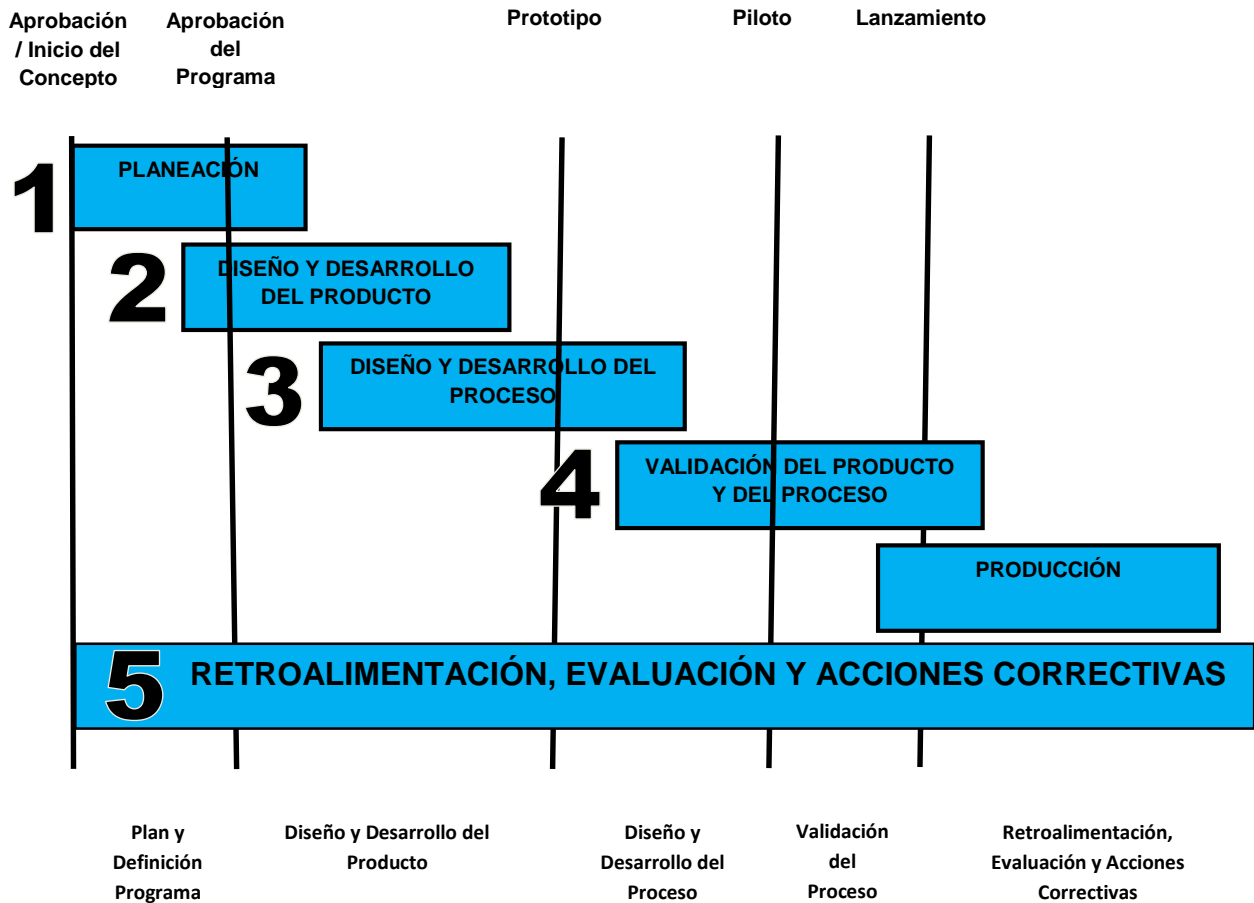


Figura 2.3 Fases del APQP

Antes de realizar el APQP, a nivel general se debe comenzar tomando en cuenta los siguientes objetivos:

Objetivos internos como empresa:

- El decremento de desperdicio o scrap, eliminar los re-trabajos, maximizar la productividad,

- Crear un plan de negocios, fijar cual va a ser la utilidad, presupuestos para equipo, herramientas, plantilla de gente, etc.

Objetivos del cliente, pueden ser:

- ¿Cómo se pretende alcanzar los objetivos?, ¿qué eventos se contemplan y cuando se tienen o se planean alcanzar?, Indicar el alcance del proyecto, definir el sistema de calidad, tolerancias, garantía, requerimientos, pruebas como durabilidad, rigidez, diseño de proceso, CPK, etc.

Para ello existe la fase I que se describe con más detalle cada uno de los puntos.

[4].

2.2.1. Fase I: Planeación y Definición del Programa

En esta fase se describe las necesidades y expectativas de los clientes, con la finalidad de planificar el lanzamiento de un producto estableciendo todo lo necesario de tal forma que se asegure la creación de un producto con una calidad requerida

Toda la planeación debe ser realizado estando el cliente y de acuerdo de lo que tiene en mente, con la finalidad de proporcionar mejores productos y servicios que la competencia. Por lo tanto esta fase está diseñado para asegurar que las necesidades de los clientes y las expectativas se comprendan claramente. En la **figura 2.4** muestra la posición en que está ubicada la fase I.

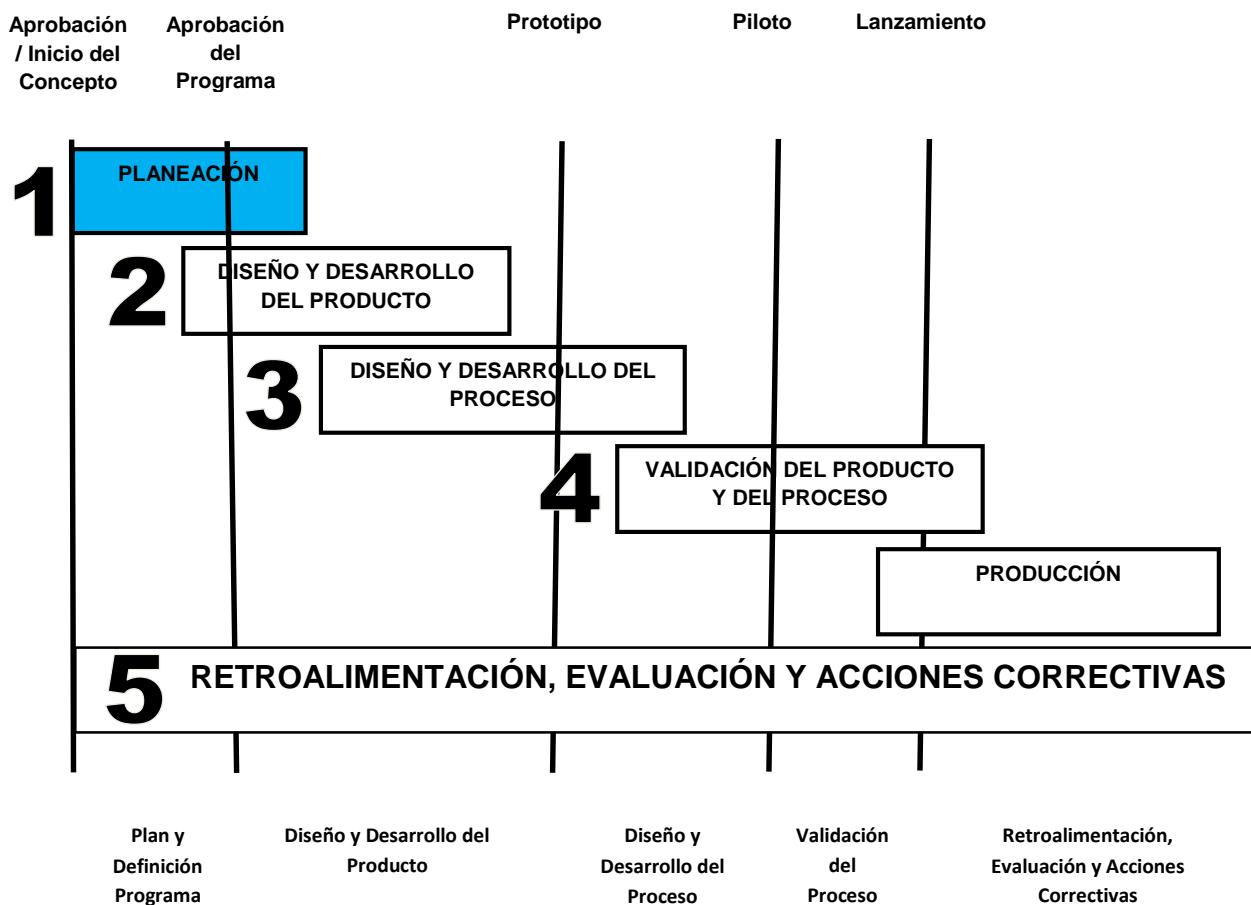


Figura 2.4 Fase I Planeación y definición del programa

En cada una de las fases existen datos o información de entrada que servirán de plataforma para el desarrollo del proceso, así como formatos o información de salida, que permite visualizar en una forma general lo que se desarrolló o analizo.

Entradas

1. Voz del cliente

Para este punto se puede auxiliar de los siguientes elementos:

- Estudios de mercado
- Información histórica sobre la garantía y la calidad
- Experiencia del equipo

2. Plan de negocios / estrategia de mercado

Establecerán el marco para la planificación de la calidad del producto y va a definir el objetivo del cliente, los principales puntos de venta, y los principales competidores.

3. Datos de referencia del producto / proceso

Se obtienen de un estudio de mercado donde establecerá objetivos de rendimiento del producto / proceso, así como la investigación y el desarrollo proporcionará puntos de referencia e ideas conceptuales.

4. Suposiciones del producto / proceso

Hará suposiciones de que el producto tiene ciertas características como: diseño o conceptos de proceso, además incluyen innovaciones técnicas, materiales avanzados, evaluaciones de confiabilidad, y tecnologías nuevas. Todos deben ser utilizados como insumos.

5. Estudios de confiabilidad del producto

Este tipo de datos considera frecuencia de reparación o reemplazo. Por componentes dentro de períodos de tiempo determinados y los resultados de la prueba de fiabilidad / durabilidad a largo plazo.

6. Insumos del cliente

Los siguientes usuarios del plan de producto pueden proporcionar información valiosa en relación con sus necesidades y expectativas. Además estas entradas deben ser utilizados por el cliente y / o proveedor para desarrollar medidas acordadas de satisfacción del cliente.

Salidas

En esta etapa se contemplan los siguientes puntos:

1. Objetivos del diseño

Estos objetivos se basan de acuerdo a la voz del cliente, por ejemplo:

- Alcance de trabajo de ingeniería (ESOW)

2. Objetivos de calidad y confiabilidad:

En este tipo de objetivos se realiza:

- En base a requerimientos y expectativas del cliente:
- En base a los objetivos del programa, por ejemplo:
 - Porcentaje de desperdicios, re-trabajos, PPM, garantía, etc.
- La confiabilidad es calidad en el tiempo
- La confiabilidad es la probabilidad de que un componente o sistema desempeñe satisfactoriamente la función para la que fue creado durante un periodo establecido y bajo condiciones de operación establecidos.

3. Listado de materiales preliminar

En este listado de materiales describe:

- Número de producto, uso, nivel en ensamble, nivel de Ingeniería, descripción, etc.

4. Diagrama de flujo de proceso preliminar

- Mapa del flujo anticipado que se planea seguirá el material durante su transformación de MP a producto terminado.

5. Listado preliminar de características especiales de producto y proceso

Estas características son especiales y son requerimientos específicos del cliente (Ford, Chrysler y General Motors) es decir, que el mismo cliente determina si utiliza o crea algún símbolo especial para identificar una característica especial.

Por tal motivo estas características especiales están sujeto a cualquier cambio, revisión y actualización por parte de los creadores y se pueden consultar en la siguiente página web de la IAFT:

<http://www.iatfglobaloversight.org/content.aspx?page=OEMCustomer-SpecificRequirements>

A continuación se menciona las características especiales de las 3 grandes empresas:

Características especiales designados por FORD de acuerdo a (ISO/TS 16949)

Características críticas de Piezas

Estas se representan con un símbolo de una delta invertida (∇) y son características que pueden afectar la operación segura del vehículo y / o el cumplimiento de las regulaciones gubernamentales. Símbolo único que identifican las características de seguridad y normativa sobre los componentes equivalentes y estas pueden aplicarse en:

- Características críticas con sujetadores.
- Otras características especiales, es decir características importantes y de alto impacto y de seguridad del operador.

A continuación se mencionan las características especiales de FORD.

Características	Símbolo
Característica Crítica (CC) (Con la seguridad o la consideración legal)	∇
Característica Significativa (CS) (No se relaciona con la seguridad o consideración legal)	Ninguno
Características de alto impacto	Ninguno
Características de seguridad del operador	Ninguno

Para la notificación de cambio de proveedor se contempla un monitoreo especial de características y se debe presentar un:

Control de sujetadores del artículo

Este control se incluirá en el Plan de Control de sujetadores que son elementos de control y a su vez contemplan:

- Análisis de Materiales - Partes con Tratamiento Térmico
- Análisis de Material - Piezas sin Tratamiento Térmico
- Trazabilidad de lote

[13].

Características especiales designados por GM de acuerdo a (ISO/TS 16949)

Característica Clave del producto

Los criterios para estas características utilizan las siguientes variables: KPC o PQC o DR donde la finalidad es rastrear a los requisitos de diseño / rendimiento, a continuación se mencionan:

- KPC (Característica clave del producto)
- PQC (Característica de calidad del producto)

- DR (Documentación Requerida)

Otros criterios de selección son:

- Tolerancia de partes en torno a una dimensión de destino y / o de otras variables que afectan la calidad de construcción final (por ejemplo, la tolerancia del tamaño del agujero, la forma, la orientación, la ubicación Independientemente de la característica del tamaño, la tolerancia de longitud parcial
- Medible y controlable
- Fecha de lanzamiento en el sistema de la descripción del producto global y / o en la parte del dibujo

Nota: Una característica variable no se debe designar una clave de producto PQC sólo porque es importante que se cumpla con la especificación, ya que se deben cumplir todas las especificaciones.

El proveedor utilizará definiciones de sistema de designación característica clave y símbolos para cumplir con la norma ISO / TS 16949:2009 requisitos de características especiales.

[14].



Características especiales designados por Chrysler de acuerdo a (ISO / TS 16949)

El Escudo <S> & <E>

El escudo identifica características especiales que requieren la dirección, ya que en consecuencia de una variación de montaje o de fabricación probablemente puede causar una no conformidad a los requisitos de seguridad y reglamentaria de productos.

El Diamante <D>

El Diamante identifica características especiales de un componente, el material, montaje u operación de ensamblaje de vehículos que son designados por Chrysler como la clave para la función y la aceptación del cliente del producto acabado. También destacan importantes características de los accesorios y procedimientos durante la verificación del diseño, producto, validación o revalidación. Un diamante <D> requiere que se elabore un plan de control de procesos. Otros métodos de control, por ejemplo a prueba de error pueden ser más capaces de prevenir o detectar no conformidades. Los procesos que demuestran un alto grado de capacidad (CPK > 3.0, por ejemplo) durante un período prolongado de tiempo puede requerir una característica con menor frecuencia. En la siguiente tabla se muestra cada una de las características especiales de Chrysler:

Características	Símbolo
El Escudo <S> (Designa a los requisitos de seguridad del producto / reguladores)	
<E> (Designa el gobierno los requisitos de la regulación de emisiones en vehículos.)	<E>
El Diamante <D> El Diamante identifica las características o procesos que puedan ser susceptibles de variación de fabricación de productos y requieren controles adicionales para asegurar la conformidad con las especificaciones y la satisfacción de los clientes.	

[15].

Ejemplo de listado preliminar de características especiales de producto y proceso:

DIM No.	DESCRIPCIÓN	TOLERANCIA	No. DE OPERACIÓN			
			05	10	20	30
1	ID		X	C		X
2	CARA			X	C	C
3				X	L	L
4					X	
5					X	
6	O D				X	

Donde:

C= Característica en una operación usada para sujeción

L= Característica en una operación usada para localizar

X= Característica creada o cambiada por esta operación. Debe estar directamente relacionada a la dimensión de la columna excedente en la forma del diagrama de flujo del proceso.

6. Plan de Aseguramiento del Producto

- Traduce los objetivos de diseño en requerimientos del diseño
- Puede incluir pero no limitado a:
 - Delineamiento de los requisitos del programa

- Identificación de los objetivos / requisitos de confiabilidad, durabilidad y asignación / distribución
- Evaluación de nueva tecnología, complejidad, materiales, aplicación, medio ambiente, empaque, servicio y requerimientos de manufactura o cualquier otro factor que ponga en riesgo el programa
- Desarrollo del AMEF
- Desarrollo preliminar de requisitos y normas de Ingeniería

7. Soporte gerencial

Este paso es de vital importancia el apoyo de la gestión por parte de la dirección, ya que es una de las claves para el éxito del equipo de planificación de la calidad del producto.

El interés, compromiso y el apoyo de la alta dirección reforzará al equipo para realizar la gestión de acuerdo a la fase de planificación de la calidad del producto.

A través de la asistencia de los involucrados se realizan actualizaciones con más frecuencia como el equipo lo requiera. Estas deben ser formales con la oportunidad para preguntas y respuestas.

Un objetivo del equipo es la de mantener el apoyo de gestión mediante la demostración de que todos los requisitos de la planificación se han cumplido.

Por lo tanto la participación de la alta dirección en la gestión de la planificación de la calidad del producto prevé los recursos necesarios para la realización e implementación de cada uno de los puntos del APQP.

Este seguimiento se realiza mediante juntas y reuniones y algunas optan por documentar, ya que a través de ellos se visualizarán los avances obtenidos y pormenores a través de minutas, pero no es necesario algunas veces, dependerá del compromiso de cada uno de los líderes de áreas involucrados hacia la misma empresa, sin embargo es importante llevar a cabo un programa para la resolución de cada uno de los puntos pendientes.

[14].

2.2.2. Fase II: Diseño y Desarrollo del Producto

En esta fase el equipo de planificación de la calidad del producto analiza la planificación de los elementos del proceso en el que las características de diseño y del producto se desarrollen en una forma casi final, se realiza un análisis preliminar de viabilidad para evaluar los posibles problemas que podrían ocurrir durante la fabricación de un producto, es decir diseñar y desarrollar el producto, tomando en cuenta cómo se va a fabricar. En la figura 2.5 muestra la posición en que está ubicada la fase II.

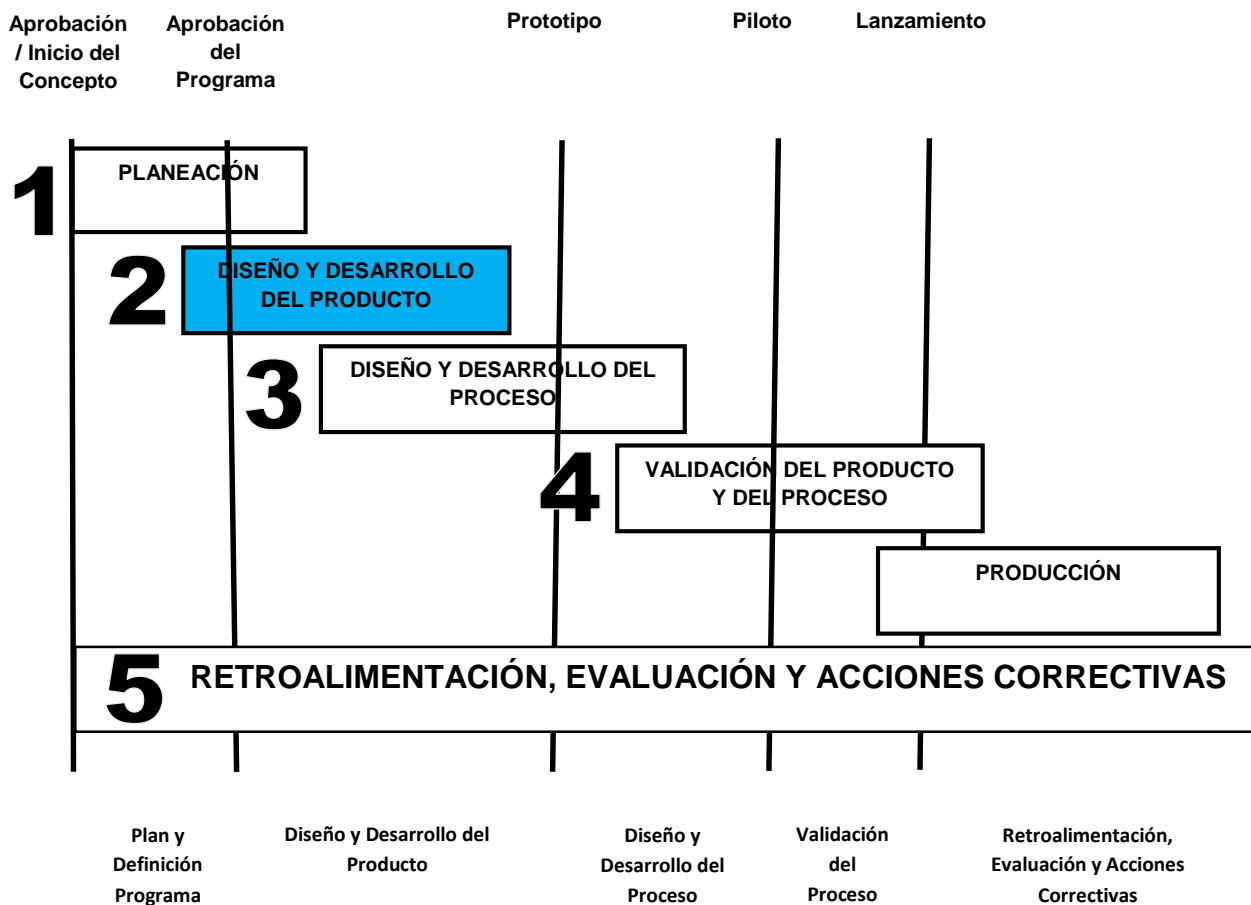


Figura 2.5 Fase II Diseño y desarrollo del producto

Los pasos incluyen la construcción de prototipos para verificar que el producto o servicio cumple con los objetivos de la voz del cliente que permita el cumplimiento de los volúmenes de producción y los horarios y ser consistentes sobre la capacidad para cumplir los requisitos de ingeniería, así como información de las herramientas analíticas

que definen y dan prioridad a las características que pueden necesitar controles de productos especiales y de proceso. También se debe considerarse si el diseño es propiedad del cliente o de ambos. Esta fase se diseñó para asegurar exámenes exhaustivos y críticos de acuerdo a los requisitos de ingeniería y técnica relacionada.

En esta etapa a nivel general se tienen que contemplar los siguientes puntos:

- Especificar si el diseño es de la empresa o es del cliente
- Si el diseño es de la empresa, realizar el diseño en base lo que se planeó en el Capítulo I.
 - Diseñar en base a especificaciones y requerimientos
 - Revisiones de diseño
 - DFM / DFA
 - Validación virtual
 - DFMEA
 - Lista de Materiales o BOM
 - Especificaciones
 - GD&T

Después de realizar la fase I (planeación y definición del programa) se realiza la fase II (diseño y desarrollo del producto), que está a su vez contiene datos o información de entrada de acuerdo a los datos o información de los puntos de salida de la fase I.

Entradas

- 1. Objetivos de diseño**
- 2. Objetivos de confiabilidad y calidad**
- 3. Lista preliminar de materiales**
- 4. Diagrama de flujo preliminar del proceso**
- 5. Lista preliminar de productos especiales y características del proceso**
- 6. Plan de garantía del producto**
- 7. Soporte gerencial**

Las salidas se realizarán por el o los responsables de la actividad de diseño.

Salidas

- 1. Análisis de modo y efectos de falla de diseño (DFMEA).**
 - Permite establecer acciones preventivas (antes de que ocurran) del diseño del producto.
- 2. Diseño para la fabricación y ensamble (DFM/DFA)**
 - Se toma en cuenta aspectos de su manufactura y ensamble en el diseño

- Por ejemplo: agregar localizadores de manufactura, dispositivos a prueba de errores (poka-yoke), fácil de ensamblar, ergonómico, etc.

3. Verificación de Diseño

- Se verifica que el diseño del producto cumpla con los requerimientos del cliente

4. Revisiones de Diseño

- Se realizan revisiones con otras áreas (manufactura, ensamble, cliente, proveedores, etc.)
- Se revisa que cumpla con objetivos del diseño, integración con otros componentes, DFM/DFA

5. Construcción de Prototipos

- Se realiza físicamente el diseño para comprobar y descubrir cualquier problema del diseño del producto.

6. Dibujos de Ingeniería (Incluir datos matemáticos)

- Se realizan los dibujos con tolerancias geométricas y dimensionales (GD&T), esquema de datos, tolerancias, notas, cotas, número de producto, nivel de Ingeniería etc.

7. Especificaciones de Ingeniería

- Estas especificaciones se localizan normalmente en los planos del producto, pero también pueden estar en otros documentos.

8. Especificaciones de Materiales

Están especificaciones están compuestos:

- Planos
- Como complemento si así se requiere:
 - Color, grano, textura, acabado, pruebas al material, componentes que afecten la salud, etc.

9. Dibujos y cambios de especificación

- Se realizan, si es necesario cambios en las especificaciones
- Se documentan los cambios en los dibujos (nivel o revisión de Ingeniería)

10. Salidas por el equipo de planificación avanzada de la calidad del producto

11. Requisitos de nuevos equipos, herramientas e instalaciones

- Se debe de agregar en el Cronograma o Timing chart (Tabla de tiempos)
- Agregar al presupuesto el costo estimado (en base a cotizaciones o equipo similar)

12. Características especiales de productos y procesos

- Se revisan las características críticas preliminares del capítulo I

13. Requisitos de calibradores/equipos de prueba

- Se realizan mediciones dimensionales, pruebas de material y funcionales

- Ya que No es de producción, pues los prototipos no se hacen en serie, son particulares.

14. Factibilidad del equipo compromiso y soporte gerencial

En este paso el equipo debe evaluar la viabilidad de la propuesta de diseño. Si el diseño del cliente es de su propiedad no se debe oponer a la obligación del proveedor a evaluar la viabilidad del diseño. El equipo debe estar convencido de que el diseño propuesto puede ser fabricado, ensamblado, probado, embalado y entregado en suficiente cuantificar, a un costo aceptable para el cliente en la fecha prevista.

[4].

2.2.3. Fase III: Diseño y Desarrollo del Proceso

En esta fase describe las principales características del desarrollo de un sistema de fabricación para lograr la calidad del producto. El objetivo de esta fase es concebir el diseño, planear mediante herramientas como son diagrama de flujo, lay out, amef, etc., pero también diseñar los métodos de control de calidad como el plan de control, así como las demás herramientas en una forma sistemática.

Este paso está diseñado para asegurar el desarrollo integral de un sistema de fabricación eficaz debe asegurar que las necesidades de los clientes, sus necesidades y que se cumplan las expectativas. Para que se lleve a cabo el proceso de planificación de la calidad del producto dependerá de la finalización con éxito de las fases anteriores. En la **figura 2.6** muestra la posición en que está ubicada la fase III.

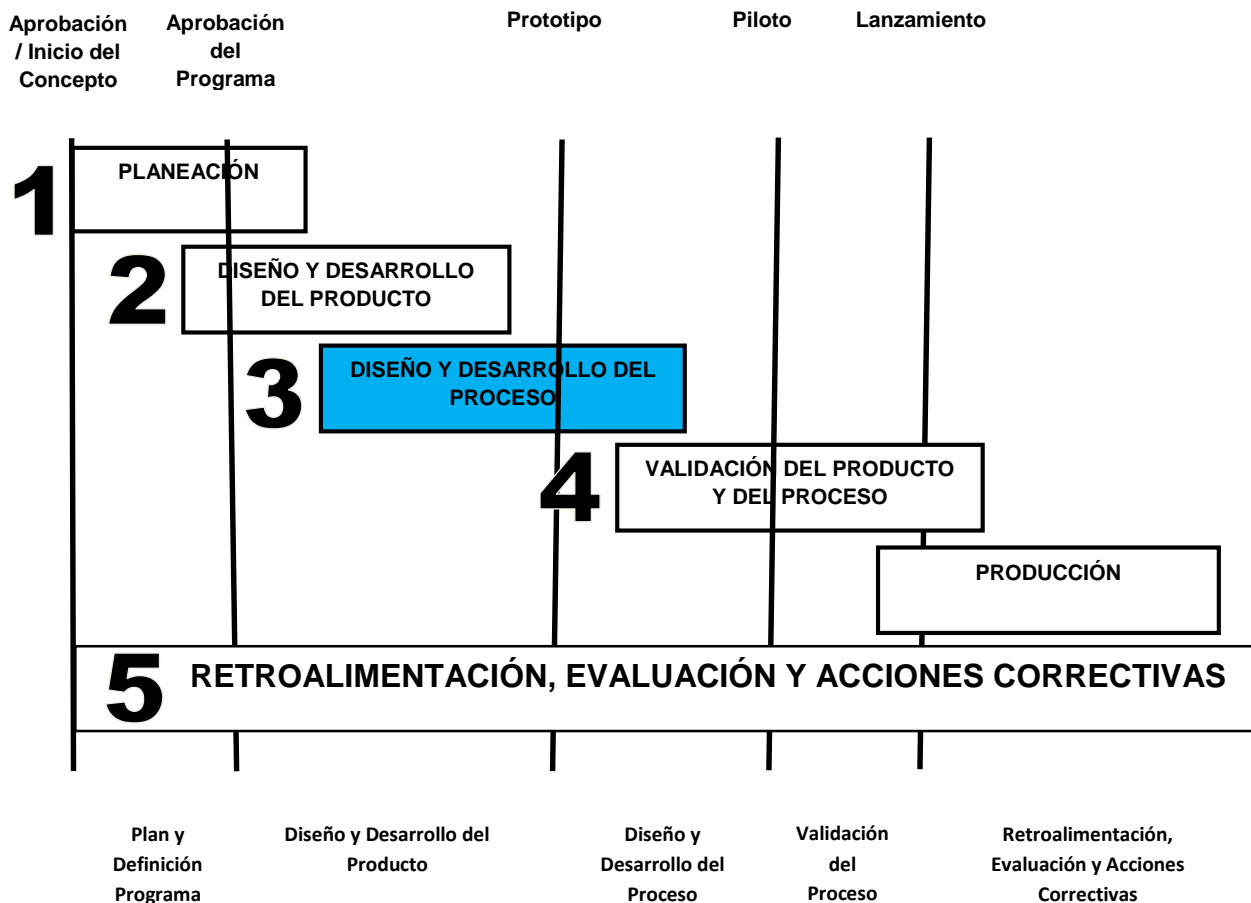


Figura 2.6 Diseño y desarrollo del producto

Cabe mencionar que esta fase es la principal causa en la realización en el presente trabajo que lleva como nombre “APLICACIÓN DE LA FASE III DEL APQP EN LA ELABORACIÓN DE ENVASES PLÁSTICOS PARA ACEITE AUTOMOTRIZ” por lo tanto el diseño y desarrollo del proceso es la esencia y causa importante en este trabajo.

En este capítulo solo se describirá el concepto de cada uno de los puntos de cada fase, sin embargo en el siguiente capítulo (CAPÍTULO 3) se realizará el desarrollo y la ejecución de cada uno de los puntos del diseño y desarrollo del proceso del tema anteriormente mencionado, estos puntos serán tratados con más detalle y siguiendo los requerimientos como están estipulados en el APQP.

Después de realizar la fase II del APQP (diseño y desarrollo del producto), enseguida se continúa con la fase III, (diseño y desarrollo del proceso), donde se encuentran contempladas las entradas y salidas aplicables a la etapa y está a su vez contiene datos o información de acuerdo los puntos de salida de la fase II.

Entrada

- 1. Análisis de modo y efectos de falla de diseño (DFMEA)**
- 2. Diseño para la fabricación y montaje**
- 3. Verificación del diseño**
- 4. Revisiones de diseño**
- 5. Construcción de prototipos - Plan de control**
- 6. Dibujo de Ingeniería (Incluir datos matemáticos)**
- 7. Especificaciones técnicas**
- 8. Especificaciones de materiales**
- 9. Cambios de dibujo y especificaciones**
- 10. Nuevos requerimientos de equipos, herramientas e instalaciones**
- 11. Características de los productos especiales y de proceso**
- 12. Requisitos de Medidores/Equipos de prueba**
- 13. Compromiso de equipo y factibilidad de soporte gerencial**

Salidas

- 1. Normas de embalaje**
 - Se aplican estándares actuales o modificados para preservar integridad del producto desde su liberación hasta el punto de uso.
- 2. Revisión del sistema de calidad del producto/proceso**
 - Se realiza revisión del manual del sistema de calidad.
 - Alcance del sistema de calidad, incluyendo cualquier exclusión
 - Procedimientos documentados

- Descripción Interactiva de los procesos del sistema de calidad
- 3. Diagrama de flujo de proceso**
 - Se usa el diagrama de flujo preliminar y se actualiza con el diagrama de flujo del proceso real.
- 4. Diseño de plan de piso o Lay Out**
 - Se realiza la distribución de todo lo necesario para la manufactura del producto en piso de acuerdo al espacio destinado por la planeación.
- 5. Características métricas**
 - Es el mismo listado de características especiales, a diferencia de una mejor perspectiva de las características especiales del producto contra el proceso de manufactura
- 6. PFMEA**
 - El AMEF de Proceso se debe de basar en el AMEF de Diseño
 - El AMEF es un herramienta para anticiparse, donde se tiene y se ejecuta un plan de acciones para evitar que ocurran fallas en el proceso que impacten la calidad
- 7. Plan de control de pre-lanzamiento**
 - Es un plan de cómo se va a medir las características del producto conforme se realizan durante el proceso, es decir se tiene que verificar:
 - ¿Con que frecuencia se realiza?
 - ¿Con que instrumento?
 - ¿Con que plan cuenta, si se excede de especificaciones?
 - Y se dice que es de pre lanzamiento porque aún no está en producción
- 8. Instrucciones de proceso**
 - Son instrucciones de cómo el operador realizara la operación, tomando en cuenta:
 - ¿Con qué equipo?
 - ¿Qué secuencia?
 - ¿Qué verificara?
 - ¿Qué componentes?
 - ¿Qué parámetros?
- 9. MSA**
 - En este punto NO se tiene producción pero se hace un plan de cómo se analizara el equipo de medición a utilizar en la realización del producto.
 - Se indican que equipos llevaran estudios GR&R y linealidad
 - Se realiza un plan de calibración
 - El propósito del MSA es calificar el sistema de medición a usarse evaluando su exactitud precisión y estabilidad.
 - Si se usa las mediciones para tomar decisiones, se debe asegurar las mediciones que tengan un nivel de confiabilidad de acuerdo a lo que se va a medir.

10. Proceso preliminar plan de estudio de capacidad

- Como su nombre lo indica es un plan que permitirá medir y monitorear, la estimación de la habilidad del proceso al generar una característica importante.
- Esto permite realizar acciones para mejorar si es que esta fuera del objetivo

11. Especificaciones del embalaje

- El diseño del empaque debe asegurar que el desempeño y características del producto no sean afectados durante el empaque, tránsito y desempaque.
- El empaque debe ser compatible con todos los equipos de manejo de materiales incluyendo robots.
- Deben aplicarse los estándares de empaque o requerimientos genéricos de empaque de los clientes.

12. Soporte Gerencial

- La Gerencia y la alta gerencia deben de respaldar al líder de proyecto y las acciones y recursos necesarios para el desempeño del proyecto.
- Este punto aparece en todas las fases ya que en todas las fases se requiere, aunque realmente no se documenta como evidencia, pero está en varios puntos y acciones.

[4].

2.2.4. Fase IV: Validación del Producto y del Proceso

En esta fase se analizan las principales características de la validación del proceso de fabricación a través de una evaluación en un periodo de prueba de producción. Durante un periodo de prueba de producción, el equipo de planificación de la calidad del producto debe validar el plan de control y el diagrama de flujo del proceso y los productos cumplen los requisitos del cliente. Por lo tanto deben realizar corridas de producción regular e identificar para su investigación una resolución previa, es decir en esta etapa se verifica que todo lo planeado en las fases III y IV este resultando conforme se requiere. En la **figura 2.7** muestra la posición en que está ubicada la fase IV.

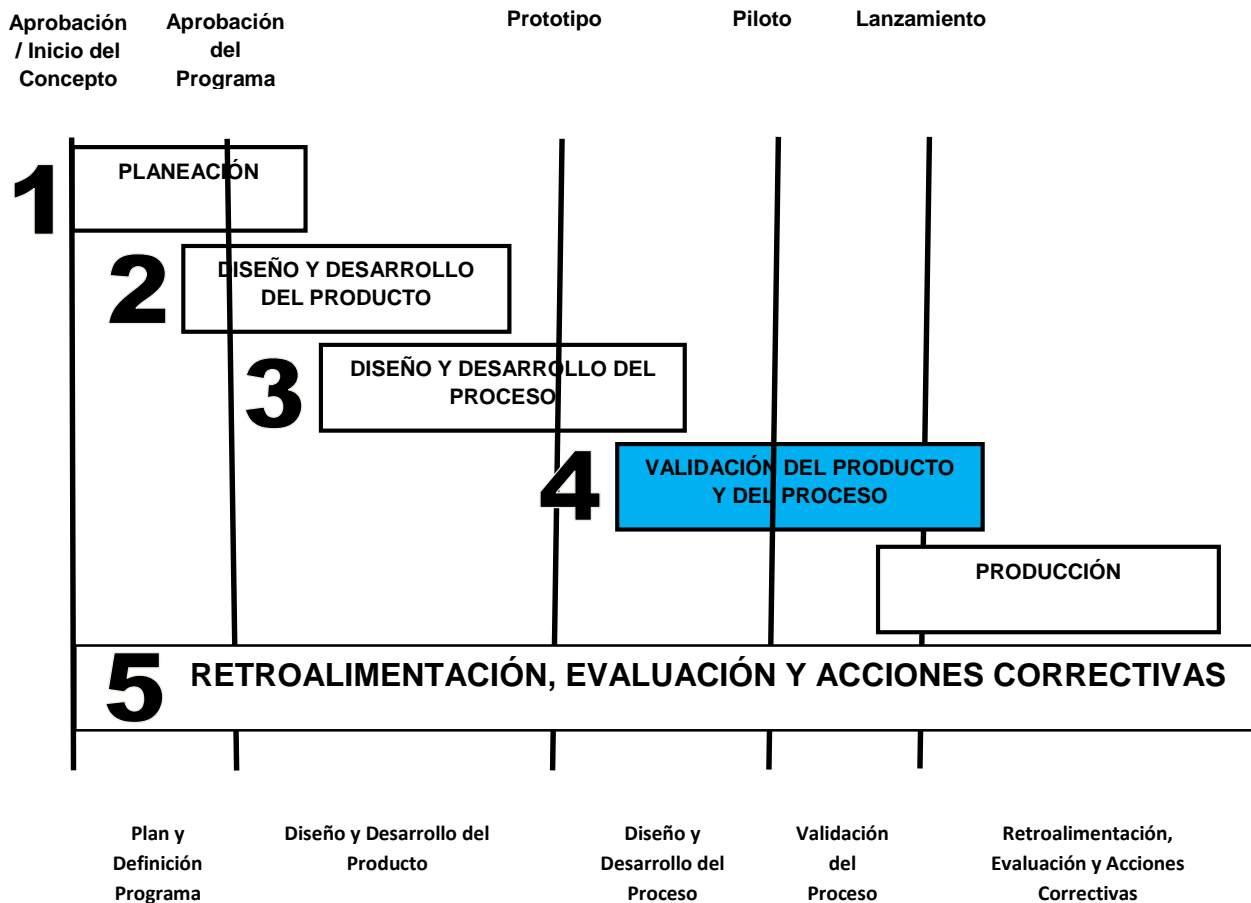


Figura 2.7 Validación del producto y del proceso

Después de realizar la fase III del APQP (diseño y desarrollo del proceso) se continúa con la fase IV (validación del producto y del proceso), donde se encuentran

contempladas las entradas y salidas aplicables a la etapa y está a su vez contiene datos o información de acuerdo a los puntos de salida de la fase III.

Las entradas y salidas aplicables a la etapa del proceso en la sección son los siguientes.

Entradas

- 1. Normas de embalaje**
- 2. Revisión del sistema de calidad del producto/proceso**
- 3. Diagrama del proceso de flujo**
- 4. Flujo diseño de plan**
- 5. Matriz de características**
- 6. Análisis de modo y efectos de fallo de proceso (PFMEA)**
- 7. Plan de control de pre –lanzamiento**
- 8. Instrucciones de proceso**
- 9. Plan de análisis del sistema de medición**
- 10. Proceso preliminar plan de estudio de capacidad**
- 11. Especificaciones de empaquetado**
- 12. Soporte gerencial**

Salidas

- 1. Corrida de producción de prueba**
 - Para evaluar equipos y hacer estudios para su investigación.
 - Es la mejor forma de percatarnos cómo funcionan los equipos, procesos, etc.
- 2. Evaluación del Sistema de Medición**
 - Se ejecuta el plan de evaluación del sistema de medición, dado que ya se están corriendo pruebas de producción.
- 3. Estudio de Capacidad de Proceso Preliminar**
 - Es un estudio preliminar de capacidad del proceso.
 - No hay producción aún, solo hay pruebas
- 4. Aprobación de piezas de producción (PPAP)**
 - Se ejecutan y se recaban los documentos pertinentes pedidos por las armadoras para poder aprobar una parte a producción.
 - De esta forma se asegura el cliente y el proveedor tengan un sistema que asegure la calidad de la parte a ser aprobada.
 - Se firma el warrant que es la garantía que se le da al cliente del producto.
- 5. Pruebas de validación de Producción**
 - Se aprovecha que ya se tienen partes de una corrida de prueba
 - Se prueban las partes, aplicando las pruebas especificadas

- Con esto se podrá tener un grado de certidumbre de cómo se comportara el producto al someterse a la operación normal para el cual fue previsto.

6. **Evaluación de Embalaje**

- Se empaca el material con lo que será su empaque original
- Se verifica que cumpla con su cometido
- Se verifica que es lo que teníamos planeado para efectos de costeo
- Se hacen los cambios pertinentes y se vuelve a probar

7. **Plan de Control de Producción**

- Ya se puede o se debe de hacer el plan de control conforme a lo planeado
- Conforme a la corrida de producción

8. **Planificación de la calidad en salir y apoyo a la gestión**

- En base a los resultados obtenidos en todos los puntos anteriores se podrá dar por concluido el APQP
- Seguir buscando mejoras, la mejora es continua
- Revisión se realiza en piso y cierre formal

[4].

2.2.5. Fase V: Retroalimentación, Evaluación y Acciones Correctivas

En esta etapa abarca la fabricación de componentes, donde las salidas se pueden evaluar todas las causas especiales y comunes de variación así como evaluar la eficacia de los esfuerzos de planificación de la calidad del producto. El plan de control de la producción es una base para la evaluación del producto o servicio en esta etapa, sin embargo todas las herramientas aplicadas anteriormente son importante, como el AMEF, donde evalúa, recabar datos de satisfacción de cliente, así como la realización de acciones correctivas con la finalidad de la mejorar continua. Sin embargo los datos de variables y atributos deben ser evaluados. En la **figura 2.8** muestra la posición en que está ubicada la fase V.

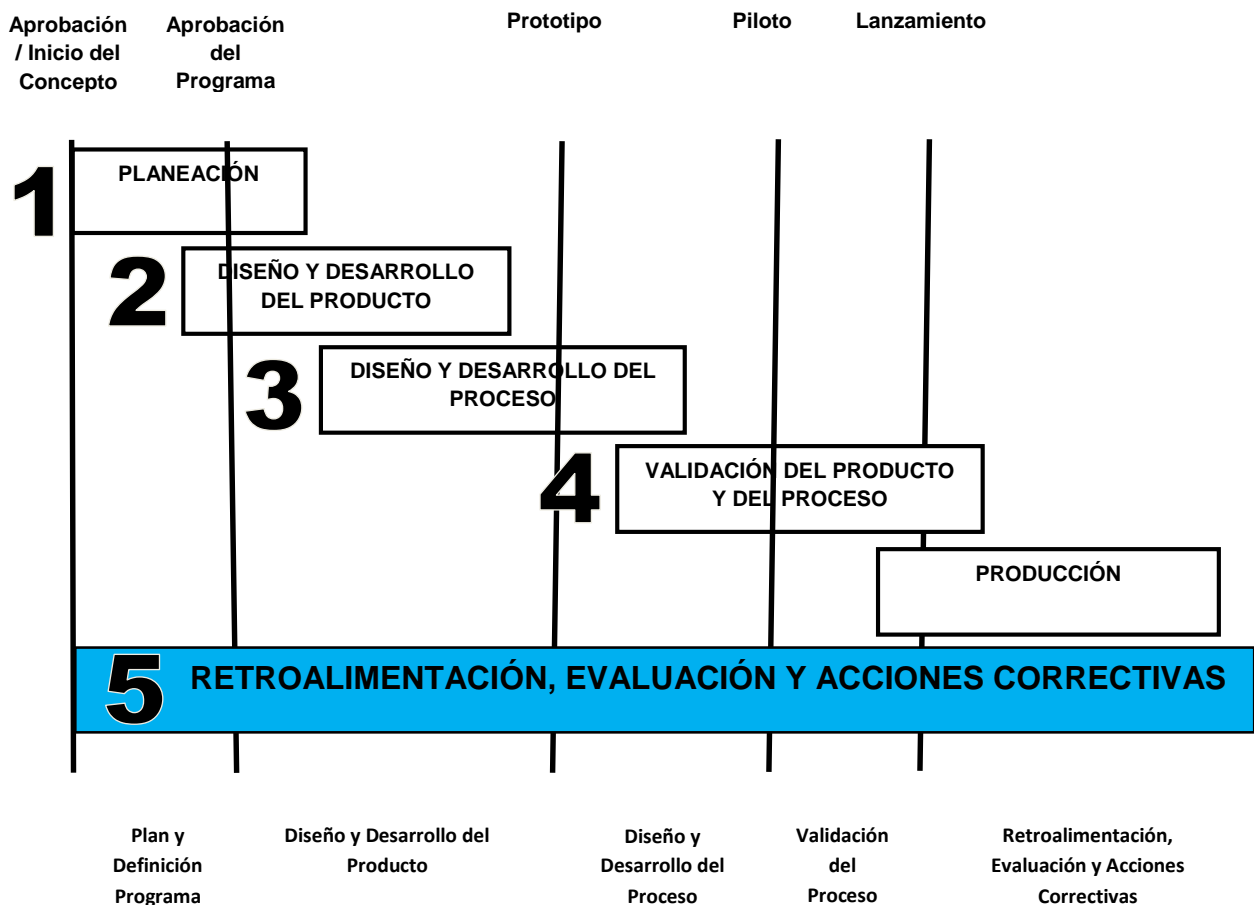


Figura 2.8 Retroalimentación, evaluación y acciones correctivas.

Por lo tanto no se debe olvidar tomar en cuenta las siguientes consideraciones a nivel general:

- ✓ Corregir errores
- ✓ Evaluar acciones
- ✓ Retroalimentación de cliente para mejorar

Finalmente después de realizar la fase IV del APQP (validación del producto y del proceso) se continúa con la fase V (retroalimentación, evaluación y acciones correctivas), donde se encuentran contempladas las entradas y salidas aplicables a la etapa y está a su vez contiene datos o información de acuerdo a los puntos de salida de la fase IV.

Las entradas y salidas aplicables a la etapa del proceso en la sección son los siguientes.

ENTRADAS

- 1. Ejecución de prueba Producción**
- 2. Evaluación del sistema de medición**
- 3. Estudio de capacidad de proceso preliminar**
- 4. Aprobación de piezas de producción**
- 5. Pruebas de validación de Producción**
- 6. Evaluación de embalaje**
- 7. Plan de control de la producción**
- 8. Calidad de planificación de cierre de sesión y la gestión de la ayuda**

SALIDAS

1. Reducción de la Variación

La Reducción de la variación se puede realizar a través de gráficas de control para identificar la variación del proceso, utilizar análisis y acción correctiva, comprensión de las causas más comunes y la búsqueda de formas de reducir estas fuentes de variación, propuestas donde desarrollando, incluido el costo, el tiempo y la mejora prevista para la revisión de los clientes.

2. Satisfacción del Cliente

Para lograr la satisfacción del cliente, el proveedor y el cliente deben ser socios para realizar los cambios necesarios para corregir las deficiencias, así como la eficacia de los esfuerzos de planificación de la calidad del producto se puede evaluar en esta etapa.

3. Entrega y servicio

En esta parte los servicios siempre merecen la consideración en la calidad, costo y entrega en su asociación con proveedor / cliente para la solución de problemas y la mejora continua. Esta etapa proporciona el cliente y el proveedor los conocimientos necesarios para recomendar la reducción de precio alcanzado por el proceso, el inventario de la reducción, y el costo de calidad y para proporcionar el componente correcto o sistema para el siguiente producto. Por lo tanto es importante que se escuche la voz del cliente.

[4].

CAPÍTULO III APLICACIÓN DEL DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROCESO (FASE III DEL APQP)

3.1. NORMAS DE EMBALAJE

En este punto se aplican las normas o estándares actuales para preservar integridad del producto desde su liberación hasta el punto de uso.

3.1.1. Normas de la industria al plástico

Existe en la actualidad normas para mantener y proteger la integridad del producto, sin embargo, de acuerdo a la realización de este trabajo se contemplarán normas de envase y embalaje en botellas de plástico.

Las siguientes normas sirven de referencia para la realización del producto:

- NMX-EE-082-1980. Envase y embalaje. Plástico. Determinación de la capacidad de frascos y botellas.

Esta norma específica un método de prueba para determinar la capacidad en los frascos y botellas de plástico, utilizados para contener una gran variedad de productos.

El procedimiento se realiza llenando cada botella o frasco hasta un sobrellenado, con agua destilada conteniendo el agente tenso activo para igualar el menisco y eliminar las burbujas de aire de acuerdo a la tolerancia en la capacidad de las botellas de plástico.

[16].

Esta norma fue una de las pioneras sobre envase y embalaje, sin embargo ha tenido revisiones durante este lapso de tiempo, la norma actual que lo sustituye es:

- NMX-E-082-CNCP-2002 Industria del Plástico. Resistencia a la tensión de materiales plásticos. Método de ensayo (esta norma cancela a la NMX-E-082-1990).

Otra norma que sirvió como base y pionera en el aspecto de envase y embalaje es:

- NMX-EE-218-1989. Industria del plástico. Envase y embalaje. Compresión vertical en botellas de PVC. Método de prueba.

Esta norma tiene como objetivo determinar la carga de compresión a la cual ceden las botellas de poli (cloruro de vinilo) (PVC).

[17].

A pesar de que el método especifica que la aplicación es para botellas de PVC, sin embargo esta norma es aplicable a todo tipo de botellas de plástico vacíos.

Dicho método define la capacidad de la botella a soportar cargas, las cuales pueden ser encontradas en las operaciones de llenado y taponado. Esta prueba evalúa las variables de material y proceso para una botella específica, así como también el diseño para un material específico y es una fuente de información para el diseño de equipo de manejo.

Por lo tanto las normas anteriores sirvieron de referencia para la aplicación en un producto, sin embargo otras normas aplicables son:

- NMX-E-083-CNCP-2010. Industria del Plástico. Determinación de la resistencia a la compresión. Método de ensayo.
- NMX-E-090-1979. Plásticos. Determinación a la resistencia al impacto
- NMX-E-135-CNCP-2004. Industria del plástico. Índice de fluidez de termoplásticos por medio del plastometro extrusor. Método de ensayo.

3.1.2. Normas de la industria automotriz

Una de las consideraciones que se toman en cuenta para la realización del presente trabajo es el contenido del envase o uso que se le dará al producto, es decir, ya como producto final, en este caso es el “Aceite para la industria automotriz”.

A continuación se mencionan normas que se apegan directamente al producto, tomando en cuenta el sector hacia dónde va ir dirigido el producto fina, en este caso a la industria automotriz.

- NOM-116-SCFI-1997. Industria automotriz. Aceites lubricantes para motores a gasolina o a diésel Información comercial.

Esta norma tiene como objetivo establecer la información comercial mínima que deben mostrar las etiquetas de todo aceite lubricante para motor de vehículos a gasolina o a diésel que se comercialice en territorio nacional, en envases para su venta al consumidor. [18].

- NMX-L-69-1995-SCFI. Industria Automotriz. Aceites lubricantes para motores a gasolina o a diésel. Especificaciones y métodos de prueba.

Esta norma tiene como objetivo establecer las especificaciones y los métodos de prueba que deben cumplir los aceites lubricantes para motor de vehículos a gasolina o a diésel que se comercialicen en territorio nacional a granel o en envases individuales.

[19].

De acuerdo al presente trabajo y conforme a las normas de embalaje arriba mencionado en la **figura 3.1** representa las especificaciones de manejo, empaque, embarque y preservación, es decir la forma como se lleva a cabo el embalaje del producto antes de que pase al cliente para su llenado de aceite, sellado y etiquetado.


ESPECIFICACIONES DE MANEJO, EMPAQUE, EMBARQUE Y PRESERVACION			
1.- No. DE PARTE	B-1LT-GRL-E	3.- FECHA	4/ABRIL/2014
2.- NOMBRE DE LA PARTE	BOTELLA 950ML GRIS LISO	4.- REVISIÓN	01
5.- CARACTERISTICAS DEL EMPAQUE			
MANEJO MANUAL		MANEJO MECANICO	
<input checked="" type="checkbox"/> CAJA <input type="checkbox"/> CARTON <input checked="" type="checkbox"/> CHAROLA <input checked="" type="checkbox"/> PLASTICO <input type="checkbox"/> ATADO <input type="checkbox"/> OTRO (Especifique) <input type="checkbox"/> OTRO (Especifique)	PROPIETARIO <input type="checkbox"/> CUENTE <input type="checkbox"/> PROVEEDOR <input checked="" type="checkbox"/> PROPIO EMPAQUE <input checked="" type="checkbox"/> RETORNABLE <input type="checkbox"/> DESECHABLE	TIPO <input type="checkbox"/> PALLET <input type="checkbox"/> MADERA <input checked="" type="checkbox"/> PLASTICO <input type="checkbox"/> METAL OTRO (Especifique) <input type="checkbox"/> RACK <input checked="" type="checkbox"/> ESTIBABLE CANTIDAD MAXIMA ESTIBAS: 7	
DIMENSIONES DE LA BOTELLA LA: 110.66mm AN: 61,70mm AL: 232,50mm DIMENSIONES EXTERIORES DE CHAROLA LA: 1000mm AN: 680mm AL: 100mm CANTIDAD MAXIMA PIEZAS: 1620 PZAS		CARGA AGRUPADA DIMENSIONES EXTERIOR DE CARGA LA: 2000mm AN: 1360mm AL: 3000mm NUMERO DE CHAROLAS POR TARIMA 20 <input checked="" type="checkbox"/> 24 <input type="checkbox"/> No. DE VUELTAS DE PALETIZADO 1 <input type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/>	
MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/> BOTELLA <input type="checkbox"/> HDPE <input type="checkbox"/> GARRAFA <input type="checkbox"/> LDPE <input type="checkbox"/> PORRON	EMPAQUE INTERIOR <input type="checkbox"/> CELDADO <input type="checkbox"/> SUJETADOR <input type="checkbox"/> ENVUELTO <input checked="" type="checkbox"/> SUELTO <input checked="" type="checkbox"/> CAMAS cant: <input type="checkbox"/> OTRO (Especifique) <i>N/A</i>	CIERRE <input type="checkbox"/> CINTA <input type="checkbox"/> GRAPA <input checked="" type="checkbox"/> EMPLOYO	
6.- IDENTIFICACION. COLLOCAR 1 ETIQUETA DE IDENTIFICACION (DONDE INDIQUE LUGAR DEL CONTENEDOR, TIPO DE MATERIAL, ELABORACIÓN Y APROBACIÓN)			
7.- OBSERVACIONES. <b style="color: red; text-align: center;">COLLOCAR 406 PZAS EN CADA CONTENEDOR.			
8.- NOTA :Cualquier desviación a este especificación no será permitida sin la autorización del depto. de INGENIERIA DE MANUFACTURA			
9.- EN CASO DE MANEJO ESPECIAL (INTERNO)		AYUDA VISUAL	
INSTRUCCIONES ADICIONALES 1.- 29 PZAS POR CHAROLA COLOCAR 1 CHAROLA DE PLÁSTICO AL FINAL DE LA ULTIMA CAMA FINALIDAD: QUE SIRVA COMO TAPA 2.- 14 CHAROLAS POR TARIMA 3.- 406 PZAS POR TARIMA			
Abreviaciones: LA: Largo AN: Ancho AL: Alto			
CAMBIOS: _____			
ELABORADO POR:		REVISADO Y APROBADO POR:	

Figura 3.1 Especificaciones de manejo, empaque, embarque y preservación

3.1.3. Norma NFPA 704

Otra de las consideraciones que se deben de tomar para el envase y el embalaje es saber si el producto final contiene sustancias o líquidos de manejo especial o peligroso.

De acuerdo a este presente trabajo, el producto final que es una botella de aceite para la industria automotriz, lleva consigo en la etiqueta el rombo de materiales peligrosos. Por lo tanto a continuación se describe la norma que aplica, así como su respectiva explicación de los colores.

- NORMA NFPA 704 (Asociación Nacional de Protección contra Incendios)

Esta norma explica el "diamante de materiales peligrosos" establecido por NFPA (National Fire Protection Association), es una entidad internacional voluntaria creada para promover la protección y prevención contra el fuego.

De acuerdo a la norma NFPA 704 a través de un rombo seccionado en cuatro partes de diferentes colores, donde indica los grados de peligrosidad de la sustancia a clasificar.

Por tal motivo es importante para ayudar a mantener el uso seguro de productos químicos donde se emplee para el almacenamiento y no para el transporte según la edición 2012.

A continuación se muestra la **figura 3.2** representa el rombo de materiales peligrosos con el color correspondiente y el significado de cada uno de los números de acuerdo al lugar y color en donde se coloque.



Figura 3.2 Diamante de materiales peligrosos

De acuerdo al contenido de las botellas de este presente trabajo que está enfocado para las empresas ensambladoras automotrices de motores de combustión interna y diésel.

Y conforme a la tabla que representa el nivel de los riesgos, se describe como es la clasificación de las botellas de acuerdo al contenido (aceite):

Para el tipo de RIESGO A LA SALUD, el nivel de riesgo que representa es:

1- significa que es POCO PELIGROSO

Para el tipo de INFLAMABILIDAD, el nivel de riesgo que representa es:

1- significa que SOBRE 93°C, el envase es flamable.

Para el tipo de REACTIVIDAD, el nivel de riesgo que representa es:

0- ESTABLE

Para el tipo de RIESGOS ESPECÍFICOS, NO representa ningún riesgo ya que no se tiene ningún número asignado.

En la **figura 3.3** se visualiza como está constituido el diamante de acuerdo al tipo de riesgo que representa.

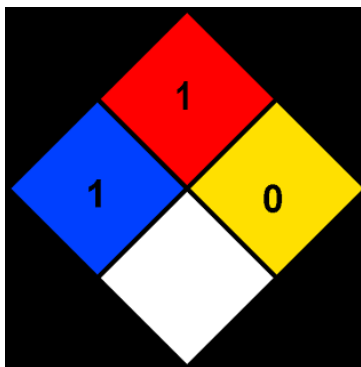


Figura 3.3 Diamante de materiales peligrosos del presente trabajo

Por lo tanto el aceite como contenido en las botellas de plástico no representa un riesgo considerable, sin embargo es importante que se lleve a cabo las recomendaciones que se mencionan del manejo y cuidado del producto.

Así mismo en la etiqueta del envase como producto final hace referencia a la norma arriba mencionada y cumple con la norma NOM-116-SCFI-1997.

[20].

3.2. REVISIÓN DEL SISTEMA DE CALIDAD DEL PRODUCTO / PROCESO

En este punto se realiza la revisión del manual del sistema de calidad, describiendo el alcance del sistema de calidad, incluyendo cualquier exclusión, procedimientos documentados y descripción Interactiva de los procesos del sistema de calidad.

Como ya se describió en el capítulo I el concepto de sistema de calidad es parte esencial ya que a través de ella podemos visualizar la iteración de funcionalidad total de la empresa ya que está compuesto de un conjunto subsistemas que se relacionan entre sí para el logro de un objetivo(s).

La **figura 3.4** muestra la estructura documental del SAC de la manera que está compuesta:

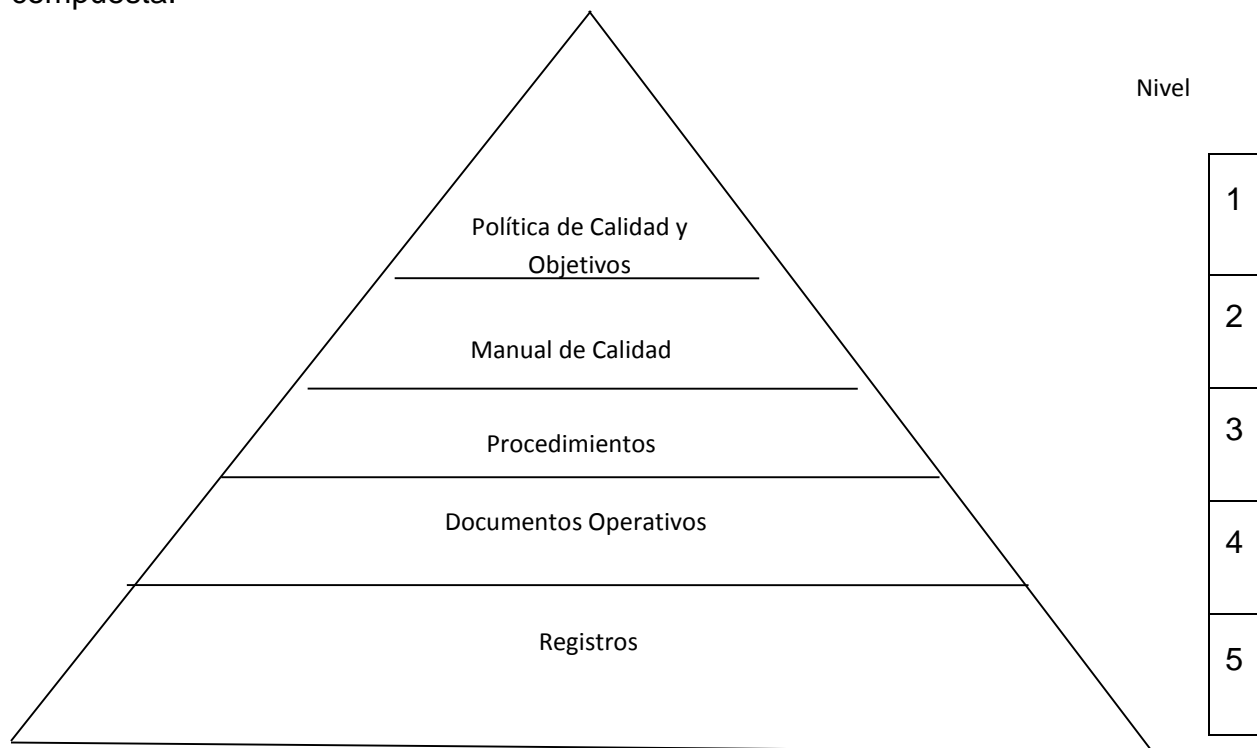


Figura 3.4 Estructura documental del SAC

Para ello las empresas u organizaciones utilizan un Manual de Sistema de Administración de Calidad (SAC), donde a través de ella:

- Describe en forma clara y precisa los lineamientos que deben cumplirse por los responsables de cada proceso.
- Garantiza el efectivo desarrollo, implantación y mantenimiento del SAC con base en los requisitos establecidos en la norma ISO 9001:2008.
- Establece las directrices, políticas y reglamentos que rigen a la empresa.

- Hace referencia a uno o varios procedimientos, en donde se explican los lineamientos y metodologías correspondientes y se hace referencia a documentos relacionados.

3.2.1. Manual de la calidad

Un Manual de Calidad documentado está constituido por los siguientes capítulos:

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias normativas
3. Abreviaturas, definiciones y terminología
4. Sistema de Administración de calidad
5. Responsabilidad de la dirección
6. Administración de los recursos
7. Realización del producto
8. Medición, análisis y mejora

A demás define las funciones y responsabilidades del personal que administra, realiza y verifica el trabajo que afecta la calidad y que incluye lo siguiente:

- a. Define el alcance del SAC incluyendo los detalles y presentan las justificaciones de las exclusiones limitadas a los requisitos del capítulo 7 del Manual, teniendo como fundamento el criterio de que estas no afecten la capacidad o responsabilidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos del cliente y los requisitos reglamentarios que aplican.
- b. Los procedimientos documentados establecidos para el SAC deben de hacer referencia entre sí y con los documentos de operación cuando apliquen.
- c. La descripción de la interacción entre los procesos del SAC, ha sido establecida para toda la organización y al detalle se describe en el Procedimiento Control de procesos internos.

Por lo tanto y de acuerdo al presente trabajo en este punto se describirá a nivel general la revisión que se realizó con forme a la empresa:

3.2.2. Campo de aplicación

La empresa se dedica a la elaboración y comercialización de envases y sus componentes de polietileno a través de los procesos de extrusión e inyección.

Historia

Es una empresa 100% mexicana que surge como una necesidad de proporcionar a sus clientes los envases para comercializar sus productos. Inició sus actividades en 1989 con diferente razón y en el 2011 por cambio de domicilio y necesidades fiscales la empresa cambio de razón social con una gran visión y calidad.

Clientes

En este apartado no se especificara por confidencialidad de la empresa, sin embargo los clientes son del sector automotriz.

3.2.3. Documentos y su correlación con los procesos internos

En la **tabla 3.1** muestra los procedimientos que tienen correlación con los puntos de los requisitos asociados conforme a la norma ISO 9901.

Procedimiento Documentado	Requisitos Asociados	Título
MAN – 01	4.2.2	Manual de Calidad
P – 01	4.2.3, 4.2.1	Control de Documentos
P – 02	4.2.4	Control de Registros de Calidad
P – 03	8.2.2	Auditoría Interna
P – 04	8.3	Producto no Conforme
P – 05	8.5.2.	Acción Correctiva
P – 06	8.5.3	Acción Preventiva
P – 07	5.5.1, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4	Responsabilidad y Recursos
P – 08	5.2, 7.2, 8.2.1, 7.5.4	Procesos con el Cliente
P – 09	4.1, 5.4.2, 8.2.3	Control de Procesos Internos
P – 10	5.1, 5.3, 5.4.1, 5.4.2, 5.5.2, 5.5.3, 5.6	Compromiso de la Dirección
P – 11	7.4	Compras
P – 12	7.1: 7.5.1	Planeación y control del producto
P – 13	7.5.5, 7.5.3	Proceso de Trazabilidad y Preservación del Producto
P – 14	8.2.4	Medición y Supervisión del Producto
P – 15	7.6	Control de Equipos de Supervisión y Medición
P – 16	8.1, 8.4: 8.5.1	Estadística, Análisis y Mejora Continua

Tabla 3.1 Documentos y su correlación con los procesos internos

3.2.4. Interacción de requisitos

En la figura 3.5 muestra interacción con los procedimientos asociados.

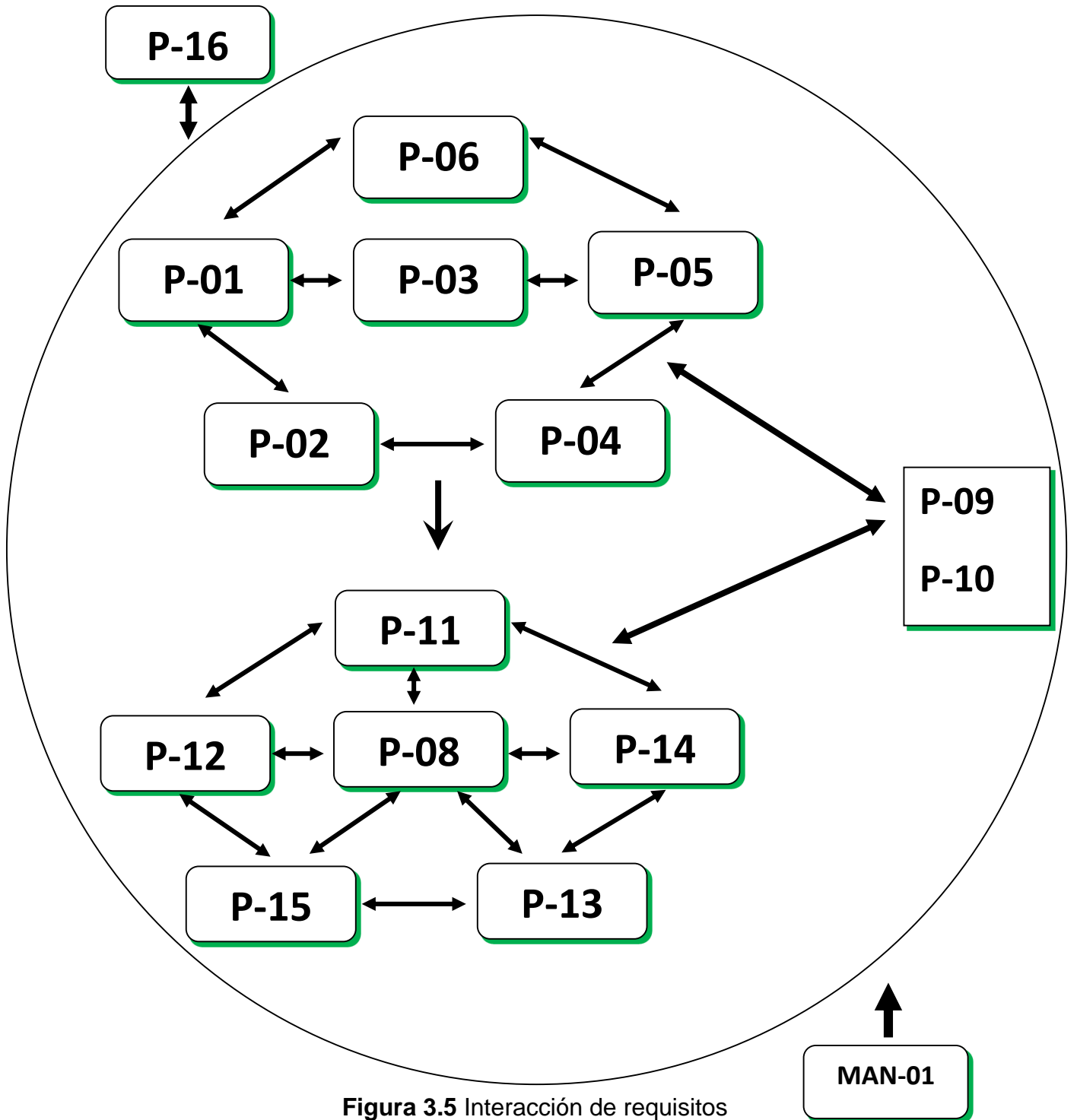


Figura 3.5 Interacción de requisitos

3.2.6. Procedimientos operativos

Son los documentos requeridos por para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos.

Los procedimientos involucrados en este nivel son:

- Especificaciones técnicas del producto
- Procedimientos operativos
- Instructivos de operación
- Planes del SAC
- Métodos de prueba
- Ayudas visuales
- Diagramas de flujo

3.2.7. Exclusiones:

Las exclusiones que se realizaron de acuerdo al análisis con respecto a la norma ISO 9001:2008 es:

1. Diseño y desarrollo

Para este punto no es aplicable en su totalidad en proceso normal de operación, ya que la empresa no se dedica a planificar y controlar el diseño y desarrollo del producto, sin embargo tal exclusión no afecta a la capacidad o responsabilidad, para proporcionar productos que cumplan con los requisitos del cliente y reglamentos aplicables.

2. Validación de los procesos de la producción y de la prestación del servicio

Para este punto de acuerdo a la norma ISO 9001:2008 no es aplicable ya que el producto que se realiza se puede verificar en su totalidad antes de que este sea enviado al cliente y la mala calidad del mismo no se presenta cuando se está utilizando, ni el producto representa un riesgo para la seguridad y salud del personal que lo maneja. Sin embargo para la norma TS 16949 si es aplicable ya que se tiene que validar el proceso.

3.3. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

Un diagrama de flujo de proceso es una representación gráfica de la secuencia de pasos o actividades de un proceso. Es posible por medio de este diagrama ver en qué consiste el proceso y como se interactúan las diferentes actividades.

Los pasos para la construcción de un diagrama de flujo son:

1. Definir el objetivo del diagrama
2. Delimitar el proceso bajo estudio
3. Hacer un esquema general del proceso
4. Profundizar en el nivel de detalle requerido
5. Resaltar los puntos de decisión o bifurcación
6. Revisar el diagrama completo
7. Usar el diagrama para cumplir con el objetivo planteado.

3.3.1. Símbolos de diagrama de proceso de flujo

En la **Tabla 3.2** muestra los símbolos que contiene una breve descripción de la etapa de proceso.


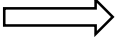




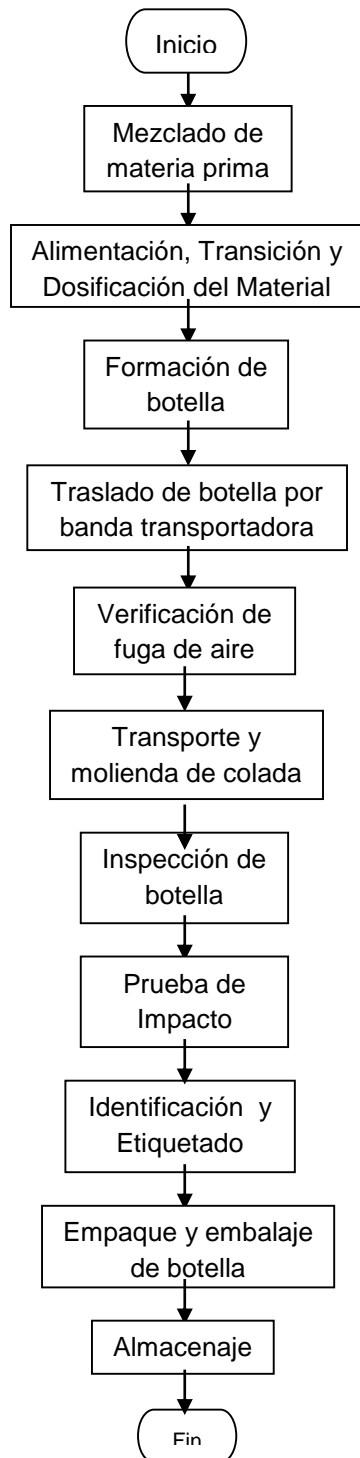
SIMBOLO	Nombre	DESCRIPCIÓN
	Operación	Se produce o se realiza algo
	Transporte	Se cambia de lugar o se mueve un objeto
	Inspección	Se verifica la calidad o la cantidad del producto
	Demora	Se interfiere o se retrasa el paso siguiente
	Almacenaje	Se guarda o se protege el producto o los materiales
	Actividad	Operación combinada con una inspección

Tabla 3.2 Símbolos de los diagramas proceso de flujo.

De acuerdo al presente trabajo, en la **figura 3.7** se muestra el diagrama de flujo de proceso como se encuentra estructurado actualmente para la realización de envases plásticos.

Diagrama de flujo del proceso



Representación de proceso

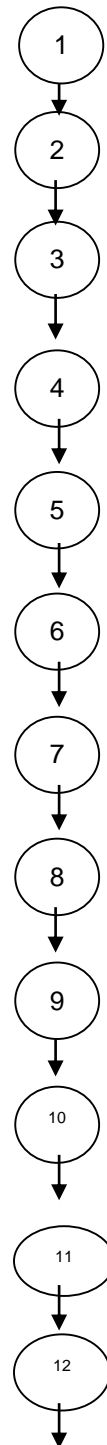


Figura 3.7 Diagrama de flujo del proceso

Se toma en cuenta el tiempo desde el momento formación de la botella en la máquina de extrusión soplo hasta su empaque y embalaje de la botella con un tiempo promedio de 2.5 horas con 406 piezas por tarima.

En el siguiente capítulo (IV Mejoras en el proceso de producción y recomendación de medición del proceso) se mostrara las modificaciones y mejoras que se realizaron de acuerdo a formato con los símbolos del proceso.

3.4. DISEÑO DE PLAN DE PISO O LAY OUT

La palabra Lay Out es un término de la lengua inglesa. Se traduce como “disposición” o “plan” y tiene un uso extendido en el ámbito de la tecnología.

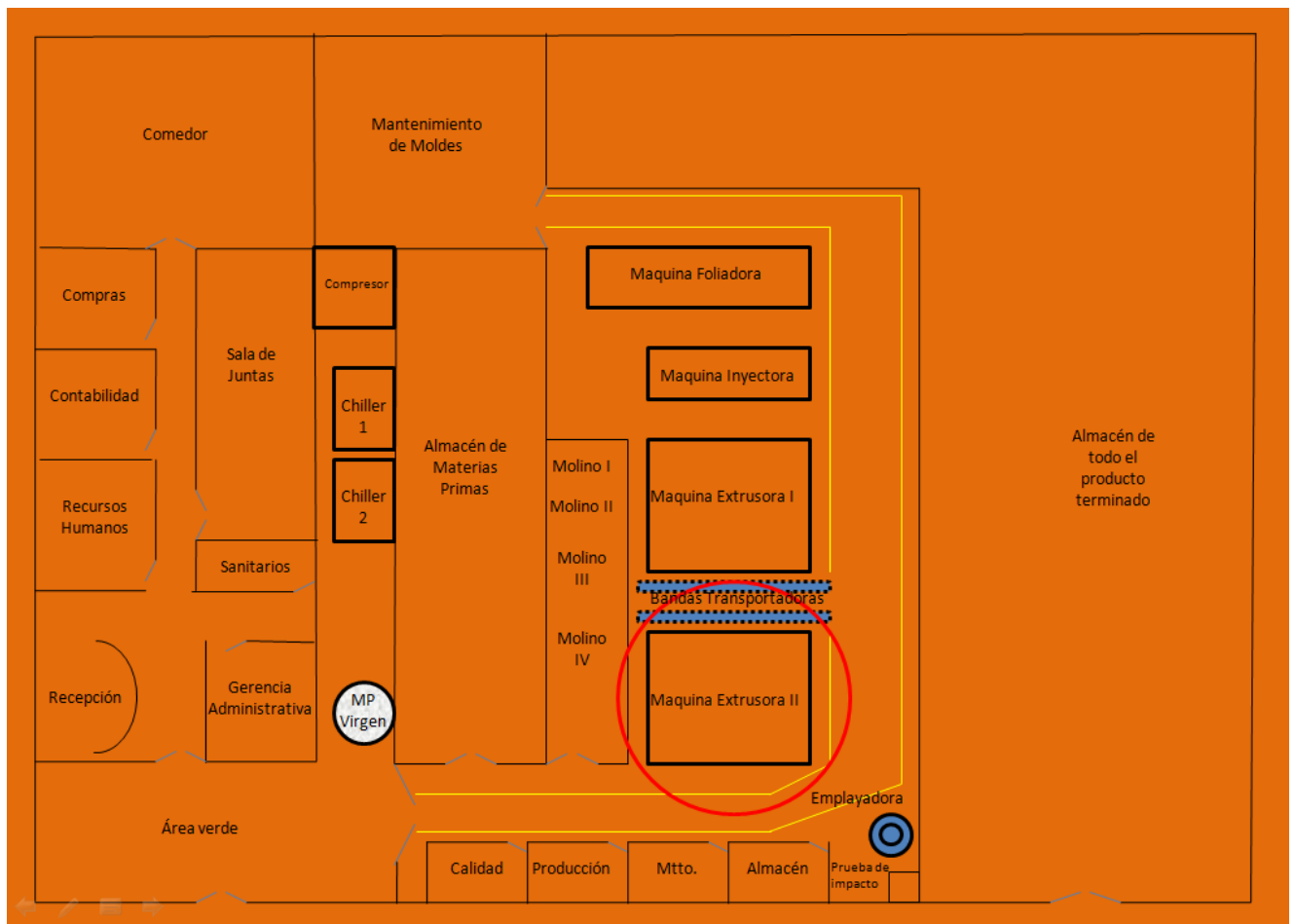


Figura 3.8 Lay Out general de la planta

Un lay out suele utilizarse para nombrar al esquema de distribución de los elementos dentro un diseño llámese maquinaria, equipo almacenes, infraestructura, etc. Dentro de una organización o empresa. De acuerdo al presente trabajo en la **figura 3.8** se describe a continuación el lay out de cómo se encuentra distribuido la planta.

Una de las preocupaciones de los directivos es la ampliación de su almacén, ya que de acuerdo al lay out de la **figura 3.8** se muestra como actualmente está distribuido el almacén, sin embargo no abastece la demanda de conservación temporal de producto terminado, se considera que se cuenta con la capacidad necesaria en espacio, pero si es necesario realizar un nuevo lay out para ampliar la conservación de sus productos, el almacén cuenta con 90mts de largo x 35mts de ancho (3150m²), más en la parte superior 40mts de largo x 20mts de ancho (800m²) con un total de 3950m².

En el capítulo IV se muestra el nuevo lay out realizado y ejecutado para abastecer su almacenamiento temporal con producto terminado.

3.5. MATRIZ DE CARACTERÍSTICAS

La matriz de características es una técnica de análisis recomendado para mostrar la relación entre los parámetros del proceso y las estaciones de fabricación.

Es el mismo listado de características especiales, a diferencia de una mejor perspectiva de las características especiales del producto contra el proceso de manufactura.

El método recomendado para el desarrollo de la matriz de características es numerar las dimensiones y / o características de la impresión parcial y de cada operación de fabricación.

En la **tabla 3.3** muestra un ejemplo de características especiales de producto y proceso:

DIM No.	DESCRIPCIÓN	TOLERANCIA	No. DE OPERACIÓN			
			05	10	20	30
1	ID		X	C		X
2	CARA			X	C	C
3				X	L	L
4					X	

5					X	
6	O D				X	

Tabla 3.3 Características especiales de producto y proceso

Donde:

C= Característica en una operación usada para sujeción

L= Característica en una operación usada para localizar

X= Característica creada o cambiada por esta operación

Estas letras (C, L, X) sirven para identificar las características arriba mencionadas en las columnas de operación.

A demás deben estar directamente relacionadas a la dimensión de la columna excedente en la forma del diagrama de flujo del proceso.

Todas las operaciones de fabricación y de la estación aparecen en la parte superior, y los parámetros del proceso se enumeran debajo de la columna en la parte izquierda. Y en cuanto más relación fabricación exista, más importante se convierte el control de una característica. Independientemente del tamaño de la matriz, las relaciones situados hacia arriba de las características deben ser evidentes.

De acuerdo al presente trabajo en la **tabla 3.4** matriz de características especiales conforme al proceso de fabricación de botellas plásticas.

DIM No.	DESCRIPCIÓN	TOLERANCIA	No. DE OPERACIÓN			
			40	60	80	90
1.	ATB 61.70	+/- 1.0mm	X			
2.	HTB 232.50	+/- 1.0mm			X	L
3.	LTB 110.66	+/- 1.0 mm	X			
4.	HTC 36.90	+/- 0.3mm	C	C/L	L	
5.	DTC 34.30	+/- 0.3mm	C	C/L	L	
6.	DEC 34.30	+/- 0.3mm	C	C/L	L	
7.	DIC 31.75	+/- 0.3mm	C/L	C/L	L	
8.	EFB 0.37	+/- 0.02mm			X	
9.	ECB 0.39	+/- 0.02mm			X	L

Tabla 3.4 Matriz de características especiales

Basándose de acuerdo a los detalles de las especificaciones, en la **figura 3.9** se mencionan cada uno de las características especiales en la botella, específicamente en la corona de la botella.

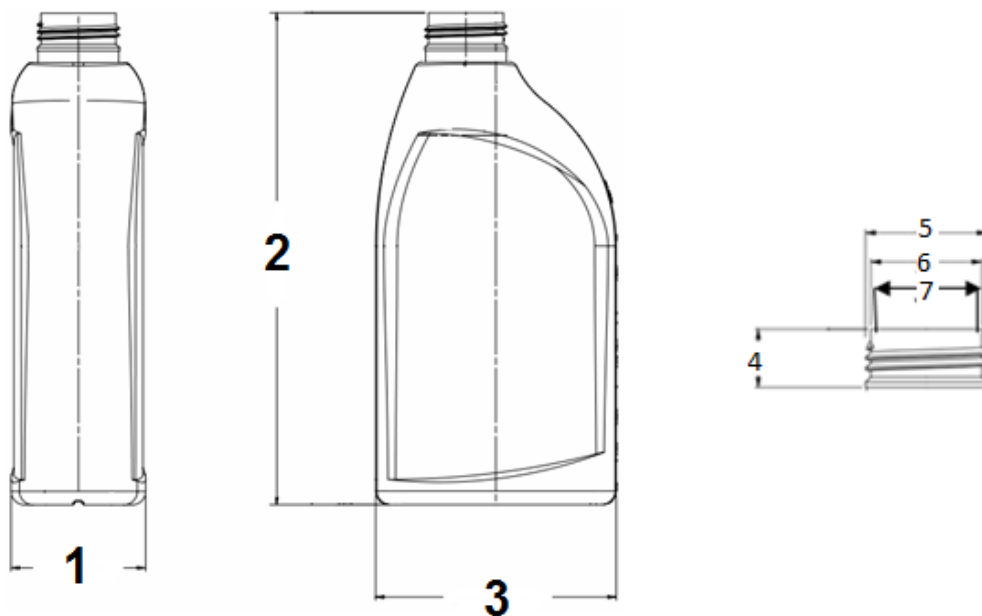


Figura 3.9 Características especiales

Cada una de las letras (código) que representan las descripciones de las características especiales a continuación se describe su significado:

1. ATB = Ancho Total de Botella
2. HTB = Altura Total de Botella
3. LTB = Largo Total de Botella
4. HTC = Altura Total de la Corona
5. DTC = Diámetro Total de la Corona
6. DEC = Diámetro Exterior de la Corona
7. DIC = Diámetro Interior de la Corona
8. EFB = Espesor de Fondo de la Botella
9. ECB = Espesor de Cuerpo de la Botella

3.6. ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS DEL PROCESO (AMEFP)

3.6.1. Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)

El AMEF originalmente se orientó a detectar fallas durante el diseño o rediseño del producto, así como fallas en el proceso de producción. Su significado se describe de la siguiente manera:

A = Análisis	M = Modo	E = Efecto	F = Falla
--------------	----------	------------	-----------

El Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF): Es una metodología que permite identificar las fallas potenciales de un producto o de un proceso. Partiendo de un análisis de probabilidad de ocurrencia, formas de detección y efecto que provocan; estas fallas se jerarquizan, y para aquellas que incomodan más la confiabilidad del producto o el proceso, será necesario generar acciones para eliminarlas o reducir el riesgo asociado con las mismas.

Este método está diseñado hacia dos enfoques:

- *AMEFD Análisis de modo y efecto de las fallas de diseño*
- *AMEFP Análisis de modo y efecto de las fallas del proceso*

Estas dos tipos de AMEF son muy similares sus procedimientos y su enfoque va depender de acuerdo a la prevención que se necesite. Sin embargo un factor crítico para la implementación del AMEF es el tiempo en donde la acción se realice antes que suceda la falla, es decir prevenir a tiempo desde cuando se realiza la primera vez o ir actualizando los análisis de hechos realizados con anterioridad.

3.6.2. Pasos para realizar un AMEF de proceso

Para la realización de un AMEF se necesita varios pasos que a continuación se describen:

1. Formación del equipo y delimitación del área de aplicación
2. Identificar modos posibles de fallas
3. Por cada falla, identificar sus potenciales, efectos y su grado de severidad
4. Encontrar causas potenciales de falla y frecuencia de ocurrencia
5. Identificar controles para detectar ocurrencias y estimar la posibilidad que lo detecten
6. Calcular índices de prioridad de riesgos (NPR); Severidad (S) x Ocurrencia (O) x Detección (D)

7. Priorizar y decidir sobre que combinaciones S x O x D se va actuar, y para ellas recomendar acciones que reduzcan el efecto o la posibilidad de ocurrencia
8. Revisar resultados de acciones.

3.6.3. Componentes de un AMEF

La información se describe detalladamente de cada uno de los componentes de un AMEF en el **Anexo 1.1**

Sin embargo y de acuerdo al presente trabajo se realiza un análisis de cada uno de los puntos para la realización del AMEF de proceso como se muestra en la **figura 3.10**.

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS DEL PROCESO

DISEÑO PROCESO

Número:	AME-EXT-01
Páginas	3

Artículo:	B-1LT-GRL-E	Responsable del proceso:	PLASTIRAGDE
Año/Modelo/Programa:	2010/ FORMACIÓN DE BOTELLA 950ML GRIS LISO	Fecha Clave:	04 DE ENERO DEL 2014
		Preparado por:	EDGAR MONTEERRUBIO NORIA

Proceso actual										Resultados de las acciones							
Equipo Principal: PRODUCCIÓN, MANTENIMIENTO, ALMACEN										Fecha AMEF (original): 3 DE ENERO DEL 2014							
Etapa/Función de proceso y requerimientos	Modo potencial de falla	Efecto (s) potenciales de falla	Severidad	Clasificación	Causa (s) potencial de la falla	Controles preventivos	Ocurrencia	Controles de detección	Detección	NPR	Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha prometida	Acciones tomadas y fecha de finalización				
													Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	
20/Mezcla de Materia Prima /4-6% Master Bach	Menor del 4% Peso	Tono más claro al master	7		Mal Aplicación de formulación	Tabla de pigmentación	8		8	4 4 8	Inspección visual cada cambio de diseño	Supervisor 3 /02/ 2014	Supervisor revisaran cada cambio de diseño / permanente	6	6	5	1 8 0
					Falta de revisión	Reporte de mezclado	7		7	3 4 3							
	Mayor del 6% Peso	Tono más fuerte al master			Aplicación + 6% de Master Bach	Tabla de pigmentación	8		8	4 4 8	Verificar el % de aplicación de Master Bach cada cambio de color	Supervisor 12/02/2014	Supervisor revisaran cada cambio de diseño / permanente	6	6	5	1 8 0

				Falta de revisión	Reporte de mezclado	7		7	3 4 3									
40/Formación de botella	Diámetro total de corona menor a 34.0	No cierra herméticamente la colocación de la tapa en envase (tapa loca)	9	Piezas que salen incompletas	Reporte de inspección	3		6	1 6 2									
				Mala medición en la inspección de piezas	Hoja de inspección	4		6	2 1 6	Capacitación de medición	Calidad 14/02/2014	Calidad Capacitara en forma permanente a los operarios.	6	3	6	1 0 8		
	/Diámetro de corona 34.3 +/- 0.3mm	Diámetro total de corona mayor a 34.6	Cierre forzado de tapa en envase / (No entra la tapa)	7	Exceso de material	Hoja de liberación	3		6	1 6 2								
					No se inspecciona las piezas el área de calidad	Reporte de verificación	4	Inspección visual durante el turno	5	2 1 6								
	/ Espesor de pared 0.37 +/- 0.02mm	Espesor de pared menor a 0.35mm	Traslucidez de color a la formación de Garrafa o fuga como producto final	7	Parte dañada matriz		2		8	1 1 2								
					Matrices defectuosos		4	Inspección cada cambio de modelo	6	1 6 8								
Boquilla sucia					Reporte de mantenimiento preventivo	5	Inspección es cada cambio de modelo	7	2 4 5	Mantenimiento preventivo cada cambio de modelo	Mantenimiento 10/02/ 2014	Mtto. revisará el estado físico de las matrices antes de sustituirlas en cada cambio de	4	2	3	3 6		

										modelo / Permanente				
	Espesor de pared mayor a 0.39mm	Peso mayor a lo especificado	4	Parte dañada matriz	2	Inspección visual al inicio de turno	8	6	4					
				Tornillos de torre flojas	4	Inspección cada cambio de modelo	6	1	6	8				
				Desgaste de matrices	4	Reporte de mantenimiento	6	1	6	8				
60/Verificación de fuga de aire 3.28kPa	Presión de aire menor a 3.28kPa	Envase no pasa y es expulsada fuera de la li	3	Parámetros inadecuados	3	Inspección visual al cambio de Modelo	6	5	4					
			4	Tornillos flojos/rotos del brazo de sujeción	4	Inspección visual al inicio de turno	6	9	6	Realizar inspección en tiempo y forma	Supervisor de Producción 5/02/ 2014	Especificar en la hoja de revisión la inspección del verificador de fuga de aire.	3	3

Figura 3.10 AMEF de proceso

3.7. PLAN DE CONTROL DE PRE-LANZAMIENTO

Un plan de control especifica los controles de calidad que se aplica a cualquier proceso o conjunto de procesos que tengan por finalidad la realización de un producto o un servicio.

El propósito de las planes de control es el de promover un resumen documentado del sistema usado para minimizar a la variación del producto y del proceso y para controlar un proceso y mejorar su efectividad se debe tener un conocimiento básico productivo, se debe establecer un equipo multifuncional para desarrollar un plan de control utilizando la información disponible.

Un plan de control de pre-lanzamiento es una descripción de dimensiones, materiales y pruebas funcionales que se producirán después de prototipo y antes de la producción total. Se dice que es de pre lanzamiento porque aún no está en producción.

Para la descripción de las medidas se tiene que indicar cómo se va a medir las características del producto conforme se realiza y durante el proceso, es decir se tiene que verificar:

- ¿Con que frecuencia se realiza?
- ¿Con que instrumento?
- ¿Con que plan cuenta si se sale de especificaciones?

A demás un plan de control de pre-lanzamiento debe incluir controles de producto/proceso adicional para ser implementado hasta que se valida el proceso de producción.

El propósito del plan de control de pre-lanzamiento es contener las no conformidades potenciales durante o antes de la primera series de producción. Ejemplos son:

- Inspección más frecuente
- Más verificación en el proceso y final los puntos de control
- Evaluaciones estadísticas
- Aumento de auditorías

[4].

Por lo tanto un plan de control tiene muchas ventajas, desde el momento de que un proceso se va creando se considera cada característica (cotas, dureza, rugosidad, soldadura, etc.) hasta definir ¿con que instrumento de medición se va a verificar?, ¿cada cuánto? Y por diferentes cuestiones si algo saliera mal ¿qué registros o controles se tendrían?.

A diferencia de un AMEF donde contiene directrices, métodos y formas de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un sistema para priorizarlos y poder concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta.

3.7.1. Partes de un plan de control

La información se describe detalladamente de cada uno de las partes de un Plan de Control en el **Anexo 1.2**

Sin embargo en la **figura** a continuación y de acuerdo al presente trabajo se menciona cada uno de los puntos considerados para la realización del AMEF de proceso:

3.7.2. Desarrollo

El desarrollo de un plan de control es una fase importante del proceso de la planificación de la calidad describe en forma escrita el sistema de control de partes y procesos. Puede aplicarse a un grupo de productos que son producidos por el proceso de acuerdo a la misma fuente. Las instrucciones de control de procesos deben ser definidos y utilizados continuamente como apoyo. Los bocetos pueden incluirse con fines ilustrativos en caso necesario.

La finalidad y metodología de un plan de control es ayudar en la fabricación de productos de calidad de acuerdo a los requerimientos del cliente y se realiza mediante un enfoque estructurado para el diseño, la selección y la aplicación de métodos de control de valor añadido para el sistema total.

Por lo tanto un plan de control nos permite:

- Proporcionar una breve descripción escrita del sistema utilizado en el proceso y minimiza la variación del producto.
- Describir las acciones que se requieren en cada fase del proceso, incluyendo la recepción, en proceso, salidas y necesidades periódicas para asegurar que todas las salidas de proceso estarán en un estado de control.
- Proporcionar los métodos de vigilancia y control durante una producción regular que se utilizan para controlar las características.
- Reflejar una estrategia que es sensible a estas condiciones de proceso cambiantes.
- Mantener y utilizarse durante todo el ciclo de vida del producto.

Para el desarrollo de un plan de control al inicio del ciclo de vida del producto es el de documentar y comunicar el plan inicial para el control de procesos. Posteriormente, se guía a la fabricación en la forma de controlar el proceso y asegurar la calidad del producto. En última instancia, el plan de control sigue siendo la vida documentada, lo que refleja los métodos actuales de control, y el sistema de medición utilizado. El plan de control se actualiza a medida que los sistemas de medición y métodos de control son evaluados.

Un plan de control es una parte integral de un proceso global de calidad y el documento está activo. Por lo tanto este debe ser usado en conjunción con otros documentos relacionados.

Cabe mencionar que el plan de control no sustituye a la información contenida en las instrucciones detalladas del operador.

[4].

La información arriba mencionada describe y detalla cada uno de los componentes de un plan de control. Sin embargo de acuerdo al presente trabajo en la **figura 3.11** menciona cada uno de los puntos considerados para el plan de control, tomando los puntos como referencia el AMEF de proceso.

PLAN DE CONTROL

<input type="checkbox"/> PROTOTIPO <input checked="" type="checkbox"/> PRELANZAMIENTO <input type="checkbox"/> PRODUCCIÓN		Nombre / Teléfono de contacto			Fecha (origina)		Fecha (revisión)					
Número de Plan de control PCP-001		7 / ENERO / 2014			7 / ENERO / 2014		17 / ABRIL / 2014					
Número de Parte /Ultimo nivel de cambio B-1LT-GRL		Equipo Principal BELEM PADILLA/EDWIN VALDEZ/JESSICA JUÁREZ			Aprobación de Ingeniería del Cliente /Fecha (si se requiere)							
Nombre de la Parte/Descripción BOTELLA 950ML GRIS LISO / BOTELLA PARA ACEITE AUTOMOTRIZ		Aprobación Proveedor/ Planta/Fecha			Aprobación de Calidad del Cliente/Fecha (si se requiere)							
Proveedor/Planta:		Código del proveedor		Otra Aprobación/Fecha (si se requiere)		Otra Aprobación/Fecha (si se requiere)						
Número de Proceso / Parte	Nombre del proceso/Descripción de operación	Maquina/Dispositivo, Plantilla/Herramientas para Fabricación	Características			Clasificación de Caract. Especiales	Métodos				Plan de Reacción	
			No	Producto	Proceso		Especificación del Producto/Proceso /Tolerancia	Técnica de Evaluación/ Medición	Ejemplos			Métodos de Control
									Tamaño	Frecuencia		
20	Mezclado uniforme de MP	Mezcladora		Pellet	Mezclado		Polietileno 95% Master Bach 4.5%	Bascula	100%	Continuo	Reporte de mezclado	Notificar al supervisor
40	Formación de botella	Máquina extrusora-soplo		Diámetro total de corona 34.00mm	Inspección de pieza		± 0.3 mm	Calibrador (Vernier)	12 piezas	2hrs	Reporte de Liberación	Volver a verificar
				Dimensión de Espesor del Cuerpo 0.50mm	Inspección de pieza		± .02 mm	Calibrador	12 piezas	2 horas	Reporte de Liberación	Volver a verificar
				Incompleta en boquilla de botella	Verificación de fuga de aire		Debe estar la pieza completa	Bascula	12 piezas	5 horas	Reporte de Liberación	

							Peso 45g					
60	Verificación de fuga de aire	Máquina de presión de aire contra fugas.		3.44 kPa	Verificación de fuga de aire		Menor a 3.44	Manómetro	1 pieza	2 horas	Reporte de Verificación	

Figura 3.11 Plan de control

3.8. INSTRUCCIONES DE PROCESO

- Son instrucciones de cómo el operador realizara la operación, tomando en cuenta:
¿Con qué equipo?, ¿Qué secuencia?, ¿Qué verificara?, ¿Qué componentes?,
¿Qué parámetros?, etc.

En este paso el equipo de planificación de la calidad del producto debe garantizar que las instrucciones de proceso sean comprensibles y proporcionen suficiente detalle para que todo el personal operativo que tiene responsabilidad directa conozca de manera clara el funcionamiento de los procesos.

A demás estas instrucciones deben ser desarrolladas a partir de las siguientes fuentes:

- AMEF´S
- Planes de Control
- Dibujo de Ingeniería, especificación de rendimiento, especificaciones de materiales, estándares visuales y estándares de la industria
- Diagrama de flujo de procesos
- Diseño de plan de piso
- Matriz características
- Normas de embalaje
- Parámetros del proceso
- Experiencia Productiva y conocimiento de los procesos y productos
- Requisitos de manejo
- Operadores del proceso

Por lo tanto las instrucciones de proceso para los procedimientos normalizados de trabajo deberán ser publicados y deben incluir los parámetros de configuración, tales como: velocidad de la máquina, sostenimiento, tiempos de ciclo, etc., y deben ser accesibles a los operadores y supervisores.

[4].

3.8.1. Instrucciones de proceso

De acuerdo al presente trabajo en la **figura 3.12** se describe la Hoja de Instrucciones de Inspección del proceso:

Hoja de Instrucciones de Inspección

NÚMERO DE PARTE CLIENTE:		ERC	NIVEL ING.	PROGRAMA:	FECHA DE IMPLEMENTACIÓN:	6 de Mayo del 2013	NÚMERO DE OPERACIÓN:	40
NOMBRE DE LA PARTE:		1		REVISIÓN No.:	1		DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN:	Formación de botella
G-SLT-AZL				FECHA DE REVISIÓN:	26 de Abril del 2013			

MATERIAL REQUERIDO		DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN	
No. Parte	DESCRIPCIÓN	#	
1.	Poliétileno de alta densidad (HDPE) virgen (60%)		<p>1.- Mezclado de la materia prima La materia prima es recibida en cada tolva de los diferentes compartimientos que componen el mezclador, de acuerdo al material requerido, basándose en el porcentaje de materia prima. Nota: Al realizar cambio de color la mezcladora deba ser estrictamente aspirada y limpiada para no causar contaminación futura hacia el nuevo arranque.</p> <p>De acuerdo a la lista de productos y a la hoja de especificaciones, el tanto % de la materia prima es programado su introducción en la mezcladora, que es recibido por medio de conductos (mangueras), que trabajan por medio de vacío, ver figura 1.</p> <p>2.- Alimentación, Transición y Dosificación del Material Ya que el material fue perfectamente mezclado pasará por la tolva principal y enseguida pasará al cilindro o cañón, donde el material es empujado por el husillo (rpm), ver figura 2, en él se manejan diferentes temperaturas según la zona (Alimentación, Transición y Dosificación), estos se describen en la hoja parámetros de máquina y equipo a utilizar. Nota: El aspirado de la tolva y limpieza del imán deberá realizarse cuando se realiza cada cambio de color.</p> <p>3.- Formación de botella. Ya que la materia es dosificada perfectamente, esté flujo es pasado por el cabezal para que sea extruido y forme el parison. Los moldes se desplazan y encierran el parison para realizar la formación de la botella mediante sopleo de aire a través de las boquillas, ver figura 3. Ya que se forma se desplaza las piezas hacia el extremo según la estación de trabajo para su enfriamiento de la botella a temperatura ambiente y esta pueda contraerse. Las botellas son sujetadas y posicionadas para el desprendimiento de colada a través de un sistema de desbarbado por medio de cuchillas. Al final las botellas son retiradas a través de brazo robot hacia la banda transportadora, ver figura 4.</p> <p>4.- Traslado de botella por banda transportadora La salida de las botellas son desplazadas por medio de una banda transportadora en forma horizontal, estas son controladas por sensores, ver figura 5. Al final de la banda transportadora horizontal se intercepta con otra banda transportadora en forma vertical, ver figura 6.</p> <p>5.- Verificación de fuga de aire Cada una de las botellas tienen que pasar por un proceso de verificación de presión de fuga de aire, si existe en el manómetro pérdida de presión (psi) la botella es expulsada, en caso contrario sigue su trayectoria, ver figura 5.</p> <p>6.- Transporte y molienda de colada En cada ciclo para la formación de la botella existe colada y material sobrante en el que una banda transportadora horizontal que se encarga de recolectar. Todo material sobrante o de rechazo será recolectado a través de otra banda transportadora vertical que es dirigido hacia el</p> <p>7.- Inspección de botella La revisión lo realiza el inspector en turno (si es cambio de modelo) de acuerdo a la hoja de inspección y si cumple realiza reporte de liberación. Si es inspección de turno lo registra en el reporte de verificación cada hora. La revisión visual la realizará el operador y el inspector verificando dimensiones, apariencia física y características especiales de acuerdo a la hoja de especificaciones y lo registra en formato reporte de verificación, ver fig. 7 y 8.</p> <p>8.- Prueba de caída Ya que las piezas que se tomaron para la inspección se encuentran dentro de las medidas dimensionales, así como fuera de defectos, se procede a realizar la prueba de impacto, esta consiste en llenar cada una de las botellas con 1000ml de agua, taparla y dejar caer de 1.20mts de altura 5 veces, si no sufre ninguna fractura o fuga cumple con las especificaciones y se</p> <p>9.- Empaque y embalaje del producto El empaque se debe realizar en contenedores y estos deben formar 2 apilamientos de 9 cada uno en tarimas y estas deben de emplearse totalmente, ver fig. 9.</p> <p>10.- Identificación y Etiquetado Ya que se realizó el embalaje de las botellas, se etiquetarán identificando en su totalidad el lote del producto, ver fig. 10.</p> <p>11.- Almacenaje El empaque se debe realizar en contenedores y estos deben formar 2 apilamientos de 9 cada uno en tarimas y estas deben de emplearse totalmente, ver fig. 11.</p> <p>Nota: Los parámetros de tiempos se describen en la parte de máquina y equipo a utilizar.</p>
2.	Poliétileno de alta densidad reciclado (40%)		
4.	Aditivos (Según se requiera)		

MAQUINA Y EQUIPO A UTILIZAR		
HERRAMIENTA/DISPOSITIVO	UNIDADES	PARAMETROS
Extrusor y husillo		
Carga	mm/seg	133 133
Velocidad	rpm	38
Tiempo de ciclo	l/eq.	Der.
Ascenso de carro	seg	1.3 1.4
Descenso de carro	seg	0.8 0.8
Apertura de molde	seg	0.6 0.6
Cierre de molde	seg	0.6 0.7
Ascenso boquilla	seg	0.3 0.3
Descenso de boquilla	seg	0.4 0.4
Avance de pinzas	seg	1.2 1.2
Retrceso de pinzas	seg	1 0.9
Soplo soplado	seg	10 10
Presoplo Continuo	seg	10
Temporizado (Retrazo 7s)	seg	0.1
Temperatura del cilindro		
0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	°C	55, 96, 175, 175, 175, 206, 185, 180
8, 9, 10, 11, 16, 17, 18	°C	180, 190, 175, 181, 185, 180, 175,
19, 20, 21, 22, 23, 24	°C	175, 195, 194, 195, 195, 190
Calibrador	mm de pulgada	N/A
Medidor de espesores	mm de pulgada	N/A
Verificador de presión	psi	8,38

EQUIPO DE SEGURIDAD	
LENTES	MASCARILLA
BATA	ZAPATO DE SEGURIDAD
GUANTES	TAPONES AUDITIVOS
FAJA	OTRO

PLAN DE REACCIÓN	
EN CASO DE INCIDENCIA DEFECTIVA, AVISAR AL AUXILIAR DE LINEA Y/O SUPERVISOR, CALIDAD DE PROCESO Y SEGURIDAD; IDENTIFICAR EL DEFECTO Y COLOCAR LA PIEZA EN EL CONTENEDOR DE PRODUCTO NO CONFORME. SIGA PROCEDIMIENTO DE PRODUCTO NO CONFORME Y/O SOSPECHOSO.	

CONTROL ESTADÍSTICO			
CARACTERÍSTICA	TIPO DE CONTROL	MUESTRA	FRECUENCIA
N/A	N/A	N/A	N/A

ITEM	DESCRIPCIÓN	FREC.	METODO
1	Diámetro de botella 15.0_25	1.cada hora	Calibrador
2	Prueba de impacto	1.cada hora	
3	Prueba de apariencia	1.cada hora	

DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO		APROBACIÓN	

DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	APROBACIÓN

DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO	APROBACIÓN

3.9. Plan de Análisis de Sistemas de Medición (MSA)

Para la realización de un análisis de sistema de medición, se puede auxiliar de la figura diagrama de flujo:

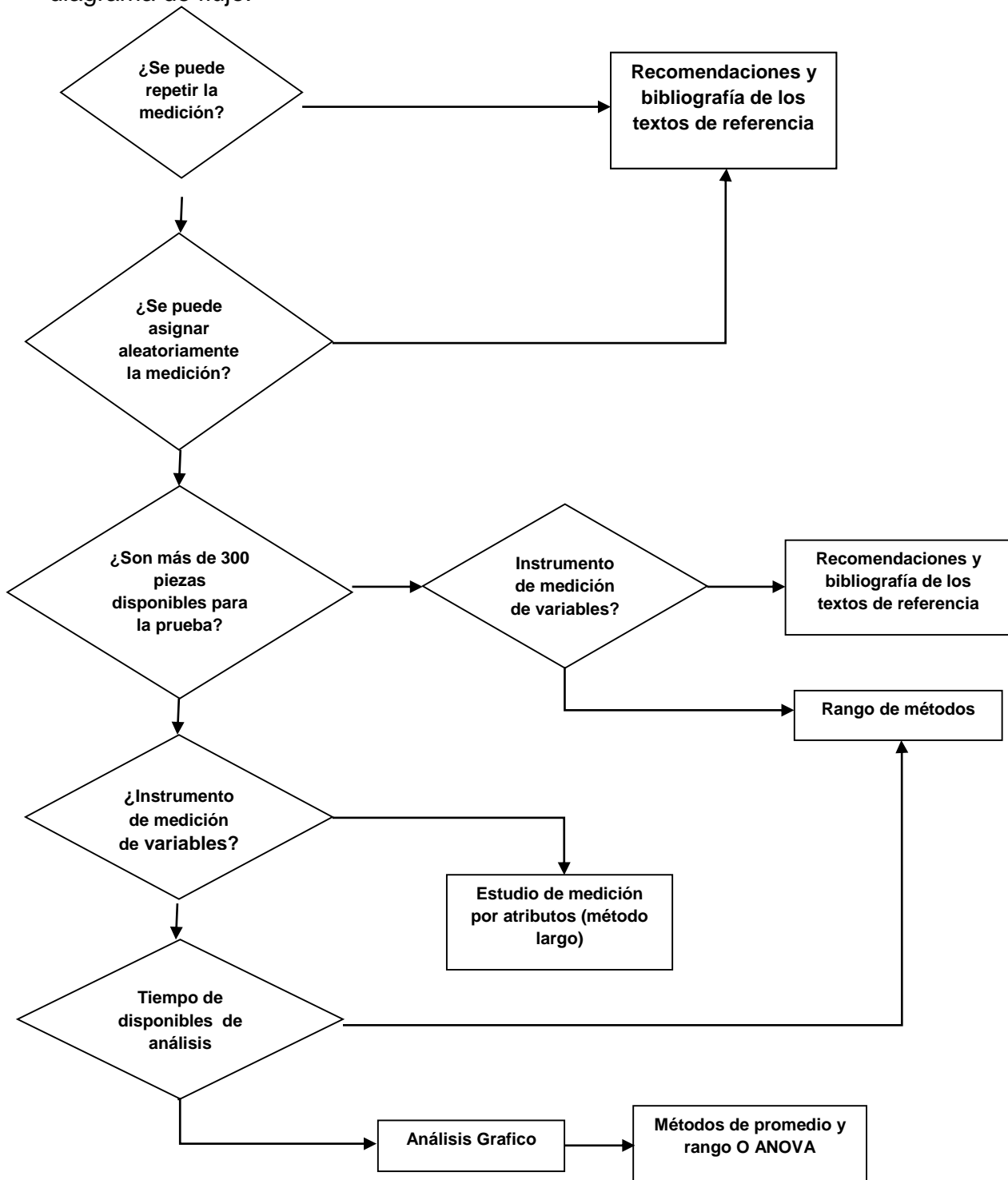


Figura 3.13 Diagrama de flujo de la aplicación

En este paso el equipo de planificación de producto debe asegurarse de que se desarrolle un plan para llevar a cabo el análisis del sistema de medición requerida. Este plan debe incluir, como mínimo, la responsabilidad de asegurar la constancia de calibración, precisión, repetividad, reproducibilidad y correlación de mediciones duplicados. A continuación se describe a detalle el análisis de sistemas de medición:

3.9.1. Tipos de análisis de sistemas de medición

El análisis de sistemas de medición, mejor conocido como MSA, que proviene de sus siglas en inglés Measurement System Analysis, evalúa la adecuación de un sistema de medición para una aplicación específica.

Al medir la salida de un proceso, considere dos fuentes de variación:

1. Variación parte a parte
2. Variación del sistema de medición

Si la variación del sistema de medición es grande en comparación con la variación parte a parte, es posible que las mediciones no proporcionen información útil.

Un análisis de sistemas de medición permite confirmar si el sistema de medición mide de forma uniforme y exacta.

Existen varios sistemas de medición de repetitividad y reproducibilidad, enseguida se mencionan algunos:

- Estudio de R&R largo
- Estudio de R&R corto
- Estudio de R&R para pruebas destructivas
- Estudio de R&R para atributos
- Estudio de R&R cruzado
- Estudio de R&R anidado

De acuerdo al presente trabajo se aplicará un estudio R&R de sistema de medición cruzado que antes de la aplicación a continuación se describe:

3.9.2. Estudio R&R de sistema de medición cruzado

Este tipo de estudio permite estimar cuánta variación total del proceso es causada por el sistema de medición. Donde la variación total del proceso consta de:

Variación parte a parte + variación del sistema de medición y esta consta de:

- **Repetitividad:** Es la variación debido al dispositivo de medición, o la variación observada cuando el mismo operador mide la misma parte repetidamente con el mismo dispositivo. (Medir cada parte por lo menos dos veces).
- **Reproducibilidad:** Es la variación debido al sistema de medición, o la variación observada cuando diferentes operadores miden la misma parte utilizando el mismo dispositivo. (Medir las partes en orden aleatorio por lo menos 2 operadores)

Por lo tanto un estudio R&R del sistema de medición se utiliza para monitorear o mejorar un proceso o cuando cada operador mide cada parte (o lote para una prueba destructiva) múltiples veces.

Ventajas

- ✓ Permite comparar la variación del sistema de medición con la variación total del proceso o tolerancia.
- ✓ Determina la variabilidad de un sistema de medición pequeño en comparación con la variabilidad del proceso de fabricación.
- ✓ Determina la variabilidad de un sistema de medición pequeño en comparación con los límites de especificación del proceso.
- ✓ Determina la variabilidad en un sistema de medición causada por diferencias entre operadores.
- ✓ Capaz de distinguir entre partes, si la variación del sistema de medición es grande en proporción con la variación total, es posible que el sistema no distinga entre partes.

Errores

Se pueden clasificar en dos categorías:

- **Exactitud:** a la diferencia entre el valor medido y el real de la parte
- **Precisión:** a la variación cuando la misma parte se mide repetidamente con el mismo dispositivo.

La **figura 3.1** muestra los ejemplos de la combinación de exactitud y precisión:

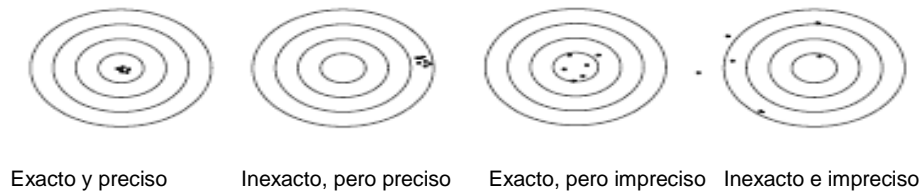


Figura 3.14 Combinación de exactitud y precisión:

Donde **exactitud** está compuesto de:

- *Sesgo*: Es una medida de la inexactitud en el sistema de medición
- *Linealidad*: Es una medida de cómo el tamaño de la parte afecta el sesgo del sistema de medición.
- *Estabilidad*: Es una medida de en qué grado el sistema funciona en el tiempo

Precisión

Es la variación o error que presentan las mediciones repetidas del mismo sistema de medición sobre el mismo objeto y está compuesto de:

- *Repetitividad*: Es la variación o error de las mediciones sucesivas sobre el mismo objeto con un instrumento bajo las mismas condiciones (un operador).
- *Reproducibilidad*: Es la variación o error de las mediciones sobre el mismo objeto con un instrumento bajo condiciones cambiantes (diferentes operadores).

[9] .

Tolerancia

La tolerancia es la diferencia entre los límites de especificación. A través de ella se puede determinar qué proporción de la tolerancia emplea la variación en el sistema de medición.

Evaluación

Para la evaluación de un Estudio R&R del sistema de medición (cruzado) deberá utilizar preferentemente un software para evaluar:

- Con cuánta efectividad el sistema de medición puede distinguir entre partes
- Si los operadores miden uniformemente

En la actualidad existen diferentes tipos de software estadísticos para el análisis de sistema de medición, pero de acuerdo al presente trabajo se usará el Minitab 16.

3.9.2.1. Minitab 16

Minitab 16 es un software estadístico para el análisis del sistema de medición como estudios R&R

Tablas de análisis de varianza

El análisis de varianza (ANOVA) para calcular los componentes de la varianza y utiliza esos componentes para estimar el porcentaje de variación causado por el sistema de medición.

Componentes de la varianza

Minitab también calcula una columna de componentes de la varianza (VarComp) y utiliza los valores para calcular el %R&R del sistema de medición mediante el método de ANOVA.

La tabla de R&R se compone de:

- Un estudio R&R del sistema de medición total que a su vez se compone de:
 - Repetitividad
 - Reproducibilidad
- Parte a parte

Los componentes de la varianza determinan qué cantidad de la variación total corresponde a cada fuente de error de medición y a las diferencias parte a parte.

Contribución porcentual

El %Contribución se basa en los estimados de los componentes de la varianza y su fórmula se calcula:

*(Cada valor en VarComp / Variación total) * 100.*

Uso de la varianza versus desviación estándar

El %Contribución se basa en la varianza total, la columna de valores suma 100%.

Muestra columnas con porcentajes basados en la desviación estándar (o raíz cuadrada de la varianza) de cada término. Estas columnas, identificadas %Var. del estudio y %Tolerancia, por lo general no suman 100%.

Variación porcentual del estudio

El %Var. del estudio para comparar la variación del sistema de medición con la variación total y su fórmula se calcula:

(Cada valor en Var. de estudio / Variación total) * 100.

Minitab calcula la Var. de estudio como la desviación estándar multiplicada por 6 para cada fuente.

Variación del proceso 6s

La variación del proceso se define como 6s, donde s es la desviación estándar como un estimado de σ .

Porcentaje de tolerancia

El %Tolerancia es el porcentaje de la tolerancia afectado por la variabilidad del sistema de medición y se calcula como:

$$((\text{Var. del estudio o } 6 \cdot \text{DE}) / \text{tolerancia}) * 100$$

Nota: Solo si se ingresa la tolerancia, Minitab calculará %Tolerancia.

¿Qué utilizar?

- Si se utiliza para mejoras del proceso se recomienda la reducción de la variación parte a parte, el %Var. del estudio representa un mejor estimado de precisión de mediciones.
- Si evalúa partes en relación con las especificaciones, el %Tolerancia es una métrica más apropiada.

Estudio R&R del sistema de medición total

Los resultados de %Var. del estudio indican que el sistema de medición explica menos de 10% de la variación general en este estudio. Los resultados de %Tolerancia indican que la variación del sistema de medición es menor que 10% del ancho de tolerancia.

Número de categorías distintas

El valor de Número de categorías distintas estima cuántos grupos separados de partes puede distinguir el sistema y su fórmula es:

$$\frac{S_{\text{parte}}}{S_{\text{sistema de medición}}} \times \sqrt{2}$$

Minitab trunca este valor a un entero, excepto cuando el valor calculado es menor que 1, en ese caso, Minitab establece el número de categorías distintas en 1.

Componentes de la variación

La gráfica de variación representa gráficamente la tabla del estudio R&R del sistema de medición en la salida de la ventana Sesión.

En un sistema de medición adecuado, el componente de variación más grande es la variación parte a parte. En cambio, si la alta variación se atribuye al sistema de medición, es posible que éste necesite correcciones.

Gráfica R

La gráfica R es una gráfica de control de rangos que muestra gráficamente la uniformidad de operadores. Una gráfica R consta de:

- Los puntos graficados: permite comparar la uniformidad de cada operador

- La línea central: es el promedio de todos los rangos de los subgrupos
- Los límites de control (LCS y LCI)

Si cualquiera de los puntos en la gráfica R se encuentra por encima del límite de control superior (LCS), el operador no está midiendo las partes con uniformidad.

Gráfica X

La gráfica X compara la variación parte a parte con el componente de repetitividad y consta de:

- Los puntos graficados
- La línea central
- Los límites de control (LCS y LCI) Es deseable observar más variación entre los promedios de partes que la que se esperaría de la variación de repetitividad por sí sola.

Interacción operador por parte

La gráfica de la interacción Operador muestra las mediciones promedio por cada operador para cada parte. Cada línea conecta los promedios de un operador.

Si las líneas son idénticas Indica que los operadores están midiendo las partes de forma similar.

Si una línea es más alta o baja que las otras Indica que un operador está midiendo partes uniformemente más altas o bajas que el resto de los operadores.

Si las líneas no son paralelas ni se cruzan Indica que la habilidad de un operador para medir una parte depende de cual parte esté midiendo (existe una interacción entre Operador y Parte).

Mediciones por operador

La gráfica Por operador puede ayudar a determinar si las mediciones y la variabilidad son uniformes entre los operadores.

La gráfica Por operador muestra todas las mediciones del estudio organizadas por operador.

Si la línea está paralela al eje X **entonces** los operadores están midiendo las partes de forma similar, en promedio.

Si la línea no está paralela al eje X **entonces** los operadores están midiendo las partes de forma diferente, en promedio.

Conforme al presente trabajo se realizará estudios R&R para determinar la confiabilidad de los instrumentos de medición, para este caso se realizará dos tipos análisis de estudio R&R a través del sistema de medición cruzado, auxiliándose del software Minitab

Statistical, ya que se utilizan dos tipos de instrumentos, los estudios que se realizarán son:

3.9.2.1.1. Análisis de medición R&R altura total corona de botella, utilizando el calibrador.

Para este análisis se manejaron los datos que se encuentran en la MATRIZ DE CARACTERÍSTICAS, AMEF, así como el PLAN DE CONTROL, y de acuerdo a 2 corridas de producción con 4 piezas cada una, se seleccionaron al azar 5 botellas, tomando en cuenta a 3 inspectores de calidad, que realizarán la medición de las 5 piezas, cada una de las botellas lo medirán 5 veces, sin que ellos sepan que es la misma pieza.

La medición que se llevó a cabo es la altura total de la corona (HTC) de la botella que tiene la siguiente acota:

HTC	36.90	+/- 0.3mm
-----	-------	-----------

Los datos que se obtuvieron son los que se mencionan en la **tabla 3.5**:

Inspector	No. de parte	Medida	No. de parte	Medida	No. de parte	Medida	No. de parte	Medida	No. de parte	Medida
1	101	36,85	102	36,95	103	36,78	104	36,99	105	36,92
1	101	36,84	102	36,95	103	36,77	104	36,99	105	36,91
1	101	36,85	102	36,95	103	36,77	104	36,98	105	36,90
1	101	36,85	102	36,94	103	36,77	104	36,98	105	36,90
1	101	36,85	102	36,94	103	36,78	104	36,98	105	36,91
2	101	36,84	102	36,92	103	36,78	104	36,98	105	36,90
2	101	36,85	102	36,92	103	36,78	104	36,98	105	36,92
2	101	36,85	102	36,94	103	36,78	104	36,98	105	36,94
2	101	36,85	102	36,94	103	36,78	104	36,98	105	36,94
2	101	36,85	102	36,94	103	36,78	104	36,99	105	36,94
3	101	36,85	102	36,95	103	36,78	104	37,00	105	36,95
3	101	36,85	102	36,95	103	36,79	104	37,00	105	36,95
3	101	36,85	102	36,97	103	36,79	104	37,00	105	36,97
3	101	36,87	102	36,97	103	36,79	104	36,98	105	36,97
3	101	36,87	102	36,97	103	36,79	104	36,98	105	36,97

Tabla 3.5 Datos de entrada de sistema de medición R&R altura total corona de botella

Ya que se introdujeron los datos en el software Minitab 16, se realiza la corrida para el análisis de medición GR&R, el cual se muestra a continuación los resultados obtenidos:

Results for: R&R ALTURA TOTAL DE CORONA 5 PIEZAS.MTW

Gage R&R Study - ANOVA Method

Gage R&R for Medidas

Gage name: R&R ALTURA TOTAL DE CORONA 5 PIE

Date of study: 23/02/2014

Reported by: EDGAR MONTERRUBIO NORIA

Tolerance: 6

Misc:

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Número de Pa	4	0,349493	0,0873733	124,404	0,00000
Inspector	2	0,008995	0,0044973	6,403	0,02185
Inspector*Número de Pa	8	0,005619	0,0007023	14,236	0,00000
Repeatability	60	0,002960	0,0000493		
Total	74	0,367067			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)	
Total Gage R&R	3,32E-04	5,43	
Repeatability	4,93E-05	0,81	
Reproducibility	2,82E-04	4,62	
Inspector	1,52E-04	2,48	
Inspector*Número de Pa	1,31E-04	2,14	
Part-To-Part	5,78E-03	94,57	
Total Variation	6,11E-03	100,00	
Source	StdDev (SD)	Study Var (5,15*SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	1,82E-02	0,093800	23,30
Repeatability	7,02E-03	0,036172	8,99
Reproducibility	1,68E-02	0,086545	21,50
Inspector	1,23E-02	0,063452	15,76
Inspector*Número de Pa	1,14E-02	0,058854	14,62
Part-To-Part	7,60E-02	0,391470	97,25
Total Variation	7,82E-02	0,402551	100,00

Number of Distinct Categories = 6

Gage R&R for Medidas

En el gráfico 3.1 se muestra el comportamiento GR&R a través de las gráficas de Minitab.

MSA R&R ALTURA TOTAL DE CORONA 5 PZAS

Gage name: R&R ALTURA TOTAL DE CORONA 5 PIE
 Date of study: 23/02/2014
 Reported by: EDGAR MONTEERRUBIO NORIA
 Tolerance: 6
 Misc:

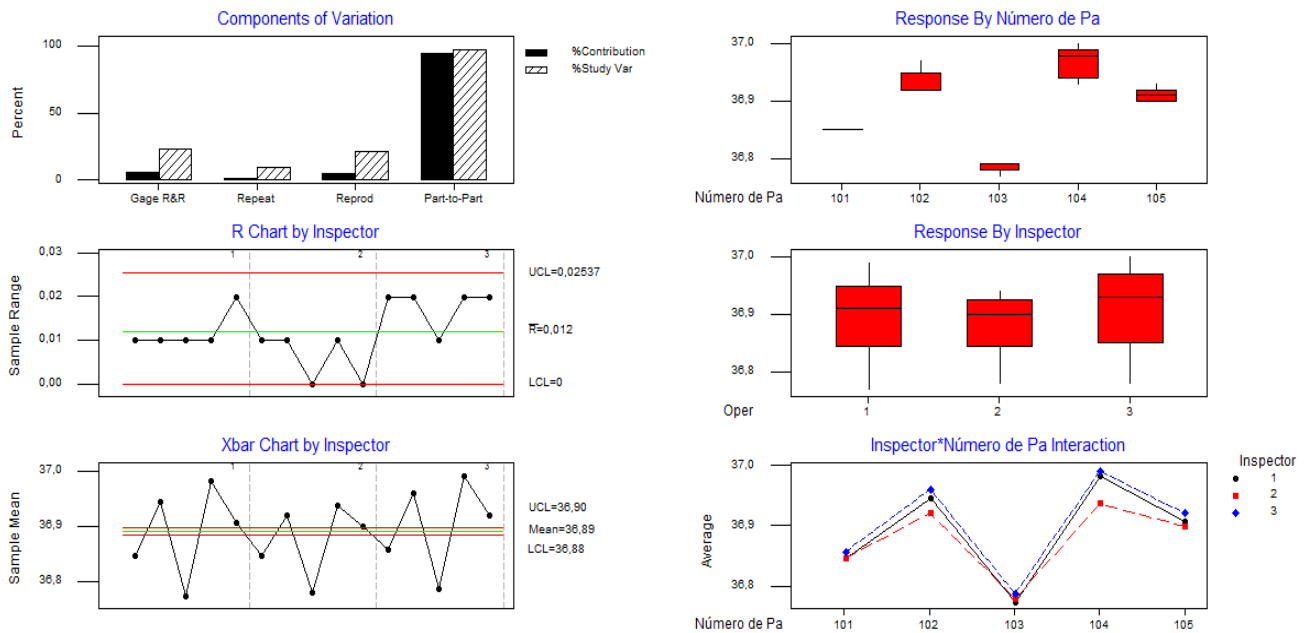


Gráfico 3.1 MSA GR&R altura total de corona de la botella

Por lo tanto estos resultado del MSA GR&R es satisfactorio porque el % Var. del estudio < 10.

Sin embargo se pretende realizar un nuevo estudio para mejorar el proceso que se verá más adelante en el capítulo IV

3.9.2.1.2. Análisis de medición R&R espesor de pared de botella, utilizando el medidor de espesores.

Para este análisis se llevó el mismo procedimiento del punto 1, a diferencia que el grosor del cuerpo de la botella (GCB) tiene la siguiente acota:

ECB	0.37	+/- 0.02mm
-----	------	------------

Los datos que se obtuvieron son los que se mencionan en la **tabla 3.6**:

Inspector	No. de parte	Medida	No. de parte	Medida	No. de parte	Medida	No. de parte	Medida	No. de parte	Medida
1	201	0,36	102	0,35	103	0,35	104	0,34	105	0,38
1	101	0,36	102	0,35	103	0,36	104	0,34	105	0,37
1	101	0,36	102	0,35	103	0,36	104	0,34	105	0,37
1	101	0,36	102	0,35	103	0,36	104	0,34	105	0,37
1	101	0,37	102	0,36	103	0,36	104	0,35	105	0,37
2	101	0,37	102	0,36	103	0,36	104	0,35	105	0,37
2	101	0,37	102	0,37	103	0,36	104	0,35	105	0,37
2	101	0,37	102	0,37	103	0,36	104	0,35	105	0,37
2	101	0,38	102	0,37	103	0,36	104	0,35	105	0,37
2	101	0,38	102	0,37	103	0,36	104	0,35	105	0,37
3	101	0,38	102	0,37	103	0,36	104	0,36	105	0,38
3	101	0,38	102	0,37	103	0,37	104	0,36	105	0,38
3	101	0,39	102	0,37	103	0,37	104	0,36	105	0,37
3	101	0,39	102	0,38	103	0,37	104	0,35	105	0,38
3	101	0,39	102	0,38	103	0,37	104	0,35	105	0,38

Tabla 3.6 Datos de entrada de sistema de medición R&R espesor de pared de botella

Ya que se introdujeron los datos en el software Minitab 16, se realiza la corrida para el análisis de medición GR&R, el cual se muestra a continuación los resultados como tal obtenidos:

Gage R&R Study - ANOVA Method

Gage R&R for Medida

Gage name: R&R ESPESOR DE CUERPO DE BOTELLA

Date of study: 30/02/14

Reported by: EDGAR MONTERRUBIO NORIA

Tolerance: 4

Misc:

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
Número de Pi	4	0,0060667	0,0015167	15,3716	0,00080
Inspector	2	0,0028907	0,0014453	14,6486	0,00212
Inspector*Número de Pi	8	0,0007893	0,0000987	5,2857	0,00005
Repeatability	60	0,0011200	0,0000187		
Total	74	0,0108667			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	8,85E-05	48,36
Repeatability	1,87E-05	10,20
Reproducibility	6,99E-05	38,16
Inspector	5,39E-05	29,42
Inspector*Número de Pi	1,60E-05	8,74
Part-To-Part	9,45E-05	51,64
Total Variation	1,83E-04	100,00
Source	StdDev (SD)	Study Var (5,15*SD)
Total Gage R&R	9,41E-03	4,85E-02
Repeatability	4,32E-03	2,23E-02
		%Study Var (%SV)
Total Gage R&R		69,54
Repeatability		31,93

Reproducibility	8,36E-03	4,30E-02	61,78
Inspector	7,34E-03	3,78E-02	54,24
Inspector*Número de Pi	4,00E-03	2,06E-02	29,56
Part-To-Part	9,72E-03	5,01E-02	71,86
Total Variation	1,35E-02	6,97E-02	100,00
Number of Distinct Categories = 1			

Gage R&R for Medida

En el **grafico 3.2** se muestra el comportamiento GR&R a través de las gráficas de Minitab.

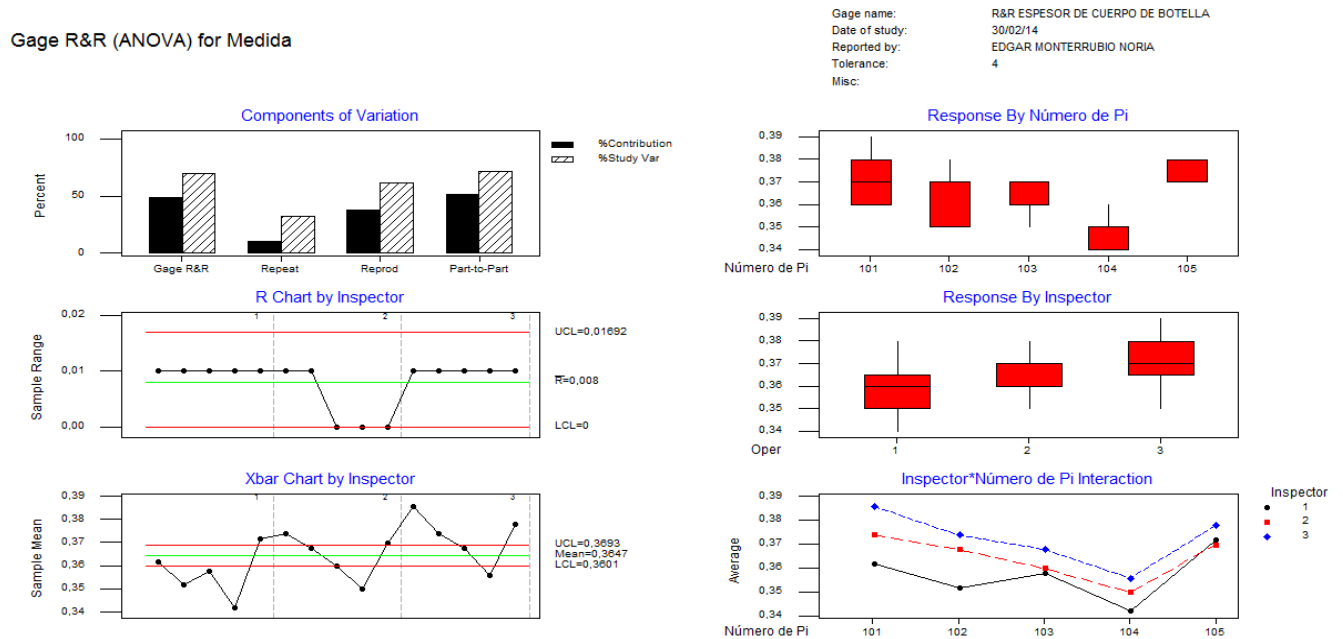


Grafico 3.2 Análisis de medición R&R espesor de pared de botella

Por lo tanto se concluye que el resultado del MSA GR&R es satisfactorio porque el % Var. del estudio < 10.

3.10. PLAN DE ESTUDIO DE CAPACIDAD DE PROCESO PRELIMINAR

Conforme al capítulo II, para la realización y desarrollo de un plan de capacidad de proceso preliminar, se deben tomar en cuenta las características identificadas en el plan de control, que servirán de base para el plan de estudios de capacidad de proceso preliminar.

3.10.1. Cp, Cpk, Pp y Ppk

Una manera de informar de la capacidad del proceso y el rendimiento del proceso es a través de las mediciones estadísticas de Cp, Cpk, Pp y Ppk, se dice cuanto mayor sea el nivel de Sigma, será mejor el proceso que se esté realizando.

Cp & Cpk

Según Neil Polhemus un "Cpk es un índice (un simple número), que mide qué tan cerca está ejecutando un proceso a sus límites de especificación, en relación a la variabilidad natural del proceso. Cuanto mayor es el índice, menor es la probabilidad de que cualquier artículo estará fuera de las especificaciones".

Según Joe Perito tener un Cpk de 1.33 o superior satisface la mayoría de los clientes ".

Pp, Ppk

Según Praneet el "Ppk básicamente intenta verificar si la muestra que se ha generado a partir del proceso es capaz de satisfacer al Cliente (requisitos). Se diferencia de la capacidad de proceso en el que el Pp sólo se aplica a toda una partida específica del material. Las muestras del lote pueden necesitar ser bastante grande como para ser representativa de la variación en el lote. El Pp sólo se utiliza cuando el control del proceso no se puede evaluar. Un ejemplo de esto es a corto plazo de pre-producción".

3.10.2. Diferencia entre Cpk y Ppk

"Cpk es de corto plazo, Ppk es para largo plazo" según Sundeep Singh.

Según Michael Whaley "Ppk produce un número de índice (como 1.33) para la variación del proceso. El Cpk hace referencia a la variación de los límites de especificación. Si lo que desea es conocer el grado de variación de las exposiciones de proceso, una medida Ppk está muy bien. Si usted quiere saber cómo esa variación afectará a la capacidad de su proceso para cumplir con los requerimientos del cliente, se debe utilizar Cpk.

El uso de Ppk y Cpk con tamaño de muestra grande realiza estimaciones más válidas de la capacidad a largo y corto plazo de los procesos.

El Cpk indica lo que el proceso es capaz de hacer en el futuro, manteniendo un estado de control estadístico y el Ppk se explica cómo el proceso se ha realizado en el pasado.

Los valores de Cpk y Ppk se acercan a casi el mismo valor cuando el proceso está bajo control estadístico, eso es porque sigma y la desviación estándar de la muestra serán idénticos.

[21].

Por lo tanto:

Cp = Capacidad del proceso que representa un indicador simple y directo de la capacidad del proceso.

Cpk = Capacidad del Proceso Índice que representa un ajuste de Cp para el efecto de la distribución no-centrado.

Pp = Rendimiento del proceso que representa un indicador simple y directo del desempeño del proceso.

Ppk = Índice de Rendimiento de Procesos que representa un ajuste del Pp por el efecto de la distribución no centrado.

3.10.2.1. Estudio de capacidad de proceso con 30 muestras

Conforme al capítulo II, para la realización y desarrollo de un plan de capacidad de proceso preliminar, se deben tomar en cuenta las características identificadas en el plan de control, que servirán de base para el plan de estudios de capacidad de proceso preliminar.

A continuación se presenta el **Cpk** que se realizó de acuerdo al presente trabajo en el software Minitab 16.

Se realiza el estudio con la medición con 30 muestras, en un molde de 4 cavidades, los cuales los datos que se obtuvieron se presentan en la **tabla 3.7**.

No. de Pieza	Mediciones Cavidad 1	Mediciones Cavidad 2	Mediciones Cavidad 3	Mediciones Cavidad 4
1	34,33	34,30	34,46	34,15
2	34,30	34,30	34,47	34,16
3	34,30	34,30	34,47	34,16

4	34,30	34,30	34,47	34,16
5	34,32	34,30	34,47	34,17
6	34,32	34,28	34,48	34,17
7	34,34	34,46	34,30	34,19
8	34,34	34,47	34,30	34,19
9	34,25	34,47	34,30	34,19
10	34,25	34,47	34,30	34,19
11	34,26	34,47	34,31	34,20
12	34,27	34,48	34,32	34,19
13	34,30	34,30	34,30	34,30
14	34,30	34,30	34,30	34,30
15	34,30	34,30	34,30	34,30
16	34,30	34,30	34,30	34,30
17	34,30	34,31	34,32	34,31
18	34,30	34,32	34,32	34,32
19	34,15	34,30	34,24	34,30
20	34,16	34,30	34,24	34,30
21	34,16	34,30	34,25	34,30
22	34,16	34,30	34,25	34,30
23	34,17	34,32	34,26	34,32
24	34,17	34,32	34,28	34,32
25	34,18	34,24	34,30	34,24
26	34,18	34,24	34,30	34,24
27	34,18	34,25	34,30	34,25
28	34,18	34,25	34,30	34,25
29	34,18	34,26	34,30	34,26
30	34,18	34,28	34,30	34,28

Tabla 3.7 Datos de entrada para el análisis de capacidad de proceso

Ya que se tienen todas las mediciones, se ingresan a Minitab y se realiza la corrida y se muestra el estudio general de capacidad de proceso obtenido a través de las **gráfica 3.3 y 3.4** de Minitab. Se tomara en cuenta como **Ppk** ya que el número de muestras es insuficiente para que sea un **Cpk**.

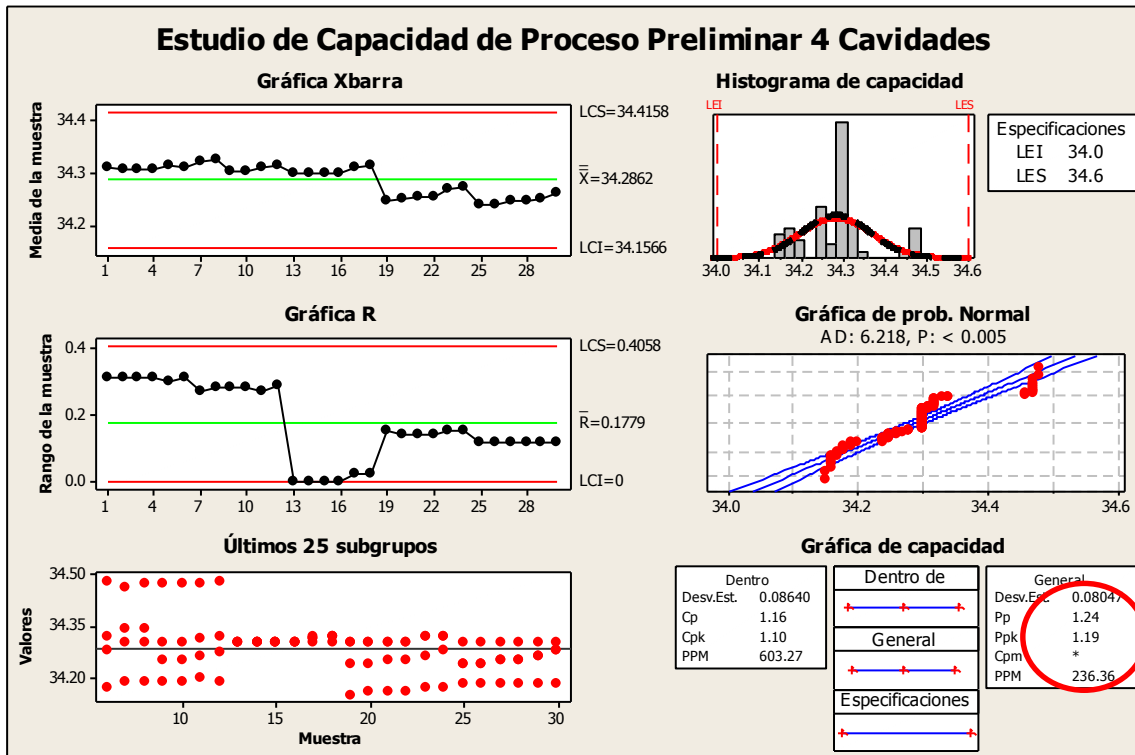


Gráfico 3.3 Estudio Ppk

Además, Minitab permite la visualización del estudio capacidad de proceso de una gráfica en forma particular, como se muestra en el **grafico3.4**.

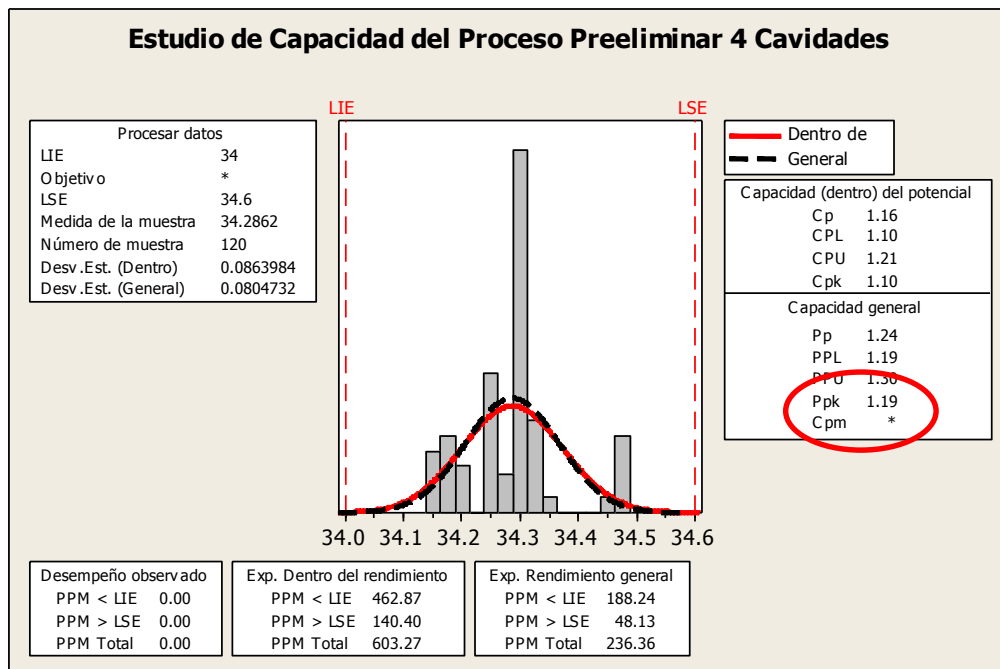


Gráfico 3.4 Histograma de capacidad del Ppk

Sin embargo para el estudio de este presente trabajo, se consideró que se realizara también el estudio en forma manual, es decir en una hoja de cálculo de Excel, para la comparación de ambas formas, como se muestra en la **figura 3.15**.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	34,33	34,30	34,5	34,2									
2	34,30	34,30	34,5	34,2									
3	34,30	34,30	34,5	34,2									
4	34,30	34,30	34,5	34,2									
5	34,32	34,30	34,5	34,2									
6	34,32	34,28	34,5	34,2									
7	34,3	34,5	34,30	34,2									
8	34,3	34,5	34,30	34,2									
9	34,3	34,5	34,30	34,2									
10	34,3	34,5	34,30	34,2									
11	34,3	34,5	34,31	34,20									
12	34,3	34,5	34,32	34,2									
13	34,30	34,30	34,30	34,30									
14	34,30	34,30	34,30	34,30									
15	34,30	34,30	34,30	34,30									
16	34,30	34,30	34,30	34,30									
17	34,30	34,31	34,32	34,31									
18	34,30	34,32	34,32	34,32									
19	34,2	34,30	34,2	34,30									
20	34,2	34,30	34,2	34,30									
21	34,2	34,30	34,3	34,30									
22	34,2	34,30	34,3	34,30									
23	34,2	34,32	34,3	34,32									
24	34,2	34,32	34,3	34,32									
25	34,18	34,2	34,30	34,2									
26	34,18	34,2	34,30	34,2									
27	34,18	34,3	34,30	34,3									
28	34,18	34,3	34,30	34,3									
29	34,18	34,3	34,30	34,3									
30	34,18	34,3	34,30	34,3									
31													
Número de datos	403				LS - x	0,31							
Especificación	5 +/- 1 mm				x - LI	0,29							
Nominal	5,00 mm				CPK = [Minimo valor de ((LX-x) o (x-LI))]/ [3 * D]								
(LS) Limite Superior	34,60 mm				<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px; display: inline-block;"> CPK 1,19 </div>								
(LI) Limite Inferior	34,00 mm												
(x) Promedio de los datos	34,29 mm												
(D) Desviación estandar	0,08 mm												

Figura 3.15 Cpk en hoja de calculo

Se concluye que ambos sistemas tienen un Ppk = 1.19 y por lo tanto el estudio de capacidad de proceso está por debajo de lo recomendado que es ≥ 1.33 .

Sin embargo en el siguiente capítulo se muestra un nuevo estudio, donde se tienen que planear y realizar varias mejoras en el proceso.

3.11. ESPECIFICACIONES DEL EMBALAJE

Como ya se mencionó en el capítulo II, el diseño del empaque debe asegurar que el desempeño y características del producto no sean afectados durante el empaque, tránsito y desempaqué.

Otra de las consideraciones es que el empaque debe ser compatible con todos los equipos de manejo de materiales incluyendo robots.

Así como aplicar estándares de empaque, de acuerdo a los requerimientos de los clientes.

En la **figura 3.16** se presenta el siguiente formato aplicado donde especifica de forma detallada las especificaciones de manejo, empaque, embarque y preservación.

ESPECIFICACIONES DE EMPAQUE	
1.- No. DE PARTE B-1LT-GRL-E	3.- FECHA
2.- NOMBRE DE LA PARTE BOTELLA 950ML GRIS LISO	4.- REVISIÓN 00
EMPAQUE DE BOTELLA	
4- IDENTIFICACIÓN	AYUDA VISUAL
Cada una de las botellas es identificada con un número con un marcador de presencia en forma automática. Los datos que genera la marcadora son: Fecha, hora y lote de fabricación. Nota: Toda botella antes de ser marcada debe pasar por la prueba de fuga.	
5- DEPOSITO	AYUDA VISUAL
A.- Cada una de las botellas son depositadas hasta llenar la charola de plástico en forma manual	
6.- Emplayo	AYUDA VISUAL
C.- Ya que se formó una tarima con charolas se procede a realizar el emplayo total.	
7.- OBSERVACIONES. COLOCAR CADA TARIMA CON SU IDENTIFICACIÓN	
CAMBIOS: _____	
ELABORADO POR:	APROBADO Y REVISADO POR:

Figura. 3.16 Especificaciones de empaque

3.12. Soporte Gerencial

Uno de los puntos con mayor peso, para la aplicación de este presente trabajo fue el respaldo de la gerencia, líderes de áreas y recursos necesarios para el desempeño del proyecto.

El seguimiento que se realizo fue a través de un diagrama de actividades utilizando:

1. Diagrama de tiempo en microsoft project
2. Minutas de avance

Que estas a su vez fueron de carácter:

- Minutas de operativas de producción
- Minutas de objetivos e indicadores
- Minutas de proyectos
- Minutas de mejora continúa

Cabe mencionar que sin la ayuda y respaldo de la parte Gerencial en cualquier ámbito laboral, no es posible la realización de proyectos u objetivos trazados en un corto o largo plazo.

CAPÍTULO IV MEJORAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y RECOMENDACIÓN DE MEDICIÓN DEL PROCESO

4.1. NUEVO DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

En el siguiente **grafico 4.1** se muestra de manera más ilustrativa el ahorro de tiempo ajustando un nuevo diagrama de flujo de proceso.

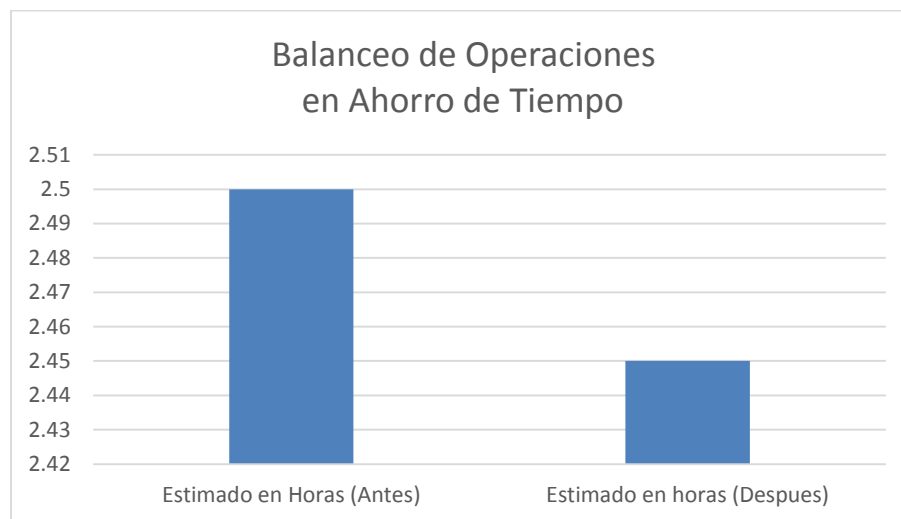


Grafico 4.1 Ahorro de tiempo

A continuación se mencionan los cambios que se realizaron al Diagrama de flujo de proceso:

1. Aplicación y cambio de formato estandarizado
2. Reducción de tiempo en que la botella es formada en la máquina de extrusión soplo hasta su empaque y embalaje.

En esta parte la reducción de tiempo se realizo en base a:

- Capacitación del personal involucrado
- Reducción en el tiempo de formación de botella sin afectar el producto
- Cambio movimientos en la revisión e inspección de piezas

- De acuerdo al capítulo III se tenía que el tiempo promedio era de 2.5 horas con 406 piezas por tarima, sin embargo con la aplicación de los cambios arriba mencionados se redujo a 2.45 promedio.

La **Figura 4.1** muestra el Diagrama de flujo de Proceso actualizado.

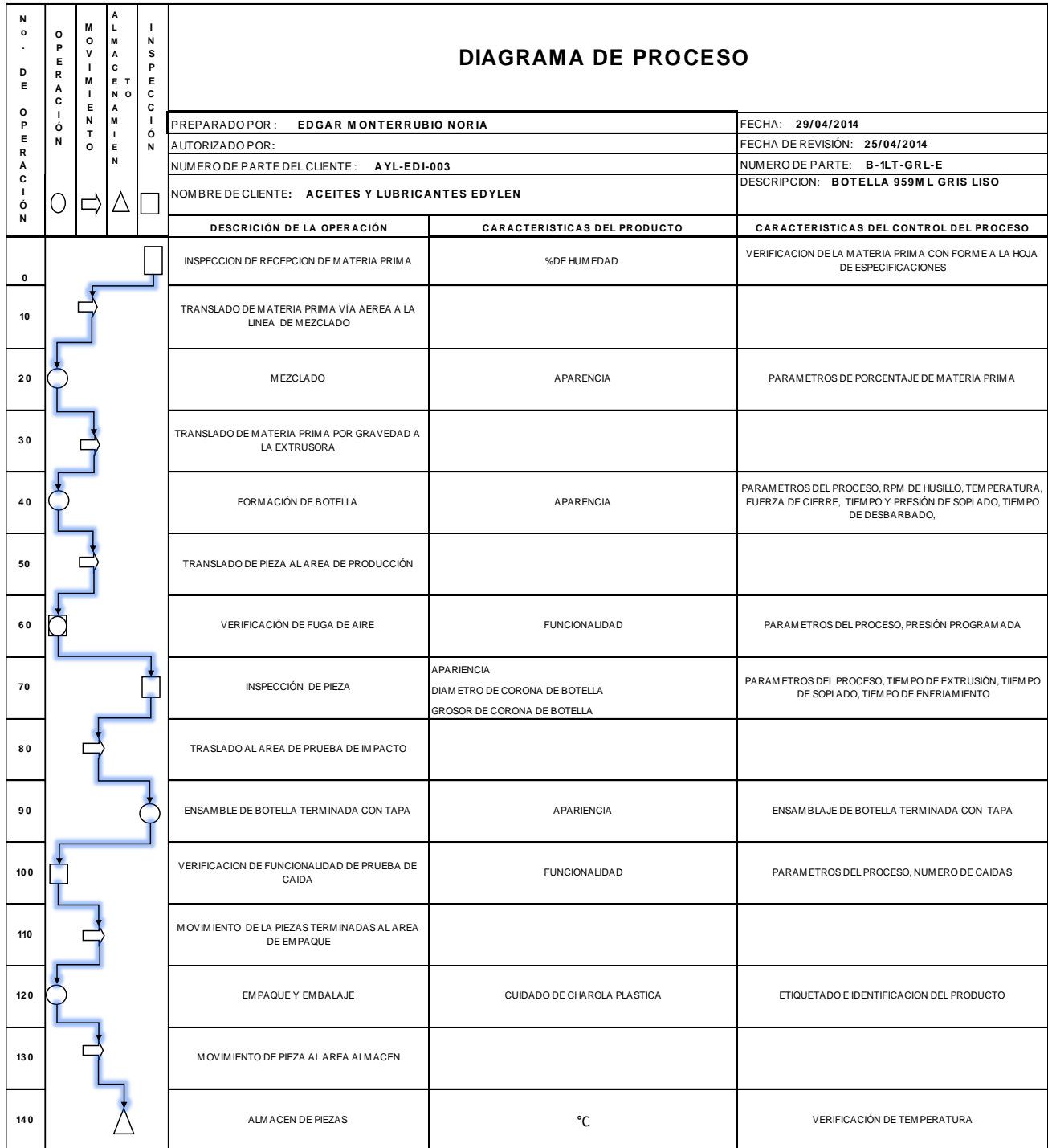


Figura 4.1 Diagrama de flujo de proceso

El diagrama de flujo ya actualizado que se realizó de acuerdo al análisis en el proceso para la realización de envases plásticos, a partir de este diagrama de flujo de proceso será la referencia a se enfocará y será la base para el diseño y desarrollo del proceso basados en la tercera fase del APQP.

4.2. CAMBIO DE LAY OUT

LAY OUT

De acuerdo a layout original que se encuentra en el capítulo III con la la **figura 3.8** , se diseño y se ejecuto el layout de la **figura 4.2** considerando que no se contaba con ubicación de zonas de productos que se maneja de acuerdo al estado en que se encuentran, así como un analisis de tiempos y movimientos para el aprovechamiento de los que interactuan en el proceso.

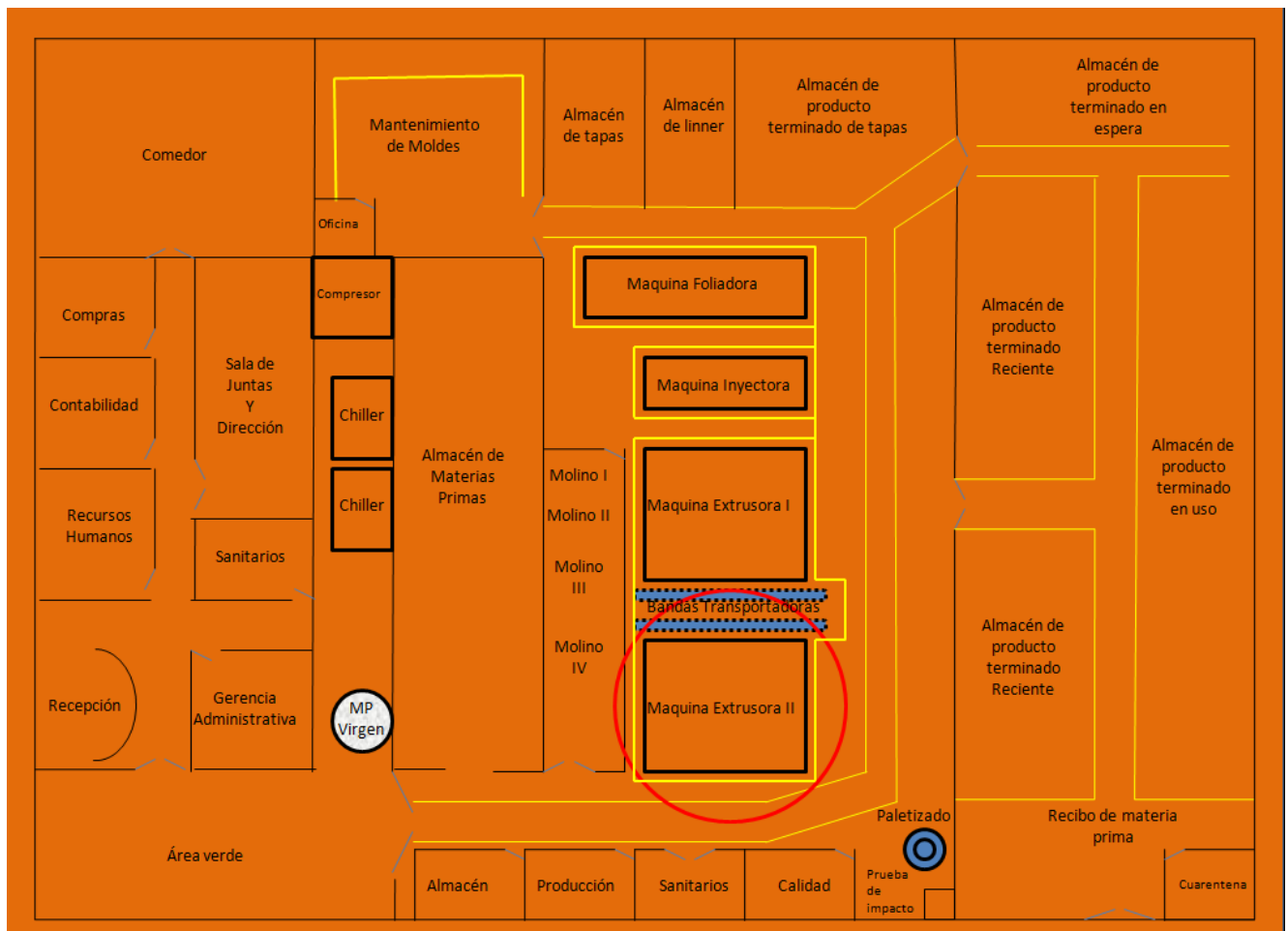


Figura 4.2 Lay Out actualizado de la planta

Enseguida se mencionan los cambios que se realizaron al nuevo Layout:

1. Identificación específico del almacén, asignando las siguientes áreas:

- Tapas
- Linner
- PT de tapas
- PT en espera
- PT reciente
- PT en uso

3. Creación del área de cuarentena

4. Creación de oficina en el área de moldes

5. Creación de sanitarios en el área de producción

Beneficios

Los beneficios que se obtienen de acuerdo a los cambios propuestos son:

1. Mejor distribución y mayor espacio de disponibilidad
2. Fácil Identificación del estatus de producto terminado
3. Fácil Identificación de tapas
4. Fácil Identificación de botellas
5. Identificación de producto rechazado
6. Fácil localización a la gerencia de mantenimiento de moldes e inspección oportuna a los técnicos.
7. Disminución de tiempo para el acceso a los sanitarios a todos los integrantes de la empresa.

Por lo tanto se logró que con la demanda que se tenía de almacenamiento de producto terminado anterior era de 3,950 m², sin embargo con los cambios que se realizaron se logró almacenar cómodamente el mismo tamaño en menor espacio, pero ahora con ubicación según su estado y solo se destinó 90mts de largo x 35mts de ancho, dando un total 3150 m² específicamente para almacenamiento de botella.

En el **grafico 4.2** se ilustra de manera gráfica el ahorro de espacio en metros cuadrados.

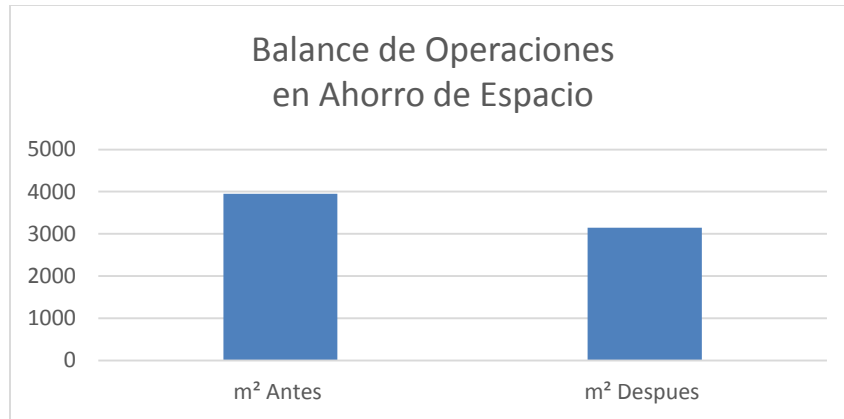


Grafico 4.2 Ahorro de espacio

4.3. APLICACIÓN DE ESTUDIO DE EFECTIVIDAD POR MEDIO DE ATRIBUTOS.

Estudio de efectividad

Antes de realizar el estudio de efectividad a los operadores que realizan la inspección visual, se considerará el siguiente catálogo de defectos, a través de él, es una guía para definir y por lo consiguiente tomar la decisión si la pieza pasa o no pasa de acuerdo al criterio establecido.

Criterios para su evaluación.

Defecto Crítico o Severo:

- 1) Cualquier defecto que exponga al producto a causar serios daños personales o a las propiedades del cliente, bajo condiciones normales de uso.
- 2) Cualquier defecto que pueda causar fallas de operación durante el periodo de garantía.
- 3) Cualquier defecto que afecte la vida o el comportamiento del producto y que pueda ser notado fácilmente por el cliente.
- 4) Cualquier defecto, que obviamente será notado por el usuario y/o distribuidor y que es suficientemente severo para que resulte en una queja evidente o impida la compra del producto.

Defecto Mayor o Moderado:



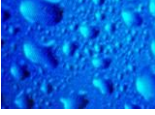




- 1) Cualquier defecto que sea causa justificada de queja y que pueda requerir algún ajuste.








- 2) Cualquier defecto que afecte la vida o el comportamiento del producto y que puede ser notado por el cliente pero no impide la compra del producto.








Defecto Menor o Ligero:

- 1) Defecto a considerarse como causa posible pero dudosa, de queja por parte del usuario.
- 2) Defecto que solamente es perceptible por una persona especializada (ejemplo: inspector de calidad, técnico de línea, entre otros), pero que el cliente no va a detectar.

En la **figura 4.3** se muestra la descripción de cada uno de los defectos, clasificándolo en ligero moderado y crítico, como se muestra a continuación.

NOMBRE COMÚN	DESCRIPCIÓN	DEFECTO LIGERO:	DEFECTO MODERADO:	DEFECTO CRÍTICO:
 <p>ANGINA</p>	<p>Es un acumulamiento de material que se forma en el interior del cuello del envase debido al plegamiento o formación de cortina de material en el parison.</p>	<p>No obstruye el diámetro interno y las líneas del acumulamiento de material no es visible por fuera.</p>	<p>La línea del acumulamiento de material es visible a los ojos del cliente y no obstruye el diámetro interno de la corona.</p>	<p>La angina obstruye el diámetro interno e impide la entrada de la boquilla de la llenadora. Es muy visible y genera obstrucción en la entrada y salida del producto.</p>
 <p>ARRASTRE DE MATERIAL</p>	<p>Material sobrante que se forma en el cuello de la botella.</p>	<p>El material no es visible a los ojos del cliente y no afecta la funcionalidad del envase.</p>	<p>El material es visible a los ojos del cliente pero no afecta la funcionalidad del envase.</p>	<p>Impide la entrada de la boquilla a la llenadora o cuando inhibe la colocación correcta del Foil.</p>
 <p>BURBUJAS</p>	<p>Burbujas de aire que se observan en la pared del envase</p>	<p>Las burbujas no son visibles a los ojos del cliente.</p>	<p>La burbuja mide entre 1.0 y 2.0 mm y solo se presentan máximo 2 burbujas separadas de extremo a extremo.</p>	<p>La burbuja mide más de 2.0 mm (es visible a los ojos del cliente). La burbuja mide entre 1.0 – 2.0 mm y es más de una pieza la que presenta este defecto.</p>
 <p>CONTAMINACIÓN</p>	<p>Son partículas de material extrañas, ajenas al material utilizado en la fabricación, las cuales se pueden encontrar integradas al material, o a las paredes del envase.</p>	<p>Existe la contaminación externa pero no es visible a los ojos del cliente.</p>		<p>La contaminación es visible a los ojos del cliente (60.0 cm. de la vista.) Cualquier tipo de contaminación interna con polvo, grasa, agua, etc. La contaminación perfora el envase.</p>
 <p>CORONA ROTA</p>	<p>Se dice cuando una botella se abre de la unión de la corona. Este defecto, se presenta generalmente por mal ajuste de troquel.</p>			<p>Se clasifica como defecto crítico ya que origina fuga ó paros en las líneas de llenado.</p>
 <p>COSTILLA</p>	<p>Se dice cuando en el cuerpo del envase se presentan deformaciones o rechupes que ocasionan que el envase se vea colapsado, y es ocasionado la mayoría de veces por falta de enfriamiento en el molde.</p>		<p>No es visible ante los ojos del cliente y no causa problemas con el etiquetado.</p>	<p>Es visible ante los ojos del cliente y ocasiona problemas con el etiquetado (burbuja).</p>
 <p>DEFORMIDAD</p>	<p>Se presenta cuando el material sufre un cambio en su forma geométrica.</p>	<p>La deformación no es visible a los ojos del cliente y no afecta el desempeño en las áreas de producción (etiquetado).</p>		<p>La deformación es visible a los ojos del cliente. La deformación afecta el buen desempeño en las áreas de producción. Causa problemas al etiquetado o uso del envase.</p>

 <p>DIAMETRO INTERIOR DESCENTRADO</p>	<p>Esto se produce cuando el espesor de la pared de la corona no es uniforme, es decir cuando disminuye en un lado y en el otro aumenta. Es originado cuando están descentrados los pin es de soplado.</p>	<p>No inhibe la colocación correcta de la tapa. Cuando no existe fuga. Cuando la colocación de foil es correcta.</p>		<p>La tapa no entra correctamente originando que se doble el liner. La tapa entra con dificultad quedando el liner forzado en un extremo. Existe fuga. Produce problemas con el foliado de la tapa.</p>
 <p>FILAMENTO</p>	<p>Se presenta cuando el troquelado o rebabeo no es el correcto y quedan pequeñas rebabas parecidas a hilos</p>	<p>Es difícilmente visto por el cliente, y no corre el riesgo de que caiga al interior del envase.</p>	<p>Es visible a los ojos del cliente, pero sin embargo no afecta la funcionalidad. No se corre el riesgo de que caiga al interior del envase.</p>	<p>Se encuentra en el interior del envase y causa contaminación. Afecta la funcionalidad del envase.</p>
 <p>FUERA DE COLOR</p>	<p>Las variaciones de color se pueden presentar por los porcentajes de material molido que se utilizan</p>	<p>El color está fuera del estándar pero no es visible a los ojos del cliente.</p>	<p>Cuando el tono del color está fuera de estándar y no es visible con el líquido.</p>	<p>El color esta fuera del estándar y es visible a los ojos del cliente aún con el líquido.</p>
 <p>INCOMPLETAS</p>	<p>Falta de material o parte que no se formó completamente (no corresponde la forma del molde).</p>			<p>Todas las partes que no correspondan a la figura del molde por falta de llenado de la cavidad.</p>
 <p>MATERIAL EN EL FONDO</p>	<p>Acumulamiento de material en el fondo (interior del envase).</p>	<p>La acumulación de material no afecta la funcionalidad del envase y no es perceptible por el exterior del envase</p>		<p>Al realizar la prueba de caída se rompe el envase en el área del acumulamiento de material. La deformación por el acumulamiento de material afecta la estabilidad del envase Cuando el material es visible a los ojos del cliente.</p>
 <p>MOLDE DESFASADO</p>	<p>Es un desalineamiento entre caras de molde provocando un escalón en las áreas de cierre del envase. En tapas provoca un descentrado.</p>	<p>El desfasamiento no afecta la prueba de impacto (no se abre). No afecta el sellado de la tapa o el ensamble. No es percibido por el cliente.</p>		<p>El desfasamiento de la botella es débil o bien cuando se abre al realizar la prueba de impacto. Afecta la estabilidad de la botella. En la corona cuando provoca fuga. Es percibido por el cliente.</p>
 <p>OPACIDAD</p>	<p>Se presenta en envase transparente (pvc), los cuales se observan con un tono aperlado.</p>	<p>Es visible a los ojos del cliente pero al llenarse con el producto se pierde la opacidad.</p>		<p>Cuando es visible a los ojos del cliente aun después de haberse llenado con el producto.</p>

 <p>PERFORADA</p>	<p>Agujero presentado en cualquier parte del cuerpo de un envase, es comúnmente provocado por contaminaciones de metal o partículas extrañas en el parison.</p>			<p>Todas las piezas con perforación por pequeños que estos sean ya que originan fugas aun cuando los cubra la etiqueta</p>
 <p>POROSIDAD</p>	<p>Superficie deficiente del envase, debido a problemas de enfriamiento en el molde o falta de presión de aire.</p>	<p>La porosidad no es visible a los ojos del cliente. Existe porosidad pero la cubre la etiqueta.</p>	<p>No afecta a la colocación de la etiqueta.</p>	<p>La porosidad es visible a los ojos del cliente. Afecta la colocación de la etiqueta.</p>
 <p>RAYAS</p>	<p>Se dice a las marcas en bajo relieve que disminuyen el espesor de pared.</p>	<p>Las marcas o rayas no son visibles a los ojos del cliente.</p>	<p>Las rayas son visibles a los ojos del cliente (envase vacío).</p>	<p>Cuando aún con el líquido es visible a los ojos del cliente. Cuando se abre en prueba de impacto en el área de la raya. Cuando las rayas afectan la funcionalidad de la botella.</p>
 <p>REBABAS</p>	<p>Se presentan diferentes tipos de excesos, tales como: rebabas en cuerpo (aletas), rebabas externas, rebaba en diámetros internos, etc.</p>	<p>La rebaba no es visible a los ojos del cliente.</p>	<p>La rebaba es visible a los ojos del cliente, pero no afecta la apariencia. La pieza es funcional. La rebaba no es punzo cortante y no origina fuga. La dosificación del producto no se altera.</p>	<p>La rebaba afecta en el proceso de la foleadora Impide la colocación correcta de la tapa originando fuga. La rebaba no permite el ensamble correcto de la parte. La rebaba afecta a la apariencia. Provoca inestabilidad. Al tacto lo percibe el cliente o es punzo cortante.</p>
 <p>UNIÓN DÉBIL EN BASE</p>	<p>Se dice costura de la base del envase mal soldada.</p>	<p>El envase no se abre al realizar la prueba de impacto</p>		<p>El envase sale abierto de la máquina. El envase se abre al hacer la prueba de impacto. El envase se abre en el proceso de llenado.</p>
 <p>MATERIAL DEGRADADO</p>	<p>Se dice cuando el envase presenta una tonalidad amarillenta o café claro cuando este debe ser transparente.</p>	<p>No es visible a los ojos del cliente.</p>		<p>Todas las piezas que presentan el defecto y este son visibles a los ojos del cliente. Es visible aun con el envase lleno.</p>
 <p>PARED Y/O FONDO DELGADO</p>	<p>Es cuando alguna parte o todo el envase presenta menor espesor es originado por un mal ajuste en el perfil del parison.</p>	<p>Cuando no es perceptible a los ojos del cliente.</p>	<p>Cuando no afecta la funcionalidad del envase y no se rompe en prueba de impacto</p>	<p>Cuando afecta la capacidad de carga del envase (se vence con poco peso) Cuando se rompe al hacer la prueba de caída libre</p>


 <p>OVALAMIENTO EN LA CORONA.</p>	<p>Se presenta usualmente cuando los troqueles golpean la pieza lo que ocasiona que la corona se deforme</p>	<p>Cuando no es perceptible a los ojos del cliente y no afecta la funcionalidad.</p>	<p>Cuando afecta la apariencia y es fácilmente apreciada por el cliente pero no afecta la funcionalidad del envase.</p>	<p>Cuando afecta la funcionalidad del envase con la tapa. Cuando afecta visiblemente la apariencia del envase.</p>
---	--	--	---	--

Figura 4.3 Clasificación de defectos

De acuerdo al catálogo de defectos se realizó un estudio de efectividad, ya que existe la inspección en forma manual y por lo consiguiente se debe tener la seguridad de que cada inspector u operador que revise tengan el mismo criterio o lo más cercano posible para tomar la decisión si pasa o no pasa la pieza.

Se realiza una tabla con 3 columnas de operadores y una columna para el master como se muestra en la **tabla 4.1**.

No de Pieza	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Master Pasa/No pasa
501	1	1	1	1
502	1	1	1	1
503	1	1	1	1
504	1	1	1	1
505	1	1	1	1
506	1	1	1	1
507	1	1	1	1
508	1	1	1	1
509	1	1	1	1
510	0	0	1	0
511	0	0	0	0
512	0	0	0	0
513	1	1	1	1
514	1	1	1	1
515	1	1	1	1
516	1		1	1
517	1	1	1	1
518	1	1	1	1
519	1	1	1	1
520		1	1	1
521	1	1	1	1
522	0	0	0	0
523	0	0	0	0
524	0	0	1	0
525	1	1	1	1
526	1	1	1	1
527	1	1	1	1
528	1	1	1	1
529	1	1	1	1
530	1	1	1	1

Tabla 4.1 Datos de entrada para el estudio de efectividad

Nombre del gage: ESTUDIO DE EFECTIVIDAD DE 30 PIEZAS CON 3 OPERADORES		Operación:	
Gage No.		Características Go / Nogo	
Elaboro:	Edgar Monterrubio Noria	Titulo de atributo	
Reviso:	Ing. Octavio Islas Mares	G	1
RESULTADO: SISTEMA DE MEDICION ACEPTABLE		NG	0
		Go	
		NoGo	

Known Attribute Item	Atributo	Operador A /			Operador B /			Operador C /			Score	
		Intento1	Intento2	Intento3	Intento1	Intento2	Intento3	Trial 1	Trial 2	Intento3		
1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	N
2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
3		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
4		1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	N
5		1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	N
6		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
7		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
8		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
9		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
10		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
11		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
12		1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	N
13		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
14		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
15		1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	N
16		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
17		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
18		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
19		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
20		1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	N
21		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
22		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
23		1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	N
24		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
25		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
26		1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	N
27		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
28		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
29		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Y
30		1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	N
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
41												
42												
43												
44												
45												
46												
47												
48												
49												
50												
Resultado por intento del operador		100%	100%	100%	93%	93%	90%	80%	77%	77%		
Resultado total por operador		100%			92%			78%			90%	
G=1		Intento1	Intento2	Intento3	Intento1	Intento2	Intento3	Intento1	Intento2	Intento3		
NG=0		Operador A			Operador B			Operador C				

Sumario de resultados

% Valucion de efectividad	Operador A	100%
	Operador B	92%
	Operador C	78%
% Efectividad	Total	90% SISTEMA DE MEDICION ACEPTABLE

figura 4.4 Estudio GR&R por atributos en hoja electronica

Para ello se tomaron 30 muestras, cada uno de ellas se pasó a los operadores en forma aleatoria, sin que el operador pudiera identificar, sin embargo cada pieza ya estaría debidamente identificada.

En la **figura 4.4** muestra el calculo de estudio de efectividad, un GR&R por medio de atributos a través de una hoja electrónica y se obtienen los resultados aceptables:

4.4. MEJORAS EN EL ESTUDIO GR&R.

En la **tabla 4.2** siguiente se muestra los datos de entrada para la realización del estudio GR&R con 10 piezas, 3 operadores y 3 mediciones.

Inspector 1	Número de Pieza	Medición	Inspector 2	Número de Pieza	Medición	Inspector 3	Número de Pieza	Medición
1	101	36.85	2	101	36.85	3	101	36.85
1	101	36.84	2	101	36.85	3	101	36.85
1	101	36.85	2	101	36.85	3	101	36.85
1	102	36.95	2	102	36.95	3	102	36.95
1	102	36.95	2	102	36.95	3	102	36.95
1	102	36.95	2	102	36.95	3	102	36.97
1	103	36.78	2	103	36.78	3	103	36.78
1	103	36.78	2	103	36.78	3	103	36.79
1	103	36.77	2	103	36.78	3	103	36.78
1	104	36.99	2	104	36.98	3	104	36.99
1	104	36.98	2	104	36.98	3	104	36.98
1	104	36.98	2	104	36.98	3	104	36.98
1	105	36.72	2	105	36.72	3	105	36.73
1	105	36.72	2	105	36.72	3	105	36.72
1	105	36.72	2	105	36.72	3	105	36.72
1	106	36.85	2	106	36.85	3	106	36.85
1	106	36.84	2	106	36.85	3	106	36.85
1	106	36.85	2	106	36.85	3	106	36.85
1	107	36.94	2	107	36.94	3	107	36.95
1	107	36.94	2	107	36.94	3	107	36.95
1	107	36.94	2	107	36.94	3	107	36.97
1	108	36.78	2	108	36.78	3	108	36.78
1	108	36.78	2	108	36.78	3	108	36.78
1	108	36.77	2	108	36.78	3	108	36.79
1	109	36.99	2	109	36.99	3	109	36.99
1	109	36.99	2	109	36.99	3	109	37.00

1	109	36.98	2	109	36.99	3	109	37.00
1	110	36.71	2	110	36.72	3	110	36.72
1	110	36.72	2	110	36.72	3	110	36.73
1	110	36.72	2	110	36.72	3	110	36.72

Tabla 4.2 Datos de entrada para el estudio GR&R

A continuación se presenta el Estudio R&R ya modificado realizado en Minitab, no sin antes haber realizado una capacitación a los inspectores para una mejor medición en las piezas.

Estudio r&r altura total de corona

Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

R&R del sistema de medición para Medición
Nombre del sistema de medición : ESTUDIO GR&R ALTURA TOTAL DE CORONA DE BOTELLA
Fecha del estudio: 14/02/2014
Notificado por: EDGAR MONTEERRUBIO NORIA
Tolerancia: 0.6
Misc: Estudio GR&R (Cruzado)10pzas3insp&3inten

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Número de Pi	9	0.898201	0.0998001	4062.22	0.000
Inspector	2	0.000647	0.0003233	13.16	0.000
Número de Pi * Inspector	18	0.000442	0.0000246	1.05	0.419
Repetibilidad	60	0.001400	0.0000233		
Total	89	0.900690			

Alfa para eliminar el término de interacción = 0.25

Tabla ANOVA dos factores sin interacción

Fuente	GL	SC	CM	F	P
Número de Pi	9	0.898201	0.0998001	4225.55	0.000
Inspector	2	0.000647	0.0003233	13.69	0.000
Repetibilidad	78	0.001842	0.0000236		
Total	89	0.900690			

R&R del sistema de medición

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
R&R del sistema de medición total	0.0000336	0.30
Repetibilidad	0.0000236	0.21
Reproducibilidad	0.0000100	0.09
Inspector	0.0000100	0.09
Parte a parte	0.0110863	99.70
Variación total	0.0111199	100.00
Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. del estudio (6 * DE)
R&R del sistema de medición total	0.005797	0.034784
Repetibilidad	0.004860	0.029159
Reproducibilidad	0.003161	0.018965
Inspector	0.003161	0.018965
Parte a parte	0.105291	0.631748
Variación total	0.105451	0.632705
	%Var. del estudio	

Fuente	(%VE)
R&R del sistema de medición total	5.50
Repetibilidad	4.61
Reproducibilidad	3.00
Inspector	3.00
Parte a parte	99.85
Variación total	100.00
Número de categorías distintas = 25	

R&R del sistema de medición para Medición
Gage R&R for Mediciones

En la **gráfica 4.3** se muestra el comportamiento del estudio GR&R ya mejorado a través de las gráficas de Minitab.

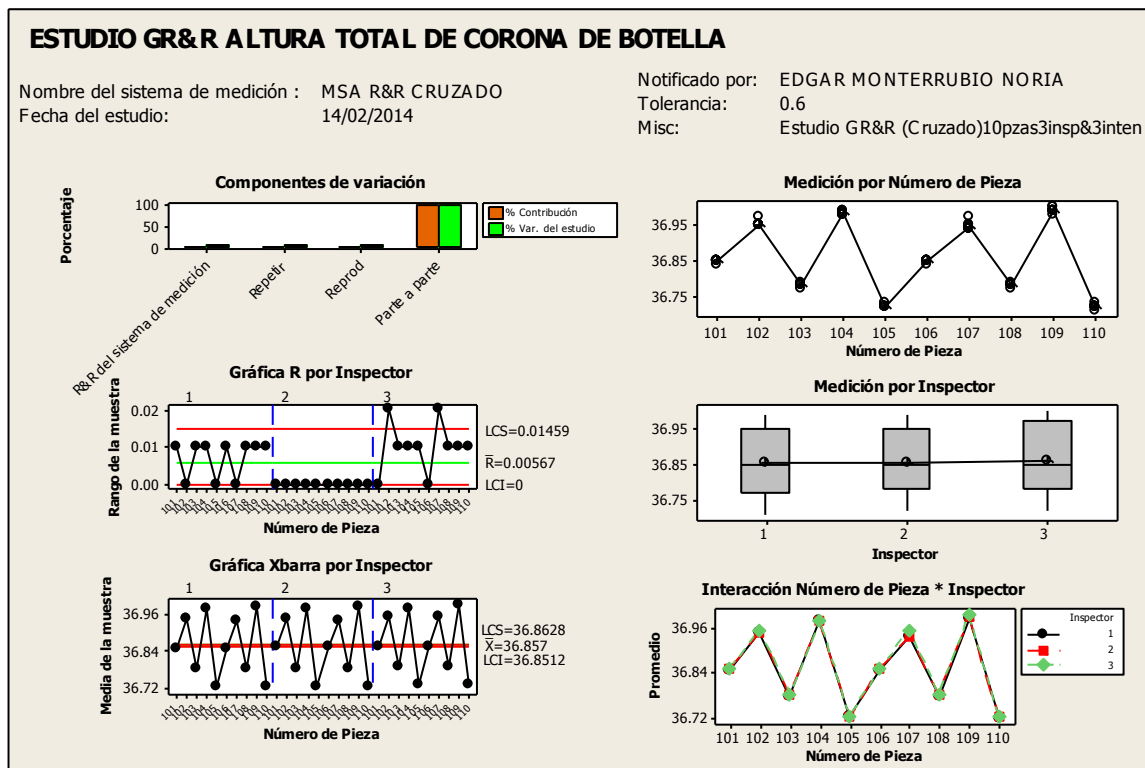


Gráfico 4.3 Estudio GR&R Altura total de corona de la botella

De acuerdo a los resultado del MSA GR&R que presenta Minitab se determina que es satisfactorio porque él % Var. del estudio < 10.

Como se muestra en las gráficas el sesgo está dentro de los límites de control y por lo tanto se concluye que ya está mejorado el proceso.

En el **grafico 4.4** muestra un comparativo de Estudio GR&R del capítulo III y capítulo IV.

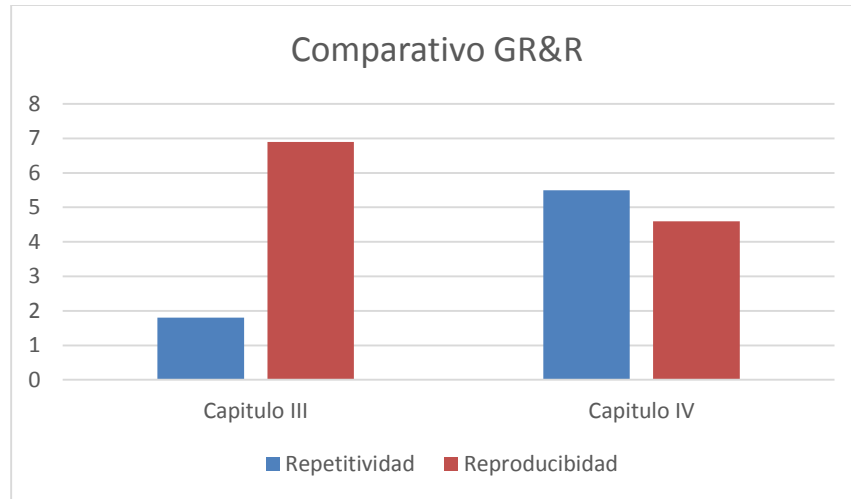


Grafico 4.4 Comparativo GR&R capitulo III y IV

En la gráfica arriba mencionada se puede observar como en el presente capítulo de estudio GR&R la mejora respecto al capítulo III.

4.5. MEJORAS EN EL ESTUDIO CAPACIDAD DE PROCESO.

A continuación se presenta el Cpk modificado realizado de acuerdo al análisis en el proceso.

Para ello se tomaron 30 muestras con 4 mediciones de las cavidades del molde, como se presentan en la **tabla 4.3** a continuación:

No. de Pieza	Mediciones Cavidad 1	Mediciones Cavidad 2	Mediciones Cavidad 3	Mediciones Cavidad 4
1	34,35	34,27	34,36	34,35
2	34,35	34,27	34,36	34,35
3	34,35	34,27	34,36	34,35
4	34,35	34,27	34,36	34,35
5	34,35	34,27	34,36	34,35
6	34,35	34,27	34,36	34,35
7	34,35	34,27	34,36	34,35
8	34,35	34,27	34,36	34,35
9	34,33	34,25	34,33	34,35
10	34,33	34,25	34,33	34,33
11	34,33	34,25	34,33	34,33

12	34,33	34,25	34,33	34,33
13	34,31	34,23	34,30	34,31
14	34,31	34,23	34,30	34,31
15	34,31	34,23	34,30	34,31
16	34,31	34,23	34,30	34,31
17	34,31	34,23	34,30	34,31
18	34,31	34,23	34,30	34,31
19	34,31	34,23	34,30	34,31
20	34,31	34,23	34,30	34,31
21	34,30	34,22	34,31	34,30
22	34,30	34,22	34,31	34,30
23	34,30	34,22	34,31	34,30
24	34,30	34,22	34,31	34,30
25	34,30	34,22	34,30	34,30
26	34,30	34,22	34,30	34,30
27	34,30	34,22	34,30	34,30
28	34,30	34,22	34,30	34,30
29	34,32	34,24	34,32	34,32
30	34,32	34,24	34,32	34,32

Tabla 4.3 Datos de entrada para el estudio Cpk

En el **grafico 4.5** se muestra el comportamiento del CpK ya mejorado a través de las gráficas de Minitab, así como la realización en un formato electrónico en excel, considerando las mejoras en el proceso.

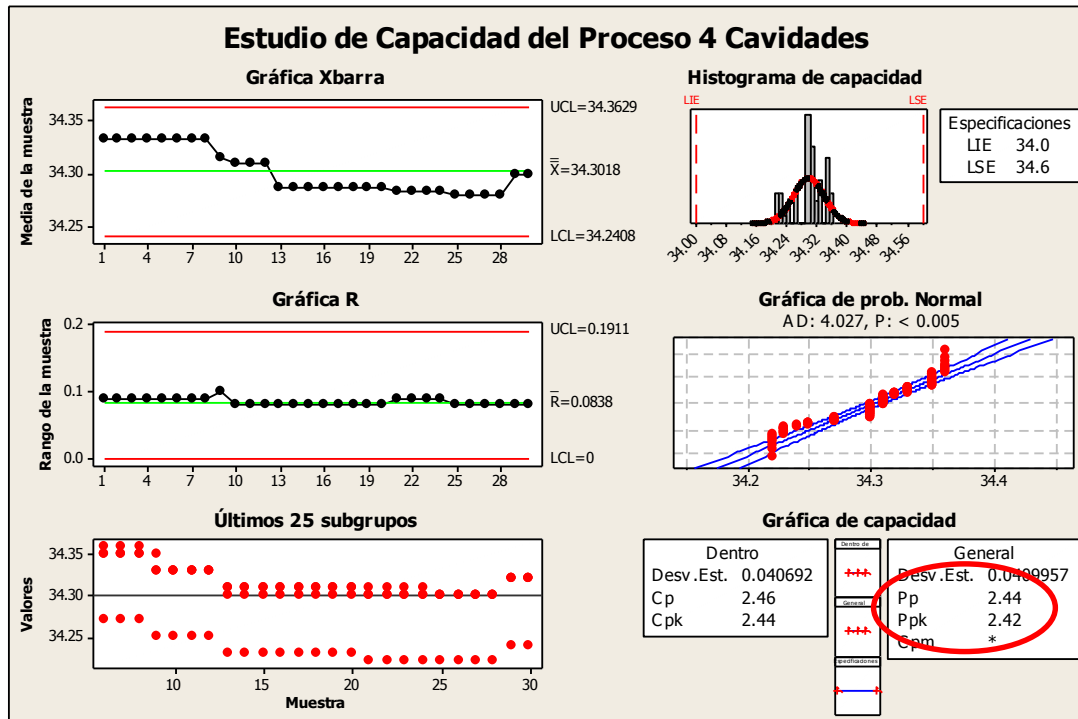


Gráfico 4.5 Estudio Cpk

En la **figura 4.5** muestra el calculo de estudio Cpk a través de una hoja electrónica y se obtienen los siguientes resultados:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	34,35	34,27	34,4	34,4									
2	34,35	34,27	34,4	34,4									
3	34,35	34,27	34,4	34,4									
4	34,35	34,27	34,4	34,4									
5	34,35	34,27	34,4	34,4									
6	34,35	34,27	34,4	34,4									
7	34,35	34,27	34,4	34,4									
8	34,35	34,27	34,4	34,4									
9	34,33	34,3	34,33	34,4									
10	34,33	34,3	34,33	34,3									
11	34,33	34,3	34,33	34,3									
12	34,33	34,3	34,33	34,3									
13	34,31	34,2	34,30	34,31									
14	34,31	34,2	34,30	34,31									
15	34,31	34,2	34,30	34,31									
16	34,31	34,2	34,30	34,31									
17	34,31	34,2	34,30	34,31									
18	34,31	34,2	34,30	34,31									
19	34,31	34,2	34,30	34,31									
20	34,31	34,2	34,30	34,31									
21	34,30	34,2	34,31	34,30									
22	34,30	34,2	34,31	34,30									
23	34,30	34,2	34,31	34,30									
24	34,30	34,2	34,31	34,30									
25	34,30	34,2	34,30	34,30									
26	34,30	34,2	34,30	34,30									
27	34,30	34,2	34,30	34,30									
28	34,30	34,2	34,30	34,30									
29	34,32	34,2	34,32	34,3									
30	34,32	34,2	34,32	34,3									
31													

Número de datos	403	LS - x	0,30
Especificación	5 +/- 1 mm	x - LI	0,30
Nominal	5,00 mm	CPK = [Mínimo valor de ((LX-x) o (x-LI))] / [3 * D]	
(LS) Limite Superior	34,60 mm	CPK 2,42	
(LI) Limite Inferior	34,00 mm		
(x) Promedio de los datos	34,30 mm		
(D) Desviación estandar	0,04 mm		

figura 4.5 Estudio Cpk por atributos en hoja de calculo

De acuerdo al resultado obtenido se tiene un Cpk de 2.42 y por lo tanto es satisfactorio porque él recomendado es $Cpk \geq 1.33$ se concluye que ya está mejorado el proceso.

En el **grafico 4.6** muestra un comparativo de Estudio Cpk del capítulo III y IV.

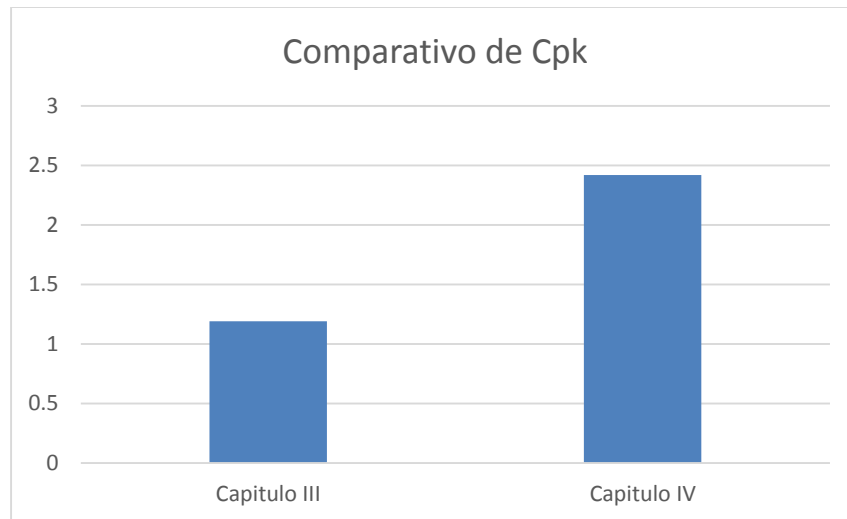


Grafico 4.6 Comparativo Cpk capitulo III y IV

En la gráfica arriba mencionada se puede observar como en el presente capítulo la mejora ya que se obtiene un Cpk de 2.42 y respecto al capítulo III que tenía un Cpk de 1.19.

REFERENCIAS

- [1] Armand V. Feigenbaum. (2011). Control total de la Calidad.(3ªEd.rev.). México. Grupo editorial. Patria.
- [2] Brian Rothery. ISO 14000 ISO 9000 (1995);IATF (Ed. Panorama).
- [3] Brian Rothery. (1995). ISO 9000. (2ª Ed.). (Ed. Panorama).
- [4] Chrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motor Corporation. (2008). Advanced Product Quality Planning and Control Plan APQP. (2ª Ed.) Reference Manual.
- [5] D. H. Stamatis. (2001).Advanced Quality Planning: A Commonsense Guide to AQP and APQP. (1ª Ed.).U.S.A. Productivity, Inc.
- [6] Douglas C. Montgomery. (2011). Control Estadístico de la Calidad (3ª Ed.). México. Edit. Limusa.
- [7] Grupo de Trabajo Automotriz Internacional. Especificación Técnica; IATF (3ª Ed. 2009-09-15).
- [8] Harrison M. Wadsworth, JR, Kenneth S. Stephens, A. Blanton Godfrey (2005), Métodos de control de calidad, (1ª edición México), edit. Cecsa.
- [9] Humberto Gutiérrez Pulido & Román de la Vara Salazar (2013). Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma. (3ª Ed.). México. Mc Graw-Hill
- [10] Joaquín Membrado Martínez (2007). Metodologías avanzadas para la planificación y mejora: Planificación estratégica BSCM autoevaluación EFQM, seis sigma, un sencillo enfoque integrado para las PYMES con sentido común. España. Eds. Díaz de Santos
- [11] José Luis Palacios Blanco (2012). Administración de la calidad. (2ª Ed.). México.Trillas
- [12] TS 16949 - Where Did It Come From. (2 de agosto de 2013). En <http://news.alibaba.com/article/detail/trade-knowledge/100333691-1-ts-16949%25E9%2588%25A5%25E6%258F%25A5here-did-come-from.html>. R. Dan Reid.
- [13] Chrysler Group LLC. (2013). Requisitos específicos del cliente para uso con la norma ISO/TS 16949:2009 e ISO 14001:2004. Chrysler.
- [14] Ford Motor Company. (2013). Requisitos específicos de cliente para uso con la norma ISO/TS 16949

[15] General Motors Company. (2011). Proceso de sistema de designación de clave de características

[16] NMX-EE-082-1980. Envase y embalaje. Plástico. Determinación de la capacidad de frascos y botellas <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-EE-082-1980.PDF>

[17] NMX-EE-218-1989. Industria del plástico. Envase y embalaje. Compresión vertical en botellas de PVC. Método de prueba
<http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-EE-218-1989.PDF>

[18] NOM-116-SCFI-1997. Industria automotriz. Aceites lubricantes para motores a gasolina o a diésel Información comercial.

<http://legismex.mty.itesm.mx/normas/scfi/scfi116-02.pdf>

[19] NMX-L-69-1995-SCFI. Industria Automotriz. Aceites lubricantes para motores a gasolina o a diésel. Especificaciones y métodos de prueba.

<http://200.77.231.100/work/normas/nmx/1995/nmx-l-069-1995.pdf>

[20] NPA http://www.nfpa.org/http://es.wikipedia.org/wiki/NFPA_704

[21]CP,CPK, PP & PPK <http://www.isixsigma.com/tools-templates/capability-indices-process-capability/process-capability-cp-cpk-and-process-performance-pp-ppk-what-difference/>

ANEXOS

ANEXO 1: COMPONENTES DE UN AMEF

El AMEF es un formato que está formado de diferentes partes y cada uno de estas, representa campos importantes para el desarrollo del procedimiento. Está dividido principalmente por 2 partes:

1. Encabezado:

El encabezado del AMEF es la parte superior del formato y está constituido por las siguientes partes:

- a) **Número:** En esta parte se anota el número o código de registro que se utiliza para identificar el AMEF o para el control de documentos. En su parte inferior se anota el número consecutivo correspondiente a la página en la que se está trabajando y el número total de hojas.
- b) **Artículo:** En esta parte se anota el nombre y el número de sistema, subsistema o componente correspondiente al análisis del proceso que se está realizando.
- c) **Responsable del proceso:** En esta parte se anota el nombre de la organización, departamento o grupo que es el responsable del diseño del proceso bajo análisis. También se puede anotar el nombre de la empresa proveedora si así aplicará.
- d) **Año/Modelo/ Programa (s):** En esta parte se registra el año y programa del modelo del producto que se usará por el proceso que se analiza, en este caso si es conocido.
- e) **Fecha clave:** En esta parte se anota la fecha obligatoria en la que se debe terminar el AMEF, ya sea por la fecha de inicio de la producción o por una meta en tiempo que el equipo decida imponerse.
- f) **Fecha AMEF (Original):** En esta parte se anota la fecha del primer AMEF, así como a fecha de la última revisión formal, en el caso de que ya se haya hecho antes un AMEF sobre este proceso.
- g) **Equipo principal:** En esta parte se registran los miembros del equipo que tienen la responsabilidad de desarrollar el AMEF, preferentemente se anota el nombre, departamento, e-mail, etc. Cabe señalar que el equipo que desarrolla el AMEF es desarrollado y actualizado por personas multidisciplinarios y encabezados por el área de ingeniería y preferentemente integrar a las áreas involucradas.
- h) **Preparado por:** En esta parte se anota el nombre e información de contacto líder o responsable de preparar el AMEF.

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS DEL PROCESO											Número:						
DISEÑO <input type="checkbox"/>					PROCESO <input type="checkbox"/>					Página a de							
Artículo: b					Responsable del proceso: c												
Año/Modelo/Programa: d					Fecha clave: e			Fecha AMEF (Original): f									
Equipo Principal: g					Preparado por: h												
Etapa/Función de proceso y requerimientos	Modo potencial de falla	Efecto (s) potenciales de falla	Severidad	Clasificación	Causa (s) potencial de la falla	Proceso actual				Acciones recomendadas	Responsabilidad y fecha prometida	Resultados de las acciones					
						Controles preventivos	Ocurrencia	Controles de detección	Detección			NPR	Acciones tomadas y fecha de finalización	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR
i	j	k	l	m	n	p	o	p	q	r	s	t	u	v			

Figura 1 Análisis de modo y efecto de las fallas del proceso

En la **figura 1** arriba mencionada se menciona cada una de las partes de la que se encuentra compuesto el AMEF.

2. Cuerpo del formato

El cuerpo contiene el análisis de riesgos relacionados con las fallas potenciales y acciones de mejora que se están realizando y consta de:

i) Etapa/función de proceso y requerimientos: En esta parte se registra la identificación de la etapa del proceso u operación que está siendo utilizado, puede incluirse las operaciones de reparación o de re-trabajo.

En la función del proceso se debe escribir una descripción breve de la función de cada etapa u operación del proceso analizado, como recomendación solo las etapas que agregan valor en el proceso.

Y con respecto con los requerimientos, se realiza una lista de estos o de las entradas de las etapas del proceso contemplado, en caso de que fueran muchas se debe de alinear con respecto a los modos de fallas del AMEF.

j) Modos potenciales de falla: En esta parte se anota todos los modos potenciales de falla, sin tomar en cuenta la probabilidad de su ocurrencia, para ello el analista se puede basar de las siguientes 2 preguntas:

1. ¿Cómo el proceso puede fallar en su desempeño o en el cumplimiento de sus especificaciones?, independientemente de las especificaciones de ingeniería.
2. ¿Qué consideraría un cliente como objetable?

Ejemplo de modos de fallas frecuentes:

- Abertura inadecuada
- Contracción por tratamiento térmico
- Corto circuito
- Daño por manejo
- Falla de material
- Falta de lubricación
- Fuera de tolerancia
- Herramienta desgastada
- Herramental incorrecto
- Lubricación inadecuada
- Medición inadecuada
- Operación faltante
- Parte dañada
- Sistema de control inadecuado
- Sobre calentamiento
- Velocidad incorrecta

Por lo tanto el modo potencial de falla detalla la manera en la que el proceso, sistema o componente puede fallar en su operación o en el cumplimiento de los requerimientos.

k) Efectos potenciales de la falla: En esta parte como su nombre lo dice define los efectos de falla potencial. Describe los modos de falla señalados en el paso anterior, para este efecto puede realizar una pregunta que servirá de clave para este campo.

¿Qué ocasionara el modo de falla identificado?

Ya que la descripción debe ser tan específica como sea posible, a continuación se tienen los siguientes ejemplos más comunes:

- Áspero
- Calentamiento excesivo
- Eficiencia final reducida
- El producto no funciona
- Inestabilidad
- Mala apariencia
- Olor desagradable
- Ruido

Otras descripciones desde el punto visual son:

- No abrocha
- No ensambla
- No se puede conectar
- No se puede montar
- No se puede taladrar
- Ponen en peligro a los operadores

Es importante que se deba de identificar el área u operación donde se presenta la falla.

l) Severidad: En esta parte se estima la severidad de los efectos de fallas potenciales y se evalúan en una escala de 1 al 10 y representan la gravedad de la falla, una vez que la falla ha ocurrido. Es decir la severidad solo se refiere y se aplica al efecto y están listados en la siguiente tabla consultada de la FMEA 2008.

A continuación en la **tabla 1** describe los criterios de severidad del efecto sobre el producto (efecto para el cliente) y en la **tabla 2** describe los criterios y puntuación para la severidad efecto sobre el proceso.

Efecto	Criterio: severidad del efecto sobre el producto (efecto para el cliente)	Puntuación
Incumplimiento de los requerimientos de seguridad o reglamentarios	El efecto de modo falla impacta la operación segura del producto y/o involucra incumplimiento de regulaciones gubernamentales sin previo aviso	10
	El efecto de modo falla impacta la operación segura del producto y/o involucra incumplimiento de regulaciones gubernamentales con previo aviso	9
Pérdida o degradación de	Pérdida de la función primaria (producto inoperable, no afecta la operación segura del producto).	8

la función primaria	Degradación de la función primaria (producto operable, pero hay reducción del nivel del desempeño)	7
Pérdida o degradación de función secundaria	Pérdida de función secundaria (producto operable, pero las funciones de confort o comodidad son inoperables)	6
	Degradación de la función secundaria (producto operable, pero hay reducción del nivel de desempeño de las funciones de confort o comodidad)	5
Molestia	Apariencia o ruido audible, producto operable, parte no conforme y es percibido por la mayoría de los clientes (más del 75%)	4
	Apariencia o ruido audible, producto operable, parte no conforme y percibido por muchos clientes (50%)	3
	Apariencia o ruido audible, producto operable, parte no conforme y percibido por los clientes más perspicaces (25%)	2
Ningún efecto	Ningún efecto perceptible para el cliente.	1

Tabla 1 Criterios para la puntuación de severidad del efecto sobre el producto

Efecto	Criterio: severidad del efecto sobre el proceso (efecto para manufactura/ensamble)	Puntuación
Incumplimiento de los requerimientos de seguridad o reglamentarios	Puede poner en peligro al operador (maquina o ensamble) sin previo aviso	10
	Puede poner en peligro al operador (maquina o ensamble) con previo aviso.	9
Trastorno o afectación mayor	El 100% de la producción puede que tenga que desecharse. Paro de la línea de producción o del embarque	8
Trastorno o afectación significativa	Una parte de la producción pueda que tenga que desecharse. El efecto sobre el proceso principal incluye la disminución de la velocidad de la línea o el que se tenga que agregar más operadores	7

Trastornos afectación moderada	o	El 100% de la producción pueda que tenga que ser reprocesada fuera de la línea de producción para luego ser aceptada	6
		Una parte de la producción pueda que tenga que ser reprocesada fuera de la línea de producción para luego ser aceptada	5
Trastornos afectación moderada	o	El 100% de la producción pueda que tenga que ser reprocesada en la estación de trabajo antes de que esta sea procesada	4
		Una parte de la producción puede que tenga que ser procesada en la estación de trabajo antes de que esta sea procesada.	3
Trastornos afectación menor	o	Ligeros inconvenientes para el proceso, operación u operador	2
Ningún efecto		Ningún efecto perceptible	1

Tabla 2 Criterios para la puntuación de severidad del efecto sobre el proceso

m) Clasificación: En esta parte puede ser utilizado para identificar y clasificar los modos de falla o las causas que pueden requerir valoraciones adicionales a la ingeniería.

También se utiliza para clasificar cualquier característica especial del producto o del proceso (crítica, clave, mayor o significativa) para los componentes o sistemas que requieren controles adicionales del proceso.

n) Causas potenciales del modo de falla: Se entiende a la manera de cómo puede ocurrir una falla, donde cada causa ocupa un renglón.

En esta parte se realiza una lista lo más completa de todas las posibles causas para cada modo de falla. Puede auxiliarse la aplicación del diagrama de Ishikawa.

Ejemplo de las causas de falla más frecuentes:

- Abertura inadecuada
- Capacidad excedida
- Daño por manejo
- Lubricación inadecuada
- Medición inexacta
- Operación faltante

- Falla de material
- Falta de lubricación
- Herramienta dañada
- Herramienta desgastada
- Herramental incorrecto
- Parte dañada
- Preparación inadecuada
- Sistema de control inadecuado
- Sobrecalentamiento
- Velocidad incorrecta

Sin embargo el modo de falla puede tener una o más causas y por lo tanto en el formato puede ocupar varias líneas.

- o) Ocurrencia:** En esta parte nos permite estimar la posibilidad con la que se espera ocurra cada una de las causas potenciales de falla, es decir ¿Con que frecuencia ocurre la falla?. Se puede tomar referencia al listado anterior de tipos de modos de falla.

La ocurrencia se estima una escala del 1 al 10, para asignar algún número es importante ser consistente y utilizar criterios de acuerdo a la **tabla 3**:

Posibilidad de falla	Criterio: Ocurrencia de las causas (incidentes por piezas/producto)	Puntuación
Muy alta	≥ 100 por cada mil piezas ≥ 1 de cada 10	10
Alta	50 por cada mil piezas 1 cada de 20	9
	20 por cada mil piezas 1 de cada 50	8
	10 por cada mil piezas 1 cada 100	7
Moderada	2 por cada mil piezas 1 en cada 500	6
	0.5 por cada mil piezas 1 en cada 2000	5
	0.1 por cada mil piezas 0.2 1 en cada 10 000	4
Baja	0.01 por cada mil piezas 0.02 1 en cada 100 000	3
	≤0.001 por cada mil piezas 1 en cada 1 000 000	2
Muy baja	Las fallas son eliminadas por medio del control preventivo	1

Tabla 3 Criterios para la evaluación de la ocurrencia de las causas potenciales de falla del AMEF.

La columna de “incidentes por pieza/producto” se utiliza para indicar el número de fallas que son previstas durante la operación del proceso.

p) Controles actuales del proceso: En esta parte se describen controles que están dirigidos ya sea a prevenir que la causa de la falla ocurra o bien a detectar que el modo o la causa de la falla ocurrió.

Existen dos tipos de controles, que son:

1. **Preventivos:** Este tipo de controles elimina la posibilidad de que la causa o el modo de falla ocurra, o bien reduce la tasa de ocurrencia (previene).
2. **Detección:** Este tipo de control identifica la ocurrencia de la causa o el modo de falla, de tal forma que es posible generar acciones correctivas o tomar medidas reactivas con oportunidad. (Detecta)

En la anterior tabla describe los dos tipos de controles, para ayudar al equipo que distinga claramente, por lo tanto facilitara realizar una rápida inspección visual y asegurar el tipo de control a considerar.

q) Detección: En esta parte se valora la posibilidad de que los mejores controles listados en la columna de controles actuales del proceso detecten el modo de falla o su causa.

Se recomienda cuando se tiene más de un control para el modo de falla o su causa, se valoren todos los controles y solo se registre la puntuación más baja.

A demás se debe suponer que la falla ha ocurrido y evaluar la eficacia de todos los “Controles Actuales” para prevenir el embarque de las piezas que tienen aquel modo de falla

En la **tabla 4** se muestra la puntuación para la detección que se debe de estimar:

Oportunidad de detección	Criterio: Posibilidad de detección por los controles del proceso	Puntuación	Posibilidad de detección
Ninguna oportunidad de detección	Actualmente no hay controles de proceso, no se puede detectar o no es analizado	10	Casi imposible

No es probable detectar en cualquier etapa	El modo de falla y/o la causa (error) no son fácilmente detectados (por ejemplo auditorias aleatorias)	9	Muy remota
Detección del problema después del procesamiento	El modo de falla se detecta en la estación de trabajo por el operador a través de los sentidos de la vista, olfato u oído	8	Remota
Detección del problema en la fuente	El modo de falla se detecta en la estación de trabajo por el operador a través de los sentidos de la vista, olfato u oído, o bien después de la producción a través del uso de instrumentos que miden atributos (pasa/no pasa, verificación manual del torque, llaves graduadas, etc.)	7	Muy baja
Detección del problema después del procesamiento	El modo de fallas se detecta por el operador después del proceso a través de equipos de mediciones continuas, o en la estación de trabajo por el operador, a través del uso de instrumentos que miden atributos (pasa/no pasa, verificación manual del torque, llaves graduadas, etc.)	6	Baja
Detección del problema en la fuente	El modo falla a la causa del error se detectan en la estación de trabajo por el operador mediante equipo de mediciones continuas o mediante controles automáticos en la estación de trabajo que identifican los pares discrepantes y notifican al operador (luz, sonidos, etc.) Se realizan mediciones al arranque y la primera pieza se verifica (solo para cosas relacionadas con el arranque)	5	Moderada
Detección del problema después del procesamiento	El modo de falla se detecta después del proceso mediante controles automáticos que identifican las partes discrepantes y bloquean la parte para prevenir el que no se procese posteriormente	4	Moderadamente alta
Detección del problema en la fuente	El modo falla se detecta en la estación de trabajo por controles automáticos que identifican las partes discrepantes y bloquean la parte en la estación para	3	Alta

	prevenir el que no se procese posteriormente.		
Detección del error y/o prevención del problema	Se detecta la causa (error) de la falla en la estación de trabajo por controles automáticos que detectaran errores y previenen que se hagan partes discrepantes	2	Muy alta
No se aplica detección, se previene el error	Se previene la causa (error) de la falla como resultado del diseño del accesorio, la maquina o la parte. No se pueden hacer partes discrepantes por que se tiene un diseño de producto/proceso a prueba de errores	1	Casi segura

Tabla 3 Criterios de posibilidad de detección por los controles del proceso

En esta tabla la posibilidad se expresa en una escala invertida de 1 a 10, es decir que entre más preventivos y mejores sean los controles reciben una puntuación más baja, mientras que los peores reciben una puntuación más alta.

Es importante que el equipo al terminar de identificar los modos y efectos de falla, sus causas y controles, así como la severidad, ocurrencia y detección, deben decidir si son necesarios esfuerzos extras y como priorizar estos para reducir el riesgo. Se debe iniciar con las puntuaciones más altas de severidad.

Para los modos de falla con severidad de:

- 9 y 10 el equipo debe de asegurar que el riesgo es realizado por medio de controles de diseño existentes o bien recomendar acciones
- 8 o menores se debe considerar las causas que tengan las más altas puntuaciones en cuanto a ocurrencia o detección

r) Evaluación del riesgo: la evaluación se va a realizar mediante el cálculo mejor conocido como NPR, donde:

NPR = Número de prioridad de riesgo: Es un procedimiento que ha sido diseñado para ayudar a priorizar las acciones.

Fórmula para calcula el NPR:

$$\text{NPR} = \text{Severidad (S)} \times \text{Ocurrencia (O)} \times \text{Detección (D)}$$

Se calcula para cada una de las líneas del formato generadas por el efecto-causa-control.

- s) Acciones recomendadas:** El propósito de la acción que se recomienda deben reducir las evaluaciones de los riesgos, utilizando el siguiente orden de prioridad: Severidad, ocurrencia y detección.

Enseguida se mencionan como reducir las evaluaciones:

- Para la severidad se debe realizar la revisión del proceso o el diseño hecha en el AMEF.
- Para la ocurrencia puede ser necesario revisar el proceso y el diseño.
- Para la detección se recomienda usar sistemas de detección a prueba de errores, ejemplo: los poka-yoke.

Si al final de evaluar una combinación de falla/causa/control se concluye que no hay acción recomendada, se debe de indicar la palabra ninguna y una breve explicación sobre todo si la severidad es alta.

- t) Responsable y fecha compromiso:** En esta parte se especifica el nombre del área y persona responsable de completar cada una de las acciones recomendadas, así como la fecha para concluir tales acciones.

Resultados de las acciones: En esta parte se identifican los resultados de cualquier acción que se completa y su efecto sobre la evaluación de S,O, D y el NPR.

- u) Acciones tomadas y fecha de finalización:** En esta parte se registra una breve descripción de las acciones y la fecha en que fueron concluidas, esto se realiza después de que las acciones han sido implementadas.
- v) Severidad, Ocurrencia detección y NPR:** Al finalizar las acciones preventivas/correctivas se debe de actualizar la información para la puntuación de severidad, ocurrencia y detección, así como la revisión del NPR.

[9].

La información arriba mencionada describe y detalla cada uno de los componentes de un AMEF. Sin embargo a continuación y de acuerdo al presente trabajo se menciona cada uno de los puntos considerados para el AMEF de proceso:

ANEXO 2: PARTES DE UN PLAN DE CONTROL

A continuación se describe cada uno de ellos lo que indica de forma más amplia y lo que se escribirá en el campo o columna correspondiente.

1. Existen 3 tipos de plan de control que son: Prototipo, Pre-lanzamiento y Producción.
 - **Prototipo:** Es una descripción de las mediciones dimensionales de materiales y pruebas de rendimiento que se producen durante la construcción del prototipo.
 - **Pre-lanzamiento:** Es una descripción del material de mediciones dimensionales y las pruebas de rendimiento que se producirán después de prototipo y antes de la producción normal.
 - **Producción:** Es una documentación completa de las características del producto/ proceso, controles de procesos, pruebas y sistemas de mediciones que se producen durante la producción normal.
2. Número de Plan de Control: Indica el número de documento del plan de control que se utiliza para el seguimiento, en su caso. Para múltiples páginas de control, introduzca el número de página (página _ de _).
3. Número de parte del nivel más reciente o cambio: Indica el número del sistema, subsistema o componente que se está controlado. En su caso, indique el nivel más reciente de cambio de ingeniería y / o fecha de emisión de la especificación del dibujo.
4. Nombre de la parte / Descripción: Indica el nombre y la descripción del producto / proceso que está siendo controlado.
5. Proveedor/Planta: Indica el nombre de la empresa y la división/planta o departamento correspondiente de preparar el plan de control.
6. Código de proveedor: Indica el número de identificación, conforme a lo solicitado por la organización contratante.
7. Nombre / teléfono de contacto: Indica el nombre y número de teléfono del contacto principal responsable del plan de control.
8. Equipo principal: Indica el nombre (s) y número de teléfono (s) de la persona (s) responsable de preparar el plan de control de la última revisión. **Nota:** estos datos se incluyen en una lista de distribución adjunta.
9. Aprobación del proveedor/planta/fecha: Indica la fecha de aprobación de plantas de fabricación responsable (si es necesario).
10. Fecha: (original): Indica la fecha en que el plan de control original fue compilado.
11. Fecha: (revisión): Indica la fecha en que las últimas actualizaciones del plan de control.
12. Aprobación de ingeniería del cliente/fecha: Indica la fecha de aprobación de ingeniería responsable (si es necesario).

13. Aprobación de la calidad del cliente/fecha: Indica la fecha de aprobación representante de calidad del proveedor responsable (si es necesario)
14. Otras aprobaciones/fecha: Indica la fecha de aprobación de cualquier otro acordado (si es necesario)
15. Numero de proceso/parte: Indica el número de artículo por lo general se hace referencia desde el diagrama de flujo del proceso. Nota: Si existen varios números de parte (montaje), la lista de los números de pieza son individuales y sus procesos en consecuencia.
16. Nombre del proceso/ Descripción de Operación: el nombre del proceso/operación realizado desde el diagrama de flujo del proceso. Identifique que describe mejor la actividad que se trate.
17. Máquina, dispositivo, plantilla, herramientas para la fabricación: Indica la máquina, dispositivo, plantilla u otras herramientas para la fabricación, según el caso. Por cada operación, identificar el equipo de procesamiento.
18. Número: Indica el número de referencia cruzada de todos los documentos pertinentes, tales como: diagrama de flujo del proceso, numero de proyecto original. AMEF's, bocetos (generada por ordenador o de otro tipo) , si es necesario.
19. Producto: Indica las características o propiedades de la pieza, componente o conjunto que se describen en el dibujo u otra información de ingeniería primaria. Nota: Todas las características especiales deben estar inscritos en el plan de control.
20. Proceso: Indica las variables de proceso (variables de entrada) que tienen una relación de causa y efecto de la recolección de las características de los productos identificados.
Nota: una característica proceso sólo se puede medir en el momento que se produzca. En algunos procesos una característica proceso puede afectar a varias características del producto.
21. Clasificación de características especiales: Indica la clasificación apropiada según los requisitos del OEM. Características como aquellas que afectan la seguridad del cliente, el cumplimiento de la normatividad, la función, ajuste, o la apariencia y se denominan como: " Críticas ", "Clave ", " Seguridad" o " significativas".
22. Especificación de producto/proceso/Tolerancia: Indica la especificación o tolerancia que se puede obtener de diversos documentos de ingeniería, tales como: dibujo, revisiones de diseño, nivel material, datos de diseño asistido por ordenador, la fabricación y los requisitos de montaje.
23. Técnica de evaluación/medición: Indica el sistema de medición que se está utilizando. Como: medidores, accesorios, herramientas y equipos de ensayo requerida para medir la pieza material, el proceso y fabricación. Un análisis de la linealidad, reproducibilidad, repetitividad, estabilidad y precisión del sistema de medición se debe hacer antes de confiar en un sistema de medición y mejoras hechas en consecuencia.

24. Tamaño de la muestra/frecuencia: Indica la lista del tamaño de la muestra correspondiente y es preciso realizar la frecuencia.
25. Método de control: Indica una breve descripción de cómo se controlará la operación, incluya los números de procedimiento en su caso. Debe basarse en un análisis eficaz del proceso y se determina por el tipo de proceso que existen. Las operaciones pueden ser controladas por control de proceso estadístico, inspección, datos de atributos, a prueba de error, (no automatizado/automatizado) y los planes de muestreo. Nota: El método de control debe ser evaluado continuamente para la eficacia del control del proceso. Por ejemplo, cambios significativos en el proceso o la capacidad del proceso deberían dar lugar a una evaluación del método de control.
26. Plan de Reacción: Indica las acciones correctivas necesarias para evitar la producción de productos no conformes o que operen fuera de control. La acción debe ser la responsabilidad de las personas más cercanas al proceso, el operador, organismo del trabajo o supervisor, y estar claramente designadas en el plan y deben tomarse medidas para la documentación. Nota: En caso de sospechas de productos no conformes deben ser claramente identificados y puestos en cuarentena y la disposición realizados por la persona responsable diseñado en el plan de reacción.

En la **figura 2** se menciona cada una de las partes de la que se encuentra compuesto el AMEF.

[4].

PLAN DE CONTROL

PROTOTIPO <input type="checkbox"/> PRELANZAMIENTO <input type="checkbox"/> PRODUCCIÓN <input type="checkbox"/>	Nombre /Teléfono de contacto	Fecha (original)	Fecha (revisión)
Número del Plan de control	Equipo Principal	Aprobación de Ingeniería del Cliente /Fecha (si se requiere)	Aprobación de Calidad del Cliente/Fecha (si se requiere)
Número de Parte /Ultimo nivel de cambio	Aprobación de Proveedor/Planta/Fecha	Otra Aprobación/Fecha (si se requiere)	
Nombre de la Parte/Descripción	Proveedor/Planta	Código del proveedor	Otra Aprobación/Fecha (si se requiere)

Número de Proceso / Parte	Nombre del proceso/Descripción de operación	Maquina/Dispositivo, Plantilla/Herramientas para Fabricación	Características			Clasificación de Caract. Especiales	Métodos				Plan de Reacción	
			No	Producto	Proceso		Especificación del Producto/Proceso /Tolerancia	Técnica de Evaluación/ Medición	Ejemplos			Métodos de Control
									Tamaño	Frecuencia		
15	16	17	18	19	20	22	23			25	25	
						21			24			

Figura 2 Plan de control

