BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA

COLEGIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"FORMULACIÓN DE UN PROCESO PARA LA PLANEACIÓN, EJECUCIÓN, DIRECCIÓN Y CONTROL DE DESARROLLO DE PROYECTOS UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE CALIDAD"

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

MARTHA PATRICIA REYES SANDOVAL

ASESOR:

M. A. KARINA MARTÍNEZ MORALES

PUEBLA, PUE. SEPTIEMBRE 2017

BUAP

Oficio D-SA 3048/2017

C. MARTHA PATRICIA REYES SANDOVAL
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
Presente.

En atención al Tema de Tesis que puso Usted a consideración de la Coordinación de Área y de esta Secretaría Académica en coordinación con la Dirección de ésta Facultad de Ingeniería, dentro del marco de Titulación por Examen Profesional, como medio de Titulación se dio revisión y se ha autorizado el tema denominado:

"FORMULACIÓN DE UN PROCESO PARA LA PLANEACIÓN, EJECUCIÓN, DIRECCIÓN Y CONTROL DE DESARROLLO DE PROYECTOS UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE CALIDAD"

Por lo anterior hacemos de su conocimiento que se asigna como asesora a la M.A. Karina Martínez Morales.

Sin más por el momento, le envío la seguridad de mi consideración más distinguida.

Atentamente
"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Z. a 30 de agosto de 2017

M. en I. Fernando Daniel Lazcano Hernández
Director

M'FDLH/MJAJT/BARV
C.c.p. Interesado
C.c.p. Archivo

80 AÑOS DE UNIVERSIDAD

Facultad de Ingeniería
Blvd. Valsequillo y Av. San Claudio s/n, edif. 108 C, Col. San Manuel, Ciudad Universitaria, Puebla, Pue. C.P. 72570
01 (222) 229 55 00 Ext. 7610

M. en I. Fernando Daniel Lazcano Hernández
Director de la Facultad de Ingeniería
P r e s e n t e.

La que suscribe: M.A. Karina Martínez Morales, asesora del tema denominado: **"FORMULACIÓN DE UN PROCESO PARA LA PLANEACIÓN, EJECUCIÓN, DIRECCIÓN Y CONTROL DE DESARROLLO DE PROYECTOS UTILIZANDO HERRAMIENTAS DE CALIDAD"**, presentado por la **C. MARTHA PATRICIA REYES SANDOVAL**, pasante de la carrera de Ingeniería Industrial con número de matrícula 201105373, me permito informar a Usted que dentro del marco de examen profesional, y después de haber realizado una cuidadosa revisión del contenido temático, la metodología y la redacción de la tesis correspondiente, no existe inconveniente en autorizar la impresión de la misma.

Sin más por el momento, le envío la seguridad de mi consideración más distinguida.

A t e n t a m e n t e
"Pensar bien, para vivir mejor"
H. Puebla de Z. a 23 de agosto de 2017

M. A. KARINA MARTINEZ MORALES
Asesora

M' KMM/BARV
C.c.p. Interesado
C.c.p. Archivo

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1. 6
Descripción General. 6
1.1 Introducción. 6
1.2 Empresa. 7
- **Misión.** 11
- **Visión.** 11
- **Valores.** 11
- **Distribución de la empresa.** 11

1.3 Planteamiento del problema. 16
1.4 Marco de referencia. 18
1.5 Relevancia para la carrera de Ingeniería Industrial. 19
1.6 Alcances y limitaciones. 19
1.7 Justificación. 20
1.8 Establecimiento de objetivos. 21
1.8.1 Objetivo general. 21
1.8.2 Objetivos específicos. 21
CAPÍTULO 2. 22
Marco teórico. 22
2.1 Administración de proyectos. 22
2.1.2 Project Management Institute. 23
2.1.3 Estrategia en la organización y selección de proyectos. 24
2.2 Calidad total. 26
2.3 Metodología. 27
2.3.1 Herramientas de Calidad. 28
- **Ciclo de Deming.** 28
  - **William Edwards Deming.** 29
- **7 Herramientas de Calidad.** 33
- **Diagrama de Pareto.** 34
- **Diagrama Causa-Efecto.** 36
  - **Kaoru Ishikawa.** 36
- **Diagrama de flujo de proceso.** 38
- **APQP (Advanced Product Quality Planning).** 40
- **Lista de verificación.** 43

..... 44
2.3.2 Establecimiento de indicadores. 44

CAPÍTULO 3. 45
Desarrollo. 45
3.1 Diagnóstico de la empresa. 45
3.2 Aplicación de herramientas de calidad. 47
3.2.1 Primera etapa. 47
3.2.2 Segunda etapa. 55
3.2.3 Tercera etapa. 60
3.2.4 Cuarta etapa. 63
CAPÍTULO 4. 64
Conclusiones. 64
Bibliografía 66

CAPÍTULO 1.

Descripción General.

"Todos los grandes logros de la humanidad, desde la construcción de las grandes pirámides hasta el descubrimiento de una cura para la poliomielitis o poner a un hombre en la luna comenzaron con un proyecto".

(Gray & Larson, 2009)

1.1 Introducción.

Planificar un proyecto es diseñar una serie de acciones que deben desarrollarse para lograr cumplir determinados propósitos utilizando los recursos disponibles. Gestionar un proyecto es administrarlo optimizando la relación recursos-resultados, mediante el uso de herramientas específicas en el seguimiento de cada etapa. Aplicado al mundo laboral, planificar y gestionar proyectos consiste en definir objetivos productivos de corto, mediano y largo plazo en función de los cuales se programan acciones y se ordenan recursos, bajo un régimen de control de gestión y evaluación de resultados.

Las organizaciones empresariales tienen objetivos y esperan de sus colaboradores una contribución eficiente para concretar los mismos. Para esto se requiere fijar objetivos, recolectar, organizar y analizar información y desarrollar y gestionar proyectos lo cual constituye el principal objeto de estudio de la presente tesis.

En este estudio se diseña un plan instructivo de gestión de proyectos que se ajuste a las necesidades específicas de los departamentos involucrados incorporando herramientas de calidad que permitan monitorear todo el proceso de desarrollo de los proyectos y así obtener resultados medibles.

Con ayuda de las herramientas que se abordarán en los siguientes capítulos se logra desarrollar una mayor cantidad de proyectos terminados en menor tiempo, pero en realidad el cambio se obtiene cuando se cuenta con el apoyo de todas las áreas de la empresa, que aunque no fue fácil, es el mayor logro.

1.2 Empresa.

La empresa en la que se desarrolla el proyecto es de origen español líder en fabricación y distribución de sistemas profesionales de higiene y limpieza. Su principal planta productiva y centro de distribución está ubicado en Alicante, España. Es la empresa con el más amplio catálogo de productos para el canal institucional.

Un canal institucional está constituido por todo aquel conjunto de personas u organizaciones que facilitan la circulación del producto elaborado hasta llegar a manos del consumidor o usuario. El canal de distribución institucional se fundamenta en la estructura de las instituciones que lo integran.

En la mayoría de los casos, los intermediarios son organizaciones independientes del productor. Su vinculación con el mismo es a través de contratos. Pero, en algunos, no existen organizaciones intermediarias o son propiedad de la empresa productora como es el caso.

Es la empresa con planta productiva más grande en el país, lo que le permite asegurar la oportuna entrega de mercancías, bajo estándares de calidad internacionales. Cuenta con una planta productiva en Puebla, México; la cual sirve de plataforma para satisfacer los requerimientos de los clientes en Latinoamérica y con 3 centros de distribución, que cubren las necesidades de los clientes en la República Mexicana.

Con una trayectoria de más de 20 años, la empresa ha iniciado una nueva etapa de consolidación y crecimiento basada en el servicio, calidad e innovación; para incrementar su capacidad productiva y el desarrollo de nuevos productos.

Su actividad productiva se desarrolla en España y México, lo que la confiere un marcado carácter industrial internacional y le permite abordar el mercado mundial con productos adaptados a cada necesidad específica y peculiaridad, aprovechando esta experiencia para nuevos desarrollos basados en el permanente trabajo de I+D+I (Investigación, Desarrollo e Innovación) que se ha implementado de manera continua.

El crecimiento de esta empresa se da debido a las necesidades del mercado ya que la higiene y productos que sirven a este propósito se han transformado en una actividad importante para las empresas en general.

El objetivo principal de la empresa es consolidar el liderazgo expandiendo sus productos hacía nuevos mercados y disponer de una base cada vez más amplia de clientes fieles y satisfechos.

En la siguiente imagen se muestra la planta productiva y CEDI (Centro de distribución) ubicada en Alicante, España.

Figura 1.1 Planta productiva y CEDI Alicante, España.

En la imagen 1.2 se encuentra localizada la planta productiva ubicada en Puebla, México y los 3 CEDIS ubicados en Monterrey, Guadalajara y México, D.F.

Figura 1.2 Ubicación CEDIS.

Los CEDIS son colocados estratégicamente en los lugares antes mencionados para lograr abastecer las necesidades de los clientes a lo largo de la república mexicana y américa latina.

En la siguiente imagen se muestran por colores los diferentes estados que cada CEDI abastece.

- En color verde, se muestran los estados que comprende el CEDI de Monterrey, Nuevo León.
- En color amarillo, los estados que abastece el CEDI de Guadalajara, Jalisco.
- En color naranja, los estados del CEDI México, D.F.

Figura 1.3 Abastecimiento CEDIS México.

El CEDI de México, D.F. es el encargado de las ventas en América Latina.

Figura 1.4 Ventas América Latina

- ## Misión.

Somos una empresa que se dedica a la fabricación de aparatos de higiene institucional y tenemos una amplísima gama de productos que pueden satisfacer las necesidades de nuestros clientes consolidados, así como de los clientes potenciales.

- ## Visión.

El grupo quiere ser reconocido en el sector de la higiene institucional, como referente por la calidad de su producto, de su servicio y de las soluciones técnicas aportadas siempre en la línea de sus productos en los que estamos especializados.

- ## Valores.

Las situaciones, acciones y decisiones que se toman por parte de los empleados de la compañía deben ser evaluadas bajo los siguientes valores corporativos:

- ➔ Imparcialidad.
- ➔ Creatividad.
- ➔ Respeto.
- ➔ Compañerismo.
- ➔ Pertenencia.
- ➔ Optimismo.

- ## Distribución de la empresa.

La empresa comprende cinco departamentos generales que son Ventas, Logística, Producción, Calidad/Ingeniería y Administración. En la figura 1.5 se muestra un organigrama de la estructura de los responsables de cada uno de los departamentos en la planta productiva ubicada en Puebla.

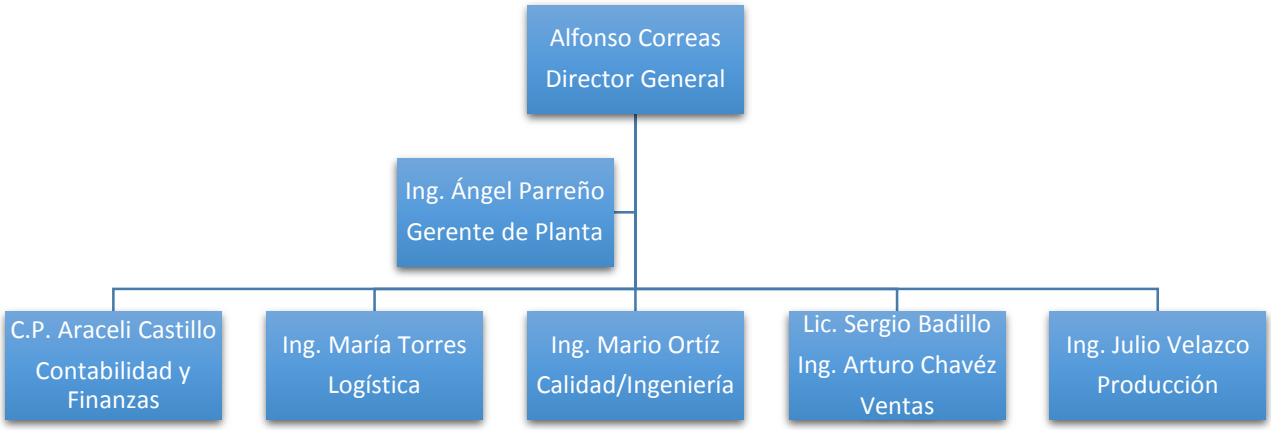


Figura 1.5 Organigrama planta productiva Puebla, México.

En cuanto a los procesos productivos de la planta, su distribución interna corresponde a cada una de la división de los productos actuales, y de igual forma los espacios necesarios antes, durante y al final de cada proceso productivo. Esto permite controlar y administrar la empresa de manera favorable (ver figura 1.6).

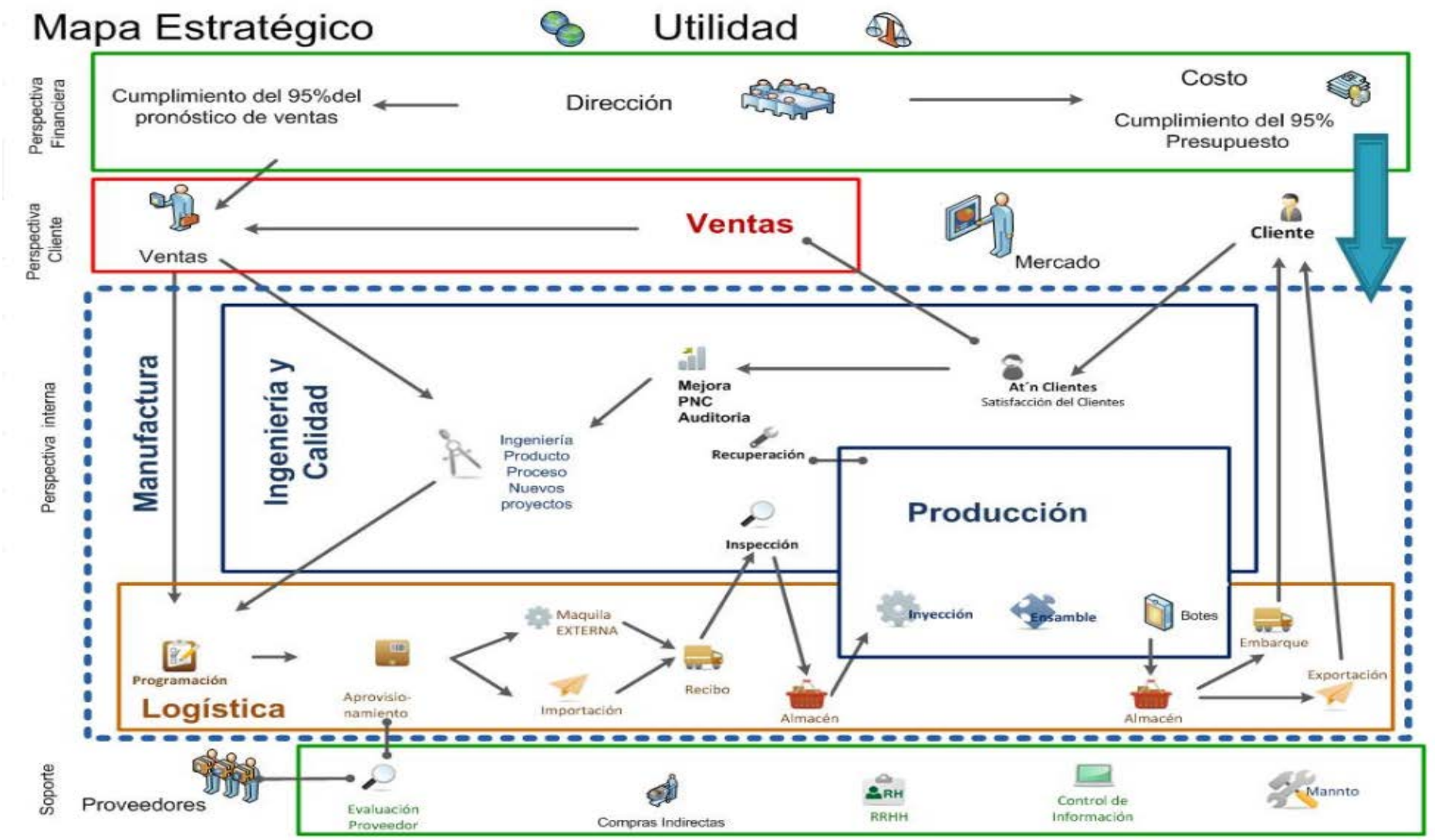


Figura 1.6. Mapa de procesos

En la figura 1.7 se muestra el Lay Out general de la planta ubicada en Puebla.

La planta productiva cuenta con 2 naves. Las áreas que comprende la nave 1 son:

- Oficinas administrativas.
- Área de botes.
- Ensamble.
- Moldes e inyección.
- Almacenes de recepción de materiales, materia prima, y producto en proceso.

En la segunda nave se encuentran:

- Almacén de producto terminado.
- Laboratorio de pruebas de los productos desarrollados por el área de proyectos.

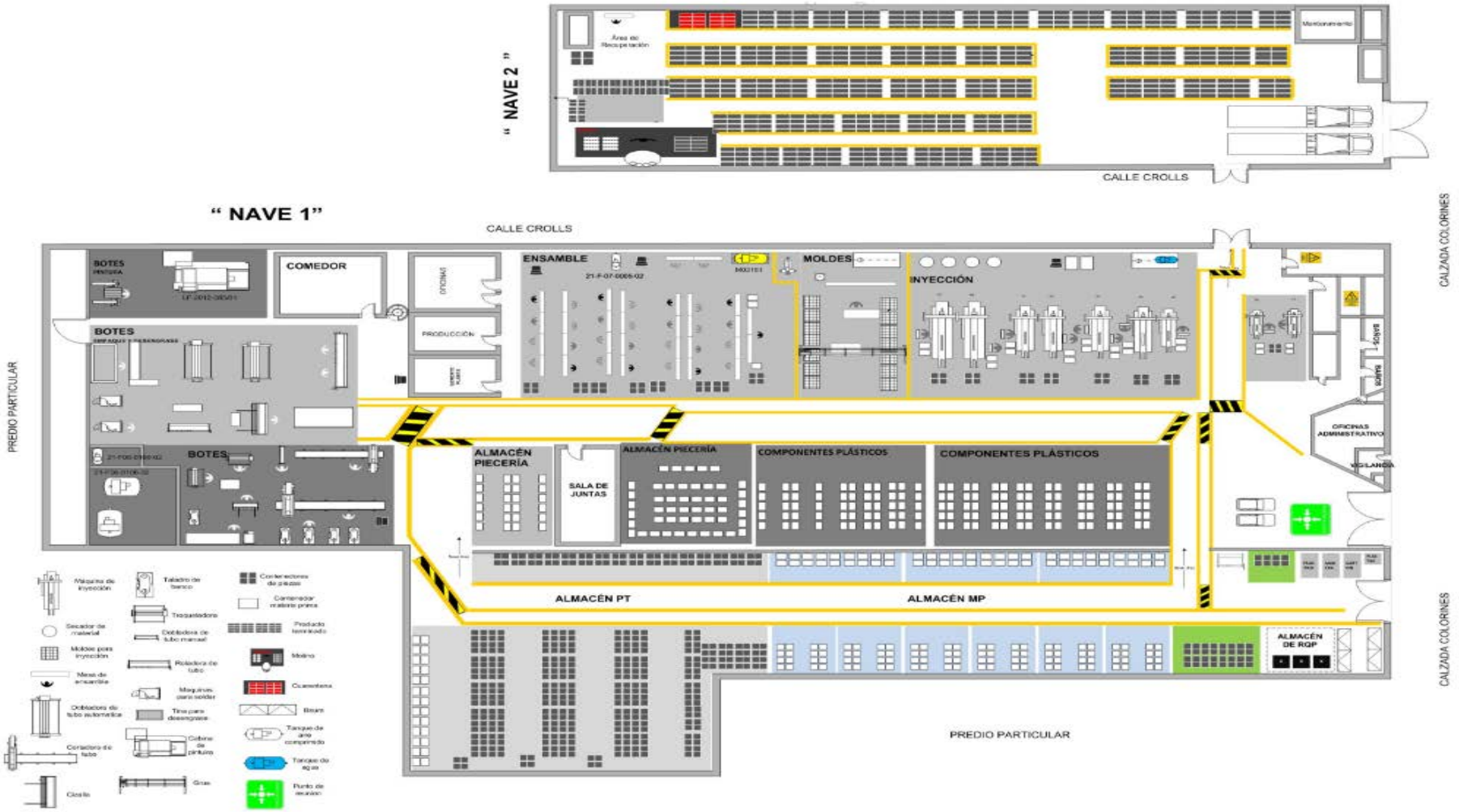


Figura 1.7 Lay Out planta productiva Puebla, México.

1.3 Planteamiento del problema.

El objeto de esta tesis tiene lugar en la planta productiva ubicada en Puebla, México la cual se encarga de llevar a cabo una gran cantidad de proyectos de I+D+I, los cuales se desarrollan dentro de ella pero se distribuyen a la planta ubicada en Alicante, España y a los CEDIS de la república mexicana.

La empresa cuenta con diversos departamentos: ventas, administración, ingeniería/calidad, producción y logística; que trabajan de manera conjunta para lograr cumplir los objetivos de calidad de la empresa que son:

1. Lograr estar en el 80% de eficiencia en inyección y 85% en ensamble y botes/porta bobina.
2. Obtener menos de 0.5% de reclamos en garantía.
3. Implementación de al menos 5 propuestas solidas que supongan mejoras de costos en nuestros productos.
4. Lograr el 100% de cumplimiento del planning de nuevos proyectos.
5. Obtener niveles de confiabilidad de inventario de mínimo un 95%.
6. Lograr el 100% del cierre de AACC (acciones correctivas) que se sustenten adecuadamente.
7. Lograr al menos 5 AAPP (acciones preventivas) que se sustenten adecuadamente.

El cumplimiento exitoso de los objetivos antes mencionados se lleva a cabo mediante la correcta coordinación de las diversas áreas funcionales de la empresa, por ello, es necesario la participación de los departamentos que ayuden a logarlo. Los departamentos que están estrechamente relacionados con el cumplimiento de estas funciones son el de ingeniería y calidad por tanto se determina que es necesario realizar una fusión de estos.

Se realiza un análisis de la situación de cada área que compone cada uno de estos departamentos y la manera en que cada una de ellas ayudará a cumplir cada objetivo.

Es en especial el área de desarrollo de proyectos en la que se encuentran ciertos detalles que deben solucionarse para que esta pueda cumplir con el objetivo número 4: “Lograr el 100% de cumplimiento del planning de nuevos proyectos.” Dado que este no cuenta con un tiempo de cumplimiento establecido por el departamento se determina que este sea un objetivo que se cumpla a corto plazo, es decir en un periodo de 1 año.

Los aspectos encontrados sólo se mencionarán a continuación ya que en los siguientes capítulos se explicarán a detalle:

- No se cuenta con un proceso definido de desarrollo de proyectos.
- Falta de planeación y cronograma de proyectos.
- Los proyectos no se desarrollan de manera satisfactoria debido a la falta de material por parte de proveedores y la falta de especificaciones de los clientes al solicitar los proyectos.

Estos problemas se identificaron al tomar 20 proyectos de muestra y no se tiene conocimiento de cuánto tiempo se tardó realizarlos. Muchos de estos proyectos no se terminaron de manera correcta y esto causa grandes pérdidas a la empresa. Por lo que el objetivo es lograr implementar medidas que resuelvan estos problemas y se alcance el objetivo en el mismo tiempo establecido.

Desde sus inicios el área de desarrollo de proyectos es de vital importancia para la empresa ya que esta es uno de los procesos estratégicos para estar en a la vanguardia y garantizar sus ingresos financieros.

Si el área de proyectos no existiera y no se desarrollaran nuevos productos o mejoras, el crecimiento de la empresa no estaría garantizado como lo está en la actualidad. Asimismo si el desarrollo de los proyectos no se lleva de manera correcta puede provocar desperdicios o pérdidas para la empresa.

En Octubre de 2015, la empresa toma la decisión de implementar un proceso de desarrollo de proyectos lo que proporcionará una solución de manera eficaz para la gestión de éstos y un aumento en el número de proyectos terminados los cuales ayudarán a cumplir con el objetivo mencionado en el planteamiento del problema.

La alta dirección determinó que se dispone de un tiempo de implementación de las mejoras de 4 meses y en este tiempo se debe lograr el mayor número de proyectos terminados ya que no se cuenta con un tiempo de término establecido previamente. Este objetivo se logró con éxito al contar con las herramientas que se mencionan en el siguiente capítulo y con el trabajo en conjunto de los departamentos y personal involucrado en la empresa.

La función de lo proyectos atrae cada vez mayor atención, pues constituyen la principal herramienta para alcanzar las metas estratégicas de la organización mediante la práctica. Ante la intensa competencia global, muchas organizaciones se han reorganizado en torno a una filosofía de innovación, renovación y aprendizaje organizacional a fin de sobrevivir.

La empresa debe disponer de recursos que le permitan desarrollar y comercializar los proyectos. Los costos operativos de los proyectos son altos, razón por la cual se debe contar con mecanismos que favorezcan la gestión de la planeación y control de operación contribuyendo a disminuir el riesgo de incurrir en sobre costos operativos causados por el exceso de inventario, altos desperdicios de material y demoras en la entrega de los productos terminados.

1.4 Marco de referencia.

El departamento de Calidad/Ingeniería trabaja de manera conjunta para asegurar la calidad en cada uno de los productos. El área de calidad se encarga de definir e instrumentar las medidas necesarias para verificar la calidad de los procesos de fabricación de la diversidad de productos, estableciendo controles para el seguimiento del desarrollo de los nuevos proyectos que es de lo que se encarga el área de ingeniería.

El desarrollo de nuevos proyectos es uno de los puntos clave de la operación de la empresa, por este motivo el trabajo se llevó a cabo en el departamento de Calidad/Ingeniería en el área de desarrollo de proyectos, pues es precisamente donde las mejoras pueden producir buenos resultados. Cada vez se hace más necesario generar productos con un alto grado de calidad que satisfagan las necesidades de los clientes.

1.5 Relevancia para la carrera de Ingeniería Industrial.

El enfoque holístico de la Ingeniería Industrial, brinda el marco conceptual para la indagación de problemas, identificación de situaciones problemáticas, criterios de evaluación y elección, decisión e implantación de acciones, lo cual lleva a resultados esperados y a resultados emergentes, sean sinergias o fallas.

La carrera de Ingeniería Industrial en su carácter interdisciplinario, brinda la posibilidad de acceder a herramientas de calidad para poder analizar la problemática de las empresas en cualquiera de sus áreas, por lo que, el crear un proceso definido para el correcto desarrollo de los proyectos brinda la posibilidad de explotar y poner en práctica los conocimientos adquiridos.

La calidad se relaciona directamente con el proceso de elaboración de un producto, para lograr esto se requiere de metodologías que permitan la visualización, análisis, desarrollo y evaluación del mismo, con la finalidad de elaborar propuestas correctas que permitan lograr el objetivo general y aportar un beneficio a las organizaciones.

1.6 Alcances y limitaciones.

Este proyecto se lleva a cabo en la planta productiva ubicada en Puebla, México, donde se detectaron los problemas con el desarrollo de los proyectos solicitados.

Por el momento el proceso de desarrollo de proyectos se implementará sólo en esta planta pero tendrá un impacto con los productos que se distribuyen en la planta de Alicante, España y en los CEDIS ubicados a lo largo de la república mexicana.

Con este proyecto se realiza un análisis y a partir de este se logra implementar herramientas de calidad, permitirá plantearse una serie de preguntas como: ¿Todos los proyectos se deben desarrollar? ¿Cuáles son los aspectos que determinan si un proyecto debe llevarse a cabo?, ¿Este proyecto agrega un valor extra a la empresa?, y con esto, decidir si todos los proyectos son viables, situación que antes no se tomaba en cuenta.

La limitación principal es el tiempo de implementación de la propuesta de mejora, puesto que se dispone de 4 meses y generalmente es complicado adaptarse a las nuevas actividades que se deben realizar ahora y muchas personas no están dispuestas al cambio.

1.7 Justificación.

El continuo incremento de la complejidad, tanto a nivel interno como externo de la empresa, incluido el mercado, ha implicado que el proceso de desarrollo de nuevos productos haya incorporado de forma progresiva diferentes técnicas, herramientas y metodologías que permiten alcanzar los objetivos de forma eficiente mediante una planificación precisa.

El sector de higiene industrial e institucional satisface altos requisitos técnicos de eficacia, debido a que la limpieza es un factor esencial en la seguridad tanto de los procesos industriales como en la protección de la salud humana y en el medio ambiente.

Dentro de la empresa se ha visto la necesidad de trabajar e incorporar medidas de innovación dentro del área de proyectos, el aumento del interés por parte del consumidor en la innovación y la calidad obliga a las empresas a preocuparse cada vez más por este concepto. Las empresas buscan adaptarse a los cambios y logran desarrollar nuevos métodos para satisfacer las necesidades de los clientes y así tendrán una mayor ventaja frente a sus competidores.

En general, el área de desarrollo de proyectos del departamento de Calidad/Ingeniería no contaba con un proceso definido a seguir ante la solicitud de mejoras en los productos o en la creación de proyectos nuevos. Los proyectos se llevaban a cabo, pero al no seguir un orden de cumplimiento se detectaban dificultades a lo largo del proceso. Por este motivo se inicia el proceso de restructuración de solicitud de los proyectos nuevos y existentes.

A lo largo del desarrollo se muestra una propuesta para redefinir este proceso, se implementan de herramientas de calidad las cuales se describirán a continuación para lograr tener un proceso definido para la planeación, ejecución, dirección y control de los proyectos nuevos y los ya existentes, con el objetivo de

lograr un incremento en el número de proyectos terminados con las especificaciones y propuestas de seguimiento durante un tiempo determinado.

1.8 Establecimiento de objetivos.

1.8.1 Objetivo general.

Desarrollar un proceso definido a lo largo de la planeación, ejecución, dirección y control en el desarrollo de proyectos en el área de planeación de la empresa, utilizando herramientas de calidad funcionales para un mejor control del ciclo de vida de los proyectos.

1.8.2 Objetivos específicos.

1.- Analizar la situación actual de la empresa mediante un diagnostico general que permita detectar los problemas existentes para encontrar la manera de solucionarlos.

2.- Estandarizar el proceso de ciclo de vida de los proyectos creando una estructura de seguimiento de los mismos para evitar acciones innecesarias y desperdicios en los recursos de la empresa.

3.- Seleccionar las herramientas de calidad que sea conveniente utilizar, estas serán las que permitan resolver de manera específica cada uno de los problemas detectados en el diagnóstico.

4.- Terminar al menos un 50% de nuevos proyectos y de mejora en tiempo y forma al seguir las acciones de desarrollo para incrementar el número de proyectos exitosos en un periodo de 4 meses

CAPÍTULO 2.

Marco teórico.

2.1 Administración de proyectos.

La administración de proyectos es una metodología usada a nivel mundial, por empresas e instituciones para alcanzar objetivos en un tiempo determinado, la utilizan las empresas públicas, privadas y del sector social, cuando se tiene una tarea o proceso específico a realizar. Es muy útil para las empresas porque pueden definir objetivos, asignar recursos y personal para lograr objetivos en un tiempo predeterminado esto al observar las ventajas de organizar el trabajo en forma de proyectos. Se ha desarrollado hasta el punto en el que se ha convertido en una disciplina profesional con su propio cuerpo de conocimientos y habilidades.

La administración de proyectos, es la aplicación del conocimiento, de las habilidades, y de las técnicas para ejecutar los proyectos en forma eficiente y efectiva. Es una competencia estratégica para las organizaciones que les permite atar los resultados de los proyectos a las metas del negocio y así competir mejor en su mercado. (PMI, PMI Capítulo México, 2017)

Es crítico mantener una perspectiva de opciones; esto es, conservar la flexibilidad para ajustar los recursos del proyecto (o retrasar o suspender un proyecto) aun después de que se ha iniciado. Esta habilidad de responder de manera dinámica a las condiciones cambiantes aumentará el valor esperado de un proyecto conforme ante la incertidumbre asociada a él.

Administración de proyectos es la planeación, organización, coordinación, dirección y control para lograr el objetivo del proyecto. El proceso de la administración de proyectos consiste en establecer un plan de trabajo y luego ejecutar el plan para lograr el objetivo del proyecto. (Guido & Clements, 2012)

Da un enfoque único formado por las metas, los recursos y el cronograma de cada proyecto. El valor de dicho enfoque se ha probado en todo el mundo por el crecimiento rápido que ha tenido la dirección de proyectos: como una competencia estratégica de la organización, como un tema para la capacitación y la educación, y un camino para el desarrollo profesional.

2.1.2 Project Management Institute.

El Instituto para la Administración de Proyectos (Project Management Institute) es una organización profesional no lucrativa que promueve la administración de proyectos. Fundado en 1969, el PMI ha promovido la idea de que la administración de proyectos requiere un conjunto de habilidades y un cuerpo de conocimientos que son únicos para administrar proyectos.

Desde su fundación, el PMI ha ido creciendo de manera sostenida hasta convertirse en una de las organizaciones de profesionales más importantes a nivel mundial. Actualmente tiene presencia en más de 160 países y cuenta con más de 240.000 socios activos de prácticamente todas las industrias.

El PMI a través del comité de estándares y colaboradores realizó el estudio, evaluación y revisión de los estándares generalmente aceptados a nivel mundial, dando como resultado los estándares que representan el cuerpo de conocimientos de la Dirección de Proyectos, cuyo título original es “Project Management Body of Knowledge” (PMBOK). En 1987 se publicó su primera edición.

A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) del PMI proporciona directrices, reglas y características para la gestión de proyectos. Estas normas son ampliamente aceptadas y cuando se aplican constantemente ayudan a la organización a alcanzar la excelencia profesional. (PMI, PMI, 2017)

Las guías de práctica proporcionan información e instrucciones de apoyo para ayudar a aplicar los estándares del PMI. Las guías de práctica pueden convertirse en normas potenciales y, de ser así, se someterán al proceso para el desarrollo de estándares.

De acuerdo al PMI en todos los proyectos existen 5 fases y 10 áreas de conocimiento. Dependiendo del tipo de proyecto, es posible utilizar menos procesos o áreas de conocimiento, sin embargo, debe de mantenerse siempre las cinco fases.

Los procesos de Administración de proyectos se clasifican en 5 etapas: inicio, planeación, ejecución, monitoreo y control y cierre.

El conocimiento de Administración de Proyectos se presenta en 10 áreas: integración, alcance, tiempo, costo, calidad, recursos humanos, comunicaciones, riesgos, adquisiciones e interesados.

Estas áreas están relacionadas con cualquier gestión, pero la administración de proyectos tiene enfoque único enmarcado por las metas, recursos y planeación de cada proyecto.

2.1.3 Estrategia en la organización y selección de proyectos.

De acuerdo con el Project Management Institute (2000), un proyecto es “una iniciativa temporal que se pone en marcha para crear un producto o servicio único”.

Un proyecto es un esfuerzo para lograr un objetivo específico por medio de una serie particular de tareas interrelacionadas y el uso eficaz de los recursos. (Guido & Clements, 2012)

Generalmente al comenzar algún proyecto es necesario formular una serie de preguntas y con ello determinar si este proyecto es viable y genera algún valor para la empresa.

Las preguntas son:

- ¿De dónde viene este proyecto?
- ¿Por qué se está haciendo este proyecto?
- ¿Este proyecto debe ser de máxima prioridad?
- ¿De dónde se obtendrán los recursos que se necesitan para realizar el proyecto?

(Gray & Larson, 2009)

Cada uno de los proyectos debe aportar valor al plan estratégico de la organización, el cual se ha diseñado para satisfacer necesidades futuras de sus clientes. Se debe garantizar una relación fuerte entre el plan estratégico y los proyectos, si las empresas pueden asegurar esta relación encontrarán más apoyo a lo largo de la organización y un mejor desempeño en los proyectos.

El logro exitoso del objetivo del proyecto está determinado a varios factores como el alcance, expectativas de calidad, el programa o agenda, presupuesto, recursos, riesgos y la satisfacción del cliente.

En la figura 2.1 se muestran las 4 fases originales y las distintas actividades que intervienen a lo largo del proceso:

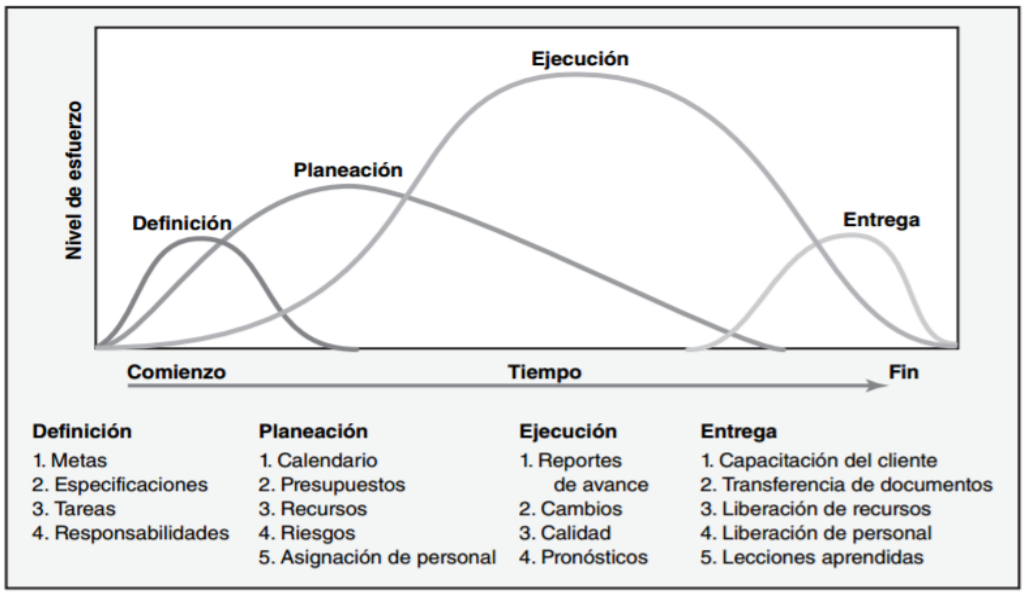


Figura 2.1 Ciclo de vida de un proyecto tomado de (Gray & Larson, 2009)

En general el ciclo de vida del proyecto consta de 4 fases: inicio, planeación, ejecución y cierre; de acuerdo con el PMI se agregará una fase más que es el monitoreo o control del desarrollo de los proyectos.

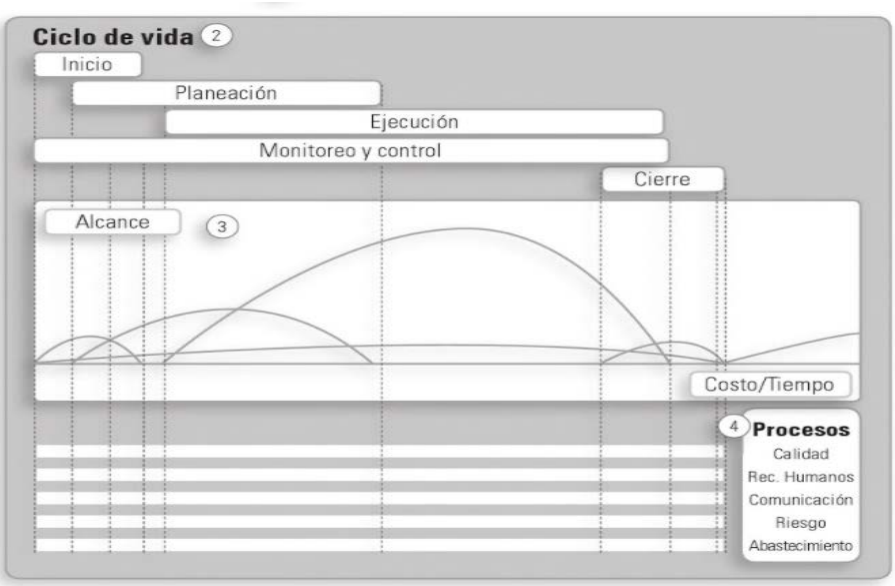


Figura 2.2 5 fases del ciclo de vida de un proyecto

2.2 Calidad total.

La calidad total es el estado más evolucionado dentro de las sucesivas trasformaciones que ha sufrido el término calidad a lo largo del tiempo. En un primer momento se habla de control de calidad, primera etapa en la gestión de la calidad que se basa en técnicas de inspección aplicadas a producción. Posteriormente nace el aseguramiento de la calidad, fase que persigue garantizar un nivel continuo de la calidad de producto o servicio proporcionado. Finalmente se llega a lo que hoy en día se conoce como calidad total, un sistema de gestión empresarial íntimamente relacionado con el concepto de mejora continua y que incluye las dos fases anteriores. (Peiró & González Roma, Círculos de Calidad).

Los principios fundamentales de este sistema de gestión son los siguientes:

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

La filosofía de la Calidad Total proporciona una concepción global que fomenta la mejora continua en la organización y la involucración de todos los miembros, centrándose en la satisfacción tanto del cliente interno como el externo.

Podemos definir esta filosofía del siguiente modo: Gestión (el cuerpo directivo está totalmente comprometido) de la Calidad (los requerimientos del cliente son comprendidos y asumidos exactamente) Total (todo miembro de la organización está involucrado, incluso el cliente y el proveedor, cuando esto sea posible).

2.3 Metodología.

La metodología utilizada a lo largo del desarrollo del trabajo de investigación en conjunto con las herramientas de calidad es el PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), ya que esta metodología define una meta y nos permite localizar las acciones que se deben realizar en cada etapa logrando corregir las no conformidades encontradas a lo largo del proceso. Si se tiene un objetivo fijo y se consideran las variables del entorno, entonces siguiendo la estrategia del ciclo de calidad, la probabilidad del éxito es mayor.

La utilización continua del PHVA nos brinda la solución que realmente nos permite mantener la competitividad de los productos, mejorar la calidad, reducir los costos, mejorar la productividad, aumenta la participación en el mercado y aumenta la rentabilidad de la empresa.

Durante el desarrollo de este proyecto algo que ayudó de manera significativa a la solución de los problemas fue la incorporación de herramientas de calidad. Para lograr cumplir con el objetivo principal de este proyecto se seleccionaron solo las herramientas clave que resuelven los problemas detectados.

Las herramientas utilizadas son:

- Diagrama de Pareto,
- Diagrama de Ishikawa,
- Diagrama de flujo de proceso,
- APQP (Advanced Product Quality Planning)
- Lista de verificación.

Estas herramientas nos ayudan a controlar desde el inicio de los proyectos las acciones que benefician y las que están retrasando o afectando el desarrollo de los mismos.

2.3.1 Herramientas de Calidad.

Existen diversas herramientas de calidad que ayudan de manera significativa a la solución de los problemas detectados a lo largo del proceso. A continuación se describe cada una de las herramientas utilizadas y porqué se selecciona cada una de ellas.

- Ciclo de Deming.

Esta herramienta es conocida también como el ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) se le llama así en honor a Edward Deming, quien para elaborar este ciclo parte del concepto de que la calidad es alcanzar o exceder las expectativas y requerimientos del cliente.

- William Edwards Deming.

William Edwards Deming (14 de octubre de 1900 - 20 de diciembre de 1993). Estadístico estadounidense, profesor universitario, autor de textos, consultor y difusor del concepto de calidad total. Su nombre está asociado al desarrollo y crecimiento de Japón después de la segunda guerra mundial. La mayor contribución a los procesos de calidad en Japón es el control estadístico de procesos.

La filosofía se enfoca en descubrir mejoras en la calidad de los productos y servicios. Deming ha sintetizado sus enseñanzas y experiencias en relación con la calidad total en 14 puntos que describen lo que una empresa necesita hacer para sobrevivir y ser competitiva en la actualidad los cuales se mencionan a continuación:

1. La alta dirección debe ser consistente, esto es congruente y constante, en el propósito de mejorar el producto y el servicio, a fin de ser competitivo, permanecer en el mundo de los negocios y proporcionar empleo.
2. Se debe adoptar la nueva filosofía, debido a que vivimos en una nueva era económica que presenta muchos retos y en la que los administradores deben actuar como líderes con respecto a los cambios a efectuar, asumiendo sus nuevas responsabilidades. En esta nueva era no pueden aceptarse errores o desperdicios.
3. Las empresas no pueden ya depender de la inspección masiva para lograr la calidad. Esta inspección sale sobrando, cuando se introduce la calidad en el proceso de producción.
4. Hay que determinar con la práctica de escoger a los proveedores con base en la lista de precios. Es el costo total el que hay que bajar, y no el costo de los insumos sin atender su calidad.
5. Debe mejorarse constantemente el sistema de producción y de servicio a fin de mejorar la calidad y aumentar la productividad; con esto se logra disminuir los costos.
6. Hay que insistir en el entrenamiento en el trabajo.
7. Debe institucionalizarse el liderazgo. La misión del líder es ayudar a la gente a hacer mejor su labor.

8. Hay que desenterrar el temor, a fin de que todos trabajen eficientemente.
9. Deben caer por tierra las barreras entre los diferentes departamentos y áreas. Quienes están en las áreas de investigación, de diseño, de ventas y de producción, deben trabajar en equipo estudiando los problemas de producción y todo aquello que se relacione con el producto y servicio.
10. No tiene caso utilizar lemas y exhortaciones que piden al trabajador cero defectos y que señalan como meta nuevos niveles de productividad. Tales exhortaciones sólo crean actitudes en contra de los administradores; se sabe que la causa más importante de la baja productividad y calidad radica en el sistema mismo y, por lo tanto, está más allá del área de competencia de los trabajadores.
11. Hay que eliminar la práctica de establecer cuotas numéricas de producción. Las cuotas toman en consideración sólo números, no calidad ni métodos de trabajo. Generalmente son garantía de ineficiencia y de altos costos. Para conservar su trabajo, la persona es capaz de cumplir con las cuotas de producción a cualquier precio, sin tener en cuenta el perjuicio que causa la compañía su forma de actuar.
12. Asimismo hay que suprimir todo aquello que impida que el trabajador sienta orgullo por su trabajo bien hecho. La gente siente deseos de hacer bien su trabajo y se desanima cuando no lo puede hacer.
13. También deben instituirse programas de educación y entrenamiento tanto para los administradores como para los trabajadores. Estos programas deben incluir entrenamientos en nuevos métodos y nuevas tecnologías, en técnicas estadísticas y en técnicas de trabajo en equipo.
14. La transformación se hace llevando a la práctica los principios de la calidad total. Esto requiere contar con un equipo especial a nivel de la alta dirección que diseñe un plan de acción para llevar a la práctica la calidad total. Tal tarea no la pueden desempeñar ni los trabajadores ni los niveles intermedios.

(Gutiérrez, 1996)

Desarrolló los 14 principios para que la administración conduzca a la empresa a una posición de productividad y competitividad y estos están formados por cuatro partes relacionados entre sí: valoración del sistema, comprensión de la variación, teoría del conocimiento y psicología.

Los fundamentos del pensamiento de Deming se resumen en que la calidad es la base de una economía sana, ya que las mejoras a la calidad crean una reacción en cadena que al final genera crecimiento en el nivel del empleo. El concepto de calidad presenta una dificultad grande para las empresas: en principio es un concepto subjetivo.

Definía el control de calidad como “la aplicación de principios y técnicas estadísticas en todas las etapas de producción para lograr una manufactura económica con máxima utilidad del producto por parte del usuario”.

El mejoramiento continuo es aceptar que las cosas se pueden hacer mejor hoy que ayer, y que mañana podrán realizarse mejor de lo que hoy se han hecho. El ciclo presenta cuatro etapas que se desarrollan de manera secuencial, iniciando por cualquiera de ellas y repitiéndose de manera indefinida. Esta repetición indefinida es la que produce el mejoramiento continuo en la organización.

Las siglas PDCA son el acrónimo de Plan, Do, Check, Act (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). El ciclo PHVA, es de gran utilidad para estructurar y ejecutar planes de mejora de calidad a cualquier nivel ejecutivo u operativo.

A continuación se muestra en la tabla 2.1 cada una de las fases del PHVA, que acciones se deben realizar en cada paso y las técnicas que pueden utilizarse en cada uno de ellos.

Etapa del ciclo	Paso No.	Nombre del paso	Posibles técnicas por usar
Planear	1	Delimitar y analizar la magnitud del problema.	Pareto, hoja de verificación, histograma, hojas de control.
	2	Buscar todas las posibles causas.	Observar el problema, lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa.
	3	Investigar cual es la causa más importante.	Pareto, estratificación, diagrama de dispersión, diagrama de Ishikawa.
	4	Considerar las medidas remedio.	Por qué… Necesidad. Qué… Objetivo. Dónde… Lugar. Cuánto… Tiempo y costo. Cómo… Plan.
Hacer	5	Poner en práctica las medidas remedio.	Seguir el plan elaborado en el paso anterior e involucrar a los afectados.
Verificar	6	Revisar los resultados obtenidos.	Histograma, Pareto, carta de control, hoja de verificación.
Actuar	7	Prevenir la recurrencia del mismo problema.	Estandarización, inspección, supervisión, hojas de verificación, carta de control.
	8	Conclusión.	Revisar y documentar el procedimiento y planear el trabajo futuro.

Tabla 2.1 Etapas ciclo PHVA tomado de (Aldana de Vega, y otros, 2010)

En la primera fase del desarrollo del proyecto se habilitó esta herramienta ya que permite tener un estudio general de los factores determinantes que ocurren en cada uno de los pasos al desarrollar cada uno de los proyectos.

En la etapa de planear el primer paso y el más importante, se define el problema o en este caso se seleccionó el proyecto de estudio. Para un mejor estudio de las características de los proyectos, estos se dividieron en 2: los proyectos de mejora y el desarrollo de nuevos proyectos. Se analizaron e identificaron los factores críticos del proceso de gestión de proyectos.

En la etapa hacer se realizó una evaluación los sistemas de medición que se siguen normalmente para determinar si están funcionando o porque es que se deben corregir. En este punto se localizaron las variables que son significativas en cada etapa del proceso y se determinó si la capacidad del proceso es correcta y lograr optimizarlo para obtener las mejoras deseadas. Estas variables se describen en el formato APQP (Advanced Product Quality Planning: Planeación Avanzada de la Calidad de un Producto) descrito en el capítulo 3.

En la etapa de verificar se valida si las mejoras que se aplicaron funcionan de la manera correcta y si no regresar al paso anterior y corregir.

Actuar es la última etapa del ciclo por lo cual si todo está avanzando correctamente se debe controlar y dar seguimiento a los procesos. Es importante mencionar que a partir de este procedimiento se lleve a cabo la mejora continua.

Esta metodología PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), es utilizada como guía para planear, determina las metas y objetivos organizacionales y además mecanismos para alcanzarlo; hacer significa aprovechar al máximo los recursos organizacionales con los que se cuenta.

Verificar se refiere a que la organización requiere examinar permanentemente que los objetivos se están cumpliendo y ejecutar permite a la organización a emprender las acciones apropiadas para llevar a cabo el cambio.

- ## 7 Herramientas de Calidad.

Las siete Herramientas de la Calidad son propuestas en 1968 por Kaoru Ishikawa. Constituyen un conjunto de técnicas estadísticas que pueden ser aplicadas en los procesos de equipo, por los círculos de calidad. Estas son herramientas gráficas muy útiles para la dirección que facilitan la planificación, el establecimiento de metas y la resolución de problemas. Según Ishikawa, con ellas es posible resolver el 95% de los problemas que presenta una organización, sobre todo en el área de producción (Ishikawa, 1986).

Estas herramientas posteriormente fueron denominadas “las siete herramientas básicas de la calidad”. Pueden ser descritas genéricamente como métodos para la mejora continua y la solución de problemas.

Las 7 herramientas de calidad son:

1. Diagrama Causa-Efecto (Diagrama de Ishikawa)
2. Hojas de verificación
3. Gráficos de control
4. Histograma
5. Diagrama de Pareto
6. Diagrama de Dispersión
7. Estratificación

Estas herramientas ayudan al equipo a analizar y organizar la relación entre datos cualitativos y permiten clarificar interrelaciones, establecer prioridades y planificar tareas complejas para alcanzar una meta. Son útiles para mejorar procesos, productos y sistemas. De naturaleza cualitativa, ayudan a la resolución de problemas y a la gestión de ideas innovadoras. (Pleguezuelos, 2012)

En este caso se realiza una selección de las 7 herramientas de calidad y las que son utilizadas son: diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa y lista de verificación.

- Diagrama de Pareto.

Método gráfico de análisis que permite ver en forma ordenada los pocos factores vitales y los muchos triviales que inciden en un momento determinado del problema. Ley 80-20: “El 80% de los resultados se debe solo al 20% de las causas”. (Aldana de Vega, y otros, 2010)

El Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite localizar las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

Las ventajas del Diagrama de Pareto pueden resumirse en:

- Permite centrarse en los aspectos cuya mejora tendrá más impacto, optimizando por tanto los esfuerzos.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras y ser resueltas.
- Su visión gráfica del análisis es fácil de comprender y estimula al equipo para continuar con la mejora
- Esta técnica se considera importante utilizar debido a que con ella se establecen prioridades, puedes seleccionar temas de mejoramiento y verificar estos resultados.

Procedimiento para la elaboración del diagrama:

1. Identificar claramente el problema.
2. Elaborar una lista de factores que inciden en el problema.
3. Registrar en una hoja de verificación el número de observaciones de cada factor.
4. Ordenar las causas de mayor a menor.
5. Dar un valor de 100% al total del efecto y calcular el porcentaje para cada causa (porcentaje de contribución).
6. Anotar de mayor a menor en eje horizontal las causas y en el eje vertical los porcentajes de contribución.
7. Trazar gráfica.

Es importante utilizar esta herramienta ya que nos permite establecer prioridades, logramos localizar los temas que se deben mejorar y es posible verificar los resultados al final del proceso.

(Gutiérrez, 1996)

En la figura 2.3 se muestra un ejemplo de cómo debe ser un diagrama de Pareto.

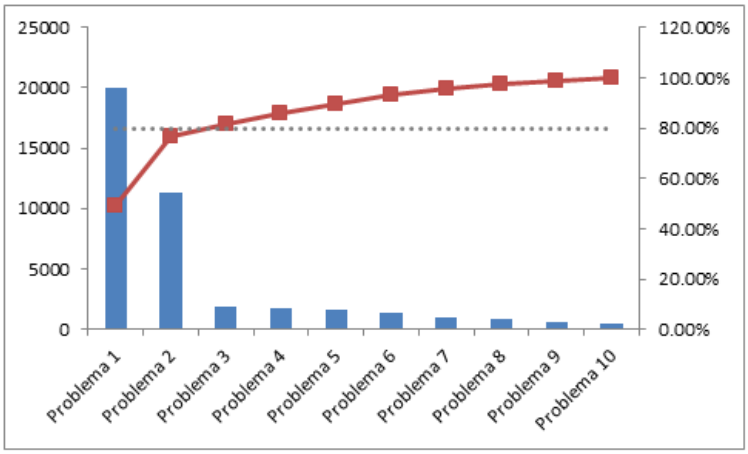


Figura 2.3 Ejemplo diagrama de Pareto

- ## Diagrama Causa-Efecto.

Es una herramienta técnica para la calidad, es una herramienta gráfica utilizada para recopilar las posibles causas de un problema o identificar los diferentes aspectos necesarios para alcanzar un efecto específico, organizándolos por factores.

- ## Kaoru Ishikawa.

Kaoru Ishikawa (Japón, 1915 – 1989), era verdaderamente experto en el control de calidad, cuyo aporte fue la implementación de sistemas de calidad adecuados al valor del proceso en la empresa, el sistema de calidad de este teórico incluía dos tipos: gerencial y evolutivo. Se le considera el padre del análisis científico de las causas de problemas en procesos industriales, dando nombre al diagrama Ishikawa, cuyos gráficos agrupan por categorías todas las causas de los problemas.

Nació en 1915. Obtuvo su doctorado en ingeniería en la Universidad de Tokio y fue promovido a profesor en 1960, ejerciendo la docencia en el área de ingeniería de la misma universidad. Llegó a obtener el Premio Deming y un reconocimiento de la ASQC (American Society for Quality Control). Murió en el año 1989.

Su filosofía está basada en el control de calidad en el que es necesario que la empresa estructure adecuadamente su Plan de Capacitación en Calidad (para lograr el objetivo es preciso repetir la educación una y otra vez), destinados a todos los niveles de la organización, cuyos objetivos deben de guardar correspondencia con los objetivos estratégicos de la organización.

Aportaciones de Ishikawa:

- Creación del diagrama causa-efecto.
- Demostró la importancia de las herramientas de calidad.
- Círculos de calidad.
- Enfoque del mejoramiento continuo de los procesos.

El diagrama causa-efecto es un método grafico que refleja la relación entre una característica de calidad y los factores que contribuyan a que exista. Es útil para localizar la causa de los problemas.

En la ejecución de los procesos pueden presentarse resultados o efectos no esperados o resultados que comprometan el cumplimiento de los objetivos del proceso. Por esta razón es importante identificar las posibles causas que estén incidiendo en la ocurrencia del efecto para posteriormente analizarlas y establecer su prioridad antes de emprender acciones específicas.

La figura 2.4 es un ejemplo de los factores que integran un diagrama de Ishikawa.

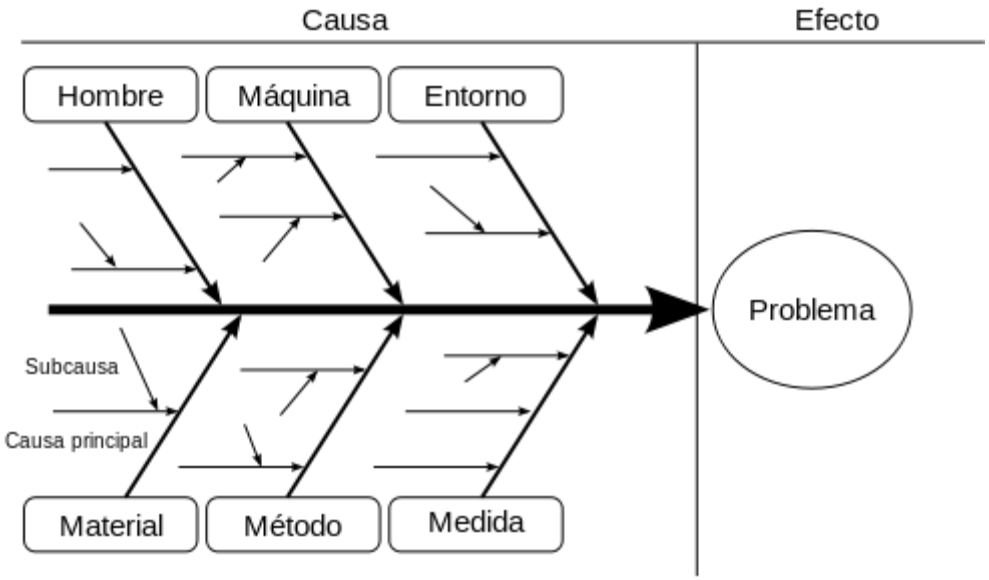


Figura 2.4 Ejemplo diagrama Ishikawa

El primer paso para su construcción es identificar el proceso y definir claramente el problema o efecto por analizar, situándolo en el extremo derecho de la flecha central. Del mismo modo deben definirse los factores que se encuentran en los extremos de las líneas secundarias.

Una vez que se ha construido la estructura del diagrama, se procede a realizar una lluvia de ideas y cada respuesta se registrará en una línea, y de esta forma se completa el diagrama.

- ## Diagrama de flujo de proceso.

Los diagramas de flujo de proceso son la representación gráfica de los pasos de un proceso. Permiten tener de manera visual la serie de acciones o etapas de las que consta un proceso.

Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección de flujo del proceso.

El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso mostrando la relación secuencial ente ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en el proceso, la existencia de bucles repetitivos, el número de pasos del proceso, las operaciones de interdepartamentales.

Las principales ventajas de la representación de procesos mediante un diagrama de flujo son:

1. Permite ver claramente las frecuencias y relaciones entre las etapas, así como los departamentos involucrados en el proceso.
2. Es una herramienta clave en la identificación de problemas del proceso.
3. Ayuda a detectar los elementos y aspectos que pueden influir en el rendimiento del proceso, así como las actividades que le resten valor.
4. Es una herramienta que permite y ayuda a mantener y estandarizar el proceso.

Para representar la información se necesita una serie de símbolos básicos que se emplean en la confección de diagramas de flujo, enseguida se muestra una tabla con la simbología de cada actividad, decisión, inicio, conexión entre otros como son:

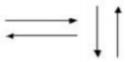
Símbolo	Significado
	Comienzo o final del proceso: en su interior situamos materiales, información, o acciones para comenzar el proceso o para mostrar el resultado final del mismo.
	Conexión con otros procesos: Nombramos un proceso independiente que en algún momento aparece relacionado con el proceso principal.
	Actividad: Tarea o actividad llevada a cabo durante el proceso. Puede tener muchas entradas pero solo una salida.
	Información de apoyo: Situamos en su interior la información necesaria para alimentar una actividad (datos para realizarla).
	Decisión/Bifurcación: Se indican puntos en que se toman decisiones: si o no, abierto o cerrado…
	**Conexiones de pasos o flechas:** Muestran dirección y sentido de flujo del proceso, conectando los símbolos.
	Documento: Se utiliza este símbolo para hacer referencia a la generación o consulta de un documento especifico en un punto del proceso.
	Conector entre páginas: se utiliza para conectar el diagrama de flujo entre páginas, para no perder la secuencia.

Tabla 2.2 Símbolos diagrama de flujo tomado de (Aldana de Vega, y otros, 2010)

- APQP (Advanced Product Quality Planning).

La Planeación Avanzada de la Calidad de un Producto (APQP: Advanced Product Quality Planning) consiste en una metodología estructurada para desarrollar productos/servicios cuya finalidad es asegurar el cumplimiento de los requisitos del cliente, involucrando a los proveedores y al cliente final. El objetivo de un planeación de calidad de un producto es facilitar la comunicación con todos los involucrados para lograr un diseño y proceso sin fallas, incrementar la productividad y mantener la calidad esperada por nuestro cliente. (Dominguez, 2012)

Esta metodología consta de varias etapas que se alinean con el PDCA. Por lo cual en el siguiente diagrama se muestra como aplicaremos el proceso. Dichas etapas son las siguientes:

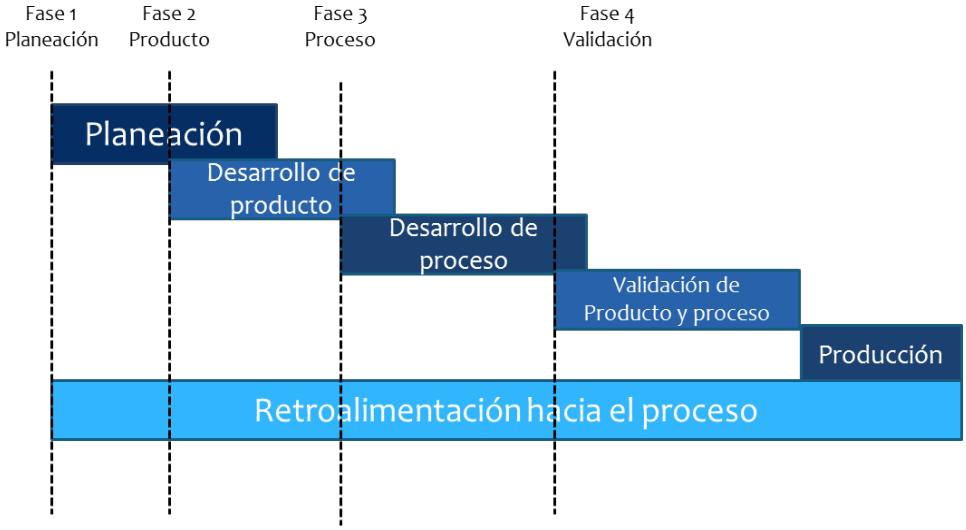


Figura 2.5 Etapas en el proceso APQP

El **APQP** sirve de guía en el proceso de desarrollo y también es una forma estándar para compartir los resultados entre los proveedores y las empresas automotrices. (Group, 2012)

Dicho proceso se enfoca en el desarrollo, la industrialización y el lanzamiento de nuevos producto. Durante estas fases varios temas son monitoreados, estos deberán estar terminados antes de que la producción en serie inicie. Algunos temas que son monitoreados son: robustez del diseño, pruebas de diseño y el cumplimiento de las especificaciones, diseño del procesos de producción, estándar de inspección de calidad, capacidad de proceso, capacidad de producción, embalaje de producto, pruebas de productos y plan de formación de operadores, entre otros. Algunas acciones que pueden incluirse en el formato y que permiten inspeccionar estos temas se muestran en la figura 2.6:

Customer or Internal Part No. NUMBER

	Question	Yes	No	Comment / Action Required	Person Responsible	Due Date
	A. General					
	Does the design require:					
1	● New materials?					
2	● Special tooling?					
3	Has assembly build variation analysis been considered?					
4	Has Design of Experiments been considered?					
5	Is there a plan for prototypes in place?					
6	Has a DFMEA been completed?					
7	Has a DFMA been completed?					
8	Have service and maintenance issues been considered?					
9	Has the Design Verification Plan been considered?					
10	If yes, was it completed by a cross functional team?					
11	Are all specified tests, methods, equipment and acceptance criteria clearly defined and understood?					
12	Have Special Characteristics been selected?					
13	Is bill of material complete?					
14	Are Special Characteristics properly documented?					

Figura 2.6 Ejemplo formato APQP

El proceso APQP involucra estos elementos principales:

- **Entender las necesidades del cliente**. Esto se hace organizando esas necesidades y traducirlas en las características / requisitos de los productos.

- **Retroalimentación proactiva y acciones correctivas**. El proceso de planificación de la calidad adelantado proporciona retroalimentación de otros proyectos similares con el objetivo de desarrollar contramedidas en el proyecto actual. Otros mecanismos con la verificación y validación, las revisiones de diseño, análisis de datos de comentarios de los clientes y de garantía también satisfacen este objetivo.

- **Diseño dentro de las capacidades de proceso**. Este objetivo supone que la empresa ha traído procesos bajo control estadístico, ha determinado la capacidad del proceso y se ha comunicado al personal de desarrollo. Una vez hecho esto, el personal de desarrollo necesitan determinar formalmente que las características críticas o especiales se encuentran dentro de la capacidad de proceso de la empresa o iniciar acciones para mejorar el proceso o adquirir un equipo más capaz.

- **Analizar y mitigar los modos de fallo**. Esto se hace usando técnicas tales como los modos de fallo y efectos análisis o determinación de fallos anticipados.

- **Verificación y validación**. Verificación del diseño realizan pruebas para asegurar que los resultados del diseño cumplen con los requisitos de entrada del diseño. Puede incluir actividades tales como: revisiones del diseño, la realización de cálculos alternativos, la comprensión de las pruebas y demostraciones, y la revisión de los documentos de diseño antes de su liberación. La validación es garantizar que el producto se ajusta a las necesidades definidas por el usuario, requisitos y/o especificaciones en condiciones de funcionamiento definidas. La validación del diseño se realiza en el diseño final producto con piezas que cumplen con la intención de diseño.

- **Revisiones de diseño**. Son revisiones formales llevadas a cabo durante el desarrollo de un producto para asegurar que los requisitos, el concepto, producto o proceso cumple los requisitos de la fase de desarrollo, los problemas se entienden, se están gestionando los riesgos, y hay un buen modelo de negocio para el desarrollo. Las revisiones de diseño típicos incluyen: requisitos opinión, el concepto / revisión del diseño preliminar, la revisión del diseño final, y una revisión de la producción de la preparación/lanzamiento.

- **Controlar las características especiales / críticos**. Una vez que estas características se comprenden, y hay una evaluación que el proceso es capaz de cumplir con estas características (y sus tolerancias), el proceso

> debe ser controlado. Un plan de control se prepara para indicar cómo se va a lograr. Los planes de control proporcionan una descripción escrita de los sistemas utilizados para minimizar la variación del producto y de proceso que incluye equipos, el procesamiento, herramientas, accesorios, materiales, mantenimiento preventivo y métodos. (Solutions, 2016)

El APQP se utiliza en este caso para lograr tener un control específico de seguimiento para cada una de las actividades que se desarrollaran a lo largo del tiempo de vida de cada proyecto. Nos permite identificar qué áreas están involucradas en cada parte del desarrollo de cada uno de los productos así como las actividades críticas y las que generan un retraso, las cuales se pretende poner más atención y solucionarlas.

- Lista de verificación.

El proceso de selección de propuestas de proyectos es muy importante en el proceso de solicitud de proyectos ya que si se cuenta con los requerimientos específicos para desarrollar los proyectos resulta más seguro que el objetivo principal se cumpla.

Este tipo de lista de verificación se dispone para un proyecto de fabricación específica y se emite con ocasión de cada solicitud de trabajo.

Este tipo de herramienta se utilizará para generar la solicitud de cada uno de los nuevos productos o mejoras en los ya existentes, esto ya que antes de iniciar cada nueva idea de proyecto se requiere tener las características, materiales y mejoras exactas para lograr cumplir de manera correcta con los productos que se desarrollarán.

La figura 2.7 incluye un ejemplo de una forma de evaluación de proyectos. La forma se distingue entre objetivos obligatorios y deseables. Si un proyecto no satisface los objetivos designados como “obligatorios”, no se le toma en cuenta y se elimina.

Fecha _____ Número _____

Título del proyecto _____

Gerente responsable _____ Gerente de proyecto _____

☐ _____ ☐ Apoyo general ☐ Calidad ☐ Reducción de costos ☐ Legal ☐ Reemplazo ☐ Producto nuevo ☐ Capacidad

Sí ☐ NO ☐ ¿El proyecto requerirá más de 500 horas de trabajo?
Sí ☐ NO ☐ ¿El proyecto es un esfuerzo de una sola vez? (no se presentará sobre bases regulares)
Sí ☐ NO ☐ ¿La propuesta de proyecto fue revisada por el gerente de producto?

Definición del problema

Describa el problema/oportunidad.

Definición de las metas

Describa la meta del proyecto.

Definición de los objetivos

Desempeño: cuantifique los ahorros/beneficios que usted espera del proyecto.

Costo: horas de mano de obra, materiales, métodos, equipo.

Programa: duración general en meses.

Figura 2.7 Ejemplo lista de verificación para proyecto

2.3.2 Establecimiento de indicadores.

En esta última etapa se convierten las necesidades y expectativas en indicadores que puedan medir adecuadamente su cumplimiento, de acuerdo con las especificaciones dadas, configurando la tabla de diseño de indicadores.

Necesidades y expectativas	Indicador	Forma de cálculo	Unidad
Número de proyectos terminados.	Eficiencia mensual en la recepción y entrega de proyectos.	(Número total de proyectos atendidos / Número de proyectos recibidos) x 100	%

Tabla 2.3 Indicadores

Este indicador es muy importante para el área de nuevos proyectos por lo tanto es el que nos ayudará a identificar si se está llevando a cabo una mejora y si se está cumpliendo con lo establecido.

CAPÍTULO 3.

Desarrollo.

3.1 Diagnóstico de la empresa.

Inicialmente fue necesario recopilar la información existente a través de los documentos históricos con los que cuenta la empresa y se determina como se encuentra el proceso de desarrollo de los proyectos. Asimismo se localizan los elementos críticos y las causas que los provocan.

Durante el desarrollo del presente proyecto se realizaron juntas y se utilizaron estudios previos para lograr comprender la situación actual de la empresa. Se realizaron estudios del proceso de solicitud y desarrollo de los proyectos, la información que se tenía de cada uno y con esto se pudo detectar cuáles eran las áreas críticas.

El problema más crítico es que los proyectos no siguen un orden de desarrollo ya que se van realizando de la manera en que lo solicitan los clientes dejando otros que previamente habían sido solicitados.

En algunos casos no se contaba con los requerimientos específicos del cliente, simplemente solicitaba alguna mejora o nuevo proyecto pero no se especificaba que materiales se debían utilizar. Se trabajaba con los materiales disponibles y se trataba de adaptar a lo que el cliente había pedido.

Los demás departamentos que trabajaban con el área de planeación no se involucraban de manera correcta con el desarrollo de los proyectos.

Otra área de oportunidad de relevancia identificada que se encontró en el área de producción, es cuando se solicita una corrida prototipo de los proyectos la demora es importante ya que generalmente la prioridad está enfocada en el cumplimiento con las tareas de producción lo cual retrasa de manera significativa el desarrollo de los proyectos.

Los proveedores también cumplen un papel importante en la deficiencia de los procesos ya que los retrasos logísticos en los tiempos de entrega hacen que los materiales requeridos no estén a tiempo.

La propuesta para mejorar el proceso de planeación, ejecución y control de los proyectos del área de ingeniería de la empresa es implementar las herramientas de calidad antes mencionadas durante todo el desarrollo de los nuevos proyectos y de mejora, con el propósito de contar con la información necesaria, los requerimientos, áreas involucradas en el proceso y el seguimiento continuo de los proyectos de principio a fin y así cumplir de manera correcta con cada una de las especificaciones que se requieren para asegurar el éxito de los proyectos.

Una medida necesaria de implementar es trabajar en conjunto con todos los departamentos involucrados, ya que con esto el éxito del desarrollo de los proyectos estará garantizado.

El problema de la resistencia al cambio fue una de las acciones que tomó más tiempo resolver pero se logró mediante la educación y la comunicación así como el apoyo en todo momento a los involucrados, que si en algún momento del proceso tenían alguna duda se les respondía y con esto ellos se sentían seguros al realizar las actividades que fueran necesarias.

Mantener una buena comunicación interna en la empresa que haga entender a los empleados las razones y mejoras que suponen los cambios; y además es necesario ofrecer a los trabajadores una buena posibilidad de formación y capacitación que les permita adaptarse a los cambios con facilidad, esto adquiere un papel de notable importancia llegando a ser incluso decisivo para el óptimo desarrollo.

Este estudio previo sirvió para detectar la problemática existente y observar las medidas necesarias para la mejora a fin de saber cuáles son las herramientas específicas que se necesitan utilizar para alcanzar el objetivo de este proyecto en cada una de sus fases.

3.2 Aplicación de herramientas de calidad.

Las herramientas de calidad mencionadas en el capítulo 2 se utilizaron en distintas etapas de desarrollo del proyecto.

Estas etapas se determinan a partir de la metodología del ciclo PHVA lo que permitió que se localizaran las herramientas que se iban a utilizar en cada parte del proceso.

3.2.1 Primera etapa.

La primera fase corresponde a estudios previos, es decir, la detección de los puntos clave que impiden que los proyectos se desarrollen de manera adecuada, las herramientas que se utilizaron son:

- Ciclo PHVA
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Ishikawa.
- Diagrama de proceso.

El ciclo PHVA utilizado a lo largo de todo el desarrollo del proceso permitió tener un control de las actividades que se van realizando y la manera de solucionarlas de forma proactiva.

El diagrama de Pareto es utilizado ya que se cuenta con un estudio previo de algunos proyectos realizados y de esta manera se observan los factores recurrentes que atrasan el desarrollo de los proyectos.

Al localizar los factores en el diagrama de Pareto, se recurre al diagrama de Ishikawa ya que esta herramienta permite comprobar más a fondo cuales son las causas que las provocan.

El diagrama de proceso se elaboró como un plan a seguir y con esto saber exactamente que se tiene que hacer y las distintas áreas que están en contacto para el desarrollo exitoso de los proyectos.

- **Ciclo PHVA**

En la siguiente tabla se muestran las herramientas utilizadas en cada parte del ciclo PHVA:

Etapa del ciclo	Paso No.	Nombre del paso	Técnicas utilizadas
Planear	1	Delimitar y analizar la magnitud del problema.	Diagrama de Pareto.
	2	Buscar todas las posibles causas.	Diagrama de Ishikawa.
	3	Elaborar un plan de acción.	Diagrama de Proceso.
Hacer	4	Controlar la recepción de solicitudes de proyectos.	Listas de verificación.
	5	Determinar las actividades de los proyectos que se deben realizar.	APQP
Verificar	6	Revisar los avances obtenidos.	Formato de avances de proyectos.
	7	Revisar cumplimiento de actividades.	APQP
	8	Revisar los resultados obtenidos.	Indicadores.
Actuar	9	Conclusión.	Revisar y documentar el procedimiento y planear el trabajo futuro.

Tabla 3.1 Herramientas utilizadas en el ciclo PHVA

- **Diagrama de Pareto.**

El diagrama de Pareto fue usado en este proyecto dado que se tomó una muestra de 20 proyectos realizados previamente y se identificaron 3 problemas que ocurrían cada vez que se requiere desarrollar un proyecto:

1. Retraso de material de proveedores: la empresa cuenta con algunos proveedores establecidos que en algunas ocasiones se retrasan en entregar al área de proyectos los materiales que se necesitarán para desarrollar los prototipos o las pruebas pilotos y esto perjudica los tiempos de entrega de los proyectos solicitados. Este problema no se resolvió de manera inmediata, ya que es un tema complicado porque la mejor solución debería ser buscar y cambiar de proveedores pero por el corto tiempo en el que se implementó esta propuesta se determina que se dejará como un trabajo de solución futuro.

2. Falta de requerimientos del cliente: de manera previa no se contaba con un proceso documentado de solicitud de los proyectos por lo que en algunas ocasiones no se especificaban en un principio cuales eran los requerimientos para cada prototipo y esto, generaba un desperdicio ya que los proyectos no pueden realizarse sin especificaciones. La solución a este problema se realizó con el formato de solicitud de proyectos (lista de verificación). Si el proyecto no contaba con los rubros obligatorios a llenar, el proyecto no se realiza.

3. Retraso de fecha de elaboración de prototipos: en varias ocasiones no se le da prioridad a la realización de prototipos dentro de las corridas de producción y la fecha simplemente se pospone. Este problema se solucionó con el formato APQP, ya que en este se especifica la fecha en la que se debe realizar el prototipo con tiempo para que el departamento de producción considere la realización del mismo.

Con este gráfico se localiza cuáles son las causas principales que impiden o retrasan el avance y entrega de los proyectos.

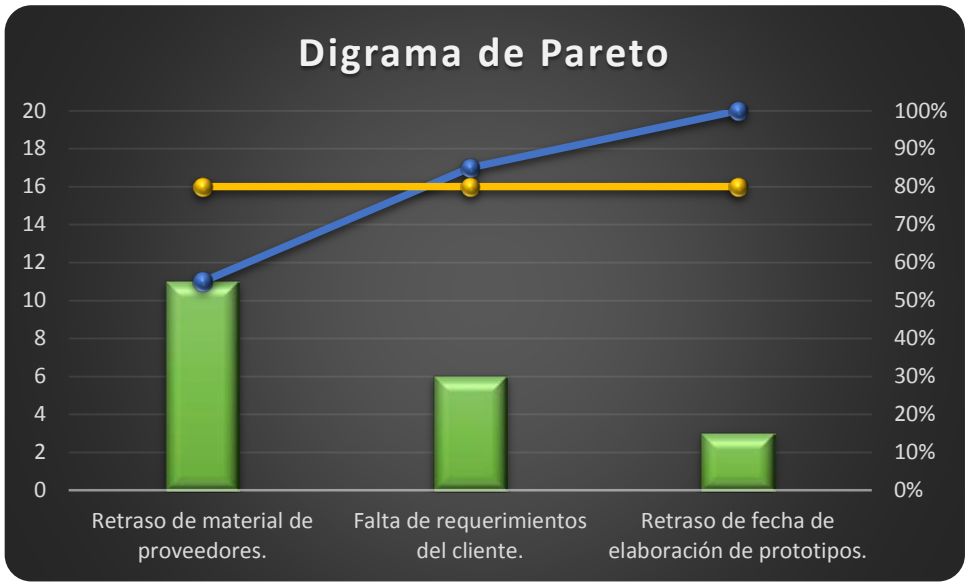
Para lograr desarrollar este diagrama se recurre a la muestra de 20 proyectos realizados previamente, en donde se localizan los problemas antes mencionados.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Causa	Frecuencia	% por cada factor	% acumulado
Retraso de material de proveedores.	11	55	55
Falta de requerimientos del cliente.	6	30	85
Retraso de fecha de elaboración de prototipos.	3	15	100
Total	20	100	

Tabla 3.2 Factores diagrama de Pareto

Teniendo el número de recurrencias de los problemas en cada proyecto, se obtiene el porcentaje relativo y acumulado de las causas ordenados de manera descendente. Con los resultados de la tabla anterior podemos realizar el diagrama de Pareto mostrado en la gráfica 3.1:



Gráfica 3.1 Diagrama de Pareto

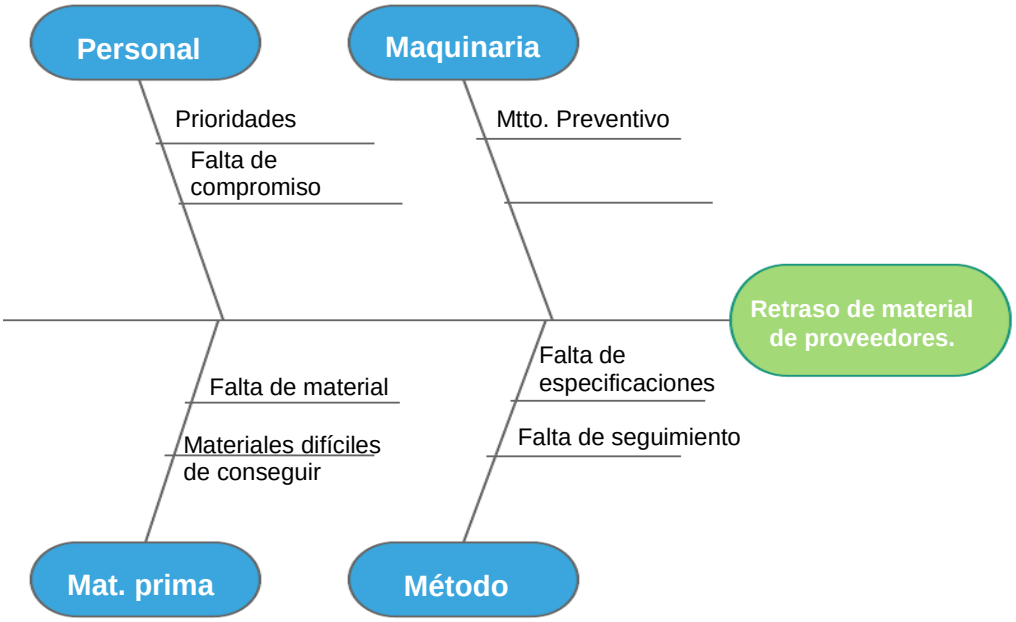
La gráfica anterior nos muestra que el retraso de material de los proveedores y la falta de requerimientos del cliente son los factores que provocan el 80% del retraso de los proyectos. De esta manera se ve que si se resuelven estas acciones se soluciona el 80% de los problemas que se tienen en el proceso de desarrollo de los proyectos.

Estos 2 factores son los que se deben atacar de manera inmediata. El retraso del material de los proveedores es un factor que como se mencionó anteriormente es más complicado solucionar. Un cambio de proveedores en este momento podría no ser la mejor opción, pero sin duda se establecerá una mejora para solucionar el problema.

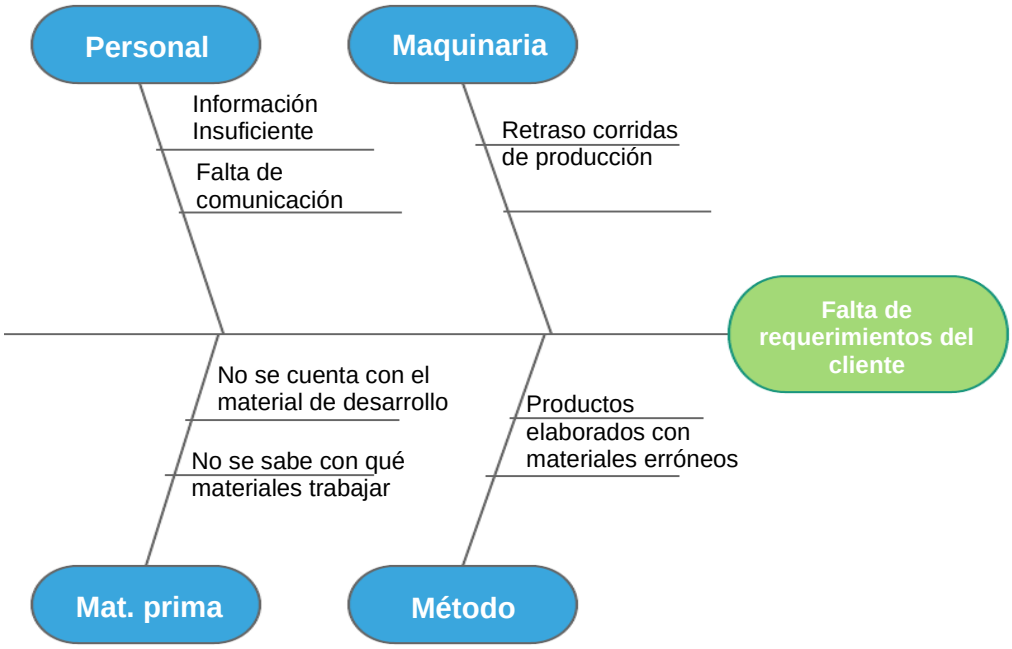
En cuanto a la falta de requerimientos del cliente, este problema se puede solucionar directamente en el área de desarrollo de proyectos. Por lo tanto se le dará prioridad y se aplicarán las herramientas convenientes a este factor para lograr cumplir con los objetivos establecidos.

- **Diagrama de Ishikawa.**

Con el estudio del diagrama de Pareto se detectaron 3 factores críticos pero, los primeros 2 son los que provocan el 80% de los problemas, por lo tanto se desarrolla un diagrama de Ishikawa para cada uno de ellos y comprobar que es lo que los está causando. Los problemas que se estudian son: Retraso de material de proveedores (gráfica 3.2) y falta de requerimientos del cliente (gráfica 3.3).



Gráfica 3.2 Ishikawa: Retraso de material de proveedores



Gráfica 3.3 Ishikawa: Falta de requerimientos del cliente

Uno de los problemas detectados anteriormente es que no se determinaba cuáles eran los procesos que afectaban a los proyectos, con este diagrama se observa de manera clara los elementos que se deben trabajar y a los cuales hay que realizar un seguimiento.

- **Diagrama de flujo de proceso.**

Al inicio del desarrollo del proyecto no se contaba con un diagrama de flujo para el ciclo de vida de los proyectos por lo que lo siguiente que se debe realizar es esquematizar el proceso de solicitud y desarrollo del área de proyectos, en el cual se aprecian las interrelaciones existentes entre las distintas áreas y a su vez se analiza cada actividad y se definen los puntos de contacto entre otros procesos, de igual manera se identifica los subprocesos comprendidos, dando oportunidad al inicio de acciones de mejora.

A continuación se muestra el diagrama de flujo realizado con todas las actividades y puntos de decisión que se deben realizar al llevar acabo un proyecto.

El diagrama se desarrolla de la siguiente manera:

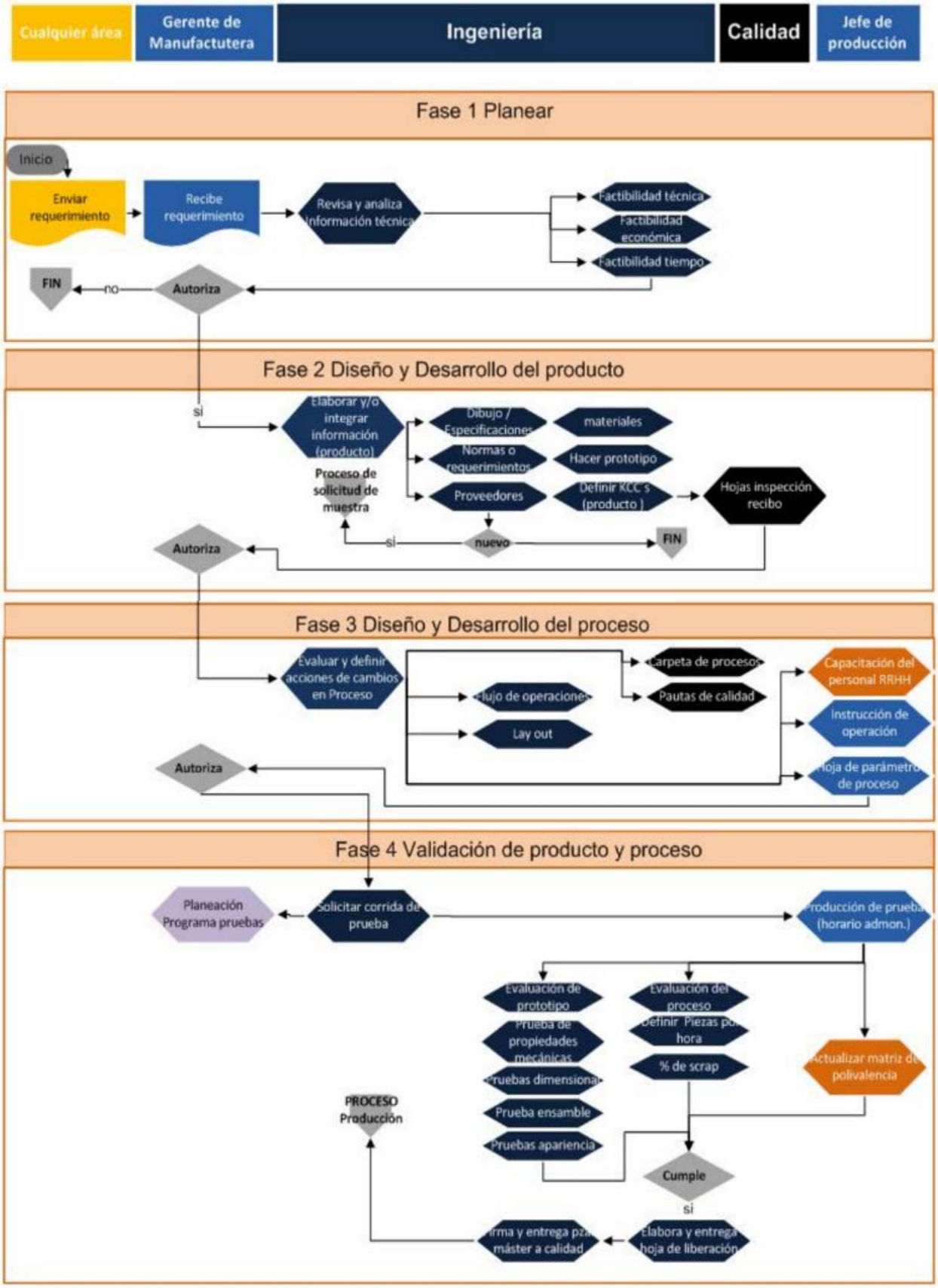


Figura 3.1 Diagrama de flujo de proceso

El diagrama se divide en las 4 etapas en las que se lleva a cabo cada proyecto, se determinan cuáles son las áreas involucradas y las acciones que deben desarrollar. Esto con el fin de que todas las personas involucradas tengan conocimiento de cuáles son las actividades que deben realizar y si tienen alguna duda puedan saber a quién dirigirse.

Se integran los puntos de inspección, estos ayudan a determinar si un proyecto es viable o en determinado caso cuales son las medidas que se podrían realizar para seguir con el proyecto.

3.2.2 Segunda etapa.

En la segunda etapa corresponde a la etapa hacer del ciclo PHVA pero el objetivo principal es realizar cada uno de los proyectos y lograr que todas las áreas se involucren para llegar al resultado esperado sin errores.

Para que esto se cumpla en esta etapa se utilizan las siguientes herramientas:

- Lista de verificación de solicitud de proyectos.
- APQP (Advanced Product Quality Planning).

Como uno de los problemas principales es la falta de requerimientos del cliente se implementó una lista de verificación de solicitud de proyectos y con esta medida se espera que este problema no vuelva a ocurrir.

Se adapta el formato APQP, en el cual se determinaron las actividades que se van a realizar en cada proyecto y las distintas áreas involucradas de la empresa, así como el cronograma de actividades.

- **Lista de verificación.**

Debido a los puntos clave encontrados en el diagrama de Pareto se desarrolló un formato de solicitud de proyectos en donde se logre contar con las especificaciones de los clientes y de esta manera se realicen de manera correcta los proyectos. Para esto se utiliza la siguiente herramienta.

Para cada proyecto se tendrán requerimientos de fabricación específica y se emite con cada solicitud una orden de trabajo.

Como ya se ha dicho los proyectos son de 2 tipos, los nuevos proyectos y los de mejora por lo que se separaron de esta forma. De manera previa los proyectos se tomaban de igual manera pero, con los estudios se llegó a la conclusión de que para lograr desarrollar el mayor número de proyectos era conveniente que al momento de solicitar alguno se llene un formato de solicitud de proyecto.

En el estudio previo a la implementación de las herramientas antes mencionadas se tenían 20 proyectos que eran tomados de igual manera. Los 20 proyectos se desarrollaron, aunque no se tiene exactamente en cuanto tiempo se cumplieron.

Al comenzar con el proceso de reestructuración se cuenta con 20 proyectos de mejora y 21 nuevos proyectos.

En un periodo de 4 meses se logró realizar al menos un 50% de los proyectos solicitados y que los restantes estén en proceso de desarrollo.

En este formato se agrega toda la información que es necesaria para cumplir de manera correcta con el desarrollo. El formato determina el tipo de proyecto, quien lo solicita, el estatus de la solicitud, etc.

SOLICITUD DE PROYECTO

MEJORA	X	NUEVO	
URGENTE		NORMAL	X

SOLICITANTE:	MARIO ORTIZ	FECHA:	29/07/2015
DEPARTAMENTO:	CALIDAD	Folio	1
ARTICULO:	PLÁSTICO	PREVISION MENSUAL	N/A

DESCRIPCIÓN DE LA SOLICITUD	INFORMACION (ANEXAR DE FICHAS TÉCNICAS, DIBUJOS, FOTOS)	FECHA DE INICIO	FECHA REQUERIDA	FECHA DE ENTREGA	COMENTARIOS
PC+ABS	MEJORA11-ABS+PC-TELCH101-evidencia\Lurtran ABS H 801.pdf	29/07/2015	16/10/2015	16/10/2015	NO SON LAS ESPECIFICACIONES REQUERIDAS

ESTATUS DE PROYECTO

ACEPTADO		RECHAZADO	X	PROCESO		DETENIDO	

Figura 3.2 Formato de solicitud de proyectos

En primer lugar se debe especificar si el proyecto solicitado es de mejora o nuevo y la prioridad con la que se espera que el proyecto se realice. Es necesario que el formato contenga datos del solicitante del proyecto, de esta manera si se tiene alguna duda con los requerimientos del mismo se sabe exactamente a quien acudir por información.

Se debe realizar la descripción de la solicitud así como información que el solicitante tenga de algún producto similar o como es que espera que este el producto final y un apartado de la previsión mensual, lo que ayudará al departamento de producción a determinar las fechas en las que los productos se realizaran. Se incorpora las fechas establecidas en las que el proyecto debe empezar y terminar y algunos comentarios que el área de proyectos deba tomar en cuenta.

La última parte de la solicitud comprende un apartado que muestra al solicitante el estatus del proyecto, este, está ligado directamente con el formato de avance de los proyectos implementado, el cual se describirá en otra fase del ciclo PHVA.

La implementación de este formato resultó de gran ayuda ya que desde un principio se no se realizaban las especificaciones y eran una de las causas por las que los proyectos fallaban. Incluso había proyectos que desde el principio podían ser rechazados por las especificaciones que tenían y esto permitía agilizar el proceso.

- **APQP (Advanced Product Quality Planning).**

Este formato se utilizó tanto en la etapa de hacer como en la de verificar ya que con él se logra contar con una serie de actividades relacionadas con el ciclo de vida de los proyectos.

Al tener el proceso de solicitud y desarrollo de proyectos definido, lo siguiente fue aplicar esta herramienta para establecer el tiempo de duración y lograr dar seguimiento a cada actividad que se debe llevar acabo en cada etapa.

Este formato es indispensable ya que contiene todos los datos necesarios y lo más importante las áreas que están encargadas de cada una de las actividades y el tiempo en el cual se deben llevar a cabo.

Dentro de este formato se implementó un semáforo, el cual permite con respecto a las fechas establecidas tener de manera visible si estas actividades se están desarrollando como deben.

El formato implementado se muestra en la figura 3.3:

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Lista de verificación de Fase 1 - PLANEACIÓN						APQP No.	
	ACTIVIDAD CRÍTICA	**Si**	**No**	**N/A**	**Responsable**	**Fecha**	**Notas y Comentarios**	**Estaus**
1	Especificaciones (Información de entrada)							
2	Factibilidad económica (Estructura prototipo y costo objetivo)							
3	Factibilidad técnica (Proceso prototipo)							
4	Información de entrada							
4,1	Demanda de entrada							
4,2	Logotipos							
4,3	Dimensiones							
4,4	Material							
4,5	Calidad							
4,6	Uso							
4,7	Costo							
4,8	Tiempos de entrega							
4,9	Colores							
4,10	Empaque							
5	Comparativo de productos en el mercado							
6	Desarrollo de proveedores (si o no)							
	Lista de verificación de Fase 2 - PRODUCTO							
1	Dibujo completo							
2	Lista de normas y especificaciones							
3	Lista completa de KCC							
4	Lista de materiales con costo							
5	Especificaciones recibo							
6	Maquinaria y herramientas							
7	Considerar medios de prueba							
8	Solicitud de fabricación de prototipo							
9	Fabricación prototipo							
10	Presentación de prototipo							
11	Requerimiento de capacitación							
	Lista de verificación de Fase 3 - PROCESO							
1	Capacidad de producción (Tiempos)							
2	Parámetros del proceso							
3	Layout							
4	Cantidad del personal							
5	Capacitación							
6	Carpeta de proceso (Diagrama de flujo)							
7	Definir scrap programado							
8	Carpeta de proceso							
	Lista de verificación de Fase 4 - VALIDACIÓN							
1	Solicitar prueba							
2	Fecha planear prueba							
3	Validación de producto							
4	Apariencia							
5	Funcionalidad							
6	Especificaciones técnicas							
7	Evaluación de proceso							
7,1	PPH							
7,2	% Scrap							

Figura 3.3 Formato APQP

En la figura 3.4 se muestra el formato APQP de uno de los proyectos realizados el cual corresponde al “Balancín Cubo” de acero inoxidable.

	Lista de verificación de Fase 1 - PLANEACIÓN							APQP No.	15-oct	16-oct	17-oct	18-oct	19-oct
									1	2	3	4	5
	ACTIVIDAD CRÍTICA	Si	No	N/A	Responsable	Fecha	Notas y Comentarios	Estaus					
	Balancin Cubo					Inicio 15/10/2015							
1	Especificaciones especiales	x			Ingeniería	16/10/2015	Cuadrado balancín inox						
2	Factibilidad económica (Estructura prototipo y costo objetivo)	x			Costos e ingeniería	21/10/2015	Definir por ventas $500						
3	Factibilidad técnica (Proceso prototipo)	x			Ingeniería	16/10/2015							
4	Información de entrada	x			Ingeniería		Catalogo livera						
4,1	Demanda de entrada	x			Logística	15/10/2015	Demanda mensual 50pzas						
4,2	Logotipos	x			Producción		Aprobado						
4,3	Dimensiones			x									
4,4	Material	x			Compras	23/10/2015	Aecro inoxidable calibre (confirmar con producción)						
4,5	Calidad	x			Calidad	23/10/2015	Para espacios interiores						
4,6	Uso	x			Producción	23/10/2015	Recolector papelero						
4,7	Costo						Chico $1000						
4,8	Tiempos de entrega	x			Logística	22/10/2015	Por definir						
4,9	Colores	x				22/10/2015	Natural inox						
4,10	Empaque	x			Ingeniería	22/10/2015	Por definir						
5	Comparativo de productos en el mercado			x	Ventas	22/10/2015	Balancin cubo Livera						
6	Desarrollo de proveedores (si o no)	x			Compras	22/10/2015	MIPSA						
	Lista de verificación de Fase 2 - PRODUCTO												
1	Dibujo completo	x				19/10/2015							
2	Lista de normas y especificaciones	x			Ingeniería	20/10/2015							
3	Lista completa de KCC	x			Calidad	22/10/2015							
4	Lista de materiales con costo	x			Compras	21/10/2015							
5	Especificaciones recibo	x			Calidad	19/10/2015							
6	Maquinaria y herramientas	x			Ingeniería	21/10/2015	Area de botes						
7	Considerar medios de prueba	x			Calidad	21/10/2015	Visuales y dimensionales						
8	Solicitud de fabricación de prototipo				Planeacion	20/10/2015	Queda pendiente la especificación de la tapa						
9	Fabricación prototipo				Diseño y desarrollo	21/10/2015	Verificar detalles de tapa						
10	Presentación de prototipo	x			Ingeniería	22/10/2015							
11	Requerimiento de capacitación			x									
	Lista de verificación de Fase 3 - PROCESO												
1	Capacidad de producción (Tiempos)	x			Producción	23/10/2015	Lotes mínimos de producción						
2	Parámetros del proceso	x			Producción	23/10/2015	Requerimientos especiales de proceso						
3	Layout			x									
4	Cantidad del personal	x			Producción	23/10/2015							
5	Capacitación	x			Ingeniería	23/10/2015							
6	Carpeta de proceso (Diagrama de flujo)	x			Ingeniería	23/10/2015							
7	Definir scrap programado	x			Ingeniería	23/10/2015							
8	Carpeta de proceso	x			Calidad	23/10/2015							
	Lista de verificación de Fase 4 - VALIDACIÓN												
1	Solicitar prueba	x			Ingeniería	19/10/2015							
2	Fecha planear prueba	x			Logística	28/10/2015							
3	Validación de producto	x			Ingeniería y calidad	28/10/2015							
4	Apariencia	x			Ingeniería y calidad	28/10/2015							
5	Funcionalidad	x			Ingeniería y calidad	28/10/2015							
6	Especificaciones técnicas	x			Ingeniería y calidad	28/10/2015							
7	Evaluación de proceso	x			Ingeniería y calidad	28/10/2015							
7,1	PPH	x			Ingeniería y calidad	28/10/2015							
7,2	% Scrap	x			Ingeniería y calidad	28/10/2015							

Figura 3.4 APQP Balancín Cubo

3.2.3 Tercera etapa.

La tercera etapa corresponde a la etapa verificar del ciclo PHVA se debe revisar si las herramientas implementadas en etapas anteriores están cumpliendo el objetivo con el que fueron propuestas.

En esta etapa se utilizan las siguientes herramientas:

- Formato de avances de proyectos.
- APQP (Advanced Product Quality Planning).
- Indicadores.

- **Formato de avances de proyectos.**

Otros formatos que se implementaron son los de avances de proyectos, estos ayudan a que todas las personas involucradas puedan consultar en el momento que necesiten, que proyectos están en marcha, el status de avance de cada uno, los departamentos involucrados y porque razón algunos están siendo retrasados.

PROYECTOS NUEVOS

No.		DESCRIPCION	REFERENCIA	DESCRIPCION	FECHA			ESTATUS		QUIEN SOLICITA
					INICIO	PROGRAMADA	TERMINO			
PEMSA		PZA. COMUN PARA P.R. MINI, MAXI, Z FUTURA, T. PALANCA FUTURA, T. AUTOMATICO FUTURA	01PMA1006BAR	Placa futura barnizada	03/07/2015	20/11/2015	10/11/2015	ACEPTADO	100%	Angel Parreño
1	1.1	PORTARROLLO MINI FUTURA NB	54BAS1253BAR	Base mini futura barnizada				RECHAZADO	100%	
			54TAP1232BAR	Tapa mini futura barnizada				ACEPTADO	100%	
	1.2	PORTARROLLO MAXI FUTURA NB	55BAS1058BAR	Base maxi futura barnizada	03/07/2015	20/11/2015	10/11/2015	RECHAZADO	100%	Angel Parreño
			55TAP1052BAR	Tapa maxi futura barnizada				ACEPTADO	100%	
	1.3	TOALLERO Z FUTURA NB	63BAS1605BAR	Base z futura barnizada	03/07/2015	20/11/2015	10/11/2015	RECHAZADO	100%	Angel Parreño
			63TAP1605BAR	Tapa z futura barnizada				ACEPTADO	100%	
	1.4	JABONERA NUEVA AITANA NB	48TAP1000BAR	Tapa jabonera aitana barnizada	03/07/2015	20/11/2015		ACEPTADO	100%	Angel Parreño
	1.5	TOALLERO DE PRECORTE NB	56BAS1000BAR	Base toallero precorte	04/09/2015	20/11/2015	10/11/2015	RECHAZADO	100%	Angel Parreño
			56TAP1000BAR	Tapa toallero precorte	04/09/2015	20/11/2015		PROCESO		
	1.6	TOALLERO PALANCA FUTURA NB	64BAS1255BAR	Base toallero pal. Futura NB	03/07/2015	30/11/2015	10/11/2015	RECHAZADO	100%	Angel Parreño
			64TAP1069BAR	Tapa toallero pal. Futura NB	03/07/2015	30/11/2015		PROCESO		
	1.7	TOALLERO AUTOMATICO FUTURA NB	64BAS1065BAR	Base toallero automatico futura NB	03/07/2015	30/11/2015	10/11/2015	RECHAZADO	100%	Angel Parreño
			64TAP1067BAR	Tapa toallero automatico Futura NB	03/07/2015	30/11/2015		PROCESO		

Figura 3.5 Formato de avances de nuevos proyectos

PROYECTOS DE MEJORA

No.	REFERENCIA	DESCRIPCION	FECHA			QUIEN SOLICITA	ESTATUS	OBSERVACIONES	AVANCES
			INICIO	PROGRAMADA	TERMINO				
1	S/N	ABS+PC 50 kg	21/09/2015	16/10/2015	16/10/2015	MARIO ORTIZ	RECHAZADO	MEJORA01 - ABS+PC - TELCH01 - PROYECTO DE MEJORA APC+ABS-TELCH.xlsx	PROYECTO TERMINADO RECHAZADO
2	S/N	IUPITAL F20-03 10 kg	21/09/2015	16/10/2015	16/10/2015	PEDRO CARMONA	RECHAZADO	MEJORA02 - LUPITAL F20-03102 - PROYECTO DE MEJORA IUPITAL-TELCH.xlsx	PROYECTO TERMINADO RECHAZADO
3	S/N	9100A65.N 10 kg	21/09/2015	16/10/2015	16/10/2015	PEDRO CARMONA	RECHAZADO	MEJORA03 - ELASTOMERO NEGRO - TELCH03 - PROYECTO DE MEJORA ELASTRON NEGRO - TELCH.xlsx	PROYECTO TERMINADO RECHAZADO
4	S/N	9100A65.B 10 kg	21/09/2015	16/10/2015	16/10/2015	PEDRO CARMONA	RECHAZADO	MEJORA04 - ELASTOMERO NATURAL - TELCH04 - PROYECTO DE MEJORA ELASTRON BLANCO - TELCH.xlsx	PROYECTO TERMINADO RECHAZADO
5	01PLA1011 / 01PLA1016	POLIESTIRENO CRISTAL / RESINA K	21/09/2015	16/10/2015		ANGEL PARREÑO	DETENIDO	MEJORA05 - POLIESTIRENO CRISTAL+RESINA K105 - PROYECTO DE MEJORA PS CRISTAL-RESINA K - TELCH.xlsx	NUEVA FECHA DE PROGRAMACIÓN CON EL TÉCNICO DE TELCH
6	01INS1072	INSTRUCTIVO FUTURA 125V	26/10/2015	02/11/2015	30/10/2015	MARIO ORTIZ	ACEPTADO	MEJORA06 - INSTRUCTIVO FUTURA 125V106 - PROYECTO DE MEJORA 01INS1072 INST. SEC. FUTURA 125V.xlsx	PROYECTO TERMINADO
7	PA00070	INSTRUCTIVO FUTURA 230V	01/10/2015	30/10/2015	30/11/2015		ACEPTADO	MEJORA07 - INSTRUCTIVO 230V107 - PROYECTO DE MEJORA PA00070 Y PA00071 INST. FUTURA 230V.xlsx	PROYECTO TERMINADO LIBERACIÓN ENVIADA AL PROVEEDOR
	PA00071	INSTRUCTIVO FUTURA INOX. 230V					ACEPTADO		
8	01ETI1012	GARANTIA 1 AÑO PRODUCTO JOFEL	22/10/2015	03/11/2015	11/11/2015		ACEPTADO	MEJORA08 - GARANTIA08 - PROYECTO DE MEJORA 01ETI1012 Y 01ETI1013.xlsx	PROYECTO TERMINADO ETIQUETAS DE GARANTIA LIBERADAS 11/11/15. ENERO PUNTO DE QUIEBRE DAR DE BAJA LOS QUE ACTUALMENTE SE OCUPAN
	01ETI1013	GARANTIA 6 MESES LINEA KLEENBO					ACEPTADO		
9	01BOL6070	BOLSA NATURAL 60X70 CAL. 100	23/10/2015	11/11/2015	24/11/2015	ANGEL PARREÑO	ACEPTADO CONDICIONADO	MEJORA09 - BOLSA CAL. 100109 - PROYECTO DE MEJORA BOLSA 60X70-40X60-25X35 CAL. 100.xlsx	PROYECTO TERMINADO LIBERACIÓN CONDICIONADA HASTA VER EL FUNCIONAMIENTO CON TODOS LOS PRODUCTOS.
	01BOL4060	BOLSA NATURAL 40X60 CAL. 100	29/10/2015		24/11/2015		ACEPTADO CONDICIONADO		
	01BOL2535	BOLSA NATURAL 25X35 CAL. 100			24/11/2015		ACEPTADO CONDICIONADO		

Figura 3.6 Formato de avances proyectos de mejora

Antes de contar con el formato de solicitud descrito anteriormente varios proyectos fueron rechazados al no tener las especificaciones de fabricación del cliente.

Ejemplo de lo anterior fue el caso de un proyecto llamado “Balancín Cubo”, el cual es un bote utilizado para tirar basura en el que se solicitaron algunos cambios de material y medidas que no estaban especificados.

PROYECTOS NUEVOS

No.	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	FECHA			ESTATUS		QUIEN SOLICITA	OBSERVACIONES
				INICIO	PROGRAMADA	TERMINO				SEMANA 52
13	BALANCÍN CUBO		Balancín cubo grande inox	15/10/2015			RECHAZADO	100%	Sergio Badillo	PROYECTO TERMINADO RECHAZADO El cliente no entregó las especificaciones
			Balancín cubo grande Ulanea					100%		
			Balancín cubo chico inox					100%		
			Balancín cubo chico blanco					100%		
14	AEROPUERTO MONTERREY	BE7011	Bote balancin	29/07/2015			RECHAZADO	100%	Sergio Badillo	PROYECTO TERMINADO RECHAZADO El cliente no entregó las especificaciones

Figura 3.7 Ejemplo proyecto balancín cubo

Al implementar la solicitud de proyectos se informó a los clientes que debían llenar el formato correspondiente y solo así se le daría seguimiento al proyecto. Los clientes cumplieron con esta solicitud se contó con la información que se necesitaba como materiales, medidas, colores, y características funcionales. Cuando se tomaron en cuenta las especificaciones el desarrollo se llevó a cabo de mejor manera.

- **APQP (Advanced Product Quality Planning).**

Dado que el APQP contiene las actividades que se deben realizar en cada proyecto en esta etapa se utilizó para verificar el seguimiento de estas y comprobar que en realidad se cumplía con el cronograma de desarrollo para los proyectos.

- **Indicadores.**

Los indicadores que se establecieron permiten cumplir con los objetivos planteados anteriormente y se muestran en la tabla 3.2.

Necesidades y expectativas	Indicador	Forma de cálculo	Unidad
Número de proyectos terminados.	Eficiencia mensual en la recepción y entrega de proyectos.	(Número total de proyectos atendidos / Número de proyectos recibidos) x 100	%

Tabla 1.2 Indicadores

Se realizará el cálculo tanto para los nuevos proyectos como para los proyectos de mejora.

$$Proyectos\ nuevos\ terminados = \left(\frac{Número\ de\ proyectos\ atendidos}{Número\ de\ proyectos\ recibidos}\right) * 100$$

$$Proyectos\ nuevos\ terminados = \left(\frac{12}{21}\right) * 100 = 57\%$$

$$Proyectos\ de\ mejora\ terminados = \left(\frac{Número\ de\ proyectos\ atendidos}{Número\ de\ proyectos\ recibidos}\right) * 100$$

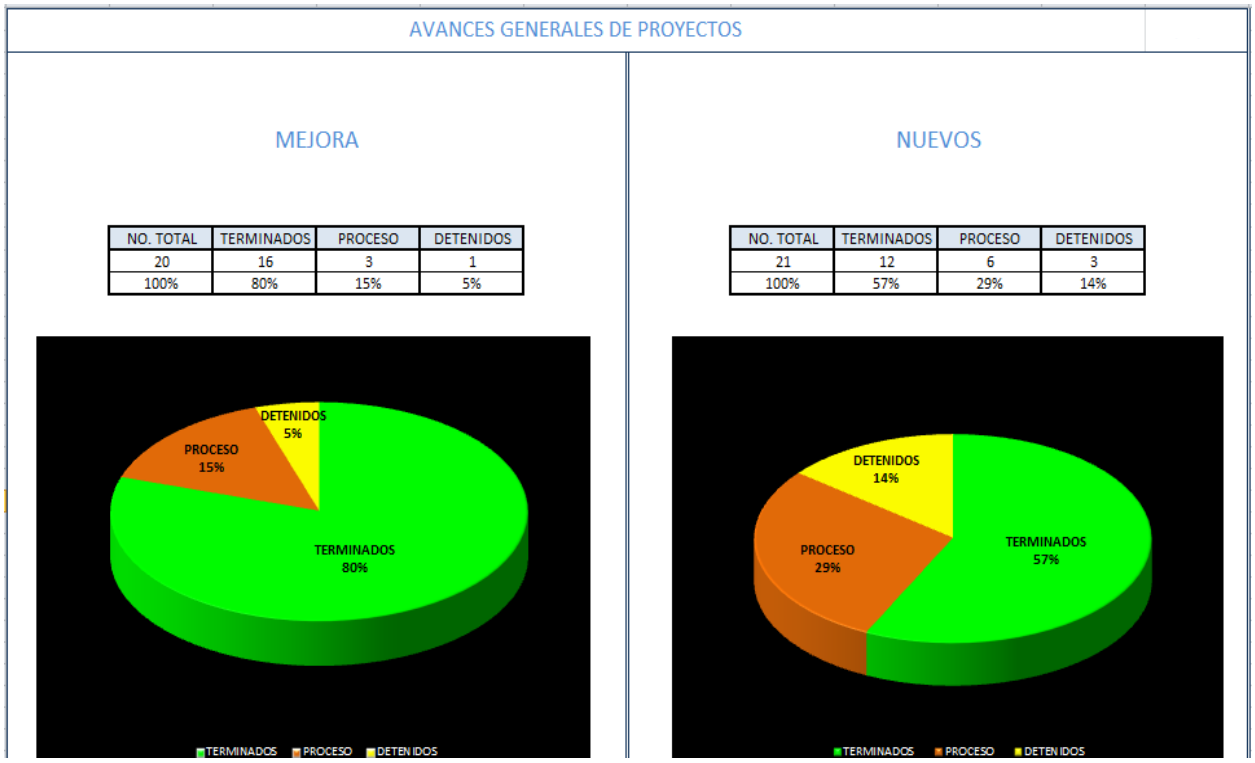
$$Proyectos\ de\ mejora\ terminados = \left(\frac{16}{20}\right) * 100 = 80\%$$

Estos proyectos se desarrollaron en un periodo de 4 meses. Con la formula anterior se puede tener los porcentajes de avance de cada uno de ellos.

3.2.4 Cuarta etapa.

La cuarta y última etapa del ciclo PHVA es actuar en la cual se verifica que todo avance correctamente, si es así se procede al control y seguimiento de los procesos. La mejora continua es un procedimiento que debe llevarse a cabo en esta etapa.

Cuando se comenzó el proyecto se solicitaron 20 proyectos de mejora y 21 nuevos proyectos. La implementación de las herramientas previamente utilizadas ayudó de manera significativa ya que en sólo 3 meses de utilizar este proceso se terminaron el 80% de los proyectos solicitados de mejora y el 57% de los nuevos, tal y como se muestra en las siguientes gráficas.



Gráfica 3.4 Avances de proyectos

CAPÍTULO 4.

Conclusiones.

Las ideas presentadas en esta tesis se lograron mejoras en la empresa. Sin embargo para que esto sea posible es necesario poner en práctica lo antes propuesto por que los cambios fundamentales se logran sólo a través de la acción.

Con base en los resultados obtenidos en el análisis estadístico y el modelado de proceso podemos asegurar que la principal problemática de la empresa es que necesita mejorar sus relaciones con los proveedores y si esto no funciona sería conveniente plantear si es necesario hacer un cambio de los mismos para solucionar ese problema.

En este caso la solución del problema de la falta de requerimientos del cliente se da con los formatos y las herramientas implementadas y mejoró en gran medida el incremento de los proyectos terminados incluso más de lo que se esperaba ya que uno de los objetivos es incrementar en un 50% ambos proyectos terminados y con los gráficos se puede observar que sólo en los proyectos de mejora se incrementó un 30% más de lo esperado. Si se soluciona el problema de los proveedores esto se incrementará aún más.

El problema del retraso de fecha de elaboración de prototipos también tuvo solución al implementar el formato APQP ya que se consiguió tener la fabricación de los prototipos en las fechas que estaban establecidas con la ayuda del departamento de producción.

Las propuestas establecidas, permitirán a la empresa establecer controles dentro de los procesos y estandarizar los métodos de control del área de proyectos.

Esto garantiza una reducción de costos innecesarios, así como la reducción de los 7 desperdicios que se tenían antes de implementar las herramientas y se logra un óptimo desempeño dentro de la empresa.

Con esta propuesta y tomando en cuenta la recomendación a largo plazo aunado al cumplimiento de los estándares de calidad y a los requerimientos que demande el cliente, se puede presumir que la empresa seguirá conservando su cartera de clientes.

Lo que este proyecto dejo al interior de la empresa fue el fortalecimiento de las relaciones entre los departamentos. Previamente la organización no conocía cuales eran las actividades que debían realizar dentro del desarrollo de los proyectos pero con las ayudas visuales y solicitudes el personal es ahora consciente de colaborar e incluso buscar con el área de proyectos la manera de solucionar los problemas a los que se enfrentan.

Se debe asumir un compromiso de cambio para hacer más eficiente la organización.

Cuando se realiza un proceso de cambio organizacional evidentemente existen comparaciones entre el momento actual y el anterior, las críticas y reflexiones sobre el desarrollo y los resultados obtenidos en cada etapa del cambio suceden a lo largo del proceso.

En este punto la resistencia al cambio tiene una desventaja definitiva ya que obstaculiza la adaptación y el proceso. Cuando el personal se da cuenta que las medidas en realidad ayudan a organizar el trabajo y proporciona un beneficio cambia por completo su visión.

El proyecto ha concluido las expectativas y principalmente que se cumple con el objetivo que es que mejora la problemática de la empresa y contribuir a su desarrollo mediante las herramientas de calidad.

Bibliografía

Aldana de Vega, L., Álvarez Builes, M. P., Bernal Torres, C. A., Díaz Becerra, M. I., Galindo Uribe, Ó. D., González Soler, C. E., & Villegas Cortés, A. (2010). *Administración por calidad.* Colombia: Alfaomega.

Allen, D. (s.f.). *Desarrollo con éxito de nuevos productos.* Barcelona.

Barba, E. (1993). *La excelencia en el proceso de desarrollo de nuevos productos.* Barcelona: EADA Gestión.

Dominguez, L. L. (5 de 11 de 2012). *PDCA Home*. Obtenido de http://www.pdcahome.com/2064/planeacion-avanzada-de-la-calidad-del-producto/

Gray, C. F., & Larson, E. W. (2009). *Administración de proyectos.* México: Mc Graw Hill.

Group, S. C. (18 de Octubre de 2012). *SPC Consulting Group*. Obtenido de http://spcgroup.com.mx/apqp/

Guido, J., & Clements, J. P. (2012). *Administración exitosa de proyectos.* México: Cengage Learning.

Gutiérrez, M. (1996). *Nociones de Calidad Total: conceptos y herramientas básicas.* México, D.F.: Limusa S.A de C.V.

Klastorin, T. (2005). *Administración de proyectos.* México: Alfaomega.

México, P. C. (2017). *PMI Capítulo México*. Obtenido de http://www.pmichapters-mexico.org/

Peiró, J. M., & González Roma, V. (s.f.). *Círculos de Calidad.* Eudema.

Pleguezuelos, C. T. (2012). *Métodos y Herramientas aplicados a la administración pública.*

PMI. (2017). *PMI*. Obtenido de https://www.pmi.org/

PMI. (s.f.). *PMI Capítulo México*. Obtenido de http://www.pmichapters-mexico.org/inicio/ampliacion-informacion?es,0,PAG;CONC;75;7;D;677439280;3;PAG;,

Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing paso a paso.* México: Grupo Editorial Norma.

Solutions, N. (2016). *NPD Solutions*. Obtenido de http://www.npd-solutions.com/apqp.html

Torres Hernández, Z., & Torres Martínez, H. (2014). *Administración de proyectos.* México: Grupo Editorial Patria.

Vázquez, E. J. (2012). *Análisis y mejoramiento de la calidad.* Limusa.