

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA SEIS SIGMA A LAS
EMPRESAS CERTIFICADAS CON ISO 9000 Y ORIENTADAS AL
PROCESAMIENTO DE PLÁSTICOS

TRABAJO DE GRADUACION PARA OPTAR AL GRADO DE INGENIERO
INDUSTRIAL

PRESENTADO POR:
PORTILLO ECHEGOYEN, RUDDY ABEL
QUINTANILLA RODRÍGUEZ, ALCIR GUSTAVO

NOVIEMBRE DE 2004

SOYAPANGO, EL SALVADOR, CENTROAMÉRICA

ÍNDICE

Introducción	I
Objetivo General y Específicos	III
Alcances Y Limitaciones	IV
CAPITULO I	1
1.Marco Teórico Conceptual de Referencia	1
1.1 Evolución de la Familia de Normas ISO	1
1.1.1 Antecedentes de las Normas ISO 9000	1
1.1.2Evolución de la familia ISO 9000	2
1.1.3ISO 9000:2000 Conceptos y Vocabulario	3
1.1.4 ISO 9001:2000 (Sistema de Gestión de la Calidad – Requisitos)	5
1.2Control Total de la Calidad	6
1.2.1 Calidad total (TQM)	10
1.3Principios de la mejora continua	11
1.3.1 Kaizen 11	
1.4La Filosofía Seis Sigma	15
1.4.1 Marco Teórico	15
1.4.2 Roles y Responsabilidades	16
1.4.3 El Mapa de Seis Sigma	18
1.4.3.1Etapa I del Mapa: Identificar los procesos clave y los clientes principales	19
1.4.3.2Etapa 2 del Mapa: Definir las necesidades de los clientes	21
1.4.3.3Etapa 3 del Mapa: Medida del rendimiento actual	25
1.4.3.4Etapa 4 del Mapa: Dar prioridad, analizar e implantar las mejoras	34
1.4.3.5Etapa 5 del Mapa: Extensión e integración del sistema Seis Sigma	48
CAPITULO II	52
2.0 Metodología General del Estudio	52
2.1Metodología del Estudio	52
2.1.1Unidad de Análisis	52
2.1.2Sujetos de Estudio	58
2.1.3Método y Técnica del Estudio	59

2.1.3.1 Método:	59
2.1.3.2 Técnica:	59
2.1.4 Instrumento del Estudio	59
2.1.5 Técnicas de Ingeniería	59
2.1.6 Fuentes de Información	60
2.1.7 Determinación de la Muestra	61
2.1.8 Procedimiento de Campo para el Estudio	62
2.2 Metodología de Análisis	62
2.2.1 Tabulación y Análisis del Estudio	62
2.2.2 Analisis FODA y Descripción de los Procesos Productivos	63
2.2.3 Resultados de la Aplicación de la Técnica de Ingeniería	66
2.3 Metodología de Diseño	85
2.3.1 Diseño del Mapa de Seis Sigma	85
2.3.2 Aplicación de las herramientas de Seis Sigma	86
CAPITULO III	87
3.0 Propuesta de aplicación de la filosofía Seis Sigma a una empresa orientada al procesamiento de plásticos y certificada con ISO 9000	87
3.1 Generalidades	87
_____ 87	
3.2 Importancia de la Implementación de la Filosofía Seis Sigma	87
3.3 Objetivo de la Propuesta	88
3.4 Desarrollo de la Propuesta	88
3.4.1 Identificación de los procesos claves de la planta en estudio	90
3.4.1.1 Roles y Responsabilidades	90
3.4.1.2 Etapa 1 del Mapa: Identificar los procesos claves y los clientes principales	92
1.3.1.1 Etapa 2 del Mapa: Definir las necesidades de los clientes	95
3.4.2 Rendimiento actual de la línea de producción	99
3.4.2.1 Etapa 3 del Mapa: Medida del rendimiento actual	99
3.4.3 Identificación de los puntos críticos de control	111
3.4.3.1 Etapa 4 del Mapa: Dar prioridad, analizar e implantar las mejoras	111
Entradas	118

<u>Entradas</u>	<u>119</u>
<u>Entradas</u>	<u>119</u>
<u>Entradas</u>	<u>120</u>
<u>Entradas</u>	<u>120</u>
<u>Entradas</u>	<u>122</u>
<u>Entradas</u>	<u>123</u>
<u>Entradas</u>	<u>123</u>
<u>Entradas</u>	<u>125</u>
<u>Entradas</u>	<u>126</u>
<u>Entradas</u>	<u>126</u>
<u>3.4.4 Plan de implementación y Priorización de la filosofía Seis Sigma.....</u>	<u>133</u>
<u>3.4.4.1 Etapa 5 del Mapa: extensión e integración del sistema Seis Sigma.....</u>	<u>133</u>
<u>3.5 Análisis Costo–Beneficio de la propuesta de aplicación de la filosofía Seis</u>	
<u> Sigma.....</u>	<u>134</u>
<u>3.5.1 Costo de implementación</u>	<u>134</u>
<u>3.5.2 Beneficios de la Implementación</u>	<u>136</u>
<u>3.5.2.1 Posibles beneficios a obtener a través de la propuesta de aplicación</u>	<u>138</u>
<u>3.5.3 Calculo del Valor Presente Neto de costo de implementación de la propuesta</u>	
<u> de aplicación de la filosofía Seis Sigma.....</u>	<u>142</u>
<u>3.5.4 Relación beneficio/costo de la propuesta de aplicación de la filosofía seis</u>	
<u> sigma.....</u>	<u>144</u>
<u>3.5.5 Beneficios en los procesos por tiempo de producción.....</u>	<u>145</u>
<u>3.5.6 Análisis de los resultados.....</u>	<u>150</u>
<u>Conclusiones.....</u>	<u>151</u>
<u>Recomendaciones</u>	<u>153</u>
<u>Glosario: 154</u>	
<u>Bibliografía</u>	<u>156</u>

Anexos

Introducción

En la actualidad, el ámbito empresarial está inmerso en una lucha de mercados, donde las empresas solo tienen una opción: adaptarse o morir, un ámbito donde la competencia es desgastante y donde la elección por parte de los clientes es para aquella empresa que ofrezca la mejor calidad al más bajo precio. Es aquí donde la filosofía Seis Sigma puede convertirse en una aliada para la empresa, para sobrellevar y salir adelante en esta lucha.

En la actualidad existen empresas certificadas con la norma ISO 9000, en las cuales se podría implantar la filosofía Seis Sigma, ya que estas empresas se dedican al procesamiento de plásticos; se elige una de ellas para la realización del estudio, de acuerdo a los criterios que se menciona en el análisis de la investigación del capítulo II. Además estas empresas, poseen un rubro común y procesos similares en su producción, tres procesos genéricos para esta industria: el proceso de Biorientado, el proceso de Inyección y el proceso de Soplado; estos serán, en los cuales se centrará el estudio y la propuesta de aplicación.

A continuación se hace una descripción del contenido de cada capítulo:

Capítulo I: Se hace referencia a un marco teórico-conceptual en el cual se describen las herramientas expuestas como lo son: ISO 9000; que refiere las normas, antecedentes y evolución de la familia ISO, así como los conceptos, vocabulario y requisitos de la norma ISO 9001:2000. TQM (Total Quality Management) se define la calidad con respecto a los precursores de la calidad como Edgard Deming y Kaoru Ishikawa. Se describe también como principio de mejora el Kaizen y las 5s para aplicación de las mejoras, así mismo como los beneficios y efectos tangibles y obstáculos de las mejoras. Y marco teórico de la filosofía Seis Sigma, en el cual se describe los roles de la implementación y sus concernientes responsabilidades, además del desarrollo de las cinco etapas del mapa de la filosofía Seis Sigma.

Capítulo II: Se realiza la metodología general del estudio, en la cual consiste en una metodología del estudio, metodología de análisis y una metodología de diseño. La metodología del estudio consiste en identificar la unidad de análisis los sujetos de estudio que en la cual se realiza un método, una técnica para realizar el instrumento del estudio y así determinar la muestra para recopilar la información y realizar el procedimiento de campo que consiste en aceptación, tiraje de los cuestionarios ejecución de la encuesta en la empresa y análisis de la encuesta. La metodología de análisis consiste en una tabulación y análisis del estudio, de un diagnóstico de la empresa, el cual contiene la descripción de los tres procesos claves que los cuales son: procesos de Biorientado, proceso de Inyección y proceso de Soplado con sus respectivos diagramas y análisis FODA de la situación actual de la empresa. La metodología de diseño consiste en realizar el mapa de la filosofía Seis Sigma a la empresa en estudio con los resultados de la investigación.

El capítulo III, Contiene la propuesta de implementación del diseño del mapa de la filosofía Seis Sigma, el cual permite conocer las causas que originan los problemas descritos en los diagramas de Ishikawa. Así mismo, se aplica en la etapa cuatro del Mapa, la metodología DMANC, la cual contiene la Matriz Causa y Efecto, la herramienta de Pareto y finalmente el AMFE esta última sirve como una herramienta para detectar y priorizar cuales causas son mas criticas y ocurrentes de los tres procesos claves: Biorientado Inyección y Soplado. Con la finalidad de analizar e implantar las mejoras.

Finalmente se realiza un estimado de los costos de implementación de la propuesta, los cuales corresponden a las capacitaciones de los que van a implementar la filosofía y un cuadro simulado de los beneficios en el tiempo que se obtendrían al ir elevando el nivel de sigma partiendo de un nivel sigma actual de la empresa que se tomo como ejemplo, hasta alcanzar el nivel de Seis Sigma en un tiempo que la empresa va a proponerse, además de un consolidado de conclusiones y recomendaciones para las empresas que deseen adoptar e iniciar un proceso de mejora basado en Seis Sigma.

Objetivo General y Específicos

Objetivo General:

- Desarrollar una propuesta de Aplicación de la Filosofía Seis Sigma, a una empresa orientada al procesamiento de plásticos y Certificada con ISO 9000.

Objetivos Específicos

- Establecer un marco teórico de las diferentes herramientas de calidad que utiliza la empresa certificada de ISO 9000.
- Realizar una investigación sobre la situación actual de la empresa fabricante de productos de plásticos en el país.
- Elaborar un diagnóstico situacional como insumo para la investigación a desarrollarse en una empresa dedicada a la elaboración de productos de plástico.
- Elaborar una Propuesta de aplicación de la filosofía Seis Sigma en la empresa en estudio, como un instrumento de mejora continua basada en los resultados de la investigación
- Evaluar económicamente la propuesta de aplicación de la filosofía Seis Sigma en una relación costo – beneficio que indica la aceptación de esta propuesta como un instrumento de mejora continua.

Alcances Y Limitaciones

Alcances:

El estudio a realizar comprende:

- El establecimiento de las empresas salvadoreñas en la rama industrial del procesamiento del plástico, que están certificadas hasta la fecha, con el fin de determinar los potenciales beneficiarios de este estudio.
- La descripción de las herramientas comúnmente utilizadas en la aplicación de la filosofía Seis Sigma, como mejora de la producción en la empresa de manufactura de plástico.
- La investigación sobre los insumos de la empresa en estudio para elaborar una propuesta de aplicación de la filosofía Seis Sigma, como una metodología de mejora continua.

Limitaciones:

Delimitación Espacial

El contexto espacial en el cual se enmarca el desarrollo de la investigación, es en la zona Metropolitana del departamento de San Salvador.

Delimitación Temporal

El período de tiempo estipulado para el desarrollo del estudio de la propuesta de aplicación de la filosofía Seis Sigma, es apartir del mes de Enero de 2004, al mes de Octubre del mismo año.

Delimitación Social

Dentro de la delimitación social, los sujetos de estudio son las personas responsables de los procesos genéricos (Inyección, Soplado y Biorientado) de la empresa en estudio la cual esta previamente certificada con ISO 9000 y dedicada al procesamiento de plástico.

Delimitación De Contenido

En el marco del contenido, se desarrolla el estudio en una empresa dedicada al procesamiento de plástico, que cuenta previamente con la certificación ISO 9000.

- El estudio es enfocado a una empresa en particular, que permitió la apertura, pero bajo ciertos lineamientos de confidencialidad de la información e identificación de la misma.

- El acceso al personal del área de producción y calidad, es limitado y escaso debido al tiempo estipulado por la empresa en estudio, cuya información se convertirá en insumo para la investigación.

- La investigación es aplicada a los tres procesos genéricos los cuales son: inyección, soplado y biorientado empleados en empresas dedicadas a la producción de plásticos.

- A pesar de que ésta filosofía se origino en la década de los ochenta; en El Salvador, no se cuenta con mucha información bibliográfica, por lo que, se hará acopio de toda aquella información proporcionada por diversas fuentes.

CAPITULO I

1. Marco Teórico Conceptual de Referencia

1.1 Evolución de la Familia de Normas ISO

La serie ISO 9000 es un conjunto de normas orientadas a ordenar la gestión de la empresa que han ganado reconocimiento y aceptación internacional debido al mayor poder que tienen los consumidores y a la alta competencia internacional acentuada por los procesos integracionistas. Algunas de estas normas especifican requisitos para sistemas de calidad (ISO 9001, 9002, 9003) y otras dan una guía para ayudar en la interpretación e implementación del sistema de calidad (ISO 9000-2, ISO 9004-1)

1.1.1 Antecedentes de las Normas ISO 9000

El Organismo Internacional de Normalización, ISO, (International Organization for Standardization), fue creado en 1947 y cuenta con 91 estados miembros, que son representados por sus organismos nacionales de normalización. El Organismo Internacional de Normalización trabaja para lograr una forma común de conseguir el establecimiento del sistema de calidad, que garantice la satisfacción de las necesidades y expectativas de los consumidores.

A comienzos de 1980, El Organismo Internacional de Normalización, designó una serie de comités técnicos para que trabajaran en el desarrollo de normas comunes que fuesen aceptadas universalmente. El resultado de este trabajo fue publicado siete años más tarde a través del compendio de normas ISO 9000, posterior a la publicación de la norma de aseguramiento de la calidad-vocabulario (ISO 8402), que fue dada a conocer en 1986.

Objetivos de las ISO 9000

- Proporcionar elementos para que una organización pueda lograr la calidad del producto o servicio, a la vez que mantenerla en el tiempo, de manera que las necesidades del cliente sean satisfechas permanentemente, permitiéndole a la empresa reducir costos de calidad, aumentar la productividad, y destacarse o sobresalir frente a la competencia.
- Proporcionar a los clientes o usuarios la seguridad de que el producto o los servicios tienen la calidad deseada, concertada, pactada o contratada.
- Proporcionar a la dirección de la empresa la seguridad de que se obtiene la calidad deseada.
- Establecer las directrices, mediante las cuales la organización, puede seleccionar y utilizar las normas.

1.1.2 Evolución de la familia ISO 9000

Se presenta un cuadro N° 1, en el cual describe el significado de la norma, el tipo de norma y el año en que fue creada.

Cuadro N° 1.

NORMA	AÑO	CONTENIDO
8402	1986	Contiene las definiciones y el vocabulario que se emplea en el resto de las normas
9000	1987	Gestión y aseguramiento de la calidad, conceptos y vocabularios
9000-1	1987	Norma para la gestión y aseguramiento de la calidad - Parte 1
9000-2	1993	Norma para la gestión y aseguramiento de la calidad - Parte 2
9000-3	1991	Norma para la gestión y aseguramiento de la calidad - Parte 3

9000-4	1993	Norma para la gestión y aseguramiento de la calidad - Parte 4
9001	1987	Consiste en el detalle de un Sistema de calidad implica un modelo para el aseguramiento de calidad en el diseño, desarrollo, producción, instalación y servicio postventa. Es por tanto, la que abarca más áreas dentro de la empresa y es la que se aplica a las empresas puramente industriales.
9002	1987	Sistema de calidad. Implica un modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción e instalación, cuando en ellos el suministro debe de asegurar la conformidad con los requisitos. Es la que se aplica a aquellas empresas industriales que no hacen diseño propio de sus productos y las empresas de servicios.
9003	1987	Sistema de calidad. Implica un modelo para el aseguramiento de la calidad en la inspección y en los ensayos finales cuando únicamente en ellos el suministro debe asegurar la conformidad con los requisitos. Sería el caso de las empresas comerciales.
9004-1	1987	Gestión de la calidad y elementos del sistema de calidad dentro del sector de las empresas de servicio - Parte 1
9004-2	1991	Gestión de la calidad y elementos del sistema de calidad dentro del sector de las empresas de servicio - Parte 2
9004-3	1993	Gestión de la calidad y elementos del sistema de calidad dentro del sector de las empresas de servicio - Parte 3
9004-4	1993	Gestión de la calidad y elementos del sistema de calidad dentro del sector de las empresas de servicio - Parte 4

1.1.3 ISO 9000:2000 Conceptos y Vocabulario

(Sistema de Gestión de la Calidad – fundamentos y vocabulario) esta norma describe los conceptos de un sistema de gestión de calidad (SGC) y define los términos fundamentales usados en la familia ISO 9000. la norma también incluye los

ocho principios de gestión de calidad que se usaron para desarrollar la ISO 9001 y la ISO 9004 esta norma reemplaza a la ISO 8402:1994 y a la ISO 9000-1:1994.

Requisitos De La Norma ISO 9000:2000 como sabemos, los cambios en las normas ISO 9000:2000, fueron muy representativos en cuanto a los principios básicos de la Gestión de la Calidad. Los requisitos de la norma ISO 9000:2000 son flexibles y algunos de ellos se pueden omitir dependiendo de las necesidades o características de cada organización.

La experiencia acumulada por la implementación de las normas ISO 9000 en cientos de miles de organizaciones en todo el mundo indican la necesidad de mejorarlas, hacerlas más amigables sobre todo para la pequeña y mediana empresa.

Principios básicos de la calidad:

1. Organización enfocada al cliente.

Las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto comprender sus necesidades presentes y futuras, cumplir con sus requisitos y esforzarse en exceder sus expectativas.

2. Liderazgo

Los líderes establecen la unidad de propósito y dirección de la organización. Ellos deben crear y mantener un ambiente interno, en el cual el personal pueda llegar a involucrarse totalmente para lograr los objetivos de la organización.

3. Participación de todo el personal

El personal, con independencia del nivel de la organización en el que se encuentre, es la esencia de la organización y su total implicación posibilita que sus capacidades sean usadas para el beneficio de la organización.

4. Enfoque a procesos.

Los resultados deseados se alcanzan más eficientemente cuando los recursos y las actividades relacionadas se gestionan como un proceso.

5. Enfoque del sistema hacia la gestión.

Identificar, entender y gestionar un sistema de procesos interrelacionados para un objeto dado, mejora la eficiencia y la eficacia de una organización.

6. La mejora continua

La mejora continua debería ser el objetivo permanente de la organización.

7. Enfoque objetivo hacia la toma de decisiones

Las decisiones efectivas se basan en el análisis de datos y en la información.

8. Relaciones mutuamente benéficas con el proveedor

Una organización y sus proveedores son independientes y una relación mutuamente benéfica intensifica la capacidad de ambos para crear valor.

1.1.4 ISO 9001:2000 (Sistema de Gestión de la Calidad – Requisitos)

A continuación se presentan los requisitos de esta norma para aumentar la satisfacción de sus clientes. Esta norma reemplaza a la norma ISO 9001:1994, la ISO 9002:1994 y la ISO 9003:1994.

Requisitos de la Norma ISO 9001:2000

- Un mayor énfasis en la función de la alta dirección
- Un enfoque “hacia el cliente”, para asegurar la “participación de la alta dirección en la determinación de los requisitos del cliente”
- La consideración de los requisitos estatuarios y reglamentarios
- El establecimiento de objetivos de calidad medibles en los niveles y funciones pertinentes.
- El establecimiento de procesos de comunicación interna para asegurar la comunicación efectiva de los objetivos del SGC (Sistema de Gestión de Calidad) dentro de la organización.

- Una mayor atención a la disponibilidad de recursos mediante la adición de requisitos separados para “infraestructura” y “ambiente de trabajo”.
- La determinación de la eficiencia de la formación
- El seguimiento de la información sobre satisfacción del cliente, como una medida de la eficiencia del sistema.
- El análisis de los datos recolectados, para demostrar la conveniencia y eficiencia del SGC.
- La “mejora continua” de la eficacia del SGC.

1.2 Control Total de la Calidad

La historia de la humanidad está directamente ligada con la calidad desde los tiempos más remotos, el hombre al construir sus armas, elaborar sus alimentos y fabricar su vestido observa las características del producto y enseguida procura mejorarlo.

Las necesidades de la enorme producción en masa requeridas por la segunda guerra mundial originaron el control estadístico de calidad, esta fue una fase de extensión de la inspección y el logro de una mayor eficiencia en las organizaciones de inspección. A los inspectores se les dio herramientas con implementos estadísticos, tales como muestreo y gráficas de control. Esto fue la contribución más significativa, sin embargo este trabajo permaneció restringido a las áreas de producción y su crecimiento fue relativamente lento.

Definición de la calidad

La calidad es un concepto que ha ido variando con los años y que existe una gran variedad de formas de concebirla en las empresas, a continuación se detallan algunas de las definiciones que comúnmente son utilizadas en la actualidad.

La calidad es:

- Satisfacer plenamente las necesidades del cliente.
- Cumplir las expectativas del cliente y algunas más.
- Despertar nuevas necesidades del cliente.
- Lograr productos y servicios con cero defectos.
- Hacer bien las cosas desde la primera vez.
- Diseñar, producir y entregar un producto de satisfacción total.
- Producir un artículo o un servicio de acuerdo a las normas establecidas.
- Dar respuesta inmediata a las solicitudes de los clientes.
- Sonreír a pesar de las adversidades.
- Una categoría tendiente siempre a la excelencia.
- Calidad no es un problema, es una solución.

Precursor de la calidad

Dr. Edward Deming (1900-1993)

Es inevitable poder empezar a hablar de la calidad sin referirnos al padre de la misma y a sus seguidores. El Dr. Deming aprendió desde muy pequeño que las cosas que se hacen bien desde el principio acaban bien.

En 1950, lo que Japón quería, lo tenía Estados Unidos; simultáneamente, ¿Qué tenía los Estados Unidos pero no quería? La respuesta, W. Edward Deming, un estadista, profesor y fundador de la Calidad Total. Ignorado por las corporaciones americanas, Deming fue a Japón en 1950 a la edad de 49 y enseñó a los administradores, ingenieros y científicos Japoneses como producir calidad. Treinta

años después, luego de ver un documental en televisión en la cadena NBC, titulado, "Si Japón puede, porque nosotros no" corporaciones como Ford, General Motors y Dow Chemical, por nombrar algunas se dieron cuenta y buscaron la asesoría de Deming. La vida de Deming se tornó un torbellino de consultas y conferencias.

Deming se hizo disponible a la América corporativa en términos de consulta y a individuales a través de sus escritos y tours de seminarios por los próximos trece años de su vida. Aunque murió en 1993, su trabajo aun vive. Slogans de misión, tales como el de Ford " Calidad es el primer trabajo", son reconocidos en la industria; cursos empresariales son dictados usando sus principios como partes integrales del curriculum; y la abreviación TQM (Total Quality Management) es ampliamente conocido y comúnmente utilizado a través de la América corporativa.

Otro precursor es: Kaoru Ishikawa es hoy conocido como uno de los más famosos gurús de la calidad mundial. La teoría de Ishikawa era manufacturar a bajo costo. Dentro de su filosofía de calidad él dice que la calidad debe ser una revolución de la gerencia. El control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad.

Kaoru Ishikawa también da a conocer al mundo sus siete herramientas básicas que son: gráfica de Pareto, diagrama de causa-efecto, estratificación, hoja de verificación, histograma, diagrama de dispersión, y gráfica de control de Schewhart.

Administración Estratégica de la calidad.

La empresa moderna es un sistema complejo en el que se toman decisiones se comunican y se instrumentan. Los componentes de la producción, incluida la calidad, dependen de la manera como se toman las decisiones de la estructura de la red de comunicaciones y del sistema de instrumentación. Las personas de todos los niveles de la organización, desde el director ejecutivo hasta el obrero de la línea de

producción tienen por consiguiente alguna influencia en la calidad final. La calidad es trabajo de todos, pero la calidad debe ser dirigida por la administración.

Deming propuso 14 puntos para ayudar a la gerencia a mejorar la calidad:

1. Mejorar el producto o servicio y planear para el futuro
2. Adoptar una nueva actitud
3. Eliminar la dependencia de la inspección en masa
4. Mejorar la calidad de los materiales que se reciben
5. Encontrar los problemas
6. Instituir métodos modernos de capacitación
7. Instituir métodos modernos de supervisión
8. Desterrar el miedo
9. Derribar las barreras
10. Eliminar las metas numéricas. Desechar los carteles y lemas dirigidos a la fuerza de trabajo donde se le exhorta a aumentar su productividad sin proporcionar los métodos.
11. Eliminar las normas de trabajo que prescriben cuotas numéricas
12. Eliminar los obstáculos al orgullo
13. Instituir un programa vigoroso de capacitación y reinstrucción
14. Crear una estructura apropiada

Análisis de las fallas.

Las fallas pueden rastrearse hasta sus raíces mediante la simple investigación de la línea u observación física. Sin embargo, algunas veces el problema se detecta en un componente particular pero el método de la falla y su causa se desconocen, para este caso se recurre al análisis de las fallas para localizar con precisión el problema. Además de una evaluación detallada y estricta, el análisis de las fallas incluye diversos elementos, como el poner al descubierto con un abrasivo o con otros medios para permitir el examen visual, el análisis con microscopio o la exploración con el microscopio electrónico, la espectroscopia, evaluaciones térmicas con termómetros, pruebas con rayos X, pruebas químicas, etc.

1.2.1 Calidad total (TQM)

La filosofía de la Calidad Total proporciona una concepción global que fomenta la Mejora Continua en la organización y la involucración de todos sus miembros, centrándose en la satisfacción tanto del cliente interno como del 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).

Importancia Estratégica de la Calidad Total.

La Calidad Total es una estrategia que busca garantizar, a largo plazo, la supervivencia, el crecimiento y la rentabilidad de una organización optimizando su competitividad, mediante: el aseguramiento permanente de la satisfacción de los clientes y la eliminación de todo tipo de desperdicios. Esto se logra con la participación activa de todo el personal, bajo nuevos estilos de liderazgo; siendo la estrategia que bien aplicada, responde a la necesidad de transformar los productos, servicios, procesos estructuras y cultura de las empresas, para asegurar su futuro.

La capacitación en Calidad Total debe buscar no sólo la adquisición de nuevos conocimientos sino el cambio de actitudes y de comportamiento. Debe tenerse en cuenta que ello no se logra sólo con unas cuantas conferencias, se requiere de una acción permanente en la que se refuerce el aprendizaje con la práctica vinculada a su propio trabajo. Para que la capacitación sea efectiva debe ser teórico- práctica, emplear ejemplos de la propia organización o similares, ser dosificada, capacitar en aquello que va a ser utilizado y aplicar lo aprendido en el trabajo diario.

1.3 Principios de la mejora continua

A lo largo de la historia, las personas han desarrollado métodos e instrumentos para establecer y mejorar las normas de actuación de sus organizaciones e individuos.

El mejoramiento continuo más que un enfoque o concepto es una estrategia, y como tal constituye una serie de programas generales de acción y despliegue de recursos para lograr objetivos completos, pues el proceso debe ser progresivo. No es posible pasar de la oscuridad a la luz de un solo salto.

En la actualidad el Sistema Empresarial se encuentra en un proceso de perfeccionamiento que en sí constituye un programa de mejora, pero en la medida en que este se apoye en enfoques utilizados en la práctica mundial se obtendrán mejores resultados.

Un plan de mejora requiere que se desarrolle en la empresa un sistema que permita:

- Contar con empleados habilidosos, entrenados para hacer el trabajo bien, para controlar los defectos, errores y realizar diferentes tareas u operaciones.
- Contar con empleados motivados que pongan empeño en su trabajo, que busquen realizar las operaciones de manera optima y sugieran mejoras.
- Contar con empleados con disposición al cambio, capaces y dispuestos a adaptarse a nuevas situaciones en la organización.

1.3.1 Kaizen

La palabra Kaizen proviene de la unión de dos vocablos japoneses: *KAI* que significa cambio y *ZEN* que quiere decir bondad.

La esencia del Kaizen es sencilla y directa: Kaizen significa mejoramiento. Más aún, significa mejoramiento progresivo, continuo, que involucra a todos en la

organización, alta administración, gerentes y trabajadores. Kaizen es asunto de todos. La filosofía Kaizen supone que nuestra forma de vida sea nuestra vida en el trabajo, vida social o vida familiar merece ser mejorada de manera constante. Todas las personas tienen un deseo instintivo de mejorarse.

Kaizen es un enfoque humanista, porque espera que todos participen en él. Está basado en la creencia de que todo ser humano puede contribuir a mejorar su lugar de trabajo, en donde pasa una tercera parte de su vida. Es una estrategia dirigida al consumidor para el mejoramiento. Comienza comprendiendo las necesidades y expectativas del cliente para luego satisfacerlas y superarlas. Se supone que a la larga todas las actividades deben conducir a una mayor satisfacción del cliente.

1.3.1.1 Las 5S de Kaizen

La aplicación de esta técnica pretende mejorar la organización y el orden y limpieza de los diferentes departamentos y secciones de la empresa. La metodología 5S consta de 5 etapas:

Seiri (Organización)

Organizar el area de trabajo, eliminando/retirando lo innecesario y estableciendo medidas preventivas para su reaparición.

Seiton (Orden)

Definir, adecuar e identificar lugares para ubicar correctamente y de manera fácilmente accesible todas las cosas necesarias.

Seiso (Limpieza)

"Crear una organización" que mantenga en permanente estado de uso el puesto de trabajo, así como las máquinas, útiles y herramientas que emplea.

Seiketsu (Control Visual)

Propiciar un entorno que permita la gestión por excepción y la fácil detección de anomalías mediante el uso de técnicas de gestión visual.

Shitsuke (Disciplina y Hábito)

Establecer los mecanismos de verificación y diagnóstico del estado de Organización, Orden y Limpieza (auditorías, fotos, vídeos, etc.), así como los indicadores de medida del nivel alcanzado, que autoestimulen al personal a proseguir los esfuerzos de mejora.

Beneficios de las 5 S

- Crea ambientes de trabajo limpios, higiénicos, agradables y seguros.
- Mejora sustancialmente el estado de ánimo, la moral y la motivación de los empleados.
- Elimina las diversas clases de muda y libera espacio.
- Mejora la eficiencia en el trabajo y reduce los costo de operación.
- Reduce el movimiento innecesario, como caminar.
- Ayuda a los empleados a adquirir autodisciplina y a asumir un interés real en Kaizen.

Efectos Intangibles.

- Participación de todos en la administración.
- Mayor sensibilidad hacia la calidad y solución de problemas.
- Calidad mejorada del trabajo.
- Relaciones humanas mejoradas

Obstáculos a las mejoras

Existen varios factores que impiden los resultados que de las mejoras se esperan. Esos factores suelen emanar de las personas, cuyas actitudes erradas constituyen las causas principales. A continuación se enumeran algunas de ellas:

1. Pasividad entre los altos ejecutivos y Gerentes; los que evaden responsabilidades.
2. Personas que piensan que todo marcha bien y que no hay ningún problema; están satisfechas con el status alcanzado y les falta comprensión de aspectos importantes.

3. Personas que piensan que su empresa es la mejor. Digamos que son egocéntricas.
4. Personas que piensan que la mejor manera de hacer algo y la más fácil es aquella que conocen. Personas que confían en su propia y suficiente experiencia.
5. Personas que sólo piensan en sí mismas o en su propia división. Personas imbuidas de seccionalismo.
6. Personas que no tienen oídos para las opiniones de otros.
7. Personas que anhelan destacarse, pensando siempre en sí mismas.
8. El desánimo, los celos y la envidia.
9. Personas que no ven lo que sucede más allá de su entorno inmediato. Personas que nada saben acerca de otras divisiones, otras empresas, el mundo externo o el mundo en general.
10. Personas que siguen viviendo en el pasado Feudal. Estas incluyen "las persona dedicadas únicamente a asuntos comerciales, los Gerentes y trabajadores de línea sin sentido común, y los sindicalistas doctrinados".

Quando se desea poner en práctica algo nuevo, el principal enemigo de este esfuerzo se hallará dentro de la propia empresa y dentro de la propia persona. Si no se puede vencer este enemigo, no habrá progreso.

Todo lo novedoso, no necesariamente es bueno y no todo lo bueno tiene que ser novedoso. La profecía de lo bueno y lo novedoso en ocasiones hace perder objetividad, conduce a andar por caminos inadecuados, entusiasmo, motiva y lleva a creer que todos deben saber, conduce al populismo. Muchas veces esto condiciona una frustración porque no se ha justificado el camino a escoger en relación con las condiciones propias.

1.4 La Filosofía Seis Sigma

1.4.1 Marco Teórico

Seis Sigma es un sistema completo y flexible para conseguir, mantener y maximizar el éxito en los negocios. Seis Sigma funciona especialmente gracias a una comprensión total de las necesidades del cliente, del uso disciplinado del análisis de los hechos y datos, y de la atención constante a la gestión, mejora y reinención de los procesos empresariales.

Es esencial que el compromiso con la metodología Seis Sigma comience y permanezca en la alta dirección de la empresa. La experiencia demuestra que cuando la dirección no expresa su visión de la compañía, no transmite firmeza y entusiasmo, no evalúa los resultados y además, no reconoce los esfuerzos, los programas de mejora se transforman en una pérdida de recursos a un costo muy alto.

El proceso Seis Sigma comienza con la sensibilización de los ejecutivos para llegar a un entendimiento común del enfoque Seis Sigma y para comprender los métodos que permitirán a la compañía alcanzar niveles de Calidad hasta ahora insospechados.

El paso siguiente consiste en la selección de los empleados, profesionales con capacidad y responsabilidad en sus áreas o funciones que van a ser intensivamente formados para liderar los proyectos de mejora. Muchos de estos empleados tendrán que dedicar una parte importante de su tiempo a los proyectos, si se pretenden resultados significativos.

Seis Sigma no solo se trata acerca de herramientas estadísticas, datos o cálculos de defectos, ni tampoco se refiere solo a tener gente trabajando en equipo. Equipos de gente trabajando solos no pueden cambiar estructuras corporativas ni mucho menos “culturas” dentro de las empresas. Los equipos tan solo son parte de una infraestructura diseñada para asistir y ayudar en el rediseño de la organización.

Una forma de entender esta renovación, es revisando los roles de las personas que se verán envueltas en la implantación de la metodología Seis Sigma:

1. Líder de Grupo o Consejo
2. Patrocinador del proyecto o “Champion”
3. Responsable de Implantación
4. Entrenador o consultor de Seis Sigma – “Master Black Belt”
5. Jefe de Equipos / jefe de Proyecto – “Black Belt”
6. Miembros de Equipos – “Green Belt”
7. Propietario del Proceso

1.4.2 Roles y Responsabilidades

1. Líder de Grupo o Consejo

En la mayoría de las organizaciones con las que trabaja el equipo responsable o consejo de la calidad es el mismo grupo que el equipo de alta dirección, llámese comité de calidad. Este grupo establece

- los roles infraestructura de la iniciativa Seis Sigma
- selecciona los proyectos específicos y asignar los recursos
- Revisar periódicamente el progreso de los distintos proyectos y aportar ideas
- Actuar como patrocinadores de los proyectos Seis Sigma
- Ayudar a cuantificar el impacto de Seis Sigma en la empresa
- Evaluar los progresos e identificar los puntos fuertes y débiles del esfuerzo
- Compartir las mejoras prácticas en toda la organización, así como con los proveedores y clientes principales.
- Actuar como eliminadores de obstáculo cuando los equipos identifican barreras

2. Patrocinador del proyecto o “Champion”

Es un directivo que supervisa un proyecto de mejora y tiene como principal responsabilidad, proveer de lineamientos claros al equipo de Implantación, debe ser

el Líder del proyecto y ser el agente que de apoyo en todo sentido al equipo, elimina los obstáculos y dedica recursos para soporte a Black Belt.

Debe establecer una meta, estar siempre abierto al cambio, proveer recursos y servir de enlace entre el equipo y los diversos niveles gerenciales de la empresa.

3. Responsable de implantación

Puede ser uno de los altos directivos de la empresa que planea añadir la administración del esfuerzo Seis Sigma a sus propias responsabilidades, Será necesario dedicar recursos para gestionar los progresos y logística diarios. Según la escala de trabajo, un responsable de puesta en marcha puede ser suficiente; hará también falta disponer de personal para el siguiente conjunto de tareas.

4. Entrenador o consultor de Seis Sigma – “Master Black Belt”

Son expertos preparados con mayor consistencia en herramientas estadísticas y mejora de procesos. Ellos desarrollan muchas de las actividades de un Black Belt, pero para un número mayor de Equipos. Por lo general, han liderado e implantado exitosamente diversos procesos de mejorar en organizaciones y gozan de muchas buenas experiencias en el desarrollo de procesos, Sirven además, como agentes de cambio y consultores.

5. Jefe de Equipos / jefe de Proyecto – “Black Belt”

Los black belt trabajan a tiempo completo con los proyectos seleccionados. Como líderes de equipo y jefes del proyecto. Entrenados en el uso de métodos estadísticos, análisis de procesos y habilidades para manejo de equipos e indagar en los problemas crónicos y de alto impacto. El entrenamiento incluye una base sólida en herramientas estadísticas, muestreo, análisis multivariable y diseño de experimentos, y pasan de la teoría a la acción siguiendo los pasos de la metodología Seis Sigma.

6. Green Belts

Los Green Belt ayudan a los black belt en sus tareas funcional, aplican las herramientas estadísticas de seis sigma para examinar y solucionar los problemas crónicos dentro de sus trabajos normales

Por lo general, son empleados que han recibido suficiente entrenamiento en Seis Sigma y han formado parte de equipos de Implantación. De igual forma, han liderado pequeños proyectos de mejora en empresas.

7. Propietario del proceso

Es la persona que asume una nueva responsabilidad interfuncional para gestionar un conjunto completo de etapas, que proporcionar valor a un cliente interno y externo. Recibe entregas de los equipos de mejora o se convierten o se convierten en los propietarios de los procesos nuevos o recién diseñados. El patrocinador y el propietario pueden ser la misma persona.

1.4.3 El Mapa de Seis Sigma

Existen cinco etapas en el mapa Seis Sigma, como un método ideal de implantación. Estas etapas son:

1. Identificar los procesos claves y los clientes principales
2. Definir las necesidades de los clientes
3. Medir el rendimiento actual de los clientes
4. Dar prioridad, analizar e implantar las mejoras
5. Extender e integrar el sistema Seis Sigma

Las empresas pueden invertir para poner en marcha proyectos de mejora seis Sigma con solo aplicar la etapas 4; puede darles los beneficios esperados o porcentajes de estos beneficios no se cumplan. Algunos proyectos llevan mas tiempo de los esperando cuando solo se aplican algunos etapas del mapa.

Algunas empresas puedan que necesiten solo implantar la etapa 2 para conocer la voz del cliente, así como medidas para evaluar el rendimiento frente a los

criterios (críticos de la calidad) del cliente en la etapa 3. Esto

Se describirá a continuación las etapas paso a paso.

1.4.3.1 Etapa I del Mapa: Identificar los procesos clave y los clientes principales

El objetivo es Crear una comprensión clara de la imagen global de las actividades interfuncionales mas importantes de su organización y de como interactúan con los clientes externos.

A continuación se describen las tres principales actividades asociadas con la identificación de los procesos clave y de los clientes principales los cuales son:

- A. Identificar los procesos claves más importantes de su empresa
- B. Definir los resultados más importantes de estos procesos claves y los clientes Principales a los que sirven.
- C. Crear mapas de alto nivel de los procesos claves o estratégicos.

Etapa 1 A: identificar los procesos clave.

Por procesos clave se refiere a una cadena de tareas, las cuales suelen implicar a varios departamentos o funciones, que aportan valor (productos, servicios, soporte, información) a los clientes externos. Junto con los procesos clave, cada organización tiene una serie de procesos que proporcionan recursos vitales o entradas a las actividades que producen valor. Aunque la idea de un proceso clave puede parecer obvia, resulta interesante que este bloque de construcción empresarial tan importante sea una idea relativamente reciente, uno de los conceptos innovadores del sistema Seis Sigma.

Procesos clave

Hay actividades que son esenciales para cualquier empresa. Aunque en su organización reciban un nombre diferente o se dividan en partes más pequeñas, la lista siguiente es un buen principio para garantizar que ha incluido todos los procesos principales:

- Adquisición de clientes. El proceso de atraer y asegurar clientes para la organización.
- Administración de pedidos. Actividades que realizan el seguimiento de los pedidos de productos y servicios de los clientes.
- Cumplimentación de pedidos. Creación, preparación y entrega de los pedidos a los clientes.
- Servicio o soporte a clientes. Actividades diseñadas para mantener la satisfacción de los clientes después de la entrega de un pedido.
- Desarrollo de nuevos productos/servicios. Concepción, diseño y puesta en marcha de nuevos servicios que añaden valor a los clientes.

Etapas IB: Definir los resultados del proceso y sus clientes principales

El reto en esta etapa es evitar introducir demasiados elementos o productos en la categoría de resultados (salidas). Si la organización es como la mayoría, que producen una gran cantidad de material diariamente, parte del mismo terminará en manos de los clientes. Pero, desde el punto de vista de un proceso estratégico o clave, solo es relevante el producto final o el resultado principal.

No es totalmente obligatorio que los resultados del proceso clave tengan que entregarse a clientes externos que pagan.

Etapas I C: Crear mapas de alto nivel del proceso clave

Es identificar las actividades principales que constituyen cada proceso clave (Como opción, crear diagramas de alto nivel de los procesos de soporte.) y para ello puede utilizar el modelo de proceso SIPOC; es una de las técnicas mas utilizadas en la gestión y mejora de procesos. Se emplea para presentar una perspectiva (de un vistazo) de los flujos de trabajo. El nombre procede de los cinco elementos del diagrama (es el acrónimo ingles de Supliré (proveedor), Input (entrada), Process (proceso), Output (salida), Customer (cliente)).

1.4.3.2 Etapa 2 del Mapa: Definir las necesidades de los clientes

Lo que trata es el comprender lo que los clientes quieren. Obtener buena información del cliente, de sus necesidades y requisitos, es uno de los aspectos mas complejos para la empresa en cuanto al método Seis Sigma.

Los clientes internos, como Recursos Humanos, Tecnologías de la Información o Almacenes, por ejemplo, tiene sus propios procesos clave que integran productos, servicios y valor a los clientes.

El objetivo es, Crear una comprensión clara de la imagen global de las actividades interfuncionales mas importantes de su organización y de como interactúan con los clientes externos.

Los productos finales de esta actividad Seis Sigma comprenden:

- Una estrategia y un sistema para seguir y actualizar de forma continúa los requisitos de cliente, las actividades de la competencia, los cambios del mercado, etc. Lo que equivale a un sistema de Voz del Cliente.
- Una descripción de estándares de rendimientos específicos y medibles, para cada resultado clave, según defina el cliente.
- Estándares de servicios medibles y observables para las interfaces clave con los clientes.

- Un análisis de los estándares de rendimiento y servicio basado en su importancia relativa para los clientes y segmentos de clientes.

En las etapas iniciales de un esfuerzo Seis Sigma es probable que se centre en las entradas de alta prioridad de los clientes, en lugar de corregir todos los trabajos de supervisión de clientes que ya se realizan. Sin embargo, dado que la capacidad para escuchar realmente al cliente se está haciendo tan crítica para el éxito de la empresa, se empezará por esa importante iniciativa.

Etapa 2A: Reunir los datos del cliente y desarrollar una estrategia de Voz del Cliente

Es fácil suponer que la mayoría de las empresas tienen un manejo bastante adecuado de las necesidades de sus clientes, o bien que tienen personal y mecanismos situados de manera que puedan satisfacerlas. Ciertamente, todo tipo de comparativas invierten mucho dinero en investigaciones de mercado y en encuestas sobre clientes.

Considere algunas evidencias indirectas acerca de la forma en que las compañías utilizan realmente las entradas que reciben de sus clientes:

- Aunque las tecnologías de recopilación de datos en los puntos de venta (escáneres, cajas registradoras inteligentes, sistemas de tarjetas de crédito, etc.) llevan décadas en uso, se han integrado con bastante lentitud en las operaciones diarias.
- A pesar de la gran cobertura de la prensa y de las inversiones muchas empresas todavía no utilizan sus recursos con consistencia

Algo muy importante es que se ha visto el punto débil de muchas empresas respecto a las necesidades de sus clientes en la forma en que gestionan el desarrollo de sus nuevos productos y servicios.

Para medir, y para una mayor eficiencia de Seis Sigma, es necesario una clara comprensión y atención a las necesidades del cliente, puesto que el rendimiento Sigma se basa en la definición del cliente.

Factores clave en los sistemas de Voz del Cliente

Tanto si desarrolla internamente esta competencia como si se basa en recursos externos para que le sirvan como sus oídos en el mercado necesitará reconocer algunos de los fundamentos de un sistema efectivo de Voz del Cliente.

1 Conviértalo en un esfuerzo continuado

El primer principio de un sistema de la voz del cliente efectivo es que debe convertirse en una prioridad y un centro de atención constante. El método de vez en cuando que sirvió en el pasado ya no es suficiente, dada la velocidad del cambio actual. Las organizaciones que fallan a la hora de mantener sus ojos y oídos abiertos es muy probable que se pregunten que rayos ha pasado cuando vean perderse su fortuna.

2. Defina claramente a sus clientes

Anterior se ha esquematizado la forma de construir una perspectiva más completa de sus procesos clave y de sus clientes principales. Si se presta mayor atención a la pregunta ¿quienes son nuestros clientes?, podemos obtener un despertar de la empresa y también de sus líderes.

En los años anteriores se hicieron algunas mejoras estratégicas inteligentes para segmentar mejor los grupos de clientes. Las empresas van obteniendo mayor visión para ajustar sus ofertas, servicios y funciones, al igual que sus costes, al perfil de cada grupo, lo que es una estrategia de yo gano, tu ganas. En otros casos, se toma la difícil decisión de abandonar un segmento de clientes o de centrar los esfuerzos en servir a aquellos clientes cuyas necesidades coincidan mejor con la estrategia de la compañía.

Etapa 2B: Desarrollo de estándares de rendimiento y definición de requisitos

Obtener un conocimiento de las necesidades y comportamiento de los clientes, ya sea a partir de datos existentes o de sistemas mejorados de Voz del Cliente, es el punto de partida desde el que podrá establecer líneas maestras claras para el rendimiento y la satisfacción del cliente. Una vez definidos los requisitos concretos, podrá medir su rendimiento real y evaluar su estrategia y enfoque de mercado, frente a las demandas y expectativas de los clientes.

Tipos de requisitos: resultado y servicio

La primera etapa para definir las necesidades específicas de sus clientes es comprender y diferenciar entre las categorías críticas de requisitos.

Requisitos de resultados

Son las funciones o características del producto final o servicio entregado al cliente al final del proceso. Puede haber muchos tipos de requisitos de resultados, pero todos están vinculados con la utilidad o efectividad del producto final o servicio, a los ojos del cliente. En muchos casos, los requisitos de resultados pueden definirse específica y objetivamente, siempre que el cliente sepa lo que quiere. La lista de requisitos de resultados para un producto o servicio complejo sería bastante larga.

Requisitos de servicios

Son las líneas maestras para tratar o servir al cliente durante la ejecución del proceso en si. Los requisitos de servicios tienden a ser mucho más subjetivos y dependientes de las situaciones que los requisitos de resultados, por lo que suele ser más complicado definirlos concretamente.

1.4.3.3 Etapa 3 del Mapa: Medida del rendimiento actual

Se muestra las tareas principales de esta etapa de medida y presenta el orden en el que se irán revisando.

- A) planificar y mida el rendimiento frente a los requisitos del cliente
- B) desarrollo de medidas básicas de defectos e identificación de oportunidades de mejora.**

Los resultados fundamentales incluyen:

- Datos para evaluar el rendimiento actual de los procesos frente a los requisitos de cliente de resultados y / o servicios.
- Medidas validas derivadas de los datos que identifican las fortalezas y debilidades relativas en procesos, lo que es una entrada clave para la selección adecuada del proyecto en la etapa 4.

Las medidas pueden ser fáciles o suponer un esfuerzo: importante. Por ejemplo, reunir datos sobre problemas específicos puede ser bastante rápido: si los datos ya están disponibles, reunirlos puede llevar unas horas. Por otro lado, obtener suficiente información y utilizarla comparativamente para medir los procesos clave de la empresa puede llevar semanas o incluso meses. Aparte de la formación, la medición es probablemente la mayor inversión que cualquier organización puede hacer en su iniciativa Seis Sigma. Sin embargo, el desarrollo a largo plazo de una infraestructura de medida es un bloque de construcción clave para un sistema Seis Sigma completo. El enorme beneficio que se obtiene es la capacidad de supervisar y responder a los cambios de una forma que pocas organizaciones pueden proclamar hoy haber conseguido.

Etapa 3A: Planifique y mida el rendimiento frente a los requisitos de cliente

Seleccionar lo que se quiere medir

Se debe seleccionar solamente las medidas óptimas de rendimiento (porque no puede medirlo todo) significa equilibrar dos elementos principales: 1) lo que es factible; 2) lo que es más útil o valioso. Debe ser capaz de priorizar los requisitos de cliente, tiene un buen punto de partida para determinar el valor. Las áreas en las que sospeche que hay deficiencias en el rendimiento también son buenos lugares para empezar a medir.

Identifique las fuentes de datos

Existen muchas posibles fuentes de datos en una organización. Sus consideraciones más importantes son garantizar que la fuente que elija, o a la que tenga acceso, tenga datos precisos y que represente el proceso, producto o servicio que quiere medir. Lo ideal es que seleccione medidas para las cuales existan fuentes adecuadas.

Nos se puede aventurar a ofrecer algunas sugerencias de una fuente muy común de datos: el personal que trabaja en el proceso. Aunque muchos directivos o equipos que empiezan a medir en estos días esperan conseguir datos de los sistemas de información, suele resultar que el sistema no captura lo que realmente es necesario saber o, si lo hace, se necesita mucho trabajo para separarlo de los demás datos. Una opción mejor en estos casos es reunir los datos a mano, de la gente y del proceso. Pero, si se confía en la gente como fuente de datos, especialmente en las personas que miden su propio trabajo, hay riesgos obvios. Los más comunes son la falta de atención y los errores humanos; también hay fuerzas a reconocer y respetar, como las sospechas y la paranoia. Si tiene en cuenta las recomendaciones siguientes, podrá garantizar que sus datos son completos y correctos:

- Explique claramente por que reúne los datos.

- Describa lo que va a hacer con los datos, incluyendo sus planes para compartir los hallazgos con los que los toman, mantener la confidencialidad de las identidades, etc.
- Preste atención a quien elige para participar en el trabajo; evite que la toma de datos sea un premio o un castigo.
- Haga el proceso tan fácil como sea posible.
- Ofrezca a los que tomen los datos la oportunidad de dar información sobre el proceso de recopilación.

Prepare el plan de recogida y muestreo

Los factores a tener en cuenta a la hora de ejecutar mediciones son tres elementos principales: formularios, estratificación y muestreo.

Formularios de toma de datos

Las hojas de toma de datos son hojas de cálculo y hojas de comprobación bien diseñadas. Aunque existen varios tipos estándar de formularios, conviene hacer cada uno a medida para adecuarlo a la toma de datos real. Las líneas maestras siguientes le serán de utilidad para crear un formulario de toma de datos:

- Que sea simple. Esto afectará a la cantidad de datos que podrá capturar con efectividad. Si el formulario es difícil de leer o tiene demasiado contenido, existe el riesgo de errores o de dejarlo incompleto.
- Etiquételo bien. Asegure de que nadie pregunte donde va tal respuesta.
- Dejar espacio para el nombre del tomador, la fecha y la hora. Estos elementos obvios tienden a olvidarse, produciendo después dolores de cabeza.
- Organizar el formulario de toma de datos y la hoja de compilación (el formulario u hoja de calculo que utilizara para reunir todos los datos) de forma consistente. Si ambos funcionan unidos, la entrada de datos en bruto puede ser mucho mas fácil y generar muchos menos errores.

Algunos tipos comunes de hojas de comprobación son:

Hoja de comprobación de defecto o causa. Se emplea para registrar tipos de defectos o sus causas.

Hoja de datos. Captura de lecturas, medidas o cantidades discretas.

Hoja de comprobación de gráfico de frecuencia. Registra una característica de un elemento en un continuo o escala.

Hoja de comprobación de diagrama de concentración. Representa una imagen del elemento o documento en observación; los que tomen los datos marcarán donde se aprecian problemas, defectos o daños en el elemento.

Hoja de comprobación de tipo viajero. Es cualquier hoja de comprobación que acompaña al producto o servicio a lo largo del proceso. Los datos acerca de ese elemento se registran en los lugares adecuados del formulario.

Estratificación

Obtener una medida básica de rendimiento frente a los requisitos de cliente es un objetivo fundamental de la etapa 3 del Mapa de Seis Sigma. Sin embargo, es probable que se quiera saber más sobre los datos en algún punto y, entonces, es cuando entra en juego la estratificación. El término en sí indica capas (o estratos) de los datos. La estratificación es útil para ejercitar la curiosidad y esclarecer lo que realmente está sucediendo.

Visión general del muestreo

En la esfera de la recopilación de datos, muestreo significa utilizar algunos de los elementos de un grupo o proceso que representen el todo. La disciplina completa de la estadística se basa en el muestreo, con el sentido de la capacidad para extraer conclusiones basadas en observar una parte de un todo. Las medidas Seis Sigma tienden a ofrecer más opciones acerca de cómo elegir la muestra de las que probablemente haya aprendido en los cursos de estadística cuando asistía al colegio. Si quiere entender por qué, se tendrá que explicar brevemente la distinción entre

estadística de población y estadística de proceso.

- Estadística de población. La mayoría de los libros de texto estadísticos tratan de varios métodos de muestreo y de comprobación de relaciones entre dos o mas grupos, por ejemplo, consumidores, compañías, productos, votantes, equipos de fútbol, etc. El muestreo de población es como tomar un vaso de agua de un estanque: mientras se sepa que el agua del vaso es igual que el resto del agua, podemos estar tranquilos de que la muestra es buena.
- Estadística de proceso. Las medidas empresariales suelen presentar diferentes dificultades, ya que tomar una muestra de un proceso es como comprobar una corriente de agua. Una corriente es distinta de un estanque porque cambia a cada momento. La muestra que estoy tomando en un momento podría ser diferente de la que tome hace un rato. Los parámetros de la corriente pueden cambiar y eso incluye la temperatura del agua, el oxígeno que contiene, el número de peces, el flujo, etc. Además, si dos personas tomara muestras al mismo tiempo en diferentes lugares de la corriente, probablemente serian distintas.

Conceptos clave del muestreo

Existen métodos mejores y peores de hacer un muestreo. Algunas de las cuestiones que encontraron incluían las siguientes causas posibles de error:

- Sesgo. El sesgo es el iceberg de los muestreos. Tener una muestra sesgada significa que los datos no son completamente válidos y que las conclusiones que obtenga de ellos sean probablemente equivocadas. Siempre habrá algún sesgo y el truco es conseguir que sea mínimo.
- Muestreo por conveniencia. Recopilar los elementos mas fáciles de obtener no solamente demuestra pereza, sino que es una buena forma de crear sesgos en los datos.
- Enjuiciamiento de la muestra. Casi tan malo, aunque puede parecer mejor, es intentar hacer adivinaciones acerca de los elementos o personas que son representativos. La adivinación en si es un sesgo.

- Muestreo sistemático. Este es el método recomendado para muchas actividades de medición empresarial. En un proceso, significa tomar muestras a ciertos intervalos (cada media hora, cada vigesimo elemento).
- Muestreo aleatorio. Se ha oído hablar de el como de lo mejor, pero en la vida real es difícil pensar que algo sea realmente aleatorio.

Implante y perfeccione las medidas

Siempre es mejor realizar una prueba de los datos recopilados, para garantizar que los formularios, planes de muestreo y definiciones funcionan como esta previsto. Si no puede hacer una prueba, preste se tiene que prestar atención al menos a la forma en que funcionan cuando empiece a reunirlos.

1. Precisión:
2. Repetibilidad: si una persona o un instrumento de medida mide u observa el mismo elemento mas de una vez.
3. Reproducibilidad: si dos o mas personas o maquinas miden el mismo objeto.
4. Estabilidad: al cabo del tiempo, ¿se deteriorara o cambiará la precisión o la repetibilidad?

Aunque la calibración R&R (repetibilidad y reproducibilidad) se suele aplicar a medidas de datos continuos y, con frecuencia, con instrumentos de medida (escalas, metros), se pueden aplicar métodos similares para probar las medidas de datos discretos. También se pueden utilizar algunos formularios de precisión de medida como una prueba antes de implantar un sistema de medida, y como una comprobación si hay que reunir los datos durante un periodo de tiempo largo.

Etaa 3B: desarrollo de medidas básicas de defectos e identificación de oportunidades de mejora.

Las herramientas y métodos de toma de datos son importantes en cualquier tipo de medición de procesos empresariales. Sin embargo, en este punto del Mapa

de Seis Sigma, el objetivo es simplemente establecer la situación de partida de rendimiento para determinar lo bien que funcionan los procesos, de manera se pueda centrar en mejorar las medidas. Primero se observaran las medidas de resultados y, después, las que tienen en cuenta el rendimiento interno.

Medidas del rendimiento de los resultados

La medición Seis Sigma se centra en el seguimiento y en la reducción de los defectos de un proceso. En esta revisión de medidas comparativas, se retomará el tema de las medidas de defectos y explicar las distintas opciones y conceptos que le conviene saber a medida que elige e implanta las suyas propias. El empleo de medidas de defectos tiene varias ventajas:

1. Simplicidad. Todo el mundo puede comprender lo que esta bien y mal. Los cálculos de los distintos tipos de medidas de defectos se pueden realizar con habilidades matemáticas básicas
2. Consistencia. Las medidas de defectos se pueden aplicar a cualquier proceso para que exista un requisito o estándar de rendimiento, ya sea para datos continuos o discretos, o bien para un proceso de fabricación o de servicios.
3. Comparabilidad. Motorola utilizó medidas Seis Sigma para monitorizar la tasa de mejora de procesos de todo tipo y para comparar el rendimiento de los esfuerzos en diferentes áreas de la empresa.

Medidas de unidades defectuosas y de rendimiento

Las medidas que se dirigen a los defectuosos, es decir, a las unidades que contienen un defecto o diez. Las medidas de unidades defectuosas son especialmente importantes en empresas o productos para los que cualquier defecto es serio.

- Porcentaje de unidades defectuosas. Se refiere a la fracción o porcentaje de muestras del elemento que tienen uno o más defectos. La formula que se utilizara

es la siguiente

Porcentaje de unidades defectuosas = número de unidades defectuosas/número de unidades

- Rendimiento final (se indica como Y final), Se calcula como 1 menos la proporción de imperfección. Indica la fracción sobre el total de unidades producidas y/o entregadas sin defecto. (Multiplicando el rendimiento final por 100 da el porcentaje bueno.)

Rendimiento final = 1 – porcentaje de unidades defectuosas

Medidas de defectos

Defectos por unidad o DPU. Esta medida refleja la cantidad promedio de defectos, de todos los tipos, sobre la cantidad total de unidades de la muestra. (Véanse la fórmula) Si ha calculado un DPU de 1.0, por ejemplo, indica la probabilidad de que todas las unidades tengan un defecto, aunque algunos elementos pueden tener más de uno, y otros, ninguno. Un DPU de 0,25 muestra la probabilidad de que una de cada cuatro unidades tenga un defecto.

Determinación de las oportunidades de defecto

El reto está en identificar un número realista de oportunidades de defecto para cada producto o servicio. En muchos casos es un juicio, pero se puede identificar tres etapas principales en la definición de ese número de oportunidades:

1. Desarrollar una lista preliminar de tipos de defectos.
2. Determinar cuáles son los defectos específicos reales, críticos para el cliente.
3. Comprobar el número de oportunidades propuesto frente a otros estándares.

Hay algunas pautas para estimar las oportunidades de sus productos o servicios:

- Diríjase a áreas problemáticas “estándar”. Los defectos que son raros no deben considerarse como oportunidades.
- Agrupe todos los defectos relativos a una oportunidad. Esto simplifica el trabajo y

asegura que no inflara artificialmente el número de oportunidades.

- Asegúrese de que el defecto es importante para el cliente. Si se centra en estándares válidos de requisitos o de rendimiento, será lo mejor.
- Sea coherente. Si su empresa planifica utilizar medidas basadas en oportunidades, debe considerar establecer normas para definir oportunidades.
- Cambie solamente cuando sea necesario. Cada vez que cambie el número de oportunidades, cambiara el denominador para la medida Sigma, y eso supone que la comparación con el resultado anterior ya no es válida. Debe cambiar las reglas solamente cuando sea necesario.

Cálculo de las medidas basadas en oportunidades

Existen varias formas de calcular y expresar medidas basadas en oportunidades de defecto:

- Defectos por oportunidad o DPO. Expresa la proporción de defectos sobre el número total de oportunidades de un grupo.
- Defectos por millón de oportunidades o DPMO. La mayoría de las medidas de oportunidades de defecto se traducen al formato DPMO, que indica el número de defectos que podrían producirse si hubiera un millón de oportunidades. Especialmente, en los entornos de fabricación, DPMO suele llamarse PPM (partes por millón).
- Medida Sigma. Obtener el rendimiento Sigma equivalente en este momento es ya muy sencillo. La forma más fácil de obtener la cifra es traducir la medida de defectos (generalmente DPMO) utilizando una tabla de conversión en anexo 1.

Medidas del rendimiento del proceso total

Los cálculos de defectos y de Sigma que hemos visto se basan en resultados o medidas al final del proceso. Cuando su primera preocupación sea evaluar la efectividad de sus procesos en la satisfacción de las necesidades del cliente, estas medidas serán todo lo que necesite. Por otro lado, las medidas de unidades defectuosas, DPU o DPMO/Sigma no dan una indicación real de lo bien que funciona

el proceso.

Empleo de medidas básicas.

La razón para explorar estas diferentes medidas es que le den a usted y a sus directivos una mayor información a medida que fijan las prioridades de mejora. Con datos adecuados y medidas del funcionamiento de los procesos como el rendimiento, DPMO, Sigma o los CMC, y especialmente si esas medidas incluyen a la mayoría de sus procesos clave orientados al cliente, la organización puede centrarse en áreas más problemáticas o con más deficiencias. Además, tendrá un motivo para iniciar antes los proyectos, porque los datos del rendimiento actual ya estarán disponibles. Finalmente, estas medidas son un gran punto de partida para hacer el seguimiento de la mejora, lo que le permitirá documentar los beneficios y el aumento de rendimiento basándose en datos reales en lugar de anécdotas.

Estas nuevas mediciones, así como las habilidades para realizarlas, irán sentando las bases para los futuros sistemas de medida que tanto pueden hacer para crear una empresa con mayor capacidad de respuesta. Aprender de sus errores y aplicar buenos hábitos de recogida de datos y medición hará que los objetivos a largo plazo de esos sistemas de medida sean mucho más accesibles.

1.4.3.4 Etapa 4 del Mapa: Dar prioridad, analizar e implantar las mejoras.

Esta es la etapa primordial de Seis Sigma, que se pone realmente en marcha. A medida que avance por las etapas de mejora del proceso, se conseguirá los beneficios descritos en anteriormente, de esta etapa hay dos tipos de proyectos los cuales las compañías pueden considerar aplicar de acuerdo a los problemas que se tenga.

- A) Analizar desarrollar e implantar soluciones dirigidas a las causas.
- B) Diseñar / rediseñar e implantar nuevos procesos de trabajo eficaces.

Aquí se ilustra los caminos a recorrer en las etapas DMANC: Definir, Medir, Analizar Mejorar, y controlar. Así como numerosas herramientas de mejora comunes y valiosas que soportan el proceso DMAMC. A continuación se dan lineamientos de

la forma de usar las herramientas.

El ciclo DMAMC no es una actividad puramente lineal. Cuando un equipo empieza a hacer pruebas, a reunir datos, etc., casi invariablemente descubre cosas acerca de los problemas y procesos. Estas revelaciones significan que, por ejemplo, el objetivo del proyecto se puede revisar incluso hasta el momento de aplicar soluciones. Después de probar una solución, el equipo puede necesitar realizar más trabajo de la etapa Analizar. En general, los equipos de mejora pueden trazar el gráfico de sus progresos utilizando las fases D-M-A-M-C, pero siempre como una actividad iterativa.

Líneas maestras para el uso de herramientas

1. Al utilizar una herramienta, tenga claro el objetivo. Nunca usar una herramienta solo porque viene en libro o porque todavía no se han utilizado.
2. Considerar las opciones y seleccione la técnica que mejor pueda satisfacer sus necesidades. Con las variadas técnicas del kit de herramientas Seis Sigma, a menudo más de una puede ser útil.
3. Hágalo simple; conjugue el detalle y la simplicidad de la herramienta con la situación. Conviene usar herramientas básicas lo más a menudo posible. Al emplear estadísticas detalladas para todos los problemas o proyectos, es probable que se compliquen las cosas.
4. Adapte el método a las necesidades. Aunque algunas organizaciones o consultores que les gusta ejercer de política de las herramientas, es conveniente crear variaciones propias sobre los métodos; siempre y cuando, a) no aplique una modificación que nadie pueda comprender y b) no termine extrayendo conclusiones equivocadas de ella.
5. Si una herramienta no funciona, déjela. Considerar a prueba todas las herramientas que utilice y, si no obtiene la respuesta necesaria o si no funciona, pruebe otra cosa.

Definir: esclarecer el problema, el objetivo y el proceso

La fase Definir establece el escenario para un proyecto Seis Sigma eficaz,

ayudando a responder las cuatro preguntas siguientes:

1. ¿Cuál es el problema o la oportunidad que vamos a tratar?
2. ¿Cual es nuestro objetivo? y, ¿que resultados queremos conseguir y cuando?
3. ¿Quien es el cliente al que sirve y sobre el que impacta este proceso y su problema?
4. ¿Cuál es el proceso que estamos investigando?

Al documentar los objetivos del proyecto y sus parámetros, en lo que generalmente se llama el “Cuadro de Proyecto”, los equipos de mejora pueden garantizar que su trabajo consigue las expectativas de la empresa y del patrocinador del proyecto.

El Cuadro de Proyecto Seis Sigma

Existen muchas opciones para desarrollar y dar formato a un Cuadro de Proyecto. Veamos los elementos más comunes que incluye un Cuadro de Proyecto, as como algunas directrices para generar su propio documento de proyecto.

La definición del problema

Trata de describir concisamente y centrada en lo que esta mal, ya sean las consecuencias de un problema o la oportunidad que va a estudiar.

La declaración de objetivo

La definición del problema y la declaración de objetivos han de ir parejas. Mientras que la definición del problema describe lo malo de los síntomas, la declaración de objetivos define el “remedio” en cuanto a resultados concretos.

Limitaciones y supuestos

Esta sección del Cuadro de Proyecto, que también se podría llamar «recursos y expectativas», ayudará a esclarecer y documentar las limitaciones y otros factores relevantes que pueden afectar a los esfuerzos del equipo. Un ejemplo común es la

disponibilidad de tiempo:

No todos los elementos que aparecen en esta categoría tienen por que ser limitados. Puede haber un supuesto que diga que “el equipo tomara todas las decisiones acerca de las soluciones a implantar”. o bien: “El departamento financiero debe proporcionar una persona a tiempo completo para colaborar en la toma de datos de los Costes de Mala Calidad”. Otros supuestos pueden definir con anticipación la frecuencia de las reuniones del equipo, de las contribuciones del patrocinador, etc.

Miembros de equipo y responsabilidades

El Cuadro de Proyecto puede contener una lista de personas implicadas en el proyecto Seis Sigma, incluyendo a los miembros del equipo, al personal de Soporte y Consultoría, así como al patrocinador del proyecto.

Identificar y escuchar al cliente

Algunos beneficios parciales de utilizar una evaluación de la “Voz del Cliente” en la fase Definir:

1. Garantizar que el problema y el objetivo se han definido de forma que se relacionen realmente con los requisitos de los clientes principales.
2. Evitar soluciones de recortar costes y tiempo que realmente perjudiquen al servicio o a la relación con los clientes.
3. Facilitar información sobre posibles medidas de “resultados” que precisen un seguimiento como soluciones a implantar.
4. Acostumbrar a los miembros del equipo a centrar los trabajos en el cliente y reforzar su importancia.

Herramientas:

Diagrama SIPOC o diagrama de procesos

Un diagrama SIPOC, como es una de las técnicas mas utilizadas en la gestión

de mejora de procesos. Se emplea para presentar una perspectiva de un vistazo de los flujos de trabajo o del proceso que tiene problema. Su nombre supplier(proveedor), input(entrada), process(proceso), output(salida), customer(cliente).

Realizado este diagrama podemos definir las variables de entrada X's y las variables de salida Y's, y luego pasar a la fase medir.

La ecuación de los pocos factores vitales: $Y = f(x)$

“Y” es el resultado de un proceso; es una función de las X's, las variables claves (los pocos factores vitales) en un proceso. “Y” es la característica de la calidad que está tratando de alcanzar. Al reunir todos los elementos del proceso en la ecuación, obtendrá los pocos los factores vitales que mejor predicen el resultado. Una vez se tiene el resultado predecible, podrá realizar los cambios que reduzcan los costos.

Medir: fundamentos y exactitud del problema

La medición es una fase clave de transición, que sirve para validar o precisar el problema y para comenzar la búsqueda de las causas raíz, que son el objeto de la etapa Analizar. Las medidas responden a dos preguntas clave:

1. ¿Cuál es el foco y la extensión del problema, en base a las medidas o resultados del proceso?
2. ¿Que datos fundamentales pueden ayudar a centrar el problema en sus factores principales y en las “pocas vitales” causas raíz?

Posibilidades de medida y herramientas

Las decisiones sobre lo que hay que medir suelen ser difíciles, tanto debido a las muchas opciones disponibles como debido al reto que supone recopilar datos. En los esfuerzos de mejora de procesos, los datos a recopilar en algunas fases son una de las razones principales que pueden hacer que los proyectos tarden meses en analizar. Los equipos deben hacer una selección cuidadosa sobre sus posibilidades de medida. A veces no es posible medir lo que se quiere, por lo que también es

Importante la capacidad para hallar alternativas o incluso utilizar mejor los datos que sea posible reunir. Según pasa el tiempo, los proyectos de mejora tienden a desarrollarse mas rápido, y se mejoran las distintas posibilidades y medios de medida. Parte del arte de Seis Sigma se basa en la toma de decisiones y soluciones a partir de hechos suficientes para que resulten efectivas y en aprender a hacer un mejor uso de los datos.

Entre las herramientas mas utilizadas en esta fase son:
Diagrama de flujo, Paretos, Matriz Causa Efecto, R&R (Repetibilidad y Reproducibilidad) Grafica de Gantt y Benchmarking, AMFE, cuadros de control.

Analizar: investigación del procesos

Analizar es la fase más “impredecible” de DMAMC. Las herramientas que se utilicen y el orden en que se aplique dependerán del problema y del proceso y de como se aborden. Una de las lecciones mas interesantes del método Seis Sigma es que las causas claramente sospechosas son las causas que es cree son la raíz del problema suelen no “tener la culpa” o ni siquiera ser cómplices del verdadero culpable.

Cuando el equipo y los directivos de la empresa se equivoquen un par de veces, aprenderán a tener cuidado con sus conjeturas. No se trata de ignorar la experiencia pasada ni la intuición, pero basarse únicamente en ellas puede hacer que los auténticos problemas no sean identificados.

Análisis de la causa raíz

Podemos representar la etapa Analizar, aplicada a la mejora de un proceso, como un ciclo. El ciclo se dirige a la generación y evaluación de “hipótesis” (suposiciones con base) acerca de la causa del problema. Es posible entrar en el ciclo en el punto en que se observa el proceso y los datos para identificar las

posibles causas, o en otro punto donde puede empezar por una causa sospechosa y comprobar su validez rechazarla mediante el análisis. Si la hipótesis no es correcta, se tendrá que volver al principio del ciclo para iniciar una nueva explicación completa. Pero, aunque las causas sean “incorrectas”, resultan ser oportunidades para perfeccionar y centrar la explicación del problema.

Puntos de partida del ciclo de causas raíz

Un método común para entrar en el análisis es desarrollar una lista de causas potenciales o “hipótesis de causas”, y entre las herramientas están:

Diagrama causa-efecto “espina de pescado”, Estudios de multivariados, Análisis de regresiones, Pruebas de Hipótesis, Pruebas de normalidad y AMEF, Pareto, etc. Que son utilizados en los equipos de mejora Seis Sigma.

Conclusión de la fase analizar

1. verifique las causas mediante el análisis lógico. Compruebe las causas frente a los datos que haya reunido.
2. compruebe las causas mediante observación. Visite el proceso o el lugar en que sospecha que está la causa, para ver si puede observarla en acción.
3. confirme sus sospechas con la gente que sepa. Hable con la gente implicada en el trabajo como clientes, proveedores o expertos en la materia para tener su validación o bien su rechazo o perfeccionamiento.

Mejorar: generar, seleccionar y aplicar soluciones

Todo el trabajo de definir, medir y analizar los problemas de los procesos da su beneficio en la fase mejorar siempre que el equipo y la organización lo apliquen adecuadamente. La falta de creatividad, el fracaso en crear soluciones bien pensadas, la resistencia de la organización son factores que pueden reducir los beneficios de un proyecto Seis Sigma, y aquí están preguntas que conducen hacia la fase mejorar

- ¿qué acciones posibles o ideas nos ayudaran a encontrar la causa raíz del problema y a lograr nuestro objetivo?

- ¿cuáles de estas ideas aportan soluciones viables?
- ¿qué solución logrará más probablemente nuestro objetivo con el menor coste y la mínima interrupción de los trabajos?
- ¿cómo podemos comprobar que la solución elegida es adecuada para garantizar su eficiencia y luego aplicarla permanentemente?

Herramienta y selección de solución

Las herramientas a utilizar en esta etapa son: generación de ideas “tormenta de ideas” lo cual proporciona nuevas perspectiva de la forma actual de trabajar y que planteen retos, para identificar las posibilidades de las soluciones para el problema. Otra herramienta es diseño de experimentos, es un método utilizado para probar y optimizar el rendimiento de proceso, productos, servicios o soluciones.

La definición de la solución es una descripción clara de la mejora propuesta, y se convierte en el objeto del proyecto, una vez que se ha garantizado una solución a implantar. Ahora se resumen las etapas principales que conducen a una solución final de DMANC:

1. Generación de ideas para solución. Se utiliza tormenta de ideas, el sentido común y otras técnicas como análisis de las mejoras practicas información de expertos etc.
2. Concretar las soluciones y crear “definición de la solución”. Perfeccionar las ideas en métodos viables que se puedan implantar en el proceso o en la empresa.
3. seleccione la solución a recomendar o implantar, Revise la lista reducida de opciones e identifique la solución a implantar para lograr el objetivo.

Propuesta en marcha de las mejoras del proceso

Aunque los beneficios potenciales aumentan según se aproxima la mejora real también aumenta el riesgo. Para poner en marcha soluciones productivas hay que centrarse en las “cuatro P”: planificación, prueba y prevención de problemas.

- ◆ Planificación.
- ◆ Prueba piloto
- ◆ Prevención de problemas

Controlar: Implantar medidas y acciones continuas para mantener las mejoras.

Construir un soporte sólido para la solución.

Un principio recurrente de Seis Sigma es ser lo bastante inteligente como para conseguir que los demás entiendan y apoyen la solución de forma permanente, se menciona algunas consideraciones:

- ◆ Trabaje con quienes gestionan el proyecto
- ◆ Utilice un storyboard con hechos y datos
- ◆ Trate a la gente que gestiona y utiliza el nuevo proceso como a clientes
- ◆ Crear un sensación de objetividad común y entusiasmo

Documentar los cambios y los nuevos métodos

La documentación es un mal necesario y puede ser una labor creativa en si misma. Una organización seis sigma próspera tiene que buscar nuevos y mejores modos de hacer la documentación útil y accesible, para huir de esos horrores de los manuales de normas, procedimientos y descripciones de procesos. Lo que sigue son lineamientos generales que facilitarán la labor de la gente a seguir las directivas y la documentación que se realice:

- ◆ Hacer una documentación simple.
- ◆ Hacer una documentación clara y que invite a leerla
- ◆ Incluya opciones e inscripciones para emergencias
- ◆ Haga una documentación breve
- ◆ Haga una documentación accesible
- ◆ Haga una proceso de actualizaciones y revisiones

Selección de mediciones rutinarias

Existen distintas maneras de clasificar las mediciones: entrada, proceso y resultado; eficiencia y efectividad. Las mediciones financieras son útiles, pero otros datos pueden ser más significativos de lo que está pasando con el dinero.

Otras consideraciones es la frecuencia de los cambios. Las cosas que cambian habitualmente, especialmente los factores que pueden impactar en el cliente. También es importante tener en cuenta todo lo que puede influir en la medida en un momento particular. Algunas medidas son de mantenimiento a largo plazo, como las relativas a defectos, tiempo de ciclo, costo por unidad, etc. Y algunas son esporádicas, como en los primeros meses después de introducir el nuevo proceso conviene medir algunos aspectos para asegurarse de que funciona bien; y después, dejarlos, una vez garantizado el éxito de la mejora.

Creación de planes.

El plan de respuesta del proceso debe incluir los siguientes elementos fundamentales:

1. Alarmas de acción
2. Reparaciones a corto plazo y urgentes
3. planes de mejora continua

Las herramientas a usar en esta etapa son algunas de las que ya se han mencionado anteriormente como graficas de control, planes de control y revisión del AMFE (análisis modal de fallos y efectos)

Herramientas usadas en la metodología DMAMC

- ♦ **Diagrama de procesos:** estos diagramas se emplean para presentar una perspectiva de los flujos de procesos, muestra un conjunto interfuncional de actividades en un solo diagrama sencillo, entre ellos están¹:
 - Cursograma de flujo del proceso: simbología internacionalmente aceptada para representar las operaciones efectuadas.
 - Cursograma sinoptico del proceso (Diagrama de proceso): en este diagrama se describe solamente las operaciones y las inspecciones en un proceso.
 - Cursograma analitico del proceso : este describe las actividades de forma mas detallada de los procesos así como la información de operación encargados, etc.

Estos diagramas tienen en común la simbología que describe las diferentes actividades, las cuales son:



Operación: significa que se efectúa un cambio o transformación den algún componente del producto.



Transporte: es la acción de movilizar de un sitio a otro algún elemento en determinada operación o hacia algún punto de almacenamiento o demora



Demora: se presenta generalmente cuando existen cuellos de botella en el proceso y hay que esperar turno para efectuar la actividad correspondiente.



Almacenamiento: tanto de materia prima, de producto en proceso o de producto terminado.



Inspección: es la acción de controlar que se efectuó correctamente una operación, un transporte o verificar la calidad del producto

¹ Introducción al estudio del trabajo; OIT, George Kanaway

- ◆ **Diagrama de flujo o flujo grama:** consiste en una serie de tareas (rectángulos) y decisiones / revisiones (rombos), conectados mediante flechas para mostrar el flujo de trabajo.
- ◆ **Diagrama de Pareto:** Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los genera. Este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.
- ◆ **Matriz Causa Efecto:** es un cuadro: un grupo de filas y columnas, con una serie de incrementos marcados a lo largo del eje X(horizontal) y otra serie de incrementos marcados a lo largo del eje Y (vertical).
- ◆ **R&R (Repetibilidad y Reproducibilidad):** Repetibilidades, es cuando una persona obtiene los mismos resultados cada vez que mide y recopila datos; es necesario para garantizar la consistencia y la estabilidad de los datos. Reproducibilidad, es la estabilidad en que diferentes personas obtienen los mismos resultados cuando miden o recopilan datos utilizando el mismo método; es necesario para garantizar la consistencia y la estabilidad
- ◆ **Grafica de Gantt:** El diagrama de Gant es una representación del periodo de desarrollo de un proyecto o cualquier situación que amerite una evaluación a lo largo del tiempo. Se utiliza generalmente para establecer los intervalos de tiempo de sustentación u programación de algún Proceso.
- ◆ **Benchmarking:** es un modelo para comparar procesos, utilizando estándares o las mejores practicas como referencia, para luego identificar maneras de mejorar el proceso.
- ◆ **Estudios de multivariables:** es un análisis que ofrece un modo de reducir las posibles causas de variación en un proceso de una familia de causas relacionadas, al mostrar gráficamente la interrelación entre las multivariables.
- ◆ **Análisis de regresiones:** es utilizado para generar un modelo de relación entre una respuesta y una variable de entrada

- ♦ **Pruebas de Hipótesis:** investigación de una teoría acerca de las causas sospechosas de provocar un efecto determinado en un proceso par determinar si es correcta.
- ♦ **AMEF** (análisis modal de efectos y fallos): es un conjunto de directrices, un método y una forma de identificar y dar prioridad a problemas potenciales (errores).

Tipos de AMFE:

Existen dos tipos de AMFEs en función de objeto del análisis (producto o proceso):

- AMFE de diseño: el análisis de basa en un producto; la interacción de las piezas o elemento así como los subsamblajes y su efecto sobre el producto.
- AMFE de proceso: el análisis de basa en un proceso (fabricación, montaje, logística...etc.); el modo en que distintos factores, así como los sucesivos pasos o actividades que se llevan a cabo influyen sobre procedimientos posteriores y sobre el propio producto.

Cuando aplicar un AMFE.

Se recomienda llevar acabo un AMFE en producto o procesos relevantes desde el punto de vista de seguridad, ante nuevo diseño o desarrollo, importantes cambios en las leyes o requisitos, nuevos materiales etc

Equipo de AMFE

Cada vez es mas frecuente la aplicación de métodos de calidad por equipo de trabajo, esto es, las reuniones de representantes de distintos departamentos que intervienen en un producto, servicio o proceso. Con ello se consigue una implicación desde el primer momento de todos ellos, así como una mayor identificación y aceptación de los resultados a los que se lleguen.

Para llevar a cabo un AMFE se recomienda un grupo no superior a 5 – 6 miembros: una persona por cada departamento implicada en dicho AMFE. Será de gran ayuda por otro lado, la presencia de un moderador y coordinador, especialista en el método de calidad, que asegure una aplicación sistemática y eficiente del mismo. Este, aclara y explica los objetivos que se quieren lograr y se orientara al grupo hacia la consecución de los mismos. Pero no se trata de ningún guía o líder si no que mantiene una posición neutral.

Se nombrara a un responsable encargado de organizar la documentación y datos, planificar las fechas y los resultados y elaborar informes de avance en caso de ser necesarios.

- ♦ **Diseño de experimentos:** es un método utilizado para probar y optimizar el rendimiento de procesos, productos, servicios o soluciones.
- ♦ **El histograma:** ilustra la frecuencia con la que ocurren cosas o eventos relacionados entre si. Se usa para mejorar procesos y servicios al identificar patrones de ocurrencia. Se trata de un instrumento de síntesis muy potente ya que es suficiente una mirada para apreciar la tendencia de un fenómeno.
- ♦ **Diagrama Causa y Efecto:** Es una de las técnicas mas útiles para el análisis de las causas de un problema. Se suele llamar "diagrama de espina de pescado" o diagrama de Ishikawa. El diagrama causa/efecto permite definir un efecto y clasificar las causas y variables de un proceso. En la práctica para elaborar un diagrama de causa/efecto se suele emplear mayormente el modelo de las cuatro o 5 M +1P(maquina, medida, métodos, materiales, medio ambiente, personal), o según la cantidad de elementos que se pueda incluir en el análisis de causa.
- ♦ **Diagrama de Dispersión:** relaciones posibles entre dos variables. Por ejemplo la relación entre el espesor y la resistencia de la rotura de una pieza metálica o entre

el numero de visitas y los pedidos obtenidos por un vendedor, o el numero de personas en una oficina y los gastos de teléfono, etc.

Los diagramas de dispersión pueden ser:

- De Correlación Positiva: Se caracterizan porque al aumentar el valor de una variable aumenta el de la otra. Un ejemplo de correlación directa son los gastos de publicidad y los pedidos obtenidos.
 - De Correlación Negativa: Sucede justamente lo contrario, es decir, cuando una variable aumenta, la otra disminuye. Un ejemplo es el entrenamiento que se le da al personal y la disminución de errores que se consiguen en el desempeño de sus funciones.
 - De Correlación No Lineal. No hay relación de dependencia entre las dos variables.
- ♦ **Un gráfico de Control:** es una gráfica lineal en la que se han determinado estadísticamente un limite superior (limite de control superior) y un limite inferior (limite inferior de control) a ambos lados de la media o línea central. La línea central refleja el producto del proceso. Los limites de control proveen señales estadísticas para que la administración actúe, indicando la separación entre la variación común y la variación especial. Estos gráficos son muy útiles para estudiar las propiedades de los productos, los factores variables del proceso, los costos, los errores y otros datos administrativos.

Un gráfico de control muestra:

- Muestra si un proceso esta bajo control o no.
- Indica resultados que requieren una explicación.

Define los límites de capacidad del sistema, los cuales previa comparación con los de especificación pueden determinar los próximos pasos en un proceso de mejora.

1.4.3.5 **Etapas 5 del Mapa: Extensión e integración del sistema Seis Sigma**

En esta etapa se explorará los retos para sostener las mejoras Seis Sigma y convertir todas las etapas anteriores en un sistema de gestión interfuncional. Las acciones claves a emprender en la gestión pro procesos para obtener un rendimiento Seis Sigma son las siguientes:

- A) Definir la responsabilidad de la gestión y la propiedad del proceso.
- B) Realizar una gestión dirigiéndose hacia Seis Sigma.

Etapa 5A: Definir la responsabilidad de la gestión y la propiedad del proceso.

Si la empresa adopta la metodología Seis sigma, debería prepararla para que incorpore la solución más prometedora contra las barreras interfuncionales: un método por gestión por proceso; aquí veremos algunos elementos de la visión de la gestión por procesos.

- Los directivos se concentran en hacer que el trabajo circule efectividad y eficiencia en todas las funciones que benefician al cliente y como consecuencia, a los accionistas.
- El personal se identifica tanto con el proceso como con sus funciones o departamentos correspondientes.
- El personal de todos los niveles entiende como se ajusta su trabajo al proceso y como añade valor al cliente
- Los requisitos de cliente se van conociendo durante el proceso
- Los procesos necesitan medidas, mejoras y rediseño de forma continua
- Se dedica más energía y recursos a dar valor a los clientes y accionistas que a desperdiciarlos en burocracia o disputas internas.

Responsabilidades del propietario del proceso

No existe una descripción oficial del puesto de trabajo de un propietario de proceso, pero las siguientes responsabilidades son esenciales para su desempeño en una organización Seis Sigma:

- ✓ Mantener la documentación del proceso
- ✓ Medir / supervisar el rendimiento del proceso
- ✓ Identificar problemas y oportunidades
- ✓ Lanzar y patrocinar esfuerzos de mejora
- ✓ Coordinar y comunicar con otros procesos y con los directores funcionales
- ✓ Maximizar el rendimiento del proceso

Etapa 5B: Realizar una gestión dirigiéndose hacia Seis Sigma.

Aplicar la gestión por proceso es tanto el final como el principio de los pasos para convertirse en una organización Seis Sigma real. Cualquier empresa o proceso que haya seguido el mapa o al menos las etapas 1, 2, 3, dispondrá de los elementos principales del método de gestión por procesos. Esas etapas son:

1. Identificar los procesos clave y los clientes principales
2. definirlos requisitos de los clientes
3. medir el rendimiento actual

Herramientas para la gestión por procesos

Cada herramienta que se ha mencionado desempeña un papel en la gestión por proceso que pueden ser validos para el propietario del proceso, cuando trate de lograr que el proceso funcione con facilidad y de mejorarlo continuamente.

Las medidas son indispensables para el establecimiento de el método Seis Sigma, a medida que la empresa progrese hacia el este método encontrará mas oportunidades de utilizar herramientas sofisticadas para ir mas allá de cuatro y cinco sigma.

CAPITULO II

2.0 Metodología General del Estudio

2.1 Metodología del Estudio

2.1.1 Unidad de Análisis

Para el desarrollo de la investigación de campo, se definió como unidad de análisis a una empresa previamente seleccionada, por estar certificada con ISO 9000.

Los criterios de selección utilizados en la unidad de análisis fueron:

- Acceso a la planta de procesamiento
- Interés por las mejoras de sus procesos
- Acceso a la información.
- La empresa debe estar Instalada en el área de San Salvador y que esté certificada por la norma ISO 9000

Existen empresas certificadas o están en proceso de certificación de la norma ISO 9000; las empresas salvadoreñas que han obtenido la certificación ISO 9000 y algunas que están en el proceso de obtención de la certificación, hasta este momento son las siguientes:

Cuadro N° 2. Empresas Certificadas Bajo La Norma ISO 9000 En El Salvador ²

Empresa	Tipo
Alcatel El Salvador	9002
Cartonera Centroamericana	n.d.
Comedica	9002
Conelca	n.d.
Demasa (Grupo Maseca)	9002
Dirección de la Renta de Aduanas	n.d.
Dirección General de Impuestos Internos	n.d.
Empresa Transmisora de El Salvador	9002
Harisa	n.d.
Imacasa	n.d.
Impelca	9002
Kontein	9001
Procuraduría General de la República	n.d.
Rotoflex	9001
Sertracen	n.d.
Texaco Lubricantes	n.d.
Ministerio de Hacienda	n.d.
Cetron	9001
Plastimet	n.d.

n.d: No determinado el proceso de Certificación, empresas en proceso de certificación

A continuación se presentan tres empresas certificadas dedicadas al procesamiento de plástico bajo la norma ISO 9000 entre las cuales se encuentra la empresa seleccionada para el estudio.

² <http://www.lideresdecalidad.hn/empresas.html>

ROTOFLEX

Rotoflex tiene la misión de diseñar y proveer envolturas, para la industria alimenticia, química-farmacéutica, cosméticos, y tabacaleras, para productos que requieren protección, cumpliendo la función de llevar el mensaje publicitario que apoye la venta de estos.

Rotoflex produce una extensa línea de empaques flexibles que van desde las estructuras simples como el polietileno, celofán, polipropileno y papel, hasta complejas laminaciones de varios sustratos, impresas en rotograbado o flexografía presentadas en rollos, Pouches o bolsas.

Desde sus orígenes (hace casi 30 años) fue dedicada al empaque flexible y la operación se orientó a satisfacer las necesidades del área centroamericana (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica).

Los eventos económicos y políticos de Centro América, fueron dando origen a una contracción en la demanda. Este marcado decremento definió una nueva estrategia, orientada a las exportaciones fuera de Centro América. En 1978 se agregó una línea de vasos de cartón parafinado, Este esfuerzo se inició formalmente en 1981.

La actividad de exportaciones fuera del área se inició en la región del Caribe, posteriormente se expandió a los Estados Unidos, principalmente en la Costa Oeste, donde se inició en 1983 Sigma Export.

En 1985 se extendió la actividad a México, y en 1992 se inicio el desarrollo de las ventas a Colombia. Desde sus orígenes, la compañía contó con procesos de extrusión de Polietileno, Impresión Flexográfica y Rotograbado, Laminación por Adhesivo y Cortina Derramada de Polietileno, Corte y Acabado. Posteriormente, y en 1986 la única Metalizadora de Películas y Papeles al Vacío de la región. En 1993, se

montó la línea de laminación por adhesivo sin solventes, y se hizo la ampliación de la línea de impresión en Rotograbado con la primera prensa de 8 colores en la región. Para 1994 se incorporó otra prensa de 8 colores de alta tecnología.

Los productos principales que produce Rotoflex son materiales de empaque mono o multicapa, fabricados por procesos de laminación con adhesivo o cortina derramada. Estos pueden ser impresos en Flexografía o Rotograbado de hasta 8 colores.

Se tiene capacidad de bolseo, con la que cubren necesidades locales, contamos con una metalizadora para procesar papeles y películas, los productos que fabrican según su uso final, se dividen en: Alimentos Deshidratados, Alimentos Congelados, Medicinas, Jabones y Detergentes, Dulces y Golosinas, Lácteos y Embutidos, Snacks y Galletas, Cuidado Personal, Aceites y Grasas, Jugos y Néctares, Alimentos al Vacío, Empaque para Café, Productos Industriales Varios, y Papel de Regalo.

Se atienden los mercados de Centro América, México, Estados Unidos, El Caribe, y Sur América, algunos de ellos a través de las Oficinas Regionales de Venta.

Esta empresa provee a sus clientes soluciones de empaque flexible, cumpliendo sus especificaciones de calidad, y el servicio que requieren. El Departamento de Mercadeo y Desarrollo en Rotoflex es responsable por el desarrollo de soluciones de empaque. Este trabajo en conjunto con el departamento de aseguramiento de la calidad para el desarrollo de proyectos.

KONTEIN

Kontein cuenta con moderna maquinaria para la fabricación de envase, tapa de plástico y diversos productos plásticos para el envasado de líquidos para la industria farmacéutica, agrícola, de cosmetología, limpiadores o desinfectantes y químicos, y una parte muy importante de la industria alimenticia.

Cuenta con un completo taller especializado en matrices y moldes, esto permite fabricar envases muy diversos, de acuerdo a requerimientos específicos de forma, tamaño y características especiales.

La impresión de logotipos e información se efectúa directamente sobre el envase por medio de un moderno y rápido sistema de serigrafía, logrando una presentación final impecable y económica.

Envases, tapaderas plásticas e inyectados plásticos y extruidos (fleje-cincho plástico para embalaje). Fabricación de moldes, la materia prima es el Polietileno, polipropileno, PVC, PETG, PET, tintas serigrafías provenientes de Francia, Estados Unidos, México, Costa Rica. Y el mercado de exportación es en Centro América y Panamá

CETRON

CETRON, ha establecido, documentado, implantado y mantiene en continua mejora su Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), de acuerdo con los requisitos de la norma internacional ISO 9001:2000 y certificado por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC; cuyo alcance es el diseño, desarrollo y fabricación de refrigeradoras y congeladores frío húmedo de uso doméstico.

La política de calidad es "Están comprometidos a satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes con productos competitivos; a mejorar continuamente los sistemas de gestión, y a preservar el medio ambiente más allá del cumplimiento de la legislación ambiental vigente."

Dentro de los principios de gestión de calidad se tiene:

- Enfoque al Cliente: CETRON comprende las necesidades actuales y futuras de sus clientes; para satisfacer los requisitos del mismo y exceder sus expectativas.
- Liderazgo: CETRON cuenta con líderes que crean el ambiente en el cual el personal se involucra totalmente en el logro de los objetivos de la Empresa.
- Participación del Personal: Si el personal en todos los niveles está comprometido con la Organización, permite que sus habilidades sean utilizadas en beneficio de la misma.
- Enfoque a Procesos: Se identifican los procesos de la Organización, su interrelación y el alcance de los mismos; teniendo en cuenta que la salida de un proceso se convierte en entrada de otro, optimizando los recursos y logrando resultados más eficaces.
- Enfoque de Sistema para la Gestión: Si todos los procesos interrelacionados se identifican, entienden y gestionan como un sistema, se contribuye a la eficacia y eficiencia de la organización en el logro de sus objetivos.
- Mejora Continua: CETRON tiene como objetivo permanente el mejoramiento continuo del Sistema de Gestión de la Calidad y el desempeño global de toda la organización.
- Enfoque Basado en Hechos para la Toma de Decisiones: CETRON, mediante el análisis de datos y la información, tiene la base para la toma de decisiones eficaces.
- Relación de Mutuo Beneficio para los Proveedores: CETRON, entiende que sus proveedores son parte importante de la organización y que debe existir una relación mutuamente beneficiosa para que ambos obtengan valor agregado independiente.

Objetivos de Calidad de CETRON:

- Mantener el Sistema de Gestión de la Calidad y mejorar continuamente su eficacia.
- Brindar a nuestro personal un ambiente de trabajo digno, estable y armonioso; generando así su desarrollo personal y profesional.
- Satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes proporcionando productos rentables de óptima calidad.
- Garantizar la productividad y rentabilidad de los procesos apoyados en un mejoramiento continuo.
- Prevenir y minimizar los impactos negativos al medio ambiente, generados por todas las actividades operativas y administrativas de la empresa; así como los generados por el diseño del producto.

Mejora Continua:

Para demostrar el cumplimiento de los objetivos de calidad, la conformidad de sus refrigeradoras y congeladores, así como la del propio SGC (sistema de gestión de la calidad) y mejorar continuamente la eficacia del mismo, se planifica e implementan los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora; aplicando la metodología conocida como “Planificar-Hacer-Verificar-Actuar” PHVA.

2.1.2 Sujetos de Estudio.

Los sujetos o personas seleccionadas a participar en el desarrollo del estudio, fueron un ejecutivo encargado de las mejoras y los encargados de los procesos de producción en la empresa seleccionada.

2.1.3 Método y Técnica del Estudio

2.1.3.1 Método:

Método Deductivo: la investigación inicial proyectará datos que luego serán sometidos a verificación y comprobación mediante los análisis de encuestas y entrevistas.

2.1.3.2 Técnica:

La técnica seleccionada en desarrollo y recolección de los datos durante la ejecución del estudio fueron: La entrevista destinada a cada jefe encargado de los procesos de producción en la empresa, y la encuesta destinada al personal de la empresa seleccionada.

2.1.4 Instrumento del Estudio

En el proceso de la investigación, se utilizó como instrumento para la recopilación de la información: "el cuestionario", destinado al desarrollo de la encuesta (ver anexo 2).

2.1.5 Técnicas de Ingeniería

Una investigación en todo el proceso de su ejecución requiere de la selección adecuada del tema, un buen planteamiento de la problemática a solucionar y una definición las técnicas de ingeniería a emplear.

Las técnicas seleccionadas para la realización de la investigación serán la encuesta, el diagrama de Kaoru Ishikawa, y la técnica de aplicación DMAMC que dentro de este método de solución de detección de causa raíz se determina la herramienta más idónea el cual dará como resultado los PCC (puntos críticos de calidad).

La encuesta se utilizara para evaluar el desempeño y problemas en los diferentes procesos de fabricación de plástico los cuales son:

- a- Soplado
- b- Inyección
- c- Biorientado

Los cuales son procesos genéricos dentro de la industria del plástico y son los procesos más representativos de la industria Salvadoreña del Plástico.

El diagrama Kaoru Ishikawa se utilizó para la identificación de los problemas y sus causas en los procesos mencionados anteriormente, lo que dio un parámetro amplio de visión acerca de los Puntos Críticos de Control que ocurren en cada uno de los procesos.

La filosofía DMAMC será posteriormente utilizada en la presentación de la propuesta de implementación de la filosofía Seis Sigma, ya que una vez conocidos los PCC (Puntos Críticos de Control) se podrá aplicar la metodología DMAMC de forma genérica y será el producto final que se entregara en el documento para la industria del plástico a través de ASIPLASTIC.

2.1.6 Fuentes de Información.

Para la recolección de la información se utilizó las siguientes fuentes:

- Información bibliográfica como lo son: libros, documentos, donde se localizan los antecedentes y marco teórico que sirven para el estudio y documentación del tema en la UDB, librería.
- Investigación de las empresas certificadas en San Salvador.

Biografías virtuales (Internet) sobre las empresas certificadas descritas anteriormente en la unidad de análisis y la metodología Seis Sigma.

2.1.7 Determinación de la Muestra.

La población de las empresas certificadas en el rubro del procesamiento del plástico en nuestro país es muy pequeño; la muestra fue extraída por medio del método llamado “muestreo dirigido o de criterio”³: el cual consiste en seleccionar las unidades elementales de la población, según el juicio o criterio de los investigadores, debido a que cada una de las unidades seleccionadas gozan de representatividad.

Los criterios para seleccionar la muestra de los responsables de los procesos fueron:

- Conocimiento de certificación de su empresa: estas personas deben poseer un nivel de comprensión básico de lo que significa en la práctica, que su empresa esté certificada, los requisitos que debe de cumplir y a su nivel jerárquico, cual es su papel.
- Conocimiento de las maquinas y equipos: deben contar con niveles de experticia, tales que conozcan el funcionamiento de la maquinaria, los problemas que se tienen normalmente con esta, el tipo de mantenimiento al que esta sometido, los accesorios que esta demanda con el tiempo, las condiciones a las que puede trabajar el equipo o maquinaria, el tipo de materia prima que esta puede transformar, los insumos básicos para el funcionamiento de esta.
- Conocimiento de las herramientas de aplicación para la calidad: personas que conozcan de los controles de calidad y de las herramientas utilizadas en sus procesos para identificar problemas o controlar la fabricación.
- Conocimientos de los procesos: es un criterio importante ya que la persona que conoce a fondo los procesos, puede aportar para la identificación de los problemas y a las soluciones de estos.

Dentro de los criterios mencionados se selecciona a 1 ejecutivo el cual es el encargado de mejoramiento de los procesos y 6 encargados de los tres procesos de Biorientado, Inyeccion y Soplado, dos por cada uno.

³ Como hacer una tesis de graduación; Gilberto Bonilla

2.1.8 Procedimiento de Campo para el Estudio

En la ejecución de la investigación de campo se desarrollaron los siguientes pasos:

1. Elaboración y aprobación de cuestionario de la encuesta.
2. Tiraje de los cuestionarios.
3. Ejecución de la encuesta en la empresa seleccionada para la investigación.
4. Tabulación y análisis de la encuesta.

2.2 Metodología de Análisis

2.2.1 Tabulación y Análisis del Estudio

En este apartado, se presenta la información obtenida a través del instrumento de recolección. La empresa que se selecciono para obtener la información como base para este estudio, permitió solamente encuestar y entrevistar a siete personas, de los cuales:

- Uno fue contestado por los ejecutivos de la empresa, el cual determino que cantidad, era la que se permitiría, por razones de tiempo y las preguntas del cuestionario.
- Seis operarios en cada uno de los procesos dentro de dicha empresa, dos por el área de Soplado, dos por el área de Inyección y dos por el área de Biorientado. Todos los datos de la tabulación y análisis se encuentran en el anexo 2

LA ENCUESTA, CONSTA DE DOS PARTES O ETAPAS:

Primera parte:

La primera parte esta compuesta por preguntas abiertas, de acuerdo al criterio y conocimiento del entrevistado, aquí en esta parte existen dos tipos de entrevistas:

- Una que fue utilizada con el Ejecutivo de la Empresa
- Las que se utilizaron con los Seis encargados de los procesos.

Se hace esta aclaración por que al inicio de este análisis, existen dos sub-partes, la primera hecha al Ejecutivo y la segunda a los encargados de los procesos.

Segunda parte:

La segunda parte, comprende una investigación al interior de la empresa, específicamente, investigar la utilización y aplicación de la norma ISO 9001:2000, (que es bajo la que están certificados); dentro de este listado de preguntas, existen algunas que por la información que se necesita para responderlas solo fueron contestadas por el Ejecutivo de dicha empresa, ya que los encargados de los procesos desconocen la respuesta o información; y el resto por los operarios.

(Ver cuadros de frecuencias y presentación de entrevistas anexos 3.)

2.2.2 Análisis FODA y Descripción de los Procesos Productivos

Se elabora un analisis FODA para identificar la situación actual de la empresa en estudio, luego se describe gráficamente las diferentes actividades de los procesos productivos en la empresa en estudio, por medio de un cursograma analítico.

Análisis FODA

Durante el desarrollo de la investigación, se hizo acopio de técnicas como la entrevista, el cuestionario y la observación, de las cuales se obtuvo información importante para la realización de este diagnostico. La información se presentará,

apoyándose en las herramientas como el FODA para realizar el análisis de la información obtenida y posteriormente un diagnóstico.

Es una herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual de la empresa y organización, permitiendo de esta manera, obtener un diagnóstico preciso y que permita en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos planteados al inicio de esta investigación.

El término FODA es una sigla conformada por las primeras letras de las palabras Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. De entre estas cuatro variables, tanto Fortalezas como Debilidades son internas de la organización, por lo que resulta posible actuar directamente sobre ellas, en cambio las Oportunidades y Amenazas son externas, por lo que en general resulta muy difícil, sino imposible poder modificarlas.

Por medio de las encuestas, entrevistas y observación realizadas al personal ya antes mencionado en la empresa se determina el FODA.

Fortalezas: son los recursos y capacidades especiales con que cuenta la empresa, y por los que cuenta con una posición privilegiada, frente a la competencia.

Oportunidades: son aquellas posibilidades favorables que se deben reconocer o descubrir en el entorno en que actúa la empresa y que permiten obtener ventajas competitivas.

Debilidades: son aquellos factores que provocan una posición desfavorable frente a la competencia.

Amenazas: son aquellas situaciones que provienen del entorno y que pueden llegar a afectar incluso contra la permanencia de la organización.

Para la elaboración de esta herramienta, se tomó como insumo la información obtenida a través de las entrevistas y cuestionario, además de la observación. Con esta información, se elaboraron cada una de las partes que conforman la matriz FODA.

Como complemento a este análisis, se hace uso del DOFA (ver anexo 4)

Fortalezas:

- Implementación de la ISO 9001:2000.
- Recurso humano altamente calificado (mandos medios)
- Realización de estudios de mercado.
- Calidad en la atención al cliente (pedidos, reclamos, diseño, etc.)
- Diferente maquinaria para cada materia prima (PET, PVC, Polietileno, poliestireno)
- Revisión del sistema de calidad.
- Comunicación ascendente y descendente.

Oportunidades:

- Oportunidades en su nicho de mercado.
- Presencia corporativa a nivel Centroamericano.
- Expansión del mercado a nivel nacional en la industria cosmética, farmacéutica, alimenticia y agroindustrial.
- Diseño de moldes y accesorios en su propio taller de matriceria y servicios a otros.

Debilidades:

- Insatisfacción y expectativas del personal
- Mantenimiento y sostenibilidad de las mejoras de los procesos
- Largas corridas de producción (desgaste de moldes).
- La mayoría de maquinaria de la empresa es tan antigua
- La sustitución de moldes en la maquinaria para pasar de una producción a otra requiere de un tiempo prolongado para realizar dicha actividad.
- Tiempos muertos muy largos debido a la falta de accesorios o partes en el momento que se genera la falla.
- Cuellos de botellas en los diferentes procesos y en matriceria

- Uso de accesorios genéricos que causan mayor desgaste en la maquinaria debida a que son piezas adaptadas y no originales.

Amenazas:

- Variabilidad del costo de las resinas por los cambios bruscos del precio del petróleo a nivel internacional.
- El precio de la materia prima (duraluminio) para la fabricación de accesorios, fabricación y reparación de moldes.
- La competencia del mercado.

2.2.3 Resultados de la Aplicación de la Técnica de Ingeniería.

Se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de la técnica de ingeniería, como lo es el diagrama de Ishikawa: que es la representación de varios elementos (efecto) de un sistema que pueden contribuir a modificarlo (causas)., fue desarrollado en 1943. Algunas veces es denominado diagrama de pescado por su parecido con el esqueleto de un pescado. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos.

Este diagrama es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Finalmente, aumenta la posibilidad de identificar las causas principales. Así como los resultados de las encuestas y entrevistas. Los cuales servirán como insumos para la realización de la metodología DMAMC en el Capitulo III.

Los problemas identificados puntualmente y sus posibles causas, que se obtienen de la entrevista, la encuesta y la observación son plasmados mediante la herramienta de Ishikawa, donde se presentan estas causas de manera esquemática y ordenada para un posterior análisis de la información. Todas estas fueron presentadas en el diagnostico de los procesos de la empresa.

En la propuesta se presentaran la aplicación de la herramienta de la matriz causa y efecto que incluye los Paretos y AMFE para determinar la causa raíz de los problemas en la metodología DMANC

A continuación se presentan los diagramas de Ishikawa para los tres procesos principales, tanto los problemas como las consecuencias serán insumos para la aplicación de la filosofía Seis Sigma, ya que con los problemas encontrados y las causas de cada problema definido, se podrá analizar y medir con las herramientas como la matriz causa y efecto y el AMFE.

Procesos productivos de la empresa en estudio:

Proceso de Biorientado, Inyección y Soplado

Todos los procesos productivos de la empresa apuntan hacia la fabricación de productos plásticos. Estos son: botellas, envases plásticos, tapones para botellas y lazos plásticos entre otros.

La empresa utiliza tres distintos procesos para la producción de piezas plásticas. Cada uno de estos procesos ocupa diferentes principios y por ende puede ser más útil que otro dependiendo el tipo de piezas que se requiera fabricar.

En la fabricación de estos objetos, se usan diversos termoplásticos en el caso de los procesos por inyección y soplado. La razón de utilizar este tipo de polímeros es la propiedad que poseen de poder ser fundidos en una masa semi-liquida; que le permite ser manejable y moldeable para obtener los productos que se desean.

La materia prima usualmente se encuentra en forma de Pelet o granos redondos muy finos de tamaño similar al de un grano de maicillo (materia prima virgen). Actualmente, la materia prima es importada de otros países, los termoplásticos y sus materiales sobrantes tienen la facultad de ser reutilizados y moldeados. De manera que, en la fabricación de un producto determinado puede usarse material 100% virgen ó material reciclado o una mezcla de los anteriores.

Todo proceso es iniciado a partir de una orden de producción en la cual se detallan, entre otras cosas, el tipo de piezas a fabricar y la cantidad necesaria. A partir de esta orden de producción se selecciona el tipo específico de plástico a utilizar. Puede darse el caso de que haya necesidad de mezclar plásticos de un mismo tipo, pero que tenga distintos colores nuevamente todo depende del producto que se desee fabricar.

Una vez que se ha preparado debidamente la materia prima que se va a utilizar. Se procede a depositar dentro de la tolva (la tolva es un recipiente en forma de embudo) donde el material entra a la maquina y se va depositando dentro de esta, según vaya siendo necesario por efecto de gravedad.

Una vez que la materia prima está dentro de la tolva y que la maquina está operando, la materia prima pasa de la tolva a un tornillo extrusor, que se conoce también por extruder, por su nombre en ingles. El tornillo extrusor cumple la función de triturar y fundir el plástico convirtiéndolo en una masa semilíquida. El tornillo logra esto a través de la fuerza de fricción que se genera dentro de él y elevando la temperatura del plástico, gracias a varias resistencias eléctricas que se encuentran en la parte exterior del mismo y que calienta el plástico dentro de él.

Estando el plástico aún caliente y con una consistencia viscosa esta listo ya para pasar al proceso de moldeo para darle la forma del producto que el cliente solicitó. El proceso de moldear y dar forma a los distintos productos varia según el proceso productivo que se solicita. Por esta razón, se selecciona el proceso productivo que sea más conveniente para la fabricación de cada línea de producto.

Por ejemplo, el proceso de soplado se implementa para la fabricación de un bote de café instantáneo. Sin embargo, para la elaboración de la tapadera de ese mismo recipiente se emplea el proceso de inyección.

El proceso Biorientado llamado también por inyección-soplo, consiste en el estiramiento radial y longitudinal de una preforma moldeada por inyección; en dimensiones las preformas son mucho menores que el artículo final.

PROCESO BIORIENTADO (Inyección Soplo Biorientado)

El biorientado es un proceso útil para la obtención de productos de cuerpos huecos que consta de las siguientes etapas:

- ▶ **La preforma:** Son adquiridas en el exterior dependiendo del material del cliente o del producto que se vierte en el envase.
- ▶ **Acondicionamiento térmico:** Antes que la preforma llegue a los moldes esta es tratada térmicamente por una lámpara que eleva a la temperatura de la preforma a tal grado que pueda estirarse y moldearse.
- ▶ **Estirado y soplado de la preforma:** La preforma caliente llega a los moldes los cuales se cierran automáticamente por un sistema hidráulico y sensores que indican que los moldes pueden ser cerrados. Al cerrarse los moldes se efectúa el estiramiento vertical de la preforma por una tubo en la parte de la boquilla de la preforma, lo que ocurre es que alinea las moléculas del plástico en esta dirección. Posteriormente el soplado o flujo de aire a presión es orientado hacia los lados tomando la forma del molde, esto ordena otras moléculas en dirección transversal; de esta forma el material presenta una orientación en dos direcciones o biorientación, en particular en la áreas de la pared.
- ▶ **Enfriamiento del producto:** Los moldes en los cuales se realiza el biorientado son construidos con orificios para enfriamiento, el líquido ocupado es agua.
- ▶ **Expulsión:** Luego de finalizar el moldeo, éste se abre y pasa a un depósito que luego son rebabeados (cortados), dependiendo del requerimiento de los clientes.

Materia Prima.

Los principales tipos de plásticos que son transformados en este proceso de biorientado dentro de la empresa en estudio son los siguientes:

- ▶ Polietilen Tereftalato (PET)

- ▶ Poliacrilonitrilo (PAN)
- ▶ Policarbonato (PC)
- ▶ Polietilen Naftalato (PEN)
- ▶ Polipropileno (PP)

PROCESO DE INYECCIÓN.

Este proceso se basa en el principio básico de introducir plástico líquido a presión dentro de las cavidades de un molde, de manera que una vez que el mismo se enfría y es vaciado se obtiene una pieza similar a las cavidades del molde que se estaba utilizando.

Particularmente este tipo de proceso es empleado para la fabricación de objetos rígidos. Así como también para objetos cuya forma sea compleja y requiere de precisión como lo son: tapones de rosca o cajas con varios compartimentos separados. Las propiedades de los objetos que se utilizan para la fabricación se seleccionan de acuerdo al uso que va a tener el producto una vez terminado.

El proceso de inyección inicia con la selección de la materia prima a utilizar y posteriormente con la programación de la maquinaria en distintos parámetros importantes. La respectiva orden de producción indicará el número de piezas a fabricar.

Estando el plástico aún caliente y con una consistencia viscosa, es inyectado a un molde, a través de un tubo pequeño y delgado llamado boquilla. El molde está hecho a base de metal y compuesto de dos piezas que se cierran a presión.

Mediante un mecanismo hidráulico, dentro del molde, el plástico se enfría. Esto se debe a que una de las piezas que compone el molde contiene una cámara de enfriamiento internamente por donde circula un fluido que absorbe el calor. Después de determinado tiempo y una vez que el plástico se solidifica es expulsado del molde.

Tipos de Materiales.

Los plásticos usados para la fabricación de productos, son parte de los clasificados como termoplásticos. La principal propiedad de los termoplásticos es el hecho de poder ser moldeados a altas temperaturas.

Los principales tipos de plásticos utilizados para el proceso de inyección son los siguientes:

- ▶ HDPE(High Density Poliethylene) o polietileno de alta densidad
- ▶ LDPE (Low Density Poliethylene) o polietileno de baja densidad
- ▶ PP (Polipropileno) o Polipropileno
- ▶ Poliestireno, conocido también como material antichoque.

PROCESO DE SOPLADO.

El proceso de soplado está basado en el principio de formar una película plástica delgada de forma cilíndrica (similar a una manguera delgada), que posteriormente es introducida en un molde, donde se le añade aire comprimido por el centro lo que hace que la materia prima de la cual esta hecha se vaya hacia las paredes del molde y tome la forma de las cavidades del mismo.

Este proceso es comúnmente utilizado en la fabricación de botellas y envases plásticos para diferentes usos. Pueden fabricarse botellas en cuyo interior se vayan a depositar los más variados líquidos, desde salsas hasta ácidos venenosos. La única limitante en este sentido es el tipo de plástico que se este utilizando y su resistencia a materiales abrasivos y oxidantes.

El proceso inicia con la adecuada selección de los materiales que se emplearán en la fabricación del producto. Una vez completa la selección, se procede a depositarlo dentro de la tolva pasando posteriormente al tornillo extrusor, donde el plástico es fundido y triturado hasta que se obtiene la consistencia necesaria para continuar con las demás fases del proceso.

Cuando el plástico se encuentra plástico caliente y viscoso es empujado del tornillo extrusor a una pieza que se conoce con el nombre de cabezal. Del cabezal el plástico sale al exterior de la maquina con la forma de una película cilíndrica delgada, muy similar a una manguera con paredes muy finas. El nombre técnico de esta película cilíndrica es Parison, conocido como manga.

Una vez que la manga ha salido del cabezal a la parte exterior de la maquina alcanzar una longitud proporcional a la parte exterior de la maquina alcanzando una longitud proporcional al tamaño del producto que se esta fabricando.

Cuando esto ha sucedido, el molde, que consta de dos piezas simétricamente iguales, se acerca hasta la manga a través de una pieza móvil y la toma quedando la misma en el centro del molde, que en ese instante se cierra a presión. Los mecanismos de cierre, al igual que en el proceso de inyección son de naturaleza hidráulica.

Al estar la manga dentro del molde cerrado a presión, unas piezas conocidas como pines de soplo se introducen en el centro del molde, donde se inyecta aire comprimido a la manga

Materia Prima.

Los principales tipos de plásticos utilizados para el proceso de soplado dentro de la empresa en estudio son los siguientes:

- ▶ HDPE(High Density Poliethylene) o polietileno de alta densidad
- ▶ LDPE (Low Density Poliethylene) o polietileno de baja densidad
- ▶ PVC (PolivinyI Chloride) o Cloruro de Polivinil

Cursograma analítico⁴

Es una técnica donde se presenta con más detalle las actividades, la distancia recorrida, el tipo de acción efectuada y un espacio para anotar observaciones, se realiza por medio con una simbología internacional como:

A continuación se describen en los diagramas 1, 2, 3, los procesos de Biorientado, Inyección y Soplado en una forma grafica, por medio de un diagrama analítico de procesos.

Diagrama N° 1: Proceso de Biorientado

CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO DE BIORIENTADO									
Grafica N°		Hoja N° 1		RESUMEN					
Pieza - Hombre:				Actividad		Actual	Propuesto	Economico	
Actividad: fabricación de envases PET				Operación	○				
Metodo actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>				Transporte	⇒				
Lugar:				Demora	D				
Operarios: 2				Inspeccion	□				
Preparada por:				Almacenaje	▽				
Aprobado:				Distancia					
Fecha:				Tiempo					
				TOTAL					
N°	Descripcion	Cantidad		Operación	Transport	Demora	Inspeccio	Almacen	Obsevaciones
1	Almacenamiento			○	⇒	D	□	▽	Preformas
2	Preparacion de elementos de corrida			○	⇒	●	□	▽	
3	Montaje ajuste y seteo			○	⇒	●	□	▽	
4	corrida			●	⇒	D	□	▽	
	Inspección			○	⇒	D	■	▽	
5	Empaque			●	⇒	D	□	▽	
6	almacenamiento			○	⇒	D	□	▽	
7	Rebabeo			●	⇒	D	□	▽	Corte transversal del envase
	Inspección			○	⇒	D	■	▽	
8	Empaque			●	⇒	D	□	▽	
9	Almacenamiento			○	⇒	D	□	▽	

⁴ Introducción al estudio del trabajo; OIT, George Kanawaty

Diagrama N°2: Proceso de Inyección

CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO DE INYECCION									
Grafica N°		Hoja N° 2		RESUMEN					
Pieza - Hombre:			Actividad		Actual	Propuesto	Economico		
Actividad: Productos por inyección			Operación	○					
Metodo actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>			Transporte	⇒					
Lugar:			Demora	D					
Operarios: 2			Inspeccion	□					
			Almacenaje	▽					
Preparada por:			Distancia						
Aprobado:			Tiempo						
Fecha:			TOTAL						
N°	Descripcion	Cantidad	Operación	Transporte	Demora	Inspeccion	Almacen	Obsevaciones	
1	Almacenamiento		○	⇒	D	□	▼	MP, accesorios	
2	Preparacion de elementos de corrida		○	⇒	●	□	▽		
3	Montaje ajuste y seteo		○	⇒	●	□	▽		
4	Corrida		●	⇒	D	□	▽		
	Inspección		○	⇒	D	■	▽		
5	Empaque		●	⇒	D	□	▽		
6	Almacenamiento		○	⇒	D	□	▼		
			○	⇒	D	□	▽		

Diagrama N° 3: Proceso de Soplado

CURSOGRAMA ANALITICO DEL PROCESO DE SOPLADO									
Grafica N°		Hoja N° 2		RESUMEN					
Pieza - Hombre:		Actividad		Actual	Propuesto	Economico			
Actividad: Productos por Sopladados		Operación		<input type="radio"/>					
Metodo actual <input type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>		Transporte		<input type="checkbox"/>					
Lugar:		Demora		<input type="checkbox"/>					
Operarios: 2		Inspeccion		<input type="checkbox"/>					
Preparada por:		Almacenaje		<input type="checkbox"/>					
Aprobado:		Distancia							
Fecha:		Tiempo							
		TOTAL							
N°	Descripcion	Cantidad		Operación	Transporte	Demora	Inspeccion	Almacen	Obsevaciones
1	Almacenamiento			<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MP, accesorios
2	Preparacion de elementos de corrida			<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Montaje ajuste y seteo			<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Corrida			<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Inspección			<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Empaque			<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Almacenamiento			<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Diagrama de Ishikawa para el proceso de Biorientado

Los diagramas expuestos a continuación, consisten en la obtención de las causas de los problemas como lo son:

1. Cuello de botella en el área de rebabeo de envases de PET: esto se produce por la alta producción que existe en la maquina de biorientado y la baja productividad del rebabeo (corte transversal del envase), lo que hace que una cantidad de envases biorientado no sea rebaneado, como se muestra en el diagrama 4. de Ishikawa
2. Seteo y montaje de moldes: previamente a realizar la producción se debe contar con el montaje de moldes, lo que implica el armado y puesta de este. por lo que toma tiempo en realizar esta acción, después del montaje moldes se toman tiempo en realizar corridas (prueba de producción) controlando temperatura, presión de aire y velocidad de la máquina, se presenta en el diagrama 5. de Ishikawa.

Diagrama N° 4: descripción de las causas comunes para el problema de cuello de botella

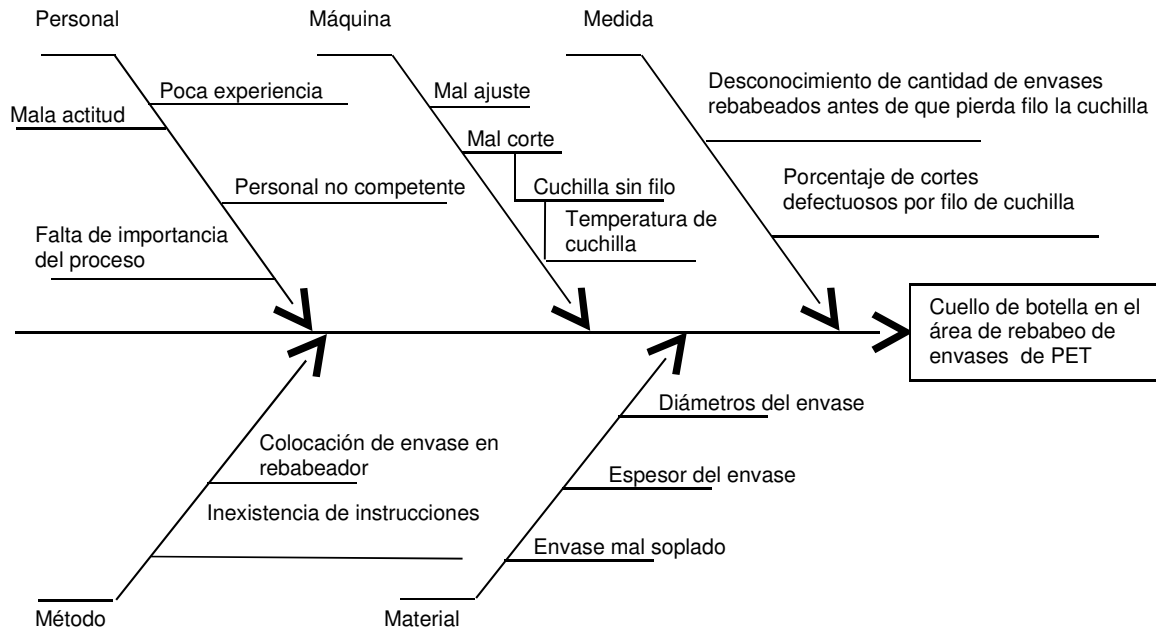


Diagrama N° 5: descripción de las causas comunes para el problema de seteo y montado de moldes

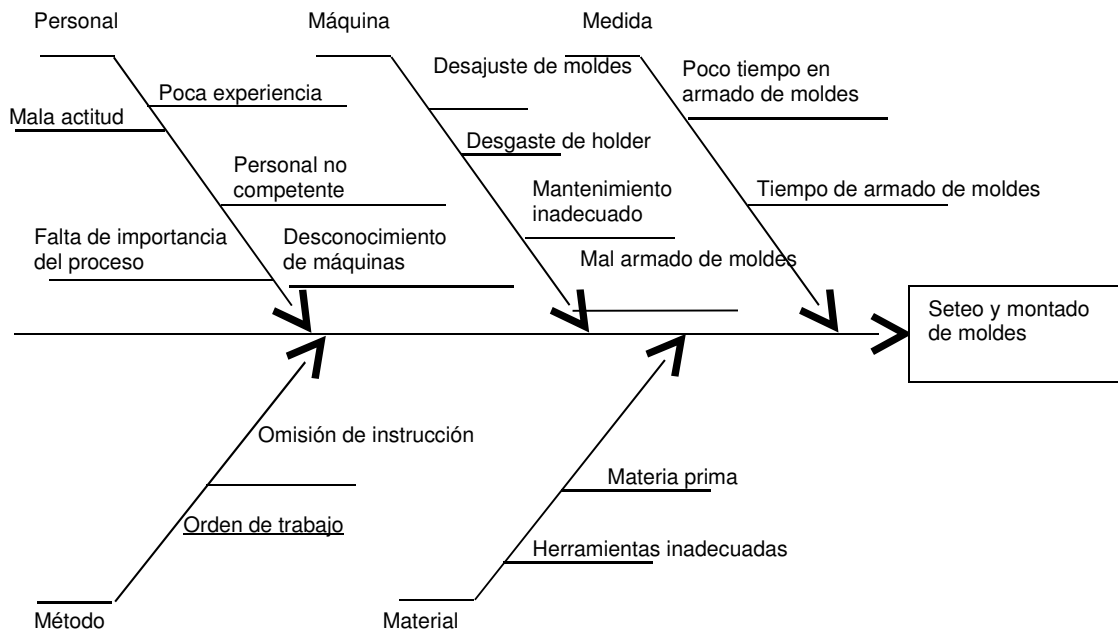


Diagrama de Ishikawa para el proceso de Inyección

Se identifican tres problemas claves representado en un diagrama de Ishikawa para el proceso de inyección como lo son:

1. Tiempos muertos: al comenzar la producción se debe contar con moldes accesorios y equipo listos para producir, lo cual produce atrasos en la entrega de productos buenos, ver diagrama 6 de Ishikawa.
2. Seteo y montado de moldes: al realizar la producción se debe contar con el montado de moldes, lo que implica el armado y puesta de este. por lo que toma tiempo en realizar esta acción y pueden provocar fugas en el momento de producir, después del montado moldes se toman tiempo en realizar corridas (prueba de producción) para controlar temperatura, presión de aire y velocidad de la máquina, ver diagrama 7 de Ishikawa.
3. Boquillas desajustadas: cuando se realiza la producción la maquina cuenta con una boquilla en la que pasa el plástico que es inyectado al molde lo que provoca un desajuste de esta, provocando mal formado del producto y perdida de tiempo, ver diagrama 8 de Ishikawa.

Diagrama N° 6: Descripción de las causas comunes para el problema de tiempos muertos

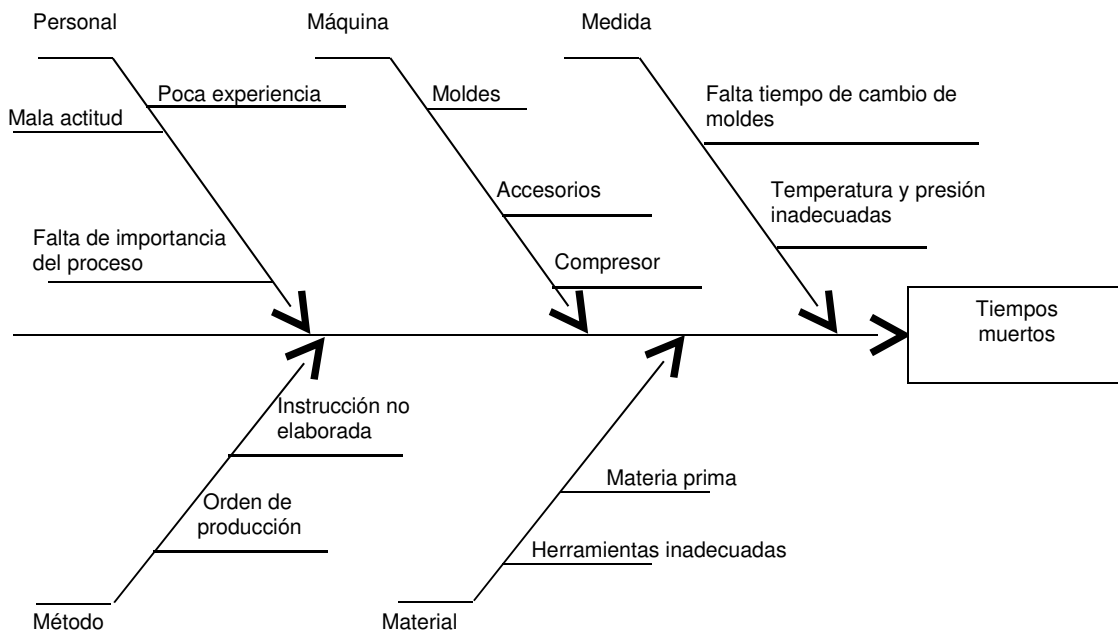


Diagrama N° 7: descripción de las causas comunes para el problema de seteo y montaje de moldes

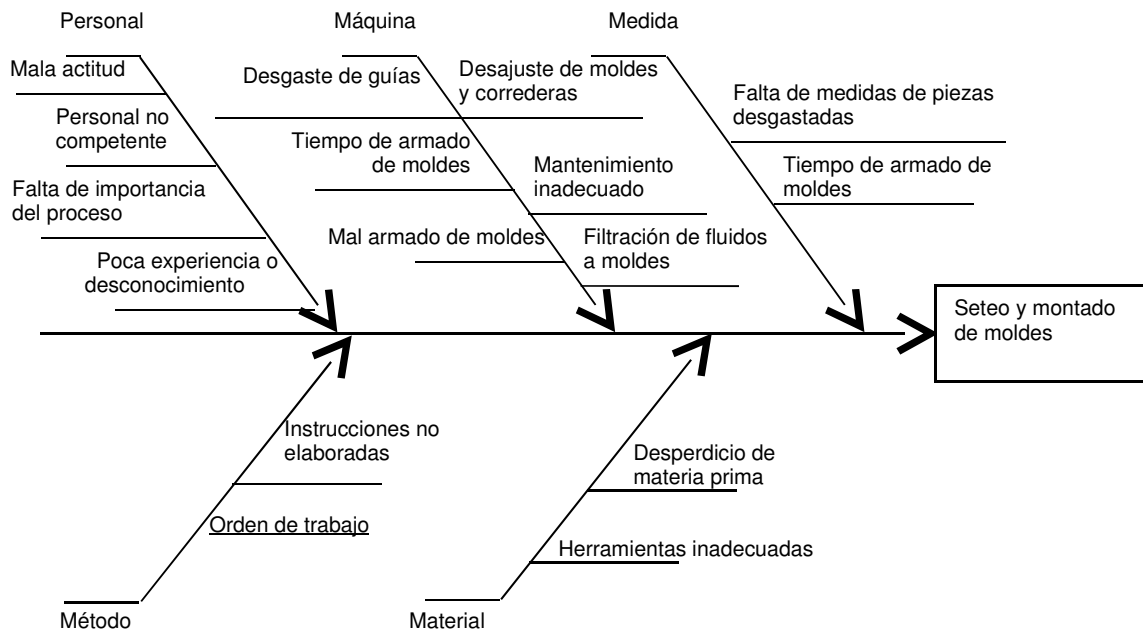


Diagrama N° 8: descripción de las causas comunes para el problema de Boquillas desajustadas.

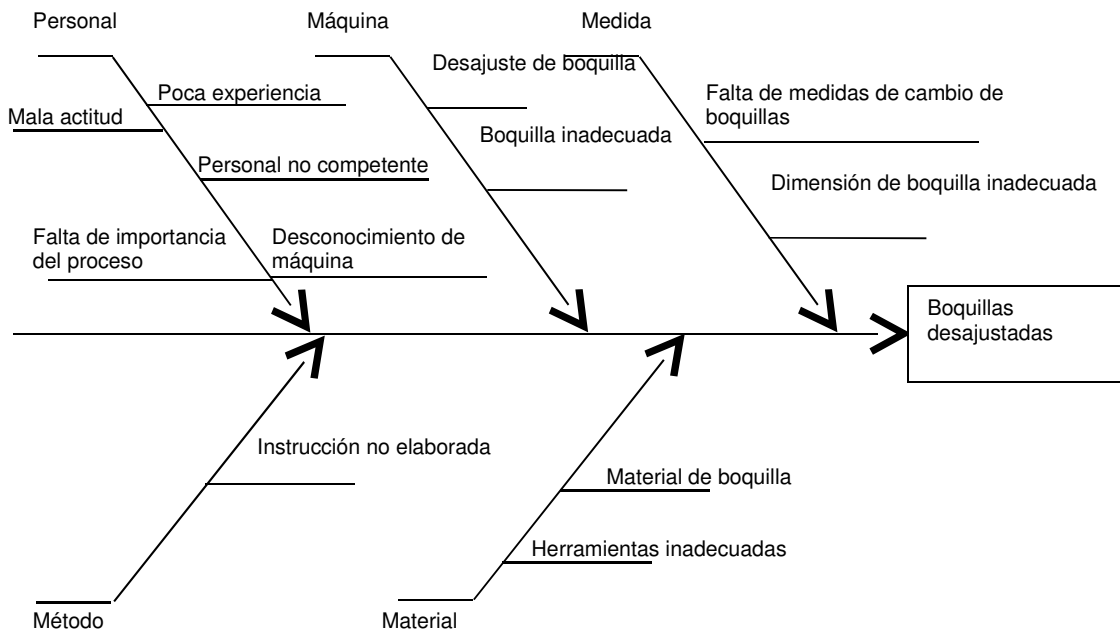


Diagrama de Ishikawa para el proceso de Soplado

Se identifican cuatro problemas claves representado en un diagrama de Ishikawa para el proceso de Soplado como lo son:

- 1.** Seteo y montado de moldes: al realizar la producción se debe contar con el montado de moldes, lo que implica el armado y puesta de este. por lo que toma tiempo en realizar esta acción y pueden provocar fugas en el momento de producir, después del montado moldes se toman tiempo en realizar corridas (prueba de producción) para controlar temperatura, presión de aire y velocidad de la máquina, ver diagrama 9 de Ishikawa.
- 2.** Boquilla desajustadas: cuando se realiza la producción la maquina cuenta con una boquilla en la que pasa el plástico que es inyectado al molde lo que provoca un desajuste de esta, provocando mal formado del producto y perdida de tiempo, ver diagrama 10 de Ishikawa.
- 3.** Tiempos muertos: al comenzar la producción se debe contar con moldes accesorios y equipo listos para producir, lo cual produce atrasos en la entrega de productos buenos, ver diagrama 11 de Ishikawa.
- 4.** Falta de accesorios: el taller de matriceria es el encargado de proveer los juegos de accesorios para cada maquina, lo que provoca retrasos en la producción o utilizar los accesorios como genéricos, ver diagrama 12 de Ishikawa.

Diagrama N° 9: Causas para el problema de seteo y montaje de moldes

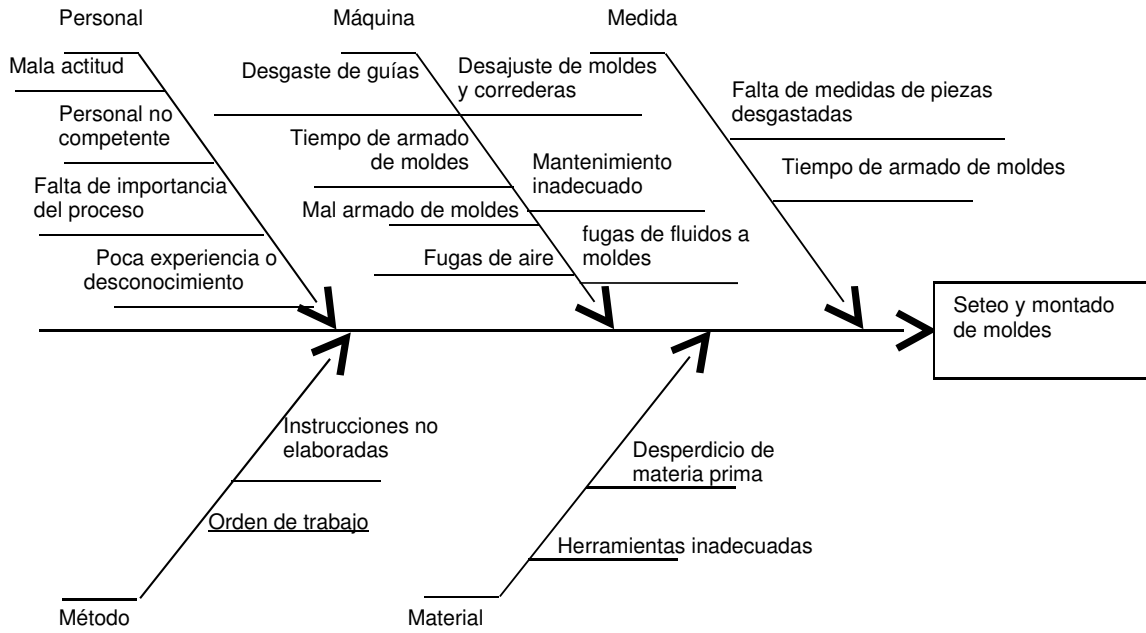


Diagrama N° 10: descripción de las causas comunes para el problema de Boquillas desajustadas

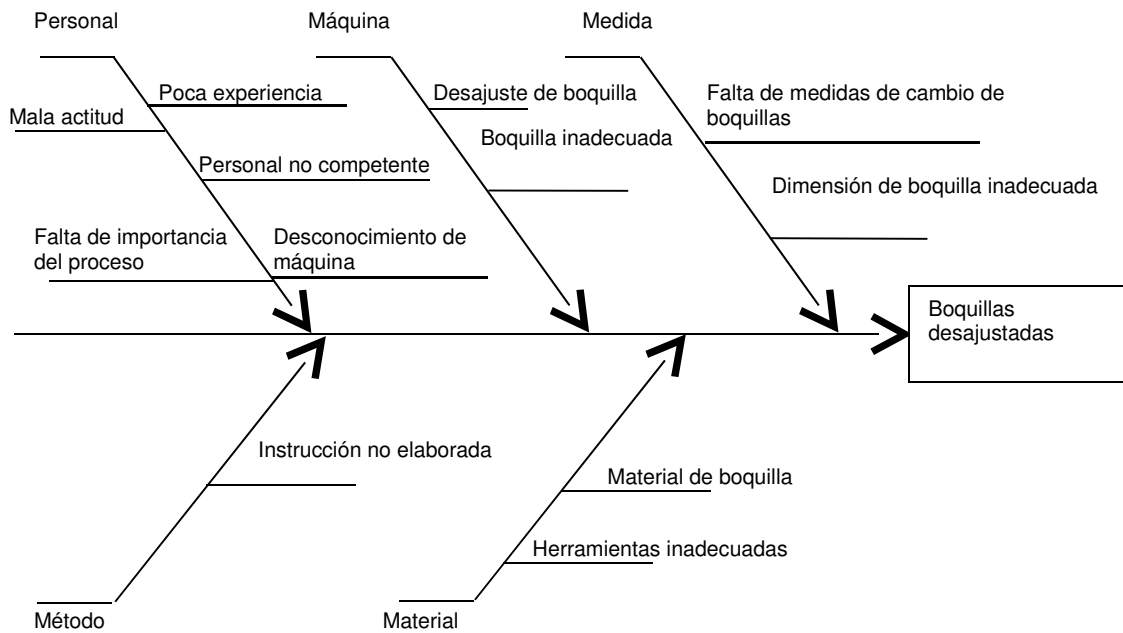


Diagrama N° 11: descripción de las causas comunes para el problema de Tiempos muertos.

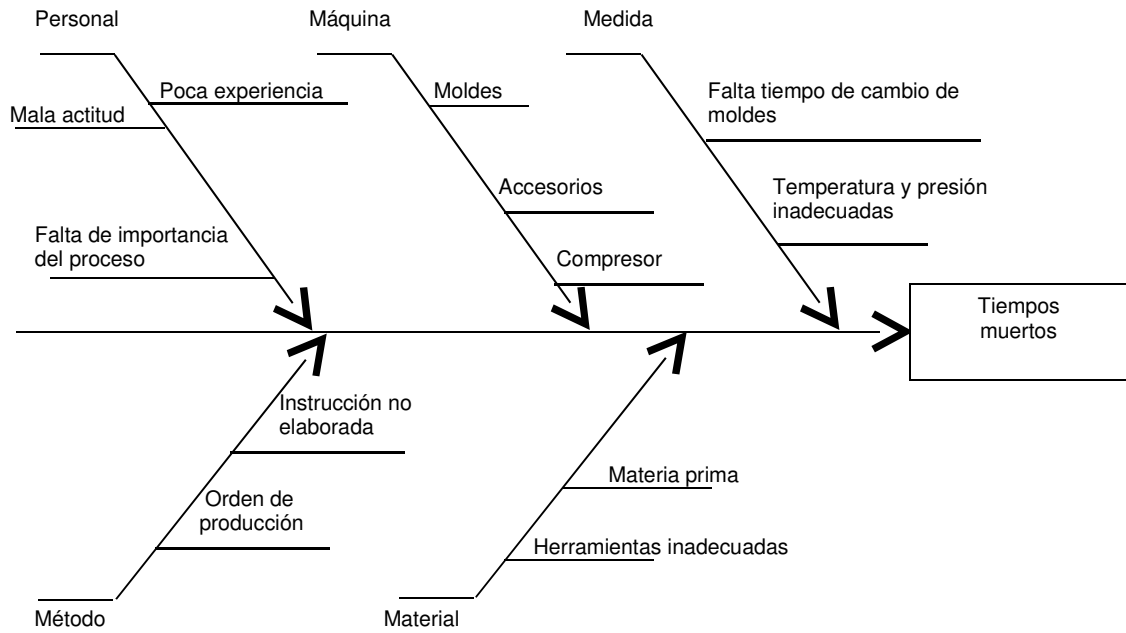
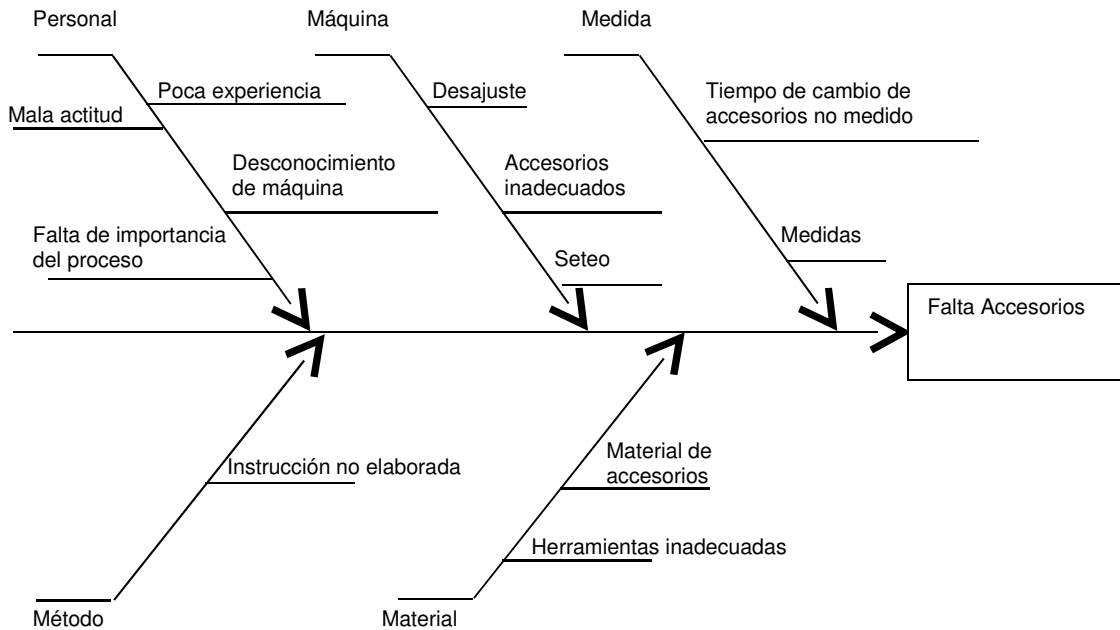


Diagrama N° 12: descripción de las causas comunes para el problema de Falta de accesorios



Análisis de resultados de los diagramas de Ishikawa

Al identificar las causas en cada proceso de Biorientado, Inyección y soplado se obtiene información importante que sienta las bases para iniciar y posteriormente definir del listado de herramienta que presenta seis sigma las mas adecuadas para determinar y cual es son las verdaderas causas raíz de cada uno de los problemas.

2.2.4 Diagnostico de la situación actual de la empresa

En el siguiente diagnostico se da a conocer la situación actual en algunas de las áreas que comprenden la empresa, todo esto haciendo uso del instrumento de investigación (cuestionario y entrevista). Los resultados obtenidos de este instrumento fue con la ayuda de un ejecutivo, quien dio la información del sistema de calidad de la empresa y de la situación actual de la empresa. Así mismo con la ayuda de los encargados de los proceso obtuvimos la información de los procesos y problemas que persistían en cada línea de producción y por ultimo y no menos importante para un diagnostico global de la empresa se utilizó la observación, como método para corroborara la información proporcionada por el ejecutivo y en cargado de los proceso; las herramientas de diagnostico como lo son el análisis FODA y el diagrama Ishikawa, con el objetivo de tener un perspectiva de la oportunidad de mejora en la cual está inmersa la empresa en estudio.

Sistema de calidad:

La empresa cuenta con un sistema de calidad bajo la norma ISO 9001:2000, el cual es un modelo de aseguramiento de calidad en el diseño en los tres procesos de producción: Biorientado, Inyección, Soplado. También en el diseño del desarrollo de producción, instalación y servicio post venta.

Según los requisitos de la norma está empresa posee un mecanismo de desarrollo de estudio de mercado, con el objetivo de averiguar lo que el cliente quiere (requisitos) y desarrollar los diseños de productos. El desarrollo constante de la calidad en la atención de los clientes por medio de pedidos, reclamos, diseño, etc.

Uno de los requisitos del sistema de calidad ISO es documentar los procesos, en este caso los tres mencionados anteriormente, con lo cual se establece las

políticas de calidad y una constante revisión del sistema; como lo son: los requisitos de la norma cumplida, controles y registros en las áreas certificadas, así como una ascendente y descendente comunicación de acuerdo a la jerarquía y áreas de la empresa.

Mercado:

La empresa tiene la oportunidad de expandir sus operaciones corporativas a nivel nacional y centroamericano en la industria cosmética, farmacéutica, alimenticia y agroindustrial.

Actualmente y debido a la decreciente economía en el mercado, los clientes requieren reemplazar sus productos de vidrio por los fabricados en plástico para su comercialización. Dichos productos resultan ser de mejor calidad, mejor apariencia y menor costo.

Por tal razón, se requiere que la empresa ofrezca productos a sus clientes con un valor agregado. Como parte de una estrategia de competitividad donde la empresa debe prestar más atención a sus competidores como la que dan a los clientes potenciales. Para lograr así una planeación eficaz, constante que permita comparar productos, precios, canales y promociones para estar siempre a la vanguardia en el mercado.

Procesos:

- La empresa cuenta con diferente maquinaria para cada materia prima (PET, PVC, Polietileno, Poliestireno), las cuales son de Biorientado, Inyección y Soplado. En estas existen falta de controles en cada proceso, ya esto que produce desperdicio y rechazo en cada línea de producción.
- A pesar que la empresa cuenta con un personal altamente capacitado en los mandos medios, no así entre en los operarios, existe problemas en las líneas de producción de Biorientado, Inyección y Soplado.

1. Seteo y montado de moldes: Deficiencia de certeza en la programación de temperatura, presión, y carga de la maquina de acuerdo al producto que se fabricará.
2. Mal armado y desgaste del molde y accesorios básicos: Existen problemas en el armado y puesta en los holders ya que generalmente no existe un cambio de moldes sino, hasta un punto en el cual no se pueda utilizar más ó se terminó un periodo largo de fabricación.
3. Maquinaria Antigua: En esta empresa la maquinaria es antigua al grado que los fabricantes ya no producen repuestos para estas; lo que obliga a producir partes y componentes equivalentes en su propio taller de matriceria.

Por tal razón, se produce un desgaste más pronunciado en su maquinaria y desajustes en los accesorios que los operarios utilizan, como genéricos lo que obliga a paros no programados y el no cumplimiento de producción en algunos momentos.
4. Las Boquillas Desajustadas: En cada cambio de turno, los encargados de maquinaria realizan cambio de boquilla de acuerdo a su parecer, por lo que hay deficiencia en el proceso de Inyección y en el de Soplado.
5. Falta de Accesorios: Existe una escasez de accesorios como lo son: pines, agujas de boquillas, puntas, casquillos y placas cortadoras.
6. cuello de botella en el área de PET: En está parte del proceso se produce un cuello de botella provocado por la rapidez con la que la máquina de biorientado produce los envases, saturando así el proceso que ejecuta las maquinas de rebabeo. Además, el corte que se hace en las maquinas, está provocando niveles de desperdicios significativos y preocupantes para la dirección de la empresa.
7. Tiempo: El tiempo, es otro factor que afecta tanto al cliente como a la empresa debido a que los productos toman mucho tiempo en ser fabricados, lo que provoca un aumento en sus costos.

Los períodos de tiempo, que abarca un ciclo de enfriamiento en una maquina que procesa plástico, depende directamente de la temperatura a la cual ingresa el fluido de enfriamiento (sea agua, aire o refrigerante); entre más capacidad de absorción de calor este tenga, disminuirá el tiempo de duración del ciclo.

El ciclo de enfriamiento y la falta de accesorios generan tiempos muertos imperceptibles por el acomodamiento del personal. Así como los cuellos de botellas que existen en el taller de matriceria provocando retrasos en la producción.

2.3 Metodología de Diseño.

2.3.1 Diseño del Mapa de Seis Sigma.

Se llevará a cabo la metodología del mapa de Seis Sigma, las primeras etapas del mapa 1, 2, 3 y 5 estarán orientadas al sistema de calidad de la empresa, como una rampa a la etapa principal donde se aplicará posteriormente la metodología DMANC.

La etapa 4 del mapa, será desarrollada para cada proceso principal de la empresa: Inyección, Soplado y Biorientado. El método del mapa de Seis Sigma está descrito en la sección 1.4.3 del capítulo I.

Primeramente se tendrán los datos de las entrevistas en la empresa y se demostrará la oportunidad de aplicación de la filosofía Seis Sigma en los procesos que hay problemas por medio de las herramientas de la metodología DMANC.

2.3.2 Aplicación de las herramientas de Seis Sigma.

Dentro de la metodología denominada DMAMC, Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, las cuales a través del uso ordenado de diferentes herramientas (la mayoría estadísticas) se logra reducir la variación y mejorar la rentabilidad.

En el cuadro N° 3, se presentan las etapas, definiciones y herramientas que son necesarias para implantar Seis Sigma y puede utilizar otras herramientas que puedan darle información valiosa en el proyecto o problema a resolver.

Cuadro N° 3: Descripción de las etapas de la Metodología de Seis Sigma DMAMC

Etapa	Propósito	Herramientas usadas
<i>Definir</i>	Se define el proyecto y los objetivos, los miembros del equipo, ahorros estimados y las características Críticas a la Calidad (CTQ's)	Diagrama de procesos.
Medir	Se estudia el sistema de medición con el cual se monitorean los métricos definidos. Se entiende la naturaleza y propiedades de los datos. Determina si un proceso es estable o predecible	Diagrama de flujo, Paretos, Matriz Causa Efecto, R&R (Repetibilidad y Reproducibilidad) ,Grafica de Gantt y Benchmarking Diagramas de control.
Analizar	El problema es estudiado estadísticamente. Se busca la causa raíz del problema o las variables que están afectando los CTQ's seleccionados	Estudios de multivariantes, Análisis de regresiones, Pruebas de Hipótesis, Pruebas de normalidad y AMEF
Mejorar	Se define un plan de acción enfocado a atacar las causas raíz y mejorar los indicadores seleccionados	Diseño de experimentos y Superficies de respuesta
Controlar	Se definen mecanismos de control que aseguren que las acciones tomadas en la etapa de mejora no sean descuidadas	Gráficas de control, Planes de control y Revisión del AMEF

:

CAPITULO III

3.0 Propuesta de aplicación de la filosofía Seis Sigma a una empresa orientada al procesamiento de plásticos y certificada con ISO 9000.

3.1 Generalidades.

Según los resultados obtenidos, luego de la realización de la investigación de campo; para determinar la viabilidad de la aplicación de la filosofía Seis Sigma, como mejora continua a nivel general, para las empresas salvadoreñas que se dedican al procesamiento de plásticos, tomando como base los datos adquiridos, se establece que la implementación de dicha filosofía es beneficiosa, para este sector. Por lo cual se presenta la siguiente propuesta de “Aplicación de Seis Sigma, en las empresas dedicadas al procesamiento de plástico y que cuentan con la certificación ISO 9000.”

3.2 Importancia de la Implementación de la Filosofía Seis Sigma.

Actualmente, las empresas salvadoreñas, se encuentran en búsqueda de herramientas que les permitan enfrentar la alta competitividad de empresas que van a ingresar a nuestro país por el Tratado de Libre Comercio (TLC), aunado a factores como: pérdidas de dinero por mala planificación, insatisfacción de los clientes por baja calidad en sus productos o servicios, entre otros.

Algunas de estas empresas, han comprendido la necesidad de realizar esfuerzos para estar a la vanguardia. Así mismo, las empresas se encuentran en la búsqueda de entrar a las listas de las empresas Certificadas con la ISO 9000, lo que les permite garantizar que obtienen una certificación de conformidad del producto.

Con dicha certificación se busca:

- Estimular a la empresa a elevar la calidad del producto
- Mejorar el sistema de gestión en la organización
- Proporcionar confianza en la seguridad y bondad de los productos
- Proteger al consumidor.

Debido a esto, muchas empresas se esfuerzan en contar con procesos que sean efectivos y eficientes, mediante la aplicación de métodos que les permitan contar con tecnología innovadora; que ayude a satisfacer las necesidades del cliente y que les permita ser eficaces-eficientes de manera radical; es por ello que éstas disponen de sistemas de detección e implementación de mejoras.

Por lo anterior, es importante proponer la implementación de la filosofía Seis Sigma ya que ofrece beneficios de éxito empresarial, una de sus máximas virtudes es el rigor en la obtención y análisis de los datos.

Seis Sigma está enfocado en el cliente, en producir grandes retornos sobre la inversión y además en crear un método que motive el desarrollo del liderazgo por la calidad y cambia el modo en que opera la dirección. Por lo que Seis Sigma es mucho más que proyectos de mejora.

3.3 Objetivo de la Propuesta.

Contribuir a la búsqueda del mejoramiento y desarrollo de las empresas orientadas al procesamiento de plásticos en El Salvador, que cuenten con la Certificación ISO 9000:2000, por medio del documento que contiene la propuesta de implementación de la Filosofía Seis Sigma dirigida a los ejecutivos, gerentes y jefes.

3.4 Desarrollo de la Propuesta.

Se describe el mapa de Seis Sigma y sus etapas de aplicación en la empresa en estudio, para la aplicación de las etapas se proponen un periodo de tiempo estimado para cada etapa del mapa, como se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 4: periodo de aplicación de la filosofía Seis Sigma en la empresa

Etapas	Tiempo de realización	Horas totales en cada etapa
I	Mes 1	4 horas/semana = 16
II	Mes 2	4 horas/semana = 16
III	Mes 3	4 horas/semana = 16
IV	Del mes 4 al mes 9	16 horas/mes = 80
V	Mes 10	4 horas/semana = 16
	Total de horas	144 horas

Lo primero que debe de realizar la empresa es determinar las personas que son las más aptas de acuerdo a su desempeño profesional, para capacitarlas en el desarrollo y posterior implementación de la filosofía Seis Sigma en esta empresa.

Como parte de la propuesta se presenta en la etapa uno del mapa un listado de cargos estándares en las diferentes empresas que se dedicadas a este rubro de procesamiento de plásticos tomando en cuenta que estas personas están involucradas permanentemente en el desarrollo del proceso de productos y conocen de primera mano la verdadera y real situación en la que se desenvuelve el proceso productivo de esta empresa.

Al estar estas personas capacitadas y preparadas teóricamente será hora de que se embarquen a la búsqueda de proyectos pequeños necesarios para iniciar un proceso y poniendo en practica la metodología del mapa de Seis Sigma y sus herramientas.

3.4.1 Identificación de los procesos claves de la planta en estudio.

3.4.1.1 Roles y Responsabilidades

En este apartado, se hace referencia a los roles que serán necesarios para la adecuada implementación de la filosofía Seis Sigma dentro de este tipo de empresas, tomando en cuenta que esta definición de roles y responsabilidades es una propuesta de adaptación a la realidad de las empresas salvadoreñas que ya cuentan con la Certificación ISO 9000 y están orientadas al procesamiento de plásticos.

1. Grupo Responsable o Consejo

En la mayoría de las organizaciones con las que se trabaja el equipo responsable o consejo de la calidad es el mismo grupo que el equipo de alta dirección existente, o llámese comité de calidad, conformado de acuerdo a los requisitos de la norma ISO 9000. Este grupo establecerá:

- Los roles e infraestructura de la iniciativa Seis Sigma
- Seleccionara los proyectos específicos y asignara los recursos
- Revisara periódicamente el progreso de los distintos proyectos y aportara ideas
- Actuaran como patrocinadores de los proyectos Seis Sigma
- Ayudaran a cuantificar el impacto de Seis Sigma en la empresa
- Evaluaran los progresos e identificaran los puntos fuertes y débiles del esfuerzo
- Compartirán las mejoras prácticas en toda la organización, así como con los proveedores y clientes principales.
- Actuaran como eliminadores de obstáculo cuando los equipos identifican barreras

2. Patrocinador del proyecto o “Champion” (Gerente o Jefe de producción, Gerente o Jefe de Calidad)

Es un directivo que supervisa un proyecto de mejora y tiene como principal responsabilidad, proveer de lineamientos claros al equipo de Implantación, debe ser el Líder del proyecto y ser el agente que de apoyo en todo sentido al equipo, elimina los obstáculos y dedica recursos para soporte al Black Belt. Debe establecer una meta, estar siempre abierto al cambio, proveer recursos y servir de enlace entre el equipo y los diversos niveles gerenciales de la empresa.

3. Responsable de Implantación (Encargado de las mejoras de los procesos)

Puede ser uno de los altos directivos de la empresa que planea añadir la administración del esfuerzo Seis Sigma a sus propias responsabilidades, Será necesario dedicar recursos para gestionar los progresos y logística diarios. Según la escala de trabajo, un responsable de puesta en marcha puede ser suficiente; hará también falta disponer de personal para el siguiente conjunto de tareas. Esta persona tendrá que velar tanto por el cumplimiento de la norma ISO en la empresa y de las mejoras de a obtener a través de Seis Sigma.

5. Jefe de Equipos / jefe de Proyecto – “Black Belt” (encargado de los procesos)

Los black belt trabajan a tiempo completo con los proyectos seleccionados. Como líderes de equipo y jefes del proyecto. Entrenados para manejo de equipos e indagar en los problemas crónicos y de alto impacto además, pasan de la teoría a la acción siguiendo los pasos de la metodología Seis Sigma.

6. Green Belt (operadores)

Los Green Belt ayudan a los black belt en sus tareas funcionales, aplican los resultados de las herramientas de Seis Sigma para solucionar los problemas crónicos dentro de sus trabajos normales

7. Propietario del proceso (encargado de las mejoras de los procesos)

Es la persona que asume una nueva responsabilidad interfuncional para gestionar un conjunto completo de etapas, que proporcionar valor a un cliente interno y externo. Recibe entregas de los equipos de mejora o se convierten en los propietarios de los procesos nuevos o recién diseñados. El patrocinador y el propietario pueden ser la misma persona.

3.4.1.2 Etapa 1 del Mapa: Identificar los procesos claves y los clientes principales.

Etapa 1A: Identificar los procesos claves de la empresa en estudio.

Los procesos clave proporcionan recursos vitales o entradas a las actividades, además se refieren a una cadena de tareas, las cuales suelen implicar a varios departamentos, que aportan un valor (productos, servicios, soporte e información) a los clientes externos. Se define los procesos claves de la empresa con que satisface las necesidades del cliente. Así, como los tipos de materiales que utiliza para fabricar los diferentes productos de plásticos. Como se desarrolló en la pagina 66.

Etapa 1B: Definir los resultados del proceso y sus clientes principales

En esta etapa del mapa, se determina que el enfoque y los resultados que se buscan obtener estarán delimitados en función de clientes internos que son los afectados positiva o negativamente según el desempeño de dichos procesos.

Los resultados se obtendrán al atacar todos aquellos puntos críticos que están generando desperdicio en la empresa donde algunos han sido determinados a través de la investigación, y los restantes serán ubicados a través de la herramienta AMFE, donde se determinaran en que grado, estos están incidiendo en el aumento de perdidas para la empresa, de donde se generan y como atacarlos para eliminarlos o disminuir su impacto en el desempeño de la organización como un todo.

Etapa 1C: Crear mapas de alto nivel del proceso clave.

Las principales actividades que constituyen cada proceso clave (como opción, crear diagramas de alto nivel de los procesos de soporte.) y para ello puede utilizar el modelo de proceso (SIPOC)⁵; es una de las técnicas mas utilizadas en la gestión y mejora de procesos. Se emplea para presentar una perspectiva (de un vistazo) de

⁵ Las claves de Seis Sigma; Meter Pande

los flujos de trabajo. El nombre procede de los cinco elementos del diagrama (es el acrónimo inglés de Supliré (proveedor), Input (entrada), Process (proceso), Output (salida), Customer (cliente)).

- **Proveedor:** es la persona o grupo que suministra información, materiales y otros recursos para el proceso.
- **Entrada:** lo suministrado.
- **Proceso:** el conjunto de etapas que transforman y que idealmente añaden valor al resultado.
- **Resultado o salida:** el producto final del proceso.
- **Cliente:** la persona, grupo o proceso que recibe el resultado.

A continuación se presenta los diagramas SIPOC de los procesos de Biorientado, Inyección y Soplado

Diagrama N° 13: SIPOC para el proceso de Biorientado.

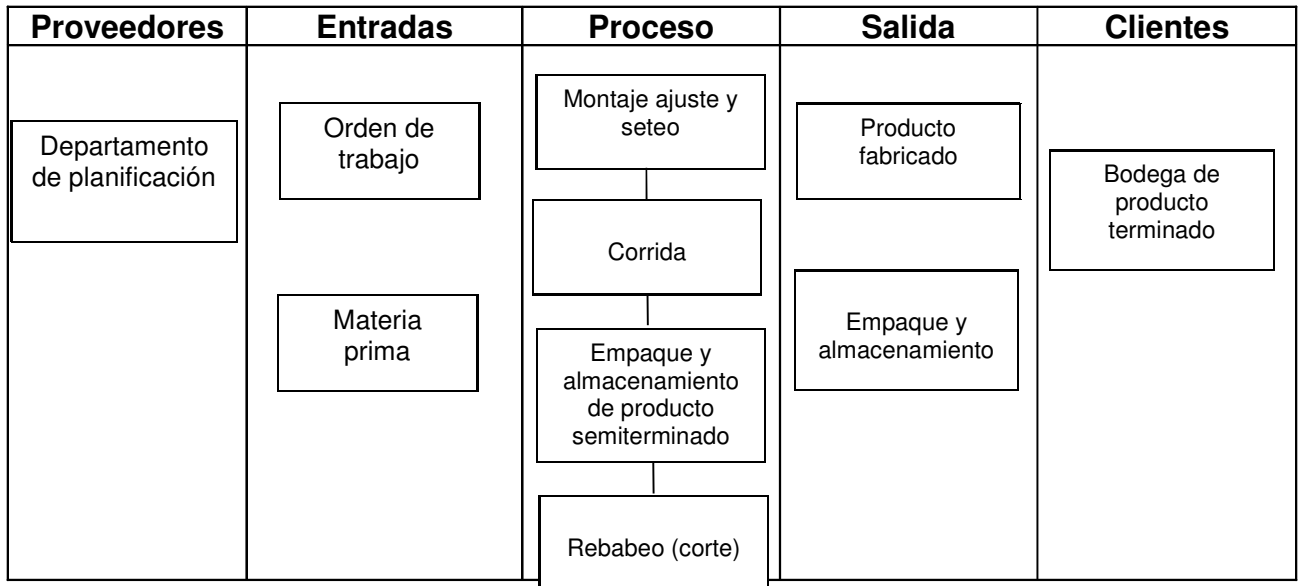


Diagrama N° 14: SIPOC para el proceso de Inyección.

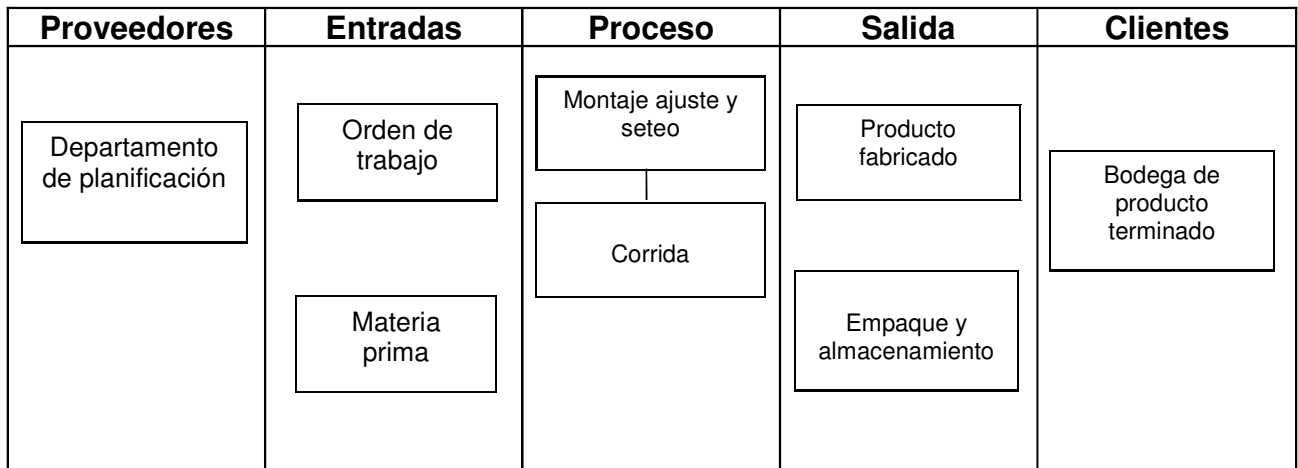
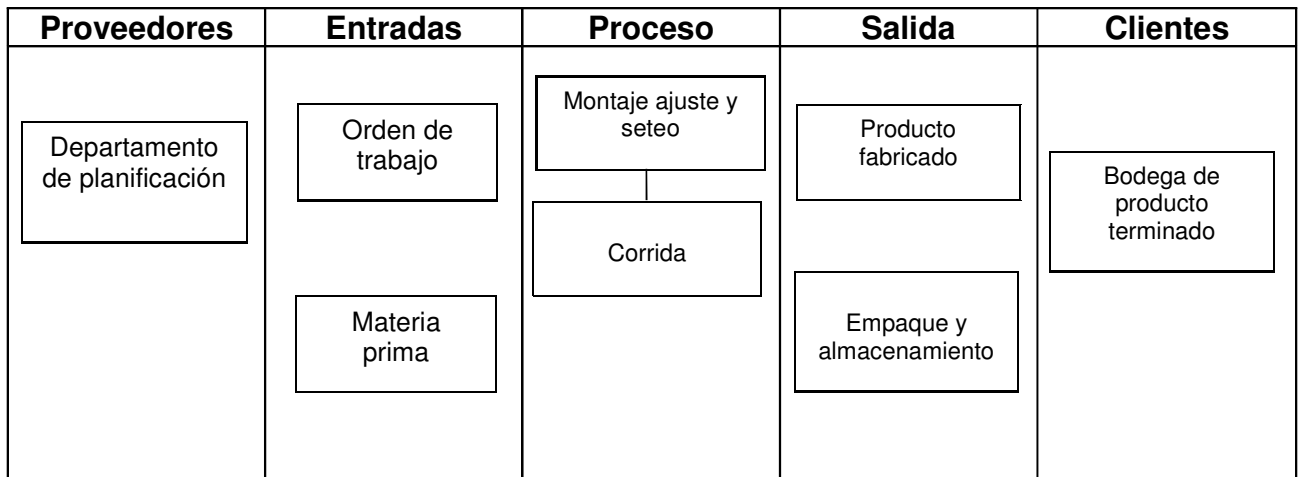


Diagrama N° 15: SIPOC para el proceso de Soplado.



Este es un ejemplo de cómo se puede aplicar el diagrama SIPOC a los procesos de fabricación de la empresa en estudio. En la etapa 4 del mapa se describe el segmento “P” (proceso) de un SIPOC, el cual es elaborado con un diagrama de bloques. Este diagrama puede ser utilizado para los tres procesos. Sin embargo puede haber una unión para obtener un solo proceso general.

1.3.1.1 Etapa 2 del Mapa: Definir las necesidades de los clientes

Lo que trata es comprender lo que los clientes quieren. Obtener buena información del cliente, de sus necesidades y requisitos, es uno de los aspectos más complejos para la empresa en cuanto al método Seis Sigma.

Los clientes internos, como Recursos Humanos, Tecnologías de la Información o Almacenes, por ejemplo, tiene sus propios procesos clave que integran productos, servicios y valor a los clientes.

El objetivo es, Crear una comprensión clara de la imagen global de las actividades interfuncionales más importantes de su organización y de cómo interactúan con los clientes externos.

Los productos finales de esta actividad Seis Sigma comprenden:

- .Una estrategia y un sistema para seguir y actualizar de forma continúa los requisitos de cliente, las actividades de la competencia, los cambios del mercado, etc. Lo que equivale a un sistema de Voz del Cliente.
- Una descripción de estándares de rendimiento específico y medible, para cada resultado clave, según defina el cliente.
- Estándares de servicio medibles y observables para las interfaces clave con los clientes.
- Un análisis de los estándares de rendimiento y servicio basado en su importancia relativa para los clientes y segmentos de clientes, así como en su impacto sobre la estrategia de la empresa.

En las etapas iniciales de un esfuerzo Seis Sigma es probable que se centre en las entradas de alta prioridad de los clientes, en lugar de corregir todos los trabajos de supervisión de clientes que ya se realizan. Sin embargo, dado que la capacidad para escuchar realmente al cliente se esta haciendo tan critica para el éxito de la empresa, se empezará por esa importante iniciativa.

Etapa 2A: Reunir los datos del cliente y desarrollar una estrategia de voz del cliente

Factores Clave en Los Sistemas de Voz del Cliente.

Tanto si desarrolla internamente esta competencia como si se basa en recursos externos para que le sirvan como oídos en el mercado necesitará reconocer algunos de los fundamentos de un sistema efectivo de Voz del Cliente.

- 1 Conviértalo en un esfuerzo continuo: El primer principio de un sistema de la voz del cliente efectivo es que debe convertirse en una prioridad y un centro de atención constante. El método de vez en cuando que sirvió en el pasado ya no es suficiente, dada la velocidad del cambio actual.

2 Definir claramente a los clientes: Anterior se ha esquematizado la forma de construir una perspectiva mas completa de sus procesos clave y de sus clientes principales. Si se presta mayor atención a la pregunta ¿quienes son nuestros clientes?, podemos obtener un despertar de la empresa y también de sus lideres.

La clave de la voz del cliente es equilibrar y diversificar los esfuerzos para aprender de diferentes grupos, que incluyen:

- Clientes satisfechos actuales.
- Clientes insatisfechos actuales (tanto los que se quejan como los que no).
- Clientes perdidos.
- Clientes de la competencia.
- Clientes potenciales.

Etapa 2B: Desarrollar estándares de rendimiento y definición de requisitos.

Obtener un conocimiento de las necesidades y comportamiento de los clientes, ya sea a partir de datos existentes o de sistemas mejorados de Voz del Cliente, es el punto de partida desde el que podrá establecer líneas maestras claras para el rendimiento y la satisfacción del cliente.

Una vez definidos los requisitos concretos, podrá medir su rendimiento real y evaluar su estrategia y enfoque de mercado, frente a las demandas y expectativas de los clientes.

Tipos de requisitos: resultado y servicio

La primera etapa para definir las necesidades específicas de sus clientes es comprender y diferenciar entre las categorías críticas de requisitos.

Requisitos de resultados

Son las funciones o características del producto final o servicio entregado al cliente al final del proceso. Puede haber muchos tipos de requisitos de resultados, pero todos están vinculados con la utilidad o efectividad del producto final o servicio, a los ojos del cliente.

En muchos casos, los requisitos de resultados pueden definirse específica y objetivamente, siempre que el cliente sepa lo que quiere. La lista de requisitos de resultados para un producto o servicio complejo sería bastante larga. Para obtener este requisito nos debemos de responder esta pregunta: ¿Qué funciones o características de su producto final o servicio son claves para la satisfacción del cliente?

Requisitos de servicios

Son las líneas maestras para tratar o servir al cliente durante la ejecución del proceso en sí. Los requisitos de servicios tienden a ser mucho más subjetivos y dependientes de las situaciones; que los requisitos de resultados, por lo que suele ser más complicado definirlos concretamente. Para saber estos requisitos se puede contestar a esta pregunta ¿cuáles son las normas para que interactuemos y tratemos con los clientes?

- Seguir el desarrollo de la metodología de la manera en que está establecida no obviando algunas etapas o procesos que podrían parecer innecesarios sin antes haberlos investigado.
- Se recomienda no trabajar muchos proyectos de mejora al mismo tiempo ya que las empresas no siempre cuentan con todos los recursos para hacerlo y siempre pueden existir actividades que compitan con los recursos.
- Se recomienda que si existe personas con suficiente poder para entorpecer el desarrollo de la metodología sería mejor implicarla en el proceso de mejora.

- Al implementar esta filosofía se recomienda que la dirección de la empresa forme parte activa de los cambios como resultados de los proyectos de mejora.
- Si se toma Seis Sigma como parte de la gestión estratégica de la empresa a largo plazo, será necesario la capacitación de los mejores candidatos con que cuenta la empresa para crear los roles claves de la metodología.

3.4.2 Rendimiento actual de la línea de producción

3.4.2.1 Etapa 3 del Mapa: Medida del rendimiento actual.

Etapa 3A: Planificar y medir el rendimiento frente a los requisitos del cliente.

Seleccionar lo que se quiere medir.

Se debe seleccionar solamente las medidas óptimas de rendimiento (porque no puede medirlo todo) significa equilibrar dos elementos principales:

- 1) Lo que es factible.
- 2) Lo que es más útil o valioso.

Se debe priorizar los requisitos del cliente, para tener un buen punto de partida para determinar el valor. Las áreas en las que sospeche que hay deficiencias en el rendimiento también son buenos lugares para empezar a medir.

Identifique las fuentes de datos

Existen muchas posibles fuentes de datos en una organización. Sus consideraciones más importantes son:

- Garantizar que la fuente que elija, o a la que tenga acceso, tenga datos precisos y que represente el proceso.
- Producto o servicio que quiere medir. Lo ideal es que seleccione medidas para las cuales existan fuentes adecuadas.

Si se tiene en cuenta las recomendaciones siguientes, podrá garantizar que los datos como completos y correctos:

- Explique claramente por que reúne los datos.
- Describa lo que va a hacer con los datos, incluyendo sus planes para compartir los hallazgos con los que los toman, mantener la confidencialidad de las identidades, etc.
- Preste atención a quien elige para participar en el trabajo; evite que la toma de datos sea un premio o un castigo.
- Haga el proceso tan fácil como sea posible.
- Ofrezca a los que tomen los datos la oportunidad de dar información sobre el proceso de recopilación.

Formularios de toma de datos

Las hojas de toma de datos son hojas de cálculo y hojas de comprobación bien diseñadas. Aunque existen varios tipos estándar de formularios, conviene hacer cada uno a la medida para adecuarlo a la toma de datos real. Para este fin se presenta un formulario de tipo viajero para identificar los fallos en los procesos de producción:

Hoja de comprobación de tipo viajero⁶. Es cualquier hoja de comprobación que acompaña al producto o servicio a lo largo del proceso. Los datos acerca de ese elemento se registran en los lugares adecuados del formulario.

A continuación se presentan los cuadros 5, 6 y 7 de las hojas de comprobación de tipo viajero como simulación de un ejemplo de detección de fallas/defectos en cada uno de los tres procesos genéricos de la industria del plástico.

⁶ Las claves de Seis Sigma; Peter Pande

Cuadro N° 5: Hoja de comprobación de tipo Viajero para el proceso de Biorientado

HOJA DE COMPROBACIÓN DE TIPO "VIAJERO" PARA UN PEDIDO DE PRODUCCIÓN EN BIORIENTADO		
Pedido n° _____		
Tipo de producto. _____		
Cantidad solicitada. _____		
Cliente. _____		
Etapa del proceso	Fecha/hora de turno	Fallos/defectos hallados
Moldes		3
Seteo		2
Corrida		2
Almacenamiento		1
Rebabeo		1
Almacenamiento final		1

Cuadro N° 6: Hoja de comprobación de tipo Viajero para el proceso de Inyección

HOJA DE COMPROBACIÓN DE TIPO "VIAJERO" PARA UN PEDIDO DE PRODUCCIÓN EN INYECCION		
Pedido n° _____		
Tipo de producto. _____		
Cantidad solicitada. _____		
Cliente. _____		
Etapa del proceso	Fecha/hora de turno	Fallos/defectos hallados
Moldes		3
Seteo		1
Corrida		2
Almacenamiento		1

Cuadro N° 7: Hoja de comprobación de tipo Viajero para el proceso de Soplado

HOJA DE COMPROBACIÓN DE TIPO “VIAJERO” PARA UN PEDIDO DE PRODUCCIÓN EN SOPLADO		
Pedido n° _____		
Tipo de producto. _____		
Cantidad solicitada. _____		
Cliente. _____		
Etapa del proceso	Fecha/hora de turno	Fallos/defectos hallados
Moldes		3
Seteo		2
Corrida		2
Almacenamiento		1

Etapa 3B: Desarrollo de las medidas básicas de defectos e identificación de oportunidades de mejora.

Medidas de unidades defectuosas y de rendimiento

Las medidas que se dirigen a los defectuosos, es decir, a las unidades que contienen un defecto o diez. Las medidas de unidades defectuosas son especialmente importantes en empresas o productos para los que cualquier defecto es serio.

Porcentaje de unidades defectuosas⁷.

En esta sección se calcula las unidades defectuosas, el cual se necesitarán el número de unidades defectuosas y el número de unidades de producción total. La formula que se utilizará es la siguiente:

Porcentaje de unidades defectuosas = PUD

$$PUD = \frac{\text{Numero de unidades defectuosas}}{\text{Número de unidades}}$$

Se obtiene los porcentajes de unidades defectuosas para cada proceso de

⁷ Las claves de Seis Sigma; Peter Pande

producción de los procesos claves en los siguientes cuadros, los datos obtenidos para estos cálculos fueron proporcionados por los encargados de procesos de la empresa.

Cuadro N° 8: Porcentaje de unidades defectuosas para el proceso de Biorientado

<i>Porcentaje de unidades defectuosas (unidades por año)</i>
Proceso de Biorientado
<ul style="list-style-type: none">• 480,000 unidades defectuosas de 17,107,200 envases producidos.
$PUD = \frac{480,000 \text{ unidades defectuosas}}{17,107,200 \text{ unidades}} = 0.028$
(o 2.8 por ciento de imperfección)

Cuadro N° 9: Porcentaje de unidades defectuosas para el proceso de Inyección

<i>Porcentaje de unidades defectuosas (unidades por año)</i>
Proceso de Inyección
<ul style="list-style-type: none">• 240,000 unidades defectuosas de 18,000,000 unidades producidas al año.
$PUD = \frac{240,000 \text{ unidades defectuosas}}{18,000,000 \text{ unidades}} = 0.01333$
(o 1.33 por ciento de imperfección)

Cuadro N° 10: Porcentaje de unidades defectuosas para el proceso de Soplado

<i>Porcentaje de unidades defectuosas (unidades por año)</i>
<p>Proceso de Soplado</p> <ul style="list-style-type: none"> 420,000 unidades defectuosas de 16,800,000 unidades producidos. $PUD = \frac{420,000 \text{ unidades defectuosas}}{16,800,000 \text{ unidades}} = 0.025$ <p>(o 2.5 por ciento de imperfección)</p>

- **Rendimiento final⁸.**

(Se indica como Y_{final}), Se calcula como 1 menos la proporción de imperfección. Indica la fracción sobre el total de unidades producidas y/o entregadas sin defecto. (Multiplicando el rendimiento final por 100 da el porcentaje bueno.), como se muestra en los cuadros 11, 12 y 13.

Cuadro N° 11: Rendimiento final para el proceso de Biorientado

<i>Rendimiento final</i>
<p>Formula: $RF = 1 - \text{porcentaje de unidades defectuosas}$</p> <p>Proceso de Biorientado</p> <ul style="list-style-type: none"> 480,000 unidades defectuosas de 17,107,200 envases producidos. $1 - 0.028 = 0.972 \text{ ó } 97.2 \text{ por ciento de rendimiento}$

Cuadro N° 12: Rendimiento final para el proceso de Inyección

⁸ Las claves de Seis Sigma; Peter Pande

<i>Rendimiento final</i>
Formula: $RF = 1 - \text{porcentaje de unidades defectuosas}$
Proceso de Inyección
240,000 unidades defectuosas de 18,000,000 unidades producidas al año
$1 - 0.013 = 0.987$ ó 98.7 por ciento de rendimiento

Cuadro N° 13: Rendimiento final para el proceso de Soplado

<i>Rendimiento final</i>
Formula: $RF = 1 - \text{porcentaje de unidades defectuosas}$
Proceso de Soplado
<ul style="list-style-type: none"> • 420,000 unidades defectuosas de 16,800,000 unidades producidos.
$1 - 0.025 = 0.975$ ó 97.5 por ciento de rendimiento

- **Defectos por oportunidad o DPO⁹.**

Expresa la proporción de defectos sobre el numero total de oportunidades de un grupo. Es otra forma de conocer el rendimiento de los procesos. Para realizar esta medida de rendimiento es necesario obtener el número de oportunidades de mejora

⁹ Las claves de Seis Sigma; Peter Pande

en el producto, según los requerimientos de los clientes, se evalúa como se representa en los cuadros 14, 15 y 16

Para el proceso de Biorientado las oportunidades de defecto son:

1. Rosca en mal estado del envase.
2. Entrega a tiempo.
3. Apariencia.
4. Imperfecciones de moldeo.

Cuadro N° 14: Defectos por oportunidad para el proceso de Biorientado

<i>Defectos por oportunidad o DPO</i>
Formula:
$DPO = \frac{\text{Numero de defectos}}{\text{Número de unidades x Número de oportunidades}}$
Proceso de Biorientado
<ul style="list-style-type: none"> • 1,642,291 defectos en 480,000 unidades defectuosas de 17,107,200 envases producidos.
$DPO = \frac{1,642,291 \text{ defectos}}{17,107,200 \text{ unidades x 4 oportunidades}} = 0.024$

Para el proceso de Inyección las oportunidades de defecto son:

4. Funcionamiento del producto
5. Entrega a tiempo
6. Apariencia

Cuadro N° 15: Defectos por oportunidad para el proceso de Inyección

<i>Defectos por oportunidad o DPO</i>
Formula:
$DPO = \frac{\text{Numero de defectos}}{\text{Número de unidades} \times \text{Número de oportunidades}}$
Proceso de Inyección
<ul style="list-style-type: none"> • 702,000 defectos en 240,000 unidades defectuosas de 18,000,000 tapas producidas.
$DPO = \frac{702,000 \text{ defectos}}{18,000,000 \text{ unidades} \times 3 \text{ oportunidades}} = 0.013$

Para el proceso de Soplado las oportunidades de defecto son:

1. Funcionamiento del producto
2. Entrega a tiempo.
3. Apariencia.

Cuadro N° 16: Defectos por oportunidad para el proceso de Soplado

<i>Defectos por oportunidad o DPO</i>
<p>Formula:</p> $DPO = \frac{\text{Numero de defectos}}{\text{Número de unidades} \times \text{Número de oportunidades}}$
<p>Proceso de Soplado</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1,200,000 defectos en 420,000 unidades defectuosas de 16,800,000 unidades producidos. $DPO = \frac{1,200,000 \text{ defectos}}{16,800,000 \text{ unidades} \times 3 \text{ oportunidades}} = 0.024$

- **Defectos por millón de oportunidades o DPMO¹⁰.**

La mayoría de las medidas de oportunidades de defecto se traducen al formato DPMO, que indica el número de defectos que podrían producirse si hubiera un millón de oportunidades, como se representa en el cuadro N° 17. Especialmente, en los entornos de fabricación, DPMO suele llamarse PPM (partes por millón).

Cuadro N° 17: Defectos por millón de oportunidad para los tres procesos: Biorientado, Inyección y Soplado

<i>Defectos por millón de oportunidades o DPMO</i>
Formula: $DPMO = DPO \times 1,000,000 (10^6)$
<p>Proceso de Biorientado</p> <p>$DPMO = 0.024 \times 10^6 = 24,000$ (97.5 % de rendimiento)</p>
<p>Proceso de Inyección</p> <p>$DPMO = 0.013 \times 10^6 = 13,000$ (98.7 % de rendimiento)</p>
<p>Proceso de Soplado</p> <p>$DPMO = 0.024 \times 10^6 = 24.000$ (97.5 % de rendimiento)</p>
El porcentaje de rendimiento se calcula por tablas, ver anexo 1

¹⁰ Las claves de Seis Sigma; Peter Pande

- **Medida Sigma¹¹.**

Obtener el rendimiento Sigma equivalente en este momento es muy sencillo. La forma más fácil de obtener la cifra es traducir la medida de defectos (generalmente DPMO) utilizando una tabla de conversión (anexo 1), los valores de nivel sigma se muestran en el cuadro N° 18, para los tres procesos de producción.

Cuadro N° 18: Nivel Sigma de los tres procesos: Biorientado, Inyección y Soplado

<i>SIGMA : calculo de DPMO</i>
Formula: $DPMO = DPO \times 1,000,000 (10^6)$
<p>Proceso de Biorientado</p> <p>$DPMO = 0.024 \times 10^6 = 24,000$ (97.5 % de rendimiento) = 3.4 Sigma De 97.2% = 3.4 Sigma</p> <p>Proceso de Inyección</p> <p>$DPMO = 0.013 \times 10^6 = 13,000$ (98.7 % de rendimiento) = 3.7 Sigma</p> <p>Proceso de Soplado</p> <p>$DPMO = 0.024 \times 10^6 = 24.000$ (97.5 % de rendimiento) = 3.4 Sigma</p> <p>El porcentaje de rendimiento se calcula por tablas, ver anexo 1</p>

¹¹ Las claves de Seis Sigma; Peter Pande

3.4.3 Identificación de los puntos críticos de control

3.4.3.1 Etapa 4 del Mapa: Dar prioridad, analizar e implantar las mejoras

Esta es la etapa primordial de Seis Sigma, en el cual se identifican las causas raíz de los problemas, y dar soluciones a estas. A medida que avance por las etapas de mejora del proceso, se conseguirá los beneficios que están descritos.

De esta etapa hay dos tipos de proyectos, los cuales son:

Etapa 4A: Analizar, desarrollar e implantar soluciones dirigidas a la causa raíz

Etapa 4B: Diseñar/rediseñar e implantar soluciones dirigidas a las causas.

De estas dos opciones, el enfoque de esta propuesta, será el de Analizar, desarrollar e implantar soluciones dirigidas a la causa raíz, por el hecho de que cualquier empresa que quiera iniciar una propuesta sería de aplicación de la filosofía Seis Sigma, deberá iniciar por determinar todas las causas que están generando un desperdicio de los recursos escasos con que cuenta la organización.

Etapa 4A: Analizar, desarrollar e implantar soluciones dirigidas a la causa raíz (método DMAMC)

Las compañías pueden considerar aplicarse de acuerdo a los problemas que tenga. Para este estudio se desarrollará solamente el primer proyecto que es de mejora (A), y se tomará en cuenta para la propuesta de implantación:

Definir: Esclarecer el problema, el objetivo y el proceso

La fase Definir establece el escenario para un proyecto Seis Sigma eficaz, ayudando a responder las cuatro preguntas siguientes:

- 1 ¿Cuál es el problema o la oportunidad que vamos a tratar?
- 2 ¿Cual es nuestro objetivo? y, ¿que resultados queremos conseguir y cuando?
- 3 ¿Quien es el cliente al que sirve y sobre el que impacta este proceso y su problema?

4 ¿Cuál es el proceso que estamos investigando?

Al documentar los objetivos del proyecto y sus parámetros, en lo que generalmente se llama el “Cuadro de Proyecto”, los equipos de mejora pueden garantizar que su trabajo consigue las expectativas de la empresa y del patrocinador del proyecto. Se presenta los cuadros de proyectos Seis Sigma para cada proceso de producción.

CUADRO DE PROYECTO SEIS SIGMA PARA LOS TRES PROCESOS CLAVES¹².

Cuadro N° 19: Cuadro de Proyecto para el proceso de Biorientado

Cuadro del proyecto: Proceso de Biorientado

Definición del problema:

Existe un nivel de desperdicio considerable, a la hora de rebabeear los envases que provienen de las corridas de biorientado. Así como muchos rechazos que retrasan los pedidos de los clientes y existe desperdicio de dinero en costos de la producción.

Objetivo:

Reducir los errores o costos en rechazos en el rebabeo para un tiempo de 5 meses desde la reunión del equipo de trabajo.

Limitaciones:

Los miembros del equipo de trabajo deben dedicar al proyecto entre 3 a 4 horas de su tiempo.

Supuestos:

El equipo tomará todas las decisiones acerca de las soluciones al implantar las soluciones con la autorización del patrocinador del proyecto, apoyándose en personas que puedan aportar al proyecto sin ninguna restricción.

Miembros del equipo

El equipo estará integrado por las personas que se requiera para solucionar el problema. (En este lugar se escriben los nombres de las personas que integran el equipo para el proyecto, juntos con otros participantes.)

Plan preliminar del proyecto:

Para lograr el objetivo planteado y los resultados en la fecha prevista, el equipo trabajará eficazmente. Las metas parciales para cada fase del proceso DMANC son las siguientes:

DEFINIR -- mes 1

MEDIR – mes 2

ANALIZAR – mes 3

MEJORAR – mes 4

CONTROLAR – mes 5

Cuadro N° 20: Cuadro de Proyecto para el proceso de Inyección

¹² Las claves de Seis Sigma; Peter Pande

Cuadro del proyecto: Proceso de Inyección

Definición del problema:

En el proceso de inyección existe pérdida de tiempo en el cambio de moldes y centrado debido al desgaste de los mismos; por esta razón se producen fugas y mala inyección del plástico a los moldes impidiendo así, el no cumplimiento de los requisitos del cliente.

Objetivo:

Reducir los errores en un porcentaje considerable en la producción y entrega del producto, para finales del segundo trimestre de este año logrando así disminuir los costos del reproceso;

Limitaciones:

Los miembros del equipo de trabajo deben dedicar al proyecto entre 3 a 4 horas de su tiempo.

Supuestos:

El equipo tomará todas las decisiones acerca de las soluciones al implantar las soluciones con la autorización del patrocinador del proyecto, apoyándose en personas que puedan aportar al proyecto sin ninguna restricción.

Miembros del equipo

El equipo estará integrado por las personas que se requiera para solucionar el problema. (En este lugar se escriben los nombres de las personas que integran el equipo para el proyecto, juntos con otros participantes.)

Plan preliminar del proyecto:

Para lograr el objetivo planteado y los resultados en la fecha prevista, el equipo trabajará eficazmente. Las metas parciales para cada fase del proceso DMANC son las siguientes:

DEFINIR -- mes 1

MEDIR – mes 2

ANALIZAR – mes 3

MEJORAR – mes 4

CONTROLAR – mes 5

Cuadro N° 21: Cuadro de Proyecto para el proceso de Soplado

Cuadro del proyecto: Proceso de Soplado
<p>Definición del problema:</p> <p>En el desarrollo del proceso de Soplado existe perdida de tiempo por falta de accesorios y en el cambio de moldeo, lo que produce altos costos a la empresa y no satisface los requerimientos de los clientes.</p>
<p>Objetivo:</p> <p>Reducir en un porcentaje considerable los errores en las áreas de producción y entrega del producto para finales del segundo trimestre de este año. Y así poder disminuir los costos de reprocesado.</p>
<p>Limitaciones:</p> <p>Los miembros del equipo de trabajo deben dedicar al proyecto entre 3 a 4 horas de su tiempo.</p>
<p>Supuestos:</p> <p>El equipo tomará todas las decisiones acerca de las soluciones al implantar con la autorización del patrocinador del proyecto, apoyándose en personas que puedan aportar al proyecto sin ninguna restricción.</p>
<p>Miembros del equipo</p> <p>El equipo estará integrado por las personas que se requiera para solucionar el problema. (En este lugar se escriben los nombres de las personas que integran el equipo para el proyecto, juntos con otros participantes.)</p>
<p>Plan preliminar del proyecto:</p> <p>Para lograr el objetivo planteado y los resultados en la fecha prevista, el equipo trabajará eficazmente. Las metas parciales para cada fase del proceso DMANC son las siguientes:</p> <p>DEFINIR -- mes 1</p> <p>MEDIR – mes 2</p> <p>ANALIZAR – mes 3</p> <p>MEJORAR – mes 4</p> <p>CONTROLAR – mes 5</p>

Elección del diagrama del proceso: SIPOC

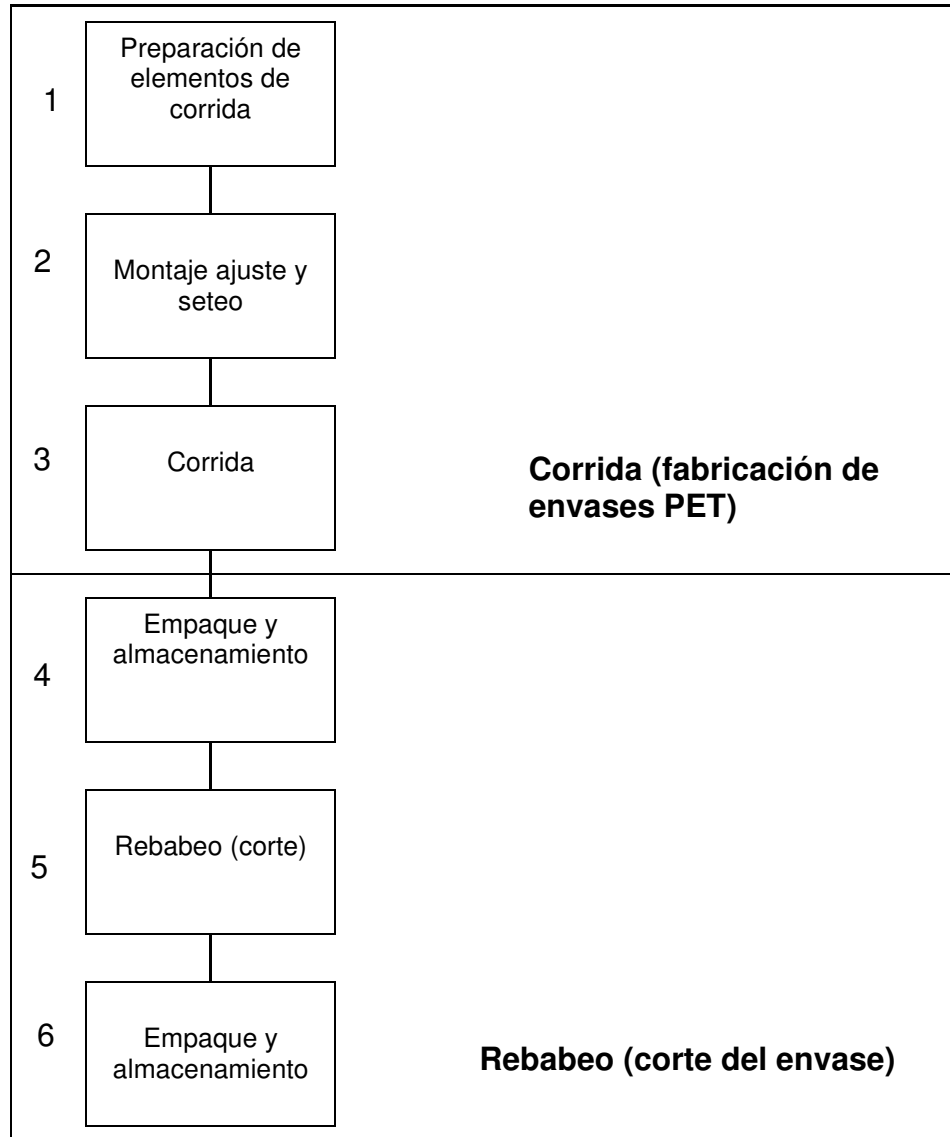
El segmento P (proceso) de un diagrama de proceso SIPOC, se hace mejor en bloques. Cada uno de estos representará las actividades o subgrupos principales.

A diferencia de un mapa o diagrama de proceso mas detallado, un diagrama de bloques suele ser una simple línea recta de flujo sin puntos decisorios. Para evitar entrar en demasiados detalles, puede limitar el proceso entre 4 y 10 bloques. Lo que emerge suelen ser las etapas de alto nivel para los tres procesos principales.

Seguidamente se identifican lo resultado de cada etapa del proceso (Y's) con respecto a las variables de entrada de los procesos (X's), denominado como ecuación de pocos factores vitales $Y's = f(X's)$. como se demuestra desde la figura N° 1, a la figura N° 14

A continuación se presenta los cuadros SIPOC de cada uno de los procesos: Biorientado Inyección y Soplado, los cuales representan los procesos de alto nivel para determinar con la ecuación de los pocos factores vitales los subprocessos que componen cada línea de producción, los cuales fueron elaborados con los encargados de cada uno de los procesos en la empresa en estudio. El uso que se hace de esta herramienta es que permite la determinación de cada uno de los subprocessos de alto nivel que luego servirán de insumo para la elaboración la matriz causa y efecto y su posterior evaluación de acuerdo a los criterios de este. Esto se repite en cada uno de los procesos genéricos. Como se muestra en los cuadros N° 22, 23 y 24.

Cuadro No 22: PROCESO DE BIORIENTADO: proceso SIPOC de alto nivel creado en 6 etapas.



La ecuación de los pocos factores vitales.¹³

$Y = f(x)$; donde Y: es el resultado de un proceso; es una función de las X's que son las variables claves en un proceso. Desde la figura N° 1, a la figura N° 6, se toman las etapas del proceso de Biorientado del cuadro N° 22 y se desglosa lo que entra (x), y lo que sale (Y).

¹³ Seis Sigma Para Directivos, Greg Brue

Figura N° 1: ETAPA 1 DEL PROCESO : entradas y salidas de elementos en la etapa 1 del proceso de Biorientado.

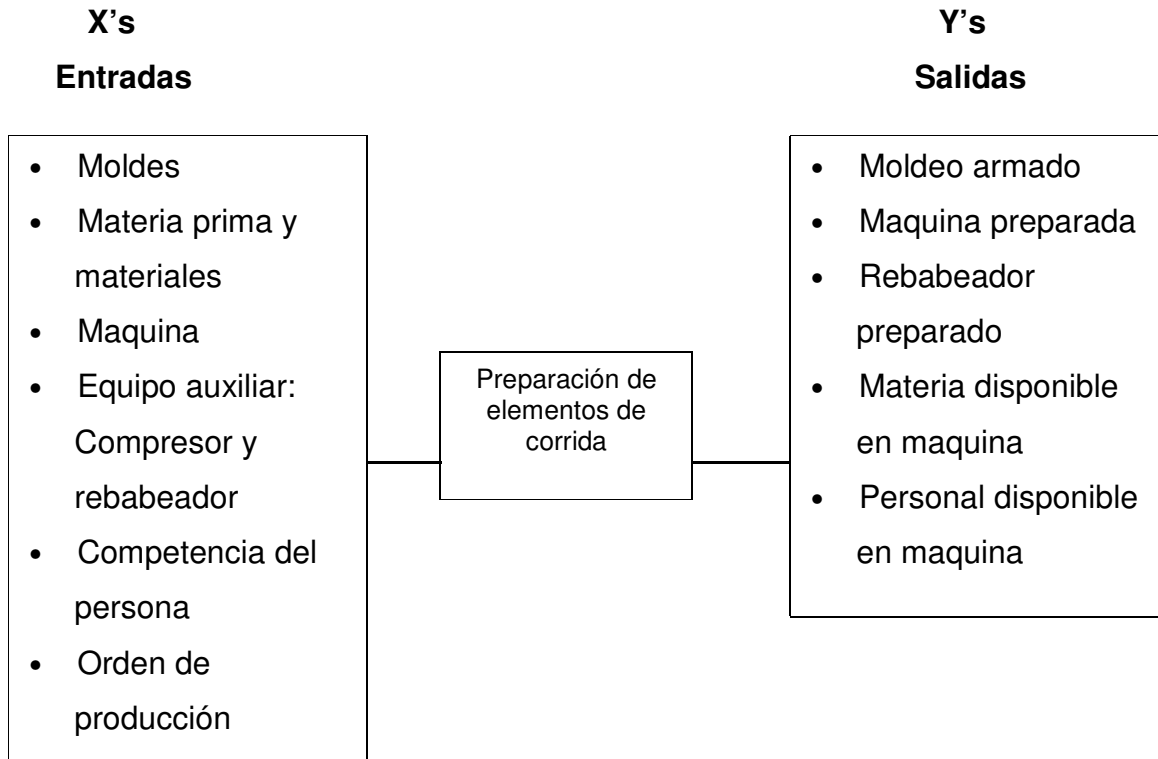


Figura No 2: ETAPA 2 DEL PROCESO: entradas y salidas de elementos en la etapa 2 del proceso de Biorientado.

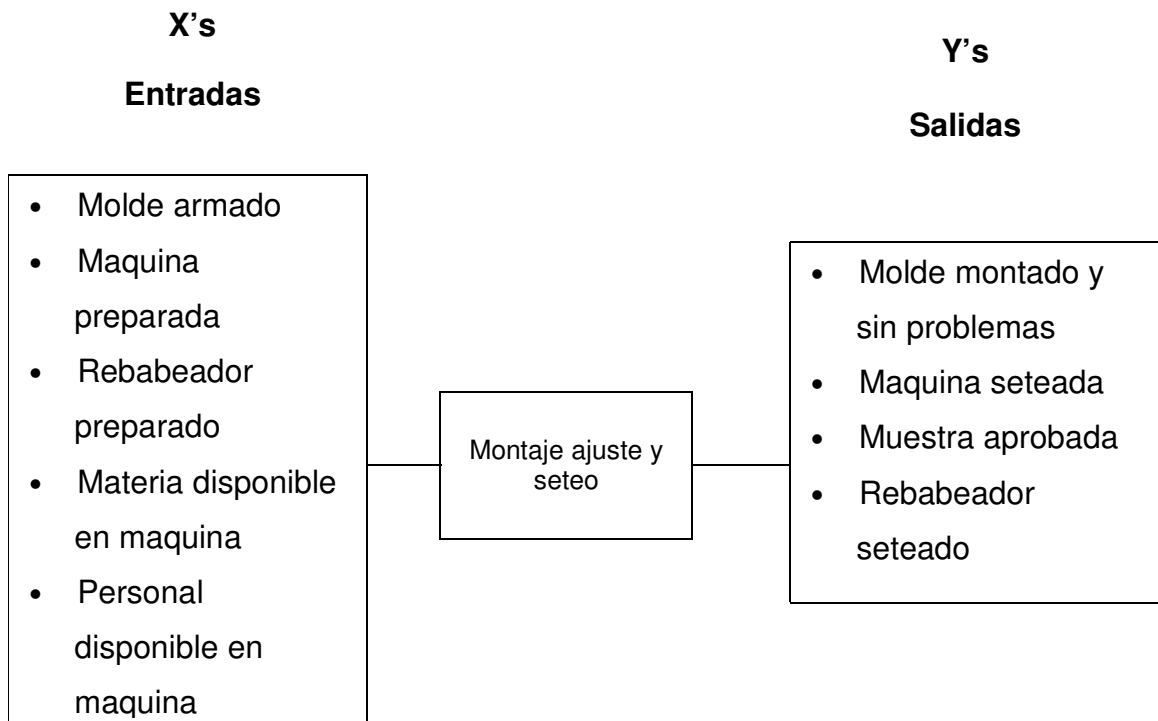


Figura No 3: ETAPA 3 DEL PROCESO: entradas y salidas de elementos en la etapa 3 del proceso de Biorientado.

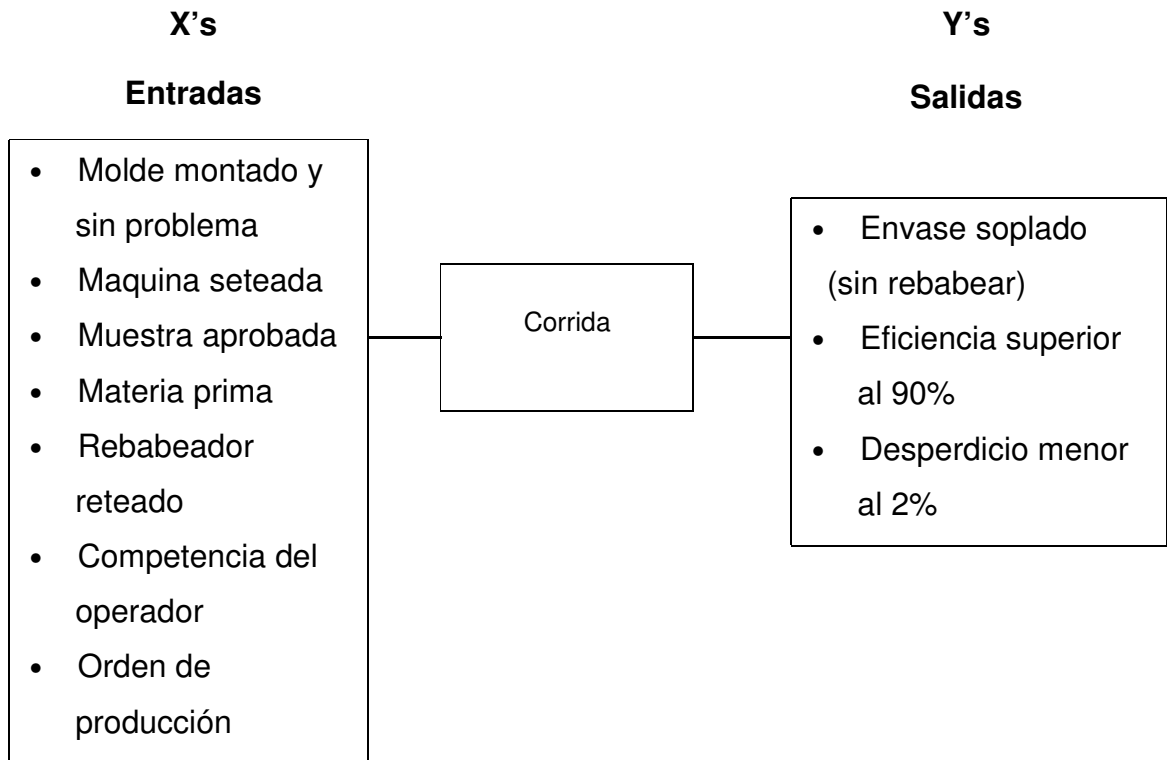


Figura No 4: ETAPA 4 DEL PROCESO: entradas y salidas en la etapa 4 del proceso de Biorientado.

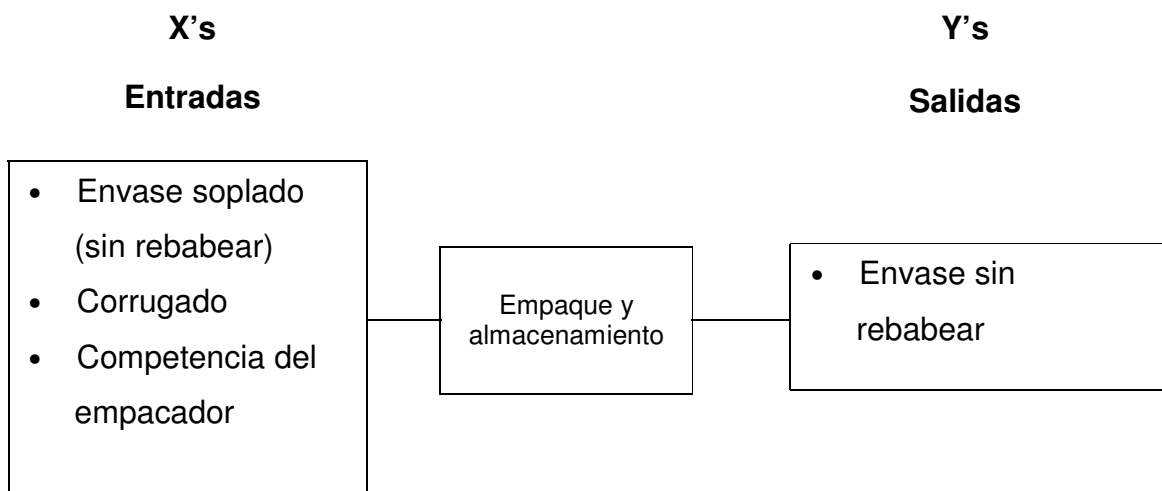


Figura No 5: ETAPA 5 DEL PROCESO: entradas y salidas de elementos en la etapa 5 del proceso de Biorientado.

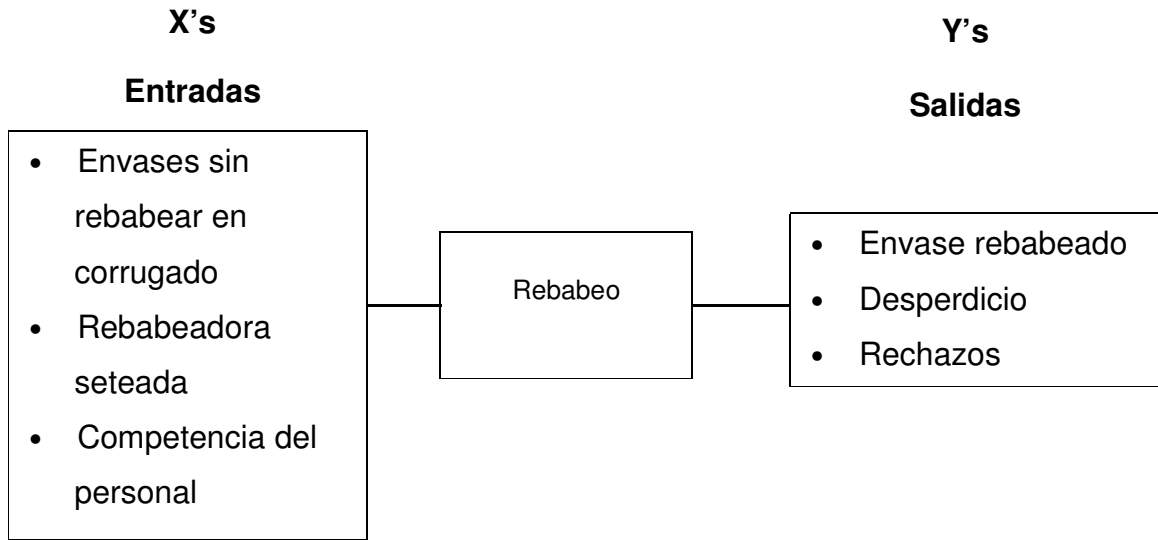
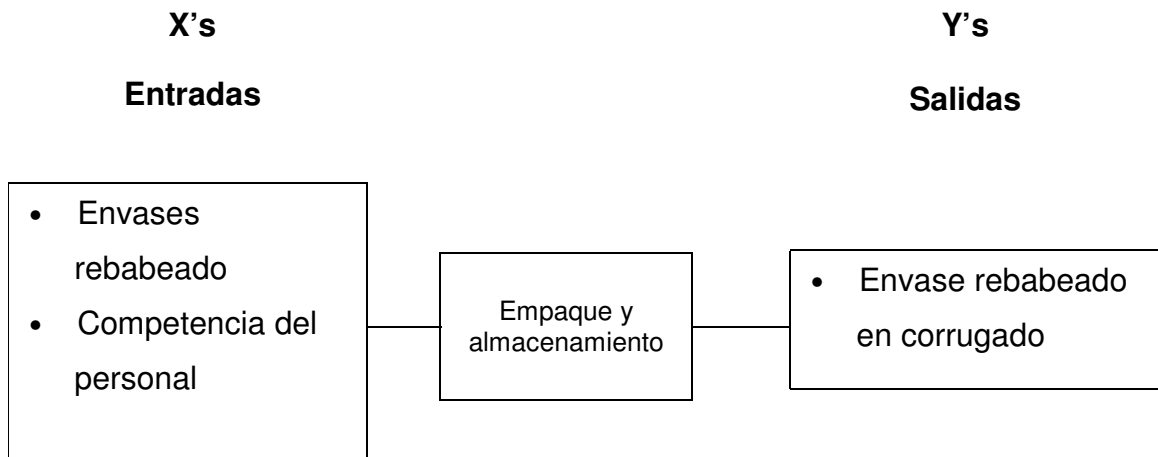
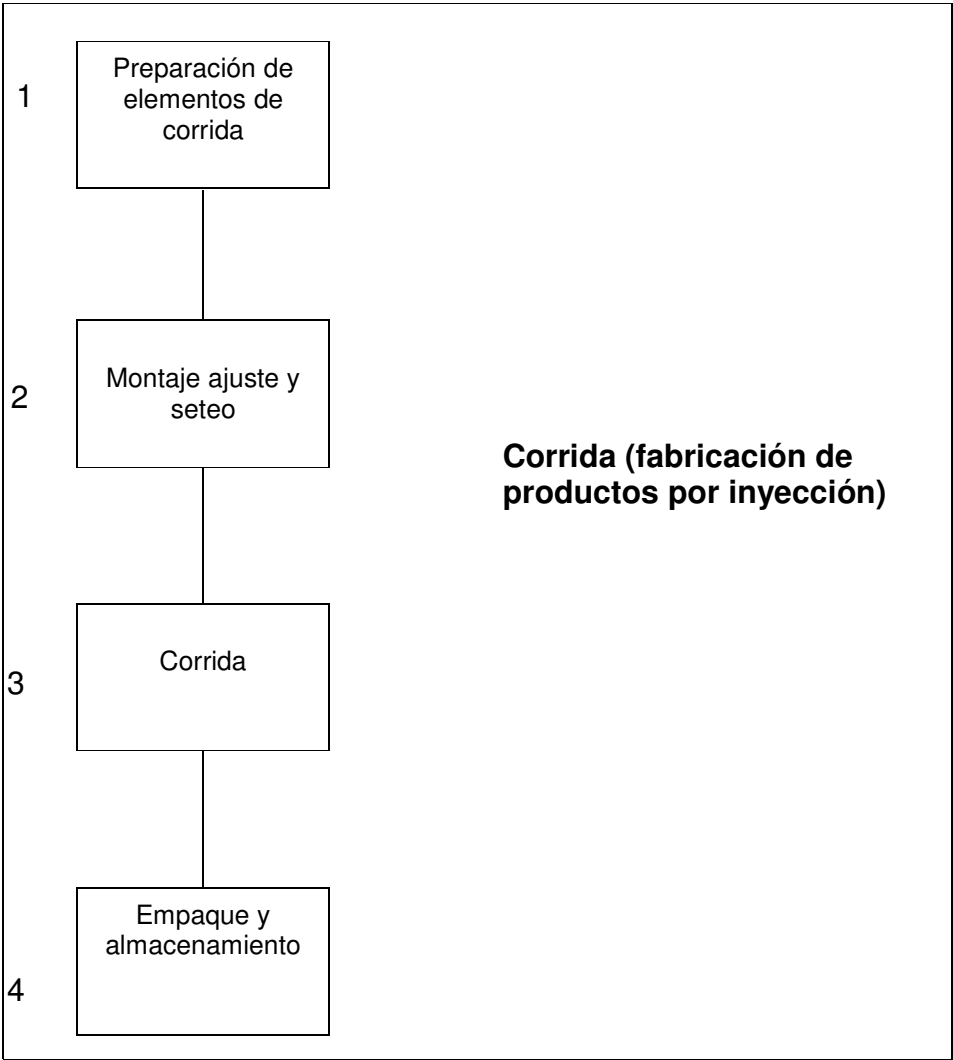


Figura No 6: ETAPA 6 DEL PROCESO: entradas y salidas de elementos en la etapa 6 del proceso de Biorientado.



Cuadro N° 23: PROCESO DE INYECCIÓN: proceso SIPOC de alto nivel creado en 5 etapas.



La ecuación de los pocos factores vitales

$Y = f(x)$; donde Y: es el resultado de un proceso; es una función de las X's que son las variables claves en un proceso. Desde la figura N° 7, a la figura N° 10, se toman las etapas del proceso de Inyección del cuadro N° 23 y se desglosa lo que entra (x), y lo que sale (Y).

Figura No 7: ETAPA 1 DEL PROCESO: entradas y salidas en la etapa 1 del proceso de Inyección.

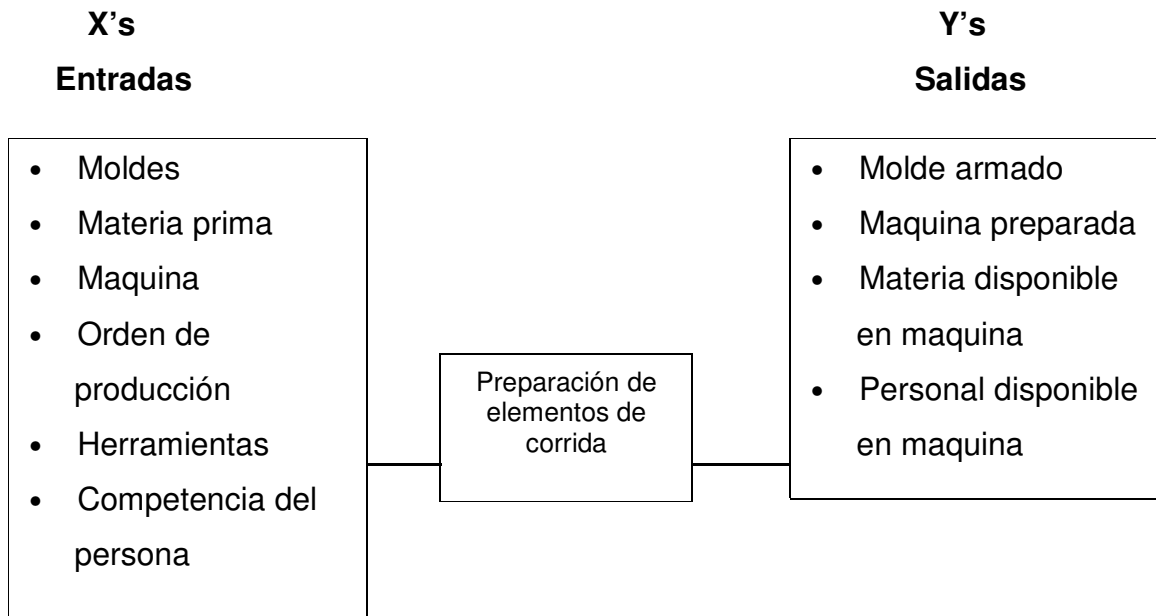


Figura No 8: ETAPA 2 DEL PROCESO: entradas y salidas en la etapa 2 del proceso de Inyección

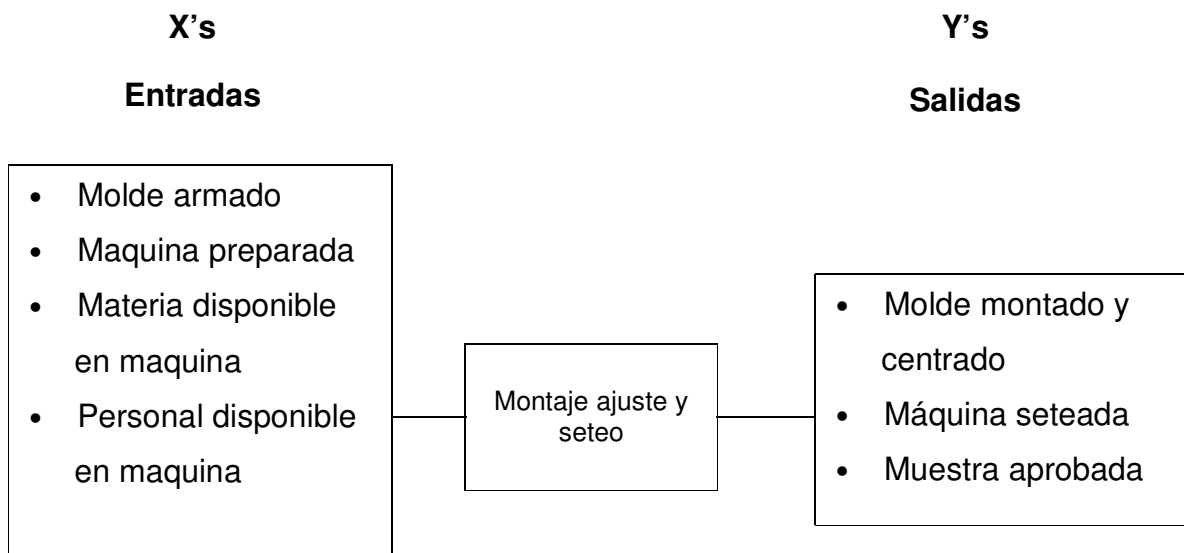


Figura No 9: ETAPA 3 DEL PROCESO: entradas y salidas en la etapa 3 del proceso de Inyección

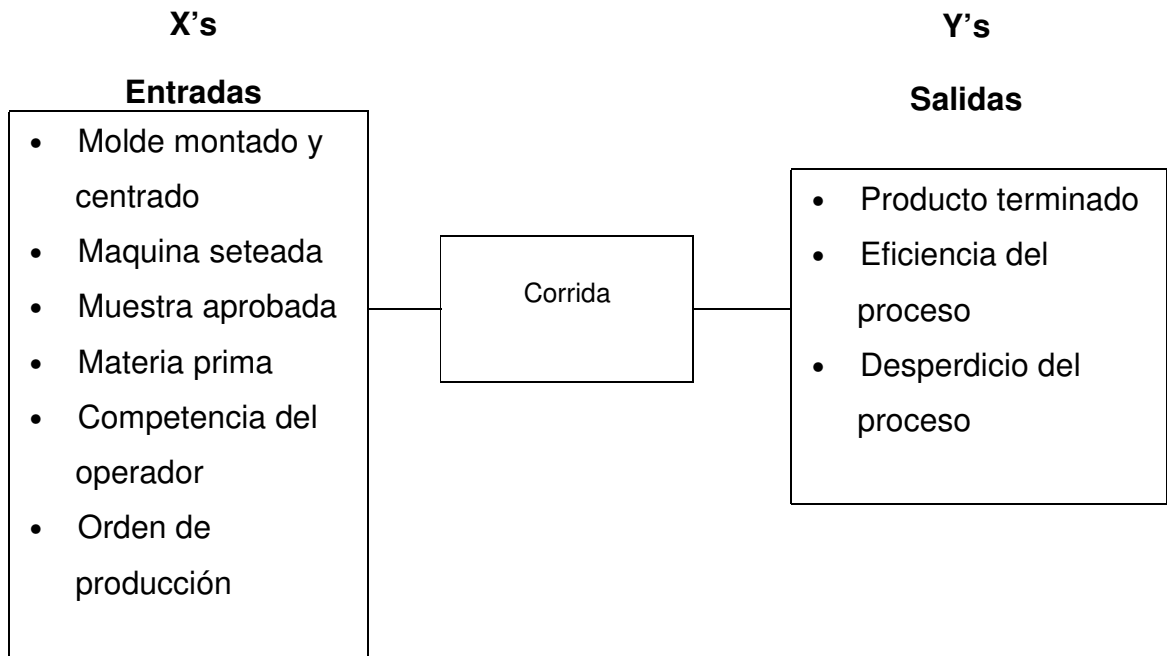
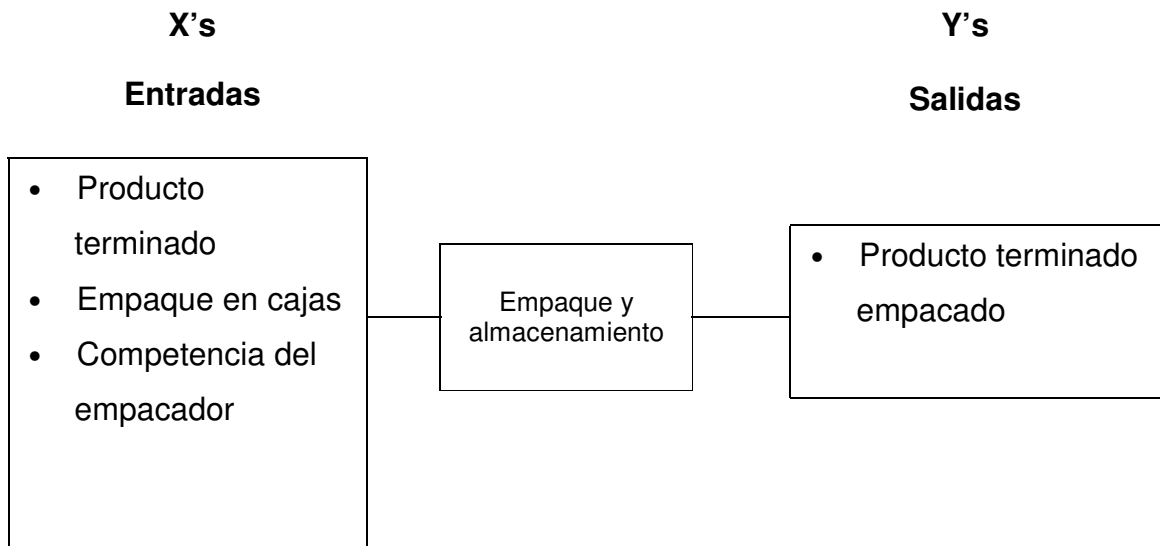
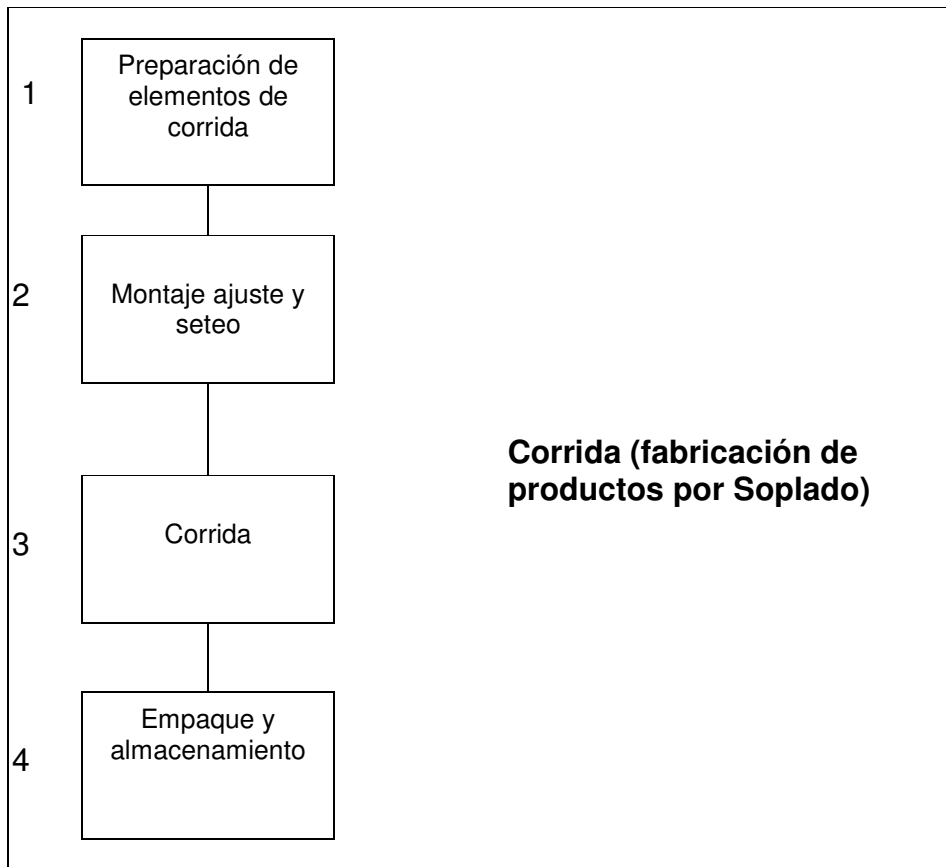


Figura No 10: ETAPA 4 DEL PROCESO: entradas y salidas en la etapa 4 del proceso de Inyección



Cuadro N° 24: PROCESO DE SOPLADO: proceso SIPOC de alto nivel creado en 4 etapas.



La ecuación de los pocos factores vitales.

$Y = f(x)$; donde Y: es el resultado de un proceso; es una función de las X's que son las variables claves en un proceso. Desde la figura N° 11, a la figura N° 14, se toman las etapas del proceso de Biorientado del cuadro N° 24 y se desglosa lo que entra (x), y lo que sale (Y).

Figura No 11: ETAPA 1 DEL PROCESO: entradas y salidas en la etapa 1 del proceso de Soplado.

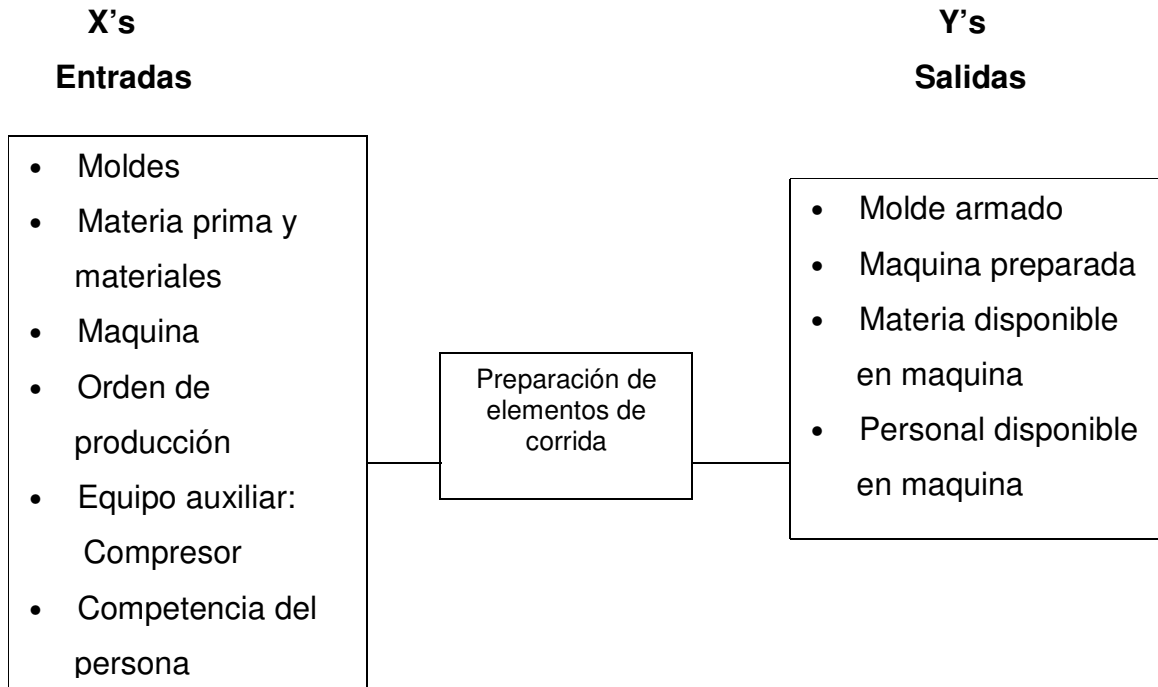


Figura No 12: ETAPA 2 DEL PROCESO: entradas y salidas en la etapa 2 del proceso de Soplado

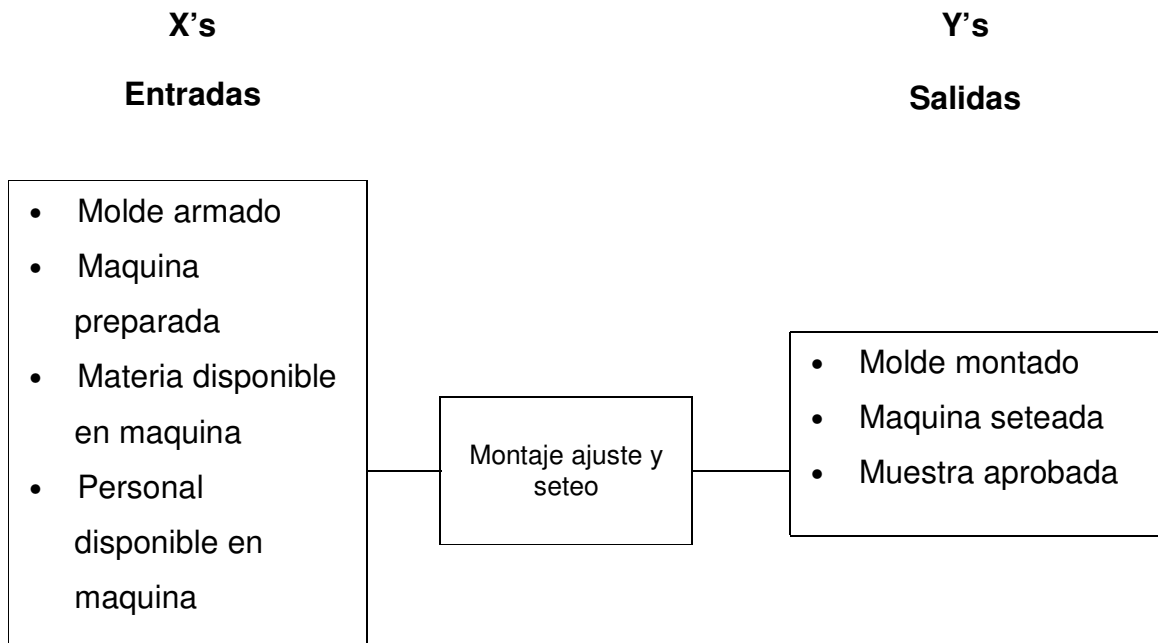


Figura No 13: ETAPA 3 DEL PROCESO: entradas y salidas en la etapa 3 del proceso de Soplado

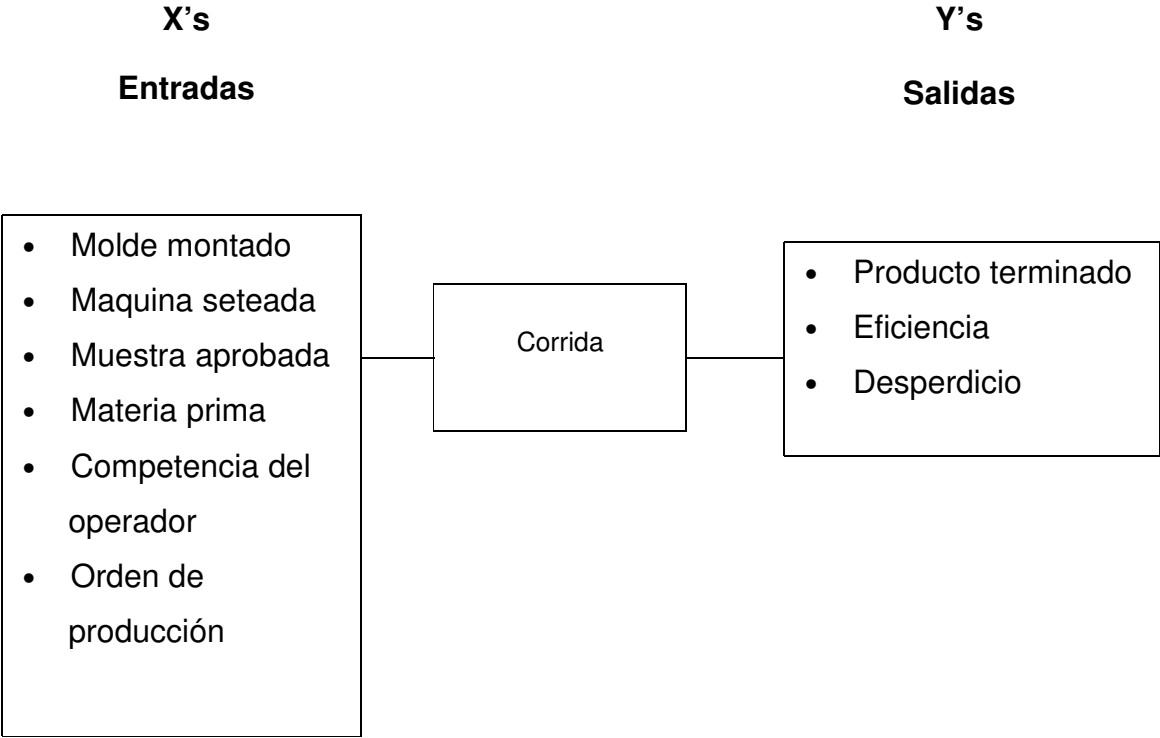
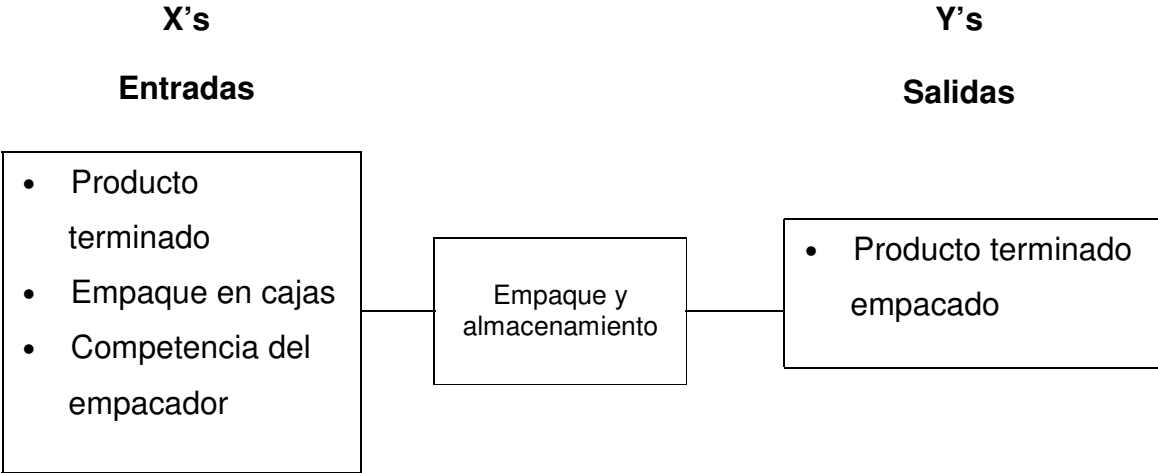


Figura No 14: ETAPA 4 DEL PROCESO: entradas y salidas en la etapa 4 del proceso de Soplado



Medir: Fundamentos Y Exactitud Del Problema

La medición es una fase clave de transición, que sirve para validar o precisar el problema y para comenzar la búsqueda de las causas raíz, que son el objeto de la etapa ANALIZAR. Las medidas responden a dos preguntas clave:

1. ¿Cuál es el foco y la extensión del problema, en base a las medidas o resultados del proceso?
2. ¿Que datos fundamentales pueden ayudar a centrar el problema en sus factores principales y en las “pocas vitales” causas raíz?

En la fase DEFINIR se obtuvo las X's (entrada) y Y's (salidas) de cada uno de los procesos. Ahora, en la fase MEDIR, se aplica para los tres procesos en particular La Matriz Causa y Efecto o La Matriz X-Y. Con la finalidad de identificar los problemas que más dimensiones tienen de acuerdo a la numeración.

Pasos para la Elaboración de la Matriz Causa y Efecto¹⁴ (ver anexo 5):

1. Colocar tanto las etapas de cada proceso descritas en la fase DEFINIR como las entradas del proceso (X's) de cada etapa.
2. Determinar con el equipo de trabajo los requerimientos tanto del cliente como los requerimientos al final del proceso.
3. Determinar el rango de importancia del cliente y del proceso (de 1 a 10)
4. Determinar que tanto afecta las entradas del proceso a los requerimientos del cliente y de la empresa, de acuerdo a la siguiente tabla.

Cuadro N° 25: Cuadro de determinación de rangos y que tanto afecta los requerimientos

Rango	¿Que tanto afecta?
0	No afecta
1	Afecta poco
3	Afecta moderadamente
9	Afecta mucho

¹⁴ Seis Sigma Para Directivos, Greg Brue

5. Luego, se realiza una suma de producto para el caso de la primera etapa del proceso de Biorientado es:
$$(8 \times 9) + (9 \times 10) + (9 \times 10) + (3 \times 9) + (9 \times 10) + (0 \times 9) + (9 \times 9) + (0 \times 9) + (9 \times 9) + (0 \times 9) = 531$$

(ver anexo 5)
6. En la siguiente hoja se realiza un arreglo de orden descendente (de mayor a menor) y se realiza un diagrama de Pareto (ver anexo 5) con los valores totales en las columnas agregadas al diagrama X-Y.
7. Se toman los 80% de los valores acumulados que son los problemas con mayor peso. Luego llevarlos a un Análisis del Modo de Fallo y Efectos AMFE.

Analizar: Investigación del proceso

Análisis de los datos:

La filosofía Seis Sigma hace uso de toda una gama de herramientas que puede utilizar para determinar la causa raíz del problema.

En esta etapa, se propone que la empresa haga uso de una herramienta denominada Análisis de Modo de Fallos y Efectos (AMFE)

Técnicos de un producto o proceso examina dicho producto o proceso desde el punto de vista de todas las maneras en que puede fallar, analizando que provoca dicho fallos y cuales son sus consecuencias, así como la probabilidad que aparezcan. Con ello establecen medidas que les permitan evitar esas situaciones o corregirlas lo antes posible en caso que se produzcan.

Por ser una forma fácil de detectar las posibles causas potenciales que afectan al proceso, determinándolas por medio de una categorización a través de criterios de evaluación (ver anexo 6) o RPN, numero de prioridad de riesgo (en sus siglas en ingles Risk Priority Number).

Deberá enfocar sus esfuerzos de mejora en aquellos que tienen el mayor valor de RPN; haciendo uso de herramientas que la empresa considere sean las más adecuadas para analizar específicamente la variabilidad que existe.

El RPN es el resultado de la multiplicación de tres índices de evaluación:

- **Índice de gravedad (severidad del efecto):** es la valorización que el cliente hace sobre las consecuencias del fallo que podría sufrir. La evaluación se realiza en una escala de 1 a 10 en base a una tabla de gravedad en función de la mayor o menor insatisfacción que dicha consecuencia le provoquen. Así muy insatisfecho (afecta a su seguridad no cumple requisitos básicos, etc.) es un diez y un 1 indica muy baja inseguridad de insatisfacción.
- **Induce de ocurrencia:** es la probabilidad que ocurra un modo de fallo. Depende de la probabilidad de ocurrencia de la causa. Este puede tomar valores del 1 al 10, siendo 1 catalogado como remota falla es despreciable y 10 como la fallas casi inevitables.
- **Índice de detección (habilidad de detección):** se evalúa una probabilidad de detectar un defecto o fallo antes de que el producto llegue al cliente. Toma valores de 1 donde es muy probable que se detecte a 10 que no puede detectarse.

Finalmente se calcula el RPN (numero de prioridad de riesgo) mediante el producto de los tres índices anteriores. Este índice podrá tomar valores entre 1 y 1000 correspondiendo 1000 al mayor potencial de riesgo. Nos indica la importancia relativa de las distintas causas de fallo pudiendo así establecer prioridades sobre en que actividades se debe concentrar los esfuerzos de mejora.

La herramienta aplicada en la etapa Medir: Matriz Causa y Efecto, ofrece un insumo de información, el cual será utilizado en la herramienta AMFE, que es una herramienta aplicada para descubrir la Causa Raíz de los problema que existen en los tres procesos genéricos en la industria del plásticos.

Dicha herramienta se utiliza de la siguiente manera:

1. Se elige los 80% de los valores acumulados de la matriz causa y efecto para medir los efectos potenciales, causas potenciales y RPN numero de prioridad de riesgo (en sus siglas en ingles Risk Priority Number).
2. Se reducen aquellas entradas de procesos similares o iguales a una sola.
3. Identificar las fallas potenciales en la entrada del proceso
4. Identificar el efecto potencial de fallas a la salida del proceso y enumerar que tan severo es este efecto (cuadro de severidad, ocurrencia y detección en el mismo).
5. Identificar las causas potenciales que causan, que la entrada del proceso falle y enumerar que tan ocurrente es la causa potencial (cuadro de severidad, ocurrencia y detección).
6. Definir los controles que existen para prevenir las causas.
7. Determinar RPN, por ejemplo la primera entrada del proceso del Biorientado es: $8 \times 2 \times 1 = 16$
8. luego, se arreglan en orden descendente y se le da prioridad a los de mayor valor RPN, como sugerencia es mejor enfocarse en un rango de problemas, que podría ser de 3 a 6, los cuales serán los puntos más críticos a controlar.

En anexo 6 se presenta el Análisis de Modo de Fallo y Efectos AMFE, para los procesos de Biorientado, Inyección y Soplado, con el fin de obtener los puntos críticos a controlar.

Mejorar: Generar, seleccionar y aplicar soluciones

Todo el trabajo de definir, medir y analizar los problemas de los procesos da su beneficio en la fase mejorar siempre que el equipo y la organización lo apliquen adecuadamente, la empresa debe resolver las hipótesis planteadas en la etapa anterior para generar soluciones. La falta de creatividad, el fracaso en crear

soluciones bien pensadas, la resistencia de la organización son factores que pueden reducir los beneficios de un proyecto Seis Sigma, y aquí están unas preguntas que conducen hacia la fase mejorar

- ¿qué acciones posibles o ideas nos ayudaran a encontrar la causa raíz del problema y a lograr nuestro objetivo?
- ¿cuáles de estas ideas aportan soluciones viables?
- ¿qué solución logrará más probablemente nuestro objetivo con el menor coste y la mínima interrupción de los trabajos?
- ¿cómo podemos comprobar que la solución elegida es adecuada para garantizar su eficiencia y luego aplicarla permanentemente?

En esta etapa la empresa consigue proponer soluciones a las causas más críticas que existe en los procesos de Biorientado, Inyección, y Soplado. Las recomendaciones son realizadas y expuestas tanto en el AMFE como en una hoja de mejora; se describe los responsable de la acción a tomar y la fecha de inicio de la acción. (Ver anexo 7)

Controlar: implantar medidas y acciones continuas para mantener las mejoras.

En esta etapa, se considera que la empresa decida implantar las mejoras en sus procesos y en controlar las mejoras con las herramientas que mas resultados y beneficios ofrezcan. Por lo que se limita solo a considerar algunos factores con los cuales puede obtener un mejor control.

Un principio ocurrente de Seis Sigma es ser lo bastante inteligente como para conseguir que los demás entiendan y apoyen la solución de forma permanente. A continuación se menciona algunas consideraciones:

- ◆ Trabaje con quienes gestionan el proyecto
- ◆ Utilice un storyboard con hechos y datos
- ◆ Trate a la gente que gestiona y utiliza el nuevo proceso como a clientes
- ◆ Crear una sensación de objetividad común y entusiasmo

Documentar los cambios y los nuevos métodos

La documentación es un mal necesario y puede ser una labor creativa en si misma. Una organización seis sigma próspera, tiene que buscar nuevos y mejores modos de hacer la documentación útil y accesible, para huir de esos horrores de los manuales de normas, procedimientos y descripciones de procesos. Lo que sigue son lineamientos generales que facilitarán la labor de la gente a seguir las directivas y la documentación que se realice:

- ◆ Hacer una documentación simple.
- ◆ Hacer una documentación clara y que invite a leerla
- ◆ Incluya opciones e inscripciones para emergencias
- ◆ Hacer una documentación breve
- ◆ Hacer una documentación accesible
- ◆ Hacer una proceso de actualizaciones y revisiones

Para el caso de los procesos de Biorientado, Inyección y Soplado se propone un seguimiento de las acciones recomendadas propuestas en la etapa de mejorar con los AMFE's de herramienta de apoyo. El AMFE posee casillas de control los cuales se puede volver a medir severidad del problema, ocurrencia y que tan fácil es detectable, al hacer esto se conocerá si la mejora ha sido significativa o no.

Si no es así, es recomendable volver aplicar DMAMC para los respectivos procesos o en algún producto especial. Se recomienda no descartar otras herramientas que pueden ser necesarias para controlar como lo es el control estadístico de la calidad, Pareto, diagrama de pescado, matriz X-Y, diagrama de multivariables, etc.

3.4.4 Plan de implementación y Priorización de la filosofía Seis Sigma

3.4.4.1 Etapa 5 del Mapa: extensión e integración del sistema Seis Sigma

Etapa 5A: Definir la responsabilidad de la gestión y la propiedad del proceso.

Si la empresa adopta la metodología Seis Sigma, debería prepararla para que incorpore la solución más prometedora contra las barreras ínter funcionales: un método de gestión por proceso, que no es más que la forma de operar la compañía; aquí se presenta algunos elementos de la visión de la gestión por procesos.

- Los directivos se concentran en hacer que el trabajo circule con efectividad y eficiencia en todas las funciones que benefician al cliente y como consecuencia, a los accionistas.
- El personal se identifica tanto con el proceso como con sus funciones o departamentos correspondientes.
- El personal de todos los niveles entiende como se ajusta su trabajo al proceso y como añade valor al cliente
- Los requisitos de cliente se van conociendo durante el proceso
- Los procesos necesitan medidas, mejoras y rediseño de forma continua
- Se dedica más energía y recursos a dar valor a los clientes y accionistas que a desperdiciarlos en burocracia o disputas internas.

Responsabilidades del propietario del proceso (Encargado de Mejora de Procesos)

No existe una descripción oficial del puesto de trabajo de un propietario de proceso, pero las siguientes responsabilidades son esenciales para su desempeño en una organización Seis Sigma:

- ✓ Mantener la documentación del proceso
- ✓ Medir / supervisar el rendimiento del proceso
- ✓ Identificar problemas y oportunidades
- ✓ Lanzar y patrocinar esfuerzos de mejora
- ✓ Coordinar y comunicar con otros procesos y con los directores funcionales
- ✓ Maximizar el rendimiento del proceso

Etapas 5B: Realizar una gestión dirigiéndose hacia Seis Sigma.

Aplicar la gestión por proceso es tanto el final como el principio de los pasos para convertirse en una organización Seis Sigma real. Cualquier empresa o proceso que haya seguido el mapa o al menos las etapas 1, 2, 3, dispondrá de los elementos principales del método de gestión por procesos. Esas etapas son:

1. Identificar los procesos clave y los clientes principales
2. Definir los requisitos del cliente
3. Medir el rendimiento actual

Entre las herramientas que puede utilizar la empresa para la extensión de la filosofía Seis Sigma están entre las que se han descrito o mencionado así como:

Cuadros de mando: esto proporciona una actualización resumida de los indicadores claves del rendimiento del proceso. Se tiene que diseñar un cuadro de mando para cada proceso específico.

Fichas de información de cliente: la empresa debe de realizar una información del cliente es un ingrediente clave para el rendimiento óptimo de un proceso. Una de las herramientas que puede dar soporte a esta necesidad un elemento del sistema global de captación del a voz del cliente es una ficha de información del cliente.

3.5 Análisis Costo–Beneficio de la propuesta de aplicación de la filosofía Seis Sigma.

3.5.1 Costo de implementación

¿Cuántos expertos se deben entrenar?

No existe una regla genérica al respecto, pero la experiencia de algunas organizaciones exitosas con los principales roles, es la siguiente: un Champion por Unidad de Negocios o Sitio de Manufactura; un Master Black Belt por cada 30 Black

Belts o por cada 1.000 empleados; un Black Belt por cada 100 empleados para Industrias y uno por cada 50 empleados para Comercio; y finalmente, un Green Belt por cada 20 empleados.

En la empresa en estudio consta de 100 empleados en el área de de producción por lo que se recomienda capacitar a 1 Black belt y 2 Green belt

Costo de Capacitación:

2 Green belt (2 semanas capacitación)	(2 x \$ 8,000)	\$ 16,000
1 Black belt (4 semanas de capacitación)		<u>\$ 8,000</u>
		\$ 24,000
El INSAFORP financia el 70% de las capacitaciones ¹⁵		<u>\$ 16,800</u>
La empresa asume el 30% del costo de capacitación		\$ 7,200

Costo de tiempo invertido en el proceso de desarrollo de la filosofía Seis Sigma¹⁶.

Asumiendo que el grupo de mejora estará compuesto por 2 Green belt que ostentan el cargo de “responsable del proceso” con un sueldo de \$ 500 y 1 Black belt con un sueldo de \$ 800, donde:

Un Green belt gana por hora \$ 2.08, asumiendo que son dos Green Belt a participar en la propuesta, se obtiene un total por hora de \$ 4.16

Dos semanas de capacitación de dos Green Belt	= \$ 500.00
Para 144 horas invertidas en la propuesta por \$ 4.16	= \$ 599.04
Total	= <u>\$ 1,099.04</u>

Un Black belt gana por hora \$ 3.33

Cuatro semana de capacitación de este tiene un costo de	= \$ 800.00
Para un Black belt a tiempo completo durante	
nueve meses	= <u>\$ 7,200</u>
Total	= \$ 8,000

¹⁵ Fuente de información INSAFORP

¹⁶ Encargados de los procesos de la empresa en estudio

El black belt cumplirá las funciones siguientes:

Determinar junto con los ejecutivos un listado con los proyectos que se necesitan realizar, y priorizando entre ellos.

Estará a tiempo completo en el desarrollo de la filosofía Seis Sigma en la empresa junto con los dos Green belt capacitados.

Se obtiene un total general por capacitaciones y tiempo consumido en el desarrollo de la propuesta de \$ 1099.04 mas \$ 8,000 dando un total de \$ 9,099.04 exactos.

Haciendo un consolidado de costos, se tendría un total final de \$ 9,099.04 mas \$ 7,200.00 = \$ 16,299.04

3.5.2 Beneficios de la Implementación

Los beneficios que aporta la aplicabilidad de la filosofía Seis Sigma en las empresas son los siguientes:

- 1. Genera éxito sostenido.** La única forma de continuar creciendo con dos cifras (por encima del diez por ciento) y de mantenerse en esos mercados cambiantes es innovar y rediseñar constantemente la organización seis sigma genera las habilidades y la cultura necesarias para una renovación constante.
- 2. Define un objetivo de rendimiento para cada persona:** Seis sigma utiliza ese marco de trabajo común, el proceso y el cliente para crear un objetivo coherente: el rendimiento seis sigma o un nivel de rendimiento que se acerque tanto a la perfección como la mayoría de la gente puede imaginar. Seis sigma es equivalente a 3.4 DPMO (Defectos Por Millón de Oportunidades)
- 3. Aumenta el valor para el cliente:** La orientación hacia los clientes que descansa en el corazón de Seis Sigma, significa aprender lo que es valor para ellos y para los clientes potenciales, planificando como dárselo de forma rentable.

4. **Acelera la tasa de mejora:** Seis Sigma ayuda a la empresa no solamente a mejorar el rendimiento, sino que a mejorar la mejora. Tomando prestadas herramientas e ideas de numerosas disciplinas,
5. **Proporciona aprendizaje y polinización cruzada:** Seis Sigma es un método que puede aumentar y acelerar el desarrollo y la capacidad de compartir nuevas ideas en cualquier área de una organización.
6. **Lleva a cabo un cambio estratégico:** La filosofía Seis Sigma permite una mejor comprensión de los procesos y procedimientos de la empresa, dando mayor habilidad para llevar a cabo tanto los ajustes menores como los cambios mayores que el éxito empresarial del siglo XXI le va a demandar.
7. **Mejora de la productividad:** Detecta los puntos críticos en los procesos con el fin de controlarlos, y obtener disminuciones en los tiempos de producción, menores defectos y como resultado un aumento de la productividad.
8. **Aumento de la cuota de mercado:** Al tener una clara visión de lo que desean los clientes a través de Seis Sigma, la empresa podrá penetrar a nuevos nichos de mercado con clientes potenciales.
9. **Reducción del tiempo de ciclo:** Esto es resultado del estudio de alto nivel que se realiza en los procesos de la empresa, permitiendo un rediseño de aquellos que son ineficientes y engorrosos.

3.5.2.1 Posibles beneficios a obtener a través de la propuesta de aplicación

En el estudio que se realizó, se obtuvo un insumo para la proposición de un conjunto de mejoras que han sido propuestas y en espera de evaluación; si son aceptadas, estas ofrecerán un conjunto de beneficios, los cuales se detallan a continuación para cada proceso:

Beneficios en los procesos por cantidad de productos

a) Proceso de Biorientado:

El listado de mejoras propuestas son las siguientes:

- Establecer seteo con base en medidas críticas en la rebabeadora: ángulo de cuchilla, temperatura de cuchilla, separación entre cuchilla y faja de desplazamiento
- Llevar control para determinar tiempos de reafilado: realizar un cuadro de control que contenga el tiempo de reafilado, el responsable, fecha
- Fabricación de rebabeadoras óptimas para el proceso: determinar rebabeadoras de acuerdo a los niveles de producción
- Establecimiento de metas de rebabeo: para reducir los tiempos de fabricación de productos y reducir ocio de los operarios.

Actualmente este proceso cuenta con un rendimiento de 97.2 % mensual y un nivel de Sigma de 3.4 Sigma, que es equivalente a 24,000 DPMO.

El resultado que se esperaría obtener al utilizar estas mejoras como un inicio a la aplicación de la filosofía Seis Sigma y con la suma de nuevos proyectos de mejora aplicados en el proceso de Biorientado en dicha empresa, buscando y enfocándose en alcanzar la meta de Seis Sigma y como resultado beneficios tangibles en un

periodo de tiempo propuesto, se presenta a continuación un cuadro resumen con la planificación en tiempo para alcanzar la meta de Seis Sigma:

Cantidad Producida al año: 17,107,200 unidades

Precio por unidad \$ 0.095

Cuadro N° 26: Resultados de defectos y retorno económico

AÑO	SIGMA	DPMO	% DE EFICIENCIA	DEFECTOS	DE DEFECTOS A BUENAS PIEZAS	RETORNO ECONOMICO
0	3.4	24,000	97.20	480,000.00	0	\$0,00
1	3.7	12,200	98.78	208,707.84	271,292.16	\$25,772.76
2	3.87	8,800	99.12	150,543.36	58,164.48	\$5,525.63
3	4	6,200	99.38	106,064.64	44,478.72	\$4,225.48
4	4.25	3,000	99.70	51,321.60	54,743.04	\$5,200.59
5	4.5	1,300	99.87	22,239.36	29,082.24	\$2,762.81
6	4.75	600	99.94	10,264.32	11,975.04	\$1,137.63
7	5	230	99.977	3,934.66	6,329.66	\$601.32
	5.5	30	99.997	513.22	3,421.44	\$325.04
	6	3.4	99.9997	51.32	461.89	\$43.88

b) Proceso de Inyección:

El listado de mejoras propuestas son las siguientes:

- Fabricar holders universales para cada maquina y reducir así los desgastes y la mala inyección del plástico
- Capacitación y concientización de los operarios para reducir los desperdicios de materia prima
- Capacitación al personal para concienciar de la importancia de reducir tiempo de fabricación.

Actualmente este proceso cuenta con un rendimiento de 98.7 % mensual y un nivel de Sigma de 3.7 Sigma, que es equivalente 13,000 DPMO.

El resultado que se esperaría obtener al utilizar estas mejoras como un inicio a la aplicación de la filosofía Seis Sigma y con la suma de nuevos proyectos de mejora aplicados en el proceso de Inyección en dicha empresa, buscando y enfocándose

en alcanzar la meta de Seis Sigma y como resultado beneficios tangibles en un periodo de tiempo propuesto, se presenta a continuación un cuadro resumen con la planificación en tiempo para alcanzar la meta de Seis Sigma:

Cantidad Producida al año: 18,000,000 unidades

Precio por unidad \$ 0.045

Cuadro N° 27: Resultados de defectos y retorno económico

AÑO	SIGMA	DPMO	% DE EFICIENCIA	DEFECTOS	DE DEFECTOS A PIEZAS BUENAS	RETORNO ECONOMICO
0	3.7	13,000	98.70	240,000	0	\$0,00
1	4	6,200	99.38	111,600	128,400	\$5,778.00
2	4.25	3,000	99.70	54,000	57,600	\$2,592.00
3	4,5	1,300	99.87	23,400	30,600	\$1,377.00
4	4.75	600	99.94	10,800	12,600	\$567.00
5	5	230	99.977	4,140	6,660	\$299.70
6	5.25	130	99.987	2,340	1,800	\$81.00
7	5.5	30	99.997	540	1,800	\$81.00
	6	3.4	99.9997	54	486	\$21.87

c) Proceso de Soplado:

El listado de mejoras propuestas son las siguientes:

- Fabricar holders universales para cada maquina y reducir así los desgastes y la mala inyección del plástico
- Capacitación y concientización de los operarios para reducir los desperdicios de materia prima
- Stock de kit de accesorios básicos para cada uno de las maquinas sin utilizarlos como genéricos.

Actualmente este proceso cuenta con un rendimiento de 97.5 % mensual y un nivel de Sigma de 3.4 Sigma, que es equivalente a 24,000 DPMO.

El resultado que se esperaría obtener al utilizar estas mejoras como un inicio a la aplicación de la filosofía Seis Sigma y con la suma de nuevos proyectos de mejora

aplicados en el proceso de Soplado en dicha empresa, buscando y enfocándose en alcanzar la meta de Seis Sigma y como resultado beneficios tangibles en un periodo de tiempo propuesto, se presenta a continuación un cuadro resumen con la planificación en tiempo para alcanzar la meta de Seis Sigma:

Cantidad Producida al año: 16,800,000 unidades

Precio por unidad \$ 0.085

Cuadro N° 28: Resultados de defectos y retorno económico

AÑO	SIGMA	DPMO	% DE EFICIENCIA	DEFECTOS	DE DEFECTOS A PIEZAS	RETORNO ECONOMICO
0	3.4	24,000	97.50	420,000	0	\$0,00
1	3.7	12,200	98.78	204,960	215,040.00	\$18,278.40
2	3.87	8,800	99.12	147,840	57,120.00	\$4,855.20
3	4	6,200	99.38	104,160	43,680.00	\$3,712.80
4	4.25	3,000	99.70	50,400	53,760.00	\$4,569.60
5	4.5	1,300	99.87	21,840	28,560.00	\$2,427.60
6	4.75	600	99.94	10,080	11,760.00	\$999.60
7	5	230	99.977	3,864	6,216.00	\$528.36
	5.5	30	99.997	504	3,360.00	\$285.60
	6	3.4	99.9997	50.40	453.60	\$38.56

3.5.3 **Calculo del Valor Presente Neto de costo de implementación de la propuesta de aplicación de la filosofía Seis Sigma.**

El Valor Presente Neto (VPN) usa los valores presentes para determinar que la implantación de la filosofía Seis Sigma maximizaran las riquezas de la empresa, significa traer del futuro al presente cantidades monetarias a su valor equivalente para lo cual se utiliza una tasa de descuento, denominada así debido a que los flujos de efectivo al trasladarse al presente se traducen en flujos descontados.

El criterio plantea que el proyecto debe aceptarse si su Valor Presente Neto es igual o superior a cero, donde el VPN es la diferencia entre todos los ingresos y egresos expresados en moneda actual, y se expresa de la siguiente formula.

$$VPN = -P + \frac{FNE1}{(1+i)^1} + \frac{FNE2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

FNE: flujo neto de efectivo o totales del año n que corresponde a los ingresos de cada periodo de años.

P: Inversión inicial en el año cero. En este caso se realiza solamente una inversión de capacitación, el cual es el costo de aplicación de la filosofía Seis Sigma.

i: tasa de referencia que corresponde a la TMAR (Tasa Mínima Aceptable de Retorno). Para este caso específico se estima una TMAR equivalente de 18%, el cual está dada por la dirección general o los propietarios de la empresa.

La empresa fija una tasa de rendimiento (TMAR) para cualquier inversión que efectúen, la cual funciona como referencia para definir el aceptar o rechazar dichas inversiones, la empresa espera que su dinero crezca en términos reales lo que significa ganar un rendimiento superior a la inflación y la TMAR se define como:

$$TMAR = i + f + if;$$

i= premio al riesgo

f = tasa de inflación

Por estar basado en el riesgo que corre la empresa en forma cotidiana y la tasa inflacionaria está fuera del alcance de cualquier inversionista, su valor es estimado; el premio al riesgo es el verdadero crecimiento del dinero y se le denomina así porque las empresas arriesgan su dinero y por arriesgarlo merecen una ganancia adicional sobre la inflación, este valor es fijado por los inversionistas.

La TMAR es la tasa a utilizar en el cálculo del VPN de los flujos de efectivo, que permitirá establecer finalmente una relación entre costo y beneficios estimados, en la ejecución de la propuesta.

Posterior a la estimación del costos para la propuesta de implantación de seis sigma de capacitación, es necesario el calculo del valor presente neto de los flujos de cada periodo de un año para los proceso de Biorientado, Inyección y Soplado expuestos en los cuadros de resultados de defectos y retorno económico.

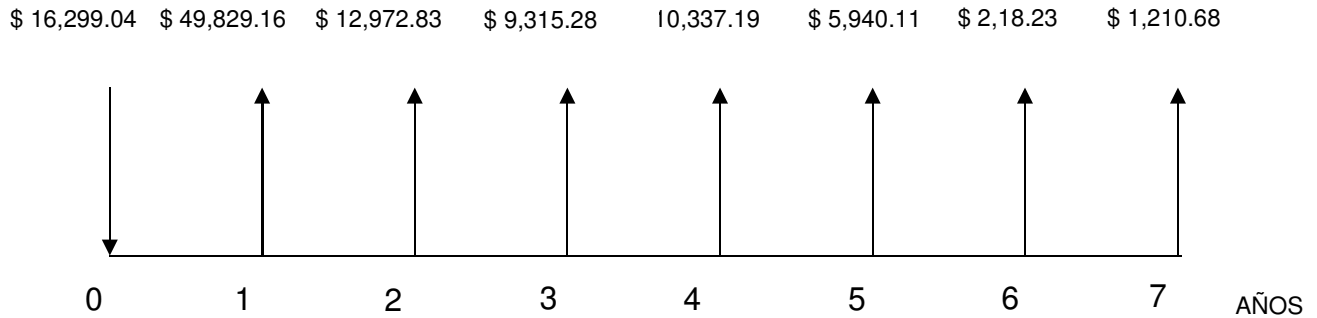
Se presenta a continuación un cuadro de los totales de retorno económico de los procesos de Biorientado, Inyección y Soplado en los cuatro periodos propuestos

Cuadro N° 29: Flujo de efectivo del retorno económico de cada proceso

AÑO	TOTAL DE RETORNO ECONOMICO	TOTAL DE RETORNO ECONOMICO	TOTAL DE RETORNO ECONOMICO	TOTAL O FLUJO DE EFECTIVO ANUAL
	Biorientado	Inyección	Soplado	
0	\$0,00	\$0.00	\$0,00	
1	\$25,772.76	\$5,778.00	\$18,278.40	\$ 49,829,16
2	\$5,525.63	\$2,592.00	\$4,855.20	\$ 12,972,83
3	\$4,225.48	\$1,377,00	\$3,712.80	\$ 9,315,28
4	\$5,200.59	\$567.00	\$4,569.60	\$ 10,337,19
5	\$2,762.81	\$299.70	\$2,427.60	\$ 5,490,11
6	\$1,137.63	\$81.00	\$999.60	\$ 2,218,23
7	\$601.32	\$81.00	\$528.36	\$ 1,210,68

Se presenta una grafica de los flujos de efectivo de los periodos que fueron descritos en el cuadro anterior.

Figura N° 15: Flujo de efectivo totales junto a la inversión inicial para la propuesta



Inversión inicial de \$ 16,299.04

TMAR = 18%, La fijación de esta tasa se determina los criterios anteriormente mencionados.

$$\begin{aligned} \text{VPN} = & -16,299.04 + 49,829.16 \left(\frac{1}{1+(0.18)^1} \right) + 12,972.83 \left(\frac{1}{1+(0.18)^2} \right) + 9,315.28 \left(\frac{1}{1+(0.18)^3} \right) \\ & + 10,337.19 \left(\frac{1}{1+(0.18)^4} \right) + 5,940.11 \left(\frac{1}{1+(0.18)^5} \right) + 2,218.23 \left(\frac{1}{1+(0.18)^6} \right) + 1,210.68 \left(\frac{1}{1+(0.18)^7} \right) \end{aligned}$$

$$\text{VPN} = -16,299.04 + 42,228.10 + 12,565.70 + 9,261.27 + 10,326.35 + 5,938.99 + 2,218.15 + 1,210.67$$

$$\text{VPN} = \$ 67,450.19$$

3.5.4 Relación beneficio/costo de la propuesta de aplicación de la filosofía seis sigma.

Con los cálculos de valor presente neto de la implementación y los beneficios estimados anteriormente, se determina la relación entre el costo y el beneficio, el resultado de este establecerá la factibilidad de implementar la propuesta.

La formula es:

$$\text{Relación costo-beneficio} = \frac{\text{Beneficios Esperados}}{\text{Costo}}$$

Donde:

Beneficios esperados: \$ 67,450.19

Costo de implementación: \$ 16.299.04

$$\text{Relación costo-beneficio} = \frac{\$ 67,450.19}{\$ 16,299.04}$$

Relación costo-beneficio = 4.13

La propuesta es factible para la empresa si la relación beneficio/costo es igual o mayor a 1, puesto que la relación indica la proporción en la que los beneficios superan a los costos, pero si los costos superan a los beneficios a percibir no es factible invertir en la implementación.

Para este caso la relación de beneficio a costo es de \$ 4.13 de retorno por cada dólar invertido, el cual este sería un retorno positivo.

3.5.5 Beneficios en los procesos por tiempo de producción

Al disminuir la cantidad de defectos como resultado de la implantación de mejoras realizadas a través de la metodología Seis Sigma, produce ahorros en:

- Tiempo de trabajo de la maquinaria (Desgaste)
- Tiempo de trabajo del personal que opera las maquinas
- Disminución del consumo de recursos (energía, agua, aire comprimido, etc) lo que lleva a una disminución en los costos operativos y la capacidad de utilizarlos para otro tipo de producción sin recargar costos al hacer uso de los operarios en horarios fuera del tiempo de su contratación obligando a la empresa en el pago de horas extras.
- Disminución en el tiempo de armado y seteo de los moldes, disminuyendo la posibilidad de daño a los moldes o sus accesorios por la frustración de no poderlos armar en un tiempo estipulado, por la misma razón los operarios están prueba que prueba para dejarlos instalados en la maquinaria y presionados por sus jefes.

- Disminución de los niveles de estrés por la razón anterior.

Se presenta un cuadro explicativo de la situación real y planificada en cuanto a uso del tiempo en los procesos de Inyección y Soplado, referente al montaje de los moldes y accesorios, además del proceso de producción al que se le denomina corrida.

El tiempo producción de planificación estimado es mayor que el tiempo real es por ello que es una de las causas que la empresa este a un real de 3.4 Sigma para el proceso de inyección y 3.7 sigma para el proceso de soplado según los datos calculados anteriormente en el cuadro N° 17.

A continuación, se presenta un cuadro resumen del tiempo empleado en realizar un cambio de moldes junto con sus accesorios, esta información fue proporcionada por los encargados de los procesos en la empresa en estudio; donde, tanto para la maquinaria que esta en el área de Inyección, como en el área de Soplado, se cumple en promedio este tiempo de 3.5 horas.

Cuadro N° 30: Tiempo planificado y real

	Tiempo Planificado	Tiempo Real actual
Montaje de moldes/puesta de accesorios	2 horas/semana	3.5 horas en promedio/semana
Corrida	22 horas	20.5 horas

En la actualidad existe un margen de tiempo perdido debido a las causas determinadas en el AMFE de cada uno de estos procesos, que ronda un promedio de 1.5 horas de acuerdo a un tiempo promedio de asignado para esta actividad.

De acuerdo al listado de mejoras propuestas en el AMFE, a la vez que se pueden reducir el numero de defectos, también se puede llegar a disminuir, este 1.5 horas de tiempo muerto, no utilizado, para el cual se presenta a continuación un calculo del numero de productos que se podrían hacer si se utilizaran en el proceso de producción actual, tomando como base el nivel de eficiencia actual, haciendo uso de algunas consideraciones que se detallan a continuación:

Asumiendo que:

- La empresa en estudio, mantiene un ritmo de trabajo de 24 horas, de Lunes a Sábado, y el día Domingo no se trabaja; esta contaría con un total de 24 horas en que su maquinaria esta funcionando sin dejar de producir aun en el tiempo de receso de 1 hora por cada turno de 12 horas (Diurno y Nocturno), donde el encargado de producción, tiene personal asignado y previamente un acuerdo de ayuda mutua mientras uno toma su tiempo de receso y el otro lo hace después.

- En el año:

365 días / 7 días a la semana, da un aproximado de 52 semanas.

De estos 365 días al año, 52 domingos no se laboran por descanso. Haciendo un listado de los días feriados que se respetan actualmente en el área de producción de las empresas salvadoreñas, se tienen los siguientes:

- 1 de Enero
- 3 días de Semana Santa
- 1 de Mayo
- 5 y 6 de Agosto
- 15 de Septiembre
- 2 de Noviembre
- 25 de Diciembre

Haciendo un total de 10 días feriados en el año.

Entonces de los 365 días – 52 domingos – 10 días feriados se tiene un total de 303 días disponibles para la producción.

De estos 303 días, si se dividieran en semanas de trabajo de 6 días, dan un total de 50.5 semanas de trabajo.

Si por semana se realizan dos cambios de moldes, y se tiene un tiempo muerto de 1.5 horas por cada vez que se realiza un cambio según cuadro de tiempo planificado y real, entonces a la semana se tendría un tiempo muerto equivalente a 3 horas.

Si existe un total de 50.5 semanas de trabajo reales en el año y un tiempo muerto de 3 horas por cada semana, al año se tiene un total de 151.5 horas perdidas al año.

304 días al año, es el tiempo de producción con que cuenta la empresa, además si cuenta con 22 horas por día de producción planificada, al año tiene un total de 6688 horas de trabajo al año, si a estas se les resta la cantidad de 151.5 horas de tiempo que se está perdiendo según el tiempo planificado para el montaje y seteo de los moldes, sea para el proceso de Inyección o Soplado, entonces se tiene un total de 6,536.5 horas de trabajo real.

Para el proceso de Inyección se tiene un estimado de producción anual de 18 millones de productos, y se cuenta con 6,536.5 horas de trabajo real por año, se obtiene una razón de producción equivalente a: 2,754 unidades por hora.

Concluyendo, al proyectar recuperar este tiempo muerto de 151.5 horas por año y utilizarlo en la producción, se obtendría un total de 417,231 unidades producidas al año, que de acuerdo al nivel de rendimiento para este proceso de 98.7%, tendría un total de 411,807 unidades buenas por año y 5,424 unidades malas / año.

Para el proceso de soplado se tiene un estimado de producción anual de 16.8 millones de unidades y se cuenta con 6,536.5 horas de trabajo real por año, entonces se tiene una razón de producción equivalente a 2,570.2 unidades por hora.

Al recuperar el tiempo muerto de 151.5 horas por año y utilizarlo en la producción se obtendría un total de 389,385.3 unidades producidas por año. De acuerdo al nivel de rendimiento para este proceso de 97.5%, tendría un total de 379,650.7 unidades buenas por año y 9,734.6 unidades malas por año.

Se presenta un cuadro resumen de la simulación de los posibles cálculos que se obtendrían de acuerdo a la programación real y planificada de trabajo de la empresa en estudio basándose en la información proporcionada por los encargados de los procesos de Biorientado, Inyección y Soplado. En este esquema, se presenta unas cantidades correspondientes a la utilización del tiempo que actualmente esta siendo desperdiciado por un listado de factores antes determinados, el volumen es tan alto, que lleva a la conclusión que si este tiempo se utilizara adecuadamente, la empresa podría contar con esas 151.5 horas en promedio y mejorar sus niveles de productividad, disminuiría sus costos operativos al utilizarlas en otro procesos o actividades que significarían ingresos extras a la empresa.

Cuadro N° 31: Resumen de los cálculos de las unidades buenas y malas en el tiempo

	Tiempo Muerto/año	Unidades producidas/año	Horas de producción/año	Unidades/hora	Unidades en el tiempo muerto/año	Unidades buenas en tiempo muerto/año	Unidades malas en tiempo muerto/año	precio por unidad	Total 2 (Retorno económico para el primer año)
Inyección	151.5 horas	18 millones	6,536.5	2.754	417,231.00	411,807	5,424	\$ 0.045	\$ 18,531.32
Soplado	151.5 horas	16.8 millones	6,536.5	2,570.2	389385.3	379,650.70	9,734.6	\$ 0.085	\$ 32,270.31
									\$ 50,801.62

3.5.6 Análisis de los resultados

Se llevo a cabo el análisis económico y fue necesario establecer la tasa de inflación por medio de métodos de tendencia el cual se basa en datos estadísticos de años anteriores, y el cual puede ser obtenida con algún ente gubernamental. Además, se determino los datos de los beneficios para proyectar y obtener un valor presente neto que indicara el aceptar o rechazar la propuesta, que para el caso de este estudio es aceptada por su alto resultado en el VPN, ya que si el VPN es mayor que cero, este proyecto puede ser aceptado.

Se realizo con los datos del valor presente neto y el costo en que incurriría la empresa en aplicar la filosofía Seis Sigma, la relación costo-beneficio en el cual el resultado indica que puede ser factible llevar a cabo una inversión para obtener satisfactorios resultados.

La empresa puede proyectar mas inversión para la implantación de la filosofía Seis Sigma ya que el valor presente neto es suficientemente alto como para permitir un porcentaje considerado para los costos. Así mismo, la empresa debe de tomar en cuenta que en el transcurso del tiempo y el continuo mejoramiento de los procesos claves aplicando la metodología DMAMC, puede obtener mayor resultados de retorno.

Se desarrollo el análisis costo beneficio y aplicación del Valor Presente Neto solamente para los tres procesos que producen las cantidades reales de piezas buenas y malas. Sin embargo, no se incluye el aplicarlo a las piezas buenas y malas que se producirían si se aprovecharan los tiempos muertos como se describe en el cuadro N° 29, ya que es un calculo real de lo que puede obtener la empresa si aprovecha dicho tiempo desperdiciado, pero el logro y consecución de esta tarea, queda a opción de la empresa, el tiempo en que esta espera, la disminución y hasta la posible eliminación de dicho desperdicio; se determina el total de estas unidades y el beneficio económico que la empresa obtendría, sin determinar o proponer un tiempo para dicho alcance de esa consecución.

Conclusiones

- Después de realizado el diagnostico en la empresa como resultado de la investigación, este dejo en evidencia la existencia de problemas que están generando desperdicios, tiempos muertos, problemas en moldes, falta de accesorios, desgaste de accesorios en cada uno de los procesos, determinando como la causa raíz las especificadas en la herramienta del AMFE .
- La propuesta de implementación de la filosofía Seis Sigma, presentada, ejemplifica la capacidad de adaptabilidad con que cuenta el mapa de dicha filosofía, al amoldarse a la idiosincrasia de la empresa, su cultura interna, sus valores y la curva de aprendizaje de su recurso humano, creando una identidad propia de aplicación, gracias al conjunto de herramientas y principios que generan una flexibilidad en su implementación, todo ello con la visión de crear una estrategia de corto, mediano y largo plazo con objetivos claros y medibles basados en la categorización de los niveles de sigma ..
- Las empresas que tienen certificación ISO 9000, cuentan con una ventaja a la hora de decidir implementar Seis Sigma, ya que cuentan con una plataforma de aseguramiento de la calidad con enfoque en el cliente, que le permite gestionar la implementación de la filosofía con mayor facilidad.
- Al verificar los resultados de la mejora a largo plazo, se obtiene un panorama de disminución de costos por unidades que antes eran desperdicio convirtiéndose en piezas buenas, que al compararlos con los costos de capacitación del personal para la implementación, son menores, o sea que se obtendría un beneficio aproximado de 10.63 dólares por cada dólar invertido.
- La evaluación costo - beneficio indica claramente la aceptación de la propuesta de aplicación de la filosofía seis sigma como mejora continua en los procesos de producción e de Biorientado, Inyección y Soplado, puesto que los costos asociados en la aplicación son mucho menores que los beneficios obtenidos en el tiempo.

- Con las causas identificadas en el AMFE la empresa se enfrenta a llevar a cabo las mejoras propuestas para que, tanto los tiempos de producción y defectos de producción se reduzcan y los procesos se eleven hacia un nivel Seis Sigma. Así los clientes percibirán una producción a tiempo y de calidad superior y posiblemente disminución en el precio de compra.

Recomendaciones

- De acuerdo a la problemática que se quiera atacar se deberá determinar el listado de herramientas que se puedan adaptar al estudio de las variables que estarán en el problema, tomando en cuenta que no es una regla el que se deban de utilizar todas las herramientas y métodos esenciales que conforma Seis Sigma
- Al implementar Seis Sigma la empresa no está obligada a realizar el mapa de Seis Sigma para obtener mayores beneficios, algunas empresas que han utilizado solamente la metodología DMAMC como solución a los problemas. A pesar de esto mejor y mas beneficioso el aplicar el mapa por completo a la empresa.
- Se recomienda que, después de impulsar la filosofía seis sigma en una empresa, es necesario estimular y animar a los que están involucrados y hacerlos propios de la empresa y de las mejoras y seguir con el entusiasmo de esta filosofía.
- El área de fabricación necesita convertirse en un participante activo de todo el proceso. El personal debe de ser formado en ayudar a solucionar los problemas, así como a tratar con las dificultades a que se enfrentan en las actividades cotidianas.
- Definir que problemas o causa raíz son las que quiere detectar y para ello debe de empezar por realizar que problemas son mas comunes trazar objetivos, alcances y un marco en el cual se pueda apoyar para la realización de la filosofía Seis Sigma.

Glosario:

A

- AMFE (Análisis del modo de fallo y sus efectos): el modo en el que una parte o el proceso pueden incumplir las especificaciones; creando un defecto o una “no conformidad” y el consiguiente impacto en el cliente si ese modo de fallo no se prevé o se corrige.

B

- Benchmarking: es un modelo para comparar procesos, utilizando estándares o las mejores practicas como referencia, para luego identificar maneras de mejorar el proceso.
- Black Belt: es un agente de cambio dedicado a tiempo completo entrenado en la metodología para resolver los defectos de productos y servicios proyecto a proyecto con resultados financieramente positivos.
- Desviación Estándar: Diferencia promedio entre cualquier valor de una serie de valores a la media de todos los valores de una serie. Esta estadística es una medida de la variación de la distribución de valores.

C

- Champion: es un directivo de nivel superior que fomenta la metodología Seis Sigma a través de la compañía y especialmente en grupos específicos funcionales.

D

- Diagrama de dispersión: un grafico en que los puntos de los datos individuales se representan en dos dimensiones. También conocido como grafico de dispersión o un diagrama bivariante.
- Diagrama de Pareto: es una representación de la importancia relativa de las causas o defectos de un proceso, basada en la regla empírica por lo que el 80% de los problemas son el resultado del 20% de las causas.
- Diagrama 4W+1H: es un diagrama que de fine las preguntas; que (what), quien (who), cuando (when), donde (where), como (how).

- DMANC: es metodología de la filosofía Seis Sigma: Definir, Medir, Analizar, mejorar y controlar. la cual a través del uso ordenado de diferentes herramientas.

E

- Estudios de multivariados: un análisis que ofrece un modo de reducir las posibles causas de variación en un proceso de una familia de causas relacionadas, al mostrar gráficamente la interrelación entre las múltiples variables.

H

- Histograma: un grupo de gráficos de barras verticales que muestra la distribución de una variable en un grupo de datos. El histograma representa de forma visual todo el conjunto de puntos de datos en un gráfico de dos ejes, para mostrar la distribución de todos esos puntos de datos y revelar patrones. También se conoce como gráfico de barras de distribución de la frecuencia.

L

- Límite de Especificación: Uno de los dos valores (inferior o superior), que indican los límites de los valores aceptados o tolerados para un proceso.

M

- Metodología de W. Edwards Deming: P(Planear), D(Hacer), C(comprobar), A(actuar).

R

- Rebabeo: corte transversal de un envase
- Repetibilidad: concepto que mide la estabilidad en que una sola persona obtiene los mismos resultados cada vez que mide y recopila datos.
- Reproducibilidad: concepto que mide la estabilidad en que diferentes personas obtienen los mismos resultados cada vez cuando miden o recopilan datos utilizando el mismo método.

Bibliografía

- Six Sigma Way , Meter S. Pande, Robert P. Neuman.
Editorial Mc Graw Hill, 2002
- Seis Sigma Para Directivos, Greg Brue.
Editorial: Mc Graw Hill
- Gestión de la calidad total; Paul James
Editorial: Prentice Hall
- ISO 9000:2000: estrategia para implantar la norma de calidad para mejora continua; Nava Jimenez
Editorial: Limusa noriega Editores
- Calidad total y productividad; Humberto Gutierrez
Editorial: Mc Graw Hill
- Moldes y Maquinas de Inyección para la Transformación de Plásticos; Gianni Bodini, Editorial Mc Graw Hill
- Procesamiento de Plásticos; Morton-Jones
Editorial Limusa
- Fundamentos de Manufactura Moderna; M. P. Groover.
Editorial Prentice Hall
- www.esixsigma.com
- www.plasticos.com
- www.pilar.com.ar/industrias/temasgenerales/normas.html
- www.monografias.com
- www.google.com.sv
- www.yahoo.com
- www.elprisma.com