

SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA

DIRECCIÓN
SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas., 31/MARZO/2011

OFICIO DEP-CT-040- 2011

C. KAREN BERENICE VÁZQUEZ MIJANGOS
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
EGRESADO DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ.
P R E S E N T E.

Habiendo recibido la liberación del informe técnico del proyecto denominado:

**"IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA LÍNEA DE SACOS COFFE MATE 22.5 KG EN
NESTLÉ SERVICIOS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V. FABRICA CHIAPA DE CORZO"**

Y en cumplimiento con los requisitos normativos para obtener el Título Profesional, comunico a usted que se **AUTORIZA** la impresión del Trabajo Profesional.

Sin otro particular quedo de usted reiterándole mis más finas atenciones.

A T E N T A M E N T E
"CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO"

ING. ROBERTO CIFUENTES VILLAFUERTE
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES.
C.c.p.- Departamento de Servicios Escolares
C.c.p.- Expediente
I'RCV/L'ORC



Secretaría de Educ. Pública
Instituto Tecnológico
de Tuxtla Gutiérrez,
Div. de Est. Profesionales

Carretera Panamericana Km.1080, . C.P. 29050, Apartado Postal 599
Teléfonos: (961) 61 5-03-80 (961) 61 5-04-61 Fax: (961) 61 5-16-87
<http://www.itg.edu.mx>



Alcance del Sistema: Proceso Educativo

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ



NOMBRE DEL PROYECTO

“Implementación de la Metodología Seis Sigma en la Línea de Sacos Coffee Mate
22.5 Kg en Nestlé Servicios Industriales, S.A de C.V Fábrica Chiapa de Corzo”

PRESENTA

Vázquez Mijangos Karen Berenice

Número de Control: 06270200

Ingeniería Industrial

ASESOR

Dr. Elías Neftalí Escobar Gómez

ASESOR EXTERNO

Ing. José Luis Ruvalcaba Díaz

REVISOR

M.C. Sabino Velázquez Trujillo

M.C Vicente Coello

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; Diciembre del 2010

ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo 1 Descripción del Problema	3
1.1 Antecedentes del Problema	4
1.2 Definición del Problema	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
1.4 Hipótesis	5
1.5 Justificación	6
1.6 Delimitaciones del Proyecto	7
Capítulo 2 Descripción de Nestlé	8
2.1 Antecedentes de la Empresa	9
2.1.1 Nestlé a Nivel Mundial	9
2.1.2 Logotipo de Nestlé a Nivel Mundial	10
2.1.3 Valores Nestlé	10
2.1.4 Nestlé en México	11
2.1.5 Los Cuatro Pilares Estratégicos	12
2.1.6 Nestlé Fábrica Chiapa de Corzo	13
2.2 Localización de la Empresa	15
2.3 Misión y Visión	16
2.3.1 Misión	16
2.3.2 Visión	16
2.4 Organigrama Actual de la Empresa	17
2.5 Distribución de la Planta	19
2.6 Descripción de Procesos y Operaciones que se Manejan en la Empresa	20
2.6.1 Fabricación de Latas	20

2.6.2 Fabricación de Coffee Mate	22
Capítulo 3 Seis Sigma	25
3.1 Antecedentes de Seis Sigma	26
3.2 Evolución de Seis Sigma	28
3.3 Seis Sigma Apoyada en una Metodología Robusta	30
3.4 Desarrollo de la Metodología Seis Sigma	32
3.5 Desarrollo de las Etapas de la Metodología Seis Sigma	34
1. Definir	34
2. Medir	35
3. Analizar	36
4. Mejorar	37
5. Controlar	38
3.6 Herramientas de la Metodología Seis Sigma	39
3.6.1 Diagrama SIPOC	39
3.6.2 Diagrama CTQ	40
3.6.3 Diagramas de Pareto	41
3.6.4 Histograma	41
3.6.5 Diagrama de Dispersión	45
3.6.6 5W1H	55
3.6.7 Diagrama de Ishikawa	61
3.6.8 Tormenta de Ideas	66
3.6.9 5W	70
3.6.10 Gráfica de Tendencias	70
3.6.11 Elaboración de un Diagrama de Flujo Usando la Simbología del Sector Automotriz	71
3.6.12 Elaboración de un Diagrama de Flujo Usando la Simbología Universal	72
3.6.13 Técnica de Grupo Nominal	73
3.6.14 Graficas Multivary	73

3.6.15	Análisis de Modo de Efecto de Fallas	75
3.6.16	Pasos de AMEF	76
3.6.17	Plan de Control	77
3.6.18	Formato del plan de control	77
3.6.19	Mapeo de Procesos	77
3.6.20	Transporte y Diagramas de Spaghetti	79
3.6.21	Diagramas de Afinidad	81
3.7	Estructura Humana de Seis Sigma	82
3.8	El Ciclo de Shewhart/Deming	83
3.8.1	Fases del ciclo de Deming	84
Capítulo 4	Metodología Propuesta	85
4.1	NCE	87
4.2	DMAIC	88
1.	Definir	88
2.	Medir	92
3.	Analizar	93
4.	Mejorar	97
5.	Controlar	98
Capítulo 5	Implementación de la Metodología Seis Sigma	100
5.1	Implementación de la Metodología DMAIC en la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	101
5.2	Etapa Definir	101
1.	Definición y Duración del Proyecto	101
2.	Alcance del Proyecto	101
3.	Objetivo del Proyecto	101
4.	Beneficios del Proyecto	102
5.	Equipo DMAIC	102
6.	Diagrama SIPOC	103
7.	Diagrama de Requerimientos del Cliente (CTQ)	104

8. Proceso de Llenaje de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	105
5.3 Etapa de Medir	108
1. Consumo Energético de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	109
2. Velocidad de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	109
3. Rendimiento de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	111
4. Inocuidad de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	112
5.4 Etapa de Analizar	112
1. Diagrama de Ishikawa	112
2. Matriz de priorización	114
3. Herramienta 5W	115
4. Aplicación de la Herramienta 5W1H	117
5. Hipótesis de Soluciones de las Causas	120
5.5 Etapa de Mejorar	120
1. Consumo Energético de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	123
2. Proceso de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg en Fabricación Área de Llenaje de Big Bags	124
5.6 Etapa de Controlar	125
1. Inocuidad de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	126
2. Velocidad de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	126
3. Rendimiento de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	128
Capítulo 6 Resultados	130
6.1 Resultados de la Metodología	131
6.1.1 Consumo Energético de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	131
6.1.2 Velocidad de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	132
6.1.3 Rendimiento de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	133
6.1.4 Inocuidad de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg	134

Capítulo 7 Conclusiones y Recomendaciones	136
7.1 Conclusiones	137
7.2 Recomendaciones	139
Referencias Bibliográficas	142
Glosario de Términos y Abreviaturas	143
Términos	143
Abreviaturas	144

Lista de Figuras

Figura 2.1 Historia mundial	9
Figura 2.2 Logotipo de Nestlé	10
Figura 2.3 Distribución de Nestlé en el país	11
Figura 2.4 Pilares estratégicos	12
Figura 2.5 Instalaciones FCH	14
Figura 2.6 FCH	15
Figura 2.7 Ubicación FCH	16
Figura 2.8 Organigrama de FCH	19
Figura 2.9 Distribución de la planta	20
Figura 2.10 Obtención de latas	22
Figura 2.11 Proceso Coffee mate	24
Figura 3.1 Etapas DMAIC	31
Figura 3.2 Flujo de la metodología Seis Sigma	33
Figura 3.3 Definición objetiva de un problema	34
Figura 3.4 Diagrama de Pareto	43
Figura 3.5 Tendencia central	47
Figura 3.6 Variabilidad	49
Figura 3.7 Aumento de la variabilidad	49
Figura 3.8 Asimetría con sesgo positivo	50
Figura 3.9 Asimetría con sesgo negativo	50
Figura 3.10 Forma de campana	51
Figura 3.11 Bimodal	51
Figura 3.12 Uniforme	52
Figura 3.13 Truncada	52
Figura 3.14 Máximo aislado	53
Figura 3.15 Zona central	53
Figura 3.16 Picos en la cola	53

Figura 3.17 Ejemplo de correlación positiva	57
Figura 3.18 Ejemplo de posible correlación positiva	57
Figura 3.19 Ejemplo de no correlación	57
Figura 3.20 Ejemplo de posible correlación negativa	58
Figura 3.21 Ejemplo de correlación negativa	58
Figura 3.22 Diagrama de Ishikawa	62
Figura 3.23 Gráficas de tendencias de costos	71
Figura 3.24 Elementos de un diagrama de flujo	71
Figura 3.25 Elementos universales de elaboración	72
Figura 3.26 Gráfica multivari	74
Figura 3.27 Formato del plan de control	77
Figura 3.28 Simbología para un mapeo de procesos	79
Figura 3.29 Diagrama de spaghetti	80
Figura 3.30 El ciclo Shewhart/Deming	83
Figura 4.1 Metodología propuesta	86
Figura 4.2 NCE	87
Figura 4.3 Áreas de fabricación	90
Figura 4.4 Almacén de materia prima	91
Figura 4.5 Estandarizado	91
Figura 4.6 Cuarto de control	92
Figura 4.7 Antes de la implementación	93
Figura 4.8 Después de la implementación	93
Figura 4.9 Concursos DMAIC	95
Figura 4.10 Resultados	95
Figura 4.11 Reconocimiento	96
Figura 4.12 Posters	96
Figura 4.13 Premios NCE	97
Figura 4.14 Capacitación	97

Figura 4.15 Compromiso Nestlé	99
Figura 5.1 Equipo DMAIC	102
Figura 5.2 Diagrama SIPOC	104
Figura 5.3 Critical to quality	105
Figura 5.4 Layout línea de sacos 22.5 kg	107
Figura 5.5 Línea de sacos 22.5 kg	108
Figura 5.6 Consumo de energéticos	109
Figura 5.7 Velocidad de la línea	111
Figura 5.8 Rendimiento de la línea	112
Figura 5.9 Bacteriología	113
Figura 5.10 Diagrama de Ishikawa	114
Figura 5.11 Matriz de priorización	114
Figura 5.12 5W1H	118
Figura 5.13 5W1H causa 1	118
Figura 5.14 5W1H causa 2	119
Figura 5.15 5W1H causa 3	119
Figura 5.16 Diagrama	121
Figura 5.17 Layout ubicación nueva	122
Figura 5.18 Consumo de energéticos	123
Figura 5.19 Bacteriología	126
Figura 5.20 Velocidad	128
Figura 5.21 Rendimiento	129
Figura 6.1 Primeros meses	131
Figura 6.2 Reducción de energéticos	131
Figura 6.3 Velocidad	132
Figura 6.4 Cambios	132
Figura 6.5 Rendimiento	133
Figura 6.6 Después	133
Figura 6.7 Primeros cambios	134

Figura 6.8 Cambios realizados	134
-------------------------------	-----

Tablas

Tabla 3.1 Evolución de Seis Sigma	29
-----------------------------------	----

Tabla 3.2 Tabla de intervalos de clase	46
--	----

Tabla 5.1 Energéticos	109
-----------------------	-----

Tabla 5.2 Velocidad	110
---------------------	-----

Tabla 5.3 Rendimiento	111
-----------------------	-----

Tabla 5.4 Inocuidad	113
---------------------	-----

Tabla 5.5 Datos	127
-----------------	-----

Tabla 5.6 Información	129
-----------------------	-----

Introducción

En la actualidad la competitividad de una empresa y la satisfacción del cliente están determinadas por la calidad del producto, la calidad del servicio, y el precio.

Una empresa es más competitiva a medida que pueda ofrecer una mayor calidad, un bajo costo y un menor tiempo de servicio al cliente.

La metodología Seis Sigma es una tecnología de solución de problemas que utiliza activo humano, datos, medidas y la estadística para identificar los pocos factores vitales

Esta metodología se ha destacado por obtener resultados sorprendentes, entre los cuales están la reducción de costos, mayor productividad, reducción de desperdicios, minimización de tiempos, mayor margen de utilidades y lo más importante aumento de la satisfacción del cliente, beneficios y el valor para los accionistas.

El fin de esta metodología es obtener un proceso continuo de mejora, que utilizando la herramienta de manera correcta se genere un cambio radical, lo que ocasiona mejoras capaces de colocar a las empresas en la preferencia del cliente y ser una empresa más competitiva dentro del mercado.

Una de las características en la que basa su atención Seis Sigma es en eliminar los defectos del proceso o servicio a través de prácticas que enfatizan la comprensión, la medida y la mejora de los procesos; y así priorizar el enfoque que tiene el cliente sobre que es valor para él.

La calidad es la satisfacción total del cliente, un producto de calidad es un cliente satisfecho.

El presente trabajo tiene el objetivo de encontrar y proporcionar soluciones a los problemas encontrados en la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg Nestlé Servicios Industriales, fábrica Chiapa de Corzo S.A. de C.V., y para ello se implementara la metodología DMAIC la cual es característica de la metodología Seis Sigma.

DMAIC por sus siglas en inglés significa: Define (Definir), Measure (Medir), Analyze (Analizar), Improve (Mejorar) y Control (Controlar).

Esta herramienta proporciona un análisis de los datos obtenidos y la interpretación de los mismos por medio de gráficas (Paretos, Histogramas, Diagramas de dispersión, Diagrama de Ishikawa, etc.), las cuales ofrecen alternativas de mejora.

Capítulo 1

Descripción del Problema

1.1 Antecedentes del Problema

En la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg se observa un mal sellado de los sacos, debido al material del que están fabricados, ya que es muy duro y difícil de manipular, lo que trae como consecuencia un bajo rendimiento de la línea, desperdicios de sacos y retrabajo del granel.

En el problema anterior también se observó falta de interés de los trabajadores por querer mejorar el trabajo realizado, y un bajo compromiso por obtener mejores resultados. Todo esto por falta de motivación e interés de parte de los jefes del área hacia los empleados.

Además, continuamente se activa la alarma por contacto con sacos que tienen un contenido mal distribuido, lo que trae como resultado paros de la línea de producción (consumo energético) y un proceso adicional de reacomodo.

Otro problema observado es la esterilización incorrecta de la línea, provocada por un inapropiado sistema de aire en la línea de sacos¹, es decir, no cuenta con el diseño adecuado para la línea, lo que da como consecuencia humedad y aparición de entero bacterias y gérmenes en el área, ocasionando problemas de inocuidad en el producto.

1.2 Definición del Problema

El bajo rendimiento observado en la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 Kg en Nestlé Servicios Industriales, S.A. de C.V. Fábrica Chiapa de Corzo.

¹ El sistema de aire de la línea de sacos consiste en un sistema de aire secundario que está formado por un filtro cerámico y bacteriológico

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Mejorar el rendimiento de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 Kg, aplicando la metodología Seis Sigma.

1.3.2 Objetivos Específicos

Los objetivos que se desean lograr con la implementación del DMAIC característica de la metodología Seis Sigma son los siguientes:

- Identificar propuestas de solución que reduzcan o eliminen el desperdicio de la línea de sacos para Coffee Mate 22.5 kg.
- Identificar la causa raíz de la pérdida de granel
- Proponer alternativas para incrementar la velocidad del sellado de los sacos en la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg.
- Identificar factores significativos para incrementar la velocidad de doblado de los sacos en la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg.
- Identificar propuestas de solución que reduzcan el consumo energético de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg.

1.4 Hipótesis

Con la implementación del DMAIC, la cual es característica de la metodología Seis Sigma se mejorará el rendimiento de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg en Nestlé Servicios Industriales S. A de C.V., fábrica Chiapa de Corzo.

1.5 Justificación

Se aplicará la metodología Seis Sigma enfocada a definir, medir, analizar, controlar y evaluar las acciones y procedimientos en la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg de las instalaciones de Nestlé Servicios Industriales, fábrica Chiapa de Corzo.

La aplicación de esta metodología aportará numerosos beneficios como es el incremento de la productividad en la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg, esto traerá como consecuencia la reducción de tiempos en el proceso ayudando a una mejor eficiencia en el mismo, reducción de mermas y retrabajo del polvo obteniendo un mayor ahorro de materias primas.

Se reducirá el número de errores dentro del proceso de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg, debido a un incremento en el desempeño de los trabajadores y con ello una mayor seguridad en la realización de su trabajo.

Mayores condiciones higiénicas (inocuidad del producto) dentro de la línea, con ayuda de la observación de diversos factores significativos que transcurren a lo largo de la jornada de trabajo, y con ello tomar las medidas necesarias para realizar un trabajo más seguro tanto para el trabajador como para obtener un producto de calidad y confiable para el consumidor.

Estos beneficios podrán verse reflejados en el margen de utilidad que obtendrá como resultado la fábrica. Como consecuencia se tendrá un trabajo eficiente, productivo, rentable y por ende un producto más competitivo en el mercado.

Todo esto se logrará con una buena implementación de la metodología Seis Sigma.

1.6 Delimitaciones del Proyecto

Este proyecto será aplicado en el área de envase de Nestlé Servicios Industriales S.A de C.V, fábrica Chiapa de Corzo. Mismo que se desarrollará en el período comprendido del mes de Junio al mes de Noviembre del año 2010.

Algunas de las limitaciones observadas durante el desarrollo del proyecto son las siguientes:

- Tiempo limitado para la realización del proyecto
- Falta de disponibilidad y compromiso del personal para alcanzar los objetivos deseados.
- Falta de apoyo por parte del personal hacia la realización del proyecto seleccionado.
- Falta de recursos económicos para la implementación del programa propuesto

Capítulo 2

Descripción de Nestlé

2.1 Antecedentes de la Empresa

2.1.1 Nestlé a Nivel Mundial

Nestlé es una de las empresas de alimentos, nutrición, salud y bienestar más grande del mundo, fue fundada en 1867 por Henri Nestlé, sus Oficinas Centrales están ubicadas en Vevey, Suiza.

En la figura 2.1 se muestra la línea del tiempo de los productos Nestlé a nivel mundial.

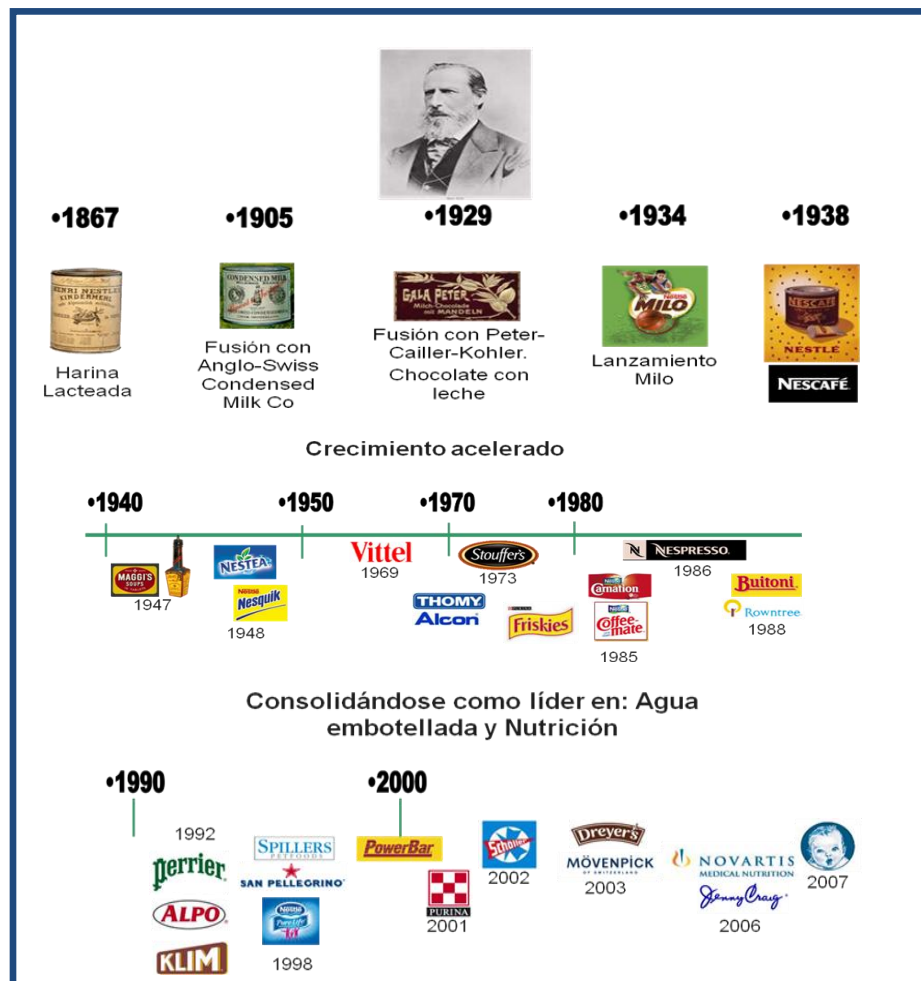


Figura 2.1 Historia mundial

2.1.2 Logotipo de Nestlé a Nivel Mundial

Nestlé es una empresa de alimentos reconocida mundialmente, está tiene un logotipo que la distingue y lo representa como organización a nivel mundial (Ver figura 2.2).



Figura 2.2 Logotipo de Nestlé

2.1.3 Valores Nestlé

Los valores dentro de la empresa Nestlé tienen un gran significado, ya que son estos los que identifican la existencia de la empresa. A continuación se mencionan cada uno de ellos.

- **Consumidores:** La razón de ser de Nestlé
- **Nuestra Gente:** El activo más importante y la fuente de ventaja competitiva
- **Marcas:** Crecimiento y rentabilidad
- **Cliente:** Rol crítico entre las marcas Nestlé a los consumidores
- **Calidad:** Satisfacción total de los clientes y consumidores

2.1.4 Nestlé en México

La llegada de Nestlé a México se remonta en el año de 1930 como importador de productos alimenticios. Cinco años más tarde estableció su primera fábrica en Ocotlán, Jalisco. Con la que, Nestlé fue pionera por la contratación de personal femenino para el trabajo industrial.

Nestlé México cuenta actualmente con instalaciones en 16 centros fabriles en los que se encuentran los estados de: Baja California, San Luis Potosí, Jalisco, Veracruz, Tlaxcala, Michoacán, Chiapas, Puebla, Estado de México, Querétaro y Distrito Federal.

Su gama es de más de 1,100 variedades de productos que se elaboran en estas fábricas y es distribuida en toda la República, generando más de 5600 empleos directos y 8500 indirectos.

La figura 2.3 señala la distribución de las diversas fábricas que conforman al Grupo Nestlé en México, junto con los productos que cada una de ellas genera.

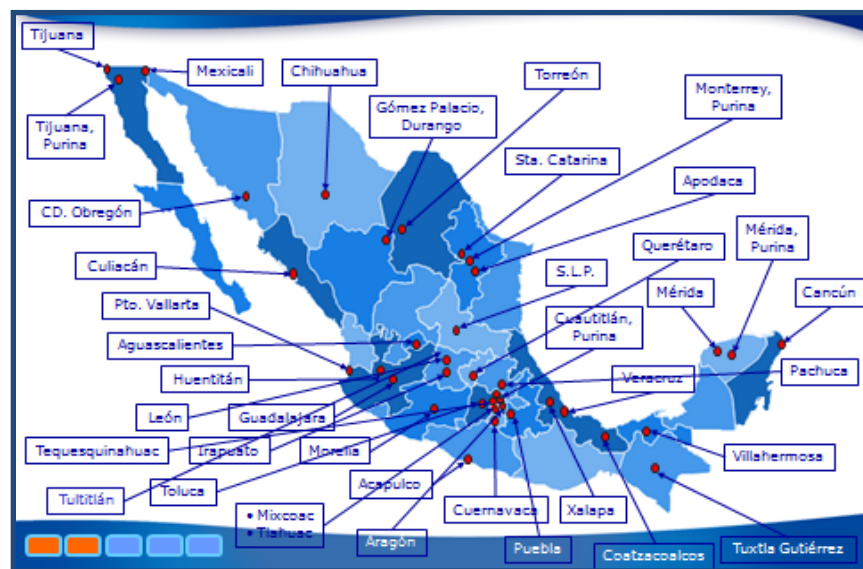


Figura 2.3 Distribución de Nestlé en el país

2.1.5 Los Cuatro Pilares Estratégicos

Uno de los objetivos estratégicos de Nestlé es crecer al menos 4% anualmente, por encima de la inflación. Para lograrlo, se apoya en los cuatro pilares estratégicos, los cuales integran la calidad con la seguridad, la complejidad con la eficiencia y el crecimiento de ventas con la rentabilidad del negocio.

Dichos pilares estratégicos son presentados en la figura 2.4 (fuente: información proporcionada por la empresa) con una breve descripción de cada uno de ellos:

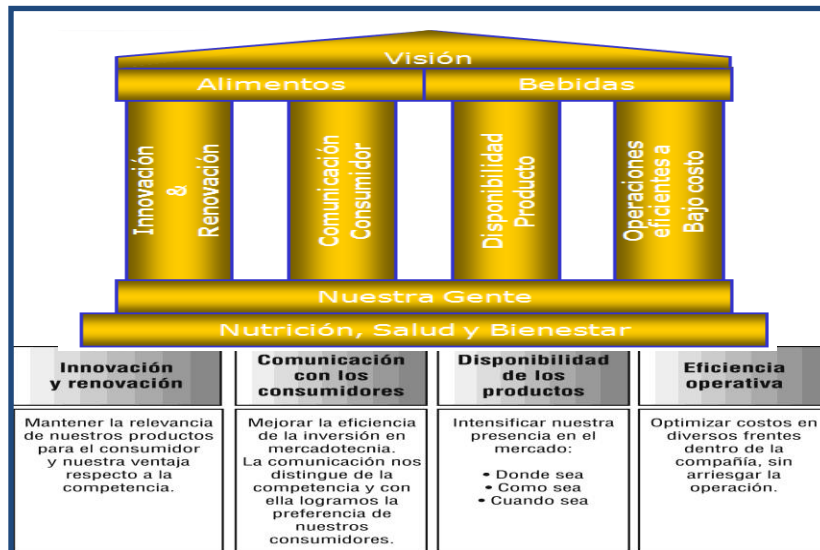


Figura 2.4 Pilares estratégicos

Sin lugar a dudas, las actividades que realiza el Grupo Nestlé México han contribuido al crecimiento económico del país, asegurando que la calidad y confianza, valores representados por la marca Nestlé, se proyecten hacia el próximo milenio.

Los principales logros de Nestlé en México son:

- **1942** sale al mercado Nescafé, elaborado en fábrica Ocotlán
- **1944** inicia la producción de leche en polvo y fórmulas infantiles en la nueva fábrica de Lagos de Moreno, Jalisco.
- **1956** abre sus puertas la tercera fábrica en Coatepec, Veracruz, dedicada a la elaboración de productos lácteos.
- **1960** lanzamiento de Quik. Inicia operaciones la fábrica de Toluca, elaborando productos culinarios.
- **1961** Nestlé adquiere la quesería Club, y su fábrica en Tlaxcala
- **1965** se inaugura el centro Nestlé de formación, primero en su género
- **1970** entra en funcionamiento la fábrica de Chiapa de Corzo. Al mismo tiempo, se inauguran las Oficinas Centrales.
- **1991** abre sus puertas la nueva fábrica de helados en Lagos de Moreno, Jalisco.
- **1992** se inaugura una nueva fábrica en Toluca para la elaboración de chocolates y confites.
- **1993** CPW abre su fábrica en Lagos de Moreno, Jalisco, para la elaboración de cereales para el desayuno, en joint venture con General Mills.
- **1999** manantiales La Asunción es adquirida por Nestlé
- **2000** lanzamiento del agua Nestlé Pureza Vital
- **2002** adquisición de Ralston Purina, consolidándose así Nestlé Petcare México.
- **2007** adquisición de Gerber

2.1.6 Nestlé Fábrica Chiapa de Corzo

El 1° de julio de 1970 da inicio la operación de Nestlé fábrica Chiapa de Corzo fabricando leche Nido en polvo.

Durante la década de los 70's se modificaron las instalaciones, los métodos y la manera de pensar para extender la capacidad de la fábrica aumentando el tiempo de proceso de 14 a 21 hrs/día, y el rendimiento del secador de 950 a 1550 kg/hrs. Además, se mejora la calidad y se introduce el concepto de áreas secas.

Continúa la reducción de operaciones innecesarias, para el aumento de la competitividad. Se incrementa el rendimiento a 2200 kg/hrs. Y para lograr captar más leche, ante esta situación, se cambia la recepción y el evaporador, y se automatiza el proceso.

Se convierte la fábrica en exportadora, adecuándose las líneas de llenaje a formatos internacionales, y se instala la llenadora de estuches.

En 1998 se inicia la exportación de aproximadamente el 95% de la producción de la planta a Centroamérica, y un año más tarde obtiene el Certificado de Industria Limpia.

En la figura 2.5 se muestra las instalaciones de Nestlé Servicios Industriales, fábrica Chiapa de Corzo.



Figura 2.5 Instalaciones FCH

En el 2001 se instala una nueva línea para la exportación de leche Nido en polvo en presentación de 2500 g, posteriormente se introduce a mercado nacional.

Mediante el cambio de la inyección de la leche en el secador se incrementa su rendimiento a 2400 kg/hrs. En el 2002 se reubica la homogenizadora elevando el rendimiento a 2450 kg/hrs.

En la década de los 80's se logra mayor competitividad mediante reducciones de gastos, operaciones y en ocasiones personal. Se incrementa el rendimiento de 1850 kg/hrs.

En la figura 2.6 se muestra otra perspectiva de las instalaciones de Nestlé Servicios industriales, fábrica Chiapa de Corzo.



Figura 2.6 FCH

2.2 Localización de la Empresa

Nestlé Servicios Industriales, fábrica Chiapa de corzo se encuentra ubicada en Carretera Panamericana Km 1102, C.P. 29160 Chiapa de Corzo, Chiapas. En la figura 2.7 se muestra la ubicación de Nestlé Servicios Industriales, fábrica Chiapa de Corzo.



Figura 2.7 Ubicación FCH

2.3 Misión y Visión

2.3.1 Misión

Nos apasionamos por ofrecer a las familias Mexicanas bienestar durante su vida, a través de productos y servicios de excelencia, en beneficio de nuestra gente, accionistas, clientes, proveedores y comunidad.

2.3.2 Visión

Evolucionar de una respetada y confiable compañía de alimentos a una respetada y confiable compañía de alimentos, nutrición, salud y bienestar.

2.4 Organigrama Actual de la Empresa

El organigrama de Nestlé Servicios Industriales, fábrica Chiapa de Corzo (ver figura 2.8) está conformado por varias áreas, las cuales son representadas por diferentes personalidades, a continuación se mencionan cada una de ellas.

- **Gerente de Fábrica:** Es la persona que representa la empresa, en este caso a Nestlé Servicios Industriales fábrica Chiapa de Corzo, responsable de dirigir las actividades internas para alcanzar sus metas.

Tiene a su cargo delegar diferentes áreas, al mismo tiempo de supervisar que se estén cumpliendo con las políticas de la fábrica y las responsabilidades de la misma.

- **Jefe de EYSI:** Es la persona encargada de ver que las normas de seguridad e higiene en el trabajo de la fábrica se estén cumpliendo de manera correcta.

Debe de llevar un registro de las causas que originan principalmente el ausentismo y los accidentes de trabajo, así como proporcionar a sus empleados los servicios médicos necesarios, capacitaciones y las medidas de higiene y seguridad requeridas para el buen desempeño de sus labores.

- **Jefe Administrativo:** Está persona tiene la responsabilidad de convertir los bienes materiales, humanos, monetarios, técnicos, de tiempo y espacio en una empresa rentable y eficaz.

Esté debe realizar acciones que permitan que las personas hagan su mejor aportación a los objetivos de la empresa.

- **Jefe de Recursos Humanos:** Es una de las personas más importantes dentro de la empresa. Su objetivo es conseguir y conservar un grupo de personas de

trabajo cuyas características vayan de acuerdo con los objetivos de la empresa, a través de programas adecuados de reclutamiento, selección, capacitación y desarrollo.

Algunas de las funciones que delega son las siguientes: contratación y empleo del personal, la cual resulta ser una actividad de gran importancia, capacitación y desarrollo del personal, sueldos y salarios, relaciones de trabajo, servicios y prestaciones, planeación de los recursos humanos, entre otras.

- **Jefe de Ingeniería:** Es la persona encargada de darle seguimiento a los proyectos importantes dentro de la fábrica con el fin de realizar mejoras dentro de ella.
- **Jefe de Llenaje y Embalaje:** Es la persona encargada de supervisar el área de llenaje y embalaje de la empresa, en este caso la línea de latas y la línea de sacos 22.5 kg con el fin de que el proceso de producción marche correctamente y los elementos que intervienen en ella sean los necesarios y estén disponibles cuando se necesiten.
- **Jefe de Fabricación:** Es la persona encargada de delegar las actividades para el buen funcionamiento del proceso de fabricación del polvo Coffee Mate.
- **Jefe de ASCA:** Es la persona encargada del aseguramiento de la calidad del producto dentro de la fábrica.
- **Jefe de Agropecuario:** Es la persona autorizada de observar y delegar responsabilidades de la materia prima que proviene de otros lugares. Es decir, que está se encuentre en buen estado y cumpla con los requerimientos necesarios para su utilización.

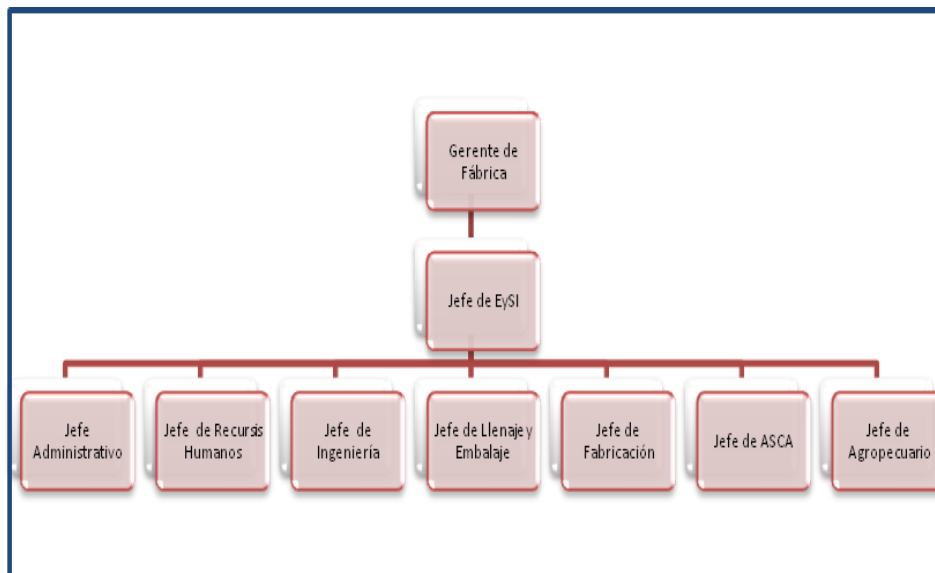


Figura 2.8 Organigrama de FCH

2.5 Distribución de la Planta

Nestlé Servicios Industriales, fábrica Chiapa de Corzo proporciona al personal de fábrica y personas foráneas, la visualización de la distribución de la planta con el fin de que cada empleado o persona visitante pueda saber cómo está conformada dicha planta e involucrarse más en ella.

En la figura 2.9 se puede observar cómo se encuentra distribuida la fábrica Nestlé Servicios Industriales, planta Chiapa de Corzo.

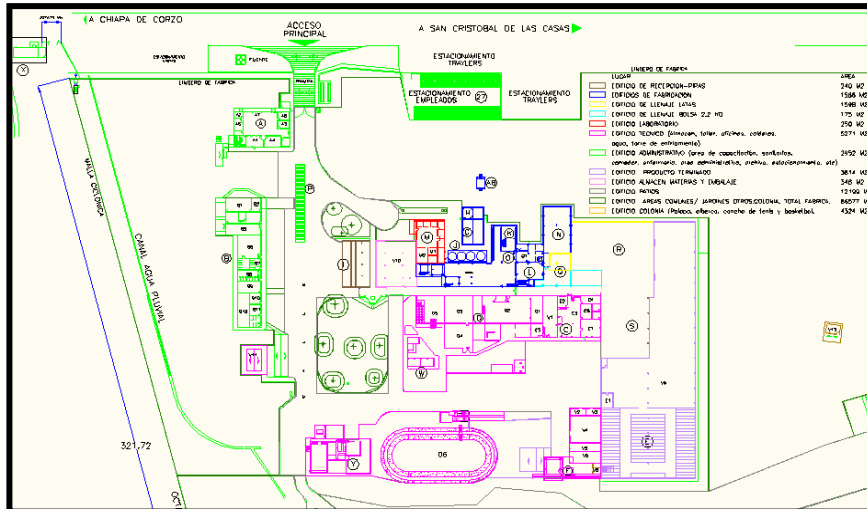


Figura 2.9 Distribución de la planta

2.6 Descripción de Procesos y Operaciones que se Manejan en la Empresa

2.6.1 Fabricación de Latas

La materia prima de utilidad en el proceso de fabricación de latas es la hojalata en láminas barnizadas, estas se reciben en tarimas de 1400 a 1500 piezas cada una.

La hojalata es muestreada y analizada por el laboratorio de control de calidad, una vez aprobado dicho recurso, por consiguiente pasa a alimentar a las tijeras rotativas, las cuales realizan el corte de la hojalata en cuerpos rectangulares, para posteriormente ser transferidas a las líneas roladoras, dándoles en ese momento, por acción mecánica, la forma cilíndrica.

A continuación llegan a la estación de soldar donde se emplea el alambre de cobre como conductor eléctrico. Los sobrantes de alambre de cobre son recuperados y enviados a reciclaje, para luego ser vendidos.

Por último, las latas son llevadas a la cerradora donde se coloca el fondo de la misma, y posteriormente pasan a la acanaladora que es la que les proporciona la

resistencia a las latas; de esta manera están listas para ser enviadas a la etapa de llenado a través de transportadores imantados, hacia la sala de llenaje.

Las latas al pasar a los transportadores imantados hay una palanca roladora que ayuda a voltear las latas viendo hacia abajo, con la finalidad de evitar que caiga algún residuo dentro de ella.

En cuanto en cada lata es depositada la cantidad exacta de producto, estas atraviesan por un checador de peso, que constata que la cantidad de gramos del producto sea la correcta, y en seguida colocarle a la lata la primera tapa de aluminio sin ser selladas por completo.

Después serán enviadas a la cámara gasificadora en donde se les extraerá el oxígeno y se les inyectarán los gases necesarios, que permitirán la conservación del producto, provocando un vacío.

Antes de que éste se pierda las latas son enviadas a la sertidora en donde se sellarán las tapas metálicas por completo.

Enseguida las latas pasan a la etiquetadora y finalmente a la colocadora de tapas plásticas, obteniendo como resultado el producto final.

Para el desarrollo de todas estas operaciones la planta requiere de vapor, agua fría, aire caliente y energía eléctrica, insumos que se generan, se reciben y se distribuyen en las diferentes instalaciones auxiliares con que cuenta la fábrica.

Para que el producto elaborado cumpla con los niveles máximos de exigencia del consumidor, se cuenta con un control de calidad requerido por diferentes especificaciones propias de Nestlé Servicios Industriales, fábrica Chiapa de Corzo S.A de C.V., y las establecidas por las autoridades sanitarias.

En la figura 2.10 se muestra el proceso de obtención de latas en la fábrica Chiapa de Corzo.

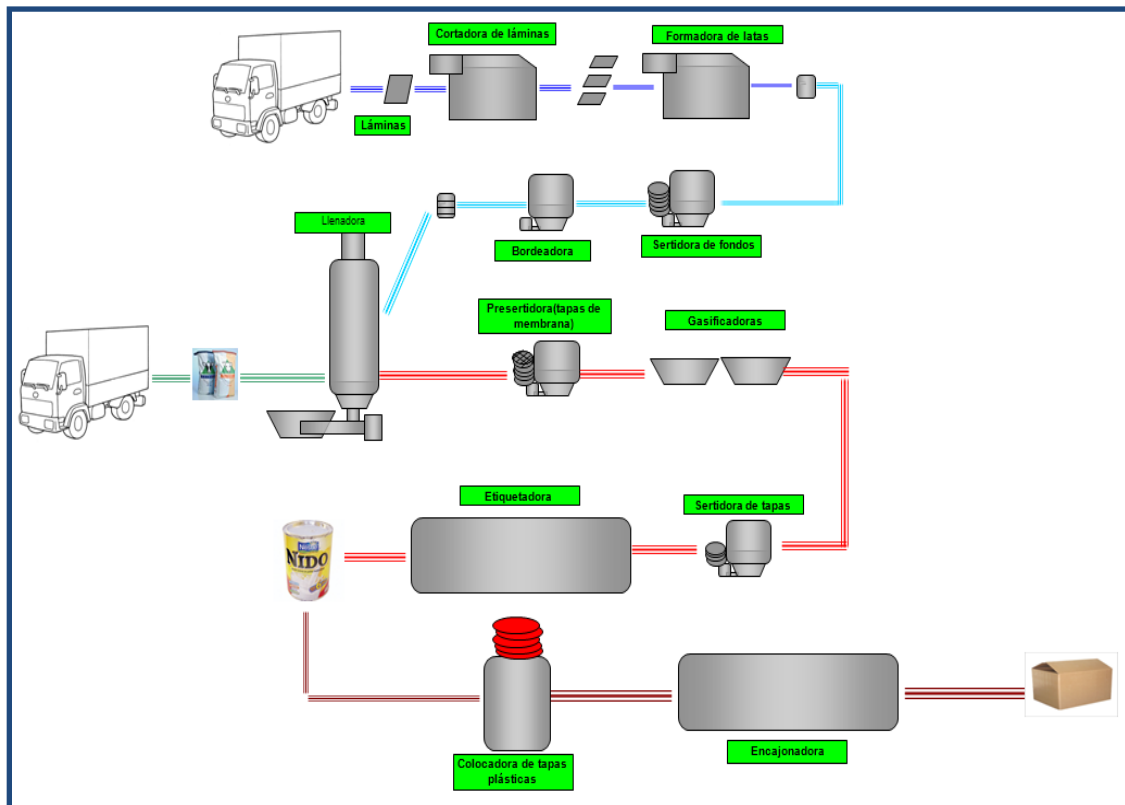


Figura 2.10 Obtención de latas

2.6.2 Fabricación del Polvo Coffee Mate

La fabricación del polvo Coffee Mate inicia en la recepción de la materia prima, que es el aceite de coco y el jarabe de glucosa; que son examinadas para confirmar su calidad, enseguida pasan a los silos donde son almacenadas para ser utilizadas posteriormente en el proceso.

El aceite de coco se bombea hacia los tanques Preblend, donde se mezclan con Dimodan y Panodan, homogenizándose adecuadamente la masa formada por

ellos, de lo contrario se separarán en diversas fases. La función del Panodan y Dimodan será formar una mezcla completa (homogénea) de los ingredientes.

La mezcla obtenida en los tanques Preblend se bombea hacia los Scanimas, en ellos se mezcla por medio de bombas de succión caseinato de sodio, difosfato de potasio, annato (colorante), saborizante Acid Blend y agua a una temperatura de 65°C, una vez que la mezcla está totalmente homogénea se pasa al Turbomixer donde se adicionan la glucosa y el aceite de coco, esto en línea dentro de las tuberías.

Dicha mezcla pasa al tanque Buffer de almacenamiento para ser enviada a los intercambiadores de calor para pasteurizar la mezcla.

Después se analiza la calidad de la mezcla y se manda hacia una bomba homogenizadora, donde se almacena en el tanque Buffer 2, donde nuevamente se analiza y se manda hacia la bomba de alta presión para enviar la mezcla al Egron que será el encargado de pulverizar la mezcla líquida, para esto la mezcla sale disparada a presión de los inyectores que alimentan el egron y se le agrega aire caliente a aproximadamente a 300°C, el cual calienta al Egron a 100°C.

Esto ocasiona que se evapore la humedad y se obtenga el producto en forma de polvo, dicho polvo cae a los tamices que tienen la función de coladores, de esta manera se obtiene un polvo más fino.

El polvo pasa a una tolva donde es almacenado para enviarlo al área de Big bags donde es envasado en sacos de 650 kg y transportado a la fábrica Nestlé de Querétaro donde se envasa finalmente para su venta.

En la figura 2.11 se muestra el proceso que se lleva a cabo para la obtención del polvo Coffee Mate en Nestlé fábrica Chiapa de Corzo.

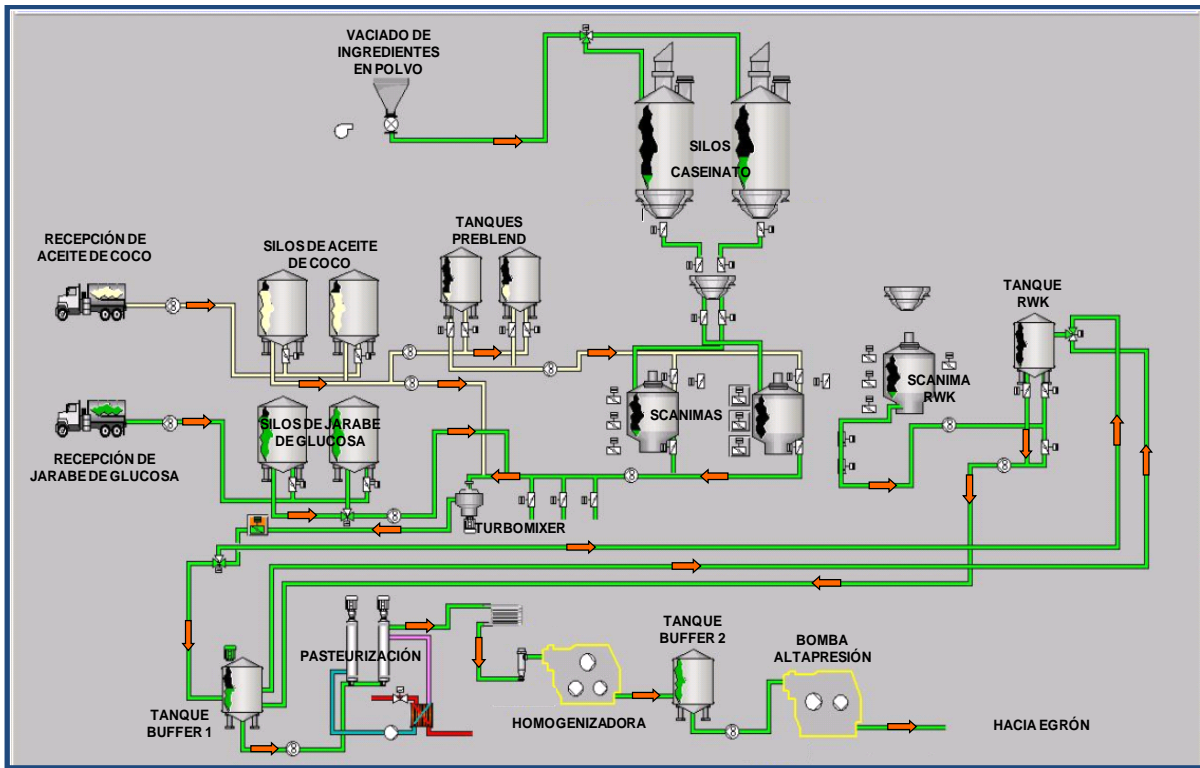


Figura 2.11 Proceso Coffee Mate

Capítulo 3

Seis Sigma

3.1 Antecedentes de Seis Sigma

Brue (2003) indica que la metodología Seis Sigma fue introducida por primera vez en la década de los 80's (1987) en Motorola por un equipo de directivos encabezados por Bob Galvin, presidente de la compañía, con el propósito de reducir los defectos de productos electrónicos. Desde entonces está ha sido adoptada, enriquecida y generalizada por un gran número de compañías.

Posteriormente, el Dr. Mikel Harry, fundador del instituto de investigación Seis Sigma de Motorola, pulió la metodología para no sólo eliminar las pérdidas en los procesos, sino también convertirla en moneda de crecimiento, sin importar el tipo específico de servicio, producto o sector de mercado.

En esencia, la metodología Seis Sigma mide y refleja estadísticamente la capacidad real de los procesos, correlacionándolos con características como los defectos por unidad y la probabilidad de éxito o de fallo.

Las organizaciones que se han comprometido de manera ejemplar con la implementación de Seis Sigma, y que han alcanzado éxitos sorprendentes se mencionan a continuación:

- **Allied Signal** está diversificada en áreas como la aeroespacial, automotriz y materiales; tiene más de 70 mil empleados y sus ingresos anuales rondan los 25 mil millones de dólares. Inicio su programa de implementación en 1994, ahorrando más de 2 000 millones de dólares entre 1994 y 1999.
- **GE (General Electric)** es una compañía reconocida a nivel mundial. Tiene más de de 300 mil empleados y su capital supera los 450 mil millones de dólares. Inicio el programa seis sigma en 1995, y tiene diversas tareas como

es: aeroespacio, entretenimiento, equipo médico, etc... Alcanzó más de 2 250 millones de dólares en ahorros en los años de 1998-1999.

En 1996, General Electric presentó, a través de sus director general John Welch Jr, el programa GE Quality 2000, basado en la implantación de Seis-Sigma, con el objetivo de llegar a tener un nivel de defectos no mayor de 3.4 ppm para el año 2000 (Welch, 1996).

- **Motorola** es una compañía reconocida a nivel mundial y logró aproximadamente 1 000 millones de dólares en ahorros durante tres años.
- **Mabe** es una empresa de prestigio en electrodomésticos que ha logrado conformar uno de los programas Seis Sigma más exitoso.

Escalante (1998) comenta que la compañía Motorola ganó el premio Malcolm Baldrige (Premio Nacional de Calidad de Estados Unidos) durante la primera generación de dicho evento. El esfuerzo que realizó Motorola estuvo basado en el objetivo de lograr la “Satisfacción total del cliente” (STC) como estrategia de negocio desde 1987 (Smith, 1993).

Los elementos de STC son: calidad Seis Sigma, reducción del tiempo de ciclo, y el proceso de administración participativa.

El inicio del compromiso de Motorola empezó desde 1981 con el objetivo de mejorar 10 veces en todos los esfuerzos para satisfacer al cliente, en un período de 5 años. Sin embargo, en 1986 se dieron cuenta de que esa meta no era suficiente para continuar en el competitivo mercado de la electrónica.

Así, en 1987 Bob Galvin, director general de Motorola, fijó como objetivo “mejorar la calidad de los productos y los servicios 10 veces más para 1989, y

duplicar 100 veces para 1991, y alcanzar el nivel Seis Sigma en 1992. Para alcanzar la satisfacción total del cliente el objetivo final es cero defectos en todo lo que se haga” (Penzer, 1989).

De 1987 a 1991 Motorola redujo su tasa promedio de defectos de 6000 partes por millón (ppm) a 40 ppm, y aunque en 1992 no alcanzó el nivel Seis Sigma, la compañía fue mejorando y ha permanecido en la búsqueda de ese objetivo.

En 1992 se redefinió el objetivo de calidad como la “reducción del nivel de defectos por un factor de 10 cada dos años” (Smith, 1993).

3.2 Evolución de Seis Sigma

Seis Sigma es una herencia de las filosofías de Edward Deming y Joseph Juran, tiene como principal objetivo la satisfacción total del cliente, y consiste en ofrecer productos de alta calidad a un bajo costo y a un menor tiempo de servicio.

Seis sigma es un concepto estadístico que mide un proceso en términos de defectos, en un nivel seis sigma solo existen 3.4 defectos por millón de oportunidades. También es una filosofía de gestión que enfoca su atención en eliminar los defectos a través de prácticas que enfatizan la comprensión, la medida y la mejora de los procesos.

Sigma es un término utilizado en estadística para representar la desviación estándar, un indicador del grado de variación en un conjunto de medidas o en un proceso.

Un defecto es una característica medible del proceso o de la salida de un producto/servicio que no está dentro de los límites aceptables para el cliente, es decir, que no está conforme a las especificaciones (Greg Brue, 2003).

Para Escalante (1998) Seis Sigma es representada desde tres diferentes enfoques “una métrica, una filosofía de trabajo y una meta” sin importar a cuál de ellos se haga referencia.

Como Métrica, Seis Sigma representa una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos/servicios fuera de su especificación.

Como Filosofía de Trabajo, Seis Sigma significa mejoramiento continuo de procesos/productos apoyados en la aplicación de esta metodología, la cual incluye principalmente el uso de herramientas estadísticas, entre otras herramientas de apoyo.

Y como meta, un proceso con nivel de calidad Seis Sigma significa estadísticamente tener un nivel de clase mundial, al no producir servicios/productos defectuosos y por consiguiente ser una compañía competitiva en el mercado.

En la tabla 3.1 se muestra la evolución de Seis Sigma (Harry, 1998 y McFadden, 1993).

Sigma	PPM	Costo de Calidad	Clasificación	No. de palabras equivocadas
6	3.4	<10% ventas	Clase Mundial	1 en una pequeña librería
5	233	10-15% ventas		1 en varios libros
4	6 210	15-20% ventas	Promedio	1 en 31 páginas
3	66 807	20-30% ventas		1.35 por página
2	308 537	30-40% ventas	No- Competitivo	23 por página
1	690 000			159 por página

Tabla 3.1 Evolución de Seis Sigma

De acuerdo con Snee (2001), Seis Sigma significa: “Mejorar procesos por medio de la resolución de problemas”.

Seis Sigma se basa en el mejoramiento continuo del desempeño de un proceso productivo mediante el uso de diferentes herramientas estadísticas; entre otras para reducir el número de productos resultantes (productos o servicios) fuera de especificación, todo en la búsqueda de un nivel de calidad de clase mundial.

3.3 Seis Sigma Apoyada en una Metodología Robusta

Escalante (2008) comenta que los datos por sí solos no resuelven los problemas de la organización y por consiguiente el de los clientes, por lo que es necesario la implementación de una metodología.

Seis Sigma se apoya de la metodología DMAIC que es una herramienta de calidad enfocada a la mejora continua de procesos existentes y se fundamenta en la estadística, ésta le da mucha importancia a la recolección de datos y a la veracidad de estos como base de una mejora.

Por sus siglas en inglés DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) significa: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar.

Cada etapa de esta metodología se enfoca en obtener los mejores resultados posibles para minimizar la posibilidad de error (Ver figura 3.1).



Figura 3.1 Etapas DMAIC

Para saber cuándo se debe utilizar esta herramienta hay dos indicadores a tomar en cuenta, estos son:

- **El problema sea complejo.** En problemas complejos, las causas y las soluciones no son obvias. Puede que se tenga que recaudar diferentes datos antes de conocer una causa. Por ello, para llegar a la raíz de un problema complejo, se necesita reunir a personas de diferentes áreas, conocimientos y experiencias.

De lo contrario en un problema sencillo, una persona con los conocimientos y la experiencia necesaria puede reunir, analizar los datos, y encontrar la solución del problema sin pasar por todas las etapas de la metodología DMAIC.

- **La solución de los riesgos son altos.** Una parte clave de la metodología DMAIC es desarrollar, probar y refinar las ideas de solución antes de implementarlas a los lugares de trabajo.

Por lo tanto se debe usar esta metodología en situaciones en que los riesgos de ejecución son muy elevados, aunque se considere que las soluciones son obvias.

Para la mayoría de los proyectos DMAIC, es de alto riesgo pasar por alto algún paso. La lógica que vincula las etapas DMAIC es clave para el éxito. Es un error el querer ir a las soluciones y rápidamente realizar una mejora, sin hacer un análisis previo de la problemática (Gutiérrez Pulido y De la vara Salazar, 2004).

3.4 Desarrollo de la Metodología Seis Sigma

La metodología Seis Sigma se desarrolla con el seguimiento y la implementación de cinco pasos, a continuación se especifica cada uno de ellos:

1. Definir

a) Definir el problema/ seleccionar el proyecto

Describir el efecto provocado por una situación desfavorable, o el proyecto de mejora que se desea realizar, con la finalidad de entender la situación actual y definir objetivos necesarios. (Seleccionar el equipo. Preferentemente un equipo interfuncional, con un objetivo definido de manera clara y completa).

2. Medir

a) Definir y describir el proceso

Definir los elementos del proceso, sus pasos, entradas, salidas y características.

b) Evaluar los sistemas de medición

Evaluar la capacidad y estabilidad de los sistemas de medición por medio de estudios de repetitividad, reproducibilidad, linealidad, exactitud y estabilidad.

3. Analizar

a) Determinar las variables significativas

Las variables del proceso definidas deben ser confirmadas por medio de diseño de experimentos y/o estudios Multivary, para medir la contribución de esos factores en la variación del proceso. Las pruebas de hipótesis e intervalos de confianza también son útiles para el análisis del proceso.

b) Evaluar la estabilidad y la capacidad del proceso

Determinar la habilidad del proceso para producir dentro de especificaciones por medio de estudios de capacidad largos y cortos, a la vez que se evalúa la parte defectuosa.

4. Mejorar

a) Optimizar y robustecer el proceso

Si el proceso no es capaz, se deberá optimizar para reducir su variación. Se recomienda usar diseño de experimentos, análisis de regresión y superficies de respuesta.

b) Validar la mejora

Realizar estudios de capacidad

5. Controlar

a) Controlar y dar seguimiento al proceso

Monitorear y mantener en control al proceso

b) Mejorar continuamente

Una vez que el proceso es capaz, se deberán buscar mejores condiciones de operación, materiales, procedimientos, etc., que conduzcan a un mejor desempeño del proceso (Escalante, 2008).

En la figura 3.2 se muestra el diagrama de flujo de los pasos anteriormente explicados.

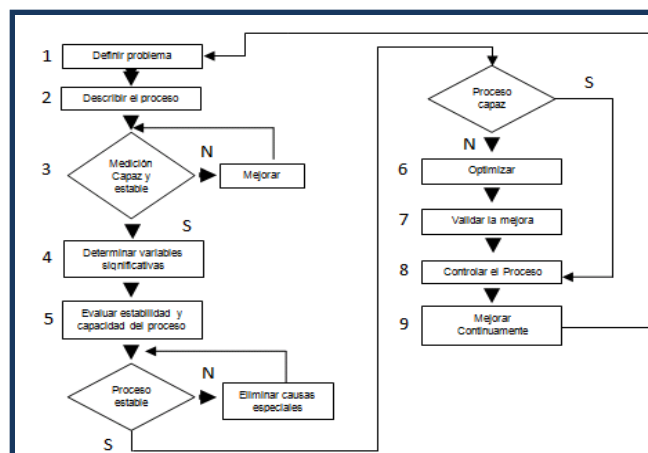


Figura 3.2 Flujo de la metodología Seis Sigma

3.5 Desarrollo de las Etapas de la Metodología Seis Sigma

En esta sección se explicará más a detalle las cinco etapas que conforman la metodología DMAIC y que se aplica en un proyecto de mejora Seis Sigma.

Definir

Escalante (2008) menciona que “algunas veces al tratar de enfrentar un determinado problema se tienen creencias, ideas vagas o suposiciones de lo que está pasando”.

Estas posturas conducen a tener una situación problemática inespecífica o ambiguas (ver figura 3.3). La manera de actuar asertivamente y poder definir el problema objetivamente es recolectar información y pasarla por alguna de las herramientas que se usan para definir un problema.

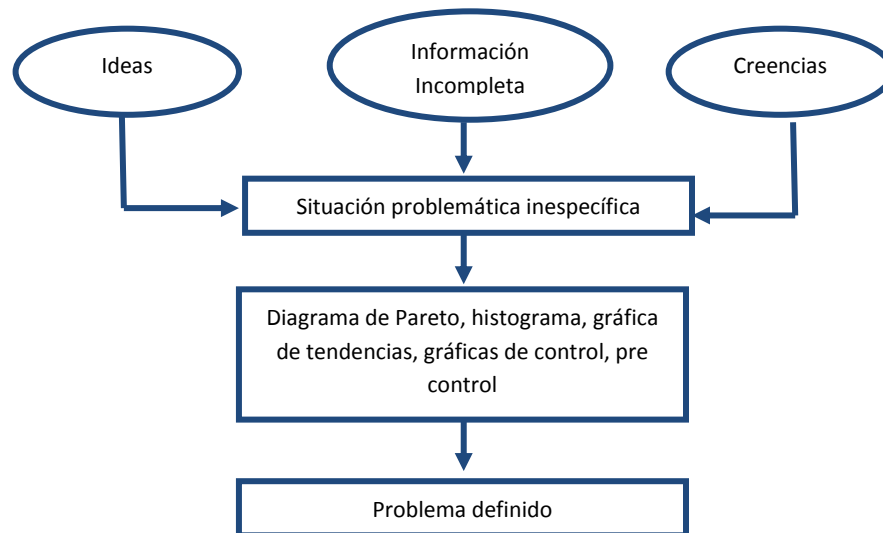


Figura 3.3 Definición objetiva de un problema

En la etapa definir se debe tener una visión y definición clara del problema que se pretende resolver.

Por ello es fundamental identificar las variables críticas de la calidad, establecer metas, definir el alcance del proyecto, precisar el impacto que sobre el cliente tiene el problema, los beneficios que se esperan con la implementación del proyecto.

Así también se debe de formar un equipo de proyecto Seis Sigma que tenga un líder el cual posea como objetivo conjuntar un equipo multidisciplinario, con el fin de asegurar diversidad de conocimientos, talentos y personalidades, y a su vez evitar que prevalezcan los intereses particulares.

La misión de este equipo multidisciplinario es analizar y resolver la problemática para alcanzar la meta compartida.

Para definir bien la situación del problema se necesitan evaluar los antecedentes del problema, para esto se debe revisar los datos históricos del indicador del proyecto.

Se manejan varias herramientas de trabajo para esta etapa como son: el diagrama SIPOC, el diagrama CTQ y otras herramientas que se verán más a detalle en la siguiente sección.

Medir

La meta de esta etapa es focalizar el esfuerzo de mejora reuniendo información de la situación actual (datos históricos), los objetivos son: conocer y llegar al fondo del problema para entender de la manera más fácil la situación y así poder separar un problema grande en partes más pequeñas.

En dicha etapa se estudian los efectos más que las causas del problema evaluado. Cuando ya se recolectaron los datos en cuanto a la situación actual se deben analizar e identificar problemas prioritarios.

Para definir la prioridad de los problemas se debe construir gráficos que muestren datos en función del tiempo y evaluar las tendencias del problema al paso del mismo, una gráfica del tiempo muestra los valores que toma un indicador con respecto al tiempo.

Las herramientas que se utilizan en esta etapa son los Diagramas de Pareto, Histogramas, Diagramas de Dispersión, etc.

Analizar

En esta etapa se realiza un análisis de la información que se tiene sobre el problema, esto ayudará a identificar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora y poder verificarlas con el uso de datos y hechos.

Los objetivos son: identificar en la línea las anomalías que individualmente tengan una pequeña influencia, pero alto impacto juntas, enlistar las anomalías encontradas y separarlas de la siguiente manera:

- **Anomalías de fácil solución:** Poner marcas y resolverlas – Implementar acciones lo antes posible – Hacerlo ya.
- **Anomalías de difícil solución:** Aplicar el análisis de los 5 Porqués. Establecer un seguimiento riguroso del plan de acción, cambiar la mentalidad: no tolerar pequeños problemas.

En esta etapa se llegan a utilizar diferentes herramientas como son los 5W1H, 5W, los Diagramas de Ishikawa, y otras herramientas que se mencionan más adelante.

Mejorar

El objetivo de esta etapa es proponer soluciones al problema, comprobar el efecto de cada medida/acción en el logro de cada resultado deseado e identificar los efectos secundarios (deseables o indeseables) relacionados a cada medida, elaborando planes de acción.

Los planes de acción son documentos que definen las tareas y responsabilidades de las soluciones a implementar. Brindan orientación de varias actividades que deben ser implementadas mediante una serie de preguntas, previniendo la desviación en la ejecución y asegurando buenos resultados.

Con la finalidad de darle seguimiento a los planes de acción el líder de proyecto debe reunirse con su equipo de forma regular, basado en el seguimiento de acciones.

El seguimiento debe incluir los siguientes temas:

- Implementación actual del plan de acción (status acción - plan de término)
- Resultados obtenidos a la fecha
- Desviaciones en la ejecución del plan

A pesar de que el proceso resultante tenga un excelente nivel de calidad en cuanto a cualquier elemento se refiere, es conveniente seguir analizando el proyecto con el fin de reducir el número de errores y otros defectos que aparezcan.

De acuerdo con Breyfogle III (1999), un experto SS, o Black Belt, podría realizar cuatro proyectos por año y producir un mínimo de 500 mil dólares de beneficios.

Controlar

Los principales objetivos de esta etapa son: verificar la efectividad de las soluciones con datos, crear un nuevo estándar o actualizar los existentes, transferencia de conocimientos a los afectados, definir posibles cambios a la estrategia de entrenamiento y formación, revisar la mejora financiera, identificar las acciones correctivas al plan de acción y responsabilidades, y detectar la posibilidad de réplica en otras líneas.

Advertencia: las características y formatos de datos deben ser los mismos antes y después de la acción (Gráficos de Tiempo, Barras o Paretos), monitorear continuamente los resultados globales y los problemas priorizados.

Si el objetivo no es alcanzado los resultados se pueden dividir de la siguiente manera:

- Objetivos no alcanzados (planes de acción fallido), se considera ir hacia atrás a medir y a analizar, considerar el problema de una manera más profunda, más comprensiva.
- Preparar o completar el plan de acción. Este plan se conoce como “Reporte de anomalías”.

De lo contrario, si el objetivo es alcanzado se debe continuar con el siguiente paso.

Para mantener un buen control de los resultados es necesario mantener la consistencia en los resultados a lo largo del tiempo (ej. predecibles, estables), usando la creatividad para asegurar que los problemas no aparezcan de nuevo.

Después de completar el proyecto es recomendable monitorear mensualmente los resultados de la fábrica/unidad durante un año. Este seguimiento permitirá:

- Monitorear la efectividad de las mejoras implementadas y su desempeño en el tiempo.
- Determinar la efectividad del retorno económico del proyecto
- Comparar las ganancias estimadas calculadas en el paso de definir, con los resultados actuales, calculados en el paso de control.

3.6 Herramientas de la Metodología Seis Sigma

3.6.1 Diagrama SIPOC

Por sus siglas en inglés SIPOC significa: proveedores del proceso (SUPPLIERS), entradas (INPUTS), secuencia de operaciones del proceso (PROCESS), salidas (OUTPUTS), y los clientes que reciben las salidas del proceso (CUSTOMERS).

Esta herramienta ayuda a definir un proyecto complejo, en el que el problema no esté bien enfocado. A continuación se explican cada una las partes que la conforman:

- **Proveedores:** Entidades que proveen entradas al proceso tales como materiales, información, y recursos. Las entradas del proceso tienen como utilidad identificar a los proveedores del proceso.
- **Entradas:** Todos los materiales, información y soporte (tangibles o intangibles) que se necesitan para apoyar el proceso. Una buena manera de decidir si es necesario agregar una entrada al proceso o no, es observar detalles como si es medible o qué pasaría si se omitiera dicha entrada.
- **Proceso:** Estas son las actividades o acciones necesarias para convertir las entradas en salidas. Un proceso debe ser una acción.
- **Salidas:** Son los resultados tangibles de un proceso. Cada salida del proceso debe tener medida o ser medible.
- **Clientes:** Las personas o entidades para quien la salida es creada

La herramienta SIPOC es particularmente útil cuando no está claro ciertos aspectos como son:

- ¿Quién provee entradas al proceso?
- ¿Qué especificaciones se ponen en las entradas?
- ¿Quiénes son los clientes verdaderos del proceso?
- ¿Cuáles son los requerimientos de los clientes?

3.6.2 Diagrama CTQ

De igual manera es importante definir los requerimientos del cliente para tener una idea más clara de los procesos importantes afectados. Estos requerimientos del cliente se denominan CTQ's que por sus siglas en inglés significa "**Critical to Quality**".

Esta herramienta se encarga de definir quién es el cliente, así como sus requerimientos y expectativas. Además se determina el alcance del proyecto: las fronteras que delimitarán el inicio y el final del proceso que se busca mejorar.

Es una herramienta rápida, simple y útil cuando los requisitos del cliente no son específicos, amplios o difíciles de medir.

Esta herramienta es muy usual en proyectos DMAIC y generalmente se usa cerca del principio de un proyecto, con el propósito de descubrir requisitos mensurables (medibles) de lo crítico a la calidad, y no completamente de explorar las causas que influyen esas medidas.

El propósito de la representación de los factores consiste en convertir las necesidades/expectativas de los clientes en factores medibles para poner en práctica.

3.6.3 Diagramas de Pareto

El diagrama de Pareto es una herramienta que consiste en la realización de un diagrama de barras en el que la longitud de las barras están ordenadas de manera descendente, estas representan la frecuencia de ocurrencia o coste (dinero, tiempo).

Por lo tanto, es un gráfico de mucha utilidad, ya que muestra visualmente qué situaciones son más importantes.

Un diagrama de Pareto traza la información de manera que hace posible concentrar los esfuerzos de mejora en las áreas donde se pueden obtener mayores beneficios, también provee una visión clara de que problemas y proyectos que deben priorizarse.

El principio de Pareto expresa que la menor cantidad son los problemas vitales y conforman el 80% de los efectos y la mayor cantidad son problemas triviales que conforman los 20% restantes de los efectos.

El objetivo del diagrama de Pareto es medir el desempeño actual del proceso que se busca mejorar y se utiliza para identificar los problemas más frecuentes. A continuación se mencionan algunos puntos para qué utilizar el diagrama de Pareto:

- Para priorizar acciones necesarias para resolver problemas complejos
- Para separar los “pocos y vitales” de los “muchos y triviales”
- Para separar las causas que contribuyen a un problema en importantes y no importantes.
- Para medir la mejora después de realizar los cambios consiguientes

Es importante tomar en cuenta que esta herramienta se debe utilizar en situaciones como las siguientes:

- Cuando se analicen datos por grupos con objeto de revelar pautas desconocidas.
- Cuando sea necesario ordenar una serie de problemas o condiciones en orden de importancia relativa para seleccionar el punto de arranque en la actividad de resolución de problemas, identificando las causas básicas de los mismos, separando las pocas causas vitales de las muchas causas triviales.
- Cuando sea necesario relacionar causas y efectos, comparando un diagrama de Pareto clasificado por causas con otro clasificado por defectos.
- Cuando se evalúe una mejora comparando los datos anteriores a ésta con los posteriores, un ejemplo de esta herramienta se muestra en la figura 3.4

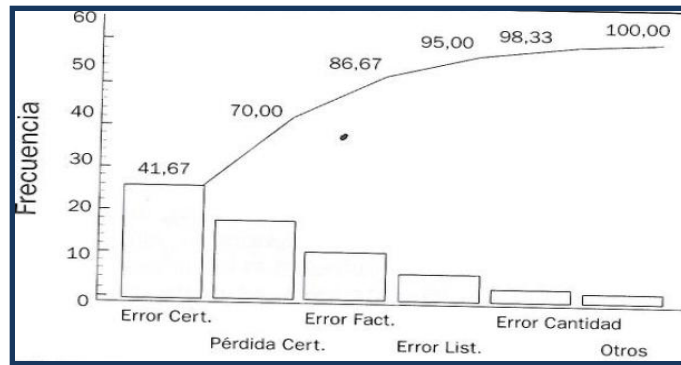


Figura 3.4 Diagrama de Pareto

Desde la esquina superior derecha del rectángulo mayor y moviéndose en sentido creciente de izquierda a derecha, se traza una línea que representa la frecuencia acumulada de las categorías que sirve de ayuda a la hora de contestar a preguntas del tipo: “¿Qué cantidad, respecto del total, acumulan las tres primeras categorías?” (Gómez, 2003).

A continuación se explican algunos puntos de cómo utilizar esta herramienta de trabajo:

- Seleccionar aquellos problemas que quieren compararse y ordenarse mediante:
 - a) Tormenta de ideas
 - b) Utilización de datos ya existentes
- Seleccionar la unidad de medida estándar de comparación:
 - a) Coste
 - b) Frecuencia
- Seleccionar el período de tiempo a estudiar
- Obtener los datos necesarios en cada categoría
- Comparar la frecuencia o coste de cada categoría con el resto de categorías
- Registrar las distintas categorías de izquierda a derecha en el eje horizontal y en orden de frecuencia o coste decreciente. Cuando tengamos categorías que contienen muy pocas ocurrencias, pueden agruparse en una categoría que se denomine “OTROS” y que se sitúe en el extremo derecho del eje horizontal.

- Dibujar una barra (rectángulo) encima de cada categoría, cuya altura represente la frecuencia o el coste correspondiente a la misma. Aun no siendo necesario para realizar el análisis, en ocasiones el gráfico de barras se complementa con lo siguiente:
 - Los datos originales de frecuencia o coste se representan en una escala del eje vertical, izquierdo, utilizando un eje vertical a la derecha del gráfico en el que se representan los mismos valores en una escala de porcentajes.

En este caso, es necesario asegurarse que las dos escalas están coordinadas; es decir, la frecuencia o costes totales a la izquierda deben corresponder con el 100% a la derecha, la frecuencia o coste mitad a la izquierda con el 50% a la derecha, etc.

Consideraciones que se deben tomar en cuenta en la utilización de esta herramienta son las siguientes:

- Utilizar el sentido común (dos reclamaciones claves de clientes pueden merecer más atención que otras 100 reclamaciones, dependiendo de quién sea el cliente y el tipo de reclamación).
- Señalar claramente la unidad de medida (unidades, euros o porcentajes)
- Este gráfico está basado en el principio de Pareto: 80% de los problemas provienen del 20% de las causas. A pesar de que los porcentajes no siempre son exactamente 80/20, usualmente sí se cumple esta relación entre los “pocos y vitales y los muchos triviales”.
- El mejor diagrama de Pareto es aquel que utiliza una medición que refleja el coste de los problemas para la organización. Cuando el número de elementos sea proporcional a este coste, el número de elementos será una buena medición.

Sin embargo, suele ser más útil medir pesetas, tiempo o cualquier otro indicativo más relacionado con el coste.

- Si utiliza dos escalas de medición (por ejemplo, frecuencia y porcentaje), se debe cuidar que ambas escalas sean coherentes (Gómez, 2003).

Algunos de los beneficios que proporciona el utilizar esta herramienta son los siguientes:

- El diagrama de Pareto es el primer paso para la realización de mejoras
- El diagrama de Pareto se aplica en todas las situaciones en donde se pretende efectuar una mejora: en la calidad del producto, en la conservación de materiales, en el proceso, en el uso de energéticos, en la eficiencia del uso de los recursos materiales, etc.
- Este diagrama también ayuda a verificar los resultados de las acciones de mejoras con las que se cuenta con anterioridad.
- El diagrama de Pareto ayuda a identificar la causa de los fenómenos que están ocasionando un desorden en el proceso/servicio y señalar la importancia de cada una de ellas.
- Promueve el trabajo en equipo para analizar las prioridades de los problemas a atacar, obtener información e implementar la solución adecuada (Velázquez, 1990).

3.6.4 Histograma

Este es un gráfico de barras que muestra la distribución de una serie de mediciones individuales tomadas del resultado de un proceso.

También se le denomina “distribución de frecuencias” debido a que la altura de las barras del histograma representa la frecuencia de ocurrencia de los valores.

Esta herramienta es muy útil, a continuación se mencionan aspectos importantes de para qué utilizarla:

- Permite visualizar de forma rápida la tendencia central, variación y forma de la distribución de las mediciones representadas.
- Permite observar pautas distintas de aleatoriedad de las mediciones representadas.
- Proporciona información para reducir la variación y eliminar la causa de los problemas.
- Permite observar la repetitividad en la producción de una característica de calidad.
- Muestra gráficamente la relación existente entre la capacidad de un proceso y las especificaciones de ingeniería.
- Permite evaluar de forma visual si un conjunto de mediciones se distribuye de forma normal.

Algunas consideraciones que se deben tomar para decidir cuándo utilizar esta herramienta son las siguientes:

- En la recogida de mediciones de una característica resultado de un proceso
- En la realización de análisis de capacidad de procesos
- En el análisis de la calidad de un producto previamente a su expedición
- En el análisis de la variación

En seguida se mencionan algunos puntos a considerar para tener conocimientos de cómo utilizar un histograma (Gómez, 2003):

- Recoger mediciones (datos de tipo variable). Es preferible recoger al menos 30 datos. Si no dispone de tantos valores, el histograma posiblemente no sea la herramienta más eficaz a la hora de extraer la información que se necesita.
- Construir una hoja de recogida de datos (Ver en texto)
- Determinar el recorrido de los datos restando la medición más pequeña de la mayor.

R= medición mayor – medición menor

- Utilizar la tabla 3.2 como guía, seleccionar el numero más adecuado de intervalos de clase (barras), “N”, en los que se agruparán las mediciones:

No. De datos	No de Barras (N)
25 a 50	5 a 8
51 a 100	6 a 11
101 a 250	9 a 13
Más de 250	11 a 15

Tabla 3.2 Tabla de intervalos de clase

- Determinar la anchura y los límites de los intervalos de clase. La anchura de las clases “A” se calcula dividiendo el recorrido por el número de clases:

$$A=R/N$$

Después de calcular el valor de “A”, utilizar el mejor juicio y experiencia para ajustar, si es necesario, el valor obtenido a un valor más adecuado (por ejemplo, por redondeo) que facilite el cálculo y la representación gráfica. De cualquier forma, el valor de “A” no debe tener más decimales que los valores que se desea representar.

- Seleccionar un valor adecuado para el límite inferior de la primera barra, L1. Este valor no tiene por qué coincidir con el valor menor del conjunto de datos, pudiendo ser inferior.

El límite inferior de la segunda barra L2 se calcula como $L1+A$. Continuar añadiendo A a cada límite inferior de una barra para conseguir el límite inferior de la siguiente.

- Trazar unos ejes X y Y en un papel cuadriculado. Marcar y etiquetar el eje Y como frecuencia (N1 de datos). Marcar y etiquetar el eje X con los valores de los límites de clase. Los espacios que queden entre estos valores lo conforman la anchura de las distintas barras del gráfico.
- Contar el número de datos del conjunto a representar que “pertenecen” a cada barra (los valores comprendidos entre L1 y L2, pertenecen a la primera barra, los comprendidos entre L2 y L3, pertenecen a la segunda, etc.).
- Dibujar las distintas barras con la anchura marcada en el eje X y la altura igual al número de datos obtenido pertenecientes a cada una. Aquellos valores que coincidan con uno de los límites entre dos barras considere que pertenecen a la barra de la derecha.

Análisis

Los histogramas proporcionan información respecto la distribución seguida por los datos representados. Esta información está relacionada con los siguientes aspectos:

1ª Tendencia Central. Observar alrededor de que valores muestran estar los datos agrupados. En distribuciones simétricas, este valor central será aproximadamente el valor medio de dichos datos.

La figura 3.5 muestra que los datos representados se encuentran agrupados alrededor de los valores 4.6 y 5.8.

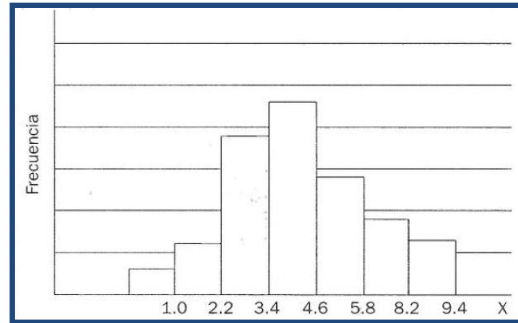


Figura 3.5 Tendencia central

2ª Variabilidad. Observar la “dispersión” de los datos alrededor del valor central de agrupamiento. La figura 3.6 muestra un histograma correspondiente a unos datos con poca variabilidad (pocas barras alrededor de la tendencia central).

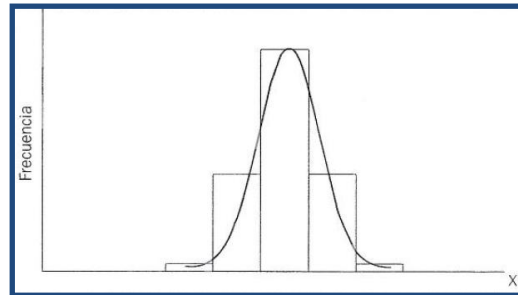


Figura 3.6 Variabilidad

La figura 3.7 muestra un histograma correspondiente a unos datos con más variabilidad (mas barras alrededor de la tendencia central que en el histograma anterior).

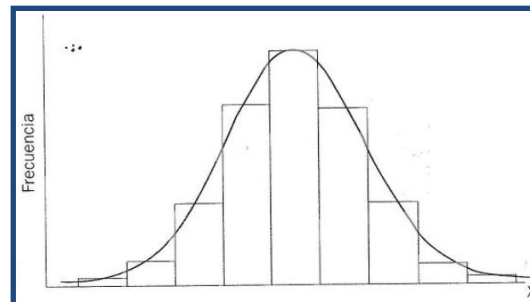


Figura 3.7 Aumento de la variabilidad

3ª Forma. Observar la “forma del histograma en lo que respecta a: simetría, uno o más “picos”, características de las colas del histograma, etc.

La figura 3.8 muestra un histograma asimétrico correspondiente a unos datos con “sesgo positivo” o “sesgo a la derecha”. Suele ser típico de procesos con un límite natural: p. ej., espesores de pinturas que no pueden ser inferiores a cero.

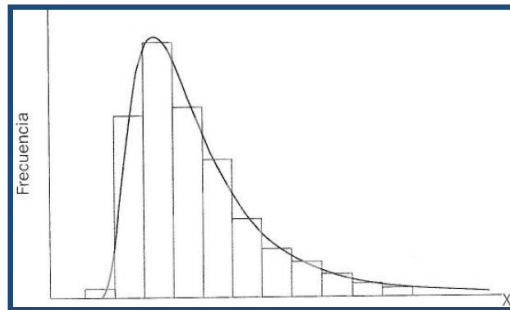


Figura 3.8 Asimetría con sesgo positivo

La figura 3.9 muestra un histograma asimétrico correspondiente a unos datos con “sesgo negativo” o “sesgo a la izquierda”. Suele ser típico de procesos con un límite superior natural: p. ej., porcentaje de pureza de un producto que no puede ser superior al 100%.

A pesar de que hay que tener cuidado a la hora de sacar conclusiones respecto a la “forma” de un histograma, a continuación se muestran distintas “pautas” y sus posibles causas.

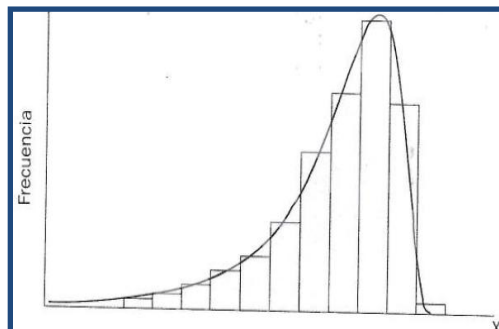


Figura 3.9 Asimetría con sesgo negativo

Forma de campana. Es la distribución normal, natural en los datos del proceso. Desviaciones respecto de esta forma podrían indicar la presencia de factores complicados o influencias externas. Ver figura 3.10

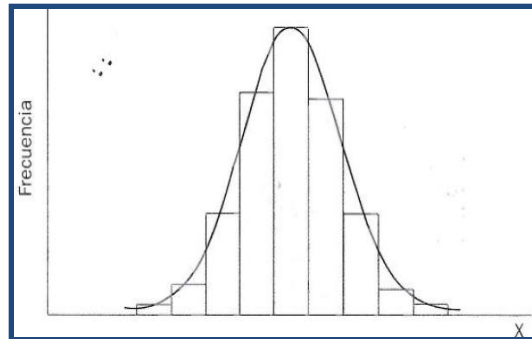


Figura 3.10 Forma de campana

Bimodal. Combinación de dos distribuciones en forma de campana pudiendo significar que se están mezclando los resultados de dos procesos diferentes. Estos dos procesos pueden deberse a distintos turnos, operarios, inspectores, materiales, puestas a punto de maquinas, útiles, instrumentos de medición, etc. Ver figura 3.11

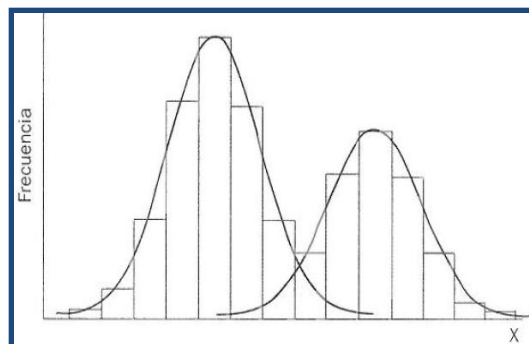


Figura 3.11 Bimodal

Uniforme. Formada por varias distribuciones de forma de campana superpuestas. Puede ser el resultado de una situación límite de mezcla de varios procesos. Ver figura 3.12

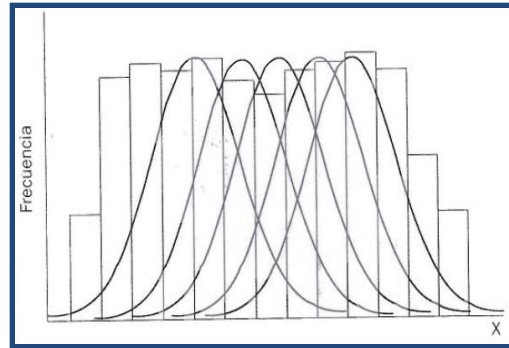


Figura 3.12 Uniforme

Truncada. Por lo general distribuciones con forma de campana “cortadas o “truncadas” como consecuencia de una actividad de selección 100% cuando el proceso no es capaz o de revisión del proceso. También en ocasiones puede ser indicativo de que el número de clases elegido para la construcción del histograma es pequeño. Ver figura 3.13

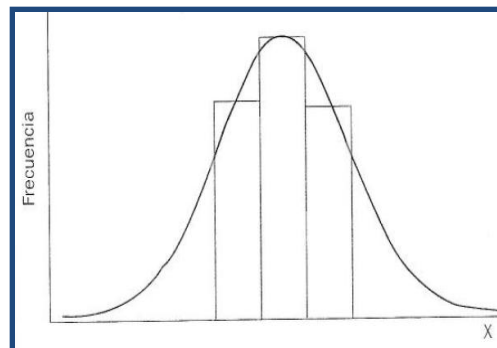


Figura 3.13 Truncada

Máximo Aislado. Al igual que la forma Bimodal, sugiere la mezcla de dos procesos diferentes. El menor tamaño del segundo máximo indica una anomalía, algo inesperado o irregular. Puede significar una falta de efectividad en la investigación y purga de elementos defectuosos.

También es posible que representen errores de medición o transcripción de datos (Ver figura 3.14).

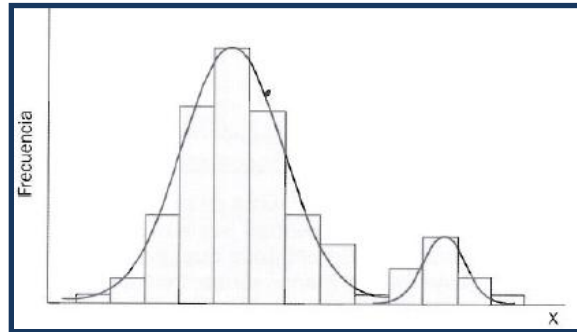


Figura 3.14 Máximo aislado

Sin datos en la zona central. Es síntoma de que se ha seleccionado el material correspondiente a la zona central. Suele suceder cuando se compra material de “segunda fila”. Se entiende que el material seleccionado y que, por lo tanto, tiene menor variabilidad se ha servido a otro comprador con especificaciones más exigentes (Ver figura 3.15).

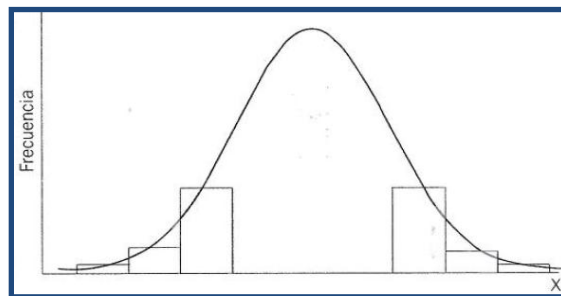


Figura 3.15 Zona central

Picos en las colas. Síntoma de reproceso de aquellos elementos de las colas del histograma que en la primera fabricación cayeron fuera de los límites de la especificación. Después del reproceso “caen” dentro de las tolerancias. Ver figura 3.16.

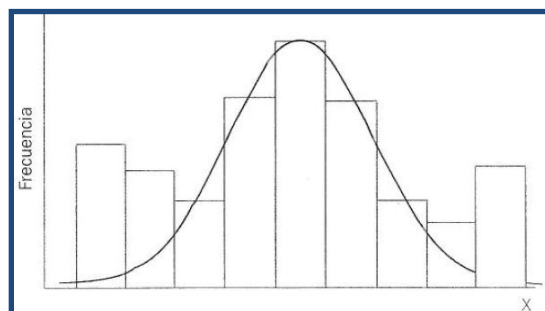


Figura 3.16 Picos en la cola

A continuación se presentan consideraciones que se deben tomar en cuenta en la utilización de esta herramienta:

- Es una herramienta muy “visual”
- Es sencilla sin dejar por eso de ser muy potente
- Resume de forma rápida una gran cantidad de datos
- Puede utilizarse para “visualizar” la relación entre la capacidad de un proceso y las tolerancias especificadas.
- No puede evaluar la estabilidad de los procesos
- No es sensible al efecto “tiempo”
- Necesita generalmente una gran cantidad de datos antes de mostrar una pauta determinada.
- La forma obtenida puede analizarse de forma subjetiva
- El número de clases (barras del gráfico) determina el mayor o menor grado de visibilidad de una pauta en particular.
- Algunos procesos dan lugar a distribuciones sesgadas de una forma natural. No se debe esperar que todas las distribuciones sigan una forma de campana perfecta.
- Desconfiar de la exactitud de los datos si dejan de existir datos de una forma repentina a partir de una clase (en particular si en esa clase se encuentra un límite de especificación).
- Buscar siempre la existencia de dos picos que indiquen que los datos provienen de dos o más fuentes.
- Antes de extraer conclusiones sobre el análisis de un histograma, asegúrese de que los datos son representativos de las condiciones normales del proceso. Si los datos son antiguos o existiera algún interrogante acerca de datos sesgados o incompletos, es mejor obtener nuevos datos para confirmar las conclusiones.
- No extraer conclusiones basadas en pequeños muestreos. Se debe adoptar como regla que, si se pretende hacer histogramas estratificados para

examinar diferencias en la variabilidad o localización de los máximos, se utilizaran muestras de al menos 50 o más observaciones por cada histograma a realizar. Por ejemplo, si se quiere estratificar los datos en tres grupos, la mínima debe ser del orden de $3 \times 50 = 150$ observaciones como mínimo.

- Es necesario recordar que la interpretación del histograma es a menudo simplemente una teoría que debe ser todavía confirmada con análisis adicionales y observaciones directas del proceso en cuestión (Gómez, 2003).

3.6.5 Diagrama de Dispersión

Escalante (2008) comenta que el diagrama de Dispersión es una gráfica muy simple que muestra la relación entre dos variables. Su objetivo es visualizar el tipo y el grado de relación entre esas dos variables.

Para Fermín (2003) el diagrama de Dispersión es “una herramienta gráfica que representa una variable en función de otra ayudando a identificar la posible relación existente entre ambas”.

En los siguientes puntos se explica cuándo se debe utilizar el diagrama de Dispersión:

- A la hora de identificar causas raíces potenciales de problemas
- Después de una sesión de tormenta de ideas estructurada con un diagrama de causa y efecto con el objeto de determinar objetivamente si una causa y un efecto determinados se encuentran relacionados.
- Cuando sea necesario determinar si dos efectos que parecen estar relacionados entre sí tienen la misma causa.

A continuación se exponen algunas consideraciones de cómo utilizar esta herramienta de trabajo:

- Recoger las parejas de datos correspondientes a las dos variables entre las que exista relación.
- Trazar los ejes horizontal y vertical del diagrama de Dispersión
- Etiquetar los ejes. La variable que está siendo investigada como posible causa situarla en el eje horizontal y la variable “efecto” en el eje vertical.
- Representar gráficamente todas las parejas de datos en el diagrama

Es criterio general reservar el eje vertical (eje Y) para la característica efecto que interesa predecir (p. ej., resistencia del papel e índice de errores). El eje horizontal (eje X) se utiliza para la variable causa que se utiliza para hacer la predicción (p. eje., espesor del papel y el trabajo atrasado).

A continuación se observa la interpretación de las tendencias de la variación de los puntos:

- Los puntos representados forman una pauta que es necesario interpretar con delicadeza. La agrupación de los puntos y la dirección de esta agrupación nos proporciona información relativa al tipo de relación existente entre ambas variables y a la fuerza de dicha relación.

Cuanto más se agrupen los puntos alrededor de una línea, más fuerte será la correlación existente entre ambas variables.

- **Correlación Positiva:** un incremento positivo de X, produce un incremento positivo de Y. Como se muestra en el ejemplo de la figura 3.17.

x = entrenamiento

y = productividad

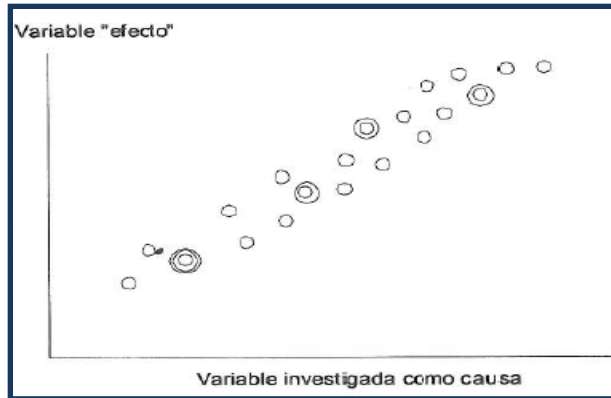


Figura 3.17 Ejemplo de correlación positiva

- **Posible Correlación Positiva:** un incremento positivo de X, produce un incremento positivo de Y. Sin embargo, parece que existen otras causas que actúan sobre y. Como se muestra en el ejemplo de la figura 3.18.

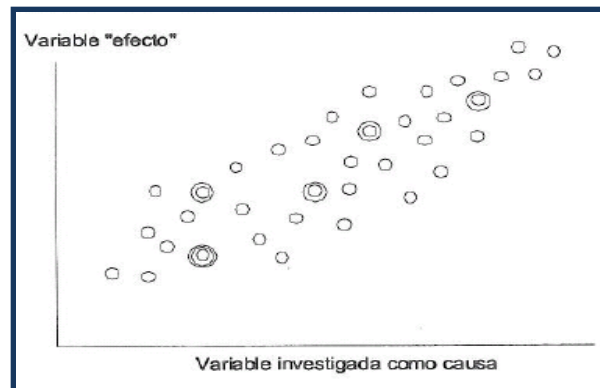


Figura 3.18 Ejemplo de posible correlación positiva

- **No existe correlación.** No hay correlación alguna. Como se muestra en el ejemplo de la figura 3.19.

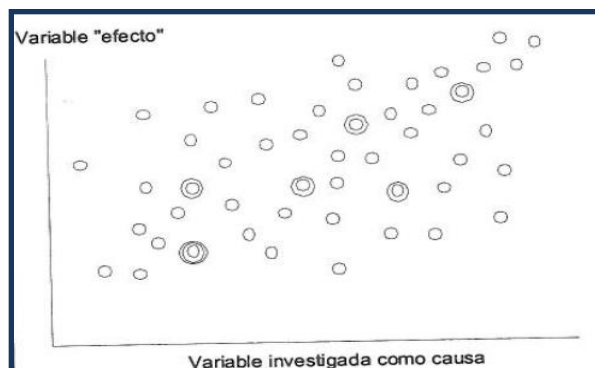


Figura 3.19 Ejemplo de

no correlación

- **Posible correlación Negativa:** un incremento positivo de X produce un incremento negativo de Y. Sin embargo, parece que existen otras causas que actúan sobre Y. Como se muestra en el ejemplo de la figura 3.20.

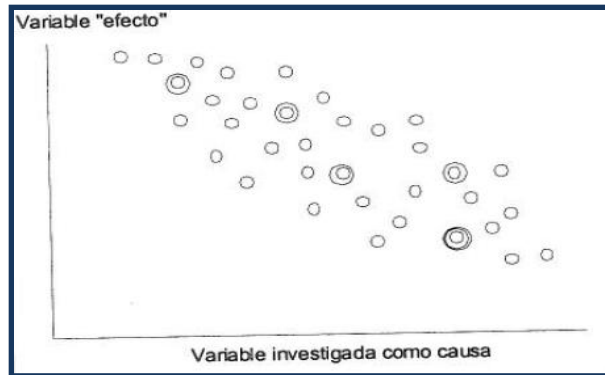


Figura 3.20 Ejemplo de posible correlación negativa

- **Correlación Negativa:** un incremento positivo de X, produce un incremento negativo de Y. Como se muestra en el ejemplo de la figura 3.21.

x = entrenamiento

y = reclamaciones

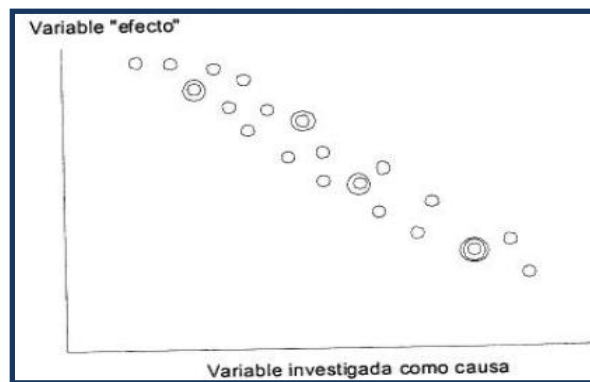


Figura 3.21 Ejemplo de correlación negativa

Para la construcción de un diagrama de Dispersión se mencionan algunos puntos a tomar en cuenta:

1. **Obtención de datos.** Una vez que se han seleccionado las variables que se desea investigar, se reúnen para cada valor de una variable el correspondiente a la otra. Entre más sea el número de puntos con el que se construye un diagrama de Dispersión es mejor.
Es recomendable obtener más de 30 parejas de valores.
2. **Elegir ejes.** Generalmente si se trata de descubrir una relación causa-efecto, la posible causa se representa en el eje X y el probable efecto en el eje Y.
Generalmente en el eje X se representa una variable de entrada de un proceso o alguna variable que pueda influir sobre otra, mientras que en el eje Y se representa alguna variable de salida que se cree puede ser afectada por la variable X.
3. **Construir escalas.** Los ejes deben ser tan largos como sea posible, pero de longitud similar. Para construir la escala se sugiere encontrar el valor máximo y el mínimo de ambas variables.
Escoger las unidades para ambos ejes de tal forma que los extremos de los ejes coincidan de manera aproximada con el máximo y el mínimo de la correspondiente variable.
4. **Graficar los datos.** Con base a las coordenadas en el eje X y en el eje Y, representar con un punto cada pareja de valores de las variables.
Cuando existen parejas de datos repetidos (con los mismos valores en ambos ejes), en el momento de estar graficando se detectará un punto que ya está graficado, y entonces se traza un círculo sobre el punto para indicar que esta repetido una vez.
Si se vuelve a repetir, se traza otro círculo concéntrico, y así sucesivamente.
5. **Documentar el diagrama.** Registrar en el diagrama toda la información que sea de utilidad para identificarlo, como son títulos, periodo que cubren los datos, títulos y unidades de cada eje, área o departamento, y persona responsable de recabar datos.

Otras consideraciones a razonar en la utilización de esta herramienta se exponen a continuación (Fermín 2003):

- Incluso cuando el diagrama de Dispersión muestra la existencia de relación entre dos, no se debe afirmar que una variable es causa de la otra. En muchas ocasiones, la relación es a través de una tercera variable oculta.
- Cuando se representan los datos en el gráfico, cuanto más se ajusten los puntos a una línea, mayor será la relación existente entre ambas variables.
- Cuando el diagrama de Dispersión muestre que no existe evidencia de relación, compruebe la posibilidad de realizar una estratificación.
- Sea creativo a la hora de decidir cómo utilizar el diagrama de Dispersión para descubrir una causa raíz.

3.6.6 5W1H

5W1H es una herramienta que por sus siglas en inglés (What, When, Where, Who, Why, How) significan: Qué, Cuándo, Dónde, Quién, Por qué y Cómo.

Ésta herramienta se lleva a cabo realizando una serie de preguntas con ayuda de las palabras anteriormente mencionadas.

El objetivo de esta herramienta es descomponer un problema en partes pequeñas, con ayuda de un análisis, lo que dará como resultado la causa raíz del problema.

Por consiguiente se debe realizar un análisis a las respuestas obtenidas y así definir las mejoras y soluciones propuestas a la causa raíz encontrada del problema.

3.6.7 Diagrama de Ishikawa

Este diagrama también se le conoce con diferentes nombres como son: Diagrama de Causa - efecto o Diagrama de Pescado, como su nombre lo indica es un esquema que muestra las posibles causas clasificadas de un problema relacionadas con sus efectos. El objetivo de este tipo de diagramas es encontrar las posibles causas de un problema. (Velázquez, 1990)

En un proceso productivo (manufactura), el diagrama de Ishikawa puede estar relacionado con uno o más de los factores (6 M's) que intervienen en cualquier proceso de fabricación:

1. Métodos: procedimientos por usar en la realización de actividades
2. Mano de obra: la gente que realiza las actividades
3. Materia prima: el material que se usa para producir
4. Medición: los instrumentos empleados para evaluar procesos y productos
5. Medio: las condiciones del lugar de trabajo
6. Maquinaria y equipo: los equipos y periféricos usados para producir

El diagrama de Ishikawa (ver figura 3.22) se basa en un proceso de generación de ideas llamado “lluvia de ideas” que puede realizarse de la siguiente manera:

1. Cada miembro del equipo asignado al análisis de algún problema genera una sola idea cada vuelta, de manera ágil, ordenada y sin discusiones. Un miembro del equipo, asignado como secretario, toma nota numerando cada una de las ideas expresadas
2. Una vez finalizada la lluvia de ideas se procede a descartar las ideas repetidas
3. Se verifica que las ideas restantes tengan relación con el problema por analizar

4. Se clasifican las ideas resultantes en el diagrama de Ishikawa

Una manera más directa de hacer el diagrama es realizar una lluvia de ideas para cada una de las diferentes ramas y colocar las ideas resultantes ahí mismo (Escalante 2008).

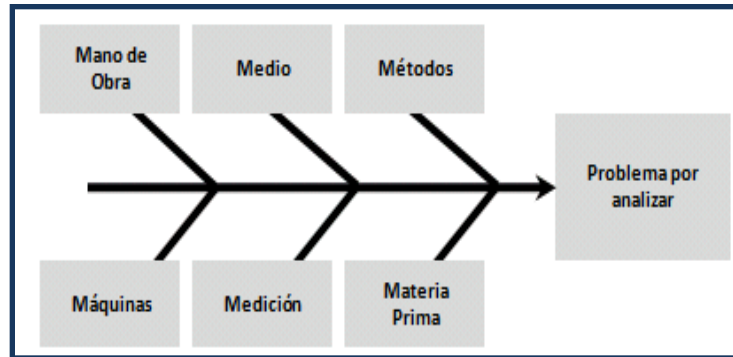


Figura 3.22 Diagrama de Ishikawa

En función del método que se siga para la construcción del diagrama, existen tres tipos básicos de éstos, que son:

- **Diagramas por causa de Variación**

Este diagrama se basa en la realización de la siguiente pregunta: ¿Por qué ocurre la variación de.....?.

La ventaja de construir diagramas con este método es que se fundamenta en el desglose de las variaciones, establece una clara variación entre los factores.

La desventaja que tiene es que la forma que toma es la que deciden quienes lo están haciendo, por lo tanto existe el riesgo de omitir factores importantes.

- **Diagramas por clasificación del Flujo de Procesos o por Tipos de procesos**

Este método toma el flujo de procesos y todos los factores son agregados a él. Se realiza de manera más general analizando todo el proceso completo. La ventaja es que es más fácil de realizar y entender. Por lo tanto es más difícil de omitir algunos factores.

La desventaja de aparecer repetitivamente causas similares y que son las causas debidas a combinaciones de factores son difíciles de ilustrar.

- **Diagrama por enumeración de causas.**

La diferencia de este método con el método de causa de variación estriba en que el punto de partida no es el diagrama mismo, sino más bien lo constituye una lista de aportaciones de todos los miembros del equipo, es necesaria la aportación abierta de cada uno de ellos (Velázquez, 1990).

Una infinidad de ventajas se derivan del uso de este tipo de diagramas, las más relevantes se mencionan a continuación:

- Su análisis ayuda a determinar el tipo de datos que deben obtenerse, para confirmar el efecto de los factores que fueron seleccionados como causas de los problemas.
- Ayuda a detectar las causas de la dispersión en las características de calidad. El diagrama de Ishikawa se traza para ilustrar con claridad los diversos factores que afectan un resultado, clasificándolos y relacionándolos entre sí, con el objetivo de una mejora.

- Ayuda a prevenir problemas identificando causas potenciales de un problema de calidad que pueden prevenirse tomando las decisiones adecuadas.
- Ayuda al trabajo en equipo, trabajando con un fin en común
- Se adquieren nuevos conocimientos sobre el funcionamiento del proceso/ servicio, al igual analizando el por qué de las causas.
- Se utiliza para analizar cualquier problema de productividad, seguridad, calidad, entre otras (Velázquez, 1990).

Las razones por la que es importante utilizar el Diagrama de Ishikawa son las siguientes:

- Para identificar características y parámetros claves
- Para identificar las distintas causas que afectan a un problema
- Para lograr entender un problema por parte de un grupo

A continuación se mencionan algunos factores claves de cuándo utilizar este tipo de diagrama:

- En el despliegue de características claves
- En la búsqueda de las causas posibles de un problema
- Para la organización de los resultados de una sesión de tormenta de ideas
- En la identificación de las fuentes de variación de un proceso
- En la realización de un diseño de experimentos

Algunos pasos a tomar en cuenta para la realización de este tipo de herramienta se exponen a continuación:

- Establecer y acordar con el grupo de trabajo la definición del problema objeto de la discusión. Esta definición constituirá el “efecto”.

- Mediante una sesión de tormenta de ideas, determinar las categorías más importantes de causas del problema. Si existe algún problema en este punto. Un efecto en particular puede estar relacionado con numerosas causas (Escalante, 2008).

A continuación se analizan algunos puntos importantes con respecto a esta herramienta:

- Asegurarse de que la cadena causa/efecto tiene sentido lógico
- Comprobar si existe alguna causa principal que tenga menos de tres subcausas. En caso afirmativo, revisar el proceso.
- Comprobar si existe alguna causa principal que tenga, de una forma apreciable, menos niveles de sub-sub-causas que las otras causas principales. En caso afirmativo revisar el proceso.
- Buscar aquellas causas que aparecen repetidamente

Otras consideraciones que se deben tomar en cuenta en la utilización de esta herramienta son:

- No se debe ir más allá del área de control del grupo que está participando en la construcción del diagrama de causa y efecto para evitar la frustración de sus miembros
- Utilizar el menor número posible de palabras en las definiciones
- Asegurarse de que todos los miembros conocen y están de acuerdo en el planteamiento del problema

3.6.8 Tormenta de ideas

Escalante (2008) comenta que la tormenta de ideas es una técnica que, utilizando la interacción de un grupo de personas, sirve para generar una gran cantidad de ideas en un corto lapso de tiempo.

A continuación se exponen algunos puntos que ayudan a poder ver para que utilizar esta herramienta:

- Para producir muchas ideas diferentes en un corto espacio de tiempo
- Para generar ideas creativas
- Para aumentar el involucramiento y el trabajo en equipo
- Para estimular y obtener ideas multidisciplinarias
- Para crear una cultura de participación
- Para forjar valores como el respeto, compañerismo, humildad, honestidad, etc.

Los siguientes puntos ayudan a identificar y a discernir cuando utilizar dicha herramienta:

- En la identificación de oportunidades de mejora
- En la identificación de causas cuando se construye un diagrama de Ishikawa.
- En la identificación de los clientes y suministradores de un proceso
- En la identificación de áreas con problemas en un proceso
- En la identificación de fuentes de variación

Se mencionan algunos puntos a considerar de cómo utilizar esta herramienta de trabajo:

- Revisar el tema objeto de la discusión. Por lo general suele ser mejor que este tema se encuentre en forma de pregunta utilizando cuestionamientos como: ¿Por qué? ¿Cómo? o ¿Qué?.
- Asegurarse de que todos los miembros del grupo han entendido perfectamente el tema sobre el que se va a realizar la Tormenta de Ideas.
- Permitir unos minutos de silencio para que los miembros del grupo puedan pensar con respecto a los cuestionamientos.
- Realizar una invitación a los miembros del grupo que expresen sus ideas de una manera organizada. Es muy útil escribir las ideas como soporte y que se puedan visualizar por todos los presentes.

Las ideas propuestas deben escribirse con las mismas palabras que utilizo el expositor.

- Continuar generando y registrando ideas hasta estar seguros que ya no hay más comentarios al respecto.
- Anotadas las ideas, se procede a clarificar cualquier cuestión presentada por cualquier miembro del grupo, y por consiguiente se procede a la eliminación de aquellas ideas que por unanimidad se consideren viables.

Algunas consideraciones de lo que se debe hacer al utilizar esta herramienta de trabajo son las siguientes:

- Ir por la cantidad de ideas (no necesariamente por la calidad) en las primeras rondas.
- Permitir a los individuos completar sus pensamientos
- Construir sobre las ideas existentes
- Ser breve y conciso al afirmar una idea

- Organizar, clasificar y evaluar sólo después de la sesión de lluvia de ideas
- Realizar y mantener notas autoadhesivas, de igual forma es buena opción transcribir las ideas en un rotafolio (las notas autoadhesivas pueden ser reutilizados para la creación de un diagrama de afinidad).

Algunos detalles que se deben omitir en la realización de esta herramienta son las siguientes:

- Criticar las ideas de los participantes
- Tomar decisiones rápidas sin haber analizado profundamente las ideas propuestas.
- Parafrasear la idea al transcribirla al rotafolio, con el fin de no cambiar de rumbo la idea.

Las variaciones que se pueden presentar y otras técnicas que se pueden recurrir para realizar una tormenta de ideas son las siguientes:

- Existen muchas versiones de la Tormenta de Ideas. La descrita es la más básica. Otras técnicas más estructuradas de realizar una Tormenta de Ideas son las siguientes:
 - Técnica de Grupos Nominales
 - Escritura de Ideas
 - Diagrama de Afinidad
 - Diagrama de Ishikawa
- Otras variaciones

1. Durante un tiempo determinado no muy largo, debe solicitarse a cada miembro del grupo escribir una hoja de ideas en una hoja de papel y al terminar cada miembro debe expresar sus ideas en voz alta.
2. Solicitar inicialmente soluciones mínimas, no realistas. Después combinar ideas resultantes para obtener alternativas razonables.

Algunos puntos que son de importancia y se deben de considerar para esta herramienta son las siguientes:

- La tormenta de ideas no proporciona directamente respuesta a las preguntas presentadas en la resolución de un problema. El objetivo de esta herramienta es conseguir una lista muy amplia de posibilidades que se utilizará como punto de partida en el análisis.
- Evitar la aparición de sesgos, tanto por enunciados defectuosos del problema como por el incumplimiento de las reglas del juego de esta herramienta, como son intereses personales.
- No ser tan convencional en las ideas. Generar ideas con diferentes perspectivas.
- Buscar una participación ágil
- Se puede construir ideas sobre las ideas de los demás
- Evitar comentarios positivos, ya que al no realizar uno con respecto a la idea de otra persona, se verá afectada la persona y creará que su idea no tenía valor y de igual forma no querer aportar más ideas.
- No ser crítico es un factor muy importante. Cuando se es crítico los miembros del grupo empiezan a evaluar sus ideas antes de decirlas, y con ello, pierde la creatividad y se generan menos ideas.

3.6.9 5W

Es una herramienta que tiene la finalidad de buscar la causa raíz del problema. Está consiste en realizar 5 veces la pregunta ¿Por qué? De manera que se vayan despejando las causas del problema y se llegue a la causa raíz del mismo.

5W es muy útil, y fácil de manejar, de manera que cualquier persona que desea utilizar puede hacerlo sin problema.

3.6.10 Gráfica de Tendencias

La gráfica de tendencias es una herramienta que muestra la variación de una característica de interés de un proceso, durante cierto periodo.

Su objetivo es monitorear el comportamiento de dicha característica de interés de un proceso.

Para interpretar una grafica de tendencias se consideran los siguientes factores:

- Se deben buscar patrones como ciclos, tendencias o cambios.
- Observar si la línea media representa el valor que se desea que tenga el proceso.
- No todas las variaciones son importantes(Escalante, 2008) Ver figura 3.23.

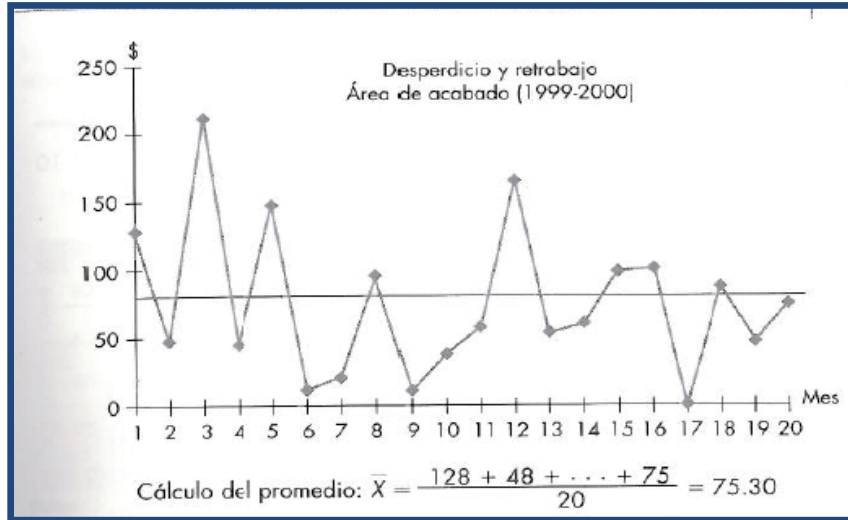


Figura 3.23 Gráficas de tendencias de costos

3.6.11 Elaboración de un Diagrama de Flujo Usando la Simbología del Sector Automotriz

Escalante (2008) comenta que para la elaboración de un diagrama de flujo usando la simbología del sector automotriz se debe definir las fronteras del proceso y usar los símbolos mostrados en la figura 3.24.

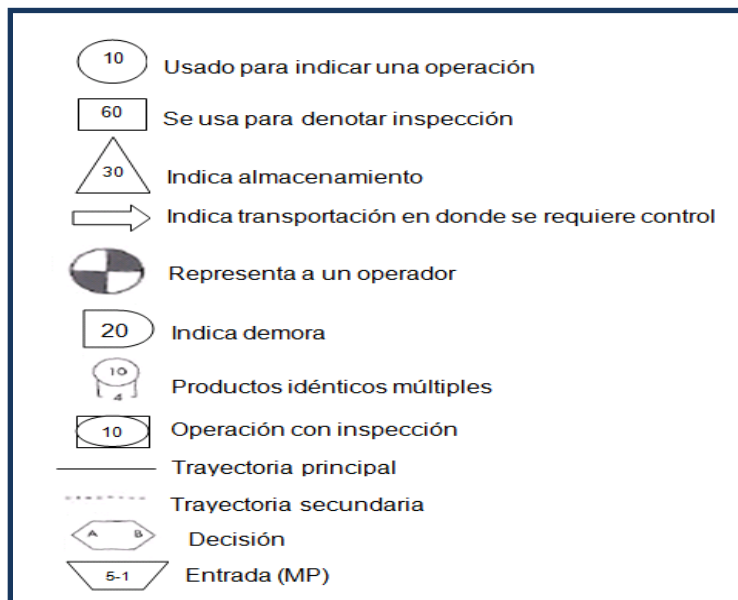


Figura 3.24 Elementos de un diagrama de flujo

3.6.12 Elaboración de un Diagrama de Flujo usando la Simbología Universal

Escalante (2008) menciona que un proceso es “una interacción de gente, materiales, equipos e información que tiene como fin transformar ciertas entradas en salidas específicas. Definir y describir el proceso significa señalar los elementos del proceso, sus pasos, entradas, salidas y variables.”

Lo anterior se puede efectuar por medio de un diagrama de flujo. Al elaborar un diagrama de flujo es importante buscar oportunidades para descartar pasos.

Definir las fronteras del proceso y usar los símbolos mostrados en la figura 3.25 (Escalante 2008).

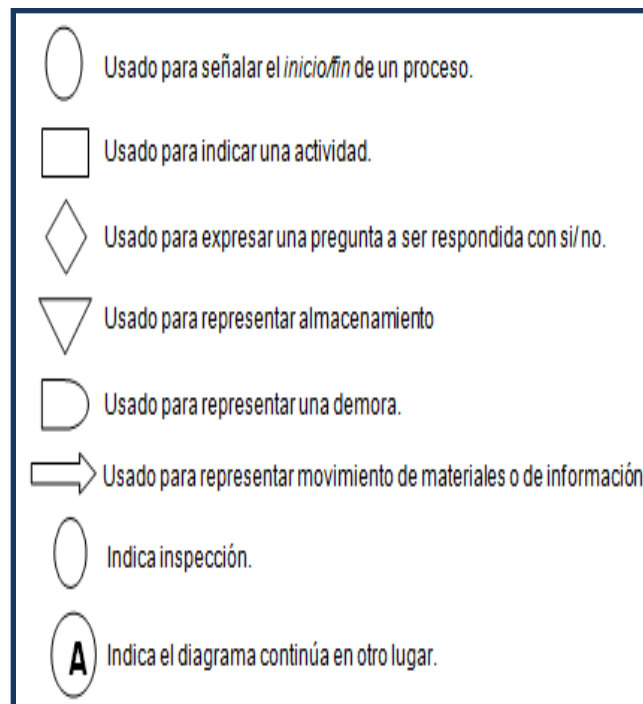


Figura 3.25 Elementos universales de elaboración

3.6.13 Técnica de Grupo Nominal

Escalante (2008) comenta que la técnica de grupo nominal se utiliza “para jerarquizar propuestas”. El objetivo de dicha técnica es lograr consenso entre los participantes de un equipo.

En forma general puede usarse cuando las propuestas por jerarquizar no se puedan cuantificar, o sea muy complicado realizarlo.

Aplicada, por ejemplo, a las ideas resultantes en un diagrama de Ishikawa, cada miembro del equipo, de manera individual, jerarquiza las ideas, es decir, se les asigna un orden de acuerdo con su importancia.

Enseguida se combinan las jerarquizaciones de todos los miembros y se suman. La idea que tenga el mayor número será la más importante.

3.6.14 Gráficas Multivary

Estas gráficas fueron desarrolladas por Leonard Seder en 1950

Para Escalante (2008) las gráficas Multivary son un procedimiento gráfico de descomposición de fuentes de variación. Su objetivo es mostrar las fuentes de variación más importantes en un proceso.

Las fuentes de variación pueden clasificarse de la siguiente forma:

1. **Interna (posición).** Ocurre cuando existe variación en cierta característica de calidad a lo largo de la pieza. Por ejemplo excentricidad, planicidad, espesor, conicidad, porosidad, etc. El valor objetivo de estas características es cero.

2. **Entre piezas (cíclica).** Es la variación entre piezas o entre lotes fabricados en cierto periodo corto. Usando gráficas de control, la gráfica R muestra también este tipo de variación.
3. **Variación en el tiempo.** Es la variación entre piezas o entre lotes fabricados en cierto periodo largo. Representa la variación en operadores, materia prima, medio y otros. Usando gráficas de control, la gráfica de medias muestra también este tipo de variación (diferencias entre medias).
4. **Variación de fuentes.** Es la variación provocada por diferentes fuentes que elaboran el mismo producto. Por ejemplo diferentes cavidades, cabezas, estaciones, etc.

En cuanto al tamaño se muestra las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda que el tamaño de muestra (Kasmiersky, 1995) sea de por lo menos entre tres y cinco piezas producidas consecutivamente.
2. El tiempo entre las muestras debe ser suficientemente largo para poder observar variación entre las muestras.
3. Se deben tomar un mínimo de 15 mediciones para el estudio. (Escalante 2008). En la figura 3.26 se muestra un ejemplo de la gráfica Multivary.

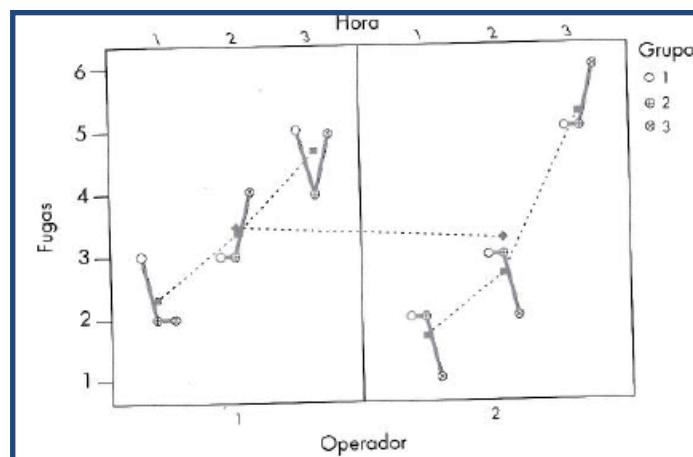


Figura 3.26 Gráfica multivary

3.6.15 Análisis de Modo de Efecto de Fallas

El AMEF por sus siglas significa Análisis de Modo y Efecto de Fallas es un grupo sistemático de actividades con el propósito de:

1. Reconocer y evaluar las fallas potenciales de un producto o proceso, y los efectos de dichas fallas.
2. Identificar acciones que podrían eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran fallas potenciales.
3. Documentar todo el proceso

Las características del AMEF son: minimizar la probabilidad de una falla o minimizar el efecto de la falla; se efectúa previamente a la finalización del concepto (diseño) o previamente al inicio de la producción (proceso); es un proceso interactivo sin fin, y es una manera de documentar el diseño y el proceso.

El AMEF de diseño evalúa lo que podría resultar mal con el producto durante su uso y durante su manufactura como consecuencia de debilidades del diseño (Aldridge y Taylor 1991).

El AMEF de proceso se enfoca en las razones de fallas potenciales durante manufactura, como resultado del incumplimiento con el diseño original, o el incumplimiento de las especificaciones del diseño (Aldridge y Taylor 1991).

De acuerdo con Gilchrist (1993), aunque los problemas o las fallas generalmente surgen durante la producción, realmente se originan en las fases de planeación y diseño del producto.

El uso del AMEF se enfoca en nuevos diseños, nuevas tecnologías o procesos nuevos, cuando se hacen modificaciones a diseños o procesos existentes, cuando se

usa un diseño o proceso existente en un nuevo ambiente, o en un nuevo lugar, o en una nueva aplicación.

Sin embargo también se puede usar en procesos que ya están instalados y funcionando, y también como técnica de solución de problemas.

El AMEF de diseño se debe llevar a cabo antes que la liberación de los dibujos de producción. Incluye la fase de desarrollo del producto.

No se basa en los controles de proceso para corregir las deficiencias en el diseño, pero si toma en cuenta las limitaciones técnicas y físicas de manufactura, desde componentes individuales hasta ensambles (Escalante, 2008).

3.6.16 Pasos de AMEF (diseño y proceso. Modificado de Stamatis, 1995)

Escalante 2008 comenta que se debe llevar a cabo una serie de pasos para llevar a cabo la herramienta AMEF y se mencionan a continuación:

1. Seleccionar al equipo y realizar una lluvia de ideas (equipo formado por personal de diferentes áreas).
2. Elaborar diagrama de bloques (diseño) o diagrama de flujo (proceso)
3. Obtener datos de fallas y llenado de la forma (modos de falla)
4. Análisis de la información. Pueden ser análisis cuantitativos o cualitativos. Se puede usar lluvia de ideas, Ishikawa, SPC, DOE, simulación para obtener información sobre los efectos de las fallas y estimar la severidad, ocurrencia y detección.
5. Recomendar acciones de mejoramiento
6. Evaluar las acciones.
7. Continuar con las mejoras

3.6.17 Plan de Control

El plan de control es una continuación del AMEF en donde se registra información de control importante principalmente para las características críticas señaladas en el AMEF.

3.6.18 Formato del Plan de Control

Para llevar a cabo un plan de control se requiere de un formato específico y que se puede observar en la figura 3.27.

Compañía/Planta	Fecha inicio	Departamento	Preparado por	Hoja	
	Última rev.	Proceso	Aprobado por	No. Documento	
Parámetro	Crítico	Medición			
		Especificación	Instrumento	Responsable	
Medición				Método de control	Plan de reacción
Lugar	Registro	Frecuencia	Muestra		

Tabla 3.27 Formato del plan de control

Un plan de reacción es un procedimiento que indica las actividades por realizar en caso de que exista alguna anomalía en el funcionamiento del proceso. (Escalante, 2008).

3.6.19 Mapeo de Procesos

El mapeo de un proceso es una representación gráfica de un proceso en la que se ilustran en forma detallada todos los pasos del proceso, tanto los que agregan

valor como los que no; también se identifican las variables claves del proceso, tanto de entrada como las de salida.

El propósito de un mapeo de proceso es identificar los sistemas de medición que requieren ser analizados, establecer las variables críticas para la calidad que es necesario estudiar su capacidad, identificar oportunidades para simplificar el proceso, ya sea eliminando pasos o identificando cuellos de botella.

Los mapeos de procesos se clasifican en niveles y se pueden realizar de acuerdo a ellos, a continuación se hace mención de ellos:

- Macro (toda una organización)
- Nivel Local (todo un proceso)
- Nivel micro (un subproceso en particular)

En la figura 3.28 se muestran los símbolos utilizados para realizar el mapeo de proceso. A continuación se enumeran los pasos a seguir para la realización de un mapeo de procesos.

1. Listar los pasos en general y las principales variables de salida que son claves para el cliente.
2. Identificar los pasos que agregan valor y los que no agregan valor en el proceso.
3. Mostrar las características críticas de calidad de cada paso del proceso o producto.
4. Listar y clasificar las entradas claves en cada paso del proceso. La clasificación se puede hacer con los siguientes criterios: crítico (*), controlable (o) y de ruido (/).
5. Añadir las especificaciones de operaciones actuales y los objetivos de proceso para las entradas controlables y críticas.







	Paso del proceso u operación
	Demora
	Medición o Inspección
	Almacenaje
	Transmisión electrónica de fatos
	Transporte o movimiento

Tabla 3.28 Simbología para un mapeo de procesos

3.6.20 Transporte y Diagramas de Spaghetti

Son diagramas que describen el flujo físico de trabajo o material de un proceso. Es útil para mejorar la distribución física de un espacio (oficina, fábrica, almacén) o una forma de trabajo. Ver figura 3.29.

Para crear un diagrama de flujo de trabajo se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Encontrar o realizar un diagrama del espacio de trabajo
- Realizar una lista de pasos o etapas del proceso
- Marcar, el primer paso del proceso, dibujar una flecha desde el lugar donde ocurre el segundo paso, etc. Se continuará hasta haber asignado todos los pasos del proceso.
- Discutir el esquema final con un objetivo para mejorar el flujo de trabajo

- Para el encruzamiento de líneas, experimentar con arreglos de espacios de trabajo para crear un flujo más limpio.
- Si las líneas en varias ocasiones vuelven hacia el mismo lugar, observar y analizar si el trabajo realizado no se puede combinar o realizar al mismo tiempo.

Algunos tips a tomar en cuenta al utilizar este tipo de herramienta son las siguientes:

- Los diagramas de Spaghetti se pueden utilizar para describir el flujo de información, materiales o personas
- Transferencias en un retraso significativo y los tiempos de cola
- Al observar líneas entrecruzadas, investigar formas de reducir transferencias y simplificar el diseño de la misma

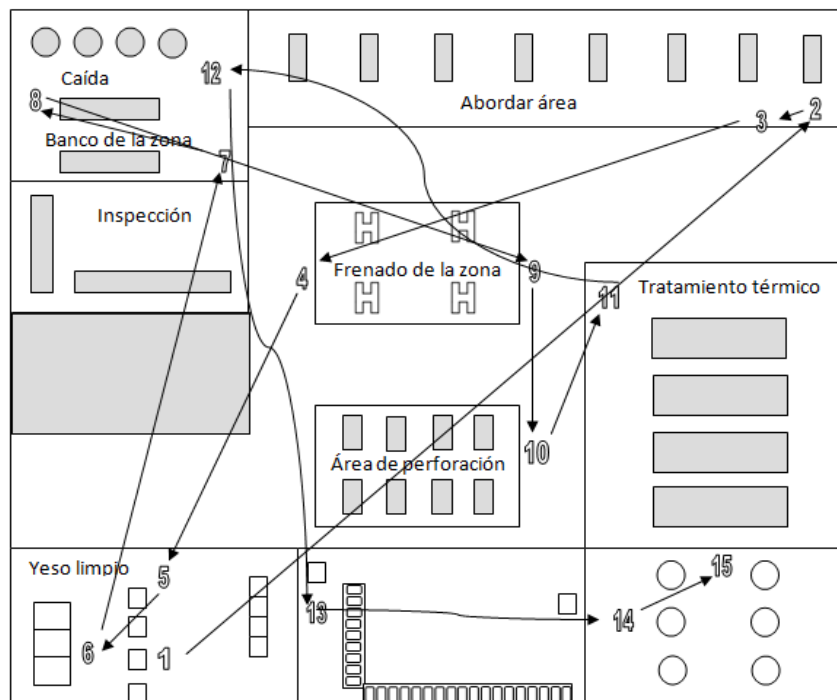


Tabla 3.29 Diagrama de spaghetti

3.6.21 Diagramas de Afinidad

Esta herramienta de trabajo es útil para organizar los datos, opiniones y temas en grupos naturales para ayudar a diagnosticar una situación compleja o encontrar temas.

A continuación se exponen algunos puntos del porque es importante usar el diagrama de Afinidad

- Para organizar diversidad de ideas
- Para ayudar a identificar los temas centrales en un conjunto de ideas
- Cuando la información sobre un problema no está bien organizada
- Cuando se necesita un avance más allá del pensamiento tradicional

A continuación se mencionan algunos puntos con respecto a cuándo debe usarse dicha herramienta:

- Para organizar las ideas de una sesión de lluvia de ideas en cualquier fase del DMAIC.
- Para encontrar temas y mensajes en declaraciones del cliente obtenidas de entrevistas, encuestas o grupos de enfoque.

Se exponen una serie de pasos para tener conocimientos de cómo crear un diagrama de Afinidad

- Recoger ideas de la sesión de lluvia de ideas, o las declaraciones de los clientes necesitan de transcripciones de entrevistas, encuestas, etc.
- Escribir las ideas en tarjetas o notas adhesivas (una idea por tarjeta)
- Publicar notas adhesivas aleatoriamente en un tablero o pizarra, en caso de que sean tarjetas colocarlas al azar sobre una mesa.

- Decirle a las personas que guarden silencio cuando algún participante este exponiendo su idea, y no dejar que influya en ella.
- Pedir a cada participante que interprete lo que ve en las ideas
- Opcional: hacer una segunda ronda de opiniones, si se desea. Completar el diagrama y discutir los resultados.

3.7 Estructura Humana de Seis Sigma

La meta definitiva es crear compañías Seis Sigma, cuyos sistemas y procesos sean tan perfectos como sea posible, funcionando a su mejor nivel de rendimiento.

Debido a que Seis Sigma afecta el modo en que se hacen las cosas, su implantación con éxito exigirá un cambio en la cultura que puede ser profundo, lo que dará como resultado un nivel alto de calidad que no solo se exige con la estadística, sino también cambios en la cultura de la organización.

Seis Sigma considera a sus empleados como un activo (una inversión), por lo tanto, es importante que las personas a implementar Seis Sigma deban llevar una preparación adecuada.

Según Escalante la estructura humana de Seis-Sigma se compone de los siguientes niveles:

1. **Campeones:** directores de área, quienes proveen dirección estratégica y recursos con respecto a los proyectos por realizar.
2. **Maestros Cinta Negra:** personal seleccionado que fue capacitado y estuvo cierto tiempo capacitado como expertos cinta negra, y que ahora coordina y capacita a éstos en su desarrollo como expertos en Seis Sigma.

3. **Cintas Negras:** personal con las habilidades necesarias de liderazgo y técnicas para entender y aplicar la metodología Seis Sigma, a la vez que motivan y dirigen equipos en el desarrollo de proyectos.

También se encargan de capacitar a las cintas verdes y se recomienda que 100% de su tiempo sea enfocado a su participación como líderes de proyectos Seis Sigma.

4. **Cintas Verdes:** personal enfocado a sus actividades cotidianas diferentes a Seis Sigma, que dedican parte de su tiempo a integrarse con cintas negra para participar en proyectos Seis Sigma (Escalante, 2008)

3.8 El Ciclo de Shewhart /Deming (Modificado de Deming, 1982)

El programa Seis Sigma se basa, aunque no esté expresado directamente, en el Ciclo de Deming.

El ciclo de Deming es un procedimiento para el mejoramiento, como se puede observar en la figura 3.30.

Es una guía lógica y racional para actuar en una gran variedad de situaciones, una de las cuales es resolver problemas (Escalante, 2008).

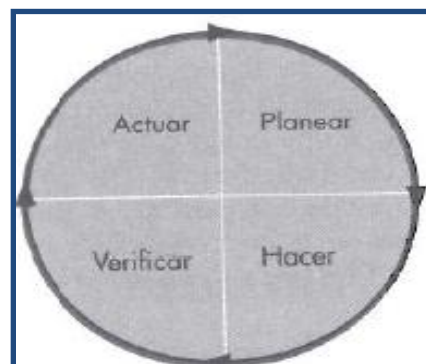


Figura 3.30 El ciclo Shewhart/Deming

3.8.1 Fases del ciclo de Deming

A continuación se exponen las fases del ciclo de Deming y consisten en lo siguiente (Escalante, 2008):

1. Planear

- a) Definir el problema/seleccionar el proyecto
- b) Definir y describir el proceso

2. Hacer

- a) Evaluar los sistemas de medición
- b) Determinar las variables significativas
- c) Evaluar la capacidad del proceso
- d) Optimizar y robustecer el proceso

3. Verificar

- a) Validar la mejora

4. Actuar

- a) Controlar y dar seguimiento al proceso
- b) Mejorar continuamente

Existe también otra forma de llamar a las fases de Seis Sigma con base en lo que se conoce como DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control), tal y como se muestra en la siguiente sección.

Capítulo 4

Metodología Propuesta

La metodología DMAIC comprende de cinco etapas, cada una de ellas se basa en diferentes herramientas básicas relacionadas con la estadística, es de gran importancia tener en cuenta que es lo que se busca en cada una de las etapas del ciclo DMAIC, en la figura 4.1 se simplifica la metodología propuesta.

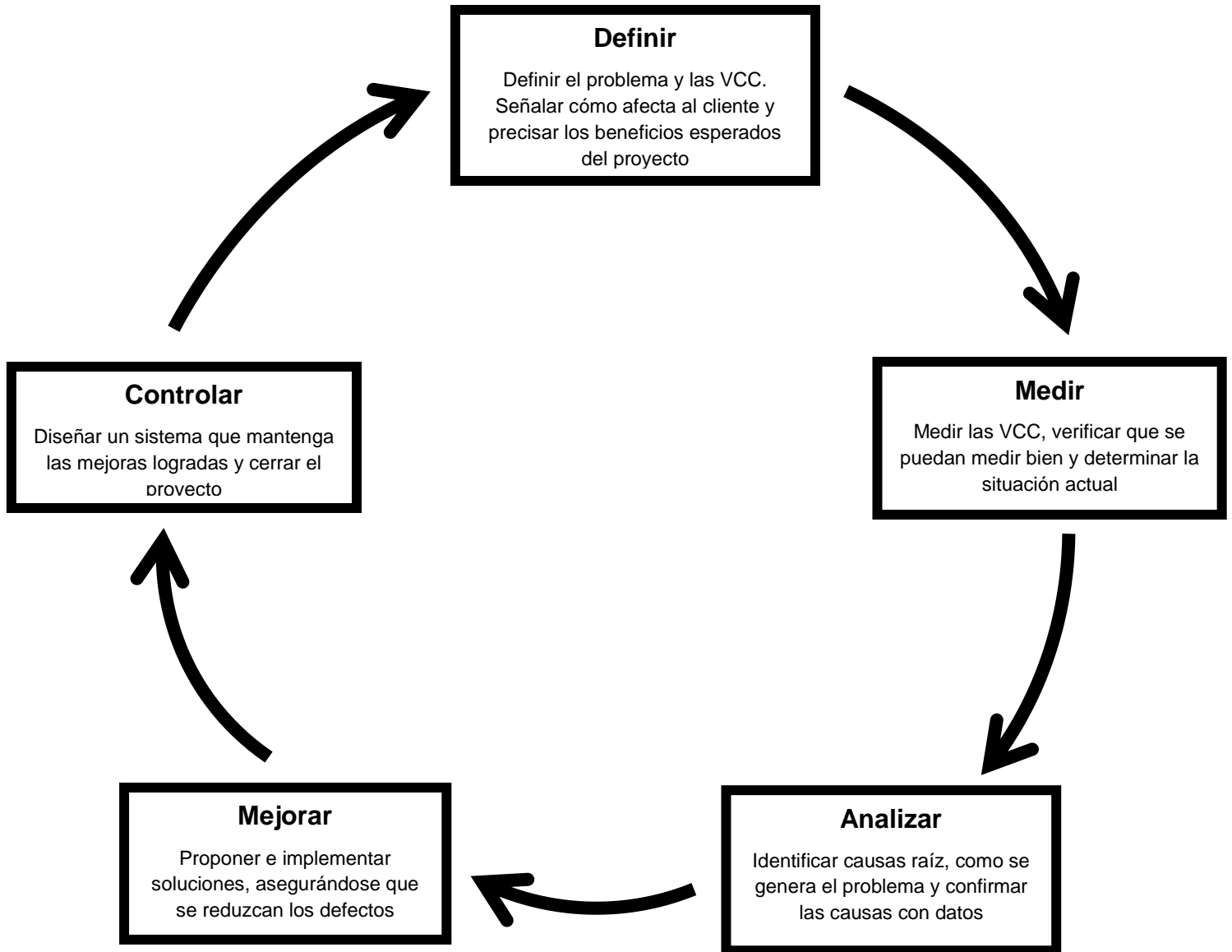


Figura 4.1 Metodología propuesta

4.1 NCE

NCE por sus siglas en inglés Nestlé Continuous Excellence significa Nestlé Excelencia Continua.

NCE es un Modelo Único de gestión para todas las fábricas del grupo Nestlé en el mundo y sirve para trabajar de una misma manera.

Este Modelo Único se realiza por tres razones, denominadas las 3C's y éstas son: Deleitar al **Consumidor**, Entregar ventaja **Competitiva** y Excelencia en **Cumplimiento**.

Los objetivos de NCE son cero pérdidas, un equipo de trabajo y 100% compromiso. Estos objetivos se logran a través del Modelo Único Nestlé que está conformado por tres Módulos Fundacionales en los que se basa. Ver figura 4.2

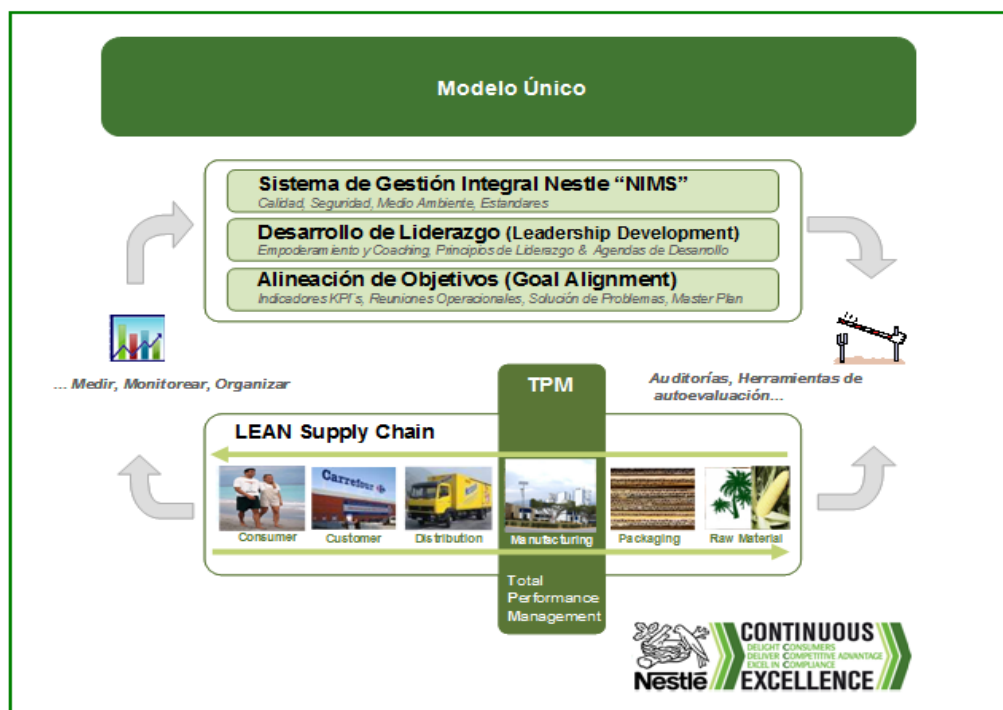


Figura 4.2 NCE

En el módulo fundacional Goal Alignment, es decir, Alineación de Objetivos se encuentra las herramientas de solución, entre ellas la metodología DMAIC que se explica más a detalle a continuación.

4.2 DMAIC

Para el desarrollo del proyecto en la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg se aplicaron las cinco etapas del DMAIC (ver figura 4.1). En las secciones siguientes se explican más detalladamente cada una de ellas.

1. Definir

Durante esta etapa se definen varios aspectos importantes del proyecto, tomando en cuenta un orden prioritario. Los pasos a seguir se mencionan a continuación:

1. **Definir el nombre del proyecto.** En este paso se analiza y se define la problemática que se desea resolver y se formula el nombre del proyecto a realizar.
2. **Delimitar la duración del proyecto.** De acuerdo al proyecto a realizar se delimita la duración del proyecto.
3. **Definir el alcance del proyecto.** Se define el alcance que tendrá el proyecto a realizar y tener una idea más clara de éste.
4. **Definir el objetivo del proyecto.** Se definen objetivos que tendrá el proyecto de manera clara y específica.
5. **Especificar los beneficios que se desean alcanzar.** Se enlistan los diversos beneficios que tendrá la compañía con la implementación de la metodología.

6. **Definir el equipo de trabajo.** Se definen los participantes del proyecto, quienes aportarán sus conocimientos para resolver los problemas que se presenten. Esto es en base a los problemas que se quieran resolver, buscando el perfil adecuado.
7. **Realizar el Diagrama SIPOC.** Con la aplicación de esta herramienta se busca realizar un análisis más profundo del proceso y así poder detectar las variables que intervienen en él, y comprender diferentes agentes como son las entradas del proceso, los proveedores, el proceso en sí, las salidas y los clientes del mismo.
8. **Realizar el Diagrama CTQ.** Este diagrama nos ayuda analizar y definir los atributos que se requieren medir más adelante, así como las unidades de medidas de los mismos, y por consiguiente detectar los problemas que se presentan y no dejan tener un mejor resultado en el proceso de producción.
9. **Describir el proceso actual.** En este punto se realiza una descripción del funcionamiento del proceso que se está analizando actualmente, de manera que se tenga una visión más clara de su funcionamiento, y de esta forma detectar las anormalidades más frecuentes, atacar y proporcionar mejoras más adelante.
10. **Realizar un Layout del proceso.** Este punto es muy importante ya que se puede complementar con toda la información que hemos recabado anteriormente. Aquí se puede observar cómo opera la herramienta hombre- máquina, como está conformado el proceso, etc.

En Nestlé Servicios Industriales fábrica Chiapa de Corzo se presentaron diversos problemas, para ello, se llevo a cabo un análisis de las áreas (Fabricación, Higienistas, Envase y Calderas) y con ello definir los problemas con los que cuenta actualmente la empresa.

El área de Fabricación se compone en tres áreas que son: almacén de materia prima, cuarto de control y estandarizado (Ver figura 4.3). Éstas fueron las áreas que se determinaron con mayor prioridad a la solución de problemas.



Figura 4.3 Áreas de fabricación

Los problemas encontrados en las áreas anteriormente mencionadas son las siguientes:

- Mala organización de los objetos provocando desorden
- Baja productividad
- Conservación de objetos sin utilidad en el área
- Falta de distribución y delimitación en el almacén de producto terminado provocando un atraso en el trabajo y en la búsqueda del producto.

Todo esto se empezó a solucionar observando el lugar de trabajo y analizando cada observación de manera de encontrar la solución más factible al caso.

Almacén de Materia Prima

En el área donde se almacena la materia prima se analiza y se observa artículos en demasía y desorganizados, en la figura 4.4 se presenta el antes y el después de la implementación de soluciones.



Figura 4.4 Almacén de materia prima

Estandarizado

Los resultados que se obtuvieron implementando las soluciones propuestas después de un análisis se muestran en la figura 4.5.



Figura 4.5 Estandarizado

Cuarto de Control

Los resultados a los que se llegó implementando soluciones y analizando los problemas se muestra en la figura 4.6.



Figura 4.6 Cuarto de control

2. Medir

Esta etapa estudia los efectos más que las causas del problema. Para ello se requiere realizar gráficos que representen los datos del funcionamiento del proceso actual, esto analizando y utilizando diferentes herramientas como son: diagramas de Pareto, Histogramas, diagramas de Dispersión, etc.

Todo esto para medir el estado actual del proceso y realizar un análisis de los factores que están ocasionando diferentes problemas en el área, que se están presentando y requieren de una solución.

Para esta etapa es muy importante contar con antecedentes del funcionamiento del proceso, para después poder interpretarlo con gráficas.

Se realizaron análisis de los KPI'S en las diferentes áreas con la finalidad de observar si éstos estaban cumpliendo con el objetivo en su uso y detectar detalles a solucionar.

Los resultados que arrojaron las observaciones y la implementación de soluciones fueron cambios en los tableros y mejoras en el formato de los KPI'S.

Todo ello con la finalidad de realizar un trabajo más concreto y con mayor claridad a los objetivos que se desean alcanzar. Ver figura 4.7 y 4.8.

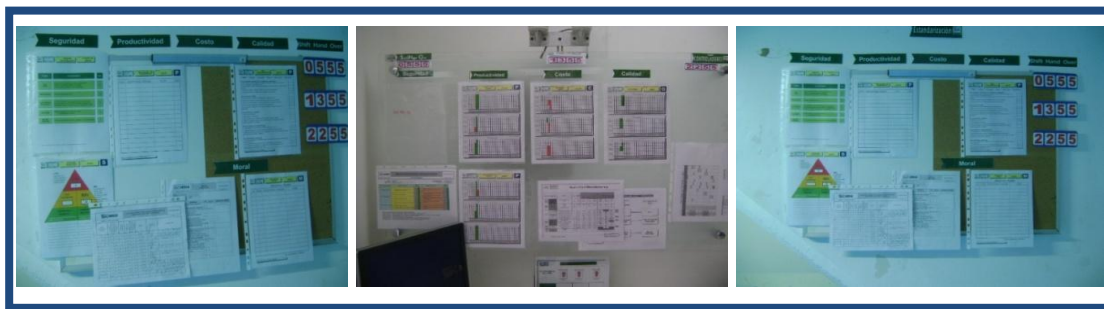


Figura 4.8 Antes de la implementación



Figura 4.9 Después de la implementación

3. Analizar

En esta etapa se analizan los datos que fueron recabados durante la etapa de medir, es importante mirar el proceso desde un punto de vista crítico en el sentido de detectar los pasos que realmente añaden valor desde el punto de vista del cliente.

El seguimiento que se lleva a cabo en el análisis es el siguiente:

1. **Realizar un diagrama de Ishikawa.** La realización de este diagrama es muy importante para detectar los problemas que se están presentando en el proceso, con la ayuda de las 6M's (Material, Mano de Obra, Maquinaria, Método y Medio ambiente), de igual forma se tiene una visión más clara de los problemas que ocasionan atrasos
2. **Realizar un Diagrama de priorización.** Este diagrama nos ayuda a priorizar los problemas detectados anteriormente y así poder darle solución de acuerdo a las prioridades analizadas y concluidas
3. **Utilizar las herramientas de las 5W o 5W1H.** Estas herramientas son completamente distintas aunque tienen la misma función que es realizar un análisis más profundo de los problemas presentados y detectar la causa de los problemas
4. **Realizar una hipótesis.** Es importante realizar una hipótesis de los problemas realizados que ayudara a encontrar la solución del problema

Analizando la situación en la que se encontraba Nestlé se llegó a la conclusión de que se necesita difundir más información sobre las herramientas de solución de problemas (DMAIC, ADF, VOCA).

Para ello se realizaron diferentes actividades con la finalidad de difundir los conocimientos necesarios, éstas se mencionan a continuación:

- Elaboración de concursos de proyectos DMAIC con la finalidad de poner en práctica los conocimientos básicos adquiridos con anterioridad.
Todos estos conocimientos aplicados a los problemas que ocurrían dentro de la fábrica, lo que dio como resultado soluciones a los problemas, motivación y aprendizaje a los empleados.

Se realizaron dos proyectos DMAIC, uno con respecto al ahorro del agua y el otro con respecto al incremento de la velocidad de secado del polvo cappuccino.

En la figura 4.9 se muestra la realización de las exposiciones de los concursos DMAIC.



Figura 4.9 Concursos DMAIC

En la figura 4.10 se muestran los resultados de los ganadores en un aviso publicado en las instalaciones.



Figura 4.10 Resultados

Habiendo expuesto los resultados en Nestlé fábrica Chiapa de Corzo se recompensa el esfuerzo de los empleados participantes con la entrega de un obsequio y un reconocimiento por el buen trabajo realizado. Ver figura 4.11.



Figura 4.11 Reconocimiento

- Se realizaron trípticos de las diferentes herramientas de solución (DMAIC, ADF Y VOCA) con el fin de dar a conocer más información a los empleados de la utilización de las mismas.
- Se realizaron impresiones de posters de las herramientas de resolución de problemas y de información de NCE con el fin de que los empleados se empaparan de los conocimientos básicos con respecto al mismo. Ver figura 4.12.



Figura 4.12 Posters

- Se realizó un cuestionario de preguntas NCE incluyendo en ellas las herramientas de solución, se les repartió a cada empleado uno y se fijaron días de entrevistas, motivando a los empleados a prepararse al cambio. Por cada respuesta correcta se le entregaba un obsequio al empleado correspondiente. Ver figura 4.13.



Figura 4.13 Premios NCE

- Se realizaron trípticos con información de NCE y de las herramientas de solución con el objetivo de que los empleados adquirieran los conocimientos necesarios de los temas de una manera clara, concisa y divertida.
- Se realizaron manuales sobre NCE con los conocimientos fundamentales del tema con el fin de saber más de ellos de una manera más atractiva.
- Se realizaron capacitaciones NCE con ayuda del personal Nestlé. Ver figura 4.14.



Figura 4.14 Capacitación

4. Mejorar

En esta etapa se realizaron acciones y mediciones de los resultados, la meta es desarrollar, probar e implementar soluciones dirigidas a las causas raíces determinadas, usando datos para evaluar las soluciones implementadas.

En esta etapa se implementan las soluciones de mejora ya analizadas con anterioridad y se esperan los resultados.

Después de haber aplicado un análisis de la situación de Nestlé Servicios Industriales fábrica Chiapa de Corzo, basándose en el modelo único NCE se realizaron las siguientes actividades:

- Se analizaron los formatos de los KPI'S que se estaban utilizando en las reuniones operacionales (SHO, DOR, MOR, WOR) y se realizaron cambios para que los KPI'S reflejaran los datos que se desean saber sin omitir alguno importante de manera clara y precisa.
- Se realizaron formatos para llevar el control de VOCAS y ADF'S en la DOR
- Realización de tarjetas NCE personalizadas con los objetivos de cada departamento al que corresponde cada uno, de manera que cada empleado tenga conocimientos de su aportación a la fábrica.

5. Controlar

Para controlar las acciones establecidas con anterioridad primero es necesario verificar que se haya alcanzado el objetivo deseado, comparando los indicadores del proyecto antes y después de implementar las acciones.

Usando los datos recolectados antes y después de la implementación se verifica la efectividad de las acciones y la reducción de resultados indeseados.

Después de haber definido, medido, analizado y aplicado mejoras se está viendo la manera de controlar los cambios y de fomentar una cultura de calidad en los empleados Nestlé. Ver figura 4.15.



Figura 4.15 Compromiso Nestlé

CAPÍTULO 5

Implementación de la Metodología

Seis Sigma

5.1 Implementación de la Metodología DMAIC en la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

Siguiendo las cinco etapas de la metodología DMAIC e implementándola en la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg se obtuvo la siguiente información.

5.2 Etapa Definir

1. Definición y Duración del Proyecto

En la primer etapa del DMAIC se definió el nombre del proyecto a realizar, “Implementación de la Metodología Seis Sigma en la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 Kg en Nestlé Servicios Industriales, S.A de C.V Fábrica Chiapa de Corzo” teniendo un lapso de tiempo de 6 meses para desarrollar el proyecto, comenzando el 26 de Mayo al 26 de Noviembre del 2010.

2. Alcance del Proyecto

El alcance que tiene el proyecto incluye desde los silos, las tolvas, el llenaje, el doblado manual de los sacos, hasta el emplayado de pallets.

3. Objetivo del Proyecto

El objetivo del proyecto DMAIC es incrementar el rendimiento de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg, lo que permitirá optimizar la productividad y por ende el costo de conversión, que se verá reflejado en los KPI'S de rendimiento y performance, y de manera general, en el costo de conversión.

El problema por el cual no se ha podido incrementar el rendimiento de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg es por la existencia de cuellos de botella como es el tiempo excesivo del doblado del saco Grif.

4. Beneficios del Proyecto

Los beneficios que busca el proyecto aplicando la metodología DMAIC es la reducción del consumo de energía, reducción de mermas, reducción de retrabajo, reducción de errores, y por consiguiente, el incremento del rendimiento de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg.

5. Equipo DMAIC

El equipo DMAIC con el que se cuenta para la aplicación de la metodología en la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg está conformado por dos mecánicos en línea, un llenador de sacos, un auxiliar, un instrumentista y un coach, como se muestra en la figura 5.1.

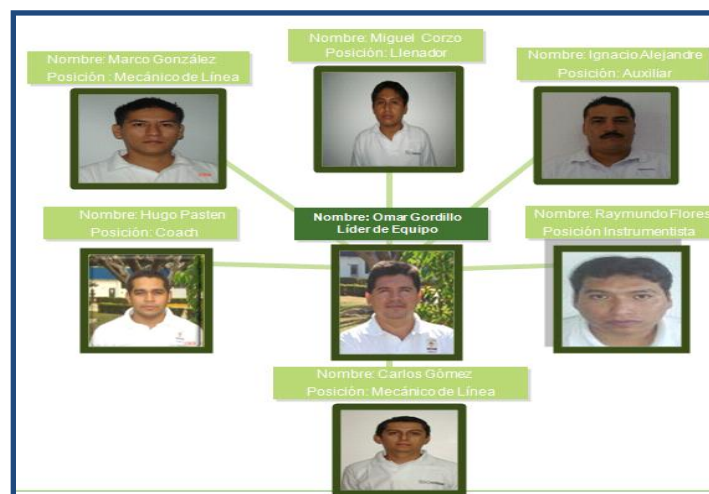


Figura 5.1 Equipo DMAIC

6. Diagrama SIPOC

Realizando un análisis del proceso de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg se obtuvo el diagrama SIPOC, donde se muestran las variables que intervienen en el proceso de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg, ver figura 5.2.

Los proveedores de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg son fabricación de Secado que es el que le entrega el polvo liberado en Big bags de 700kg, y la Ingeniería de Fábrica que es la que facilita los servicios para el proceso (Aire comprimido, electricidad, etc).

Siendo entregadas las entradas por los proveedores y contando con ellas se da inicio al proceso de llenaje del polvo Coffee Mate a los sacos de 22.5 kg, que da como salida toneladas de producto terminado, reproceso y desperdicio en caso de haber y por consiguiente es llevado a los clientes.

La línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg fue diseñada y realizada para un cliente principal que son llamados: **Grandes Consumidores (Hoteles, Restaurantes)** se les conoce con ese nombre por las cantidades de producto que solicitan; como clientes internos se encuentra el gerente de la FCH, el Ing. Sergio Kurtscheidt, el área de Técnica y Manufactura, a cargo del Ing. Antonio Núñez, que son los que analizan y observan la productividad de la planta.

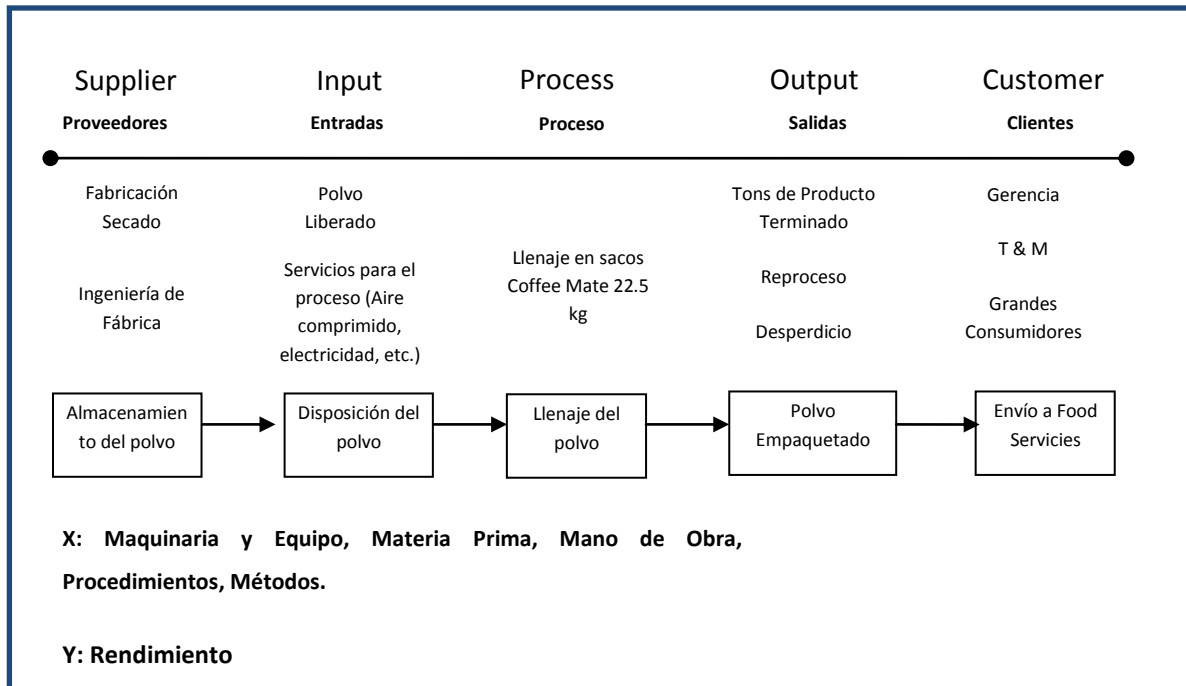
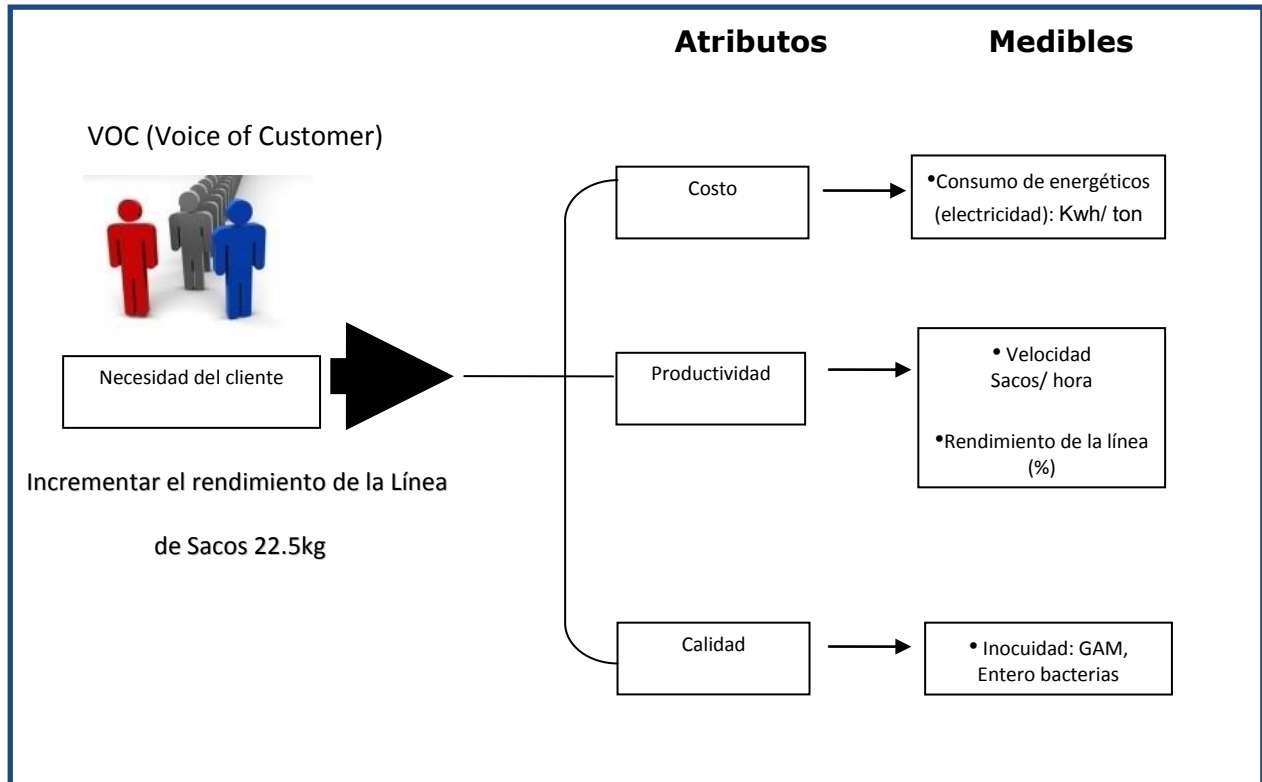


Figura 5.2 Diagrama SIPOC

7. Diagrama de Requerimientos del cliente (CTQ)

En este Diagrama CTQ se puede observar que hay tres atributos a medir en la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg los cuales son: el consumo de energía eléctrica en Kwh/ton, la velocidad de la línea en sacos/hora y el rendimiento de la línea expresada en porcentaje; y por último, el atributo de calidad que medirá la inocuidad del producto (GAM (Gérmenes Aérobicos Mesofilos), Entero bacterias).

Más adelante se evaluará el rendimiento de cada uno de los atributos que se encuentran en el Diagrama CTQ, con el fin de encontrar soluciones a los problemas existentes y ver un cambio en los resultados que arrojan la gráficas. El diagrama CTQ de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg se muestra en la figura 5.3.



5.3 Critical to quality

8. Proceso de Llenaje de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

El proceso de llenaje de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg comienza cuando el montacargas se dirige al área de bodega de Producto terminado por el Big bags el cual oscila con un peso aproximado de 700 kg, este es colocado fuera de la sala de llenaje de sacos, con la ayuda de un polipasto (Capacidad de 2 toneladas).

El operador de la sala de llenaje prosigue a subir el Big bags y lo eleva aproximadamente a una altura de 3.5m metiéndolo a través de una puerta de dos hojas, donde se coloca en el área de llenaje, puesto de la manera correcta, el operador procede abrir el Big bags de la parte inferior del mismo y enseguida lo coloca encima de la tolva de llenaje para su utilización.

La llenadora tiene integrada una báscula que tiene la función de medir el peso neto del saco, está compuesta por dos gusanos dosificadores que son de diferentes tamaños, éstos tienen la función de dosificar al mismo tiempo hasta llegar al peso bruto del saco del 0 a los 21 kilos.

Cuando la balanza detecta 21 kilos en el saco, está manda a parar el gusano más grande y el gusano más pequeño dosifica el kilo y medio que hace falta, y así poder llegar al peso exacto del saco; en cuanto esté cumple con su función detiene su funcionamiento soltando el saco.

Durante el llenado, el operador golpea el saco con una barra de teflón que tiene como función ir acomodando el polvo dentro del saco, y de esta forma facilitar pasar a la siguiente etapa que es el sellado.

Una vez que el saco esta acomodado, éste es liberado por las mordazas de la llenadora y el operador prosigue a doblar la boca del saco manualmente y a alinearlos a la entrada de la selladora en forma vertical.

Presionando una palanca con el pie, activa una banda transportadora que toma el saco y lo obliga a pasar a través de tres juegos de mordazas que están a diferentes temperaturas sellando el saco completamente, al mismo tiempo otra banda transportadora que está a la misma velocidad en la parte inferior lo soporta y transporta fuera de la sala de llenaje.

Enseguida un dispositivo volteador lo posiciona de forma horizontal y es aplastado por su forma voluminosa para obligarlo a pasar por el Detector de metales que tiene la función de detectar alguna partícula ferrosa dentro del saco, si el Detector no detecta ninguna partícula extraña éste pasa a un pallet's para su empaquetamiento (El pallet's contiene 35 Sacos de Coffee Mate de 22.5 kg).

En caso contrario el Detector de metales se detiene y de inmediato se activa una alarma sonora que indica que el saco debe ser llevado y analizado en el área de calidad y así poder detectar el origen del cuerpo extraño.

En la figura 5.4 se muestra un Layout de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg en dos vistas (delantera y superior) y especificando detalles (donde se colocan los operadores, delimitación del cuarto de proceso, dibujo de los sacos en cada etapa del proceso, etc.).

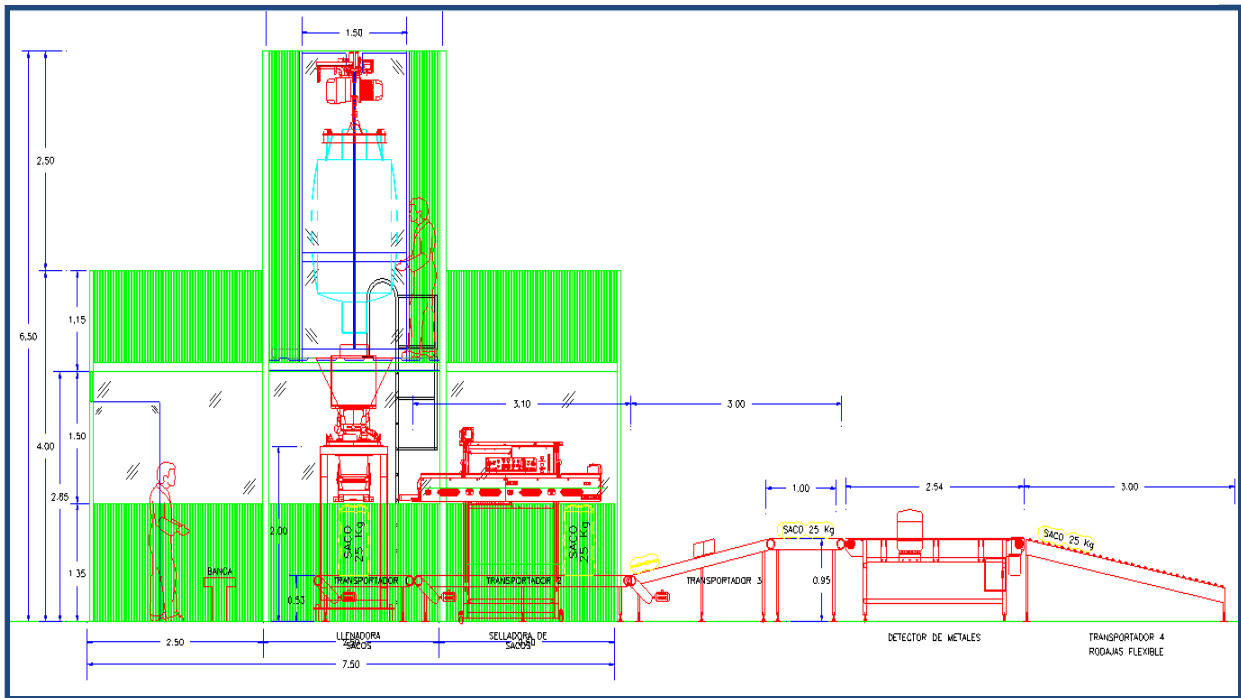


Figura 5.4 Layout línea de sacos 22.5kg

En la figura 5.5 se muestra el proceso de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg de forma más general.

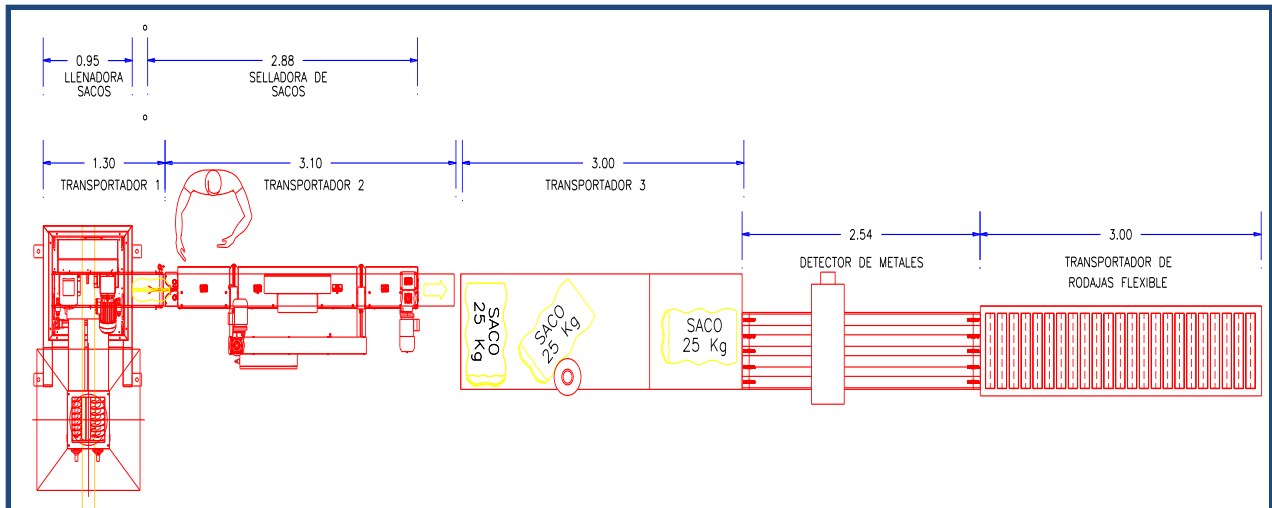
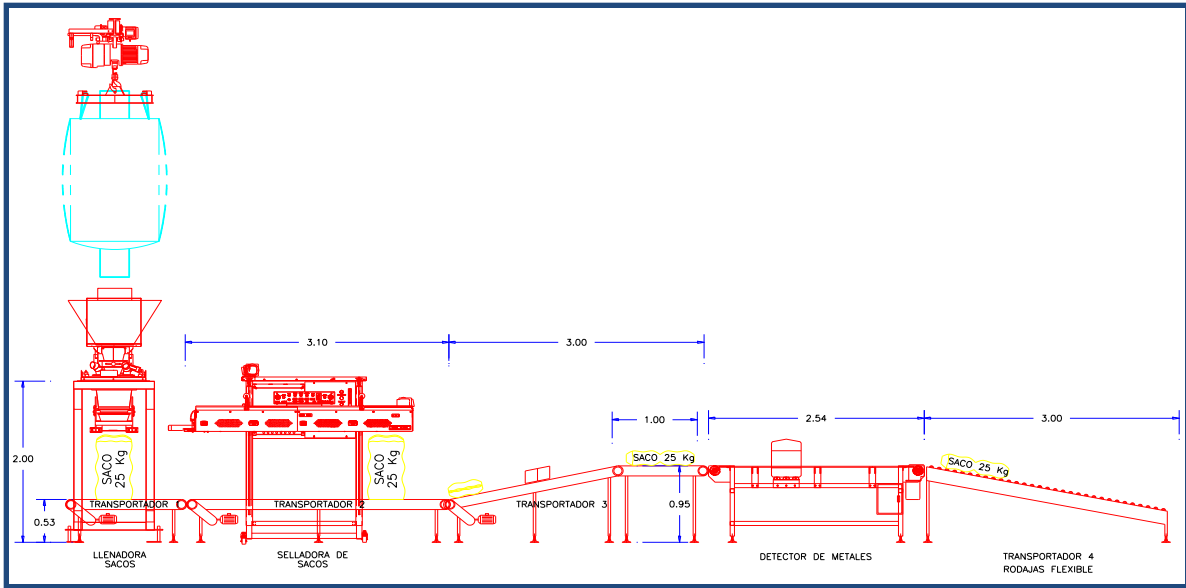


Figura 5.5 Línea de sacos 22.5 kg

5.3 Etapa de Medir

En esta etapa se midieron las variables con respecto al Diagrama de requerimientos del cliente (CTQ) que se realizó en la etapa Definir. Con respecto al costo se analizará el consumo de energéticos (electricidad: Kwh/ton); con la variable productividad la velocidad (sacos por hora) y el porcentaje de rendimiento de la línea de sacos; y en la variable calidad la inocuidad del producto.

Más adelante se muestran las mediciones de cada uno de los atributos medibles antes analizados.

1. Consumo Energético de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

En la tabla 5.1 se muestran los datos que se recabaron en los primeros meses con respecto al consumo de energéticos y se pueden observar gráficamente en la gráfica 5.6.

Mes	Khw /ton
Abril	414
Mayo	999
Junio	1022

Tabla 5.1 Energéticos

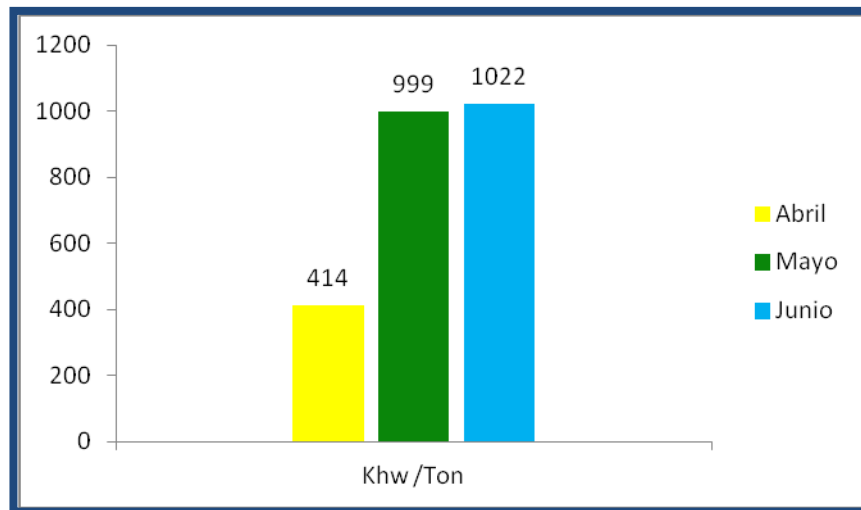


Figura 5.6 Consumo de energéticos

2. Velocidad de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

En la tabla 5.2 se muestran los datos recabados de acuerdo a la velocidad de la línea de sacos y en la figura 5.7 se muestra el gráfico de dichos datos.

Donde al principio del segundo se modificaron cambios de estándares de llenado debido a que el estándar que se tenía no era el correcto y ocasionaba una velocidad muy baja, ya que el equipo tenía que trabajar a una velocidad estándar menor a la que tenía.

La velocidad se calcula dividiendo la cantidad de entrega/horas efectivas.

Día	Velocidad
27/04/10	14
28/04/10	14
25/05/10	14
25/05/10	14
09/06/10	28
09/06/10	28
09/06/10	28
10/06/10	28
14/06/10	28
15/06/10	28
16/06/10	28
17/06/10	28
23/06/10	40
24/06/10	40
25/06/10	40
26/06/10	40
26/06/10	40
27/06/10	40

Tabla 5.2 Velocidad

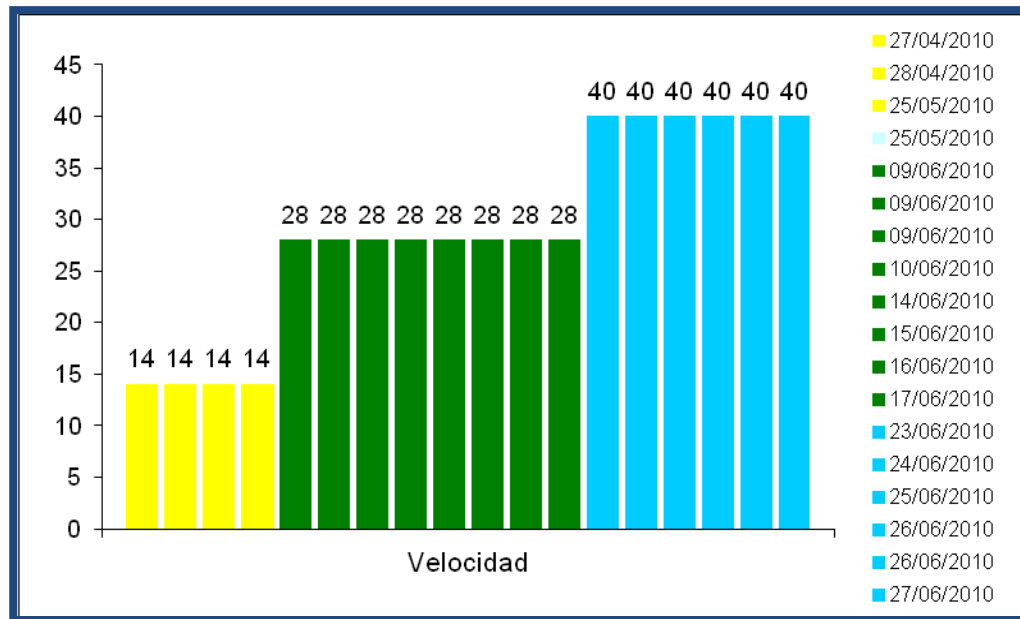


Figura 5.7 Velocidad de la línea

3. Rendimiento de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

En la tabla 5.3 se muestran los datos recabados en los primeros tres meses y en la figura 5.8 se muestra un gráfico del rendimiento de la línea de sacos Coffee Mate en los primeros meses. Donde al principio del segundo se modificaron cambios de estándares de llenado debido a que el estándar que se tenía no era el correcto y ocasionaba un rendimiento muy bajo.

El rendimiento se calcula dividiendo la cantidad de entrega sobre la velocidad de la línea, el resultado que arroja se divide entre las horas efectivas reales y el resultado se multiplica por cien para que el rendimiento este en término de porcentaje.

Día	% Rendimiento
27/04/10	66
28/04/10	72
25/05/10	75
25/05/10	80

09/06/10	100
09/06/10	93
09/06/10	100
10/06/10	98
14/06/10	82
15/06/10	99
16/06/10	98
17/06/10	97
23/06/10	99
24/06/10	100
25/06/10	100
26/06/10	99
26/06/10	99
27/06/10	100

Tabla 5.3 Rendimiento

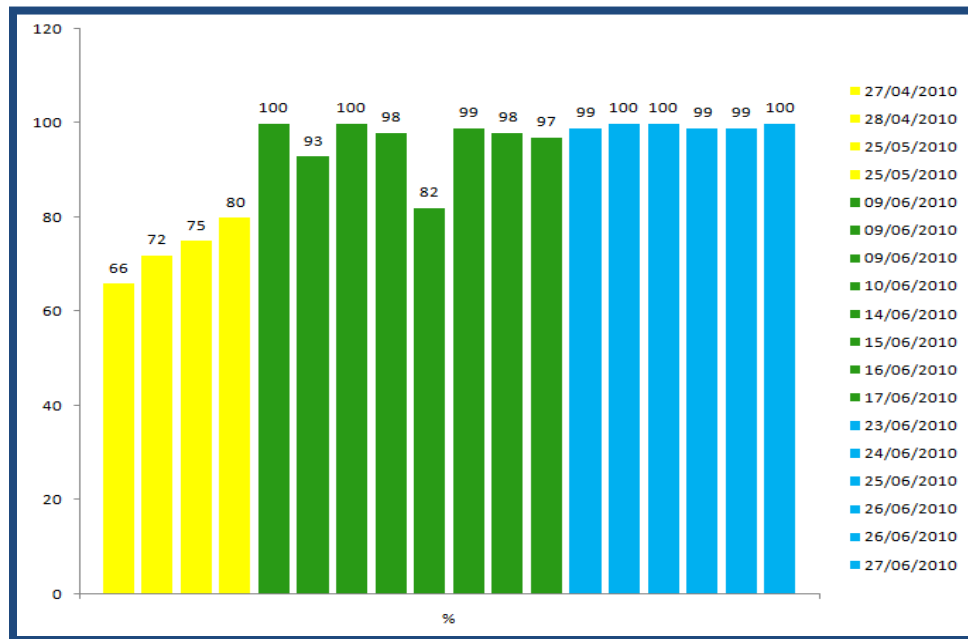


Figura 5.8 Rendimiento de la línea

4. Inocuidad de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

En la tabla 5.4 se muestran los datos recabados y en la figura 5.9 se muestra un gráfico de inocuidad del producto en los meses comprendidos del mes de Abril a Junio.

Día de Prueba	20/04/10	20/04/10	26/04/10	04/05/10	11/05/10	19/05/10	24/06/10
UFC/m3	8	41	22	2	19	23	108

Tabla 5.4 Inocuidad

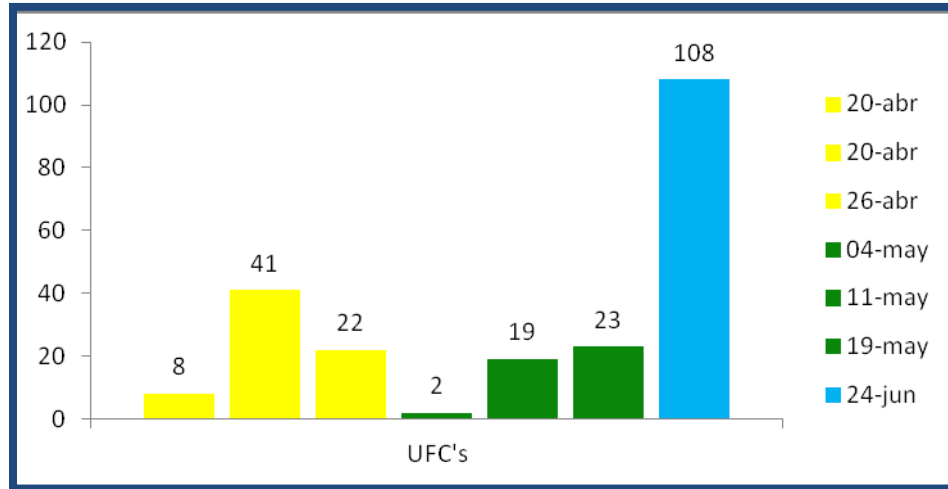


Figura 5.9 Bacteriología

5.4 Etapa de Analizar

1. Diagrama de Ishikawa

Se realizó un Diagrama de Ishikawa para observar cual era los problemas que se presentaban en el área de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg. Ver figura 5.10.

Hay tres causas principales en el Diagrama de Ishikawa que son los siguientes:

- Un sistema de aire no adecuado que provoca problemas bacteriológicos.
- Alto consumo de energéticos
- Retrabajo en polvo

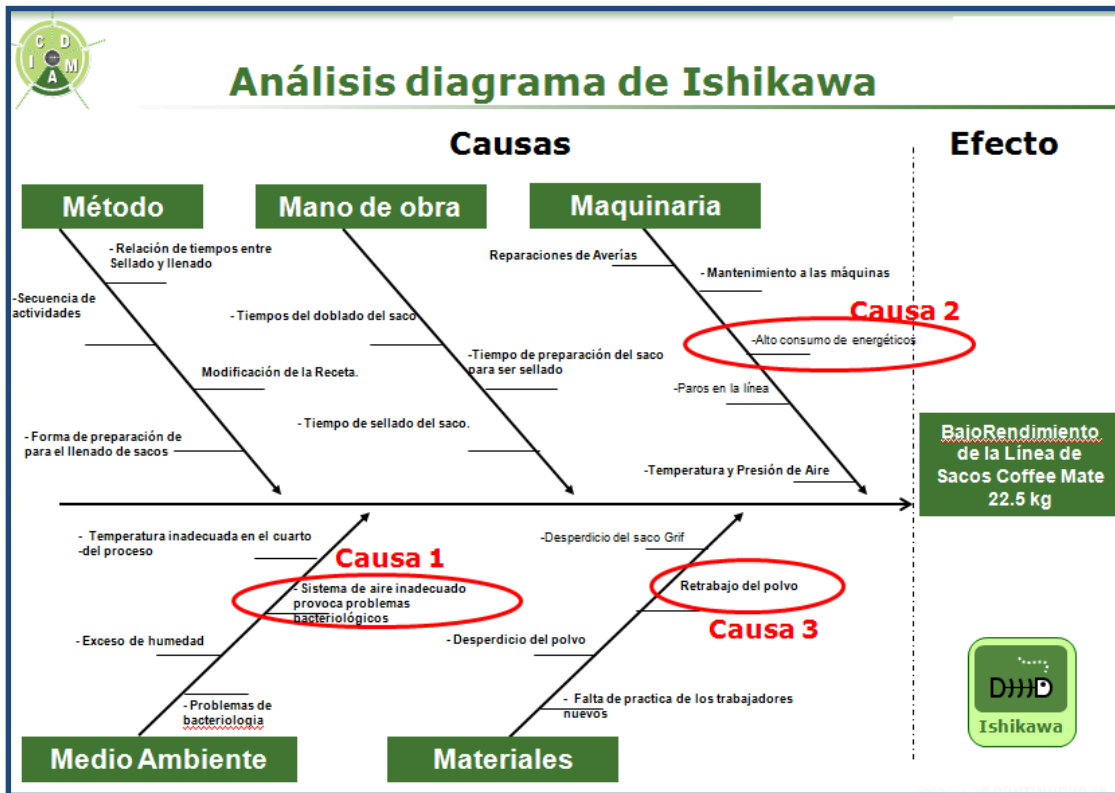


Figura 5.10 Diagrama de Ishikawa

2. Matriz de Priorización

Se realizó una matriz de priorización como se muestra en la figura 5.11

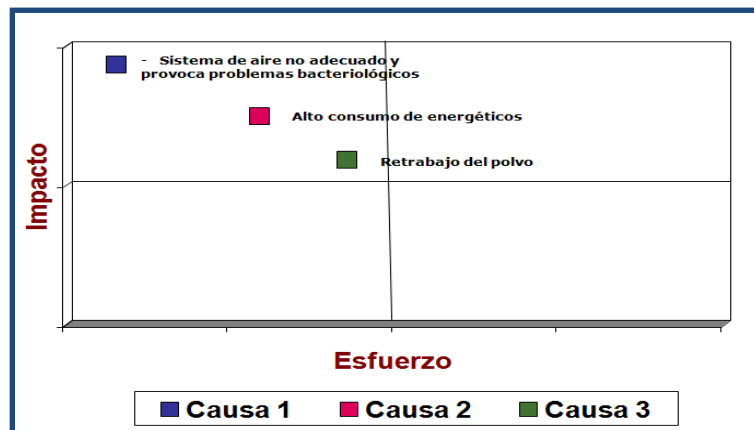


Figura 5.11 Matriz de priorización

3. Herramienta 5W

Se utilizó la herramienta de los 5W para analizar cada una de las causas correspondientes. Se muestra a continuación cada una de ellas.

b) Porqués del Bajo Rendimiento de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg

- **¿Por qué hay un bajo rendimiento en la línea?**
Porque el proceso de doblado del saco consume mucho tiempo
- **¿Por qué Consume mucho tiempo el doblado del saco?**
Porque el operador le es difícil manipular el material del saco
- **¿Por qué le es difícil manipular el material del saco al operador?**
Porque el material del saco es muy rígido
- **¿Por qué el material del saco es de un material muy rígido?**
Porque se tenía previsto contar con una máquina que doblara el saco y al final de todo no se pudo contar con la máquina y el doblado del saco se realizó de manera manual

Conclusión

El material del saco es un factor importante que afecta en el rendimiento de la línea, se observó que es necesario cambiar de material del saco.

5 Porqués del Sistema de Aire no adecuado en la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg

- **¿Por qué el sistema de aire de la línea de sacos no es adecuado?**
Porque provoca problemas bacteriológicos
- **¿Por qué provoca problemas bacteriológicos?**
Porque el sistema de aire no cuenta con un filtro cerámico para controlar la humedad y la temperatura adecuada del área

- **¿Por qué el sistema de aire no cuenta con un filtro cerámico para controlar la humedad y la temperatura del área?**

Porque el sistema de aire no fue diseñado especialmente para el tipo de proceso para el que se está usando.

- **¿Por qué el sistema de aire no fue diseñado para el proceso para el que se requiere?**

Porque no cumple con las características que se requieren

Conclusión

Cambiar el sistema de aire sería una buena decisión para terminar con el problema que se tiene.

5 Porqués del alto Consumo de Energéticos en la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg

- **¿Por qué hay un alto consumo de energía?**
Por el alto índice de retrabajo y paros en el proceso
- **¿Por qué hay un alto índice de retrabajo en el proceso?**
Por el mal sellado del saco
- **¿Por qué hay un mal sellado del saco?**
Por el mal doblado del saco
- **¿Por qué hay un mal doblado del saco?**
Porque el material del saco no es fácil de manipular

Conclusión

El mal sellado del saco es debido a los paros y retrabajo que se tiene en la línea, para reducir el consumo de energéticos hay que eliminar los factores anteriores.

5 porqués del retrabajo del polvo Coffee Mate de la línea de sacos 22.5 kg

- **¿Por qué hay retrabajo en polvo en la Línea?**

Debido al mal doblado del saco

- **¿Por qué hay un mal doblado del saco?**

Por la falta de habilidad del operador de manipular el saco

- **¿Por qué hay falta de habilidad por parte del operador?**

Por qué son operadores nuevos y el material del saco es difícil de manipular

Conclusión

La capacitación es uno de los factores importantes en este problema, ya que el retrabajo se da por la falta de práctica, motivación y conocimientos sobre la actividad, para reducir el índice de retrabajo hay que implementar algún programa para el trabajador.

4. Aplicación de la Herramienta 5W1H

El problema del proyecto se analizó con la herramienta 5W1H como se muestra en la figura 5.12

Pregunta	Respuesta
¿Qué?	Bajo Rendimiento de la Línea de Sacos 22.5 Kg.
¿Cuándo?	Durante el proceso de doblado manual del Saco Grif
¿Dónde?	En el preparado del doblado manual del saco Grif para ser sellado
¿Quién?	Independiente de quien opere.
¿Por qué?	Problemas en el material del saco Grif, además de ineficiencias de operación.
¿Cómo?	Tiempo excesivo en el doblado del saco, errores en el sellado del saco por el mal doblado del mismo, dificultad en la manipulación del material del saco.
Fenómeno	Se tiene un rendimiento bajo en la línea de Sacos Coffee mate 22.5 kg, independiente de quien opere, debido a que se tienen problemas en el material del saco, ineficiencias operacionales, como también un tiempo excesivo en el doblado del saco, errores en el sellado del saco por el mal doblado del mismo y manipulación con el material del saco.

Figura 5.12 5W1H

5W1H de la Causa 1 se muestra en la figura 5.13

Pregunta	Respuesta
¿Qué?	Alto consumo de energéticos
¿Cuándo?	En el proceso de la línea de sacos Coffee mate 22.5 kg
¿Dónde?	En la línea de sacos
¿Quién?	Las máquinas
¿Por qué?	Ocasiona alto consumo de energía
¿Cómo?	Gastos de energía mayor
Fenómeno	Se tiene un alto consumo de energía cuando se realiza en proceso de llenaje en la línea los sacos Coffee mate 22.5 kg ocasiona un alto consumo de energía y gastos de energía mayor.

Figura 5.13 5W1H Causa 1

5 W1H de la Causa 2 se muestra en la figura 5.14

Pregunta	Respuesta
¿Qué?	Sistema de aire no adecuado y provoca problemas bacteriológicos
¿Cuándo?	En el proceso de los sacos de Coffee mate 22.5 kg
¿Dónde?	En el cuarto de proceso
¿Quién?	El sistema de aire
¿Por qué?	Ocasiona problemas bacteriológicos al aire
¿Cómo?	Altas temperaturas las cuales no son las adecuadas para el proceso de llenaje del producto.
Fenómeno	Se tiene problemas en el sistema de aire ya que no es adecuado y provoca problemas de bacteriológicos en el proceso de los sacos Coffee mate 22.5 kg en el cuarto de control porque produce altas temperaturas las cuales no son adecuadas para el proceso de llenaje del producto.

Figura 5.14 5W1H Causa 2

5W1H de la Causa 3 se muestra en la figura 5.15

Pregunta	Respuesta
¿Qué?	Retrabajo del polvo
¿Cuándo?	Se realiza el proceso en la línea de sacos Coffee mate 22.5 kg
¿Dónde?	En la proceso de sellado
¿Quién?	Independiente al operador que opera la máquina
¿Por qué?	Se dobla mal el saco
¿Cómo?	Retrabajo del polvo
Fenómeno	Se tiene retrabajo del polvo cuando se realiza el proceso en la línea de sacos Coffee mate 22.5 kg en el proceso de sellado independientemente el operador que opere la maquina porque se dobla mal el saco y ocasiona retrabajo del polvo.

Figura 5.15 5W1H Causa 3

En seguida se realizó una hipótesis de las soluciones a las causas analizadas con anterioridad.

5. Hipótesis de Soluciones de las Causas

Causa 1: Sistema de aire no adecuado que provoca problemas bacteriológicos

Se tienen dos soluciones que son:

- Cambiar la Línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg al área de llenaje de Big bags de fabricación.
- Cambiar el sistema de aire en el cuarto de llenaje de sacos Coffee Mate 22.5 kg.

CAUSA 2: Alto consumo de energéticos

- Reducir una cantidad de motores al cambiar la Línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg al área de llenaje de Big bags de fabricación.

CAUSA 3: Retrabajo del polvo Coffee Mate

- Capacitar a los operadores en el doblado del saco Grif

5.5 Etapa de Mejorar

Como primer paso se empezó por atacar la causa 1 ya que era el problema con mayor prioridad y por consiguiente se proseguiría a darle solución a los demás problemas.

Par atacar ese problema se analizaron las dos posibles soluciones que eran el cambiar el sistema de aire o cambiar por completo la Línea de sacos a un lugar más factible que contará con las condiciones necesarias y adecuadas para su correcto funcionamiento.

Después de haber realizado un análisis con el Diagrama de Ishikawa del problema, la cual se muestra en la figura 5.16, se concluyó que la opción más factible era cambiar de ubicación la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg.

Ya que el sistema de aire no contaba con un manejadora (filtro de aire) adecuado para controlar la humedad y la temperatura en el área de llenaje.

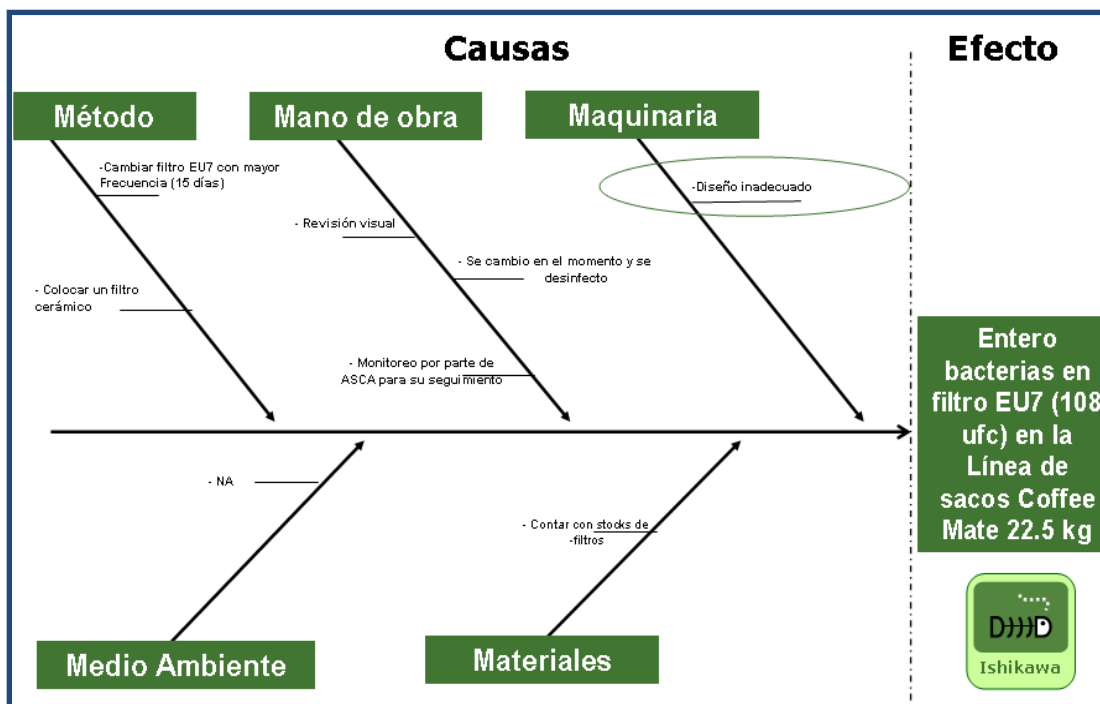


Figura 5.16 Diagrama

Se realizó un análisis del lugar y los factores que intervenían el cambiar la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg al área de fabricación de llenado de Big bags.

Se realizaron mediciones para la ubicación de las máquinas a utilizar, se realizó un análisis de cómo se llevaría a cabo el llenado de un saco (cuál sería su proceso). En la figura 5.17 se muestra un ejemplo del Layout de la ubicación de la nueva línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg después de haber hecho un análisis previo.

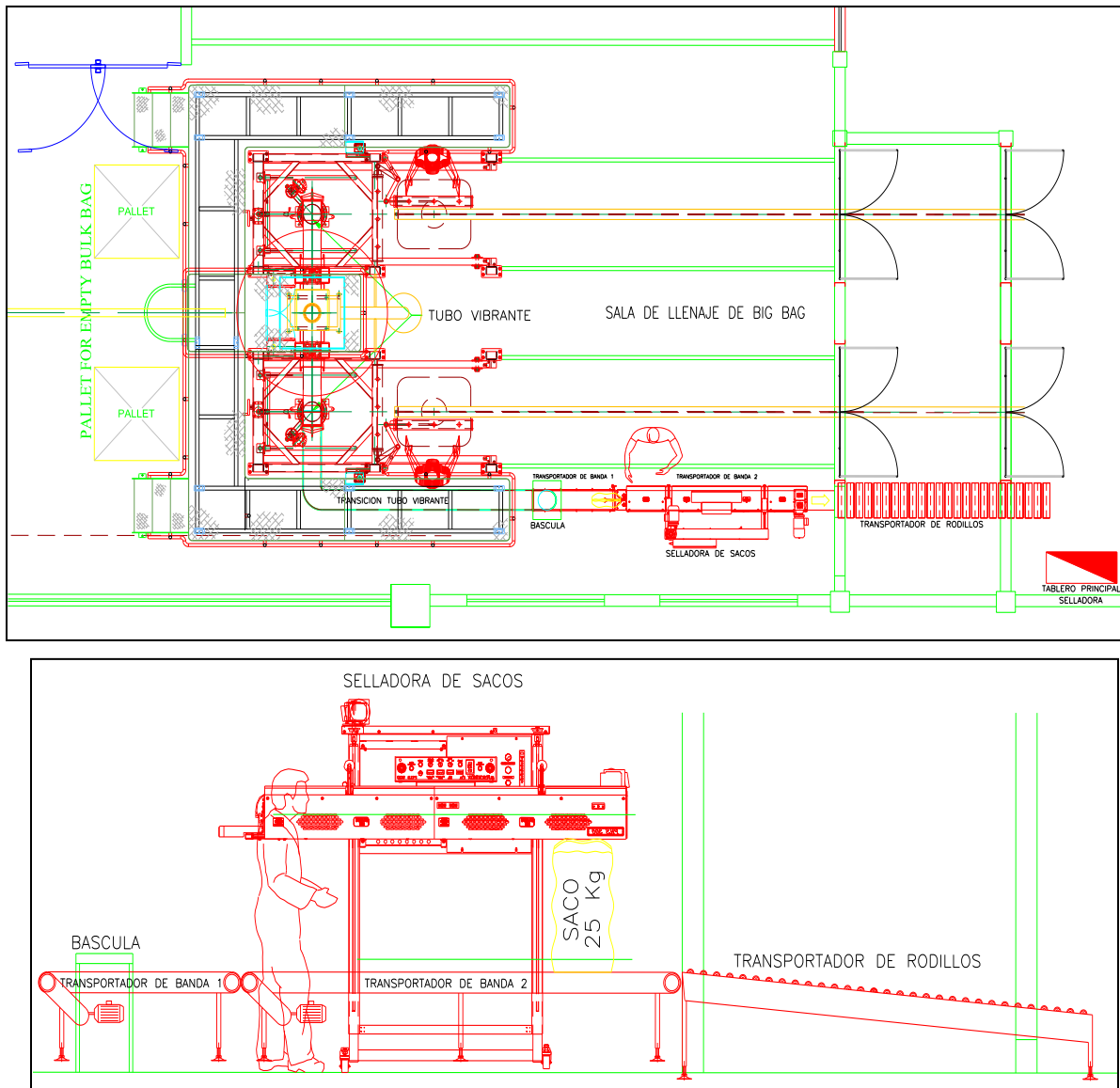


Figura 5.17 Layout ubicación nueva

Al cambiar la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg se analizó que por ende hubo un decremento en el consumo de energéticos, ya que se quitaron alrededor de 3 motores, esto debido a que se eliminó el uso del Detector de metales ya que en la

nueva línea la tolva de llenaje cuenta con un Detector de metales integrado que detecta cualquier partícula de metal dentro del polvo.

1. Consumo Energético de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

Los resultados de esto se pueden observar en la siguiente figura 5.18

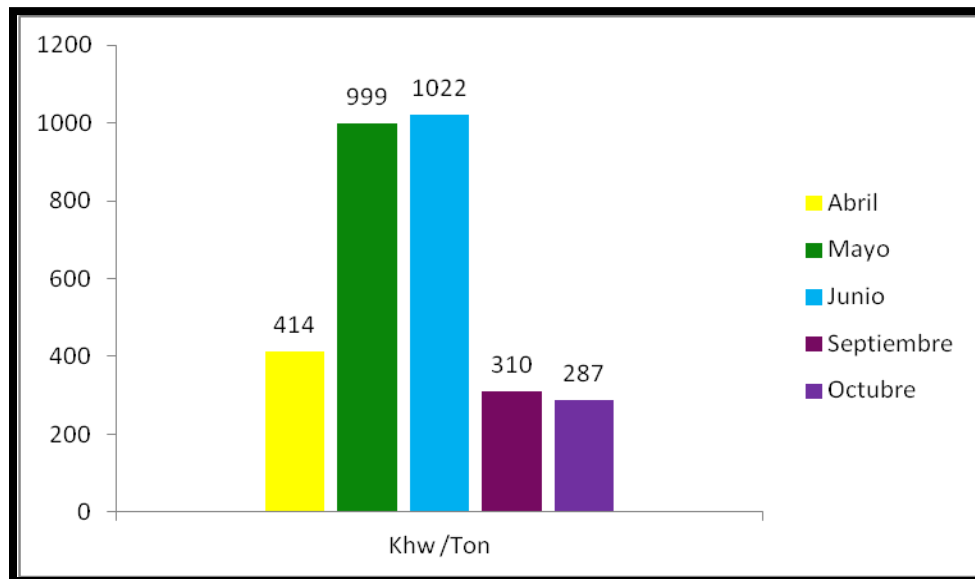


Figura 5.18 Consumo de energéticos

Con lo que refiere al retrabajo se trato de realizar una capacitación a los empleados con el fin de ver que los sacos se sellen de la manera correcta y así evitar el retrabajo del polvo y por ende las pérdidas de sacos.

El problema del polvo que se iba al retrabajo era el mal doblado de los sacos que daba como consecuencia un mal sellado de los mismos, ya que al ser mal sellados y al salir del área, estos se mandaban a retrabajar, por el hecho de no poder volver a entrar al área, ya que podían ocasionar problemas bacteriológicos.

Por consiguiente los sacos que son mal sellados y se analizan antes de salir del cuarto de proceso, no se van a retrabajo solo se cambian de saco y se vuelven al proceso de sellado.

2. Proceso de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg en Fabricación Área de Llenaje de Big bags

La nueva ubicación del proceso de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg se encuentra en el área de fabricación donde se realiza el llenado de los Big bags, el proceso comienza cuando el polvo empieza a salir del Secador y se transporta neumáticamente hacia una tolva.

Enseguida por gravedad mediante una válvula rotativa se hace pasar por el detector de metales que se encuentra por debajo de la tolva de llenaje, que al detectar cualquier partícula extraña en el polvo lo rechaza y lo transporta por un tubo donde está colocado un contenedor, éste polvo se lleva al área de calidad para su inspección correspondiente.

De lo contrario si no se detecta ningún cuerpo extraño el polvo sigue su ruta hasta llegar al saco y este ser llenado con el peso neto, para alcanzar dicho peso, este es controlado de forma manual por el operador con la ayuda de una báscula que al caer el polvo está le va diciendo el peso exacto que va teniendo el saco, en caso de que el saco contenga más peso de lo que debe, se prodigue a sacar la diferencia con un cucharón metálico con la que cuentan y se vacía en un saco nuevo.

Una vez que el saco alcanza su peso exacto el operador prosigue a doblar la boca del saco manualmente y lo alinea a la entrada de la selladora en forma vertical, presiona una palanca con el pie que es la que activa una banda transportadora que va atrayendo al saco a la selladora de manera que lo obliga a pasar a través de tres

juegos de mordazas que están a diferentes temperaturas sellando el saco completamente.

En cuanto se acaba de sellar el saco, éste va pasando por una banda transportadora que está a la misma velocidad, en la parte inferior lo soporta y transporta fuera de la sala de llenaje, antes de ser llevado al pallets, el saco pasa por un “Láser” que coloca los datos de caducidad del producto en el exterior del saco y por consiguiente el saco es llevado a un pallets para su empaquetamiento.

Habiendo terminado el pallets con los sacos correspondientes este es llevado por un montacargas al almacén de producto terminado.

5.6 Controlar

A continuación se muestra las gráficas donde se pueden notar una mejora en las variables analizadas con anterioridad.

La explicación de este fenómeno es que realmente en la primera gráfica que respecta a la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg en la ubicación anterior había entero bacterias (bacterias que dañan el sistema digestivo) y gérmenes (microorganismos) y en la actual solo se encontró gérmenes.

Lo que no es normal y no debe existir en un proceso alimenticio son las entero bacterias ya que son bacterias que se desarrollan de una manera muy rápida estando en un ambiente húmedo y provoca enfermedades complicadas como la Salmonella, con respecto a los gérmenes tampoco deben existir dentro del proceso pero hay un margen <100 , aunque se considera alto tener un índice >40 , y las consecuencias de este microorganismo no es muy grave.

En la figura del lado derecho se detectan cantidades de gérmenes altas en el mes de octubre, como se puede observar exactamente el 12 de octubre se detecto la tendencia más alta, con lo cual se realizaron análisis y para el 21 de octubre se bajo el índice de gérmenes.

En el caso de las entero bacterias están en negativo no se encontró bacterias dentro del proceso; caso contrario a la figura del lado izquierdo se encontró un alto índice de entero bacterias y gérmenes como se muestra en la figura 5.19.

1. Inocuidad de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

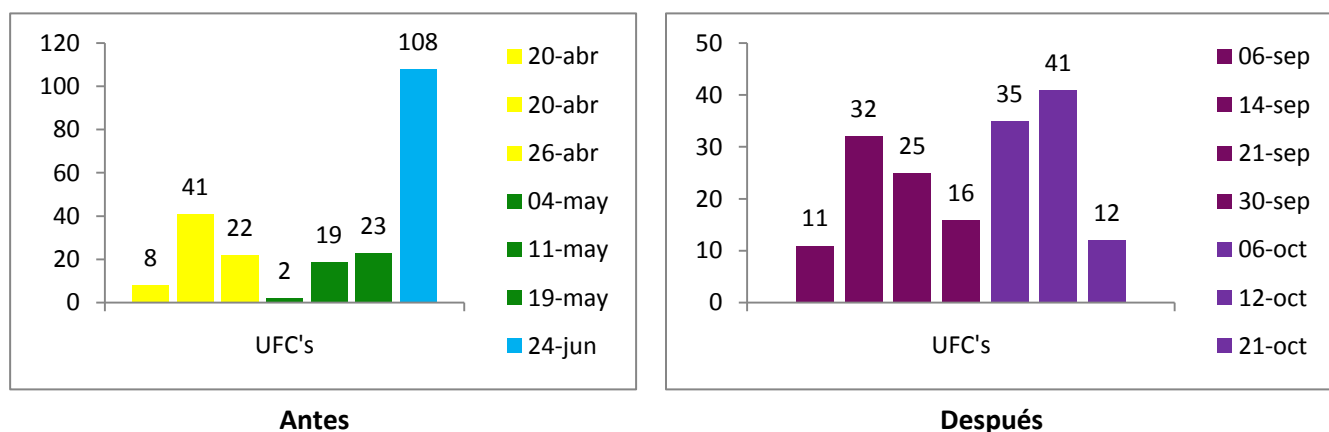


Figura 5.19 Bacteriología

2. Velocidad de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

Realmente hubo una gran mejora y no existen problemas fuera de control. Con respecto a la velocidad de la Línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg está se mantuvo con el mismo estándar y se tiene la velocidad requerida al 100%. Prueba de ello se recabaron los datos en la tabla 5.5 y gráficamente en la figura 5.20.

Día	Velocidad
27/04/10	14
28/04/10	14
25/05/10	14
25/05/10	14
09/06/10	28
09/06/10	28
09/06/10	28
10/06/10	28
14/06/10	28
15/06/10	28
16/06/10	28
17/06/10	28
23/06/10	40
24/06/10	40
25/06/10	40
26/06/10	40
26/06/10	40
27/06/10	40
22/09/10	28
23/09/10	28
21/10/10	40
27/10/10	40

Tabla 5.5 Datos

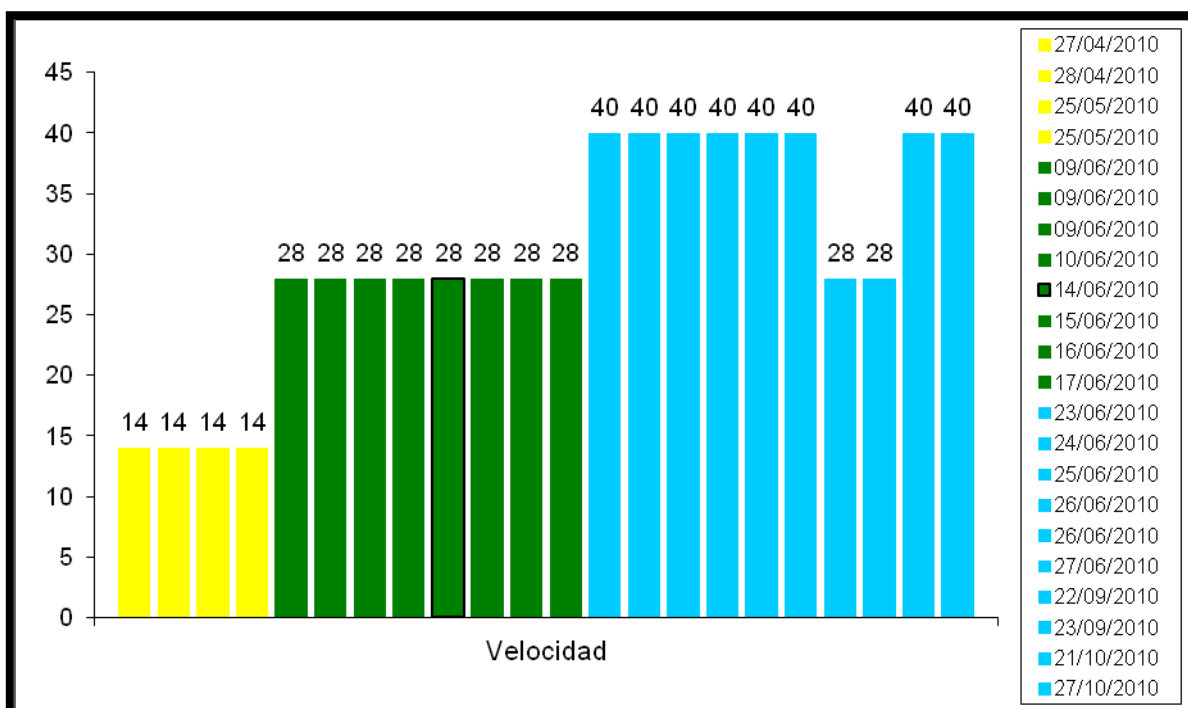


Figura 5.20 Velocidad

3. Rendimiento de la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

Con respecto a lo que se refiere al rendimiento de la línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg se incrementó como se deseaba al inicio del proyecto. En la tabla 5.6 se muestran los datos recabados y en la figura 5.21 se puede observar gráficamente los datos obtenidos.

Día	% Rendimiento
27/04/10	66
28/04/10	72
25/05/10	75
25/05/10	80
09/06/10	100
09/06/10	93
09/06/10	100
10/06/10	98
14/06/10	82

15/06/10	99
16/06/10	98
17/06/10	97
23/06/10	98
24/06/10	100
25/06/10	100
26/06/10	99
26/06/10	99
27/06/10	100
22/09/10	100
23/09/10	100
21/10/10	100
27/10/10	100

Tabla 5.6 Información

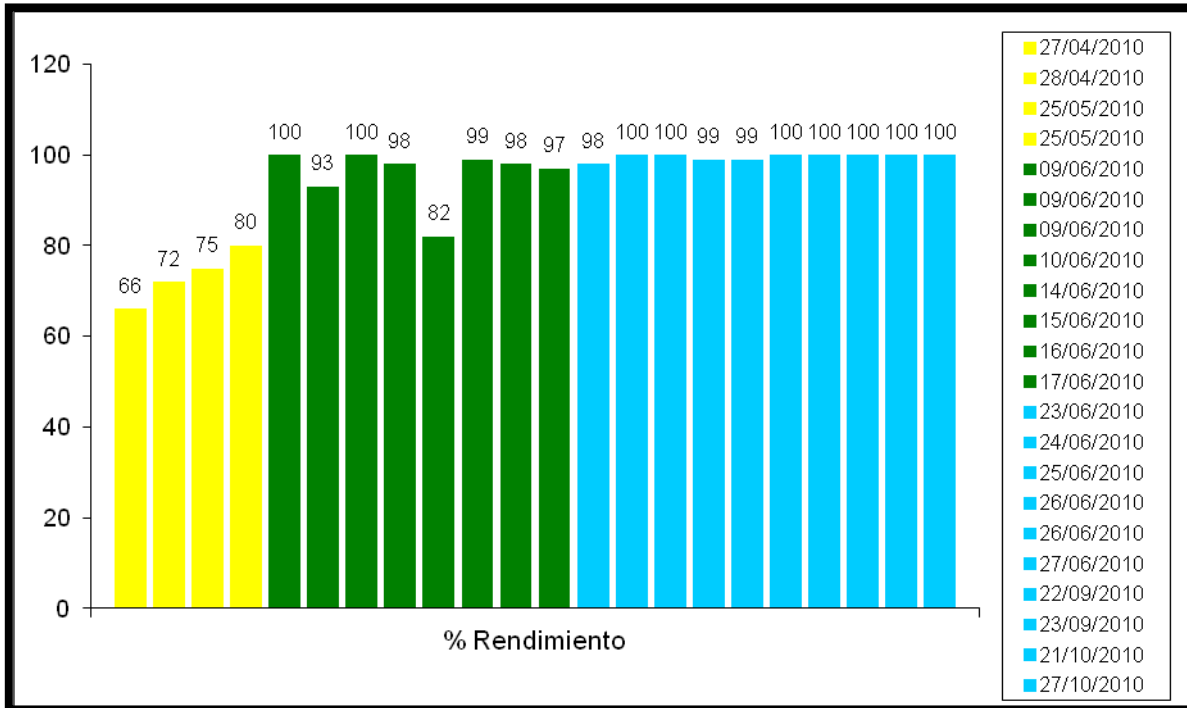


Figura 5.21 Rendimiento

Capítulo 6

Resultados

6.1 Resultados de la Metodología

Los resultados obtenidos en la realización del proyecto aplicando la metodología DMAIC fueron los siguientes:

6.1.1 Consumo Energético la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

Los resultados obtenidos con respecto al consumo energético en los primeros meses que abarca del mes de Abril a Junio se pueden observar en la figura 6.1.

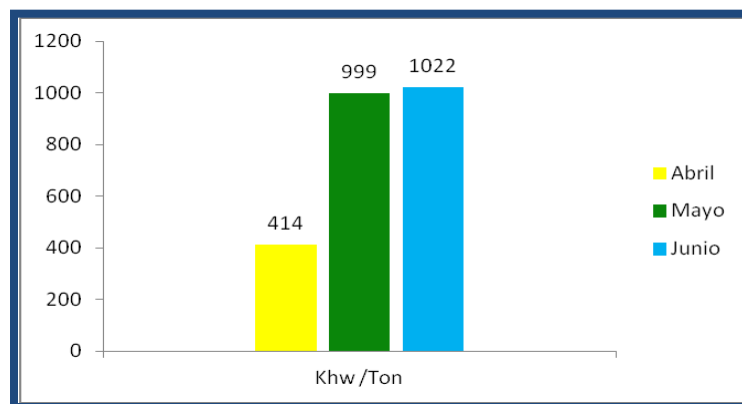


Figura 6.1 Primeros meses

Al aplicar la metodología los cambios fueron notorios y el consumo de energético se redujo, esto debido a la reducción de retrabajo, reducción de tiempos en el proceso, se puede observar en la figura 6.2.

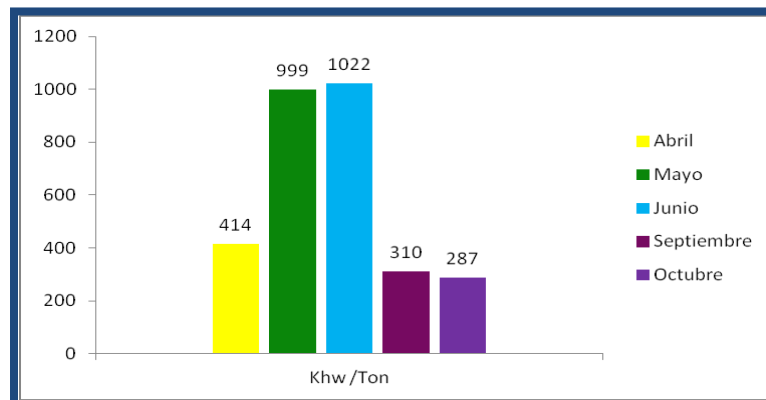


Figura 6.2 Reducción de energéticos

6.1.2 Velocidad la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

Los resultados obtenidos con respecto a la velocidad de la línea en los meses de Abril a Junio se observa en la figura 6.3.

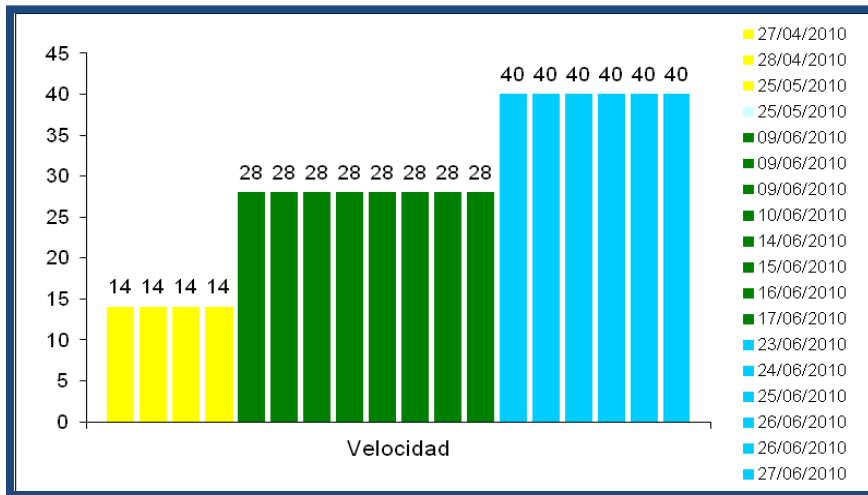


Figura 6.3 Velocidad

Al término del proyecto realizado se obtuvieron los siguientes resultados. Ver figura 6.4.

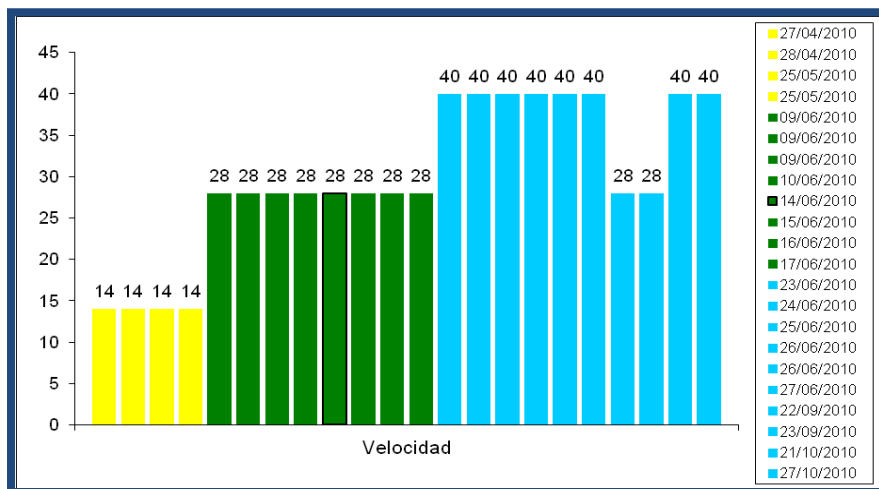


Figura 6.4 Cambios

6.1.3 Rendimiento la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

Los resultados obtenidos durante los primeros meses de Abril a Junio con respecto al rendimiento se observan en la figura 6.5.

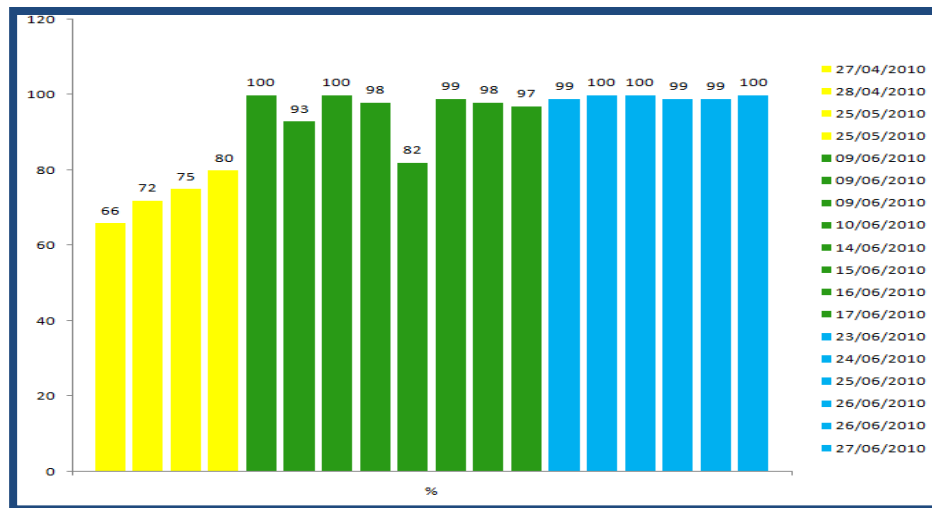


Figura 6.5 Rendimiento

Después del proyecto realizado se obtuvieron los siguientes cambios en el rendimiento de la línea de sacos Coffee Mate 22.5 kg. Ver figura 6.6

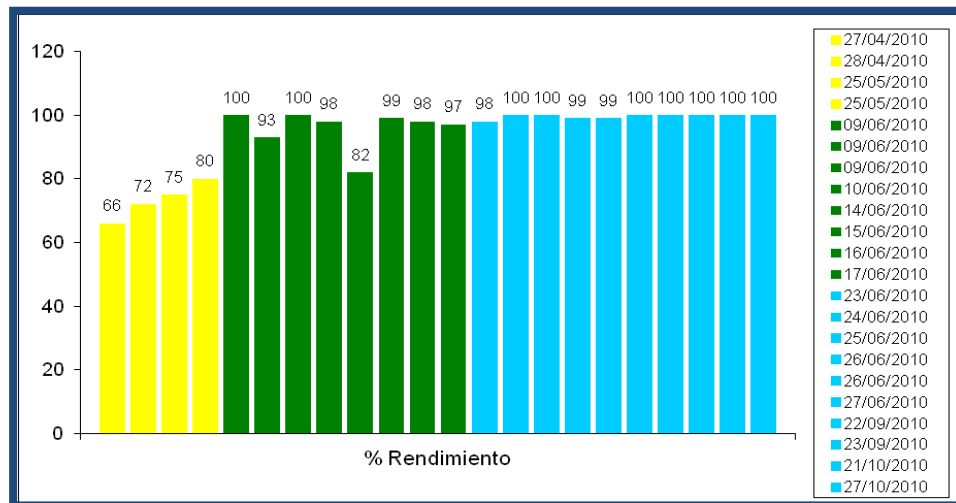


Figura 6.6 Después

6.1.4 Inocuidad la Línea de Sacos Coffee Mate 22.5 kg

Los resultados obtenidos con respecto a la inocuidad del producto en los primeros meses de Abril a Junio se pueden observar en la figura 6.7 en donde el nivel es de entero bacterias y gérmenes.

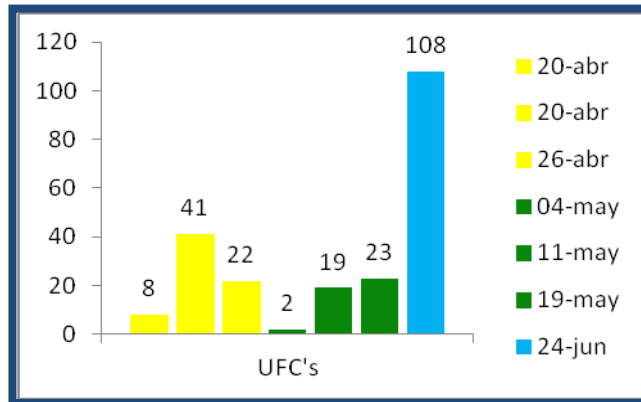


Figura 6.7 Primeros meses

Al término del proyecto se obtuvieron datos en donde solo existían gérmenes, los cuales fueron eliminándose, los siguientes resultados se observan en la figura 6.8.

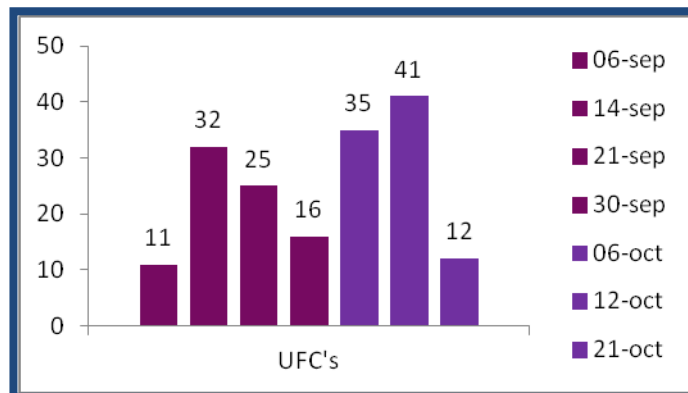


Figura 6.8 Cambios realizados

Capítulo 7

Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

La metodología Seis Sigma es una poderosa herramienta que ha tenido gran trascendencia en la competitividad industrial que se genera en la actualidad. Esta herramienta genera diversos beneficios que alcanzan niveles de casi perfección con respecto a la calidad de los productos que genera.

La metodología se ayuda de herramientas, una de ellas es DMAIC, que consiste en un conjunto sistemático de pasos que empieza en la etapa de definir, la cual nos permite conocer la magnitud del problema y las variables que intervienen en el proceso más detalladamente.

El siguiente paso es la etapa de la medición que se realiza para tener un conocimiento más objetivo, y se lleva a cabo la obtención de datos de cómo se desempeña actualmente el proceso.

El análisis es otra etapa de esta herramienta en ella se realiza un análisis de los datos obtenidos anteriormente, éste con la finalidad de encontrar puntos de mejora mediante el uso de distintas herramientas básicas que permiten el rendimiento del proceso.

Para después pasar a la etapa de implementación y con ello la obtención de resultados, los cuales deben ser controlados para generar beneficios a largo plazo.

Estos pasos deben ser guiados por los principios de la perfección Seis Sigma y deben ser orientados a procesos que se basen en la voz del cliente, esto asegura su éxito en la implementación.

Seis Sigma tiene la característica de ser un conjunto de herramientas estadísticas capaces de generar un proceso con diversos beneficios, entre ellos: la disminución de errores en el proceso, disminución de productos que no cubren los

estándares de calidad, detección de pérdidas que puedan mermar la productividad del proceso, etc.

Es por ello, que esta metodología es de gran importancia para permanecer dentro del nivel de calidad y así continuar mejorando hasta alcanzar el 3.4 defectos por millón de oportunidades, lo cual nos ubica dentro de la competencia en manufactura mundial.

Seis Sigma se basa en el mejoramiento continuo, por lo que este círculo nunca concluye, siempre busca alcanzar mejores procesos capaces de competir dentro del mundo competitivo, donde se encuentran empresas de carácter mundial que también están en el círculo de la mejora continua.

Mediante el uso continuo de esta metodología se busca crear no solo procesos de calidad sino una cultura de calidad que busque la casi perfección en todos sus procesos.

7.2 Recomendaciones

Algunas recomendaciones claves para el éxito de la metodología Seis Sigma son:

- **Relacionar los esfuerzos de la metodología Seis Sigma a la estrategia y prioridades de la empresa**

Aunque los primeros esfuerzos se dirijan a problemas precisos, el impacto sobre las necesidades de la empresa debe ser claro. En lo posible, es de importancia observar como los proyectos y otras actividades se van relacionando con los clientes, los procesos claves y la competitividad.

- **Situar Seis Sigma como un método mejorado para la gestión en la actualidad**

Los métodos y herramientas de la metodología Seis Sigma van en dirección a las Organizaciones del siglo XXI. Es una buena opción para implementar cuando hay que enfrentarse a diferentes obstáculos como la competencia intensa, cambios rápidos, demanda creciente de los clientes, etc.

- **Mantener el mensaje simple y claro**

Hay que mantener un vocabulario accesible y claro con las personas de la organización. Además de tratar de transmitir los conocimientos Seis Sigma de manera comprensiva y clara.

- **Desarrollar un camino propio hacia Seis Sigma**

Los principios, prioridades, proyectos, formación, estructura, todo ello debe decidirse en función a lo ms conveniente para la organización

- **Centrarse en resultados a corto plazo**

Es necesario desarrollar e impulsar un plan que concrete los logros iniciales en los primeros cuatro o seis meses. Un factor importante a tomar en cuenta es el no querer comenzar la metodología y esperar resultados grandes.

Seis Sigma es un proceso paso a paso, que conlleva un tiempo para el surgimiento de grandes resultados.

- **Centrarse en el crecimiento y desarrollo a largo plazo**

Es importante conseguir un equilibrio entre el impulso para obtener los resultados de manera rápida y el reconocimiento de esos beneficios que deben fundarse en la potencia real de Seis Sigma: la creación de una empresa con mayor capacidad de respuesta, orientada al cliente, resistente y próspera a largo plazo.

- **Publicar los resultados obtenidos, admitir errores y aprender de ambos**

Hay que tener en cuenta que Seis Sigma no es perfecto, tendrá dificultades que enfrentar y resolver y éxitos que festejar y proseguir. Estar preparado para mejorar continuamente es una buena opción a seguir, incluso, rediseñar los procesos Seis Sigma a medida del progreso.

- **Invertir en hacer que suceda los cambios**

Para observar cambios en la organización hay que invertir tiempo, dinero, esfuerzo, nuevos hábitos, etc. Los resultados posteriormente llevarán consigo una pronta recuperación en la inversión inicial, pero lo primero es dar el primer paso.

- **Utilizar herramientas Seis Sigma de manera apropiada**

Ninguna herramienta individual de Seis Sigma puede producir clientes más satisfechos o realizar diversos beneficios. La estadística es importantísima en esta metodología pero solo responde a preguntas, pero no pueden dar servicios. El éxito en Seis Sigma depende de la aplicación de estas herramientas con el equilibrio adecuado para maximizar los resultados. Debe valorarse altamente el uso de las herramientas más simples, que funcionen, y no de las más complejas.

- **Mantener una vinculación de los clientes, los procesos, los datos e innovaciones para crear un sistema Seis Sigma**

Los elementos claves de Seis Sigma son los clientes. Si se comprende los mercados, sus operaciones, se utilizan medidas y creatividad para aumentar el valor y el rendimiento, ésta es la potente combinación que puede convertir la vida de los competidores en un sufrimiento continuo.

- **Realizar que la alta dirección se involucre y se responsabilice**

Es importante que la alta dirección haga parte de su trabajo la metodología y se involucre en él. Esto asegura el éxito en Seis Sigma.

- **Hacer que la formación sea una actividad constante**

Unos meses de formación, no es suficiente para cimentar todos los conocimientos y habilidades necesarias para sostener Seis Sigma, aunque esta formación sea intensa.

Es importante buscar herramientas que complementen las herramientas vistas con anterioridad.

Referencias Bibliográficas

- Escalante, Edgardo J. (2008). Seis Sigma: Metodología y técnicas. México: Ed. Limusa.
Fraile Gómez, Fermín, Barrio Vilar, Francisco José, Monzón Tejero Miguel (2003). Seis Sigma. España: Ed. FC
- Velázquez Trujillo Sabino (1990). Herramientas Estadísticas Básicas
- Greg Brue (2003). Seis Sigma para directivos: Ed. Mc Graw Hill
- Fergonbaun V. Armand. Control total de calidad: Ed. Cecsa
- Humberto Gutiérrez Pulido, Roman de la vara Salazar (2004). Control estadístico de calidad y seis sigma: Ed. Mc Graw Hill
- Galindo Munch (1991) Fundamentos de Administración. México; Ed. Trillas
- Evans, James R y William M. Lindsay (1999). Administración y control de la calidad: Ed. Cengage Learning
- Oakland, John S. Administración por la calidad total: Ed. Cecsa
- Michael L. George, David Rowlands, Mark Price y John Maxey (2005). The Lean Six Sigma Pocket Toolbook: A Quick Reference Guide to Nearly 100 Tools for Improving Process Quality, Speed, and Complexity: Ed. Mc Graw Hill
- Peter S Pande, Robert P. Neuman, Roland R. Cavanagh (2002). Las claves de SEIS SIGMA: Ed. Mc Graw Hill

Glosario de Términos y Abreviaturas

Términos

- **DMAIC** por sus siglas en inglés significa: Define (Definir), Measure (Medir), Analyze (Analizar), Improve (Mejorar) y Control (Controlar).
- **FCH**: Fábrica Chiapa de Corzo
- **ASCA**: Aseguramiento de la Calidad
- **GE**: General Electric
- **STC**: Satisfacción Total del Cliente
- **SS**: Seis Sigma
- **CTQ** que por sus siglas en inglés significa Critical to Quality (Crítica a la calidad)
- **SIPOC** por sus siglas en inglés significa: proveedores (SUPPLIERS), entradas (INPUTS), proceso (PROCESS), salidas (OUTPUTS), y clientes (CUSTOMERS).
- **5W1H** por sus siglas en inglés (What, When, Where, Who, Why, How) significan: Qué, Cuándo, Dónde, Quién, Por qué y Cómo.
- **5W**: 5 Porqués
- **AMEF**: Análisis de Modo y Efecto de Fallas
- **VCC**: Variables Críticas de Calidad
- **NCE** por sus siglas en inglés Nestlé Continuous Excellence significa Nestlé Excelencia Continua.
- **KPI'S**: Indicadores Claves de Rendimiento
- **SHO**: Reunión Operacional Por Turno
- **DOR**: Reunión Operacional Diaria
- **MOR**: Reunión Operacional Mensual
- **WOR**: Reunión Operacional Semanal
- **VOC**: Voz del cliente

- **3 C's:** Deleitar al **C**onsumidor, Entregar ventaja **C**ompetitiva y Excelencia en el **C**umplimiento

Abreviaturas

- **Ej.:** Ejemplo
- **Kg:** Kilogramo
- **T & M:** Técnica y manufactura
- **GAM:** Gérmenes Aeróbicos Mesofilos
- **KWH:** Kilowatt - Hora
- **Ton:** Tonelada
- **%:** Porcentaje
- **Ing:** Ingeniero