

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD CON
LEAN MANUFACTURING EN UNA EMPRESA QUIMICA**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ADMINISTRACIÓN

P R E S E N T A:

URIEL GERARDO REYES ARROYO

ASESOR: L.A. JOSÉ REFUGIO HURTADO RAMÍREZ

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO

2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: Trabajo de Tesis

DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD CON LEAN MANUFACTURING EN UNA EMPRESA QUÍMICA.

Que presenta el pasante: URIEL GERARDO REYES ARROYO

Con número de cuenta: 30623960-1 para obtener el Título de la carrera: Licenciatura en Administración

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 17 de marzo de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	M.A. José Filemón Mondragón Domínguez	
VOCAL	M.A. Luis Roberto Guanes García	
SECRETARIO	L.A. José Refugio Hurtado Ramírez	
1er. SUPLENTE	M.A. Ana Gabriela Arteaga Zarazua	
2do. SUPLENTE	L.A.E. Guillermo Acevedo Arcos	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

Dedicatorias

Dedico este trabajo a mi madre, tu recuerdo y el inmenso amor que me tuviste siguen presentes en mi corazón cada día.

A mi padre, a pesar de todas las cosas que pudieron causarnos dificultad hoy podemos decir “lo logramos”.

Y a Kari, chaparrita gracias por estar siempre conmigo, por apoyarme y ser mi cómplice. Porque a pesar de todo lo que pudimos vivir, sin condiciones estuviste aquí en cada momento. Eres una mujer increíble y siempre voy a estar agradecido contigo por permitirme formar parte de tu vida.

Agradecimientos

A Dios Jehová

Gracias Dios te doy por infinito amor y misericordia, tú has guiado mis pasos y es tu obra el que esté aquí presente, compartiendo un día tan feliz y satisfactorio de mi vida. Y por enviar a mi camino cada persona mencionada en estas páginas. ¡Te glorifico Señor!

A la UNAM

Porque me enamore de esta institución mucho antes de pertenecer a ella, porque llevo los colores azul y oro, en mi sangre y en mi piel. Porque es un verdadero orgullo poder decir que soy parte de la mejor universidad de México.

Al jurado

Les agradezco el tiempo y la dedicación. Y a aquellos que durante las clases participaron en mi formación académica y personal, muchas gracias.

A la Ing. Xochitl Carlín Guillermo

Gracias por el apoyo y facilidades otorgadas para el desarrollo de este trabajo, por darme la oportunidad de aprender de la práctica, por cada consejo. Siempre voy a estar muy agradecido con usted.

A cada uno de mis profesores que participaron en mi desarrollo profesional compartiendo sus experiencias y conocimientos, gracias.

Y En especial al profesor José Refugio Hurtado Ramírez por su tiempo, dedicación y apoyo. Fue un gusto encontrarme con usted en este camino.

Atentamente: Uriel Gerardo Reyes Arroyo

DISEÑO DE UN
SISTEMA DE GESTIÓN
DE LA CALIDAD
CON LEAN MANUFACTURING
EN UNA EMPRESA
QUIMICA.

Justificación

La justificación de este trabajo está basada en la necesidad de incrementar el conocimiento de la filosofía, técnicas y herramientas que en su conjunto conforman Lean Manufacturing en la industria nacional para el diseño y la implementación de sistemas de gestión de la calidad.

Lean Manufacturing ha logrado ser una base para el mejoramiento de la competitividad y calidad en la industria manufacturera, inclusive en los últimos años en la industria de servicios. En las organizaciones en las que se ha aplicado, han resultado grandes beneficios que la manufactura tradicional (por llamarla de alguna forma) no hubiese conseguido.

Por lo que en este trabajo se mostraran ejemplos de los benéficos obtenidos mediante la implementación de proyectos de mejora continua, con base a la filosofía, las técnicas y herramientas Lean Manufacturing para lograr sistemas de gestión de la calidad eficientes.

Objetivo general

Apoyarnos en las técnicas y herramientas Lean Manufacturing para el diseño e implementación de un sistema de gestión de la calidad en los procesos operativos de las organizaciones.

Objetivo específico

Incrementar la eficiencia, productividad, clima laboral y satisfacción al cliente con la implementación de indicadores enfocados en la mejora continua de los procesos y a la eliminación de desperdicios.

Introducción

La mayor competencia entre las organizaciones, la rapidez con la que se mueve la demanda de los productos y servicios, los cambios constantes en los gustos y necesidades del consumidor, y la inestabilidad económica y productiva de los mercados, son las principales características del entorno industrial en la actualidad. Las cuales se deben al aumento en las exigencias que tienen los clientes, que hoy en día, requieren de productos o servicios de alta calidad para la satisfacción de sus necesidades, así como servicios de entregas en tiempos cortos, con decisiones rápidas y con mayor frecuencia, haciendo que las organizaciones busquen ventajas para hacer la diferenciación de sus productos y servicios ante la competencia, generando un valor agregado para los mismos.

Ante este sistema de manufactura a plazos cortos, con mayor calidad y a una velocidad de fabricación más exigida, la respuesta rápida de las organizaciones es afrontada mediante la eliminación y/o reducción de desperdicios. Desperdicios que afectan los procesos operativos, las finanzas, las relaciones humanas y el día a día en la vida de las organizaciones.

El uso de las técnicas y herramientas Lean Manufacturing (Manufactura esbelta) requiere en principio y como punto más importante, de un cambio en la forma de pensar de las organizaciones que transforme a su vez su forma de actuar.

Se apoya a partir de la experiencia de otras organizaciones, como las empresas japonesas, quienes fueron las primeras en adoptar esta filosofía y que hoy en día han sabido adoptar en otros países para entrar al entorno competitivo de manufactura actual.

Los sistemas de producción que han adoptado la filosofía Lean Manufacturing han tomado gran importancia a nivel mundial en los últimos años, debido al aumento de la necesidad en la eficiencia en todos los sectores industriales por competir en un mercado cada vez más abastecido de opciones para los clientes.

Nuestro país no es la excepción, esta necesidad ha tomado valor en la industria nacional, pues el bajo costo de mano de obra dejó de ser la ventaja competitiva más representativa de nuestra manufactura.

Se puede decir que para alcanzar el éxito en la práctica de un sistema de producción Lean Manufacturing depende en principio de la mínima resistencia al cambio de mentalidad

de la organización, adoptar una nueva filosofía en la operación de toda ella y no simplemente en los procesos.

Las técnicas y herramientas Lean Manufacturing, si son implementadas de manera correcta en la producción (inclusive en cualquier área de la empresa), permiten satisfacer de mejor forma las necesidades de los clientes, responder más rápido a la variación de la demanda, reducir los desperdicios, que, automáticamente atrae una reducción de costos lo que se convierte en mayor competitividad y mayores beneficios económicos para la organización.

El objetivo de este trabajo es retroalimentar la experiencia obtenida de esta filosofía de manufactura, dar una pequeña introducción de lo que se trata, de las técnicas y herramientas de las que se apoya y los beneficios que se logran, específicamente en la identificación, reducción y/o eliminación de los desperdicios.

En el capítulo uno se hará mención a las generalidades de la administración, con un enfoque en la mejora continua con el principio de optimizar los recursos como objetivo de la administración. Las aportaciones de los principales representantes de cada corriente administrativa, basadas en las escuelas clásica, científica, de relaciones humanas, de sistemas y por objetivos. Y, las nuevas tendencias de la administración actual.

Se escribirá en el capítulo dos sobre la administración de la calidad haciendo especial énfasis en la evolución de la misma a través del tiempo, los gurús que le dieron surgimiento, la filosofía Kaizen, y las 7 herramientas estadísticas de calidad como principales técnicas.

El capítulo tres abordará especialmente la filosofía Lean Manufacturing, se hablará de sus definiciones y conceptos, de la metodología DMAIC y de las técnicas y herramientas de las que se apoya para la implementación de la mejora continua en las organizaciones, basado en la estructura del Instituto Tecnológico de Monterrey, el cual las clasifica en 3 según su naturaleza, esta clasificación es mediante procesos estándares, flexibles y confiables.

Para el capítulo cuatro se hablará sobre los aspectos generales de la empresa BASF Mexicana SA de CV, especialmente del sitio Barrientos. Usando este capítulo como marco referencial para la presentación del caso práctico.

En el capítulo cinco es una breve descripción de lo que es un sistema de gestión de inventarios, puesto que el enfoque de los proyectos está basado en la optimización de este.

Por último en el capítulo seis se presentará la investigación del caso de estudio que se realizó en el sitio Barrientos de la empresa BASF Mexicana SA de CV. En donde con base a la filosofía, técnicas y herramientas Lean Manufacturing, se logró la implementación de mejoras en la organización.

Se aplicará el método HARVARD de resolución de casos tomando en cuenta sus cinco fases:

- Fase de preparación,
- Fase de recepción (análisis del caso),
- Fase de interacción (trabajo)
- Fase de evaluación,
- Fase de confrontación.

Finalizando con las conclusiones obtenidas al realizar la investigación.

Planteamiento del problema

La problemática que tienen los sitios está enfocada principalmente a que cuentan con un deficiente sistema de administración de la producción no estandarizado. Esto permite un excedente en desperdicios de: sobreproducción, exceso de inventario, esperas y paros, transporte y envíos, movimientos, defectos y rechazos, capital humano no capacitado y actividades que no agregan valor a la operación.

Hipótesis

La implementación correcta de la filosofía, técnicas y herramientas Lean Manufacturing con indicadores enfocados en la eficiencia en el proceso de manufactura permitirá reducir los desperdicios presentes y traerá consigo un incremento de competitividad, calidad, eficiencia, productividad y un mejor posicionamiento en el mercado.

Metodología

Investigación documental e investigación de campo en el caso de estudio.

Índice

Marco teórico

1. Generalidades de la administración

1.1. Antecedentes y concepto de la administración	1
1.2. Escuelas de la administración	7
1.2.1 Escuela Clásica	7
1.2.2 Escuela Científica	9
1.2.3 Escuela Relaciones humanas	11
1.2.4 Escuela Sistemas	13
1.2.5 Escuela por Objetivos	15
1.3. Nuevas tendencias de la administración contemporánea	17
1.3.1 Empowerment	17
1.3.2 Reingeniería de proceso	18
1.3.3 Benchmarking	21
1.3.4 Balanced scorecard	22
1.3.5 KPI	24

2. Administración de la calidad

2.1. Antecedentes y concepto de la calidad	26
2.2. Calidad en el siglo XIX (revolución industrial) y en el siglo XX (corrientes de la calidad Japón y EUA)	31
2.3. Sistemas de gestión de la calidad	34
2.4. Gurús de la calidad	36
2.5. Filosofía Kaizen de la calidad	45

2.6. Las 7 herramientas estadísticas de la calidad	47
3. Filosofía Lean Manufacturing	
3.1. Antecedentes y conceptos de Lean Manufacturing	55
3.2. Tipos de desperdicio	65
3.3. Metodología DMAIC	68
3.4. Value Stream Maps	72
3.5. Técnicas y herramientas Lean Manufacturing	75
3.5.1. Establecimiento de procesos estándares	75
Just In Time (Justo a Tiempo)	75
Metodología de las 9'S	76
Trabajo estandarizado y balanceo de líneas	79
Mapeo de procesos	83
Six Sigma	85
CPK	86
3.5.2. Establecimiento de procesos flexibles	88
Heijunka	88
Tack time	88
Kanban	90
SMED	91
3.5.3. Establecimiento de procesos confiables	92
Jidoka	92
Andón	93
Poka Yoke	93

Marco referencial

4. BASF Mexicana SA de CV (Sitio Barrientos)

4.1. Historia y antecedentes de la empresa	95
4.2. Estructura organizacional	100
4.2.1. Organigrama	100
4.2.2. Misión – Visión	101
4.3. Negocios y sitios	102
4.3.1. Concretos, aditivos y curadores	104
4.4. Principales servicios y clientes	105
4.5. Funciones desempeñadas del área	106

5. Gestión de inventarios

5.1. Sistema de gestión de inventarios	109
--	-----

6. Implementación de proyectos Lean Manufacturing

6.1. Método Harvard de resolución de casos	111
6.2. Caso de estudio	112
6.2.1. Fase de preparación	112
6.2.2. Fase de recepción (análisis del caso)	119
6.2.3. Fase de interacción (desarrollo del trabajo)	122
6.2.4. Fase de evaluación	140
6.2.5. Fase de confrontación	147

Conclusiones	147
--------------	-----

GLOSARIO

Empowerment (Empoderamiento): Es una técnica de la gestión de la administración que se basa en delegar autoridad y responsabilidad.

Reingeniería de procesos: Es el rediseño radical de los procesos.

Benchmarking: Es un proceso que sirve para diagnosticar y comparar prácticas entre las organizaciones.

Balancead scorecard (Cuadro de mando integral): Es un conjunto de medidas cuantificables que se derivan de las estrategias de una organización.

KPI (Indicador clave de desempeño): Son métricas que ayudan a identificar el rendimiento de una determinada actividad.

Control de Calidad: Técnicas de inspección en la producción para evitar la salida de bienes o productos defectuosos.

Aseguramiento de la Calidad: Sistemas y procedimientos de la organización para evitar que se produzcan bienes defectuosos.

Calidad Total: Teoría de la administración empresarial centrada en la permanente satisfacción de las expectativas del cliente.

Mejora Continua: Es la acción de mejorar productos, procesos y servicios.

Inspecciones: Es una evaluación sistemática de los sistemas implantados.

Auditorias: Es la verificación sistemática de alguna actividad, proceso o procedimiento.

Seis Sigma: Es una metodología de mejora de procesos.

QFD: Es un método de gestión de calidad basado en transformar las demandas del usuario en la calidad del diseño.

AMEF: (Análisis de Modo y Efecto de Fallos) Es un conjunto de directrices, un método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un sistema para priorizarlos.

Sistemas de gestión de la calidad: Es una herramienta que le permite a cualquier organización planear, ejecutar y controlar las actividades necesarias para el desarrollo de la misión.

ISO: Organización Internacional de Normalización” (“International Organization for Standardization”, en inglés).

Gurús: Maestros.

Kaizen: Término en japonés utilizado para definir a la mejora continua.

Diagrama de flujo: Es una representación gráfica de un proceso

Diagrama de causa-efecto: Es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto).

Check lists: Es una herramienta que sirve para evitar que se olviden pasos o revisiones importantes en las diferentes tareas y procesos de su organización.

Histograma: Es una gráfica que se puede utilizar para evaluar la forma y dispersión de datos de muestra continuos.

Diagrama de Pareto: Es un tipo especial de gráfica de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor.

Diagrama de dispersión: Es una herramienta gráfica que ayuda a identificar la posible relación entre dos variables.

Gráfica de control estadístico: Es un diagrama que sirve para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para asegurar que se mantenga en esa condición.

Lean Manufacturing: Es una metodología de fabricación que busca la optimización a lo largo de todo el flujo de valor mediante la eliminación de desperdicios.

Actividad de valor agregado: Es una actividad de cierto proceso que vuelve más valioso al producto o servicio

Actividad sin valor agregado: Es una actividad que no contribuye directamente a la satisfacción de las expectativas de los clientes.

Desperdicios: Se considera como todo lo que es adicional a lo mínimo necesario de recursos.

Mudas: Desperdicios

Sobreproducción: Es fabricar productos para los cuales aún no han sido solicitados por el cliente.

Esperas: Son retrasos en el proceso.

Transportes innecesarios: Recorrer grandes distancias.

Sobre proceso: Se refiere a un mal diseño del producto.

Excesos inventarios: Materiales almacenados sin un movimiento periódico.

Movimientos innecesarios: Son movimientos del personal que no agregan valor al producto.

Defectos: Retrabajar o desechar productos.

MURI: Sobrecarga.

MURA: Desnivelado.

VSM: (Value Stream Map) Análisis de la cadena de valor de un proceso o Servicio, desde su inicio con proveedores, hasta la entrega al cliente final.

Técnicas: es un procedimiento o conjunto de reglas, normas o protocolos que tiene como objetivo obtener un resultado determinado y efectivo

Herramientas: Son objetos elaborados a fin de facilitar la realización de una tarea mecánica que requiere de una aplicación correcta de energía.

JIT (Just in time): Justo a tiempo es una filosofía enfocada a producir justo lo que se requiere, cuando se necesita y sin desperdiciar recursos en el sistema.

9's: Es un sistema que se enfoca en el orden y la limpieza.

Trabajo estandarizado: Es una herramienta enfocada en personas con la idea de documentar funciones de trabajo efectuadas en secuencia repetida.

Balanceo de líneas: Es una de las herramientas más importantes para el control de la producción.

Mapeo de procesos: Es una herramienta que ayuda a las empresas a identificar el flujo del proceso, para determinar las operaciones que agregar y no agregar valor.

CPK: El concepto de capacidad, hablando de proceso.

Heijunka: La nivelación de la producción.

Takt Time: Ritmo de tiempo aceptable.

Kanban: Sistema de información para el control del flujo de recursos en procesos de fabricación, por medio del uso de tarjetas.

SMED: (Single minute exchange of die) Es el cambio de herramientas en un solo dígito de minutos.

TPM: (Total productive maintenance) Mantenimiento productivo total es una filosofía Japonesa que se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costos en los procesos de producción.

Jidoka: Significa verificación en el proceso.

Andón: Término japonés para alarma, indicador visual o señal.

Poka Yoke: Viene de las palabras japonesas “Poka” (error inadvertido) y “Yoke” (prevenir).

Organigrama: Es la representación gráfica de la estructura de una empresa o cualquier otra organización, incluyen las estructuras departamentales y, en algunos casos, las personas que las dirigen.

Layout: Es como un croquis de donde, debe de ir cada elemento informativo del lugar.

Opex: Nombre utilizado para el área de mejora continua (Excelencia Operativa) en BASF Mexicana.

Roadmap: (hoja de ruta) es una planificación del desarrollo de ciertas actividades con los objetivos a corto y largo plazo, y posiblemente incluyendo unos plazos aproximados de consecución.

WMS: Warehouse management system. (Sistema de administración de inventario).

Storage bin: Es el nombre que se le asigna a una ubicación del almacén.

Bin: En términos de almacén, es una tarima de materiales con una capacidad determinada.

Stock: Existencias de inventario.

Safety stock: Existencias de seguridad.

Ajuste de inventario: Es un movimiento de entrada o salida de artículos al almacén. Es funcional para agregar el inventario inicial, pérdidas o aumentos de mercancía.

Diferencia de inventario: Diferencias resultantes entre la información obtenida directamente del inventariado en almacén, en relación con la información contable.

EHS: Ecología, Higiene y Seguridad.

MP: Siglas para identificar a la materia prima.

PT: Siglas para identificar al producto Terminado.

P.O. Production order (orden de fabricación).

MAP: Hoja de surtido de almacén.

OOE: (Overall Equipment Efficiency o Eficiencia General de los Equipos) es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial.

Pre ensamble: Es el área en donde se genera la receta para la posterior fabricación del material.

CAPÍTULO

UNO

1. GENERALIDADES DE LA ADMINISTRACIÓN

1.1 ANTECEDENTES Y CONCEPTOS DE LA ADMINISTRACIÓN

ANTECEDENTES

La administración como actividad del hombre aun sin conocerse como tal este concepto, es llevada a cabo desde el momento en que las personas tienen la necesidad de integrarse en grupos humanos, dando origen así a las primeras pequeñas civilizaciones. Estos grupos humanos comenzaron a darse cuenta que tenían que organizarse para realizar las actividades necesarias para la vida, las cuales eran divididas entre los integrantes de la comunidad, qué de alguna forma, la división de las mismas se realizaba en lo general por el género y más específico según las habilidades del individuo. A su vez al comenzar a organizarse los grupos humanos se vieron en la necesidad de establecer reglas a fin de mantener un orden entre ellos mismos, también era fundamental establecer reglas para “administrar” los recursos con los que contaban, así como seguir el liderazgo de alguien para alcanzar las metas establecidas de la pequeña civilización.

La administración históricamente se visualiza en dos etapas, si pudiéramos dividir las de alguna forma. La primera etapa nace con el origen de los grupos humanos como pequeñas civilizaciones, y la segunda etapa, se da con el surgimiento de la revolución industrial y, los avances tecnológicos y científicos.

Primeras civilizaciones

Con el paso del tiempo los grupos humanos fueron creciendo hasta formar grandes civilizaciones, por lo que las necesidades de “administrar” los recursos fueron a su vez en aumento.

En las civilizaciones antiguas, por ejemplo, *las primeras evidencias de prácticas administrativas para el registro de las transacciones de las posesiones religiosas se atribuyen a la civilización sumeria (Claude, 1987).*

En este trabajo se hará mención a los ejemplos de prácticas administrativas más representativas en las culturas antiguas como: la egipcia, babilónica, china, griega y romana; así como durante la edad media y la revolución industrial.

Cultura Egipcia

La construcción de las pirámides egipcias es la evidencia más representativa de prácticas administrativas en esa civilización. Desde el punto de vista de la administración, se observa una planificación detallada de las actividades, así como la habilidad de organizar, dirigir y controlar un gran número de trabajadores (esclavos), inclusive especializados (artesanos). A esto debemos sumarle la aparición de las juntas de consejo y los decretos de leyes basadas en una ideología religiosa.

Este tipo de administración refleja una coordinación del imperio con una base previamente fijada y primordial, el factor humano.

Cultura Babilónica

La civilización babilónica tiene como ejemplo de práctica administrativa el código de Hammurabi, el cual decreta leyes para la mayoría de las actividades (trabajo, familia, comercio y propiedad). *Durante el reinado de Nabucodonosor se encuentran ejemplos de un control de la producción y el pago de incentivos en las fábricas textiles (Claude, 1987).*

Cultura China

En la civilización china se encuentran principios de prácticas administrativas en documentos escritos. La constitución de Chow, por ejemplo, detalla las tareas de todos los sirvientes directos del emperador, dejando ver el control de las actividades. Otro ejemplo es el escrito militar más antiguo por Sun Tsu que describe como planificar, dirigir y organizar las batallas, en su libro llamado el “Arte de la guerra”. En esta civilización también se forma la especialización de oficios hereditarios y la selección científica de los trabajadores por medio de exámenes.

Cultura Griega

La aportación que dio Grecia a la administración está basada principalmente en los pensamientos de sus filósofos, algunos conceptos prevalecen aún:

Sócrates. Utiliza en la organización aspectos administrativos, separando el conocimiento técnico de la experiencia. La universalidad de la administración.

Platón. Habla de las aptitudes naturales de los hombres, da origen a la especialización.

Pericles. Nos da unos de los principios básicos de la administración que se refiere a la selección de personal.

En la civilización griega también se establecen oficios hereditarios y los métodos uniformes con tiempos estipulados para realizar las tareas.

Cultura Romana

La organización militar de Roma repercutió significativamente en el éxito del imperio romano. El orden administrativo que tuvo el imperio romano hizo que se lograra, a la par de las guerras y conquistas, la construcción de monumentos, carreteras y acueductos; la explotación de minas y canteras, y la organización de las instituciones de manera satisfactoria.

Este sistema de administración subsistió durante varios siglos y permitió que los romanos llevaran a cabo su inmenso imperio. Sin embargo, conforme crecía la extensión de sus conquistas, tuvieron la necesidad de descentralizar el gobierno, por lo que adoptaron un sistema de delegación de autoridad hasta la caída del imperio.

La edad media

La edad media de Europa se caracterizó básicamente por un sistema político: el feudalismo. El feudalismo consistía en una organización jerárquica: El emperador o rey era la cabeza de toda una jerarquía, le seguía la alta nobleza, los señores feudales y los vasallos. A cada nivel le correspondía diferente dominio territorial y funciones específicas; militares, financieras y de trabajo.

El señor feudal vivía en su castillo, administraba la justicia, dirigía la policía, recaudaba los impuestos. Su autoridad y, en ciertos casos, su papel de protector se ejercía sobre sus vasallos y sobre los campesinos, que constituían en ese entonces el elemento esencial de la población.

Durante la época medieval hubo una notable evolución de los sistemas organizativos, la autoridad pasó al terrateniente, el cual tenía el poder para fines tributarios y de autoridad dentro de su dominio.

Con el paso del tiempo, se desarrollan algunos oficios como: carpinteros, zapateros, herreros, artesanos entre otros. Comenzaron a formarse grupos de trabajadores especializados que establecieron la relación: maestro - aprendiz - jornalero. Así se inicia la regulación de las horas de trabajo, salarios, precios y aportaciones. Actividades que existen en la práctica de la administración actual.

Revolución industrial

Con la aparición del mercantilismo y la necesidad de nuevas maquinarias que facilitaran el trabajo, se forman las bases para la industria manufacturera.

En esta época, Inglaterra fue el primer país que logro exitosamente el cambio de una sociedad agraria – rural, a una, comercial - industrial. El trabajo humano fue sustituido por el de la maquinaria.

Para **Burns (1957)** *la revolución industrial se divide en dos épocas: La primera revolución industrial o revolución del carbón y del hierro, y la segunda revolución industrial o revolución del acero y la electricidad.*

Burns (1957) divide la primera revolución industrial en 4 fases: **La primera:** *La mecanización de la industria y de la agricultura, con el surgimiento de la máquina de hilar, del telar hidráulico, del telar mecánico y de la máquina de extracción de la semilla del algodón.*

La segunda: *La aplicación de la fuerza motriz a la industria. Con la aplicación del vapor a las maquinas.*

La tercera: *El desarrollo del sistema fabril. Y la cuarta: El desarrollo de los transportes y de las comunicaciones”.*

Como acontecimientos importantes de la según revolución industrial según **Burns (1957)** se encuentra: *el desarrollo del nuevo proceso de fabricación del acero de forma química, el perfeccionamiento de la dinamo por Miguel Faraday y la invención del motor de combustión interna.*

Como principales características de la revolución industrial tenemos la sustitución del hierro por el acero como materia prima y el vapor por la electricidad y los derivados del petróleo como fuentes de energía. El desarrollo de maquinaria automática y la especialización del trabajo. Así como la transformación en los transportes y en las comunicaciones.

El desarrollo de las nuevas formas de organización capitalista dio lugar al llamado capitalismo financiero.

- El capitalismo financiero tiene cuatro características principales:
- *La dominación de la industria por las inversiones bancarias e instituciones de crédito*

- *La formación de inmensas acumulaciones de capital provenientes de monopolios y fusiones de empresas*
- *La expansión de la industrialización hasta Europa Central y Oriental, y hasta el extremo Oriente*
- *La sustitución de la fuerza humana por la mayor potencia de la máquina de vapor (y posteriormente por el motor) que permitía mayor producción y economía*

(Burns, 1957).

El recurso humano fue sustituido por la máquina, aunque en principio sólo en aquellas tareas que se podían automatizar. Debido a esto aumentó la necesidad de un mayor volumen y calidad de este recurso. La mecanización obligó a la división del trabajo y a la simplificación de las operaciones.

En la actualidad, la mayor parte de los países desarrollados o en desarrollo, administran por medio de organizaciones como industrias, universidades, escuelas, hospitales, ejército y organizaciones de servicios públicos la mayoría de las obligaciones sociales (producción, prestación de un servicio, educación, atención médica, seguridad, etc.).

CONCEPTOS

Existen muchas definiciones de lo que es la administración, para algunos es una ciencia, para otros un arte, depende de quién y desde que enfoque se hayan realizado los estudios de la misma. Los distintos autores que han estudiado la administración y que en la mayoría de los casos han aportado para el desarrollo son quienes han venido modificando según su percepción la definición de la administración, sin embargo, la idea principal siempre se ha mantenido.

Administración viene del latín “Ad” que significa dirección o tendencia para o hacia, y “ministratio” que a su vez viene de “minister” que significa servicio, obediencia o subordinación. Por lo tanto, administración significa aquél que realiza una función bajo el mando de otro, es decir el que presta un servicio a un tercero (Chiavenato, 2004).

Les presento las definiciones de los autores con los que me encuentro más familiarizado durante mi etapa académica.

Para **Idalberto Chiavenato (2004)**, *la administración es "el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar el uso de los recursos para lograr los objetivos organizacionales"*.

Reinaldo O. Da Silva (2002), define la administración como *"un conjunto de actividades dirigidas a aprovechar los recursos de manera eficiente y eficaz con el propósito de alcanzar uno o varios objetivos o metas de la organización"*.

Y para **Agustín Reyes Ponce (2003)** *"Es el conjunto sistemático de reglas para alcanzar la máxima eficiencia en la forma de estructurar y manejar un organismo social"*.

Mi concepto se basa en estas 3 definiciones anteriores, por lo que para mí la administración es "el proceso de hacer, mediante la delegación de actividades y responsabilidades apoyado de la planeación, organización, dirección y control, que estas sean realizadas creando y manteniendo un ambiente en el cual el personal se pueda desempeñar en conjunto con otras personas para lograr así los fines establecidos".

1.2 ESCUELAS DE LA ADMINISTRACIÓN

Son pensamientos o también podemos llamarlos ideologías a través de las cuales se estudia la administración, algunas son de ámbito relativamente amplio y otras tienden a la especialización. Resulta de suma importancia el estudio de estas escuelas, ya que funcionan como una excelente herramienta para entender el concepto y la aplicación del proceso administrativo.

1.2.1 ESCUELA CLÁSICA

Henry Fayol que es reconocido como el fundador de la escuela clásica de la administración, fue el primero en sistematizar el comportamiento gerencial.

Fayol observó que la administración es una actividad común en cualquier tipo de organización donde esté presente el hombre. Fayol siempre sostuvo que su éxito se debía no sólo a sus cualidades personales, sino a los métodos que empleaba.

La preocupación básica de esta escuela era aumentar la eficiencia de la organización mediante la forma y disposición de los órganos componentes de la empresa y de sus relaciones estructurales.

Existen tres teorías de la administración clásica según Henry Fayol: *1ra. teoría. Henry Fayol se percató que, en todas las empresas industriales sin importar su tamaño, se dan una serie de funciones, operaciones o actividades, de cuya interrelación y eficiencia depende la marcha de la organización (Fayol, 1985).* Algunas de las funciones que observó Fayol son:

- Funciones Técnicas o de producción
- Funciones Comerciales o de mercadotecnia
- Funciones financieras
- Funciones de seguridad.

2da. teoría. Fayol describe las funciones administrativas y señala que estas son ejercidas por todos los administradores sin importar la actividad o puesto que desempeñen: proveer, organizar, mandar, coordinar y controlar” (Fayol, 1985).

Al señalar las funciones administrativas, Fayol crea el primer modelo del proceso administrativo.

3era. teoría. Fayol señala una lista de 14 principios que fueron de gran utilidad al aplicarlos durante el ejercicio profesional:

División del trabajo. *Consiste en la especialización de las tareas y de las personas para aumentar la eficiencia.*

Autoridad y responsabilidad. *Autoridad es el derecho de dar órdenes y el poder de esperar obediencia, la responsabilidad es una consecuencia natural de la autoridad.*

Disciplina. *Depende de la obediencia, aplicación, energía, comportamiento y respeto de los acuerdos establecidos.*

Unidad de mando. *Cada empleado debe recibir órdenes de sólo un superior. Es el principio de la autoridad única.*

Unidad de dirección. *Una cabeza y un plan para cada grupo de actividades que tengan un mismo objetivo.*

Subordinación del principio individual al general. *Los intereses generales deben sobreponer a los intereses particulares.*

Remuneración al personal. *Debe haber una justa y garantizada satisfacción para los empleados y para la organización en términos de retribución.*

Centralización. *Se refiere a la concentración de la autoridad en la alta jerarquía de la organización.*

Jerarquización. *Es la línea de autoridad que va del escalón más alto al más bajo. Es el principio de mando.*

Orden. *Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Es el orden material y humano.*

Equidad. *Amabilidad y justicia para alcanzar la lealtad del personal.*

Estabilidad del personal. *La rotación tiene un impacto negativo sobre la eficiencia de la organización.*

Iniciativa. *La capacidad de visualizar un plan y de asegurar el éxito.*

Espíritu de grupo. *La armonía y unión entre las personas constituyen grandes fuerzas para la organización.*

(Fayol, 1985)

Los principios son considerados demasiados generales para las organizaciones actuales que hoy en día tienen mayor complejidad, debido a que la teoría clásica no ofrece pautas o no proporciona bases suficientes para decidir a qué principios dar preferencia.

1.2.2 ESCUELA CIENTÍFICA

La administración científica observa a la administración como una ciencia que permite mejorar el hacer de la organización a través del estudio de las operaciones de trabajo. Esta mejoría se mide a través del concepto de eficiencia.

Frederick Taylor es considerado como el padre de la administración científica. Taylor considera a la administración científica como una nueva forma de pensar dentro de la administración de las organizaciones, en donde tanto administradores como operarios tenían funciones específicas que desarrollar para lograr el éxito en sus organizaciones.

Taylor consideraba que la administración debería de ser una ciencia, tan exacta como cualquier otra, en la que la existencia de leyes, reglas y principios fueran considerados como elementos de la forma de administrar. La eficiencia desde este punto de vista es considerada en términos de productividad individual.

Existen dos elementos claves en la administración: El administrador (representado por las personas que ocupan puestos de mando) y el trabajador (representando por las personas que ocupan puestos de subordinados).

La división del trabajo entre la administración y los obreros constituía el principio para dirigir eficientemente a las organizaciones. Se consideraban dos tipos de seres humanos: *El primero es el administrador, a quien se le reconoce una determinada capacidad de pensar. El segundo es el obrero quien carece completamente de dicha capacidad (Taylor, 1985).*

Taylor señala los doce factores de la administración considerados por la escuela científica: **1. El ser humano:** *Es observado a través de dos posiciones. La primera como superior y la segunda como subordinado.*

Posición de superior. *Es considerada como un individuo que tiene la capacidad (aunque restringida) de pensar, la cual está esencialmente orientada al desarrollo de nuevos procedimientos que coadyuven al conocimiento y al incremento de la eficiencia de las operaciones de trabajo.*

Posición de subordinado. Está considerado como un individuo que no tiene la capacidad de pensar, sino que está orientado fundamentalmente a la obediencia de instrucciones emanadas de la administración.

2. El medio ambiente: No es considerado dentro de este enfoque, ya que lo único que puede cambiar la forma rutinaria de operar en la organización es o la tecnología, o las nuevas ideas que provengan del personal que ocupa posiciones administrativas.

3. La motivación: Se reduce a la utilización del estímulo económico como el principal factor que mueve al hombre.

4. El liderazgo: El líder se debe a su posición. El tipo de liderazgo es racional, enfatizando en la eficiencia como su valor fundamental.

5. La comunicación: Es descendente y se transmite a través de órdenes que los trabajadores de niveles inferiores deben seguir al pie de la letra. No existe la posibilidad de comunicación ascendente, debido a que el empleado por definición no tiene la capacidad técnica y de conocimientos para opinar.

6. El conflicto: No es tomado en cuenta (el conflicto no se observa), ya que se supone que el trabajador desea lo mismo que el administrador, esto es, un mayor estímulo económico.

7. El poder: Se confunde con autoridad, por tanto, se deposita en aquellas personas que tiene puestos de alta jerarquía en la organización.

8. El cambio: Depende del avance tecnológico y de los nuevos procedimientos que se instrumenten cuando existan operaciones nuevas con las que se incremente la eficiencia.

9. La toma de decisiones: Se realiza fundamentalmente en los altos niveles jerárquicos de la organización o en aquellas posiciones en las que se encuentra personal de gran capacidad técnica.

10. La participación: Es prácticamente nula. Los teóricos de esta escuela enfatizan que la individualidad es el mejor mecanismo que permite incrementar la eficiencia organizacional.

11. La organización: Se diseña a partir de las diferentes funciones productivas realizadas dentro de la empresa.

12. La eficiencia: Se considera en términos ingenieriles. Es decir, se desarrolla un trabajo con el mínimo gasto de energía. (Taylor, 1985)

1.2.3 ESCUELA DE LAS RELACIONES HUMANAS

Las teorías administrativas con un enfoque a las relaciones humanas surgen con las investigaciones de los esposos Gilbert. En sus estudios llamados “la *mejor manera de realizar las cosas*” en esta investigación incluyeron aspectos de la psicología industrial, que se enfocaban en dos ideas: mejorar los procedimientos laborales y, evitar al máximo la fatiga humana y minimizar los riesgos de trabajo.

Estas investigaciones fueron la base para otras que posteriormente fueron realizadas por sociólogos y psicólogos de la época, creando así la corriente del pensamiento administrativo de las relaciones humanas, en el que se señalaba que el recurso más importante de la organización era el individuo.

Esta corriente adquirió importancia como consecuencia del desarrollo de la industria y las afectaciones emocionales que sufrían los trabajadores al adaptarse a este sistema de producción. Ante esta situación, los empresarios y los estudiosos de la administración se vieron obligados a analizar el problema desde el punto de vista (psicológico) humano.

La escuela de la administración de las relaciones humanas tiene dos etapas: ***Adaptación del trabajador al trabajo.***

En esta etapa domina el aspecto productivo. Durante esta etapa los temas que se consideraban fundamentales en la psicología industrial eran la selección de personal, la orientación profesional, los métodos de aprendizaje y de trabajo, la fisiología del trabajo y el estudio de los accidentes y la fatiga.

Adaptación del trabajo al trabajador. Esta segunda etapa se caracteriza por la atención dirigida hacia los aspectos individuales y sociales del trabajo. Los temas que predominaban en esta etapa eran el estudio de la personalidad del trabajador y del jefe, el estudio de la motivación y de los incentivos de trabajo, del liderazgo, de las comunicaciones, de las relaciones interpersonales y sociales dentro de la organización.

(Robbins, 1994)

Elton Mayo y Kurt Lewin son algunos de los autores más sobresalientes de la época. Elton Mayo realiza una investigación que identifica a esta corriente de la administración. El objetivo de la investigación era definir la relación entre los factores físicos y la productividad, sin embargo, encontró un factor que intervenía en esta relación, el factor psicológico del trabajador. A partir de este resultado Elton Mayo realizó más experimentos,

pero el objetivo ahora era observar el comportamiento del trabajador cuando trabaja en equipo, así como la respuesta a los estímulos que pueden existir en el ambiente laboral, como la iluminación y la limpieza del lugar o como el aumento de descansos y la reducción de la jornada laboral.

La corriente de la administración de las relaciones humanas con base a los experimentos de Elton Mayo indica que el individuo es el capital fundamental para el desarrollo de cualquier organización y la relación que tiene directamente con el proceso operativo de la misma.

Conclusiones obtenidas por Elton Mayo en su experimentación: *El nivel de la operación es resultante de la integración social del individuo.*

- *Las recompensas y sanciones sociales son más importantes que las económicas.*
- *La naturaleza del trabajo influye en el comportamiento del trabajador.*
- *Las emociones de los trabajadores, juegan un papel importante en el desarrollo de la organización.*
- *La empresa paso a ser vista como una organización social.*

(García, Hernández y Montero, 2012)

Kurt Lewin estudio la dinámica de grupos, estilos de liderazgo y la teoría de la resistencia al cambio (Principal problema de la implementación de nuevas filosofías, de las cuales hablaremos más adelante) investigaciones enfocadas a las actitudes del individuo ante los problemas que se puedan presentar en la organización. Se basa en dos aspectos importantes: La motivación y la frustración.

Considera que el campo de trabajo del individuo abarca también el aspecto psicológico y que este afecta la productividad de la organización. También que el trabajador tiene reacciones positivas y negativas y que en la mayoría de los casos acepta las situaciones positivas y rechaza las negativas.

La conclusión a la que llego Kurt Lewin es que el trabajador debe analizar sus pensamientos y acciones en un contexto grupal y no de forma individual.

Entre las aplicaciones principales obtenidas a partir de la implementación de esta teoría podemos mencionar: *El nivel de producción es resultante de la integración social. La producción está en función del grupo, entre mayor sea la integración del grupo, mayor es la eficiencia.*

- *Los trabajadores no actúan solo por sus intereses individuales, también se adecuan al grupo.*
- *Las personas son motivadas, principalmente, por la necesidad de reconocimiento, de participación.*
- *Las personas actúan en grupos sociales, si existe un buen ambiente dentro de la organización, esto se puede reflejar en los niveles de producción.*
- *Si se repite siempre la misma actividad, esta se vuelve una actividad monótona, es por eso que es necesaria una rotación de las actividades para evitar la pasividad de los trabajadores.*
- *Es necesario para el éxito en la organización tomar en cuenta las emociones de los trabajadores, ya que una persona con problemas no tendrá el mismo rendimiento que cuando no tiene problemas.*

(García, Hernández y Montero, 2012)

Con la corriente de las relaciones humanas surge una visión sobre el individuo, que se enfoca en los siguientes aspectos:

- *Los trabajadores son trabajadores sociales.*
- *Las personas son motivadas por ciertas necesidades.*
- *El comportamiento de los grupos puede manejarse mediante un adecuado estilo de supervisión y liderazgo.*
- *La psicología industrial contribuyó a demostrar la parcialidad de los principios de administración adoptados por la teoría clásica.*

(Robbins, 1994)

1.2.4 ESCUELA DE SISTEMAS

Surgió con los trabajos de Ludwig Von Bertalanffy, en los cuales defiende la idea de que no hay elemento físico o químico independiente, ya que todos están integrados en unidades relativamente interdependientes.

Comprender la organización como un todo es tarea de un análisis, por eso la teoría general de sistemas es fundamental en el pensamiento administrativo.

Un sistema abierto es un sistema físico (o químico) que interactúa con otros agentes químicos, por lo tanto, está conectado correccionalmente con factores externos a él.

Un sistema cerrado es un sistema físico que no interactúa con otros agentes físicos situados fuera de él y por tanto no está conectado causalmente ni relacionado con nada externo a él.

Bertalanffy decía que los sistemas existen dentro de otros sistemas, “los sistemas forman parte de otros sistemas más grandes, en orden hallamos sistemas, subsistemas, supra sistemas”. Por ejemplo, el ser humano es un sistema conformado por subsistemas, estos pueden ser el subsistema digestivo, circulatorio. Pero a la vez vive en un sistema más grande que sería la familia y entonces se convierte en un subsistema de ese sistema (García, Hernández y Montero, 2012).

Un sistema se conforma por ciertas características que lo diferencian o relacionan con otros sistemas, cada sistema debe tener sus características necesarias para que este funcione. En las organizaciones existen sistemas únicamente de servicios y otras que involucran la manufactura y los servicios, es por eso que las características de cada sistema permiten diferenciar a unas de las otras.

Un sistema dentro de una organización está conformado por los siguientes puntos:

- Entrada → Todo lo que necesita el sistema para trabajar
- Proceso → Es donde se lleva a cabo la transformación/preparación de los productos
- Salida → Obtención del producto final o servicio
- Retroalimentación → Retorno de comunicación
- Medio ambiente → Todo aquello que rodea al sistema: aspectos sociales, culturales, políticos, etc.

Los sistemas se clasifican de acuerdo con los criterios siguientes:

- Por su constitución → Físicos o abstractos.
- Por su naturaleza → Cerrados o abiertos.
- Por su respuesta → Pasivos, activos y reactivos.
- Por su movilidad → Estáticos, dinámicos y homeostáticos.
- Por su fundamento → Probabilísticos y determinísticos.
- Por su grado de dependencia → Dependientes, independientes e interdependientes.

El concepto actual de sistemas organizacionales no acepta existencia de un sistema cerrado. *Todo sistema necesita energía e insumos para trabajar, además de la influencia del medio ambiente para retroalimentarse y perfeccionarse constantemente* (**García, Hernández y Montero, 2012**).

Entonces, como sistema abierto, una organización reúne las siguientes características:

- Requiere de proveedores, profesionistas, necesidades sociales, etc.
- Su comportamiento se considera probabilístico y no determinístico.
- Sus fronteras o límites no están definidos físicamente.
- Modifica su estructura constantemente.
- Equidad y afinidad.
- Considera un estado constante homeostático.

1.2.5 ESCUELA DE LA ADMINISTRACIÓN POR OBJETIVOS

La administración por objetivos, es el proceso de administración por virtud del cual, se establecen objetivos de trabajo y se organiza en términos de resultados específicos que habrán de alcanzarse en un tiempo determinado susceptibles de ser medidos, en forma tal, que las realizaciones concretas contribuyen al logro de los objetivos generales de la empresa (**Reyes, 2003**).

Clasificación de los objetivos de **Agustín Reyes Ponce**.

- *Individuales y colectivos*
- *Particulares y generales*
- *Básicos, subordinados y colaterales*
- *A corto y largo plazo*
- *Naturales y subjetivos o arbitrarios*
- Proceso de la administración por objetivos.

Fase 1. Buscar el objetivo. *Se inicia identificando de manera deliberada y sistemática los resultados que quiere alcanzar una empresa, para supervivencia, expansión y perfeccionamiento o para resolver sus problemas.*

Fase 2. Determinación del objetivo. *Quedan involucrados los gerentes y sus recursos hasta que se haga una exposición formal del objetivo.*

Fase 3. Justificación de los objetivos. *En esta fase se determina el grado de confianza que pueda tener el individuo, el departamento o la compañía en que pueda lograrse un objetivo dentro del tiempo determinado.*

Fase 4. Implantación del objetivo. *Se hacen planes de trabajo para iniciar y llevar a cabo las labores necesarias que den cumplimiento al compromiso.*

Fase 5. Control del objetivo. *Se basa en el principio de que solo es posible valorar los progresos en función de aquellos hacia los cuales se desea progresar.*

Ventajas de la administración por objetivos:

- Permite a los individuos saber que se coopera con ellos.
- Ayuda a la planeación al hacer que los gerentes establezcan metas y plazos.
- Mejora la comunicación entre gerentes y subordinados.
- Hace que los individuos conozcan mejor las metas de la organización.
- Hace más justo el proceso de evaluación al centrarse en logros específicos.

Como se puede ver, los pensamientos y los conceptos de la administración se han ido modificando con los avances científicos, tecnológicos que se han desarrollado a través del tiempo. Sin embargo, el concepto fundamental de administración no sufre un cambio radical, más bien se van complementando con las nuevas ideologías y posturas que se tienen ante ella, y sin duda estas con el paso de los años seguirá sufriendo modificaciones y seguirán surgiendo nuevas posturas, y esto será síntoma de que la administración seguirá evolucionando y seguirá adaptándose a las necesidades que se tengan en el momento.

1.3 NUEVAS TENDENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN CONTEMPORÁNEA

Existen nuevas formas de visualizar a la administración. Como se ha venido escribiendo, este concepto ha ido evolucionando a través del tiempo. Con la ayuda de los avances tecnológicos, hoy administrar es una tarea por decirlo de alguna forma “más sencilla”. A continuación, veremos algunos conceptos de las nuevas tendencias de la administración contemporánea.

1.3.1 EMPOWERMENT (EMPODERAMIENTO)

El Empowerment consiste en capacitar y facultar para dar autoridad a los empleados. Así los trabajadores tendrán influencia y poder de decisión sobre su trabajo sin necesidad de requerir constante permiso para actuar, esto no significa una pérdida de autoridad de la alta gerencia (Valdés, 2005).

Esta técnica es una nueva forma de gestión de la administración en donde se capacita al personal y se basa principalmente en delegar autoridad y responsabilidad en la toma de decisiones de un proceso determinado de la organización.

La estrategia se apoya en la base de quienes están relacionados directamente con el puesto de trabajo y sus actividades son los más indicados para tomar las decisiones al respecto, ya que son quienes tienen el conocimiento para ello.

Características del Empowerment.

Esta nueva forma de administración organizacional fundamenta un grupo de actitudes que van a crear un ambiente favorable para la formación y desarrollo del trabajador fomentando su satisfacción personal dentro de la empresa, algunas de estas características son:

- *Apreciar el gusto por hacer las cosas bien continuamente.*
- *Mayor relación del grupo y por lo tanto un trabajo en equipo.*
- *Disponibilidad para contribuir a las metas propuestas.*
- *Crear el hábito de no pasar por alto ningún detalle por pequeño que parezca especialmente en aquellos relacionados con la manufactura y el cliente.*

- *Cumplir las promesas realizadas inspirando la confianza de todos los miembros de la empresa.*

(Valdés, 2005)

Se considera a estas características *como: unos lineamientos, basados en el mejoramiento continuo, además de un radical cambio en la visión de cómo se están realizando las actividades en la organización (Valdés, 2005).*

Como se ha venido mencionando la filosofía Lean Manufacturing se basa en la eliminación de desperdicios con un enfoque hacia la mejora continua, siendo necesario la participación de todo el personal de la organización. Por ello, delegar a las personas el Empowerment necesario, en su área de responsabilidad, es fundamental para que Lean Manufacturing pueda ser implementado en la organización y a su vez ayudará a aumentar la velocidad de cambio en su empresa hacia la excelencia.

Algunas de las herramientas de Lean Manufacturing que pueden ser utilizadas para incrementar el Empowerment son:

Los grupos Kaizen. Que son grupos de trabajo, que funcionan de forma autónoma en la resolución de determinados problemas o en la investigación de mejoras para la competitividad de la organización.

Es fundamental que se comprenda bien que en los proyectos Lean Manufacturing, únicamente un 20% del esfuerzo es directamente a las metodologías, en cambio el 80% tiene que ver con los cambios de mentalidad y comportamientos del personal de la organización, que deben mantener un nivel de cambio constante, por lo que el Empowerment es un elemento clave para la implementación de las técnicas y herramientas Lean Manufacturing.

1.3.2 REINGENIERIA DE PROCESOS

La Reingeniería es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos con el fin de alcanzar mejoras en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento como puede ser costes, calidad, servicio y rapidez (Hammer y Champy, 1994).

La Reingeniería implica comenzar de cero, olvidando todo lo que se hacía hasta el momento y proponiendo un nuevo sistema de actuación. Los procesos no son otra cosa, que

un conjunto de actividades relacionadas entre sí, que transforman las entradas en productos o servicios.

El objetivo fundamental de todo programa de reingeniería es la mejora radical (se trata de reinventar y no de mejorar parcialmente o reforzar) de los procesos.

Principios de la reingeniería

The Boston Consulting Group, propuso doce principios clave en los que se basa la reingeniería:

Se necesita el apoyo de la gerencia de primer nivel o nivel estratégico, que debe liderar el programa.

La estrategia empresarial debe guiar y conducir los programas de la reingeniería.

El objetivo último es crear valor para el cliente.

Hay que concentrarse en los procesos, no en las funciones, identificando aquellos que necesitan cambios.

Son necesarios equipos de trabajo, responsables y capacitados, a los que hay que incentivar y recompensar con puestos de responsabilidad en la nueva organización que se obtendrá tras el proceso de Reingeniería.

La observación de las necesidades de los clientes y su nivel de satisfacción son un sistema básico de retroalimentación que permite identificar hasta qué punto se están cumpliendo los objetivos.

Es necesaria la flexibilidad a la hora de llevar a cabo el plan. Si bien son necesarios planes de actuación, dichos planes no deben ser rígidos, sino que deben ser flexibles a medida que se desarrolla el programa de reingeniería y se obtienen las primeras evaluaciones de los resultados obtenidos.

Cada programa de reingeniería debe adaptarse a la situación de cada negocio, de forma que no se puede desarrollar el mismo programa para distintos negocios.

Se requiere el establecimiento de correctos sistemas de medición del grado de cumplimiento de los objetivos. En muchos casos, el tiempo es un buen indicador.

Se debe tener en cuenta el factor humano a la hora de evitar o reducir la resistencia al cambio, lo cual puede provocar un fracaso, o al menos retrasos en el programa.

La reingeniería no debe ser vista como un proceso único, que se deba realizar una única vez dentro de la organización, sino que se debe contemplar como un proceso continuo, en el que se plantean nuevos retos.

La comunicación se constituye como un aspecto esencial, no sólo a todos los niveles de la organización, sino traspasando sus fronteras.

Características de la reingeniería

A partir de los requisitos que todo proceso de reingeniería debe reunir para alcanzar reducciones de costes, mejoras de la calidad y del servicio al cliente, podemos determinar unas características comunes en dichos procesos:

Unificación de tareas: se debe realizar la unificación de varias tareas en un equipo a la vez que se mejora la calidad, al evitarse errores.

Participación de los trabajadores en la toma de decisiones: son los propios trabajadores los que toman las decisiones y asumen las responsabilidades relacionadas con su trabajo (Empowerment). Esto, en cierta medida contribuye a que cada empleado obtenga un gran sentido de pertenencia.

Cambio del orden secuencial por el natural en los procesos: las cosas se deben empezar a realizar en el orden en que se beneficie a los procesos, olvidando el orden seguido tradicionalmente. La finalidad perseguida por esta nueva forma de trabajar es la de ahorrar tiempo y lograr la mayor reducción posible desperdicios.

Realización de diferentes versiones de un mismo producto: con ello se pretende dar fin a la estandarización y conseguir una mayor adaptación de dicho producto a las necesidades y gustos del cliente.

Reducción de las comprobaciones y controles: se trata de establecer un plan de evaluación y control que contemple solamente los controles que tienen sentido económico.

Operaciones híbridas: las operaciones en todo proceso de reingeniería de procesos cuentan de una naturaleza flexible, que permite adaptarse a las necesidades del cliente **(Hammer y Champy, 1994)**.

Actualmente, los gustos, las necesidades y las características de los clientes son muy diversos, especialmente cuando la oferta va dirigida a un mercado global en el que las diferencias culturales son factores esenciales que se deben tener en cuenta.

1.3.3 BENCHMARKING

El Benchmarking nace en 1982 en Xerox Corporación, después de que identificaron una diferencia significativa entre sus procesos y los de sus competidores. La metodología implementada por sus analistas para obtener y recopilar la información de otras organizaciones actualmente es conocida como el Benchmarking competitivo.

Definición de benchmarking

“Es un proceso sistemático, estructurado, formal, analítico y organizado; continuo y continuado a largo plazo, que es útil para evaluar, entender, diagnosticar, medir y comparar prácticas comerciales, productos, servicios, procesos de trabajo, operaciones y funciones de las organizaciones, compañías e instituciones que son acreditadas, reconocidas e identificadas como las mejores en su clase, con el propósito de hacer una comparación organizacional” (Spendolini, 2005).

Existen diferentes tipos de benchmarking, a continuación, los describiremos:

Benchmarking Interno (BI)

La comparación se realiza dentro de la misma organización, comparando distintas áreas funcionales dentro de ella.

Las ventajas principales que tiene es la fácil recolección de la información necesaria para el análisis, la colaboración para trabajar bajo la misma estrategia del negocio, la obtención rápida de resultados y acciones y el soporte de los altos mandos jerárquicos.

Benchmarking Interno Histórico (BIH): Este se refiere al comparativo que la compañía hace de ella misma, considerando información y registros del pasado para poder hacer proyecciones a futuro.

Benchmarking Externo Competitivo (BEC): El Benchmarking aplicado a los competidores directos en el mercado tiene como objetivo principal hacer la comparación con empresas líderes del sector para conseguir una evaluación estratégica, comercial y económica de la organización respecto a las otras.

La desventaja principal es justamente la recolección de información de la competencia directa y asegurar que dicha información sea fidedigna.

Benchmarking Externo No Competitivo (BENC): Tiene dos subcategorías funcional y genérico:

El funcional: el análisis se realiza con organizaciones pertenecientes a un mismo sector, pero que no se consideran competencia directa, facilitando el trabajo de recolección de información y por lo tanto logrando un análisis detallado.

El genérico: es un análisis que se le hace a una empresa que ni si quiera pertenecen al mismo sector y por lo tanto no se consideran competencia. Al ser organizaciones que carecen de similitudes en cuanto al producto y al mercado permite que se puedan obtener grandes innovaciones al importar las mejores prácticas de la empresa estudiada.

(Spendolini, 2005)

Metodología de realización del Benchmarking

La metodología del Benchmarking consiste en entender la situación actual y hacer una definición del trabajo, midiendo y analizando el proceso para así detectar las áreas de oportunidad, generando e implementando cambios para mejorar la situación de la organización.

El proceso para llevar a cabo la metodología del Benchmarking sigue el modelo del Ciclo Deming (Planear, Hacer, Visualizar, Actuar) (Watson, 2007).

En relación con Lean **Watson (2007)** menciona que “*Six Sigma transmite su metodología científica a la metodología Benchmarking para la realización de un análisis comparativo, optimo, haciendo más riguroso el modelo de Deming y transformándolo en una metodología DIMAC*”.

1.3.4 EL BALANCED SCORECARD (CUADRO DE MANDO INTEGRAL)

Desde hace algún tiempo se ha venido desarrollando un sistema de gestión estratégico denominado “Balancead Scorecard”. Fue desarrollado por Robert Kaplan y David Norton en 1990. Realizaron un estudio a 12 empresas con el propósito de explorar nuevos métodos de medición del desempeño.

El Balancead Scorecard es una cuidadosa selección de un conjunto de medidas cuantificables que se derivan de las estrategias de una organización. Las medidas seleccionadas representan una herramienta para comunicar a los empleados, clientes y público en general, los resultados y los indicadores de desempeño bajo los cuales la organización alcanzara su misión y los objetivos de su estrategia (Nieven, 2003).

El Balancead Scorecard permite a la organización traducir su visión y estrategias a través de objetivos y medidas. No solo se basa en el control financiero, sino que permite utilizar la medición en las cuatro perspectivas propuestas por **Kaplan y Norton**: *La financiera, clientes, procesos internos y el aprendizaje y conocimientos*.

Perspectiva Financiera: Esta se basa en que las mejoras operacionales y de innovación deben ser medidas y observadas por el área de finanzas ya que puede que la organización no se percate de los beneficios y a al final no se logren capitalizar.

Perspectiva del Negocio: Ayuda a identificar los objetivos internos que colaboran a obtener las metas creadas de servicio al cliente. Es de gran importancia que todo nivel lo conozca para obtener una alineación en la organización con los objetivos del negocio.

La perspectiva de innovación y aprendizaje:

- **Mejorar:** *Esta metodología de mejora continua impulsa a promover objetivos en las áreas que se alineen al objetivo principal de la organización.*
- **Innovar:** *En este punto se da mucho énfasis en el proceso de creación de nuevos productos como su respectiva duración de desarrollo e ingreso al mercado.*
- **Aprender:** *En una organización aprender es importante, pero es aún más importante reconocer que sistema de aprendizaje tiene y cuáles son las personas que ayudarán a elevar en conocimiento en la organización (Kaplan y Norton, 1992).*

Beneficios del Balancead Scorecard

La implementación del Balancead Scorecard supone el uso e integración de indicadores de diversas índoles y en distintos niveles de la organización, lo cual permite conocer los resultados operativos y la gestión de sus empleados a niveles medios con el fin de alcanzar los objetivos planteados.

El Balancead Scorecard es una herramienta que revela la efectividad en forma escalonada de las diversas perspectivas estratégicas (Sanpedro, 2001).

También es una herramienta de control que facilita la toma de decisiones de forma más eficiente.

Uno de los aportes más importantes que esta herramienta provee, es que permite a la organización mantenerse centrada en la puesta en práctica de la estratégica definiendo objetivos en el corto, mediano y largo plazo.

Esta herramienta permite visualizar qué conocimientos, habilidades, experiencia, competencias, debe tener el personal para llevar a cabo proyectos de mejora (Lean Manufacturing) que permitan controlar los procesos para optimizarlos.

Esta herramienta pretende ser realista y expresar de alguna manera lo que los estados financieros no señalan como valor real: las capacidades, las habilidades, la fidelidad de los clientes por mencionar solo algunos (Sanpedro, 2001).

Lo que busca es comunicar de una mejor manera la capacidad que posee la organización para crear valor.

1.3.5 KPI (KEY PERFORMANCE INDICATOR) INDICADOR CLAVE DE DESEMPEÑO

Key Performance Indicator. Lo que traducido seria: indicador clave de desempeño o indicadores de gestión. Los KPIs son métricas que ayudan a identificar el rendimiento de una determinada acción o estrategia. Estas unidades de medida nos indican nuestro nivel de desempeño en base a los objetivos que hemos fijado con anterioridad (Espinosa, 2016).

Los KPIs se agrupan gráficamente en cuadros de mando para que los directivos puedan ser ágiles en la toma de decisiones. En el cuadro de mando se incluyen los principales indicadores clave para la empresa, y de una forma visual se obtiene la información deseada de nuestro rumbo sobre el plan establecido.

Los KPIs tienen que informar, controlar, evaluar y por último ayudar a que se tomen decisiones. Cada empresa tiene sus propios indicadores de gestión, puesto que cada organización y cada modelo de negocio tienen factores clave a medir diferentes.

Los medimos muy frecuentemente, no como los indicadores de resultado, que están asociados al ciclo de los cierres contables. Es normal medir los KPI diariamente o semanalmente.

Los indicadores Lean se agrupan en lo que se llaman cuadros de mando, cuyas iniciales simbolizan las variables a medir en el área objeto de estudio.

- **Quality (calidad):** Puede recoger parámetros como la evolución de los niveles de rechazo, reprocesos o mermas, número de quejas de clientes, tasa de defectos observados, etc.
- **Cost (coste):** Muestra información relativa al coste de fabricación, en variables más o menos directas, como la productividad, el coste horario, el número de horas extras, la valoración de gastos o incluso el espacio ocupado en la fábrica.
- **Delivery (entrega):** Presenta información referida al nivel de servicio suministrado al cliente o relativo a variables que pueden afectar a ese nivel de servicio. Algunos ejemplos de indicadores son el plazo de entrega, el tiempo de fabricación, el volumen de producción, el volumen de ventas, el valor de cumplimiento de plazo, etc.
- **Safety (seguridad):** Recoge información relativa a la evaluación de la seguridad en el área. Utiliza parámetros como el número de accidentes o número de incidentes, la tasa de siniestralidad, el número de sugerencias relacionadas con la seguridad, etc.
- **Morale (moral):** Los KPI más habituales suelen ser el número de sugerencias, la tasa de retrasos, el nivel de rotación, el valor del absentismo o el número de sugerencias presentadas.

(Lean KPI's - Key Performance Indicators and performance metrics)

Las métricas de negocio que pueden ayudar a evaluar el rendimiento actual de una organización según su proceso productivo, o cadena de valor se mencionan a continuación:

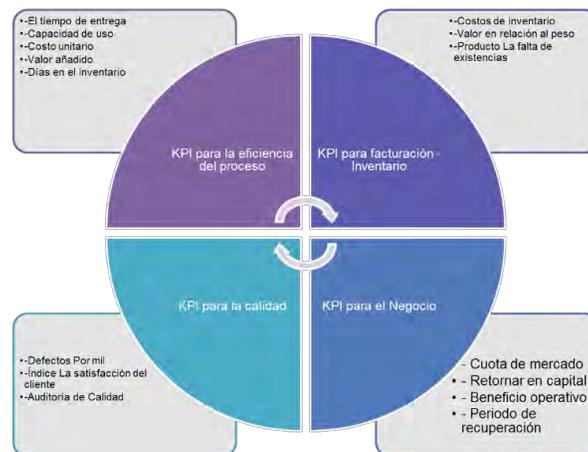


Imagen No.1 “Lean KPI's - Key Performance Indicators and performance metrics”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

CAPÍTULO

DOS

2. ADMINISTRACIÓN DE LA CALIDAD

2.1 ANTECEDENTES Y CONCEPTOS DE LA CALIDAD

ANTECEDENTES DE LA CALIDAD

La historia de la humanidad está directamente en relación con la calidad desde el principio de los tiempos, el hombre al construir sus armas para la caza, herramientas para el trabajo de campo, elaborar sus alimentos y fabricar sus ropas observa las características del producto y enseguida procura mejorarlo. Sin duda buscaban la calidad aun cuando no existía tal concepto o definición.

La calidad con el paso del tiempo más que haber cambiado ha venido adoptando conceptos nuevos según la etapa en la que son definidos. Las etapas más representativas que aportaron al concepto actual son las siguientes:

- **Artesanal:** Hacer las cosas bien independientemente del coste o esfuerzo necesario para ello. Satisfacer al cliente. Satisfacer al artesano, por el trabajo bien hecho, Crear un producto único.
- **Revolución Industrial:** Hacer muchas cosas no importando que sean de calidad (Se identifica producción con calidad). Satisfacer una gran demanda de bienes. Obtener beneficios.
- **Segunda Guerra Mundial:** Asegurar la eficacia del armamento sin importar el costo, con la mayor y más rápida producción (Eficacia + Plazo = Calidad). Garantizar la disponibilidad de un armamento eficaz en la cantidad y el momento preciso.
- **Posguerra (Japón):** Hacer las cosas bien a la primera. minimizar costos mediante la calidad. Satisfacer al cliente. Ser competitivo.
- **Postguerra (Resto del mundo):** Producir, cuanto más mejor. Satisfacer la gran demanda de bienes causada por la guerra.
- **Control de Calidad:** Técnicas de inspección en la producción para evitar la salida de bienes o productos defectuosos. Satisfacer las necesidades técnicas del producto.
- **Aseguramiento de la Calidad:** Sistemas y procedimientos de la organización para evitar que se produzcan bienes defectuosos. Satisfacer al cliente. Prevenir errores. Reducir costos. Ser competitivo.

Es un término relacionado con una aproximación general al control de la calidad, en el que se hacen más exhaustivos los controles. *“Aseguramiento de calidad es un sistema de actividades cuyo fin es proporcionar una garantía de que se realice el control de calidad global” Lean Enterprise Institute.*

La definición más actual es la **ISO 9000 – 2008**: Aseguramiento de calidad Parte de la administración de calidad que garantiza que se cumplirán los requisitos de calidad.

Calidad Total: Teoría de la administración empresarial centrada en la permanente satisfacción de las expectativas del cliente. Satisfacer tanto al cliente externo como interno. Ser altamente competitivo.

La Calidad Total se proyecta como un nuevo sistema de gestión empresarial y factor de primer orden para la competitividad de las empresas.

Según Richard J. Schonberger, *"La calidad es como el arte. Todos la alaban, todos la reconocen cuando la ven, pero cada uno tiene su propia definición de lo que es".*

Otra definición de calidad es la que maneja la normalización **ISO** que dice *“calidad es la totalidad de características de una entidad que le confiere la capacidad para satisfacer necesidades explícitas e implícitas”.*

Se dice que la calidad es total porque comprende todos y cada uno de los aspectos de la organización, porque involucra y compromete a todas y cada una de las personas.

La Calidad Total le da mucha importancia a conseguir las cosas bien hechas y a la primera.

Para lograr la Calidad Total se siguen los siguientes principios:

- La calidad la determina el cliente
- El proceso de producción está en toda la organización
- La calidad de los productos y servicios es resultado de la calidad de los procesos
- El proveedor es parte del proceso
- La calidad es lograda por las personas y para las personas
- Establecer la mentalidad de cero defectos
- La ventaja competitiva esté en la reducción de errores y en el mejoramiento continuo

Mejora Continua: Esta evolución nos ayuda a comprender de dónde proviene la necesidad de ofrecer una mayor calidad del producto o servicio que se proporciona al

cliente y, en definitiva, a la sociedad, y cómo poco a poco se ha ido involucrando toda la organización en la consecución de este fin.

La calidad no se ha convertido únicamente en uno de los requisitos esenciales del producto, sino que en la actualidad es un factor estratégico clave del que dependen la mayor parte de las organizaciones, no sólo para mantener su posición en el mercado sino incluso para asegurar su supervivencia.

Existen algunas herramientas que han servido para el desarrollo de la calidad en las organizaciones, a continuación, les haré mención de las más usuales dentro de la industria manufacturera.

Inspecciones

El propósito de todo sistema de inspección en los procesos es asegurar que los productos que llegan al cliente sean de una calidad aceptable, para lo cual se recurre a dos formas fundamentales: la inspección de los productos al final del proceso con el objetivo de separar los buenos de los malos y la inspección con el fin de regular el proceso.

Los tipos de inspección varían en función de la parte del proceso donde se ejecuten:

- **Inspección en la recepción:** Se controlan los distintos materiales que son necesarios para la realización correcta del trabajo, así como la maquinaria implicada y los materiales y productos secundarios.
- **Inspección en el proceso:** Dividiendo el proceso en tantos subprocesos como sea posible a asignando controles en cada uno de estos subprocesos.
- **Inspección en la salida:** Se controla el producto una vez elaborado mediante los muestreos que sean necesarios en base a los estándares establecidos o en su caso las especificaciones establecidas en la orden de trabajo.

Auditorías de la calidad: Este tipo de herramienta es distinta a la inspección ya que las organizaciones de todo tipo pueden tener la necesidad de demostrar su responsabilidad con el sistema de gestión de calidad y la práctica asociada de auditoría de calidad se ha tornado como una forma de satisfacer esta necesidad. La intención de estos sistemas es la de ayudar a una organización a establecer y mejorar sus políticas, objetivos, estándares y otros requerimientos de calidad.

Las auditorías de la calidad se pueden llevar a cabo en:

- El sistema de la calidad

- Política de calidad
- Sistema documental
- Auditoria del proceso
- Auditoria del producto o servicio

Seis Sigma, es un nuevo enfoque de gestión encargado de medir y mejorar la calidad, que pretende satisfacer a los clientes por medio de niveles próximos a la perfección. Aunque también corrige problemas antes que se presenten.

Cuando se quiere adquirir el enfoque Seis Sigma se debe adoptar desde la dirección de la organización, si ésta no se apropia de la visión de la empresa y la transmite, no hace una evaluación de resultados y no reconoce esfuerzos de los integrantes de la organización, el programa no tendrá ningún sentido.

El método Seis Sigma, conocido como DMAIC, consiste en la aplicación, proyecto a proyecto, de un proceso estructurado en cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

En los proyectos Seis Sigma se utilizan dos tipos de herramientas:

- Tipo general como las 7 herramientas de Calidad: se emplean para la recolección y tratamiento de datos
- Tipo específicas de estos proyectos: son herramientas estadísticas, entre las que cabe citar los estudios de capacidad del proceso, contraste de hipótesis, diseño de experimentos y, también, algunas utilizadas en el diseño de productos o servicios, como el QFD y AMEF.

Los proyectos de Seis Sigma consiguen mejorar las características del producto o servicio, permitiendo conseguir mayores ingresos y, por otro, el ahorro de costos.

También existen herramientas estadísticas de la calidad (que veremos en un tema más adelante) que nos ayudan a controlar los procesos en las organizaciones que directamente se enfocan en la satisfacción del cliente, la identificación y eliminación de desperdicios.

CONCEPTOS DE CALIDAD

La calidad es un concepto que ha tenido cambios con el paso de los años y que existen una gran variedad de formas de definir las en las empresas, a continuación, menciono algunas de las definiciones que son utilizadas en la actualidad.

El concepto de Calidad según: **Edwards Deming:** *"la calidad no es otra cosa más que una serie de cuestionamiento hacia una mejora continua"*.

J. Juran: la calidad es *"La adecuación para el uso satisfaciendo las necesidades del cliente"*.

Kaoru Ishikawa define a la calidad como: *"Desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el útil y siempre satisfactorio para el consumidor"*.

Con las definiciones anteriores se puede concluir que la calidad es: "Un proceso de mejora continua, en donde todas las áreas de la empresa participan activamente en el desarrollo, diseño y manufactura de productos y servicios, que satisfagan las necesidades del cliente, logrando con ello mayor productividad en las operaciones de la organización".

La calidad es:

- Diseñar, producir y entregar un producto para satisfacer plenamente las necesidades del cliente.
- Despertar nuevas necesidades del cliente.
- Lograr productos y servicios con cero defectos.
- Hacer bien las cosas desde la primera vez.
- Producir un producto o un servicio de acuerdo a las normas establecidas.
- Dar respuesta inmediata a las solicitudes de los clientes.

2.2 CALIDAD EN EL SIGLO XIX (REVOLUCIÓN INDUSTRIAL) Y LA CALIDAD EN EL SIGLO XX (JAPON - EU).

Siglo XIX (REVOLUCIÓN INDUSTRIAL)

Con el desarrollo de la ciencia y la técnica y al abrirse nuevos mercados (no significa que sean de nuevos productos obligatoriamente), se comienza a requerir una producción más rápida, ágil y mejor.

En principio, en la época en la que la producción era artesanal, el cliente hacía un encargo al artesano y, al mismo tiempo, le facilitaba la información concerniente a sus necesidades y expectativas respecto al pedido. El artesano diseñaba y elaboraba ese producto de acuerdo a la información recibida, adaptándolo a la demanda del cliente. Existía una comunicación directa entre ambos, cliente y proveedor y, en consecuencia, la calidad era muy alta. Pero, por otro lado, el costo en consecuencia también era elevado.

El primer paso que se da para cambiar los procesos de producción artesanales, fue la unión de muchos de los talleres para generar la formación de las primeras empresas manufactureras. Estos establecimientos facilitaron la división del trabajo. Después fue relativamente fácil sustituir a un trabajador o a un grupo de trabajadores que realizaban la misma operación, por una máquina que lo hacía en forma más rápida y con mayor calidad

En ese sistema un trabajador, o por lo menos un número muy reducido de trabajadores, tenía la responsabilidad de la manufactura completa del producto, y, por lo tanto, cada trabajador podía controlar totalmente la calidad de su trabajo.

Por lo que la producción industrial sustituye a la artesanal casi en su totalidad. Entonces, los costos se reducen drásticamente, sobre la base de dos aportaciones:

La normalización de piezas (Samuel Colt, 1820), que consistía en el diseño de un producto estándar, con piezas también estándares, que pueden utilizarse indistintamente, independientemente de la unidad de producto en las que se empleen y la cadena de producción introducida por Henry Ford.

Al implantarse la cadena de producción aparece el primer problema de calidad. Por este motivo, surgen los procedimientos de control de calidad, fundamentados en métodos estadísticos. De este modo, la función de calidad, en su concepción clásica, se limita a la

realización de una serie de experimentos que tienen como objetivo la verificación de la concordancia de los diferentes componentes y dispositivos a su especificación.

Así, tradicionalmente se consideraba al control de calidad fundamentalmente como una actividad de inspección, limitada a la recepción de materias primas, procesos productivos y, más recientemente, a la auditoría de calidad del producto terminado.

Introducimos, entonces, otra definición de calidad que sintetiza en gran medida el enfoque actual.

La Calidad como conjunto de características de un producto que satisface las necesidades de los clientes y, por tanto, hacen satisfactorio al producto (Juran, 1993).

De esta manera, podemos observar un giro importante: ahora ya no son los técnicos quienes definen lo que es la calidad, sino el cliente. Por tanto, hay que escuchar al cliente para conocer sus expectativas y ajustar nuestro producto a ellas.

LA CALIDAD EN EL SIGLO XX (JAPON - EU).

Después de la segunda guerra mundial en Japón el único recurso con que se contaba era el humano y por lo tanto trataron de aprovecharlo al máximo.

En el Japón se organizó el primer curso básico de control de la calidad en 1949, tomado como texto la traducción literal de las normas norteamericanas e inglesas.

Durante el principio de los años cincuenta se dio un auge en la aplicación de métodos estadísticos de control de calidad.

La calidad total se convirtió en parte de la cultura empresarial en Japón, con premios y conferencias que tienen lugar anualmente, como son:

- Premio Deming desde 1951.
- Conferencia Anual de Control de Calidad para Gerentes y Estado Mayor desde 1952.
- Conferencia Anual de Control de Calidad para Supervisores y la Conferencia Anual de Control de Calidad para el Consumidor desde 1962.
- Conferencia Anual de Control de Calidad para Altos Gerentes desde 1963.
- El Mes de la Calidad desde 1960.

Asimismo, se buscó normalizar adecuadamente los productos para darles la garantía de calidad a los consumidores, por lo que se crearon:

- La Asociación Japonesa de Normas en 1945.
- El Comité de Normas Industriales Japonesas en 1946.
- La Ley de Normalización Industrial en 1949.
- La Ley de Normas Agrícolas Japonesas en 1950.
- El Sistema de Normalización NIJ en 1950, de carácter voluntario y que certifica la calidad de los productos en todo el Japón.

Con el desarrollo de la calidad en el Japón, sus productos comenzaron a tener una mayor demanda en todo el mundo. En un principio las empresas estadounidenses atribuyeron esto a su bajo precio y no reconocían su calidad, por lo que decidieron competir por medio de la reducción de costos, desplazándose a países con mano de obra barata.

2.3 SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

Los Sistemas de Gestión de la Calidad son un conjunto de normas y estándares internacionales que se interrelacionan entre sí para hacer cumplir los requisitos de calidad que una empresa requiere para satisfacer los requerimientos acordados con sus clientes a través de una mejora continua, de una manera ordenada y sistemática.

Los estándares internacionales contribuyen a hacer más simple la vida y a incrementar la efectividad de los productos y servicios que usamos diariamente. Nos ayudan a asegurar que dichos materiales, productos, procesos y servicios son los adecuados para sus propósitos.

Existen varios Sistemas de Gestión de la Calidad, que, dependiendo del giro de la organización, es el que se va a emplear. Todos los sistemas se encuentran normados bajo un organismo internacional no gubernamental llamado ISO, International Organization for Standardization (Organización Internacional para la Estandarización).

Esta organización comenzó en 1926 como la organización ISA, International Federation of the National Standardizing Associations (ISA). En 1947, fue reorganizada bajo el nombre de ISO ampliando su aplicación a otros sectores empresariales.

La familia de normas ISO 9000 citadas a continuación se han elaborado para asistir a las organizaciones, de todo tipo y tamaño, en la implementación y la operación de Sistemas de Gestión de la Calidad eficaces.

- **ISO 9000: 2005** – Describe los términos fundamentales y las definiciones utilizadas en las normas.
- **ISO 9001: 2008** – Valora la capacidad de cumplir con los requisitos del cliente.
- **ISO 9004: 2009** – Considera la eficacia y la eficiencia de un Sistema de Gestión de la Calidad y por lo tanto el potencial de mejora del desempeño de la organización. (Mejora Continua).
- **ISO 19011: 2002** – Proporciona una metodología para realizar auditorías tanto a Sistemas de Gestión de la Calidad como a Sistemas de Gestión Ambiental.
- Todas estas normas juntas forman un conjunto coherente de normas de sistemas de gestión de la calidad que facilitan la mutua comprensión en el comercio nacional e internacional.

Existen algunos otros estándares como:

- **ISO 14001: 2004** – Define los requerimientos de un Sistema de Gestión Ambiental.
- **OHSAS 18001: 2007** – Es el estándar aplicable en las áreas de seguridad industrial y salud ocupacional. Por sus siglas, Ocupational Health and Safety Management Systems (Sistemas de Salud Ocupacional y Administración de la Seguridad)
- **ISO/IEC 27001: 2005** – Estándares que se aplican a los requisitos en cuestiones de seguridad informática y técnicas de seguridad. Implementa requerimientos para el control de: riesgos, ataques, vulnerabilidades e impactos en los sistemas.

En conclusión, los Sistemas de Gestión de la Calidad fueron creados por organismos que trabajaron en conjunto creando así estándares de calidad, con el fin de controlar y administrar eficazmente y de manera homogénea, los reglamentos de calidad requeridos por las necesidades de las organizaciones para llegar a un fin común en sus operaciones.

2.4 GURÚS DE LA CALIDAD

A lo largo del tiempo se han desarrollado filosofías o culturas de calidad, de las cuales algunas han sobresalido porque han tenido resultado satisfactorio. Para poder entender la calidad es importante conocer a los grandes maestros creadores de las diferentes filosofías y herramientas relacionadas, así como el entorno en el que se desarrollaron.

A continuación, veremos a algunos de estos Maestros, también llamados Gurús de la Calidad, que se dieron a conocer después de la Segunda Guerra Mundial.

EDWARD DEMING

Conocido como el padre de la calidad nació el 14 de octubre de 1900 en Wyoming, Estados Unidos.

En 1951, en Japón, se fundó el premio a la calidad Deming, el cual se otorgaba en dos categorías, a una persona por sus conocimientos en teoría estadística y a compañías por logros obtenidos en la aplicación estadística.

*Para **Deming (1989)** la calidad está definida como: “Un producto o un servicio tienen calidad si sirven de ayuda a alguien y disfrutan de un mercado bueno y sostenido”.*

Uno de sus aportes fundamentales es el de la mejora continua. La filosofía Deming se basa en los catorce principios gerenciales, que constituyen el pilar para el desarrollo de la calidad:

1. Constancia. Mejorar constantemente.
2. Nueva filosofía.
3. Inspección.
4. Las compras.
5. Mejoramiento Continuo
6. Entrenamiento
7. Liderazgo
8. Perdida del miedo.
9. Romper las barreras.
10. Eliminar slogans.
11. Desasere de cuotas.

12. Logros personales.
13. Capacitación.
14. Buscar la transformación.

Otro de los aportes significativos de Deming es el ciclo PHVA, *que es de gran utilidad para estructurar y ejecutar planes de mejora de calidad a cualquier nivel ejecutivo u operativo. También conocido como: “el ciclo de calidad” y también como “Espiral de mejora continua”.*

Planear: *se desarrolla de manera objetiva y profunda un plan. ¿Qué hacer? ¿Cómo hacerlo?*

Hacer: *se comprueba en pequeña escala o sobre la base de ensayo tal como ha sido planeado. Hacer lo planificado.*

Verificar: *se supervisa si se obtuvieron los efectos esperados y la magnitud de los mismos. Las cosas pasaron según se planificaron.*

Actuar: *de acuerdo a lo anterior, se actúa en consecuencia, ya sea generalizando el plan si dio resultados y tomando medidas preventivas para que la mejora no sea reversible, o reestructurando el plan debido a que los resultados no fueron satisfactorios, con lo que se vuelve a iniciar el ciclo.*

Deming también denominó las siete enfermedades mortales que se oponen a la búsqueda de la calidad y que son los vicios que existen en el modelo tradicional de gerencia:

1. Falta de compromiso con la calidad y el mejoramiento continuo. *La gerencia cambia de dirección constantemente. No se nota la constancia en el propósito de mejorar en los procesos y los productos.*

2. Énfasis en las utilidades de corto plazo. *Estar tan preocupado por el hoy y las pérdidas mensuales o trimestrales, sin visión a largo plazo, acaba con la calidad y la productividad.*

3. Estimular el desempeño del personal mediante su evaluación. *La costumbre de pasarle la culpa al nivel inferior da malos resultados, hace que la evaluación del desempeño no se dé. Los trabajadores son únicamente responsables del 15% de los errores, mientras la gestión llevada a cabo por la gerencia es la responsable del 85% de los errores o irregularidades.*

4. Inestabilidad y rotación de la alta administración. Cuando en las compañías cambian los gerentes porque buscan buenos resultados a corto plazo la compañía no será capaz de introducir cambios a largo plazo necesarios para una adecuada gestión.

5. Administrar el negocio solamente con base en indicadores visibles. Las cifras visibles que nos muestra la contabilidad financiera no reflejan lo que vale una empresa.

6. Incremento en los costos de seguridad social y ausentismo. El cambio en sustitución al seguro social, al concepto de médico de empresa, evita que los empleados salgan de las instalaciones.

7. Costos excesivos por reclamaciones de garantía. Constituyen el precio directo de la no calidad. Los clientes insatisfechos deben ser resarcidos ante la imposibilidad de conseguir un producto o servicio que se ajuste a los requisitos marcados por el cliente.

(Deming, 1989)

Deming con su filosofía aportó mucho, por ello se le considera el padre de la “tercera revolución industrial” o “la revolución de la calidad”.

PHILIP CROSBY.

Nació en Wheeling, Virginia, Estados Unidos, el 18 de junio 1926. Para **Crosby (1988)** la calidad es la “conformidad con los requerimientos” que indica que el 100% de la conformidad es igual a cero defectos. La calidad es “hacerlo bien a la primera vez”.

Su filosofía se enfoca en cero defectos, a elevar las expectativas de la administración y motivar y concientizar a los trabajadores por la calidad.

Para conseguir trabajar sin defectos es precisa una decisión fuerte de implantación, cambio de cultura o del entorno de trabajo y actitud de apoyo de la dirección. Calidad es cumplir con los requisitos del cliente.

Crosby propuso catorce pasos basados en cuatro principios absolutos que son:



Imagen No. 2 “14 pasos para la calidad”. Fuente: Reyes, 2017.

Crosby (1988) tenía un lema “la calidad empieza en la gente no en las cosas, es por ello que creo las 6 C y las 3 T.

Las 6 C de Crosby:

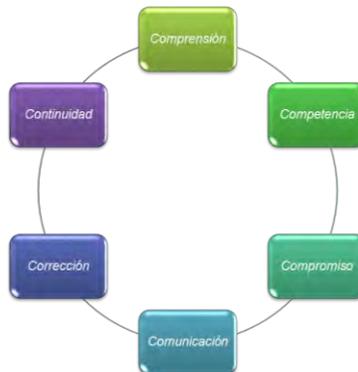


Imagen No.3 “Las 6 C de Crosby”. Fuente: Reyes, 2017.

Las 3 T de Crosby:



Imagen No. 4 “Las 3 T de Crosby”. Fuente: Reyes, 2017.

JOSEPH. JURAN

Nació el 24 de diciembre de 1904 en la ciudad de Braila, Rumania. En 1928 escribió su primer trabajo sobre calidad: un folleto de entrenamiento llamado “Método estadístico aplicado a los problemas de manufactura”. En 1937 conceptualizó el principio de Pareto.

Para Joseph Juran (1990) la calidad es lo: "Adecuado para el uso", también la expresa como "la satisfacción del cliente externo e interno".

La filosofía de Joseph Juran se basa en que los administradores superiores deben involucrarse para dirigir el sistema de calidad. Los objetivos de la calidad deben ser parte del plan de negocio.

Unos de los aportes clave es lo que se conoce como la trilogía de la calidad, que es un esquema de administración funcional cruzada, que se compone de tres procesos administrativos: Planear, controlar y mejorar.

KAOURU ISHIKAWA

Nació en Japón en el año 1915. Se graduó en el Departamento de Ingeniería de la Universidad de Tokio. Obtuvo el Doctorado en Ingeniería en dicha universidad y fue promovido a profesor en 1960. Obtuvo el premio Deming y un reconocimiento de la Asociación Americana de la Calidad.

Desempeñó un papel relevante en el movimiento por la calidad en Japón debido a sus actividades de promoción, y su aporte en ideas innovadoras para la calidad. Se le reconoce como uno de los creadores de los círculos de calidad en Japón (grupos de personas de una misma área de trabajo que se dedican a generar mejoras).

El diagrama de causa y efecto también se denomina diagrama de Ishikawa, debido a que fue él quien lo empezó a usar de forma sistemática.

Describe el papel clave que juegan las siete herramientas estadísticas básicas para la calidad, al ayudar a controlar el proceso y orientar en la búsqueda de causas para realizar mejoras.

Para Ishikawa: controlar la calidad es hacer lo que se tiene que hacer. El control empieza y termina con la capacitación a todos los niveles. Siempre se deben tomar las acciones correctivas apropiadas.

Ishikawa también aporta a la denominación de los principios básicos de la calidad:

- *La calidad empieza con la educación y termina con la educación.*
- *Aquellos datos que no tengan información dispersa (variabilidad) son falsos.*
- *El primer paso hacia la calidad es conocer las necesidades de los clientes.*
- *El estado ideal del control de calidad ocurre cuando ya no es necesaria la inspección.*
- *Elimine la causa raíz y no los síntomas.*
- *El control de calidad es responsabilidad de todos los trabajadores en todas las divisiones.*
- *Ponga la calidad en primer término y dirija su vista hacia las utilidades a largo plazo.*
- *95% de los problemas de una empresa se pueden resolver con simples herramientas de análisis.*

(Ishikawa, 1986)

La mayor contribución de Ishikawa fue simplificar los métodos estadísticos utilizados para control de calidad en la industria a nivel general. A nivel técnico su trabajo enfatizó la buena recolección de datos y elaborar una buena presentación, también utilizó los diagramas de Pareto, para priorizar las mejoras de calidad.

SHIGEO SHINGO

Shingo nació en Saga, Japón, el 8 de enero de 1909. Estudió en la Escuela Técnica Superior, en Saga, donde descubrió el trabajo de Frederick Taylor, fundador del movimiento conocido como "Organización Científica del Trabajo".

Shingo no aporta mucho a la parte administrativa de la calidad total, pero sus ideas ayudan a no perderse en conceptos abstractos y a recordar que la productividad y la calidad provienen del perfeccionamiento de la operación básica del negocio.

Shingo está muy orientado hacia la idea de que la calidad puede obtenerse sólo si el proceso de manufactura está diseñado y operado con estándares ideales.

Sus contribuciones se caracterizan por el gran cambio de dirección que dio a la administración y diseño de los métodos de producción, ya que sus técnicas de manufactura van en sentido opuesto a las tradiciones. Tal es el caso del concepto de “jalar” la

producción en vez de “empujarla” y sus premisas de parar toda la producción cuando aparece un defecto, hasta dar con la causa y eliminarla.

Las aportaciones de Shingo a la calidad en principio su método SMED (Cambio Rápido de Instrumental) funciona de manera óptima, si se cuenta con un proceso de Cero Defectos, para lo cual propone la creación del Sistema Poka Yoke (a prueba de errores).

El sistema de producción de Toyota, los cero inventarios y el justo a tiempo, los cuales en el siguiente capítulo serán retomados y descritos un poco más a fondo.

GENICHI TAGUCHI

Nació en Japón el 1 de enero de 1924. Es Ingeniero Textil y Doctor graduado de la Universidad Kyushu.

Su filosofía es el control de calidad, que le llamó "Diseño Robusto". Cada vez que se diseña un producto, se hace pensando en que va a cumplir con las necesidades de los clientes, pero siempre dentro de un cierto estándar; a esto se le llama “calidad aceptable”.

El tipo de diseño que Taguchi propone es que se haga mayor énfasis en las necesidades que le interesan al consumidor y que a su vez, se ahorre dinero en las que no le interesen.

La contribución más importante del Dr. Taguchi, ha sido la aplicación de la estadística y la ingeniería para la reducción de costos y mejora de la calidad en el diseño de productos y los procesos de fabricación.

En sus métodos se emplea la experimentación a pequeña escala con la finalidad de reducir la variación y descubrir diseños robustos y baratos para la fabricación en serie.

El pensamiento de Taguchi se basa en conceptos fundamentales a la calidad total:

1. función de pérdidas. La calidad debe definirse en forma monetaria mediante la función de pérdida, en cuanto mayor sea la variación de una especificación respecto al valor nominal será la pérdida monetaria transferida al consumidor.

2. mejora continua. Dice la mejora continua del proceso productivo y la reducción de la variabilidad son indispensables para subsistir en la actualidad. Estos factores se relacionan.

3. variabilidad. Puede cuantificarse en términos monetarios la variabilidad es el funcionamiento del producto este provoca una pérdida al usuario, la cual puede medirse como un cuadro de la diferencia entre el funcionamiento real y el valor objetivo.

4. Diseño del producto. En esta etapa se genera la calidad y se determina el costo final del producto.

5. Optimización del diseño del producto. Se puede diseñar un producto con base en la parte no lineal de su respuesta a fin de disminuir su variabilidad.

6. Optimización del proceso. Se puede reducir la variabilidad por medio del diseño del experimento, al seleccionar los niveles óptimos de la variable involucrada en la manufactura del producto.

7. Ingeniería de la Calidad. Taguchi desarrolló también una metodología que denominó "Ingeniería de la Calidad", la cual se divide en línea y fuera de línea, y se describe a continuación:

- Ingeniería de la Calidad en línea.
- Ingeniería fuera de línea.

A partir de este esquema, Taguchi pretende diferenciar el control de calidad con propósitos de control de procesos (en línea) del aseguramiento de calidad desde el diseño de producto y el proceso, ya que en muchos casos se utilizan las mismas técnicas estadísticas, pero con distintos propósitos.

ARMAND V. FEIGENBAUM

Nació en 1922, en Berkshires, Massachusetts, Estados Unidos. En 1944 fue contratado por General Electric en New York para trabajar en el área de calidad, como director de las operaciones de manufactura y control de calidad.

Es el creador de "Control total de calidad" cual completó mientras obtenía el grado doctoral en el instituto tecnológico de Massachusetts, en 1951. En 1956 introdujo por primera vez la frase "Control de calidad total".

Su idea de la calidad es: un modelo de vida corporativa, un modo de administrar una organización (Feigenbaum, 2000).

*Su filosofía se resume en sus tres pasos hacia la calidad: **Liderazgo de calidad:** la administración debe basarse en una buena planeación, manteniendo un esfuerzo constante hacia la calidad.*

***Tecnología de calidad moderna:** los problemas de calidad no pueden ser atendidos sólo por el departamento de calidad.*

Compromiso organizacional: debe de llevarse a cabo una capacitación y de una motivación constante para toda la fuerza laboral que participan en la organización dentro del proceso.

Los 10 principios fundamentales de su filosofía acerca de la calidad:

- *La calidad es un proceso que afecta a toda su compañía.*
- *La calidad es lo que el cliente dice que es.*
- *Calidad y costo son una suma, no una diferencia.*
- *La calidad requiere tanto individuos como equipos entusiastas.*
- *La calidad es un modo de administración.*
- *La calidad y la innovación son mutuamente dependientes.*
- *La calidad es una ética.*
- *La calidad requiere una mejora continua*
- *La mejora de la calidad es la ruta más efectiva y menos intensiva en capital para la productividad.*
- *La calidad se implementa con un sistema total conectado con los clientes y los proveedores (Feigenbaum, 2000).*

2.5 FILOSOFIA KAIZEN DE LA CALIDAD

Los japoneses con base a su filosofía de vida, que es la que hace diferente a los demás culturas y formas de vivir, crearon un sistema de producción que llevo a las principales empresas de Japón a los primeros puestos a nivel mundial, desplazando a países como Estados Unidos de Norte América, Alemania, Francia e Inglaterra, entre otras.

El sistema es resultado de una serie de métodos generados por consultores como Ishikawa, Imai, Onho, Karatsu, entre otros, inspirados en los principios desarrollados y expuestos por Deming y Juran.

El termino Kaizen de acuerdo a Masaaki Imai, proviene del japonés “*Kai*” que significa cambio y “*zen*” que se interpreta como para mejorar, por lo que Kaizen se traduciría como “*cambio para mejorar*”, aunque a esta filosofía se le conoce como mejora continua.

Kaizen se debe realizar en el lugar donde ocurre la acción “Gemba”, su objetivo es incrementar la productividad controlando los procesos de manufactura mediante la reducción de tiempos de ciclo, la estandarización de criterios de calidad y generar competitividad en la organización.

La esencia del Kaizen es la simplicidad, para mejorar la productividad y la gestión de los procesos de manufactura. La capacidad de analizar, dirigir, motivar, evaluar y controlar es la razón de ser del Kaizen. “cuanto más simple y sencillo mejor”.

Mejorar los estándares en principio significa, hacerlos más altos.

El Kaizen genera un pensamiento orientado al proceso. La mejora continua se da a través de todas las acciones diarias, por pequeñas que estas sean, que permitan que la organización sea más competitiva y una mayor satisfacción del cliente. La velocidad de la mejora continua dependerá de las acciones, efectividad y conducta de todos los miembros de la organización, quienes hayan adoptado la filosofía para el cambio.

La velocidad del cambio dependerá del número de acciones de mejoramiento que se realicen día a día y de la efectividad con que éstas se realicen, por lo que es importante que la mejora continua sea una idea o un sentimiento adoptado como conducta de todos los miembros de la organización, hasta convertirse en una filosofía de trabajo y de vida.

La filosofía se encuentra orientada hacia la eliminación de residuos o desperdicios, los cuales son eliminados de forma sistemática mediante la ejecución continua de mejoras.

Kaizen no solamente aplicable a nivel organizacional, sino que puede ser aplicado sobre todos los aspectos de la vida.

Una de las frases que identifican a Kaizen es: "*¡Hoy mejor que ayer, mañana mejor que hoy!*".

Kaizen está basado en siete sistemas:

- Control de calidad total / Gerencia de Calidad Total (TQC y TQM)
- Un sistema de producción justo a tiempo (JIT)
- Mantenimiento productivo total (TPM)
- Teoría de restricciones (TOC)
- Manufactura esbelta (LM)
- La metodología de las 5's (5S)
- Circulo de Calidad (QC)

Kaizen tiene como objetivos:

- *Reducir los niveles de inventarios, aumentando los niveles de rotación*
- *Incrementar sistemática y continuamente los niveles de productividad, reduciendo costos.*
- *Reducir los tiempos del ciclo y los plazos de respuesta. Logrando menores tiempos para el desarrollo del producto y su puesta en el mercado*
- El principal y mayor objetivo del sistema Kaizen es eliminar totalmente los desperdicios.

2.6 LAS 7 HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS DE LA CALIDAD

Como se mencionó anteriormente existen herramientas estadísticas que ayudan a identificar, eliminar y controlar los desperdicios que afectan directamente al cumplimiento de la calidad de los procesos y productos dentro de las organizaciones. A continuación, los describo:

DIAGRAMA DE FLUJO

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa de proceso.

Simbología básica para un diagrama de proceso:

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Terminal. Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso		Actividad. Representa una actividad llevada a cabo en el proceso.
	Decisión. Indica un punto en el flujo en que se produce una bifurcación del tipo "SÍ" – "NO"		Documento. Se refiere a un documento utilizado en el proceso, se utilice, se genere o salga del proceso.
	Multidocumento. Refiere a un conjunto de documentos. Por ejemplo, un expediente que agrupa distintos documentos.		Inspección/ firma. Empleado para aquellas acciones que requieren supervisión (como una firma o "visto bueno")
	Base de datos/ aplicación. Empleado para representar la grabación de datos.		Línea de flujo. Proporciona una indicación sobre el sentido de flujo del proceso.

Imagen No. 5 "Simbología básica para un Diagrama de flujo". Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Existen muchas técnicas para realizar diagramas de flujo. Es recomendable utilizar diagramas lo más simples posible y con una paleta de símbolos reducida, lo que facilita su interpretación.

Objetivo: Realizar una revisión crítica del proceso, proporcionando una visión general de éste para facilitar su comprensión.

Característica: Representación gráfica que muestra las diferentes actividades y etapas asociadas a un proceso.

La simbología utilizada en los diagramas debe ser sencilla y fácil de entender.

Ventajas:

- Facilita la comprensión del proceso y promueve el acuerdo entre los miembros del equipo.
- Herramienta fundamental para obtener mejoras mediante el rediseño del proceso, o diseño de alguno alternativo.
- Identifica problemas, oportunidades de mejora y puntos de ruptura en el proceso.

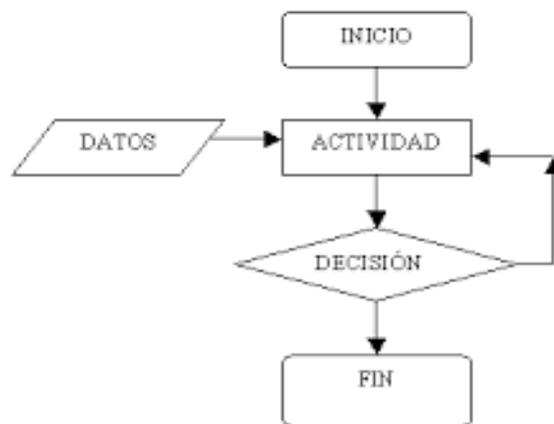


Imagen No. 6 “Ejemplo de diagrama de flujo”. Fuente: Ciencia y geofísica 2017.

DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO, DIAGRAMA DE PEZ O DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto).

Se utiliza para relacionar los efectos con las causas que los producen. Por su carácter eminentemente visual, es muy útil en las tormentas de ideas realizadas por grupos de trabajo y círculos de calidad.

En el análisis de un proceso industrial es frecuente realizar el diagrama de Ishikawa (1986) clasificando las causas según las “M”:

- *Causas relacionadas con la Máquina (Machine). Por ejemplo, Desajustes por movimiento, vibración.*

- *Causas relacionadas con la Materia prima (Material). Por ejemplo, diferencias entre proveedores.*
- *Causas relacionadas con la Método de trabajo (Method). Por ejemplo, realización de secuencias de trabajo equivocadas, etc.*
- *Causas relacionadas con el Operario (Men). Falta de capacitación, problemas de vista, etc.*
- *Causas relacionadas con el Medio ambiente (Environment). Por ejemplo, cambios de temperatura, etc.*

Es importante ordenar estas causas en grupos que tengan alguna afinidad. En general debe profundizarse hasta alcanzar al menos tres niveles de profundidad

Objetivos:

- Identificar la raíz o causa principal de un problema o defecto
- Clasificar y relacionar las interacciones entre factores que están afectando al resultado de un proceso.

Características:

- Método de trabajo en grupo que muestra la relación entre una característica de calidad (efecto) y sus factores (causas).
- Agrupa estas causas en distintas categorías, que generalmente se basan en las 4 “M” (Maquinaria, Mano de obra, Materiales y Método).

Ventajas:

- Metodología simple y clara.
- Estimula la participación de todo el grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento de cada uno de ellos sobre el proceso.
- Facilita el entendimiento y el control del proceso.

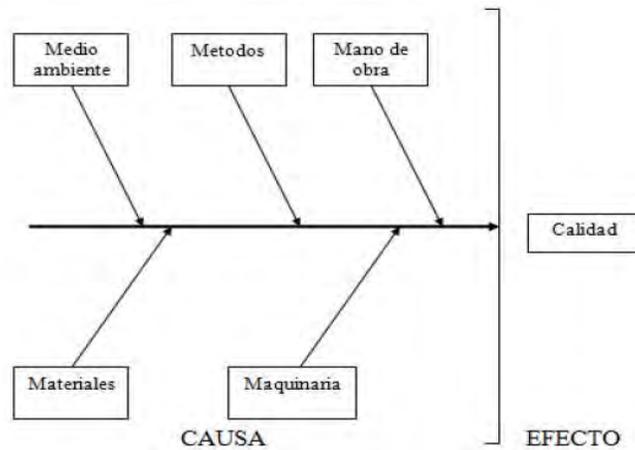


Imagen No. 7 “diagrama causa-efecto, de pez o de Ishikawa”. Fuente: Blogspot.com filosofías de la calidad.

CHECK LISTS O LISTA DE VERIFICACIÓN

La lista de verificación o check list es una útil herramienta para evitar que se olviden pasos o revisiones importantes en las diferentes tareas y procesos de su organización. Facilita alcanzar y sostener altos estándares de calidad de la gestión.

Una lista de verificación o check list bien diseñado es una herramienta fantástica para evitar olvidos y asegurarse que las cosas se hacen de acuerdo con un procedimiento rutinario establecido. Una variante es el diseño de formularios adecuados que faciliten la recogida de los datos que se analizarán posteriormente. Por ejemplo, existen formularios diseñados de modo que a base de marcar con "x" los datos observados.

Objetivos:

- Facilita la recolección de datos.
- Organiza automáticamente los datos de manera que puedan usarse con facilidad más adelante.

Característica: Formulario primerizo en el cual aparecen los artículos que se van a registrar, de manera que los datos puedan recolectarse en forma sencilla y clara.

Ventajas:

- Es un método que proporciona datos fáciles de comprender y que son obtenidos mediante un proceso simple y eficiente que puede ser aplicado a cualquier área de la organización.
- Estas hojas reflejan rápidamente las tendencias derivadas de los datos obtenidos.

Formato Mantenimiento de computadores

Logotipo y Nombre de la institución	Mantenimiento equipos Hoja 1
No. Sala	Fecha
No. Equipo	
Modelo CPU	Marca
Serial	Tipo de mantenimiento
Modelo Monitor	Preventivo
Serial	Correctivo
Modelo Mouse	Marca
Serial	Capas de respaldo
Modelo Teclado	SI
Serial	NO
	Funcionario
Descripción de estado del equipo a su ingreso (Describe en detalle)	
CPU - Puertos USB - Tarjetas	
Monitor - Unidades de disco	
Teclado - Mouse - Chasis	
Funcionamiento del sistema operativo	
Funcionamiento de aplicaciones	

Elaborado por Mary Lache, Licenciatura Tecnología e Informática, FISAM Bogotá, B 2010

Imagen No. 8 “Check list o lista de verificación”. Fuente: Educaci.

HISTOGRAMAS

Un histograma es una gráfica que se puede utilizar para evaluar la forma y dispersión de datos de muestra continuos. Puede crear un histograma antes o durante un análisis para ayudar a confirmar supuestos y orientar análisis posteriores.

El histograma es muy útil porque permite visualizar una tabla de datos mostrando el aspecto de su distribución. Puede presentarse colocando en ordenadas las frecuencias absolutas o frecuencias relativas. La ordenada puede ser una variable discreta (por ejemplo “número de defectos en la pieza”) y continua (por ejemplo “agrupar todas las entradas registradas cada dos horas sin considerar el instante exacto en el que se produjo la entrada”).

Objetivo: Revelar la estructura estadística de un grupo de datos para poder interpretarlos.

Características:

- Diagrama que muestra la frecuencia con la que se repiten cada uno de los resultados cuando se realizan mediciones sucesivas.
- La aplicación de histogramas se recomienda como análisis inicial en todas las obtenciones de datos que correspondan a una variable continua.

Ventajas:

- Su elaboración ayudara a entender la tendencia central, dispersión y frecuencias de los distintos valores de análisis.

- Muestra grandes cantidades de datos dando una visión clara y sencilla de su distribución.
- Es un medio eficaz para transmitir información sobre un proceso de forma precisa e intangible.

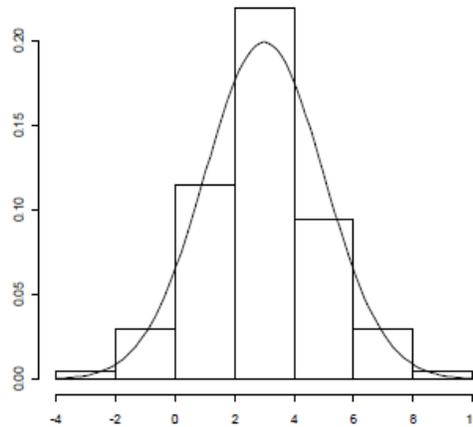


Imagen No. 9 “Histograma”. Fuente: Wordpress.com

DIAGRAMA DE PARETO

Un diagrama de Pareto es un tipo especial de gráfica de barras donde los valores graficados están organizados de mayor a menor. Se utiliza un diagrama de Pareto para identificar los defectos que se producen con mayor frecuencia, las causas más comunes de los defectos o las causas más frecuentes de quejas de los clientes.

El principio de Pareto se enuncia diciendo que el 80% de los problemas están producidos por un 20% de las causas. Entonces lo lógico es concentrar los esfuerzos en localizar y eliminar esas pocas causas que producen la mayor parte de los problemas.

El diagrama de Pareto es un gráfico que divide el número de defectos o pérdidas monetarias en categorías tales como, fenómeno o causa, ordena los datos basándose en el tamaño y posteriormente, expresa el total acumulado usando un gráfico de líneas.

Objetivo: Poner de manifiesto los problemas más importantes sobre los que deben concentrarse los esfuerzos de mejora y determinar el orden de resolución.

Características:

- Gráfico de barras verticales, que representa factores sujetos a estudio.
- Se elabora recogiendo datos de los diferentes tipos de defectos, reclamo, no conformidades y sus frecuencias de aparición.

Ventajas:

- Ayuda a concentrarse en las causas que tendrán mayor impacto sobre los defectos en los procesos de manufactura.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia de las problemáticas.
- Ayuda a evitar que empeoren algunas causas al tratar de darles solución a otras.

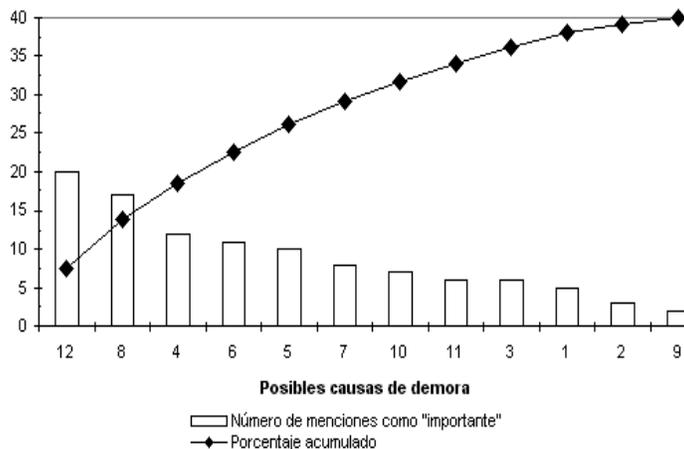


Imagen No. 10 "Diagrama de Pareto". Fuente: Fac.org.ar

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN

El diagrama de dispersión es una herramienta gráfica que ayuda a identificar la posible relación entre dos variables. Representa la relación entre dos variables de forma gráfica, lo que hace más fácil visualizar e interpretar los datos.

Un diagrama de dispersión consiste simplemente en representar pares de valores para visualizar la correlación que existe entre ambos, estos datos podrán ser objeto de análisis estadísticos por procedimientos más sofisticados, pero muy frecuentemente esta imagen visual suele ser suficiente para orientar el problema. Es preciso resaltar que la correlación no implica causalidad.

Objetivo: Averigua si existe correlación entre dos características o también conocidas como variables, es decir si la variación de alguna está relacionada directamente con la otra o son totalmente independientes.

Característica: Permite estudiar la relación entre dos factores, variables o causas.

Ventajas:

- Es una herramienta útil para identificar las relaciones entre los cambios observados en dos causas diferentes de defectos en los procesos.

- Proporciona una idea visual de la relación de los factores.

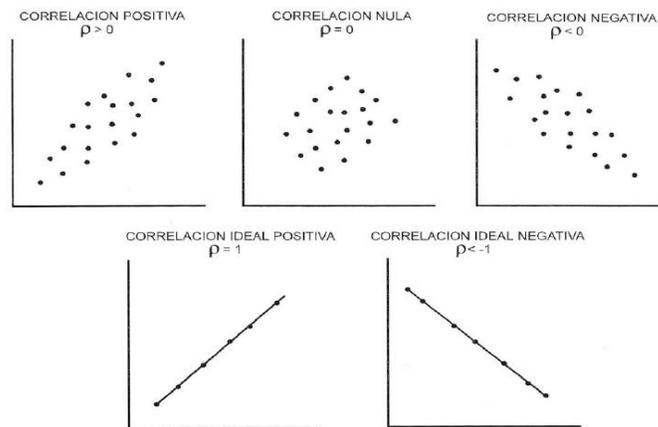


Imagen No. 11 “Diagrama de dispersión”. Fuente BASF Mexicana S.A de C.V. sitio Barrientos.

GRÁFICOS DE CONTROL ESTADÍSTICO

Una gráfica de control estadístico es un diagrama que sirve para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para asegurar que se mantenga en esa condición. En estadística, se dice que un proceso es estable (o está en control) cuando las únicas causas de variación presentes son las de tipo aleatorio.

Objetivo: Entregar un medio para evaluar si un proceso de fabricación, servicio o proceso administrativo está o no en estado de control estadístico, es decir evaluar la estabilidad de un proceso mediante comportamientos estadísticos.

Características:

- Gráficos en donde se representan los valores de alguna medición estadística para una serie de muestras y que consta de una línea límite superior y una línea límite inferior, que definen el rango de capacidad del sistema.
- Muestra cuales son los resultados que requieren explicación.

Ventajas:

- Son útiles para vigilar la variación de un proceso en el tiempo, probar la efectividad de las acciones emprendidas para la mejora continua, así como para estimar la capacidad del proceso.
- Permite distinguir entre causas desconocidas (variables) y específicas (asignables) de variación de los procesos.

CAPÍTULO

TRES

3. FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING.

3.1 ANTECEDENTES Y CONCEPTOS DE LEAN MANUFACTURING

El origen de la mejora continua la mayoría de los autores lo relacionan al sistema de producción en masa de Henry Ford a principios del siglo XX.

La principal aportación del sistema de producción en masa, basado en cuatro conceptos: partes intercambiables, flujos continuos, división de trabajo y reducción de esfuerzos en vano; el modelo T de la línea de ensamblaje.

Gracias al modelo de producción en masa de **Ford**, se logró, homogeneizar el ritmo de trabajo mediante la introducción de la cadena de montaje y la separación entre crear y ejecutar en el proceso productivo, esto también permitió evitar que los obreros pudieran ejercer control sobre el proceso de producción y, a la vez, aumentar extraordinariamente los niveles de productividad.

El modelo de producción en masa fue la base del origen de las ideas sobre la filosofía Lean Manufacturing que ya como concepto se desarrollaron a partir del sistema de producción Toyota (Toyota Production System de Taichi Ohno) *cuando las compañías automotrices japonesas se plantearon cambios en los sistemas de producción derivados de la necesidad de atender mercados más pequeños con una mayor variedad de modelos, lo que requería una mayor flexibilidad en la producción.* **Lean Enterprise Institute.**

El sistema de producción Toyota

Su filosofía de manufactura, a la que consecuentemente se le llamó “Sistema de Producción Toyota” es el mayor avance de hacer más eficiente los procesos de manufactura, después del sistema de producción en masa inventado por Henry Ford.

Todo comienza con Sakichi Toyoda fundador de lo que en ese entonces fue “Toyoda Loom Works, quien como principal aportación se encuentra la construcción de las máquinas hiladoras. Su proceso de invención, se apoyaba en el “aprendizaje a través de prueba y error”, así como de realizar el trabajo por su propia cuenta o dicho en otras palabras con sus propias manos para poder aprender, o lo que es lo mismo, “aprender a través del hacer”.

Otra de las aportaciones de Sakichi Toyoda, fue el empleo por primera vez de un sistema llamado Jidoka, sistema que otorga poder a los empleados para detener la producción en el momento en que se generara algún problema de calidad, y tomar acciones inmediatas para su rápida solución **Liker (2004)**.

Durante la década de los 1930s, Kiichiro Toyoda, hijo de Sakichi Toyoda, parte a los EUA con la finalidad de estudiar de manera minuciosa el sistema de producción en masa de Ford y General Motors Company para ser implementado en su joven compañía, ya apostando a la industria automotriz en Japón. Kiichiro adiciona innovaciones propias como el Justo a Tiempo, el cual se fundamentaba en su análisis del modo de abastecimiento en un supermercado estadounidense. Esta visión sería más adelante la base del sistema de tarjetas Kanban **Liker (2004)**.

Tiempo más adelante Eiji Toyoda, primo de Kiichiro, se convertiría en el nuevo líder de la compañía, jugando un papel fundamental en la creación y desarrollo del Sistema de Producción Toyota.

Al asumir el cargo Eiji Toyoda decide iniciar un segundo gran esfuerzo de “Benchmarking” en EUA para estudiar los nuevos avances en materia de productividad, y con ello hacer frente al mercado japonés, que demandaba pequeñas cantidades de autos en modelos diferentes y para lo cual se hacía casi imposible soportar un sistema de producción en masa **Liker (2004)**.

Tras llegar a EUA y estudiar junto con Taichi Ohno el sistema de producción en masa, se dan cuenta que este sistema no ha cambiado mucho desde sus inicios en los años 1930s y que más allá de ser un sistema generador de un incremento productivo, encuentran que es un sistema que genera demasiados desperdicios, y se encuentra lejos de ser un sistema de flujo continuo, como lo hacía creer Henry Ford.

Eiji Toyoda para iniciar un sistema de producción propio cuya idea principal era crear un flujo continuo de producción flexible, a través de sistemas de cambios rápidos de herramental y apoyados en una sólida planeación nivelada y mezclada, todo ello con el objetivo principal de eliminar desperdicios y reducir costos **Liker (2004)**.

A demás Eiji aprovecha las aportaciones de su primo y tío abuelo de quienes aprendería Jidoka y Justo a Tiempo, aunado al conocimiento aportado por Edward Deming de quien

aprenderían los principios del análisis y solución de problemas PCDA que sería la base para crear el Kaizen, palabra japonesa para designar la mejora continua.

Con los años, los fundamentos del Sistema de Producción Toyota serían fortalecidos y enriquecidos por las nuevas generaciones de líderes quienes se preocuparon por aprender las enseñanzas de sus antecesores, transmitiéndolas día con día a sus empleados.

Liker (2004) afirma que, las herramientas y técnicas no son el secreto del éxito de Toyota, sino más bien, depende de una profunda filosofía de negocios basada en su habilidad de crear líderes, equipos de trabajo y cultura, crear estrategias de largo plazo, construir fuertes lazos con sus proveedores y mantener una organización en constante aprendizaje.

Los 14 principios del Sistema de Producción Toyota.

En el Sistema de Producción Toyota, como se ha venido mencionando, la gente es quien realmente hace que las cosas sucedan, ya que de ellos depende que herramientas como el Kanban, Justo a Tiempo o Jidoka, sean correctamente desarrolladas y llevadas a cabo.

De acuerdo con **Liker (2004)** los valores de esta filosofía se encuentran en catorce principios, los cuales a su vez se encuentran divididos en cuatro secciones fundamentales que reflejan el cambio de cultura que conforma la verdadera clave de éxito de Toyota.

A continuación, se hace una breve mención de cada principio.

Sección 1: Filosofía a largo plazo.

Principio 1: Basa tus decisiones administrativas en una filosofía a largo plazo. Este principio trata acerca de la alineación de toda la organización en un objetivo común.

Sección 2: Buenos procesos producirán buenos resultados.

Principio 2: Crear un proceso de flujo continuo. Para esto es necesario rediseñar los procesos de la organización, con objeto de que estos proporcionen el mayor valor agregado posible, reduciendo los tiempos de flujo de los materiales e información y disminuyendo los inventarios en proceso para hacer evidentes los problemas.

Principio 3: Use los sistemas Pull, para evitar la sobreproducción. El uso de los sistemas Pull, se basa en el principio Just in Time, en donde solo se manufacturan o surten, los materiales que son consumidos por el cliente en ese momento.

Principio 4: (Heijunka) Nivelar el trabajo. Eliminar el desperdicio, tiene relación directa como evitar las sobrecargas de trabajo para gente y equipos, generadas por demandas inestables con picos y valles.

Principio 5: (Jidoka) Construir una cultura de paro, para resolver los problemas de manera inmediata con un sentido de urgencia, para hacer las cosas bien y a la primera.

Principio 6: La estandarización de tareas es la base para la mejora continua y el empoderamiento de los empleados.

Principio 7: Use el control visual, para hacer visibles los problemas ocultos. Se trata de establecer indicadores visuales simples instalados en el lugar en donde se realiza el trabajo, que permitan a la gente saber si existen desviaciones de las condiciones estándar.

Principio 8: Use tecnología confiable que sirva a la gente y no que la reemplace.

Sección 3: Adicionar valor a la organización a través del desarrollo de tu gente y socios.

Principio 9: Crear líderes internos que entiendan el trabajo, vivan la filosofía y enseñen a otros.

Principio 10: Desarrollar gente y equipos excepcionales quienes sigan la filosofía de la compañía.

Principio 11: Tener respeto por tus socios y proveedores ayudándoles a cambiar y mejorar como si fueran la extensión de tu propio negocio.

Se deberá ver a cada socio y proveedor de la compañía como una extensión del negocio.

Sección 4: Continuamente resolver problemas raíz, a través de una organización que aprende.

Principio 12: Ir al lugar y observar por propia mano para entender la situación u origen.

Principio 13: Tomar decisiones por consenso, sin apresuramientos considerando todas las opciones para después implementar rápidamente.

Principio 14: Convertirse en una organización “Lean” por medio del mejoramiento continuo (Kaizen).

Una vez que se ha establecido un proceso estable, se utilizan herramientas de mejoramiento continuo (Kaizen), para determinar las causas raíz de las ineficiencias en los procesos y aplicar soluciones adecuadas.

Del sistema de producción Toyota a Lean Manufacturing.

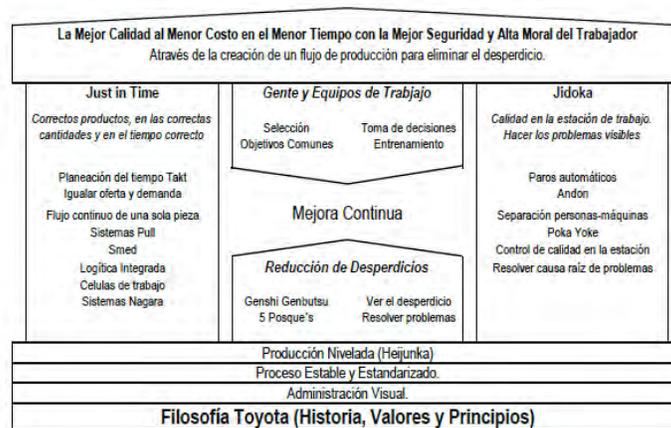


Imagen No. 12 El Sistema de Producción Toyota-Lean Manufacturing.

Es entonces, que se puede llegar a la conclusión de que una organización que desee implementar Lean Manufacturing, deberá conocer como Toyota creo su exitosa filosofía-cultura de trabajo, en donde sus valores y principios, son seguidos y fortalecidos con las experiencias generadas día con día.

El concepto Lean Manufacturing y su relación con el Sistema de Producción Toyota.

A finales de los ochenta, el término Lean Manufacturing fue utilizado por primera vez, por un equipo de investigadores del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) que se dedicaba a analizar a nivel mundial los métodos de manufactura de las empresas de la industria automotriz.

Dentro de sus estudios destacaron las ventajas del proceso de manufactura en la empresa automotriz Toyota en Japón, denominando entonces Lean Manufacturing al grupo de métodos que utilizaban para la producción.

El equipo de especialistas del MIT publicó un libro que se llamó “The Machine that changed the World” (La máquina que cambió al mundo), en el cual se dio origen el concepto de Lean Manufacturing para referirse al sistema de producción Toyota.

Tras años de estudio del Sistema de Producción Toyota, las conclusiones de **Womack, Jones y Ross (1990)**, tienen que ver con las grandes ventajas que tiene la filosofía Lean Manufacturing por sobre las técnicas del sistema de producción en masa, y como está, puede ser aplicada en cualquier organización alrededor de mundo para hacer frente a un nuevo tipo de entorno, cuya principal característica es el rápido y continuo cambio.

Las herramientas empleadas por Toyota se enfocaban en lograr la satisfacción del cliente, reflejada en entregas oportunas de la variedad de productos solicitada y con tendencia a los cero defectos, pero a su vez minimizando al máximo el uso de recursos a través de la empresa (**Lean Enterprise Institute**).

La introducción del concepto Lean Manufacturing y su filosofía en la parte occidental del planeta se debió gracias a Edwards Deming como se vio en el capítulo anterior denominado gurú de la calidad por sus aportaciones.

A continuación, se presenta en forma de resumen un cuadro que menciona las principales características que diferencian a los sistemas de producción artesanal, en masa y Lean Manufacturing entre sí.

CLIENTES		
Producción Artesanal.	Producción en Masa.	Producción Lean.
<ul style="list-style-type: none"> • Responde de forma personalizada a las preferencias de cada cliente. • Largos tiempos de respuesta para atender una orden. En parte por los bajos volúmenes de producción. • Poca uniformidad en los productos aunque partan del mismo diseño. • Los precios son elevados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Responde a la necesidad de reducir los costos de la producción artesanal a través de economías de escala. • Mejoran los tiempos de respuesta de los clientes por el incremento en los volúmenes de producción. • Productos con mayor uniformidad aunque la calidad pudo haber decrecido respecto a la producción artesanal. • Hay poca variedad de productos, se promueve poco la investigación de nuevos productos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Busca reducir actividades de forma constante que no ayuden a lograr la satisfacción del cliente y los costos. • Mejora los tiempos de respuesta respecto a la producción en masa. • Productos que logran estándares de y se mejora la calidad de los productos. • Mayor adaptación a las demandas diversas de los consumidores respecto a la producción en masa y mayor rapidez en el desarrollo de nuevos productos.
EL TRABAJO		
Producción Artesanal.	Producción en Masa.	Producción Lean.
<ul style="list-style-type: none"> • Uso de herramientas manuales en prácticamente todas las actividades. • El trabajo es realizado por especialistas artesanos que conocen a fondo su oficio. • Productos que no logran estándares de calidad. • La organización del trabajo depende de un jefe artesano que coordina el esfuerzo de todos los involucrados: suministros, clientes, trabajadores y patrones. • Disposición de un taller sin un orden. • Manejo constante de materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de maquinaria poco flexible y de gran tamaño. • El trabajo es repetitivo pero sencillo. • Productos que logran estándares de calidad. • La organización del trabajo depende de un supervisor que conoce poco del proceso. Gran división del trabajo. • La disposición del taller mejora sin embargo el tamaño de las fabricas se incrementa notablemente. • Actividades del proceso trabajan habitualmente a diferentes ritmos generando importantes volúmenes de WIP. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maquinaria flexible y de menor tamaño respecto a PM. • El trabajo es desafiante y requiere del trabajo en equipo para mejorarlo. • Productos que logran estándares de calidad. • La organización del trabajo depende de un supervisor que con el tiempo adquirió los conocimientos del proceso Instruye a los nuevos y coordina esfuerzos. • Disposición del taller mejora y el tamaño de fábrica se reduce. • Hay menor manejo de materiales. Introduce el flujo de una sola pieza.

Cuadro No.1 “Principales características que diferencian a los sistemas de producción artesanal, en masa y Lean Manufacturing” Fuente: Peñaflor 2013.

Concepto de Lean Manufacturing

“Es una metodología de fabricación que busca la optimización a lo largo de todo el flujo de valor mediante la eliminación de “Muda” (pérdidas), y persigue incorporar la calidad en el proceso de fabricación reconociendo al mismo tiempo el principio de la reducción de costes” (**Taichi Ohno**).

Por su parte el **(Instituto tecnológico de Massachusetts)** define Lean Manufacturing, como una manufactura que “es esbelta porque usa menos de todo cuando es comparada con la manufactura tradicional en masa, usa la mitad del espacio de manufactura, la mitad de inversión en herramientas, la mitad de horas en ingeniería para el desarrollo de un nuevo producto”.

“Lean Manufacturing no es solo un conjunto de herramientas, como de mala manera se ha entendido este concepto, sino más bien se trata es una poderosa filosofía de trabajo, integrada por principios y herramientas que buscan reducir los ocho tipos de desperdicios y transformar el flujo del proceso en un flujo de “agregar valor” sin interrupciones, el cual es mejorado continuamente” **(Liker 2004)**.

Lean Manufacturing integra “cultura” y “técnica” de manera conjunta y armónica, por medio de sus principios y herramientas, los cuales, para ser implantados, deben ser estudiados y entendidos a profundidad a fin de determinar su uso, de acuerdo a las necesidades y valores particulares de cada organización. Es con ello, que se garantizara su adecuada adaptación.

Existen en la actualidad diversas perspectivas de los conceptos que definen Lean Manufacturing, depende mucho principalmente de la industria en que se desarrolle.

Entiendo, basado en la investigación y poca experiencia que Lean Manufacturing: es una filosofía de mejora continua en los procesos operativos de las organizaciones, que se apoya de técnicas y herramientas con el fin de agregar valor y obtener una ventaja competitiva ante la competencia y eliminar todo tipo de desperdicios para satisfacer a un cliente cada vez más exigente.

Objetivos y principios Lean Manufacturing.

La filosofía Lean Manufacturing se fundamenta en dos pilares: El primero de ellos está basado en la identificación, reducción y eliminación de desperdicios (Para la misma cultura se identifican 7+1 tipos de desperdicio) y el segundo pilar es crear el valor agregado que el cliente esté dispuesto a pagar.

El principal objetivo de Lean Manufacturing es hacer simples y eficientes los procesos operativos, incrementando mediante cambios en el trabajo, actividades que agregue valor más rápidamente al producto o servicio, con menos costos y sin desperdicios.

El objetivo de Lean Manufacturing según la fuente consultada es: lograr un nuevo proceso de producción, cubriendo todos los aspectos de las operaciones industriales (desarrollo de producto, manufactura, organización y recursos humanos, soporte al cliente, e incluyendo redes de proveedor-cliente), el cual es gobernado por una serie de principios, métodos y prácticas **(Womack, Jones y Ross, 1990)**.

Los principios Lean Manufacturing ofrecen soporte a todas las actividades operativas y hoy en día cubren también a la empresa en su totalidad.

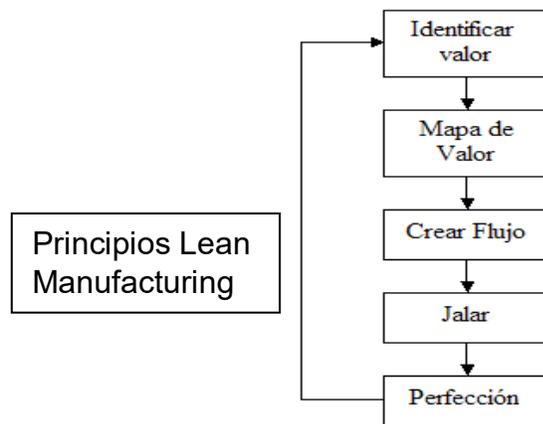


Imagen No. 13 “Principios de Lean Manufacturing”. Fuente: Reyes, 2017.

Lean Manufacturing consta de cinco principios clave, los cuales son bastante simples, si se aplican a la fabricación, servicio, o la administración de una organización:

1.- Especificar valor	Los clientes requieren una solución, no un producto o servicio. El valor es la solución al problema que tiene el cliente. Si el cliente está dispuesto a pagar por una actividad, en ese caso la actividad crea valor a la solución.
2.- Identificar el flujo de valor y eliminar desperdicio	Todas las actividades de la operación que no aporten valor, deben ser eliminadas, algunas son inevitables, la solución está en identificarlas. Eliminar desperdicios encontrando actividades que no agregan valor, que deben ser eliminadas inmediatamente.

3.- Establecer flujo	Hacer que todo el proceso fluya directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor final.
4.- Implementar sistema "Pull"	Una vez creado el flujo, se debe de producir por demanda en vez de producir basándose en pronósticos de ventas a largo plazo.
5.- Mejorar continuamente persiguiendo la perfección	Continuar con la mejora continua, de forma que se le ofrezca al cliente valor a las soluciones requeridas.

Los principios descritos anteriormente incluyen:

- Uso eficiente de recursos y eliminación del desperdicio.
- Trabajo en equipo.
- Comunicación.
- Mejora continua.

Lean Manufacturing agrupa una serie de técnicas y herramientas enfocadas a minimizar el uso de recursos y desperdicios en la manufactura a través de equipos de trabajo.

Se entiende por desperdicio todo aquello que consume recursos pero que no agrega valor al producto y por lo tanto el cliente no está dispuesto a pagar por él (**Mula, 2013**).

La determinación de cuales características crean valor en el producto es hecha por el punto de vista del cliente. El valor es expresado en términos de cómo el producto específico coincide con las necesidades de este, a un precio específico, y en un tiempo específico de entrega.

Esta filosofía no solo es aplicable a la planta de producción. Las técnicas para eliminar desperdicios son aplicables a todos los procesos, independientemente del departamento, y deben aplicarse ahí donde hay problemas u oportunidades de mejora.

- **Actividad de Valor Agregado.** Una actividad de cierto proceso que vuelve más valioso al producto o servicio para el cliente mediante el trabajo que pasa a través de él.

- **Actividad Sin Valor Agregado (NVA).** Una actividad que no contribuye directamente a la satisfacción de las expectativas de los clientes.

Existen en la filosofía Lean Manufacturing como ya se había mencionado anteriormente los denominados 7+1 tipos de desperdicios, los cuales mediante el uso de las técnicas y herramientas el objetivo es reducir o eliminar.

Símbolo	Tipo de desperdicio	Símbolo	Tipo de desperdicio
	Sobreproducción		Inventario
	Espera		Defectos
	Transporte		Movimiento
	Sobreprocesamiento		Talento no utilizado

Imagen No. 14 “Simbología Tipos de desperdicios OpEx BASF Ecatepec”.

3.2 TIPOS DE DESPERDICIO

Los ocho (7+1) desperdicios de Lean Manufacturing.

Desde la visión del sistema de producción Lean Manufacturing, “un desperdicio se considera como todo lo que es adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipos, personal tecnología, etc.) para fabricar un producto o prestar un servicio” (Mula, 2013).

Dentro del concepto de Lean Manufacturing se identificaban siete tipos de desperdicios (MUDAS), estos ocurren en cualquier clase de empresa o negocio y se presentan desde la recepción de la orden de fabricación hasta la entrega del producto al cliente. Adicionalmente, no hace mucho fue agregado un octavo tipo de desperdicio en las organizaciones, que da origen a los 7+1 tipos de desperdicios.

A continuación, se hace una breve mención a cada uno de ellos:

1. Sobreproducción: Es fabricar productos para los cuales aún no han sido solicitados por el cliente, lo cual genera desperdicios por utilizar más fuerza de trabajo que la necesaria e incrementando los costos de almacenamiento y transportación de inventarios.

Causas: Un tamaño grande de lotes, una mala programación de la producción y las actividades del proceso. Desbalance en el flujo de materiales.

2. Esperas: Son retrasos en el proceso, generados por un mal aprovechamiento de la mano de obra o por un mal diseño del proceso de producción.

Causas: Tamaños de lote muy grandes, mala calidad o malos tiempos de entrega de los proveedores, un programa deficiente de mantenimiento y una mala programación de la producción.

3. Transportes innecesarios: Recorrer grandes distancias, repercute en la utilización de mayor tiempo en el proceso.

Causas: Presencia de procesos secuenciales que están separados físicamente por grandes distancias, lo que a su vez se deriva de una mala distribución en la planta. Falta de organización y estandarización para los materiales; es decir, la misma pieza en diferentes lugares.

4. Sobre proceso: Se refiere a un mal diseño del producto, el cual se fabrica con más requerimientos de los que realmente son necesarios.

Causas: Un mal diseño del proceso y del producto, especificaciones por parte los clientes poco entendibles, pruebas excesivas y procedimientos o políticas inadecuados.

5. Excesos inventarios: Materiales almacenados sin un movimiento periódico. A mayor inventario mayores costos.

Causas: Sobreproducción, un mal análisis de los pronósticos o mala planeación de las actividades, políticas de compra, proveedores no confiables y tamaño grande de lotes.

6. Movimientos innecesarios: Son movimientos del personal que no agregan valor al producto, por ejemplo, buscar el herramental o información. Estos movimientos se deben a un mal diseño del proceso.

Causas: Una mala distribución en las áreas de trabajo, falta de controles visuales y un mal diseño del proceso.

7. Defectos: Retrabajar o desechar productos, obliga a ocupar mayores tiempos de proceso, materiales y mano de obra, incrementando los costos.

Causas: Mala calidad de los materiales, maquinaria en malas condiciones, procesos no capaces e inestables, poca o nula capacitación al personal y vagas especificaciones por parte del cliente.

8. No utilizar la creatividad del personal: Quizás, este es el desperdicio más importante, ya que desaprovechar el talento de la gente, es desechar valiosas oportunidades de mejora.

De acuerdo con **Liker (2004)**, existen otros dos tipos de desperdicio que son también necesarios eliminar, para realizar un trabajo Lean. Estos desperdicios son el MURI y MURA, palabras japonesas con las cuales se conoce a las sobrecargas y a la desigualdad.

MURI (Sobrecarga) significa, empujar a las personas y maquinas más allá de sus límites naturales debido sobrecargas de trabajo.

MURA (Desnivelado) es el generador del MUDA y MURI, ya que se origina por una fluctuación en los volúmenes de producción, generadas por un irregular calendario de producción.



Imagen No. 15 “Las Tres M’s. (MUDA desperdicio, MURI sobrecarga y MURA desnivelado)”. Fuente: Liker, 2004.

Aunque la identificación de desperdicios es importante, lo fundamental es eliminarlos. Todo el personal de la empresa se debe convertir en especialista que promueva la generación de ideas y la eliminación continua de desperdicios.

Algunas de las acciones correctivas que se pueden ejecutar están:

- Reducción de tiempos de preparación, sincronización de procesos.
- Eliminación de actividades innecesarias, balancear cargas de trabajo y capacitación al personal para tener trabajadores con habilidades múltiples.
- Procesamiento de flujo continuo y mejoras en la distribución de planta para disminuir el transporte de materiales.
- Simplificar procesos.
- Organización de las áreas de trabajo y administración visual.

La eliminación de desperdicios presenta resultados inmediatos en la reducción del costo, aumento de la productividad, organización del área de trabajo, entre otros **(Mula, 2013)**.

Es entonces, que se puede concluir, que la finalidad principal de los sistemas Lean como el de Toyota, es la eliminación del MURA por medio de una buena planeación de programas de producción, que eviten el MURI para no sobrecargar máquinas y trabajadores, y de esta manera eliminar el MUDA, que son las actividades que no agregan valor al producto **Liker (2004)**.

Para poder eliminar estos desperdicios, Toyota ha creado técnicas y herramientas, que serán mencionadas más adelante.

3.3 METODOLOGÍA DMAIC

La metodología DMAIC se inició en Motorola a mediados de los años 80, cuando la compañía comenzó a enfocarse en la creación de estrategias para reducir defectos en sus procesos que a su vez afectaban directamente a los productos **(Peter, 2007)**.

La metodología DMAIC es un sistema que brinda mejoras medibles y significativas a procesos existentes que caen por debajo de las especificaciones.

Lean Manufacturing ha ido evolucionando desde su aplicación como parte de su filosofía de actuación, aunque nació en las empresas del sector industrial, muchas de sus herramientas se aplican con éxito en el sector servicios

La metodología DMAIC involucra una serie de principios fundamentales para su ejecución que se han visto influidos por el éxito de otras herramientas, como Lean Manufacturing, lo que ha generado una nueva metodología conocida como Lean Six Sigma. DMAIC es un acrónimo para cinco fases interconectadas:

- Definir los objetivos del proyecto y las entregas tanto para los clientes como externos
- Medir el proceso para determinar el rendimiento actual
- Analizar y determinar la o las causas principales de los defectos
- Mejorar los procesos eliminando los defectos
- Controlar el rendimiento de los procesos futuros

Esta metodología consiste en cinco pasos que son necesarios para definir y mejorar probadamente los procesos **(Molteni, 2005)**.

Se puede definir también DMAIC como “un método para la resolución de problemas, en donde uno de los principales beneficios es que obliga a la gente a realizar una evaluación cuidadosa de las soluciones propuestas” **(Allen, 2006)**.

Durante la aplicación de los pasos de esta metodología se utilizan diferentes técnicas, que tienen como propósito hacer una relación (causa-efecto) entre las entradas del proceso y las actividades que se realizan en él para la satisfacción del cliente.

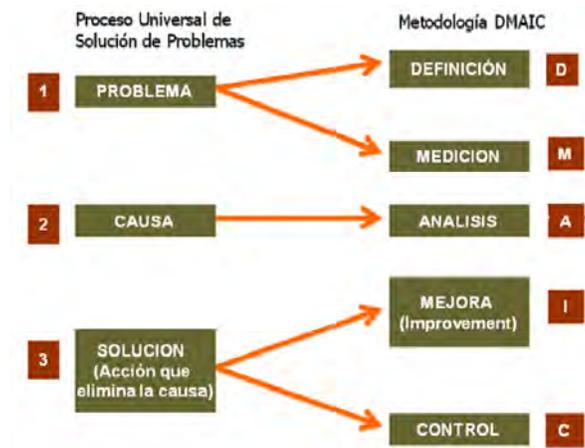


Imagen No. 16 “Proceso DMAIC”. Fuente: www.calidad.com/6sigmametodologia

La aplicación del método DMAIC requiere cierta preparación para la iniciación del proyecto, esta preparación cubre entre otros aspectos:

1. Seleccionar el proyecto
2. Conformar el equipo
 - Definir quiénes deben estar
 - Exponer los objetivos del equipo
 - Definir los roles
3. Establecer objetivos operativos de mejora

A continuación, se explica brevemente cada uno de los pasos de la metodología DMAIC.

(DEFINE) Definir

Es la primera etapa de la metodología en donde se definen los objetivos del proyecto y también es la etapa en donde se definen y se entienden los requerimientos y la justificación del mismo.

En esta etapa también es importante que se identifiquen el alcance del proceso, actividades y recursos comprometidos, los requerimientos del proceso y la identificación clara de las características de productos o servicios entregados y generados por el proceso a lo largo del mismo.

(MEASURE) Medir

En la etapa de medición se debe hacer una evaluación del estado actual del proceso, esta evaluación debe realizarse antes de generar cualquier cambio. Esta etapa permite identificar el nivel de desempeño actual del proceso.

Durante esta etapa comúnmente se desarrollan herramientas visuales para la toma de decisiones, los métodos que se utilizan comúnmente para realizar el análisis son: el mapeo de procesos, generación de matrices de causa y efecto, y el diseño de experimentos.

Existen técnicas estadísticas utilizadas para determinar las variables que inciden más en el resultado sin necesidad de realizar la “prueba y error”, ya que las acciones de mejora deben resultar de hallazgos de un análisis de comparación o de un diseño de experimentos.

También se deben analizar las tareas y actividades del proceso, para determinar el grado de valor agregado de cada una de ellas.

(ANALYZE) Analizar

A través de la fase “Analizar”, el equipo puede determinar las causas del problema que necesitan mejorar y cómo eliminar la zanja existente entre el rendimiento actual y el nivel deseado de éste. A medida que se avanza por la fase Analizar y subsecuentemente la fase Mejorar del proceso, descubrirá varios procesos y escenarios de mejora y determinará cual tiene el mejor impacto en el beneficio neto de la empresa.

El análisis es una etapa en donde los datos recabados se transforman en información, para conocer las verdaderas causas del problema o de variación.

A continuación, se enlistan las tareas que se sugieren para el cumplimiento de esta etapa:

- Confirmar la estrategia de análisis
- Identificar causas raíces o fuentes de variación
- Identificar el desperdicio (que no agregan valor al producto o servicio)
- Integrar las conclusiones

(IMPROVEMENT) Mejorar

En esta etapa es importante documentar las mejoras al proceso. Se usa la información obtenida en las etapas anteriores para así mejorar el proceso.

Durante la etapa de mejora se realizan pruebas para identificar los cambios a generar en las variables críticas, es decir, las que generan desperdicios, errores e incrementos de costos.

Existen ciertos pasos que se sugiere que se realicen para poder desarrollar esta etapa:

- Diseñar potenciales soluciones
- Seleccionar la solución
- Verificar con el plan piloto
- Implementar

(CONTROL) Controlar

Durante la etapa de control, se verifican las mejoras para asegurar que se haya cumplido con los objetivos.

El principal objetivo durante esta etapa es la reducción de oportunidades de que se produzcan desvíos en el desempeño del proceso.

Se puede decir que la etapa de control, es para mantener las mejoras a lo largo del tiempo. Así mismo se sugieren ciertas actividades para el cumplimiento de esta etapa:

1. Verificar las nuevas mejoras
2. Transferir el proceso de operación a los dueños del área
3. Monitorear el proceso con indicadores
4. Cerrar el proyecto

3.4 VSM (VALUE STREAM MAPPING) MAPEO DE LA CADENA DE VALOR

Es una técnica utilizada para examinar y determinar las causas raíz y la actividad específica en dónde ocurren fallas críticas dentro de un proceso **(Maldonado, 2008)**.

Ayuda a identificar y entender cada actividad del flujo de proceso e información de un producto o servicio de su principio a su final.

Una cadena de valor son todas las actividades (que agrega o no agregan valor) necesarias en un proceso operativo a través de los principales flujos esenciales para cada producto:

- El flujo de producción desde materia prima hasta las manos del cliente.
- El flujo del diseño desde la idea del concepto hasta la presentación.

(Maldonado, 2008)

VSM también puede ser una herramienta útil para la comunicación entre áreas de la organización, una herramienta de planeación y una herramienta para manejar el proceso de cambio, inclusive una reingeniería del proceso.

La actividad de mapeo incluye la cadena total de eventos desde la comunicación con proveedores, hasta la entrega del producto terminado al cliente **(Maldonado, 2008)**.

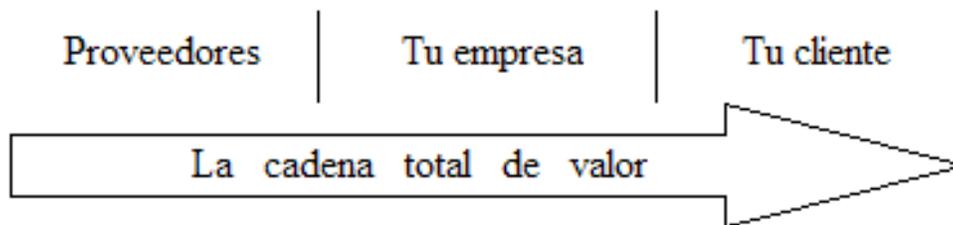


Imagen No. 17 “Cadena total de valor”. Fuente: Maldonado, 2008.

Características de (Value Stream Mapping) Mapeo de la Cadena de Valor

Los diagramas de mapeo de flujo de valor son útiles para identificar visiblemente cómo se relacionan las distintas áreas operativas en un proceso determinado.

Cinco pasos esenciales en la cadena de valor de Lean Manufacturing:

1. Identificar cuales características crean valor.
2. Identificar la secuencia de actividades llamadas, la corriente de valores.
3. Mejorando el flujo.

4. Permitir al cliente que consiga, el producto o servicio a través del proceso.
5. Perfeccionar el proceso.

(Maldonado, 2008)

Elaborar un mapeo de las actividades en el proceso de producción con tiempos de ciclo, tiempos muertos, inventario en proceso, movimientos de material, flujos de información, ayudará a visualizar el estado actual del proceso.

Entendiendo el proceso desde el ingreso de las materias primas hasta la entrega de las partes terminadas, con el objetivo principal de eliminar cualquier tipo de desperdicio.

Beneficios de (Value Stream Mapping) Mapeo de la Cadena de Valor

Value Stream Mapping tiene como objetivo el diseño de un sistema de producción, con los mínimos desperdicios o mejor aún si ellos.

Las organizaciones alcanzan beneficios en varios aspectos para el negocio al aplicar el mapeo de la cadena de valor, por ejemplo:

- Genera un conocimiento claro del proceso de manufactura.
- Reduce el trabajo (re trabajos) en los procesos.
- Reduce el tiempo de ciclo de producción.
- Ofrece respuesta rápida a los cambios de demanda de los clientes.
- Ofrece respuesta rápida a los asuntos relacionados con la calidad.
- Incrementa de valor agregado al producto y/o servicio.
- Estandariza los procesos de producción. Colaborando así, a no solo identificar el desperdicio, sino a ver las fuentes que lo generan en la cadena de valor.
- Promueve un lenguaje sencillo y común para tratar los procesos de manufactura.
- Permite visualizar la relación entre el flujo de información y el flujo de material.

El Mapeo de la Cadena de Valor ayudara a resaltar estas deficiencias. Ayudará a la efectiva toma de decisiones, crear enfoque para la mejora y permitir al equipo trabajar cohesivamente para el beneficio de la empresa **(Maldonado, 2008)**.

Mapeo de la Cadena de Valor en la Empresa como base de la mejora continúa.

En el siguiente diagrama se muestra el marco general básico de los flujos de proceso necesarios para el análisis y mapeo de la cadena de valor en una organización.

Descripción de las 13 acciones básicas para elaborar un mapa de la cadena de valor.

Acción uno: Definir el ciclo de vida del producto, identificando todas las acciones de valor clave.

Acción dos: Evaluar otros flujos potenciales que no sean de la empresa completamente, o servicios compartidos, o aquellos que puedan estar en paralelo a los flujos descritos.

Acción tres: Evaluar y mapear los flujos de productos, proceso, servicios, información, dinero y tiempo basado en el ciclo de vida del negocio definido en el paso uno.

Acción cuatro: El mapa representa el estado actual o nivel de funcionamiento de la organización hasta ese momento.

Acción cinco: Analizar el estado actual paso a paso hacia el siguiente nivel de procesos, flujos, etc.

Acción seis: Validar la existencia de las conexiones, y de los puntos de decisión del análisis en la estructura actual del proceso.

Acción siete: Capturar la información relevante para cada actividad y desarrollar un análisis del comportamiento que cada uno genera.

Acción ocho: Analizar e identificar los desperdicios existentes en el flujo del proceso (ya sea sociales o técnicos) tiempo, recursos, dinero etc.

Acción nueve: Crear un estado ideal basado en la perfección. Este estado deberá incluir elementos técnicos y sociales, libres de defectos, al costo más bajo, alineados con las metas de la organización.

Acción diez: Crear un estado futuro relativamente a corto plazo (de 18 a 24 meses).

Acción once: Crear una serie balanceada de métricas/medidas

Acción doce: Implementar acciones para la creación de valor y eliminación de desperdicio que permitan alcanzar el estado a futuro.

Acción trece: Establecer un periodo para reorientar y ajustar el estado a futuro.

(Maldonado, 2008)

3.5 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING

El Sistema de Producción Toyota, además de contar con un sistema de principios y/o valores, está integrado por un conjunto de técnicas y herramientas operativas, que buscan mejorar los procesos para la reducción de los costos de producción, por medio de la eliminación de desperdicios.

A continuación, se hace una breve descripción de algunas herramientas.

El Instituto Tecnológico de Monterrey agrupa en tres las técnicas y herramientas Lean Manufacturing según sus características, objetivos y aplicación.

Estos procesos se agrupan en:

- Procesos estándares
- Procesos flexibles
- Procesos confiables

3.5.1 ESTABLECIMIENTO DE PROCESOS ESTÁNDARES

Como su nombre lo dice, este tipo de procesos ayudan a estandarizar actividades con la finalidad de que todo, a cada vez, se realice de la misma forma y que cada nuevo integrante en el equipo de trabajo pueda adaptarse rápidamente a la forma de llevar a cabo sus nuevas tareas.

Just in Time (JIT) Justo a Tiempo

En japonés, las palabras para “Just in Time” significan “en tiempo oportuno”, apuntando a un tiempo exactamente señalado. Sin embargo y ya que el Sistema de Producción Toyota es también “producción sin stocks” o con “stocks mínimos”, entonces Just in Time es, aprovisionar cada proceso con los ítems requeridos, en la cantidad requerida y en el tiempo requerido (**Shingo 1989**).

Los siete pilares del Just in Time son:

1. Igualar la oferta y la demanda.
2. El peor enemigo: el desperdicio.
3. El proceso debe ser continuo, no por lotes.
4. Mejora continua.

5. Es primero el ser humano.
6. La sobreproducción = ineficiencia.
7. No vender el futuro. (Hay 1989)

METODOLOGÍA DE LAS 9'S

La herramienta 9's, busca contar con áreas más limpias, ordenadas y seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Las 9's provienen de términos japoneses que diariamente ponemos en práctica en nuestra vida cotidiana, y que forman parte fundamental de la cultura de trabajo japonesa.

Las 9's son:

	Nombre Japonés	Significado	Propósito
Relación con las cosas	<i>Seiri</i>	Clasificación	Mantener solo lo necesario
	<i>Seiton</i>	Organización	Mantener todo en orden
	<i>Seiso</i>	Limpieza	Mantener todo limpio
Relación con uno mismo	<i>Seiketsu</i>	Bien estar personal	Cuidar la salud física y mental
	<i>Shitsuke</i>	Diciplina	Mantener un comportamiento confiable
	<i>Shikari</i>	Constancia	Perseverar en los buenos hábitos
	<i>Shitsukoku</i>	Compromiso	Ir hasta el final en las tareas
Relación con la empresa	<i>Seishoo</i>	Coordinación	Actuar en equipo con sus compañeros
	<i>Seido</i>	Estandarización	Unificar las actividades a través de estándares

Cuadro No. 2 "Las 9's". Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Algunos de los beneficios que genera la estrategia de la 9's son:

- Mayores niveles de seguridad que redundan en una mayor motivación de los empleados.
- Mayor Calidad.
- Tiempos de respuesta más cortos.
- Aumenta la vida útil de los equipos.
- Genera cultura organizacional.
- Reducción en las pérdidas o mermas por producciones con defectos. **(Shingo 1989)**

A continuación, se describe cada una de las actividades de la metodología 9's:

Actividades relacionadas con las cosas:

Seiri (Clasificar)

Significa eliminar todo aquello que está de más y que no tiene importancia para el trabajo que desempeñamos. Para clasificar es necesario llevar a cabo las siguientes acciones:

Identificar aquello que es o no necesario de acuerdo al él ¿qué? (artículo u objetos) y a su frecuencia de uso.

Separar lo que es innecesario, excesivo, adicional de lo que es útil, adecuado y simple, y decidir lo que se puede almacenar, desplazar, vender, reciclar, regalar, o enviara la basura.

Seiton (Organizar)

No se refiere a acomodar, sino a saber ordenar, por ejemplo, por tamaños, tipos, categorías e inclusive frecuencia de uso, es decir se deshace de artículos obsoletos para hacer más cómodo el espacio vital, se eliminan desperdicios y pérdidas de tiempo por no saber dónde se encuentra lo que se busca.

Arreglar las cosas eficientemente de forma que se pueda obtener lo que se necesita en el menor tiempo posible.

Para llevar a cabo el orden, cada elemento debe tener una ubicación asignada. Debe no solo especificarse el lugar, si no también, el número máximo de elementos que son necesarios en el área de trabajo según la frecuencia de uso. Debe delimitarse claramente el espacio que va a ocupar cada elemento.

Seiso (Limpieza)

Significa desarrollar el hábito de observar y estar siempre pensando en la limpieza en el área de trabajo, de la maquinaria y herramientas que utilizamos.

Es más que barrer y hacer limpieza. Limpiando se encuentran situaciones anormales que visiblemente están ocultas y que provocan desperdicios para la organización. La razón principal de la limpieza es detectar las fuentes de suciedad atacarlas, prevenirlas y/o solucionarlas.

Actividades relacionadas con las personas:

Seiketsu (Mantener)

Significa continuar trabajando en clasificar, ordenar y limpiar, de forma continua y todo el tiempo para mantener un entorno de trabajo saludable y limpio. El llevar a la práctica sistemáticamente las primeras tres "S", brinda la posibilidad de pensar que éstas no se pueden aislar, sino que los esfuerzos deben darse en forma conjunta.

Shitsuke (Disciplina)

Esta acción es la que quizá represente mayor esfuerzo, ya que es puntual del cambio de hábitos, la disciplina implica el apego de procedimientos establecidos, cuando una persona se apega al orden y al control de sus actos está acudiendo a la inteligencia en su comportamiento se transforma en un generador de calidad y confianza.

Shikari (Constancia)

Preservar en los buenos hábitos, en este sentido practicar constantemente los buenos hábitos es justo con uno mismo, la constancia es voluntad en acción y no caer ante lo habitual.

Shitsukoku (Compromiso):

Esta acción significa ir hasta el final de las tareas, es cumplir responsablemente con la obligación contraída. El compromiso es el último elemento de la trilogía que conduce a la armonía (disciplina, constancia y compromiso).

Actividades relacionadas con la organización:

Seishoo (Coordinación):

Las metas se alcanzan con y para un fin determinado.

Seido (Estandarización):

Para no perderse es necesario poner señales, ello significa en el lenguaje empresarial un final por medio de normas y procedimientos con la finalidad de no dispersar los esfuerzos individuales y generar calidad.

Para implementar estos nueve principios, es necesario planear siempre considerando a la gente, desarrollar las acciones pertinentes, checar paso a paso las actividades comprendidas y comprometerse con el mejoramiento continuo.

TRABAJO ESTANDARIZADO Y BALANCEO DE LÍNEAS.

Trabajo Estandarizado

El trabajo estandarizado es un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso (Maldonado, 2008).

El trabajo estandarizado nos permite visualizar la secuencia de actividades dentro de un proceso, incluyendo el tiempo que se lleva para realizarlo.

Lo que se pretende al implementar esta técnica es estandarizar el tiempo y la secuencia de actividades dentro de un proceso, y de esta forma que todos hagan el mismo trabajo de la misma manera y en consecuencia en el mismo tiempo para lograr una uniformidad en los procesos, no competir por ver quién lo hace más rápido.

Pasos para implementar el trabajo estandarizado:

1. Trabajar junto con los operadores para determinar los métodos de trabajo más eficientes y asegurarse de que todos estén de acuerdo.
2. Usa la hoja de la combinación del trabajo estándar, este documento muestra el flujo de los materiales y las personas dentro del proceso para entender como los tiempos de ciclo son llevados a cabo.
3. Especifica el tiempo exacto de cada secuencia de trabajo dentro de una operación, incluyendo el tiempo mientras se camina.

Si el tiempo de ciclo es más largo que el takt time, la operación debe ser mejorada para alcanzar el takt time (Maldonado, 2008).

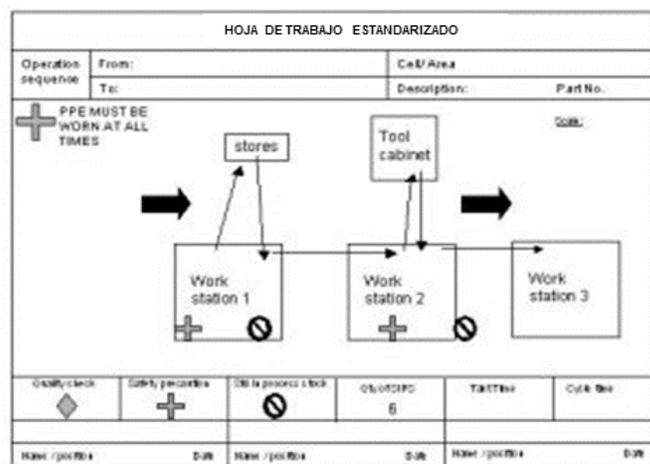


Imagen No. 18 “Hoja de Trabajo Estandarizado” Fuente: Maldonado, 2008.

Balanceo de Línea

El balanceo de la línea es un proceso a través del cual, con el tiempo, se van distribuyendo los elementos del trabajo dentro del proceso en orden, para que alcancen el takt time (**Maldonado, 2008**).

Normalmente algunas operaciones toman más tiempo realizarlas que otras, dejando a los operadores sin nada que hacer mientras esperan la siguiente actividad. Por otro lado, algunas operaciones tal vez necesiten más tiempo de un operador. El balanceo de línea ayuda a la optimización del uso de personal. Al balancear la carga de trabajo, se evitará que algunos trabajen de más y que otros no hagan nada.

El balanceo de línea inicia con el análisis del estado actual del proceso. La mejor herramienta para esta actividad es la gráfica de balanceo de operadores (Operator Balance Chart). La cual representa los elementos de la operación, el tiempo requerido y los operadores de cada actividad.

Se usa para mostrar las oportunidades de mejora visualizando cada tiempo de operación en relación con el takt time y el tiempo de ciclo total.

Los pasos para crear una gráfica del balanceo de operadores son los siguientes:

- Determinar el tiempo de ciclo actual y los elementos de trabajo asignados.
- Crear una gráfica de barra que dé una mejor representación de las condiciones.

Para determinar el número de operadores se necesita dividir el tiempo de ciclo total del producto entre el takt time (**Maldonado, 2008**).

Por ejemplo, considere el siguiente proceso, en donde se tienen 8 actividades de un proceso, 8 operadores, un takt time de 17 segundos y un tiempo de ciclo total de 115 segundos.

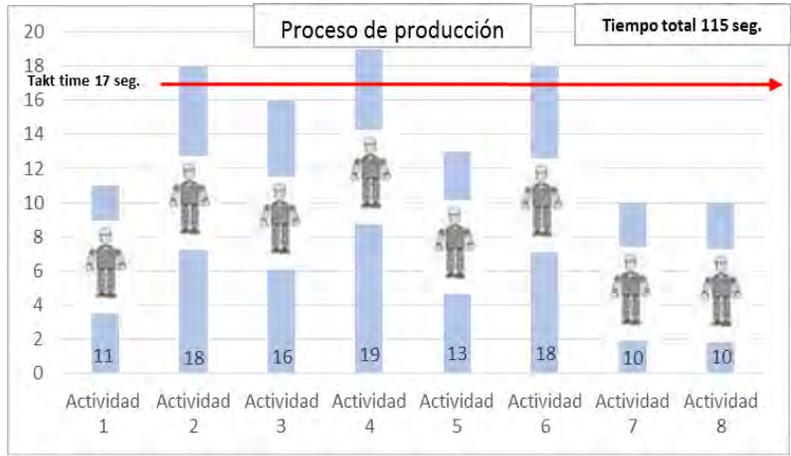


Imagen No. 20 “Proceso de Producción”. Fuente: BASF Mexicana S.A de C.V. sitio Barrientos.

La gráfica del estado actual del proceso de operación muestra que varias actividades sobrepasan el valor del takt time, y se hace evidente un desbalanceo entre las actividades de los operadores.



Imagen No. 21 “Gráfica de Balanceo de Operadores”. BASF Mexicana S.A de C.V. sitio Barrientos.

No. de operadores necesarios = 115 seg. (Tiempo total del ciclo) / 17 seg. (Takt time) = 6.8 operadores necesarios.

Se requieren de 6.8 operadores, lo cual quiere decir que se cuenta con más del número necesario de operarios, ya que se requieren siete para que puedan manejar el proceso. Este hecho representa un área de oportunidad para mejorar el proceso.

Si se eliminara el suficiente desperdicio en el proceso, se lograría hacerlo con siete operadores.

Según Lean Manufacturing, cuando se saca el número de operadores y el decimal obtenido tiene un valor que es menor o igual a 0.5 es un indicador que permite evaluar la reducción a favor, ya que se podrá trabajar para eliminar el operador de más y disminuir los desperdicios. En el proceso de mejora, cada uno de estos operadores debe decir que es lo que requieren para hacer una parte dentro de los 17 segundos. Entonces, el tiempo de ciclo total debe ser menor o igual a 115 segundos.

La solución debe ser la combinación de operaciones. En este caso se reparten las operaciones con el fin de que los operadores logren un tiempo de ciclo de 17 segundos, el cual está dentro del takt time.

MAPEO DE PROCESOS

Para poder entender que es un mapeo de procesos debe comenzar por entender que es un proceso y que un mapeo, por lo que hará **ISO 9000:2000** es un “conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”.

Son el conjunto de tareas de una serie de actividades que transforman entradas, insumos o eventos en una salida, donde esta salida causara una satisfacción al cliente debido al valor percibido.

Los procesos según (**Pérez, 2004**) los podemos clasificar en:

- Procesos Operativos, son aquello que transforman los recursos para obtener un producto o proporcionar un servicio conforme a las especificaciones del cliente.
- Procesos de Apoyo, son aquellos que proporcionan las personas y los recursos físicos necesarios por el resto del proceso y conforme a las especificaciones del cliente.
- Procesos de gestión, son aquellos que aseguran el funcionamiento controlado del resto de los procesos, además de proporcionarlos de la información que necesitan para la toma de decisiones.
- Procesos de Dirección, es aquel que se concibe con carácter transversal, es decir, que se cruza en dirección perpendicular a todo el resto del proceso. Son los que se encargan de la formulación, comunicación, seguimiento y revisión de la estrategia.

Mapeo

Es una herramienta grafica que diagrama en los niveles los procesos y actividades de la organización con el objeto de comprenderlos, analizarlos y mejorarlos; para crear una mayor satisfacción de los clientes y un mejor rendimiento del negocio” (Rodríguez, 2015).

El mapeo de procesos, es una herramienta que ayuda a las empresas a identificar el flujo del proceso, para determinar las operaciones que agregar y no agregar valor. Sus propósitos son: validar procesos de quipos multifuncionales, identificar barreras y desconexiones en el proceso, distinguir entre lo actual y lo deseado, determinar las personas adecuadas para la toma de decisiones, dar prioridad a metas y crear un plan de acción (Liker 2004).

Características:

- Ayuda a visualizar más que el proceso individual.
- Provee un lenguaje común para hablar acerca de los procesos de manufactura.
- Toma decisiones acerca del flujo aparente, para poder discutirlo.
- Muestra la conexión entre el flujo de material y el flujo de información.
- Es una herramienta cualitativa, la cual describe a detalle el orden del flujo.
- Permite distinguir entre lo actual y lo deseado.



Imagen No. 22 “Simbología del mapeo de procesos”. BASF Mexicana S.A de C.V. sitio Barrientos.

Six Sigma

Es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de evento, entendiéndose como ya se mencionó antes como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.

Seis sigma utiliza herramientas estadísticas para la caracterización y el estudio de los procesos, de ahí el nombre de la herramienta, ya que sigma es la desviación típica que da una idea de la variabilidad en un proceso y el objetivo de la metodología seis sigma es reducir ésta de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

Obtener 3,4 defectos en un millón de oportunidades es una meta bastante ambiciosa pero lograble. Se puede clasificar la eficiencia de un proceso con base en su nivel de sigma:

- 1 sigma= 690.000 DPMO = 32% de eficiencia
- 2 sigma= 308.538 DPMO = 69% de eficiencia
- 3 sigma= 66.807 DPMO = 93,3% de eficiencia
- 4 sigma= 6.210 DPMO = 99,38% de eficiencia
- 5 sigma= 233 DPMO = 99,977% de eficiencia
- 6 sigma= 3,4 DPMO = 99,99966% de eficiencia

Es básicamente un proceso cuyo objetivo es la calidad. En términos estadísticos, “sigma” es una métrica que muestra que tan bien nuestro proceso está trabajando. Describe el grado de variación en el proceso de manufactura (Liker 2004).

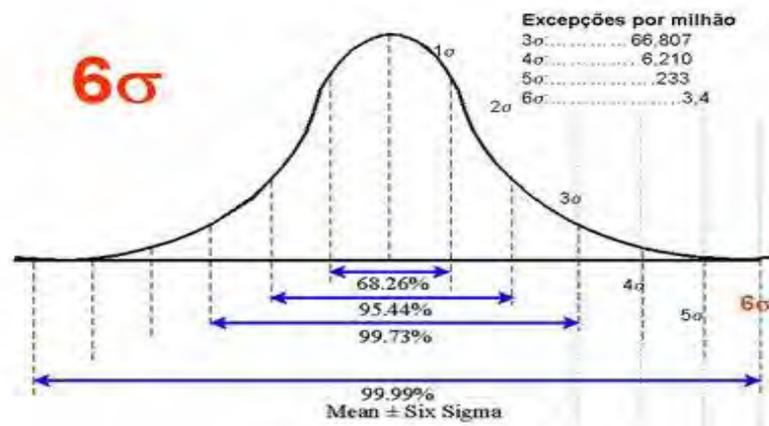


Imagen No. 23 “Curva normal, Seis Sigma”. Blogspot, 2006.

Las empresas que operan un sistema Six Sigma, deben operar en niveles de calidad de 3.4 defectos por millón de oportunidades.

Se habla de un proceso hábil cuando la variación no excede de los límites de especificación, y de un proceso no hábil, cuando los rebasa. Dos de los índices estadísticos utilizados para medir la variación de un proceso son Cp y Cpk, los cuales, por medio de cálculos matemáticos, determinan el número de veces en que la variación de un proceso está contenida dentro de sus especificaciones (**Gutiérrez 2004**).

CPK

El concepto de capacidad, hablando de proceso, se refiere a la anchura de la campana de Gauss que lo caracteriza. En un estudio de capacidad, se compara la anchura de la distribución normal obtenida con los límites de tolerancias.

Se define la capacidad de proceso como la distancia de 3 veces sigma de cada lado de la media.

La Capacidad del proceso es una propiedad medible que puede calcularse por medio del índice de capacidad del proceso (CPK), por ejemplo, los clientes establecen las tolerancias que debe cumplir el producto. Un producto fabricado fuera de esas tolerancias se considerará un producto sin la calidad requerida, es decir, defectuoso.

Es importante no confundir los dos conceptos anteriores. Las tolerancias son los requerimientos técnicos para que el producto sea admisible para su uso, siendo establecidos por el cliente, el fabricante o alguna norma; mientras que la capacidad es una característica estadística del proceso que elabora dicho producto.

Para relacionar ambos conceptos se define el índice de capacidad Cp como el cociente entre el rango de tolerancias del proceso y la capacidad (intervalo natural de variación) del mismo:

Siendo:

- USL: Límite superior de la especificación.
- LSL: Límite inferior de la especificación.

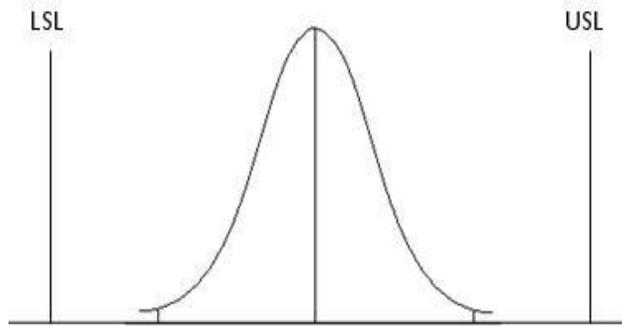


Imagen No. 24 “Curva de límites inferior y superior para CPK”. Fuente: Trabajo de calidad, capacidad y desviaciones.

Resultados posibles de Cp:

- $Cp > 1$ -> se dice que el proceso es capaz, pues prácticamente todos los artículos que produzca estarán dentro de las tolerancias requeridas.
- $CP = 1$ -> habrá que vigilar muy de cerca el proceso, pues cualquier pequeño desajuste provocará que los artículos no sean aceptables.
- $CP < 1$ -> se dice que el proceso no es capaz.

La magnitud de Cpk respecto Cp es una medida directa de cuan apartado del centro está operando el proceso:

- $Cp = Cpk$ -> proceso centrado en el punto medio de las especificaciones.
- $Cp > Cpk$ -> proceso descentrado.

La fórmula de cálculo del Cpk es la siguiente:

- Se calcula un indicador del lado superior: $(\text{límite superior} - \text{media}) / 3 \text{ sigma}$
- Se calcula un indicador del lado inferior: $(\text{media} - \text{límite inferior}) / 3 \text{ sigma}$
- Se elige, como índice Cpk, el valor mínimo de estos dos indicadores calculados siendo este el caso más desfavorable (el caso en el cual la campana se acerca más del límite con el riesgo de provocar defectos)

Entendemos por las propias fórmulas que un proceso perfectamente centrado tendrá: $Cp=Cpk$.

Tenemos que tener en cuenta también que todas estas fórmulas funcionan en caso de tener unos datos que se ajustan a una distribución normal.

3.5.2 ESTABLECIMIENTO DE PROCESOS FLEXIBLES

Los procesos flexibles dentro de la filosofía Lean Manufacturing tienen como prioridad que las actividades de una organización puedan dar respuesta rápida a la demanda del cliente.

Producción Nivelada (Heijunka).

La nivelación de la producción, es uno de los pilares del Sistema de Producción Toyota. Se encamina a producir la cantidad que un proceso toma del proceso anterior.

Esta técnica adapta la producción a la demanda fluctuante del cliente. La palabra japonesa Heijunka, significa literalmente “haga nivelado”.

El objetivo principal, para la producción nivelada es el cambio frecuente de la mezcla de productos en una línea dada. En lugar de ejecutar lotes grandes de un modelo después de otro, se debe producir lotes pequeños de muchos modelos en periodos cortos de tiempo. Esto requiere tiempos de cambio más rápidos, con pequeños lotes de piezas buenas entregadas con mayor frecuencia (**Shingo 1989**).

Ritmo de tiempo aceptable (Takt Time)

Es el número de referencia que ayuda a emparar la tasa de producción con la tasa de ventas. En otras palabras, la tasa a la que los clientes necesitan unidades terminadas. Se determina al dividir el total del tiempo de producción disponible por turno entre la tasa de demanda de clientes por turno. “Takt” es una palabra alemana que significa paso o ritmo [lean-sigma-glossary-terms](#).

Como calcular el ritmo de tiempo aceptable

Se calcula dividiendo el tiempo de producción disponible (tiempo disponible de trabajo por turno, lote, día) entre la cantidad de producción total requerida (Demanda del cliente):

$$\frac{\text{Tiempo de producción}}{\text{Volumen de producción}}$$

Por ejemplo. - Si un proceso de manufactura por lote tiene 10.1 horas disponibles, debemos eliminar aquellos tiempos en los que se detiene el proceso, en este caso supongamos que se detienen en horario de comida, cambio de turno (este es de 8 horas) y una holgura por (descanso/uso del sanitario), entonces el tiempo de producción disponible es:

- Tiempo de producción disponible: 10.1 horas x 60 min = 608 min
- Tiempo de producción disponible: 608 min - Horario de comida = 30 min
Cambio de turno = 05 min
Holgura = 10 min
- Tiempo disponible: 608 min – Tiempo de proceso detenido 45 min = 563 min

Por lo que: 563 x 60 seg = 33,780 seg

Para este proceso el cliente está demandando 2000 unidades por lote, entonces:

$$\text{El Takt Time} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Cantidad total requerida}} = \frac{33780 \text{ seg}}{2000 \text{ unidades lote}} =$$

El Takt Time = 16.89 seg, aproximado a 17 seg.

Por lo tanto, el cliente está solicitando este producto para la satisfacción de su demanda a un ritmo por unidad cada 17 seg,

Kanban

Kanban en japonés significa “Etiqueta de Instrucción”. Este sistema consiste en un conjunto de etiquetas con instrucciones, que sirven como orden de trabajo que nos da información acerca de que se va a producir, en qué cantidad, mediante qué medios y como transportarlo.

La función principal del sistema Kanban, es el control de la producción, fuertemente apoyada en Just in Time.

Se utilizan dos tipos de Kanban:

1. Kanban de trabajo en proceso.
2. Kanban de transporte.

Algunas de las ventajas del sistema Kanban son:

- Permiten que la información se transmita rápida y organizadamente.

- Se aplican a fábricas que impliquen producción repetida.
- Conduce a reducciones de stocks de inventario.
- Pone de manifiesto problemas por averías en máquinas o defectos de productos **(Shingo 1989)**.

SMED (Single-Minute Exchange of Dies) Cambios útil de un solo dígito

Por sus siglas en inglés, SMED significa “Single Minute Exchange of Die”, que en español significa, cambio útil de un solo dígito. Esta herramienta, se refiere a la reducción de los tiempos para el cambio de herramental en la maquinaria o equipos, en tiempos no mayores a los de un solo dígito, con objeto de incrementar los niveles de productividad.

Las ocho técnicas SMED principales son:

- Separar las operaciones de preparación internas de las externas.
- Convertir preparación interna en externa.
- Estandarizar la función, no la forma.
- Utilizar mordazas funcionales o eliminar cierres completamente.
- Utilizar plantillas intermedias.
- Adoptar modos de preparación paralela.
- Eliminar ajustes.
- Mecanización o automatización.

El SMED cuenta con cuatro fases para mejorar las preparaciones.

- Análisis integral de la operación de preparación.
- Separación de las actividades de preparación internas y externas.
- Analizar qué actividades de preparación interna, pueden convertirse en externas.
- Eliminar los ajustes y simplificar los métodos de sujeción **(Shingo 1989)**.

TPM (Total Productive Maintenance) Mantenimiento Productivo Total

Sus siglas significan “Total Productive Maintenance”. Se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia en todo el sistema productivo, estableciendo la prevención de pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Incluye “cero accidentes, cero defectos y cero fallos” en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Las características del TPM son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Amplia participación de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a mejorar la efectividad global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Investigación significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

Los pilares considerados como necesarios para el desarrollo del TPM, en una organización son los siguientes:

- Mejoras enfocadas.
- Mantenimiento autónomo.
- Mantenimiento progresivo o planificado.
- Educación y formación.
- Mantenimiento temprano.
- Mantenimiento de calidad.
- Mantenimiento de áreas administrativas.
- Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.

(Hartmann 1992)

3.5.3 ESTABLECIMIENTO DE PROCESOS CONFIABLES

Los procesos confiables se enfocan en herramientas y métodos que ayuden en a determinar soluciones optimas en donde cada elemento realice su trabajo en el tiempo previsto sin cometer fallas o errores, para alcanzar la eficiencia y eficacia de un sistema de manufactura.

Jidoka

La palabra “Jidoka” significa verificación en el proceso, cuando en el proceso de producción se instalan sistemas Jidoka se refiere de calidad integrada al proceso.

El principio Jidoka, se basa en la capacidad de la gente para detener una línea de producción, cuando se presenta un problema, y de manera inmediata encontrar las causas raíz del mismo.

Jidoka se apoya de Andones que son alarmas visuales o auditivas, que ayudan a detectar de manera rápida el lugar en donde el problema se ha detectado. Jidoka, también se apoya de Poka Yoke, con objeto de evitar la producción masiva de partes o productos defectuosos. Los procesos Jidoka son sistemas comparativos de lo ideal y lo estándar contra los resultados actuales de la producción (Liker 2004).

10 etapas de la autonomación Jidoka

1. **Autonomación del proceso:** Transferir esfuerzo de trabajador a esfuerzo de la máquina.
2. **Autonomación de sujetar:** Sustitución de apriete manual por sistemas accionados mecánicamente. El trabajador solo carga el útil.
3. **Autonomación de alimentación:** Alimentación automática. El trabajador solo interviene para parar la alimentación en caso de errores.
4. **Autonomación de paradas:** El sistema de alimentación para correctamente la máquina al final del proceso.
5. **Autonomación de retornos:** Finalizado y parado el proceso correctamente, el sistema retorna a situación de inicio sin ayuda del trabajador.

6. **Autonomación de retirada de piezas:** Finalizado el proceso y retorno, la pieza es retirada automáticamente de forma que la siguiente pieza puede ser cargada sin necesidad de manipular la anterior.
7. **Mecanismos anti error (Poka-Yoke):** Para prevenir transferencia de piezas defectuosas al proceso siguiente se instalan dispositivos para detectar errores.
8. **Autonomación de carga:** La pieza es cargada sin necesidad de la actividad manual del trabajador. El proceso debe tener capacidad de detectar problemas y parar la operación.
9. **Autonomación de inicio:** Completados los pasos anteriores la máquina debe empezar a procesar piezas de forma autónoma.
10. **Autonomación de transferencia:** Se enlazan operaciones mediante sistemas de transferencia que eviten la intervención del operario. **(Revista Logicel n°57,2007)**

Andón

Termino japonés para alarma, indicador visual o señal, utilizado para mostrar el estado de la producción, utiliza señales de audio y visuales. Es un despliegue de luces y señales luminosas en un tablero que indican las condiciones de trabajo en el piso de producción dentro del área de trabajo, el color indica el tipo de problema o condiciones de trabajo.

Los colores utilizados para los andones son:

- Rojo: Maquina descompuesta.
- Azul: Pieza defectuosa.
- Blanco: Fin del lote de producción.
- Amarillo: esperando por cambio de modelo.
- Verde: Falta de material.
- No luz: Sistema operando normalmente.

(Liker 2004)

Poka Yoke

Los métodos Poka Yoke, son mecanismos utilizados para alcanzar una inspección al 100% a través de la inspección autónoma, sucesiva y en la fuente.

El termino Poka Yoke viene de las palabras japonesas “Poka” (error inadvertido) y “Yoke” (prevenir). Un dispositivo Poka Yoke, es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se dé cuenta y los corrija a tiempo.

Hay dos modos mediante los que Poka Yoke puede utilizarse para corregir errores.

1. Tipo control. Cuando el Poka Yoke se activa, la máquina o línea de proceso se para, de forma que el problema puede corregirse.
2. Tipo aviso. Cuando el Poka Yoke se activa, suena un timbre o se enciende una lámpara que alerta al trabajador.
 - Los métodos Poka Yoke, se clasifican en:
 - Métodos de contacto.
 - Métodos de valor fijo.
 - Método del paso-movimiento.

(Shingo 1989)

En este capítulo se ha hecho mención acerca del surgimiento del término Lean Manufacturing, como una recopilación de experiencias y estudios, realizados al Sistema de Producción Toyota. También, se analizaron los 14 principios de trabajo que son el resultado de la aplicación al trabajo cotidiano de los valores de Toyota, y sin los cuales herramientas de trabajo como Just in Time, Kanban, Jidoka, SMED, entre otras, que contribuyen en la eliminación de los ocho desperdicios.

Una organización que desee implementar Lean Manufacturing, deberá entender y aplicar las herramientas Lean, con base en un plan de trabajo acorde a sus propias necesidades, características y cultura laboral y con base en los 14 principios Toyota.

La aplicación de todas o algunas de las herramientas Lean, así como su orden de implementación son decisión de cada organización, y dependerán del alcance definido por los líderes de implementación, ya que es importante recordar, que no existe un camino único establecido para la adopción de esta filosofía de trabajo.

CAPÍTULO

CUATRO

MARCO REFERENCIAL

4. BASF MEXICANA SA DE CV (SITIO DE MANUFACTURA BARRIENTOS)

4.1 HISTORIA Y ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

BASF MEXICANA hoy en día es la empresa química número uno en cuanto a manufactura y servicios por su presencia en más de 80 países. A continuación, haré mención a las fechas históricas más relevantes de la empresa:

1865: La Fundación

El inglés Henry William Perkin descubre el primer tinte de alquitrán de hulla, y con él la posibilidad de usar el alquitrán de hulla como materia prima para tintes sintéticos en 1856.

En 1861, empieza a producir el colorante rojizo fucsina y la anilina, la sustancia básica obtenida del alquitrán de hulla. Pero, entonces, se le ocurre una idea innovadora: crear una única empresa para todo el proceso de fabricación, desde las materias primas y las auxiliares, pasando por los precursores y los productos intermedios hasta llegar a los propios tintes.

Y así, el 6 de abril de 1865, funda en Mannheim la sociedad anónima conocida como Badische Anilin- & Sodafabrik.

1877: Primera instalación extranjera de producción

BASF establece su primera instalación de producción en el extranjero en Butirki, Rusia (actualmente un barrio de Moscú). Solo un año más tarde, BASF adquiere una fábrica de tintes en Neuville-sur-Saône, Francia. Sin embargo, BASF decide producir en el extranjero solo excepcionalmente y solo cuando las disposiciones en materia de aduanas o patentes hacen que sea inevitable. Sin embargo, la venta de sus productos sí se organiza globalmente a través de una red mundial de representantes, agencias y oficinas de venta propias.

1897: “Índigo puro BASF”

BASF lanza su “Índigo puro BASF”, ganando así la carrera por lograr producir sintéticamente el “rey” de los tintes naturales. Todo apunta a que se trata de un mercado muy rentable y este índigo pronto pasa a ser el producto más vendido de BASF.

1914: Inicio de la Primera Guerra Mundial

La Primera Guerra Mundial empieza en el verano de 1914. Alemania invierte todos sus recursos en el amplio esfuerzo bélico, que, impone una pesada carga sobre la economía nacional.

Debido a la guerra, esa sociedad recién industrializada es consciente, por primera vez, de la doble naturaleza de muchos de sus productos, incluidos los del sector químico. Por ejemplo, el amoníaco sintético se creó para garantizar el suministro de alimentos a una creciente población; sin embargo, ante la inminente escasez de munición hacia finales de 1914, la producción de amoníaco pasa a ser la máxima prioridad del gobierno.

1914: Estación de Investigación Agrícola

La Estación de Investigación Agrícola se inaugura en Limburgerhof en 1914, para estudiar la eficacia de los fertilizantes.

Este concepto abre el camino a las actividades que BASF realizará en todo el mundo en el campo de la química agrícola.

1929: Primeras síntesis de plásticos

La síntesis del estireno en Ludwigshafen en 1929 supone el lanzamiento de la era de los plásticos. En los años siguientes, en los centros de Ludwigshafen y Oppau, se inicia un importante trabajo dentro de un nuevo campo para la química y la física: el de los polímeros. Así, se desarrolla una serie de estos compuestos para su producción a gran escala: compuestos acrílicos poliméricos (1929), el poliestireno (1930), el cloruro de polivinilo (1931), el poliisobutileno (1931), el poli (éter de vinilo) (1934) y el polietileno (1937).

1934: La cinta magnética

Los conocimientos y experiencia en distintas áreas de trabajo se combinan a la perfección para crear un nuevo avance pionero: la cinta magnética de audio.

En Ludwigshafen se fabrica un polvo de hierro carbonilo sumamente fino para producir bobinas de inducción para los cables telefónicos.

La capacidad de fabricar dispersiones sumamente finas procede de la experiencia de realizar tintes y, finalmente, las actividades con los nuevos plásticos se prestan al desarrollo de un medio portador en forma de película.

Los primeros metros de cinta magnética se suministran en 1934.

1939: Inicio de la Segunda Guerra Mundial

Con el inicio de la Segunda Guerra Mundial en septiembre de 1939, Alemania se convierte en una economía de guerra.

Durante la guerra, los empleados varones son llamados a filas para el servicio militar, y para realizar el trabajo se recluta a mujeres, prisioneros de guerra y trabajadores forzados, procedentes especialmente de países ocupados de la Europa del Este.

1945 - 1964: Desde el nuevo inicio hasta la era del plástico

Tras la ocupación militar francesa y después de años negociando la escisión de I.G. Farben, el 30 de enero de 1952 vuelve a fundarse la empresa Badische Anilin- & Sodafabrik Aktiengesellschaft.

En principio, BASF se reduce a los centros de Ludwigshafen y Oppau con sus líneas de productos tradicionales; aun así, BASF contribuye al auge económico que se gesta en los años cincuenta.

1965 - 1989: El camino para convertirse en una empresa transnacional

En 1965, en su 100 aniversario, BASF ya está en camino de convertirse en una empresa transnacional: con el lanzamiento de los centros de producción en el extranjero y otras inversiones en Estados Unidos, la empresa está reforzando su presencia en países y mercados altamente industrializados de todo el mundo.

Tras la adquisición de Glasurit-Werke M. Winkelmann AG, BASF empieza a producir no solo materias primas para la creación de revestimientos para la industria de procesados, sino que también fabrica revestimientos propios.

En cuanto a series para automóviles y revestimientos para la reparación de coches, BASF Coatings se cuenta entre las primeras tres empresas del mundo, mientras que en revestimientos de bandas de aluminio y acero es la segunda más importante.

1969: Expansión de las operaciones en EE. UU.

Después de que la empresa conjunta Dow Badische Chemical Company (creada junto a Dow Chemical Company) sentara, en 1958, las bases para las operaciones actuales de BASF en EE. UU., en 1969 BASF realiza una gran expansión de sus operaciones en ese país: tras la adquisición de Wyandotte Chemicals Corporation, sus centros de Wyandotte (Michigan) y Geismar (Luisiana) pasan a formar parte del grupo BASF.

1990 -2015: Un inicio sostenible para el nuevo milenio

Hacia el cambio de milenio, BASF refuerza todavía más su presencia global y su negocio principal, además de optimizar su cartera de productos. La sostenibilidad se convierte en una estrategia de negocio innovadora.

2011/2014: La estrategia "We create chemistry"

La nueva estrategia "We create chemistry" parte de un pasado lleno de éxitos y define unos ambiciosos objetivos para el futuro. Desde el punto de vista de BASF, las innovaciones en el sector químico ejercerán un importante papel especialmente en tres áreas: recursos, medio ambiente y clima; alimentos y nutrición, y calidad de vida.

Este cambio en la identidad de la marca de la empresa pretende subrayar cómo BASF colabora e innova, junto con sus clientes y socios, para lograr un futuro sostenible.

BASF en México

Las primeras relaciones comerciales de BASF en México se remontan hasta el siglo XX. Después de la Segunda Guerra Mundial, BASF construye su negocio en México mediante las compañías de comercialización. En 1964, sin embargo, con la adquisición de Aislantes Industriales, BASF también se activa como productor en el país.

Consecuentemente, BASF Mexicana adquiere en 1966 un nuevo terreno en Santa Clara (Santa Clara II). Es ahí en el año 1968, cuando comienza la producción de Styropor en las nuevas instalaciones. Sin embargo, exactamente 10 años después, la empresa BASF Mexicana vende sus operaciones de Styropor a la compañía Polioles, S.A. de C.V., una sociedad entre BASF y la corporación mexicana ALFA.

Desde un inicio, BASF Mexicana ha trabajado en ampliar la diversidad de su cartera de productos. En 1967, la empresa producía químicos de proceso, en 1968 pinturas y en 1970 dispersiones.

Con la adquisición de Pigmex (Cuautla), BASF Mexicana inicia operaciones en el ramo de los pigmentos inorgánicos.

En cooperación con la empresa alemana Elastogran GMBH, filial también de BASF, se instala en el mismo año una división de poliuretanos en la empresa de BASF Mexicana.

Las primeras aplicaciones de poliuretanos se encuentran principalmente en la industria del calzado, además se abrieron nuevas oportunidades de aplicaciones. En 1994, BASF Mexicana entrega el negocio de Poliuretanos a Polioles.

El Grupo BASF en México comienza en 1990 la construcción de su nuevo Sitio en Altamira en el Golfo de México. El nuevo sitio se volvió necesario para todas las filiales de BASF en México, ya que la expansión de nuevos sitios de producción dentro del área metropolitana no ha sido posible.

Hoy en día, BASF en México cuenta con seis sitios de producción, ubicados en:

- Altamira, Tamaulipas
- Barrientos, Estado de México
- Ecatepec, Estado de México
- Lerma, Estado de México
- Tultitlan, Estado de México
- Puebla, Puebla

Las oficinas corporativas de México, Centroamérica y el Caribe se encuentran ubicadas en la Ciudad de México.

BASF ofrece soluciones químicas, plásticas y de desempeño para productos agrícolas, productos químicos finos, así como para el petróleo y gas.

Cuenta con un amplio portafolio que se divide en 5 segmentos:

- Químicos
- Productos de rendimiento
- Materiales funcionales y soluciones
- Soluciones agrícolas
- Petróleo y derivados

4.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

4.2.1 ORGANIGRAMA

Como el proyecto de investigación fue realizado en el sitio Barrientos, se presenta el organigrama de ese negocio.

Division de la dirección:

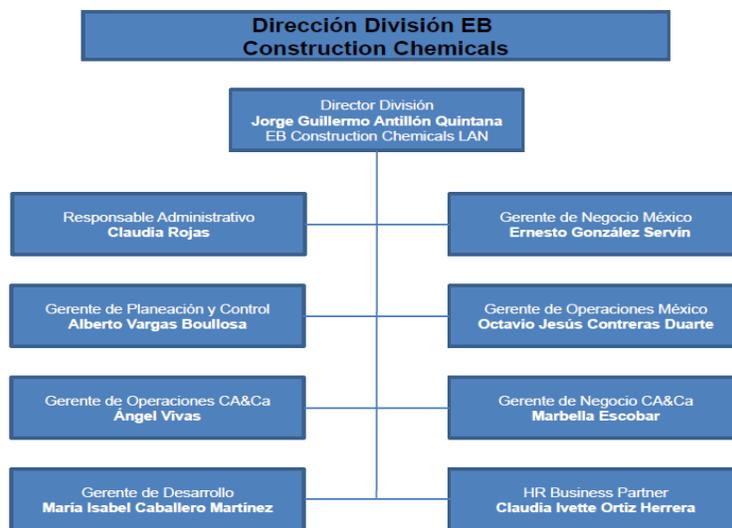


Imagen No. 25 “Organigrama Dirección división EB” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Division de desarrollo:

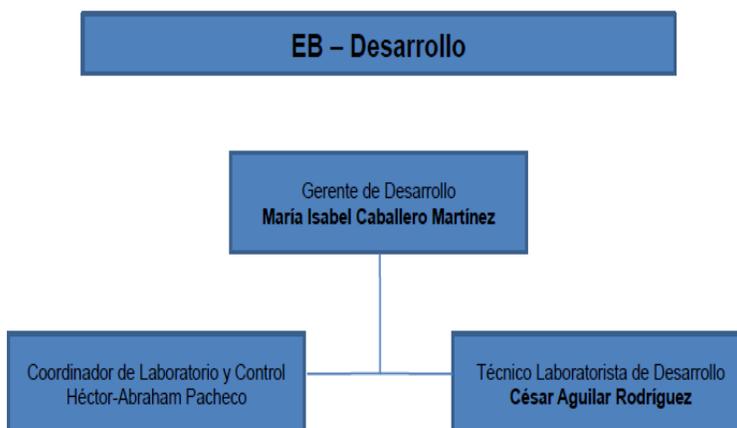


Imagen No. 26 “Organigrama Desarrollo división EB” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Division de operaciones:

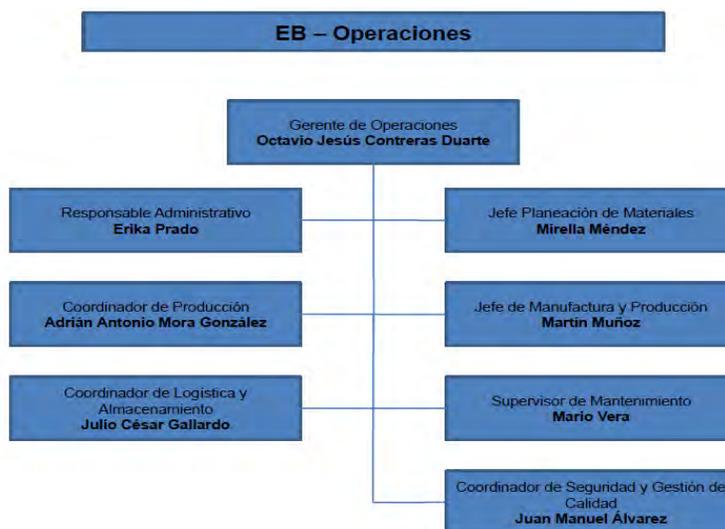


Imagen No. 27 “Organigrama EB Operaciones”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

4.2.2 MISIÓN – VISIÓN

Misión de BASF Mexicana:

BASF es la empresa química número 1 en el mundo. Ofrecemos soluciones inteligentes basadas en productos innovadores y servicios hechos a la medida. Creamos oportunidades para el éxito a través de relaciones confiables y de compañerismo.

Visión de BASF Mexicana:

Somos la compañía química que opera de manera exitosa en los grandes mercados. Nuestros clientes ven a BASF como su compañero electo. Nuestros productos innovadores, soluciones inteligentes y servicios nos hacen el proveedor más competente a nivel mundial en la industria de la química. Generamos un alto rendimiento de los activos. Nos esforzamos por el desarrollo sustentable. Le damos la bienvenida al cambio como una oportunidad. Como empleados de BASF, aseguramos nuestro éxito (**Sitio intranet BASF Mexicana**).

4.3 NEGOCIOS Y SITIOS

Para efectos de este trabajo de investigación nos enfocaremos en el sitio de manufactura Barrientos, aunque hay que recordar que BASF Mexicana cuenta con 5 sitios de manufactura más a lo largo de la república mexicana los cuales son:

- Altamira, Tamaulipas
- Ecatepec, Estado de México
- Lerma, Estado de México
- Tultitlan, Estado de México
- Puebla, Puebla

Sitio Barrientos:



Imagen No. 28 “Edificio Sitio Barrientos”. Fuente: (Sitio intranet BASF Mexicana).

Barrientos es un sitio líder en la distribución nacional de sistemas de aditivos y sistemas de polvos en las zonas Centro, Sureste y parte de la Occidente, además Barrientos es líder en importación de sistemas para la construcción, llegando a países como Costa Rica y Panamá a través de distribuidores estratégicos locales en esos países, esto debido a la alta calidad de sus productos y su bajo costo.

Características del sitio Barrientos:

- Superficie Total 12,569 m²
- Inicio de Operaciones en 1963.

- Cuenta con 3 almacenes, 2 plantas productivas de aditivos líquidos, 1 planta productiva de polvos, 1 laboratorio de calidad y uno de concreto, así como un departamento de desarrollo de nuevos productos.
- Un total de 17 trabajadores sindicalizados y 28 empleados (EHS, Mantenimiento, Planeación de Materiales, Logística, Producción, Salud Ocupacional e Ingeniería)
- Trabajando un solo turno de 7am a 4pm de lunes a viernes.

Con capacidades productivas:

- Aditivos 1,600,000 lts /mes
- Acrílicos 16,000 lts/mes
- Membranas de Curado 60,000 lts/mes
- Polvos 400,000 kg/mes

El sitio Barrientos cuenta con 5 almacenes regionales localizados estratégicamente a lo largo de la República Mexicana.



Imagen No. 29 “Distribución de almacenes de químicos para la construcción”. Fuente: (Sitio intranet BASF Mexicana).

Visión.

El sitio de Barrientos es líder en la fabricación de aditivos para concreto y sistemas para la construcción a nivel regional. Generamos un costo de operación competitivo, buscando la excelencia a través de procesos estandarizados, siempre mostrando pasión en la mejora continua y en la optimización de los procesos productivos.

Misión.

Somos un equipo consolidado a través de la cohesión, liderazgo y compromiso mostrado a nuestros clientes internos y externos. Garantizamos la calidad de nuestros productos antes y durante el proceso operativo. Estamos enfocados en garantizar la satisfacción de nuestros clientes a través de la entrega de nuestros productos en tiempo y de forma sustentable.

El sitio de Barrientos es líder en la producción de químicos para la construcción con dos objetivos principales:

1. Mejorar, proteger y reparar el concreto.
2. Brindar soluciones inteligentes basadas en productos innovadores y servicios a la medida.

(Sitio intranet BASF Mexicana Negocio EB, planta Barrientos)

4.3.1 CONCRETOS, ADITIVOS Y CURADORES

Barrientos produce y comercializa dos grupos de productos Aditivos y Polvos.



Cuadro No. 3 “Grupos de producción, sitio Barrientos”. Fuente: (Sitio intranet BASF Mexicana).

4.4 PRINCIPALES SERVICIOS Y CLIENTES

¿Qué es la división de Químicos para la Construcción EB?

En la división de Químicos para la Construcción de BASF se preocupan de proveer a sus clientes con soluciones químicas especializadas, las cuales, les permitan enfrentar los retos diarios en la Industria de la Construcción.

Con más de 50 años de experiencia en el mercado de Químicos para la Construcción en México, Centroamérica y el Caribe, cuentan con un amplio portafolio de soluciones integrales que responden a las distintas necesidades, requerimientos y especificaciones de los proyectos de nuestros clientes.

Como parte de la Estrategia Global de la División de Químicos para la Construcción, en enero de 2014 se lanzó la marca Máster Builders Solutions, la cual engloba, las mejores soluciones para la industria de la construcción en los segmentos de: Sistemas de Aditivos y Sistemas Constructivos.

Sistemas de Aditivos: Están conformados por productos dirigidos principalmente a la industria del concreto premezclado, prefabricado, pavimentos, y construcción subterránea, como túneles y minas.

Sistemas Constructivos: Las familias de productos que conforman éstos sistemas son aquellos desarrollados para proteger y reparar el concreto, tales como: productos de reparación y protecciones de las estructuras, impermeabilizantes, selladoras, adhesivas, entre otros.

Asimismo, a través de su marca especializada Watson Bowman Acme, ofrecen a sus clientes soluciones en juntas constructivas para Edificios, ya sea residenciales o comerciales; Puentes, Carreteras, Estacionamientos y Estadios.

4.5 ÁREA DE MEJORA CONTINUA (OpEx)

Para el área de mejora continua existen pilares en los que se basa para alcanzar la excelencia operativa. Para cada pilar están disponibles herramientas y escalas de medición comunes para que cada planta evalúe y mejore su rendimiento.



Imagen No. 30 “Pilares OpEx”. Fuente: (Sitio intranet BASF Mexicana).

El área de mejora continua tiene 4 valores fundamentales:

- **Alineamiento.** Desde las unidades de negocio hasta las plantas de manufactura están trabajando en BASF para el establecimiento de metas comunes. Las oportunidades OpEx están alineadas con las metas de negocio de cada planta.
- **Compromiso.** A lo largo del camino OpEx, ustedes representan un papel principal al:
 1. Identificar que está funcionando bien y las oportunidades para la mejora continúa.
 2. Ofrecer posibles soluciones y desafiar sus propios procesos.
 3. Estar abiertos a nuevas ideas.
- **Compartir conocimiento.** El compartir su conocimiento, experiencia y soluciones a lo largo de las plantas y negocios, ayuda a que todos logren más. Por medio de talleres OpEx, llamadas mensuales y foros de discusión, así se pueden intercambiar conocimiento y aprender de otros.

El sitio web de OpEx incluye herramientas, procesos, metodologías, recursos y documentación de apoyo, incluyendo el Manual OpEx. ¡Su aprendizaje e historias de éxito lo hacen aún más útil!

- **Sustentabilidad.** Con ayuda del Equipo de OpEx, se construirán las habilidades y la capacidad de asegurar que los esfuerzos de mejora continua puedan ser evaluados y sostenidos. Al compartir conocimiento de forma local hacia otras plantas/negocios, se creará un valor aún mayor.

Las funciones como área Opex es brindar soporte en los proyectos de mejora continua en toda la organización. Se basa en la metodología DMAIC y se apoya de las técnicas y herramientas Lean Manufacturing, así como, de las herramientas estadísticas para el desarrollo de los proyectos. Su objetivo principal es la identificación y eliminación de los desperdicios y trabaja de la mano con el área de aseguramiento de la calidad para el desarrollo de la gestión de la calidad en la empresa.

Existen dos individuos en el área de mejora continua:

Líder Lean del Sitio.

Es responsable y tiene la autoridad de coordinar la implementación de la Administración de Proyectos LEAN en el Sitio Barrientos y de dar soporte para su gestión y funcionamiento de la manera siguiente:

Coordina con los gerentes de área la generación de la cartera de Proyectos Lean del Sitio anualmente.

Revisa el plan anual junto con el Gerente de Sitio para asignación de prioridades y recursos.

Coordina la generación de documentos para la aprobación de Proyectos LEAN.

Apoya en la ejecución del plan de trabajo y monitorea avances junto con los responsables.

- Reporta el avance de los Proyectos LEAN al Gerente del área.
- Verifica los resultados de la implementación de los Proyectos Lean.
- Consolida los resultados de la implementación de Administración de Proyectos LEAN para evaluar la eficacia del sistema de mejora continua.

Coordina la elaboración del diagnóstico del área a través de herramientas Lean.

Forma al equipo Talento LEAN para la implementación de proyectos LEAN.

Lean Does.

Son profesionistas en formación de Universidades y/o Tecnológicos que apoyan la realización de Proyectos LEAN, el entrenamiento de los colaboradores y el uso de las herramientas. Además, son responsables de:

Apoyar en la capacitación de filosofía LEAN en el Sitio

Apoyar en la elaboración de la estrategia y la implementación de las herramientas LEAN.

- Apoyar en la coordinación, la planeación, la ejecución de cada uno de los proyectos.
- Reportar el avance de la implementación de los Proyectos LEAN.

Monitorear y verificar que la ejecución de acciones sigue el plan o cronograma de trabajo.

CAPÍTULO

CINCO

5. GESTIÓN DE INVENTARIOS

5.1 SISTEMAS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS

Un sistema de gestión de inventarios es un conjunto de políticas que supervisa los niveles de inventario y determina cuales son los niveles que se deben mantener, cuando se debe reabastecer el inventario y de que tamaño de deben de realizar los pedidos. Se basan en el control de los niveles de inventario y la clasificación de los materiales.

Se debe de tener en cuenta tres pasos para determinar un sistema de gestión de inventarios:

- En primer lugar, se debe analizar la situación actual de los inventarios de la empresa.
- En segundo paso, se debe de diseñar los sistemas de gestión de inventarios.
- Por último, se debe establecer revisiones y realizar seguimientos de las distintas actividades y así se podrá ver cuáles son los puntos de falla para poder mejorarlos y que sea beneficioso para la organización.

De lo mencionado anteriormente se puede deducir que un sistema de gestión de inventarios se enfoca en controlar los niveles de inventarios y además en diseñar sistemas y procedimientos que puedan ayudar a realizar una gestión efectiva de los mismos.

Tipos de sistemas de gestión de inventarios.

Existen dos tipos básicos de sistemas de gestión de inventarios:

Sistema de gestión de inventarios continuo o perpetuo: Este sistema se basa en mantener un registro de los inventarios que se tiene de cada artículo.

A medida que las unidades se van consumiendo y se llega al punto de una nueva reposición se envía una orden de compra para así tener nuevamente los artículos en el inventario. La orden de compra que se realiza se hace con una cantidad fija de pedido, el cual minimiza los costos totales de inventario.

La principal ventaja que posee este sistema de inventario es que se puede saber en todo momento el estado que presenta el inventario.

Hoy en día se utilizan sistemas de información que sirve como una herramienta que facilita el control de los inventarios; los códigos de barras, inclusive debido a la tecnología, ahora existen unas etiquetas llamadas RFID que permiten tener la información de los productos y son más resistentes que los códigos de barras.

Sistemas de gestión de inventarios periódico: En este tipo de sistema el nivel de existencias disponibles se verifica cada cierto tiempo, puede ser cada semana o a fin de mes. Cuando ya se tiene el dato de las existencias en inventarios resultantes se envía una orden de pedido para regresar el inventario a su estado deseado. En este sistema de control de inventario se debe tener una relación muy cercana con la planeación de las operaciones productivas de la organización.

En comparación con el sistema de gestión de inventarios de continuos en este caso no se puede pedir una cantidad fija, sino que se pedida la cantidad necesaria para poder cubrir las existencias necesarias en el almacén, esto permite generar un proceso Justo a Tiempo.

Indicadores del sistema de gestión de inventarios

Los indicadores en general, son aquellas relaciones de datos numéricos se utilizan para poder evaluar el desempeño y los resultados de cada componente de gestión que sea clave en una organización. Los indicadores, permiten determinar que tan cerca se está de los objetivos planteados por la empresa.

Los indicadores de inventarios son aquellos indicadores cuantitativos que se aplican a la gestión de abastecimiento que incluyen los procesos de recepción, almacenamiento, inventarios, embarque, distribución, entregas, facturación, etc.

A continuación se mencionaran algunos de ellos:

- Días de inventario, el cual determina para que periodo en promedio la empresa mantiene inventarios.
- Faltantes de inventario, el cual mide la ruptura de los inventarios, es decir, la cantidad de productos faltantes en el inventario.
- Porcentaje de reducción de existencias obsoletas o deterioradas.

CAPÍTULO

SEIS

6. IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS LEAN MANUFACTURING

6.1. MÉTODO HARVARD DE RESOLUCIÓN DE CASOS

Antecedentes

Es una herramienta desarrollada en la Universidad de Harvard USA, para estudiar y sintetizar casos, y situaciones reales. Importada a México por su filial IPADE que se encargó de diseminarla y compartirla en universidades y empresas por su exitoso método.

Es el proceso para dar a conocer hechos, análisis, evaluación y síntesis de casos de estudio y situaciones reales, en forma: objetiva, concreta y propositiva.

Metodología

- Identificar hechos relevantes; comentarios y datos importantes.
- Análisis de información y hechos: resumen, síntesis, propuesta de decisiones y recomendaciones.
- Designación de responsables y fechas de ejecución.
- Ejecutar fase de análisis y concebir soluciones posibles.

El proceso para realizar un estudio del caso con la metodología Harvard consta de los siguientes pasos:

1. Analizar el material de estudio.
2. Lectura del caso y antecedentes: marcar o subrayar datos importantes.
3. Sacar un resumen: ubicar el problema.
4. Dar forma a tu propuesta: análisis aplicando actitud interrogante.
5. Documentar la propuesta: datos, cifras e indicadores de medición etc.
6. Presentar al equipo la propuesta para análisis y discusión.
7. Preparar consenso con tu equipo: tomar en cuenta diferentes perspectivas, criterios y experiencias.
8. Elaborar un resumen del caso: consenso del equipo.
9. Presentación ante un consejo o reunión plenaria: exposición para debate.
10. Sacar de cada presentación tu propio resumen que será tu aprendizaje (nuevos conocimientos, actitud analítica y creativa).

6.2. CASO DE ESTUDIO

6.2.1. Fase de preparación

El sitio de manufactura Barrientos de la división de químicos para la construcción EB de la empresa BASF Mexicana S.A. de C.V., empresa dedicada a la industria química (presentada en el capítulo cuatro del presente trabajo) requiere un sistema de gestión de inventarios eficiente que le permita la eliminación de desperdicios durante su continuo proceso operativo.

Este caso de estudio comenzó con un enfoque hacia la reducción de las diferencias de inventario que fueron encontradas en el inventario anual del año 2014.

En el presente proyecto de gestión de la calidad se propone el desarrollo de un sistema de gestión de inventarios, con la finalidad de eliminar todos los desperdicios existentes dentro de la operación de los almacenes, garantizando a los usuarios la continuidad en el suministro de los mismos, considerando que es una variable crítica en el sistema de producción y un factor a controlar para una máxima rentabilidad.

En función de la información obtenida se elaboraron posibles repuestas basadas en los elementos técnicos de la filosofía Lean Manufacturing.

Diagnóstico de la situación actual

Dentro de la operación diaria de los almacenes en el sitio se encuentran cuatro actividades básicas que permiten el flujo de materiales para el continuo proceso productivo y servicio de entrega al cliente.

Estas actividades básicas son:

- Recepción de materias primas
- Suministro de materias primas
- Recolección de producto terminado
- Embarque de producto terminado

Descripción de la operación del almacén:

Recepción de materias primas

En el proceso de recepción de materias primas participan 4 áreas de trabajo de forma activa. El área de logística, el equipo de almacén, el personal de vigilancia y el transporte (en todos los casos es externo).

Actividades:

1. **Transporte:** La unidad llega al sitio y se reporta en vigilancia.
2. **Vigilancia:** Entrega check list de seguridad al transportista para verificar la unidad y notifica al almacén.
3. **Almacén:** Ingresa datos de unidad e informa a logística de su llegada.
4. **Transporte:** Evalúa la unidad de transporte con el check list de seguridad y lo entrega a vigilancia para su validación.
5. **Vigilancia:** Da el visto bueno y permite el ingreso de la unidad a la zona de descarga.
6. **Transporte:** Entrega la documentación del o las materias primas para recibo en almacén y espera su turno (si es que hubiera por lo menos una unidad en descarga) para ser descargada.
7. **Almacén:** Verifica documentación y de ser correcta toda la información comienza con el procedimiento de la descarga de la unidad.
8. **Almacén:** Al término de la descarga notifica a logística para que realice la documentación de salida para la unidad.
9. **Logística:** Genera documentación de salida y entrega a vigilancia para el despacho de la unidad.
10. **Transporte:** Reporta el término de la descarga en vigilancia y espera documentación de salida.
11. **Vigilancia:** Entrega documentación de salida, expedida por el área de logística.
12. **Almacén:** Coloca físicamente en las posiciones de almacén y genera documentación, anotando la ubicación en donde se colocaron los bins de materiales recibidos.
13. **Almacén:** Ingresa al warehouse el material recibido (en todo caso en bins).

Mapeo del proceso de la recepción de materias primas en almacén.

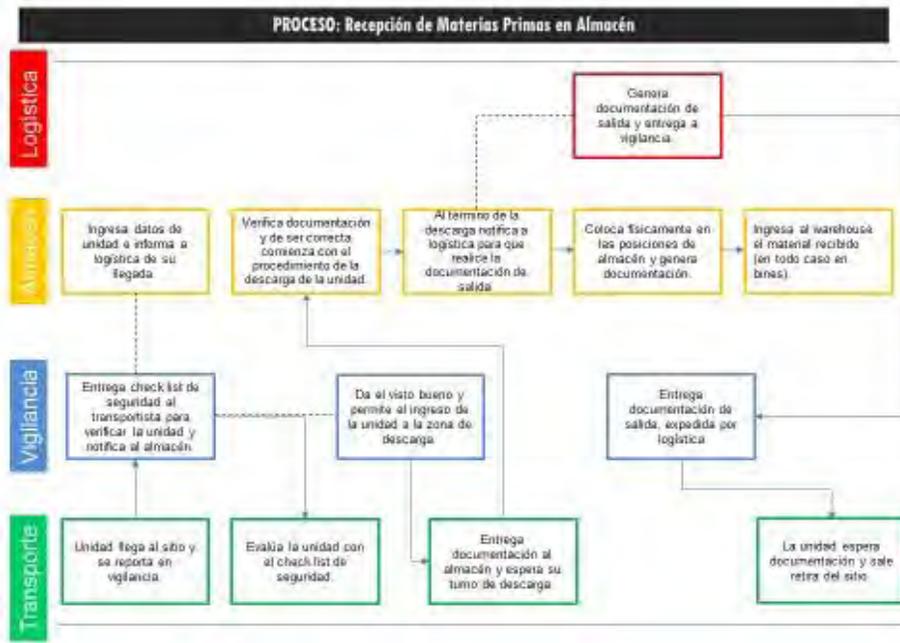


Imagen No. 31 Mapeo de proceso “Recepción de materia prima” Fuente: BASF Mexicana S.A de C.V sitio Barrientos.

Suministro de materiales.

Para esta actividad participan las áreas de almacén y producción (planeación de la producción y operaciones).

Actividades:

1. **Producción:** Genera la (PO) orden de fabricación (para todos los productos terminados).
2. **Producción:** ingresa la PO a sistema (SAP) y programa fecha de fabricación (semanal).
3. **Almacén:** Crea hoja de surtido de materiales (MAP) para la PO.
4. **Almacén:** Surte materiales solicitados en la PO.
5. **Almacén:** Ingresa al sistema (SAP) el surtido de materiales (en todo caso debe ser surtido de las ubicaciones de almacén indicadas en la MAP).
6. **Almacén:** Genera el movimiento en warehouse de los materiales de los almacenes a una zona de producción (virtual) denominada zona 100.
7. **Producción:** Consume los materiales surtidos por el almacén.

Mapeo del proceso del suministro de materiales en almacén.



Imagen No. 32 Mapeo de proceso “Suministro de materia prima” Fuente: BASF Mexicana S.A de C.V sitio Barrientos.

Recolección de producto terminado.

En esta actividad de igual forma únicamente participan las áreas de almacén y producción (planeación de la producción y operaciones).

Actividades:

1. **Producción:** Genera reporte en SAP de producto terminado.
2. **Producción:** Genera movimiento de materiales consumidos en el warehouse de la zona 100 a la zona virtual para producto terminado.
3. **Almacén:** Retira de las áreas de fabricación los bins de producto terminado.
4. **Almacén:** Paletiza (employa) los bins de producto terminado.
5. **Almacén:** Coloca físicamente en el almacén los bins de producto terminado.
6. **Almacén:** Genera la documentación en la que se anota la ubicación de almacén en donde se colocaron los bins de producto terminado.
7. **Almacén:** Genera cambio de materiales de la zona virtual para producto terminado a las ubicaciones asignadas en los almacenes.

Mapeo del proceso de la recolección de producto terminado en almacén.



Imagen No. 33 Mapeo de proceso “Recolección de producto terminado” Fuente: BASF Mexicana S.A de C.V sitio Barrientos.

Embarque de producto terminado.

En este proceso participan las áreas de logística, el equipo de almacén, el personal de vigilancia y el transporte (en todos los casos es externo).

Actividades:

1. **Transporte:** La unidad llega al sitio y se reporta en vigilancia.
2. **Vigilancia:** Entrega check list de seguridad al transportista para verificar la unidad y notifica al almacén.
3. **Almacén:** Ingresa datos de la unidad e informa a logística de su llegada.
4. **Transporte:** Evalúa la unidad de transporte con el check list de seguridad y la entrega a vigilancia para su validación.
5. **Vigilancia:** Da el visto bueno y permite el ingreso de la unidad a la zona de carga.
6. **Logística:** Genera documentación de embarque (Delivery) y entrega al almacén, para el embarque del producto terminado.
7. **Transporte:** Espera su turno (si es que hubiera por lo menos una unidad en carga) para el embarque.
8. **Almacén:** Verifica documentación de embarque y de ser correcta toda la información comienza con el procedimiento de la carga de la unidad.

9. **Almacén:** Realiza surtido de bins y carga de la unidad como lo solicita el Delivery.
10. **Almacén:** Al término de la carga notifica a logística para que realice la documentación de expedición para la unidad.
11. **Logística:** Genera documentación de expedición y entrega a vigilancia para el despacho de la unidad.
12. **Transporte:** Reporta el termino de carga en vigilancia y espera documentación de salida.
13. **Vigilancia:** Entrega documentación de expedición autorizada por logística para la salida de la unidad.
14. **Almacén:** Genera en el warehouse la salida del producto terminado (en todo caso debe coincidir con los movimientos solicitados por el Delivery).

Mapeo del proceso de embarque de producto terminado en almacén.

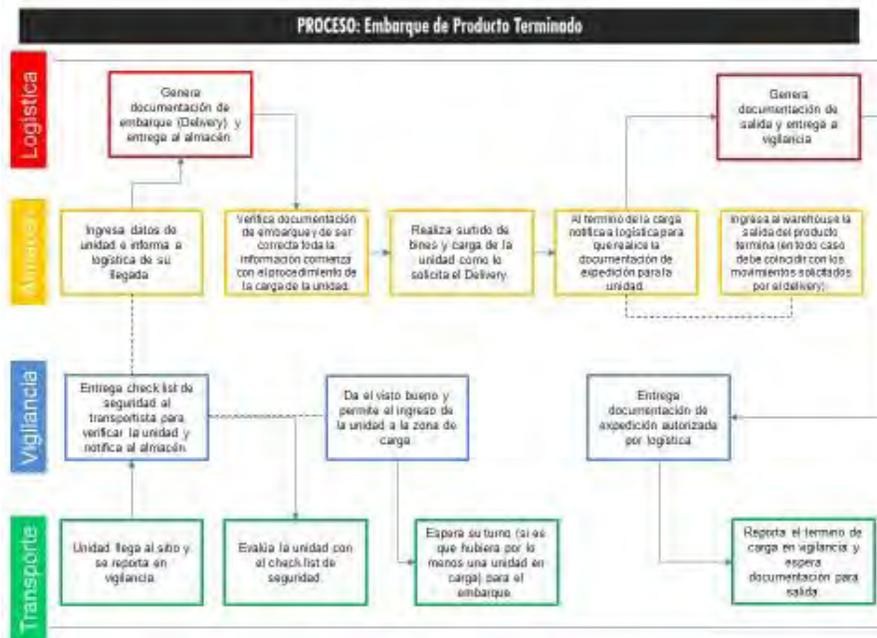


Imagen No. 34 Mapeo de proceso “Embarque de producto terminado” Fuente: BASF Mexicana S.A de C.V sitio Barrientos.

Etapa de definición

ALCANCE

La gestión de inventario engloba básicamente la regularización de todos los procedimientos, metodología y puesta en práctica de todas aquellas normas de trabajo que ayuden al buen control de los materiales pertenecientes a los almacenes de materia prima y producto terminado en el sitio Barrientos de la empresa BASF Mexicana S.A. de C.V.

El sistema de inventario propuesto por el estudio buscara definir: la filosofía de gestión, las funciones de un jefe y un auxiliar del almacén, el procedimiento de entrada, salida y control de inventario de los materiales, clasificar los productos en existencia, proponer una organización física de los almacenes y la capacidad de los mismos.

JUSTIFICACIÓN

La importancia del estudio radica básicamente en que mediante la planificación y control de inventario en el almacén se podría lograr un buen funcionamiento de las operaciones dentro de la empresa. Con esto se logrará disminuir el alto porcentaje de inconvenientes presentes en el área, tomando así las medidas necesarias que mejoren y ajusten los procedimientos de inventario en dicho almacén

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Sistema de Gestión de Inventario con base en la filosofía Lean Manufacturing en los almacenes de materia prima y producto terminado del sitio Barrientos de la empresa BASF Mexicana S.A. de C.V.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Diagnosticar la situación actual de los almacenes de materia prima y producto terminado del sitio Barrientos de la empresa BASF Mexicana S.A. de C.V.
- Establecer los roles y responsabilidades de un Jefe y un Auxiliar de almacén, así como estandarizar las actividades.
- Actualizar el procedimiento para la entrada, salida de material y control de inventario de almacén.
- Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil y utilizar la capacidad segura de los almacenes.
- Mejorar el nivel de orden y limpieza de las áreas.

- Fomentar los esfuerzos en la metodología de las 5s.
- Eliminar cualquier tipo de desperdicio existente en los procesos operativos de los almacenes.
- Reducir el costo por diferencias en inventario, materiales caducos y/o fuera de conformidad a SCRAP.

METODOLOGÍA.

En el caso de estudio se utilizó la metodología DMAIC (dicha metodología fue descrita anteriormente en este trabajo) y a continuación se presentan las actividades realizadas para este proyecto, y los resultados obtenidos.

Para definir el método de trabajo de los proyectos de mejora en la gestión del inventario, se realizaron reuniones Kaizen con todas las áreas del sitio (por bloques) desde la gerencia hasta los puestos operativos, esto con la finalidad de identificar las posibles causas raíces que provocaron las diferencias que se presentaron en el inventario anual del año 2014.

De las actividades principales que se realizaron dentro de estas reuniones Kaizen fueron:

- Inducción y capacitación a todo el personal sobre Lean Manufacturing de manera muy general.
- Creación de equipos multidisciplinarios. Se seleccionaron integrantes de todas las áreas (logística, producción, almacén, laboratorios, seguridad e higiene, mantenimiento, recursos humanos) para los equipos multidisciplinarios.
- Capacitación y entrenamiento sobre Lean Manufacturing al equipo multidisciplinario.
- Lluvia de ideas de posibles puntos de mejora para el manejo de inventarios en el proceso.

Las ideas que fueron sugeridas en las reuniones Kaizen se discutieron con el equipo de liderazgo (Gerentes) y se determinó que no se descartaría ninguna, puesto que sería una forma de hacer partícipe activo a todo el personal del sitio.

6.2.2. Fase de recepción (análisis del caso)

Nombre del Proyecto

Implementación de un sistema de gestión de la calidad en los inventarios.

Proceso a Mejorarse

Reducción de diferencias de inventario e incremento en la capacidad de operación y almacenaje

Definición del Problema

Las prioridades de almacén se ven afectadas por la falta de un sistema /cultura de procesos; además del espacio limitado para almacenaje con el que se cuenta actualmente.

Objetivo General

Reducción de la complejidad en las actividades diarias de trabajo logrando una eficiencia idónea a través de la mejora de los tiempos en el área de almacén.

Objetivos Específicos

- Aumento en la productividad de todo el equipo de almacén (administrativos/operativos) del sitio Barrientos
- Optimización en el control de inventarios
- Aumento en la capacidad de almacenaje en planta Barrientos

Medibles / Métricos / Ahorros

- % Ajuste en inventario → 1%
- % Capacidad instalada en los almacenes
- % OOE △

Línea del tiempo (Duración del Proyecto)



Imagen No. 35 “Línea del tiempo del proyecto: implementación de un sistema de gestión de inventarios”.

Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Plan Táctico

Proyecto		
1	Análisis de la colocación de racks para almacenaje de materiales	Capacidad del almacén
2	Análisis de la capacidad (seguridad) carriles de patio para agregar a warehouse	
3	Etiquetas como ayuda visual para PEPS en almacenes	
4	Oficializar y capacitar al equipo la forma de operación de un almacén caótico	
5	Programa 5´S en almacenes	Orden y limpieza
6	Balanceo de actividades para operadores de almacén	OOE
7	Actualizar procedimiento de: Recibo, almacenaje y Embarque. Presentar y capacitar al equipo.	
8	Ayuda visual Kanban (Preensamble)	
9	Control de restos de materiales	Diferencias de inventarios
10	Optimizar la administración del material fuera de conformidad	

Cuadro No. 4 “Plan táctico” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Detección de las áreas de oportunidad y los desperdicios en el proceso

Se detectó que la principal área de oportunidad es la mentalidad de los equipos de trabajo, la constante falta del flujo de comunicación entre unas áreas y otras, e inclusive, entre los miembros de una misma área.

Los desperdicios observados son:

- **Sobreproducción:** El sitio genera un stock mayor de producción que lo que solicita el cliente, inclusive por encima del safety stock de almacén. Esto se genera porque se realizan cambios bruscos en el plan de producción diario.
- **Esperas:** Los operadores de almacén (montacarguistas) tienen mucho tiempo de espera debido a que las actividades no están balanceadas entre ellos ni estandarizadas.

- **Transportes innecesarios:** Esto se debe a que el sitio no tiene la distribución adecuada para los materiales, al manejar un almacén caótico existe materia prima en las ubicaciones más cercanas al área de embarque y producto terminado en el almacén más cercano a las áreas de manufactura.
- **Sobre proceso:** Existen grandes cantidades de materiales fuera de conformidad.
- **Excesos de inventarios:** La planeación básicamente aplica: “hay lugar en racks, solicito material”. Produciré más de lo solicitado por el cliente “por si acaso”. “Esta fuera de conformidad, pero lo almaceno de todos modos”.
- **Movimientos innecesarios:** Al estar saturados los pasillos de material tienen que mover los bins hasta localizar el que les solicita la hoja de surtido MAP y debido a esto en muchas ocasiones los operadores prefieren tomar el material (MP y PT) más cercano generando información errónea en el warehouse (SAP).
- **No utilizar la creatividad del personal:** El personal en muchas ocasiones apporto ideas para mejorar los procesos y actividades, que únicamente quedaban en papel, inclusive en muchas de ellas ni siquiera se analizaban.

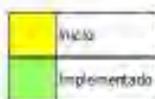
6.2.3. Fase de interacción (desarrollo del trabajo)

Etapa de mejora

Después de las observaciones obtenidas en la etapa anterior, se han definido 10 proyectos de mejora, que al ser implementados ayudarán a la creación de un sistema de gestión de calidad de los inventarios en el sitio y reducirán en gran número los desperdicios que afectan al proceso.

Roadmap Lean Operaciones / Almacén y Logística

Proyecto	Q3				Q4			Q1			Q2	
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
1	Análisis de la colocación de racks para almacenaje de materiales											
2	Análisis de la capacidad (seguridad) carriles de patio para agregar a warehouse											
3	Etiquetas como ayuda visual para PEPS en almacenes											
4	Oficializar y capacitar al equipo la forma de operación de un almacén caótico											
5	Programa 5 S en almacenes											
6	Balanceo de actividades para operadores de almacén											
7	Ayuda visual Kanban (Preensamble)											
8	Control de restos de materiales											
9	Análisis de materiales (golden) para balanceo y creación de un safety stock de inventario.											
10	Uso correcto de la hoja de surtido MAP.											
11	Optimizar la administración del material fuera de conformidad											



Nota: Cuando el proyecto tiene duración de implementación en un mes se coloca color verde

Cuadro No. 5 “Roadmap Lean operaciones” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Los proyectos de mejora serán soportados con las técnicas y herramientas de la filosofía Lean Manufacturing y serán divididos en 4 según su enfoque.

- Proyectos con enfoque a la mejora de la capacidad de almacén.
- Proyecto con enfoque a la mejora del orden y limpieza.
- Proyectos con enfoque a la mejora del %OOE del proceso operativo de almacén.
- Proyectos con enfoque a la mejora de la gestión de inventarios.

Proyectos con enfoque a la mejora de la capacidad de almacén.

Análisis de la colocación de racks para almacenaje de materiales.

En el almacén 3 existen equipos fuera de uso que ocupan espacio y provocan la saturación de pasillos, otra de las razones de esta saturación es por los bins de materias primas que se solicitaron de más, producto terminado que fueron fabricados en un volumen mayor, además, por materiales que fueron devueltos por el cliente por alguna

inconformidad y que físicamente se encuentran en el almacén, sin embargo, en el warehouse no se tiene información alguna.

Existen dentro del almacén 3, 96 bines de material en piso. Esto provoca movimientos en la búsqueda de material para el surtido de materia prima, retrasos en embarque de producto terminado y en otros casos que se consuma materiales sin respetar la las PEPS.



Antes de la colocación

Imagen No. 36 “Almacén 3 antes de la colocación de racks”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Con el apoyo del equipo de ingeniería y proyectos se hizo un análisis de la colocación de racks en el almacén 3.

Se determinó la disposición de los equipos fuera de uso, consecuentemente fueron retirados del almacén.

Se hicieron las mediciones correspondientes para determinar la cantidad de posiciones en rack que podían ser creadas.

- En un principio se calcularon 128 posiciones en racks.
- Se realizaron las cotizaciones de los equipos para la colocación.
- Se autorizó la inversión para la compra de racks.

El espacio que se desocupo con los objetos que no eran utilizados por el sitio permitió una creación de 98 posiciones en rack.

A demás de los 96 bines que se encontraron en los pasillos del almacén 3, en los almacenes 1 y 2 se encontraron 53 bines en piso.

El total de los bines en piso es de 149.

149 bines en piso de los cuales 98 fueron ubicados en las posiciones creadas de los nuevos racks, resultando una diferencia de 51 bines en piso (en todos los almacenes).

- Reducción de bines de material en piso 65.7%



Al inicio de la mejora

Imagen No. 37 “Almacén 3, colocación de racks”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Análisis de la capacidad (segura) de carriles de patio para agregar a warehouse.

El sitio tiene como practica el almacenar material envasado en totes en carriles de patio, sin embargo, las ubicaciones no se administran desde el warehouse, por lo que se desconocen los materiales que se tiene ahí y esto genera retrasos en la búsqueda de material para surtido a producción y/o embarque de unidades.

Se trabajó con las áreas de calidad y EHS para definir las especificaciones del uso de los carriles de patio para almacenamiento.

Calidad: No se encontró problemática con que los materiales envasados en totes sean almacenados en los carriles de patio. Realizo pruebas de condiciones climatológicas.

EHS: Concluyo que el uso de carriles no podía exceder una estiba mayor a 3 posiciones de altura cuando el envase sea tote y 2 cuando el envase sea tambor (plástico o metálico).

Se calcularon 72 posiciones en el carril 1, 108 para el carril 2 y 130 para patio.

Esto con las especificaciones de seguridad de EHS.

- El carril 1 cuenta con 24 filas (posiciones) x 3 niveles de altura.
- El carril 2 cuenta con 36 filas (posiciones) x 3 niveles de altura.
- El patio (almacén 7) cuenta con 13 filas x 5 posiciones de profundidad x 2 niveles de altura.

Se crearon en el warehouse los almacenes 6 (carriles 1y 2) y 7 que físicamente son los carriles de patio.

De la creación de estos carriles en patio (almacenes) fueron desocupadas 34 posiciones del almacén 3 en donde se tenían almacenando totes.

Recordando que con la colocación de los racks en el almacén 3 quedaron 51 bins en piso de los cuales 34 posiciones de racks creadas con la liberación de los materiales envasados en totes fueron ocupadas, teniendo así una diferencia de 17 bins en piso.

- Reducción de tarimas de material en piso 88.6%



Imagen No. 38 “Carriles de patio”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Etiquetas como ayuda visual para PEPS en almacenes.

Se decidió ayudar a la identificación de los materiales con etiquetas que indicarán PEPS, ya que al no contar con una buena administración del warehouse y tener el almacén saturado en piso no se respetaba la disposición de los materiales teniendo como mala práctica tomar material de la posición más cercana o accesible sin importar la fecha de ingreso al almacén y su caducidad.

Se encontraron de las 760 ubicaciones existentes en el warehouse 124 sin ninguna etiqueta de identificación por lo que:

- Se desconocía el lote del material
- La fecha de ingreso y caducidad:
- Qué tipo de material estaba almacenado (MP, PT o material fuera de conformidad)

Se realizó una inspección de los materiales físicos vs warehouse encontrando que: De las 760 posiciones existentes en el warehouse, 265 no coincidían en por lo menos una especificación.

Las diferencias que se observaron fueron:

- Material erróneo
- Diferencia de cantidades
- Lote incorrecto
- Lotes de primer ingreso aun almacenados, mientras que lotes de ultimo ingreso estaban en consumo o consumidos en su totalidad.

Se definió con el equipo:

- Etiqueta de color verde → material aprobado
- Etiqueta de color rojo → material fuera de conformidad. **Ver. anexo 1**



Imagen No. 39 “Fotografía de racks con materiales etiquetados como ayuda visual PEPS”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Oficializar y capacitar al equipo la forma de operación de un almacén caótico.

Se observó que una de las practicas que se tiene en los almacenes es la de colocar los bins de materiales que se tienen programados utilizar durante la operación del día en piso, dejando ubicaciones en rack libres, pero saturando los pasillos.

Mantienen bins en piso por no ubicar materiales distintos en posiciones de un mismo rack.

En los almacenes se encontraron 22 posiciones de racks vacías y se seguían teniendo bins en piso.

Se capacito al equipo sobre el uso y las condiciones de un almacén denominado caótico, indicando como objetivo que todos los bins de material debían estar ubicados en posiciones de rack, o en su defecto que todas las ubicaciones de rack debían estar ocupadas por bins de materiales.

Recordando que después de la colocación de racks y la asignación de las cantidades seguras de almacenaje en carriles de patio, se siguió teniendo una diferencia de 17 bins en piso.

22 posiciones libres en racks meno 17 bins restantes en piso entregan una diferencia a favor de 5 ubicaciones libres en rack.

- Reduciendo bins de material en piso al 100%. (Para terminus numéricos 103.3%).



Almacén 1



Almacén 2



Almacén 3

Imagen No. 40 “Fotografía de racks después de oficializar, almacén caótico”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Proyecto con enfoque a la mejora del orden y limpieza.

Programa 5’s.

El sitio no cuenta con el hábito de la cultura de orden y limpieza 5’s como lo hacen otros sitios productivos de BASF Mexicana.

Se decidió hacer un benchmarking para la implementación de 5’s, por lo que se realizó una visita al sitio productivo de Ecatepec para conocer la puesta en práctica de la cultura.

Se midió el alcance de iniciar un programa de limpieza que incluiría por lo menos 6 meses de tiempo de implementación.

Fueron creados equipos a los que se les denominó champions 5's cuyo objetivo principal es dar seguimiento a los procesos de orden y limpieza en las áreas.

El programa de 5's incluirá las áreas de:

- Oficinas administrativas
- Almacén
- Plantas productivas
- Mantenimiento
- Seguridad e higiene
- Laboratorios
- Casetas de vigilancia

Se identificaron las áreas específicas en donde se iniciaría el programa de 5's, para esto se diseñaron layout.

Por ejemplo: Oficinas de EHS

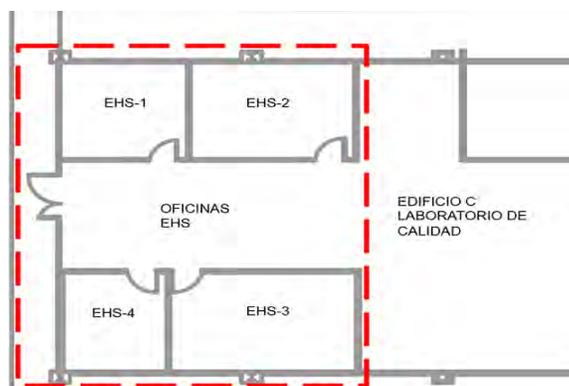


Imagen No. 41 “Layout de las oficinas EHS como área presente en el programa 5's” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Se dio inicio al programa “reforzamiento 5's” en forma de competencia sana.

La planta detuvo la producción durante una jornada de trabajo en donde se realizaron actividades de integración y capacitación.

Se creó un formato “Mi área” que va a permitir tener un parámetro de como las áreas quieren que se encuentren sus instalaciones en cuanto a orden y limpieza y la evidencia visual de cómo se van dando los avances en la mejora. **Ver anexo 2.**

Se realizarán evaluaciones 5's para lo que fueron creados check list de evaluación. **Ver anexos 3 y 4.**

Se colocó un tablero informativo en donde se irán actualizando los avances obtenidos en el programa. **Ver anexo 5.**

Proyectos con enfoque a la mejora del %OOE del proceso operativo de almacén.

Balanceo de actividades para operadores de almacén.

Como primer paso se identificaron las actividades de valor agregado que realizan los operadores de almacén (montacarguistas):

La jornada de trabajo es de 9 horas.

1. Operador A → Almacén 1
 - Recibe materia prima de polvos
 - Surte a preens amble
 - Paletiza (paletizadora automática) producto terminado de polvos.
2. Operador B → Almacén 2
 - Surtido de producción a polvos
 - Recibe materia prima de aditivos especiales.
 - Paletiza (paletizadora automática) producto terminado de aditivos especiales.
3. Operador C → Almacén 3
 - Recibe materia prima en rampa de descarga.
 - Surte materia prima a aditivos normales y curadores.
 - Carga producto terminado en rampa.
 - Surte pedido de embarque.
 - Paletiza manualmente los bines a embarque.

Se trabajó en asesoramiento y toma de dilos:

- El tiempo de análisis 1620 minutos por operador.
- El operador del almacén 1 tiene un tiempo de 482 minutos en actividades de VA de los 1620 minutos de análisis.
- El operador del almacén 2 tiene 859 minutos empleados en actividades de VA de los 1620 minutos de análisis.
- El operador del almacén 3 tiene asignadas actividades de valor agregado que emplean 1813 minutos del tiempo de operación. (para este caso el trabajador tuvo

que quedarse horario extra (3 horas más) los 3 días de análisis. En minutos el tiempo de análisis fue de 2160 min.

Otro análisis que se hizo, fue un estudio de la operación del almacén, identificando las actividades de valor agregado y el tiempo empleado para ser realizadas.

Encontrando que la carga y descarga de materiales 4 horas y fracción y 9 horas y minutos respectivamente, mientras que en el surtido de materiales se emplea poco más de 5 horas y media.



Imagen No. 42 “Tiempos de operación de almacén”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Cambiar las actividades de los operadores de montacargas:

Uno que se dedique al control del almacén, entradas (descarga), salidas (cargas), stocks (movimientos) como funciones principales.

Otro se dedique al almacén 1 y 2 en donde sus funciones principales serían, abastecer a producción de polvos, paletizar (emplayar) las tarimas de producto terminado, ubicar tarimas de producto terminado en almacén.

Y por último el otro operador de montacargas se dedique al almacén 3 y 4, carriles de patio. En donde sus actividades principales serian, abastecer a producción de curado y aditivos, y preparación de cargas.

Esto permite que las actividades sean balanceadas, estandarizadas y se reduzcan aquellas que no agreguen valor.

Balanceo de actividades para operadores de almacén.

Se estandarizaron y balancearon las actividades de los operadores de almacén.

Almacén 1		
	Actividad	Tiempo (min)
VA	Recibo de M.P.	135
	Abastece a pre ensamble en polvos	180
	Inventarios cíclicos	30
IN	Mantenimiento a montacargas	10
	Documentación	20
	Despeje de aéreas y limpieza	35
	Platica	5
	Comida	60
NVA	Suplementos al trabajo	65
		540
		540

Cuadro No. 6 “Actividades del almacén 1 por turno de 9 horas” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Almacén 2		
	Actividad	Tiempo (min)
VA	Surte ADI especiales, normales y curado	180
	Emplaya y almacena P. T.	135
	Inventarios cíclicos	30
IN	Documentación	20
	Despeje de aéreas y limpieza	35
	Platica	5
	Comida	60
	Mantenimiento a montacargas	10
NVA	Suplementos al trabajo	65
		540
		540

Cuadro No. 7 “Actividades del almacén 2 por turno de 9 horas” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Almacén 3		
	Actividad	Tiempo (min)
VA	Carga de P.T.	180
	Recibo de M.P (rampas)	150
	Emplaya y almacena P. T.	45
IN	Documentación	20
	Despeje de aéreas y limpieza	35
	Platica	5
	Comida	60
	Mantenimiento a montacargas	10
NVA	Suplementos al trabajo	35
		540
		540

Cuadro No. 8 “Actividades del almacén 3 por turno de 9 horas” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Actualmente así están distribuidas las actividades de los montacarguistas.

Ayuda visual Kanban (Pre ensamble).

Dentro de los análisis mediante los DILOS que se realizaron de las actividades que llevan a cabo los operadores de almacén, se encontró que, en las áreas de aditivos especiales y normales, y curadores el surtido de materia prima para la fabricación generaba desperdicios en movimientos, transporte y tiempos de espera, que consecuentemente afectaban el OOE del operador.

- En aditivos especiales: El operador surte materia prima al menos 7 veces en 1hr.
- En aditivos normales: El operador surte materia prima al menos 11 veces en 1hr.
- En curadores: El operador surte materia prima al menos 6 veces en 1hr.

Se planteó asignar zonas para pre ensamble en las áreas, esto con la idea de realizar un Kanban que ayudara a reducir el número de movimientos, transporte y tiempos de espera del operador de almacén (montacarguista).

Se realizaron los cálculos de capacidad para el Kanban:

9 mil litros de Mpolyheed					
Sal					
Requerimiento por orden	Capacidad por tarima	Tarimas por orden	Tarimas por día	Totales	Capacidad de Kanban
1285.5 kg	42 sacos x 25 kg c/u 1050 kg	1.2 tarimas	1.2 tarimas x 8 batcheadas al día 9.8	10	6
Gluconato de sodio					
Requerimiento por orden	Capacidad por tarima	Tarimas por orden	Tarimas por día	Totales	Capacidad de Kanban
787.5 kg	48 sacos x 25 kg c/u 1200 kg	0.7 tarimas	0.6 tarimas x 8 batcheadas al día 5.6	6	3

Cuadro No. 9 “Cálculos para el uso de los espacios con ayuda visual Kanban” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Con la implementación el operador de almacén (montacarguista) surtía la materia prima a las áreas, 9 veces durante toda la jornada laboral que es de 9 horas.



Imagen No. 43 “Fotografía del espacio asignado para pre ensamble en el área de aditivos normales”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Proyectos con enfoque a la mejora de la gestión de inventarios.

Control de restos de materiales

Una de las principales causas raíz de las diferencias de inventario es la falta de administración de los restos de materiales que se generaban en la fabricación.

La práctica del almacén es surtir bins completos o en su caso (envases / empaques completos) a producción aun cuando las cantidades solicitadas para la fabricación son menores.

La capacidad de operación del almacén no permite que se entreguen las cantidades exactas de la PO.

Por ejemplo, en la fabricación del producto terminado APT01 los materiales solicitados y las cantidades son:

- Material G → 1200 kg
- Material M → 250 L
- Material Y → 15L
- Material Z → 20 kg
- El material G → Este envasado en sacos de 25kg por lo que se necesita un bin (1200 kg) de 48 sacos para esta fabricación.
- El material M → Se encuentra envasado en tambor con capacidad de 250L por lo que es necesario un tambor completo.

- El material Y → Este envasado en cubetas de 19L por lo que al surtir una cubeta se generara un resto de 4L.
- El material Z → Se encuentra envasado en sacos de 25 Kg por lo que se ha de generar un resto de 5kg.

Se definió utilizar la transacción zmx_dmp del warehouse para la administración de los restos de material. Esta transacción es utilizada en el sitio productivo de Tultitlan.

Se capacito a los usuarios de dicha transacción de su uso y se acordaron los siguientes puntos:

Se comenzaría la implementación después del inventario anual en el mes de nov., cuando los saldos se encuentren en cero.

Se creó el mapeo de procesos definiendo los roles y responsabilidades de los involucrados en el uso (consumo) y movimiento de materiales.

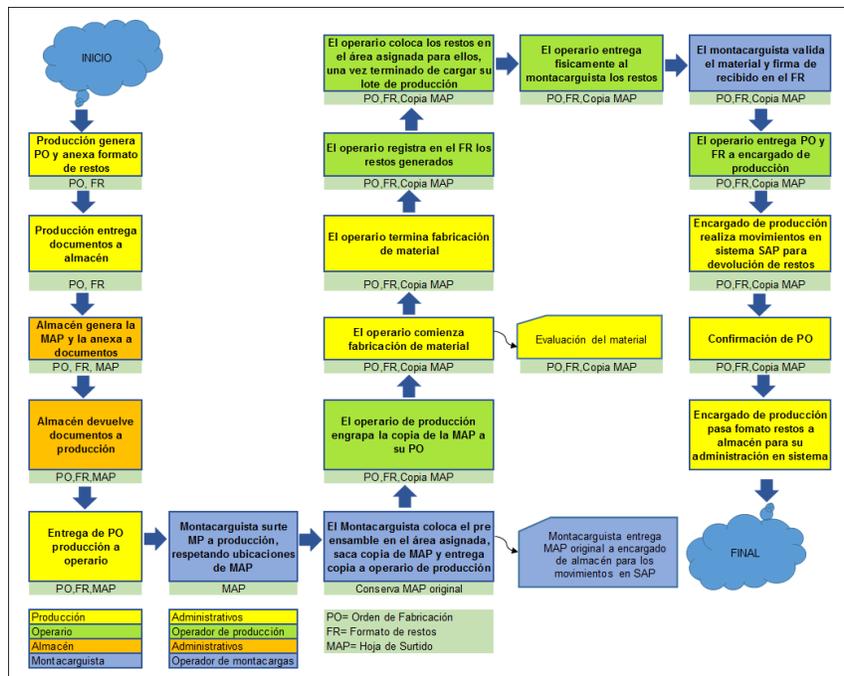


Imagen No. 44 “Mapeo de proceso, para el control de restos de materiales”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Análisis de materiales (Golden) para balanceo y creación de un safety stock de inventario.

Se realizó un seguimiento de inventarios de los materiales nombrados “Golden” para la fabricación, se encontró que las cantidades solicitadas en las órdenes de compra son mayores que la cantidad de material que se encuentra en el plan a consumo por fabricación y el stock de seguridad del sitio.

Por ejemplo, el material tipo A, en el que se solicitaron 8 bines (9600 kg) y para la fabricación planeada únicamente eran necesarios (4800kg).

Es decir 4 bines de material que se quedaría almacenado sin estar programados al consumo y, además, con un stock anterior al ingreso del nuevo lote de material de poco más de 27 ton y media de dicho material.

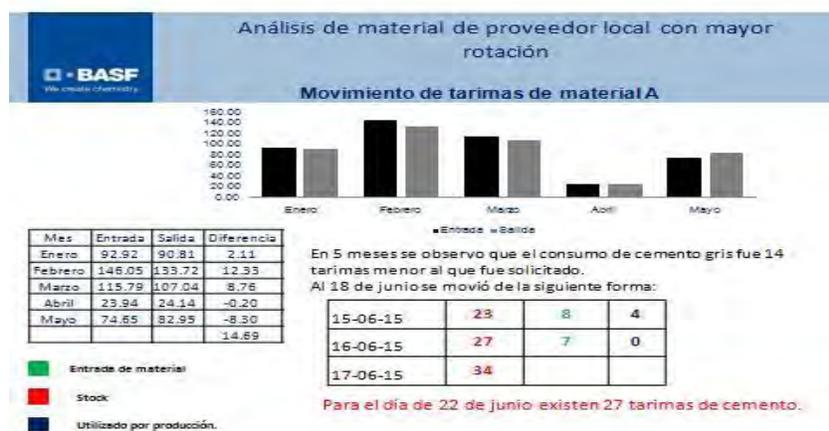


Imagen No. 45 “Análisis de material tipo A de proveedor local con mayor rotación”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Se analizó el safety stock de los materiales vs observaciones de los últimos 4 meses de la rotación (promedio) de los materiales en el almacén.

Planta	Descripción	Base UM	Safety stock	Safety en bines	Inventario actual
EB	A	Kg	10,000	7	11
EB	B	Kg	40,000	30	42
EB	D	Kg	2,000	2	11
EB	E	Kg	10,000	9	22
EB	F	Kg	10,000	10	13
EB	G	Kg	2,000	2	18
EB	H	Kg	10,000	7	10

Cuadro No. 10 “Safety stock vs inventario actual de materiales Golden”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Se tuvo una reunión con el área de planeación y almacén, y se llegó a lo siguiente:
La información que se ingresa al warehouse no coincide con la que se encuentra físicamente en el almacén.

Se toma la decisión de que se debe generar la cancelación de las ordenes de producción que fueron detenidas y/o canceladas por el cliente y se vuelvan a generar cuando se re inicie la producción del pedido.

Esto con la finalidad de que la fotografía panorámica de planeación en el sistema este apegada a la realidad física del almacén.

Se detectó a demás que al cancelar o retardar la producción de un producto no se genera la cancelación de la orden, para planeación el producto que fue ordenado ya no existe en el almacén, sin embargo físicamente está ocupando espacios y provoca en muchas ocasiones que se solicite materia prima para tener en stock cuando no fue utilizada, estos retardos de reinicio o de cancelación de las ordenes de producción tardan inclusive varias semanas, tiempo que planeación tiene para volver a saturar el almacén.

Una vez que se implemente el proyecto del uso correcto de la MAP se volverán a realizar análisis de la rotación y consumo de los materiales Golden.

Uso correcto de la hoja de surtido MAP.

Se realizaron pruebas del uso de las hojas de surtido de materiales (MAP) encontrando que en una muestra aleatoria de 40 MAP's, 29 de ellas contenían información distinta entre lo real físico y lo que se solicitaba mediante el warehouse.

Se encontró que las ubicaciones que la MAP solicitaba para un material, estaban ocupadas por otro totalmente distinto en 20 de los casos, mientras que en los 9 casos restantes el material era el solicitado, sin embargo, el lote del material era el que no coincidía con el solicitud.

- Ejemplo cantidad de errores detectados en una inspección en 40 ordenes generadas de surtido a producción:

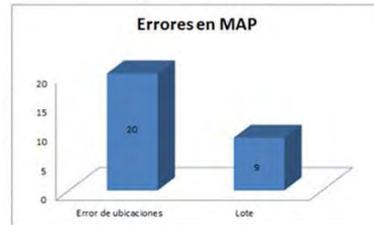


Imagen No. 46 “Errores encontrados en la inspección del uso de MAP”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Las causas raíz de estas observaciones son:

- La información que se ingresa al warehouse no es la real.
- Esto se debe a que los operadores de almacén (montacarguistas)
- Siguen con las prácticas de tomar el material más cercano aun cuando los almacenes son libres en cuanto a saturación de pasillos.
- A la hora de recibir la materia prima no ingresan correctamente las ubicaciones en donde realmente colocaron los bines.
- No se está llevando a cabo de una forma eficiente el control de los restos de materiales.

Acuerdo en reuniones: **Tomar las ubicaciones indicadas por la MAP.**

Optimizar la administración del material fuera de conformidad.

Se detectaron las causas raíz que generan materiales fuera de conformidad, las cuales fueron 3:

- No conformidad por error en la preparación (fabricación) del material → Producción en un 2.3%
- No conformidad por devoluciones del cliente → Almacén en un 85.8%
- No conformidad por materiales caducos → Almacén en un 11.9%

Para este proyecto lo que se realizó fue básicamente definir los roles y las responsabilidades de las áreas que participan o tienen contacto con el material que sale fuera de conformidad.

Se realizó una reunión en la que se invitó a las áreas que participan en dicho proceso (almacén, producción y control de calidad).

En dicha reunión se creó un mapeo de proceso que identificaba y señalaba los roles y las responsabilidades que involucran cada área.

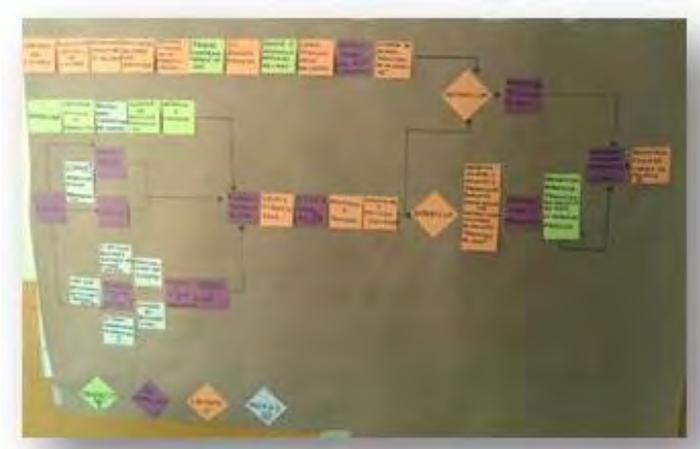


Imagen No. 47 “Fotografía del mapeo de proceso, administración del material no conforme”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Acuerdos:

Almacén: Todos los materiales que ingresen al sitio como producto no conforme deben ser dados de alta en el warehouse.

Almacén debe respetar PEPS para eliminar materiales caducos.

Se creará una transacción en el warehouse que permita administrar los materiales fuera de conformidad.

Producción: Programar los reprocesos de materiales validados por control de calidad.

Colocar Poka yoke que eliminen los errores de fabricación.

Control de calidad: Administrar los materiales fuera de conformidad

Realizar pruebas con un tiempo no mayor a 5 días después de haber ingresado el material al almacén para validar su reproceso y/o scrap.

Compartir en la junta diaria de producción los materiales validados para reproceso de forma que sean programados en el siguiente lote del mismo producto terminado.

6.2.4. Fase de evaluación

Etapa de control

Proyectos con enfoque a la mejora de la capacidad de almacén.

Proyecto		
1	Análisis de la colocación de racks para almacenaje de materiales	Capacidad del almacén
2	Análisis de la capacidad (seguridad) carriles de patio para agregar a warehouse	
3	Etiquetas como ayuda visual para PEPS en almacenes	
4	Oficializar y capacitar al equipo la forma de operación de un almacén caótico	

Análisis de la colocación de racks para almacenaje de materiales.

Se propuso que el almacén 3 fuera exclusivo para los bins de producto terminado, puesto que es el único almacén que cuenta con rampa de descarga (embarque).

Esto con la finalidad de que fuera un almacén de flujo continuo (más continuo que los demás) puesto que al mismo tiempo que se ingresan nuevos bins de producto terminado, se realiza el embarque a unidades.



Actualmente

Imagen No. 48 “Fotografías del almacén 3”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Análisis de la capacidad (segura) de carriles de patio para agregar a warehouse.

Se propuso ubicar en el carril 2 del almacén 6 en patio la materia prima y en el carril 1 del mismo almacén el producto terminado.

Esto con la finalidad de que fuera un almacén de flujo continuo (más continuo que los demás) puesto que al mismo tiempo que se ingresan nuevos bins de producto terminado, se realiza el embarque a unidades.

El almacén 7 (patio) asigno para los materiales críticos en la fabricación de aditivos normales y curadores y para el almacenamiento de insumos (envases de tipo, tambores 250L, cubetas 19L, porrones 4.5L) planeados en la producción (semanal).

Se realizaron delimitación, trazos y pintura de las áreas solicitadas (Carriles de patio “Almacén 6 y 7”)

Se crearon los Storage bin en el Warehouse

Se identificaron los Storage bin conforme a Warehouse



Imagen No. 49 “Fotografías de la delimitación e identificación de carriles”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Etiquetas como ayuda visual para PEPS en almacenes.

Se realizó una reunión con el equipo de calidad solicitando el apoyo para reducir los tiempos de espera para el etiquetado de los bins.

Se planteó también asegurar el control correcto de las etiquetas de calidad en materiales (MP y PT) aceptados y fuera de conformidad, ya que hoy en día existen:

- Retraso en actividades del operador de almacén.
- Re trabajo al mover el material sin etiqueta.
- Material no etiquetado por posicionamiento en rack no alcanzable.

El material aprobado (etiqueta verde). Antes: hasta 37 min. Después: 9 min promedio (a partir de acuerdos).



Imagen No. 50 “Fotografías del etiquetado en el momento de la descarga”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Oficializar y capacitar al equipo la forma de operación de un almacén caótico.

Se siguió trabajando con el equipo retroalimentando cada vez que se observaban bins de material en piso o ubicaciones vaciase en racks.

Proyecto con enfoque a la mejora del orden y limpieza.

5	Programa 5´S en almacenes	Orden y limpieza
---	---------------------------	------------------

Programa 5´s en almacenes

Evaluaciones mensuales 5´s, reuniones con champions para compartir buenas prácticas y retroalimentar al equipo.

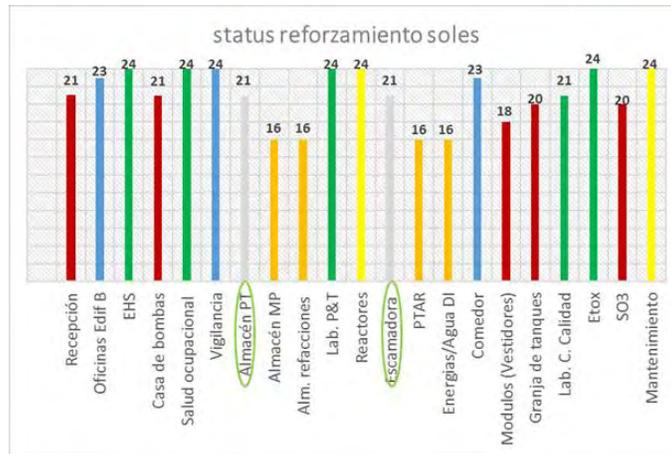


Imagen No. 51 “Grafica de resultados mensuales de evaluaciones 5’s”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Proyectos con enfoque a la mejora del %OEE del proceso operativo de almacén.

6	Balanceo de actividades para operadores de almacén	OEE
7	Ayuda visual Kanban (Preensamble)	

Balanceo de actividades para operadores de almacén.

Con la implementación del proyecto se observó el aumento en el OEE de los operadores de montacargas.



Imagen No. 52 “OEE operadores de almacén”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Ayuda visual Kanban (pre ensamble).

Se delimitaron las zonas para pre ensamble en las áreas de producción “Aditivos especiales y normales, curadores y polvos (esta última ya existía solo fue delimitada e identificada).



Imagen No. 53 “Fotografías del área para pre ensamble en aditivos normales. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Proyectos con enfoque a la mejora de la gestión de inventarios.

8	Control de restos de materiales	Diferencias de inventarios
9	Análisis de materiales (golden) para balanceo y creación de un safety stock de inventario.	
10	Uso correcto de la hoja de surtido MAP.	
11	Optimizar la administración del material fuera de conformidad	

Control de restos de materiales.

Se hicieron etiquetas como ayuda visual para el control de restos de materiales y se creó procedimiento.

ETIQUETA DE SURTIDO / DEVOLUCIÓN / ALMACENAMIENTO

BASF
We create chemistry
BASF Mexicana, S. de C. V.
Logística-Planta Parícuti

PROCESO: SURTIDO ALMACENAMIENTO

ALMACÉN MATERIA PRIMA

FECHA: _____ LOTE: _____

ORDEN: _____ PESO NETO Kg: _____

MATERIAL No.: _____ TARA Kg: _____

DESCRIPCIÓN: _____

DEVOLUCIÓN DE PRODUCCIÓN SI NO

TECNOLOGÍA: _____ FECHA: _____

PESO NETO Kg: _____

SALUD

INFLAMABILIDAD

RIESGO ESPECÍFICO

RIESGO ESPECÍFICO

4 MUY ALTO 3 ALTO 2 MODERADO
1 LEVE 0 NO SIGNIFICATIVO

RIESGO ESPECÍFICO

W= Reacción polimerizante(0) controlado con agua
DM = Sustancia Oxidante

Imagen No. 54 “Fotografías de la etiqueta de control de restos”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Análisis de materiales (Golden) para balanceo y creación de safety stock.

Flujo informativo de los programas de producción y los cambios que se programen de urgencia. Compartiendo el estado actual vs el plan de compras de materia prima y de ventas a cliente.

Uso correcto de la MAP

Auditorías aleatorias a los surtidos de las MAP e inventarios cíclicos.

El plan para los inventarios cíclicos se ejecutará de la siguiente forma:

- **Clasificación A:** Los inventarios cíclicos para la clasificación A se ejecutarán 6 veces por año.
- **Clasificación B:** Los inventarios cíclicos para la clasificación B se ejecutarán 4 veces por año.
- **Clasificación C:** Los inventarios cíclicos para la clasificación B se ejecutarán 2 veces por año.

Una vez definido el plan anual de conteos cíclicos se cargará y publicará a las áreas involucradas

	CLASIFICACION A	CLASIFICACION B	CLASIFICACION C
ENERO			X
FEBRERO	X		
MARZO		X	
ABRIL	X		
MAYO			X
JUNIO	X		
JULIO		X	
AGOSTO	X		
SEPTIEMBRE		X	
OCTUBRE	X		
NOVIEMBRE		X	
DICIEMBRE	X		
CONTEOS	6	4	2

Cuadro No. 11 “Clasificación de inventarios” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Optimizar la administración del material fuera de conformidad.

Archivo de control de material NO conforme, administrado por calidad y compartido en la junta diaria al equipo de producción y almacén.

REGISTRO CONTROL DE PRODUCTO NO CONFORME																								
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th colspan="2">Identificación de Colores</th> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;"></td> <td>Bloqueo de Material y Etiquetado</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;"></td> <td>Estado ABIERTO</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #d9ead3;"></td> <td>Estado CERRADO</td> </tr> </table>																	Identificación de Colores			Bloqueo de Material y Etiquetado		Estado ABIERTO		Estado CERRADO
Identificación de Colores																								
	Bloqueo de Material y Etiquetado																							
	Estado ABIERTO																							
	Estado CERRADO																							
A.- Detección de Material No Conforme					B.- Bloqueo de Material y Etiquetado				C.- Disposición de Material (Desarrollo y Control de Calidad)				D.- Cierre de Disposición del Material.											
Fecha	Reporte	Emisor de Reporte	Materia	Descripción	Lote	Ubicación	Cantidad	Unidad	Fecha de recepción en almacén	Cuboidad	Causa	Disposición	Cantidad	Maneja	Responsable Disposición	Orden de Proceso	Destrucción Fecha	Comentarios	Estado	Fecha Cierre				
2015.01.14	MNCO20	Producción	5249161	Mátemum 3401(MS)	203835893	S / C-9	4,420.00	KG	2015-05-25	2015-05-15	Contaminación	Reproceso			Producción				ABIERTO					
2015.01.14	MNCO20	Producción	5442527	Mátemum 3501(MS)	203675599	S / T-99	2,710.00	L	2015-01-20	2015-05-12	Contaminación	Reproceso			Producción				ABIERTO					
2015.01.14	MNCO20	Producción	5442527	Mátemum 3501(MS)	203675599	S / T-99	2,899.00	L	2015-02-26	2015-05-15	Contaminación	Reproceso			Producción				ABIERTO					
2015.02.16	MNCO20	Almacén	5221425	Mátem AC 322 (MS)	170105201	S / T-38	10,420.00	L	2015-02-06	2015-04-12	Contaminación	Destrucción			Almacén				ABIERTO					
2015.03.25	MNCO20	Almacén	5455671	MPolyheed H (MS)	160223A01	S / T-38	5,000.00	L	2015-01-28	2015-08-10	Contaminación Pica	Reproceso como tipo al 10% en	5000.00		Almacén	Ordemes valias	*	*	CERRADO	2015.03.14				
2015.03.25	MNCO20	Almacén	50250434	MPolyheed H (MS)	160225A01	S / T-38	1,200.00	L	2015-05-25	2015-08-22	Contaminación Pica	Reproceso como tipo al 10% en	3700.00	L	Almacén	Ordemes Valias	*	*	CERRADO	2015.03.15				
2015.05.22	MNCO20	Almacén	5418570	MPow 085 (MS) 2913 94M	M30089503	S / PASLLO 3	25.00	KG	2014-01-14	2015-04-11	Cubico	Reproceso 1 Saco por Batch	25.00	KG	Producción	Orden 20407295	*	*	CERRADO	2015.05.10				
2015.05.22	MNCO20	Almacén	5418570	MPow 085 (MS) 2913 94M	203232638	S / PASLLO 3	75.00	KG	2015-01-02	2015-01-02	Envase dañado	Reproceso 1 Saco por Batch	75.00	KG	Producción	Orden 20407325	*	*	CERRADO	2015.05.10				
2015.05.22	MNCO20	Almacén	5418570	MPow 085 (MS) 2913 94M	M30088203	S / PASLLO 3	25.00	KG	2015-05-11	2014-03-11	Cubico	Reproceso 1 Saco por Batch	25.00	KG	Producción	Orden 20407364	*	*	CERRADO	2015.05.10				

Cuadro No. 12 “Reporte de materiales fuera de conformidad” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

6.2.5. Fase de confrontación

Entregable al sitio:

	Proyecto	KPI obtenido (año 2016)
1	Análisis de la colocación de racks para almacenaje de materiales	Posiciones creadas: 98 Reducción de bines en piso: 65.7%
2	Análisis de la capacidad (seguridad) carriles de patio para agregar a warehouse	Reducción de movimiento y búsqueda de material: 70%
3	Etiquetas como ayuda visual para PEPS en almacenes	Disminución del tiempo de espera (descarga y almacenamiento): 76%
4	Oficializar y capacitar al equipo la forma de operación de un almacén caótico	Pasillos liberados de bines en piso al 100%
5	Programa 5'S en almacenes	Cambio de cultura
6	Balanceo de actividades para operadores de almacén	Incremento de OOE %: 16%
7	Ayuda visual Kanban (Preensamble)	Reducción de movimientos y esperas por surtido de material: 61.2%
8	Control de restos de materiales	Disminución de diferencias de inventario, administración de la zona virtual de producción. Cumplimiento de objetivo 1%
9	Análisis de materiales (golden) para balanceo y creación de un safety stock de inventario.	Reducción de Stock de materiales "golden" en un 12%
10	Uso correcto de la hoja de surtido MAP.	Reducción en numero de errores en el uso de la MAP: 42%
11	Optimizar la administración del material fuera de conformidad	Incremento del numero de reportes para reprocesos: 50.6%

Cuadro No. 13 “Entregables de los proyectos Lean Manufacturing de mejora” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

CONCLUSIONES

Visualmente en un periodo de 2 meses (junio – julio) se logró credibilidad ante los proyectos de mejora, debido a que los primeros cuatro proyectos de arranque se enfocaban a la mejora de la capacidad de almacén, al liberar espacios y tener ayudas visuales con las etiquetas de aprobación y de material no conforme el sitio comenzó a hacerse de una cultura de cambio para la mejora de las actividades diarias.

El programa de orden y limpieza permitió logro su implementación de 5's (sostenimiento) en 7 meses. Las áreas con el paso de los días iban adoptando la cultura de la mejora continua y se notaba en el ambiente. Se tuvo una auditoría externa por parte de ISO y como fortaleza fue señalado el programa de 5's por lo que se creó una campaña de coaching a otros sitios de BASF Mexicana, Norte América, Centro América y el Caribe.

Con el balanceo de líneas y la estandarización de actividades se redujo al 100% el tiempo extra y se incrementó la productividad de los operadores de almacén en gran parte por disminución de los tiempos de espera que se habían podido mejora con la ayuda del pre ensamble de materiales.

Para el año 2016, el inventario anual cumplió el objetivo de tener diferencias de inventario máximo de 1% identificando que las causas de las diferencias son generadas por la merma de materiales. Estas mermas son generadas no tanto como un desperdicio (aunque lo es) y la razón es que existen restos de materiales que se quedan impregnados en el envase.

Con la implementación de las mejoras obtenidas mediante las técnicas y herramientas Lean Manufacturing se puede concluir que se redujo de manera significativa la diferencia de inventario comprobado en el inventario fiscal del año 2016 en donde se logró el cumplimiento del objetivo, el cual era una diferencia máxima permitida de 1%.

Se alinearon nuevas prácticas que ayudan a que se mantenga un mejor control de la producción y de las actividades que agregan valor a la organización.

Se actualizó el procedimiento ya existente de recibo, almacenaje de materiales, embarque y administración de inventarios. Se compartió con el equipo y se realizaron validaciones de cumplimiento.



Imagen No. 55 “Fotografías del procedimiento de operación de almacén actualizado”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Sin embargo, lo más importante es que se logró introducir la cultura de mejora continua en cada una de las personas involucradas en las distintas operaciones de la organización y como se había mencionado anteriormente la importancia de la filosofía Lean Manufacturing radica esencialmente en que sea adoptada la filosofía y sea llevada a la práctica cada día de vida de la organización.

RELACIÓN DE CUADROS E IMAGENES.

Cuadros

Cuadro No.1 “Principales características que diferencian a los sistemas de producción artesanal, en masa y Lean Manufacturing” Fuente: Peñaflor 2013.

Cuadro No. 2 “Las 9’s”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Cuadro No. 3 “Grupos de producción, sitio Barrientos”. Fuente: (Sitio intranet BASF Mexicana)

Cuadro No. 4 “Plan táctico” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Cuadro No. 5 “Roadmap Lean operaciones” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Cuadro No. 6 “Actividades del almacén 1 por turno de 9 horas” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Cuadro No. 7 “Actividades del almacén 2 por turno de 9 horas” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Cuadro No. 8 “Actividades del almacén 3 por turno de 9 horas” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Cuadro No. 9 “Cálculos para el uso de los espacios con ayuda visual Kanban” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Cuadro No. 10 “Safety stock vs inventario actual de materiales Golden”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Cuadro No. 11 “Clasificación de inventarios” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Cuadro No. 12 “Reporte de materiales fuera de conformidad” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Cuadro No. 13 “Entregables de los proyectos Lean Manufacturing de mejora” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imágenes

Imagen No.1 “Lean KPI's - Key Performance Indicators and performance metrics”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 2 “14 pasos para la calidad”. Fuente: Reyes, 2017.

Imagen No.3 “Las 6 C de Crosby”. Fuente: Reyes, 2017.

Imagen No. 4 “Las 3 T de Crosby”. Fuente: Reyes, 2017.

Imagen No. 5 “Simbología básica para un Diagrama de flujo”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 6 “Ejemplo de diagrama de flujo”. Fuente: Ciencia y geofísica 2017.

Imagen No. 7 “diagrama causa-efecto, de pez o de Ishikawa”. Fuente: Blogspot.com filosofías de la calidad.

Imagen No. 8 “Check list o lista de verificación”. Fuente: Educaci.

Imagen No. 9 “Histograma”. Fuente: Wordpress.com

Imagen No. 10 “Diagrama de Pareto”. Fuente: Fac.org.ar

Imagen No. 11 “Diagrama de dispersión”. Fuente BASF Mexicana S.A de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 12 El Sistema de Producción Toyota-Lean Manufacturing.

Imagen No. 13 “Principios de Lean Manufacturing”. Fuente: Reyes, 2017.

Imagen No. 14 “Simbología Tipos de desperdicios OpEx BASF Ecatepec”.

Imagen No. 15 “Las Tres M’s. (MUDA desperdicio, MURI sobrecarga y MURA desnivelado)”. Fuente: Liker, 2004

Imagen No. 16 “Proceso DMAIC”. Fuente: www.calidad.com/6sigmametodologia

Imagen No. 17 “Cadena total de valor”. Fuente: Maldonado, 2008.

Imagen No. 18 “Hoja de Trabajo Estandarizado” Fuente: Maldonado, 2008.

Imagen No. 19 “Hoja de Combinación de Trabajo Estándar”. Fuente: Maldonado, 2008.

Imagen No. 20 “Proceso de Producción”. Fuente: BASF Mexicana S.A de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 21 “Gráfica de Balanceo de Operadores”. BASF Mexicana S.A de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 22 “Simbología del mapeo de procesos”. BASF Mexicana S.A de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 23 “Curva normal, Seis Sigma”. Blogspot, 2006.

Imagen No. 24 “Curva de límites inferior y superior para CPK”. Fuente: Trabajo de calidad, capacidad y desviaciones.

Imagen No. 25 “Organigrama Dirección división EB” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 26 “Organigrama Desarrollo división EB” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 27 “Organigrama EB Operaciones”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 28 “Edificio Sitio Barrientos”. Fuente: (Sitio intranet BASF Mexicana).

Imagen No. 29 “Distribución de almacenes de químicos para la construcción”. Fuente: (Sitio intranet BASF Mexicana).

Imagen No. 30 “Pilares OpEx”. Fuente: (Sitio intranet BASF Mexicana).

Imagen No. 31 Mapeo de proceso “Recepción de materia prima” Fuente: BASF Mexicana S.A de C.V sitio Barrientos.

Imagen No. 32 Mapeo de proceso “Suministro de materia prima” Fuente: BASF Mexicana S.A de C.V sitio Barrientos.

Imagen No. 33 Mapeo de proceso “Recolección de producto terminado” Fuente: BASF Mexicana S.A de C.V sitio Barrientos.

Imagen No. 34 Mapeo de proceso “Embarque de producto terminado” Fuente: BASF Mexicana S.A de C.V sitio Barrientos.

Imagen No. 35 “Línea del tiempo del proyecto: implementación de un sistema de gestión de inventarios”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 36 “Almacén 3 antes de la colocación de racks”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 37 “Almacén 3, colocación de racks”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 38 “Carriles de patio”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 39 “Fotografía de racks con materiales etiquetados como ayuda visual PEPS”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 40 “Fotografía de racks después de oficializar, almacén caótico”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 41 “Layout de las oficinas EHS como área presente en el programa 5’s” Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 42 “Tiempos de operación de almacén”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 43 “Fotografía del espacio asignado para pre ensamble en el área de aditivos normales”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 44 “Mapeo de proceso, para el control de restos de materiales”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 45 “Análisis de material tipo A de proveedor local con mayor rotación”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 46 “Errores encontrados en la inspección del uso de MAP”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 47 “Fotografía del mapeo de proceso, administración del material no conforme”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 48 “Fotografías del almacén 3”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 49 “Fotografías de la delimitación e identificación de carriles”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 50 “Fotografías del etiquetado en el momento de la descarga”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 51 “Gráfica de resultados mensuales de evaluaciones 5’s”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 52 “OOE operadores de almacén”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 53 “Fotografías del área para pre ensamble en aditivos normales. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 54 “Fotografías de la etiqueta de control de restos”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

Imagen No. 55 “Fotografías del procedimiento de operación de almacén actualizado”. Fuente: BASF Mexicana S.A. de C.V. sitio Barrientos.

ANEXOS

Anexo 1

MATERIAL 51412956

DESCRIPCIÓN [REDACTED]

LOTE 204091776

FECHA 2015 06 08

APROBADO

LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD

Etiquetas de aprobación de materiales y productos terminados por control de calidad

NO CONFORME

CLAVE SAP _____

PRODUCTO _____

NUM. LOTE _____

REPORTE NCM _____ FECHA _____

NO CONFORME

CAUSAS:

- 1. MATERIALES
- 2. MANEJO
- 3. EQUIPAMIENTO
- 4. PROCEDIMIENTOS
- 5. PERSONAL
- 6. METODOS
- 7. SISTEMAS

EFECTOS:

- 1. DAÑOS A LA REPUTACIÓN
- 2. DAÑOS A LA IMAGEN
- 3. DAÑOS A LA CALIDAD
- 4. DAÑOS A LA SEGURIDAD
- 5. DAÑOS A LA SALUD
- 6. DAÑOS A LA MEDIO AMBIENTE
- 7. DAÑOS A LA ECONOMÍA

Etiquetas de NO conforme de materiales y productos terminados por control de calidad.

Anexo 2

Formato “Mi área” para 5’s

Anexo 3

Check List de evaluación 1y2's

Anexo 4

3'S		4'S	
CATEGORÍA "MATERIA 3'S"		CATEGORÍA "MATERIA 4'S"	
<p>5S 3'S Ex BASF</p> <p>ÁREA RESPONSABLE: <input type="text"/> FECHA: <input type="text"/></p> <p>1.1. OBJETIVO: El Supervisor debe asegurarse que durante el día los operarios conocen que se debe realizar el 5S.</p> <p>Conocer la planificación correspondiente en la siguiente escala: Considerando que 4 es la cantidad máxima de 1 y la planificación total de 24.</p> <p>Para pasar de la siguiente "1" a la siguiente "2" se debe considerar la función TOTAL que sea de 22 a 24 puntos.</p>		<p>5S 4'S Ex BASF</p> <p>ÁREA RESPONSABLE: <input type="text"/> FECHA: <input type="text"/></p> <p>1.1. OBJETIVO: El Supervisor debe asegurarse que durante el día los operarios conocen que se debe realizar el 4'S.</p> <p>Conocer la planificación correspondiente en la siguiente escala: Considerando que 4 es la cantidad máxima de 1 y la planificación total de 24.</p> <p>Para pasar de la siguiente "1" a la siguiente "2" se debe considerar la función TOTAL que sea de 20 puntos.</p>	
<p>2. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p> <p>3. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p> <p>4. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p>		<p>2. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p> <p>3. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p> <p>4. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p>	
<p>5. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p> <p>6. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p> <p>7. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p>		<p>5. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p> <p>6. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p> <p>7. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p>	
<p>8. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p> <p>9. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p> <p>10. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p>		<p>8. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p> <p>9. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p> <p>10. ¿Se encuentran en estado de preparación y mantenimiento de 24, 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0?</p>	

Check List de evaluación 3 y 4's

Anexo 5



Tablero de comunicación visual "programa 5's" competencia sana.

Bibliografía y Cibergrafía

- Fremont R. James, Administración de las organizaciones, México, McGraw Hill, 1987.
- Claude, George, Historia del pensamiento administrativo, México, Prentice Hall, 1987.
- Robbins Stephen, Comportamiento organizacional, México, Prentice Hall, 1994.
- Edward McNall Burns, Historia de la civilización occidental, Porto Alegre, Ed. Globo, 1957.
- Taylor Frederick, Principios de la administración científica, México, Herrero Hermanos, 1985.
- Perrow Charles, Análisis de las organizaciones: aspecto sociológico, México, CECSA, 1982.
- Fayol Henry, Administración industrial y general, México, Herrero Hermanos, 1985.
- Chiavenato, I., Introducción a la Teoría General de la Administración, Colombia, Editorial Mc Graw Hill, 2006
- Gareth, R., Jones, George, Jennifer, Administración Contemporánea, México, Editorial Mc Graw Hill, 2003
- Chiavenato, Idalberto, Administración de los Nuevos Tiempos, México, Editorial Mc Graw Hill, 2009.
- Reyes Ponce, Agustín, Administración moderna, México, Limusa, 2003.
- Apuntes digitales plan 2012. División sistema universidad abierta y educación a distancia licenciatura en administración. Actualización, María Evelia García Ortiz, Francisco Hernández Mendoza, Gabriela Montero Montiel.
- Jeffrey Liker. The Toyota way: 14 J.P. Womack, D.R. Jones, and D. Ross. The Machine that changed the World, 1990.
- Jeffrey Liker. The Toyota way: 14 Management principles from the world greatest manufacturer. Mc Graw Hill, 2004.
- Alberto Villaseñor Contreras y Edber Galindo Manual de Lean Manufacturing, Guía Básica, México, Limusa, 2007.
- Maldonado Guillermo. Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad, México, 2008.
- Peñaflor Zurita Alejandro. Tesis “Manual de apoyo para la capacitación en Lean Manufacturing”, México, 2013.

Hernández Méndez Arturo. Programas de entregas a tiempo dentro del sistema justo a tiempo y el sistema Kanban, memoria de experiencia profesional, México, 1999.

Shingo, Shigeo, The SMED system I: Theory and conceptual stages, Japan: Cambridge, MA and Norwalk, CT, 1987

Lean Gregory H. Watson menciona en “Strategic Benchmarking Reloaded with Six Sigma” (2007)

Michael J. Spendolini. (2005). *The Benchmarking book*, NY, EEUU: AMACOM

Hirano Hiroyuki. *Poka Yoke*, EE UU, 2000.

Revista Harvard Business Review

Lean Enterprise Institute.

Fuente: Adaptación de “Jidoka: Automatización con un toque humano”. Revista *Logicel* nº57., México, marzo 2007.

Lean KPI's - Key Performance Indicators and performance metrics

Fernández J. L. (1968), *Almacenaje*, Ediciones Deusto.

Mal O. (1989), *SCP and Continuous improvement*, Editorial Springer-Verlag.

García A. (1995), *Almacenes: planeación, organización y control*, Editorial Trillas, Tercera edición.

Sosa D. (2008), *Conceptos y herramientas para la mejora continua*, Editorial Limusa. 78

Gutiérrez. (2010), *Calidad Total y Productividad*, tercera edición, Editorial Mc Graw Hill.

Chiarini A. (2012), *Lean Thining, Total Quality Control to Lean Six Sigma*, Springer Briefs in Business.

Sitio intranet BASF Mexicana.

www.Ciencia y geofisica 2017/imagen.

www.Blogspot.com filosofías de la calidad/imagen.

www.Educaci/imagen.

www.Wordpress.com/imagen.

www.Fac.org.ar/imagen.

www.spcgroup.com.mx/imagen.

www.calidad.com/6sigmametodologia/imagen.

www.Blogspot.2006/imagen.

www.Trabajo de calidad, capacidad y desviaciones/imagen.

*...Porque todas las cosas proceden de él,
(Jehová) y existen por él y para él.
¡A él (Jehová) sea la gloria por siempre!...
/Romanos 11:36/*