



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA

***MEJORA CONTINUA DE PROCESOS, UNA
ESTRATEGIA PARA GENERAR VALOR: UN
CASO DE APLICACIÓN***

T E S I S

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

INGENIERÍA DE SISTEMAS – PLANEACIÓN

PRESENTA:

ING. JORGE ESTEBAN MEDELLÍN SANTÍN



TUTOR: DR. JAVIER SUÁREZ ROCHA

Ciudad Universitaria, México D. F. Marzo 2012



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.

Jurado Asignado

Presidente: Dr. Gabriel Sánchez Guerrero

Secretario: Dra. Nelly Rigaud Téllez

Vocal: Dr. Javier Suárez Rocha

1er. Suplente: M. en I. Mariano Antonio García Martínez

2do Suplente: M. en I. José Antonio Rivera Colmenero

Lugar donde se realizó la Tesis:

Universidad Nacional Autónoma de México

Circuito Exterior, Ciudad Universitaria

Edificio Bernardo Quintana Arriola

México, D.F

Tutor de Tesis:

Dr. Javier Suárez Rocha

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

A mis padres por toda su paciencia, apoyo y comprensión.

A mis hermanos y hermanas por su amor incondicional y por enseñarme cómo disfrutar la vida mientras crecían.

A mis hijos Saris y Jan, por empujarme cada día de sus vidas a vivir con alegría entusiasmo y asombro.

A mi esposa, por su paciencia, amor y apoyo durante y después de realizar mis estudios de posgrado.

A mis compañeros de maestría por compartir su apoyo y amistad en cada momento del tiempo de estudio y de regocijo.

A mis jefes y compañeros de trabajo por darme todo su apoyo y compartir su tiempo en enseñanzas e intercambio de ideas.

A Carlos Coronado†, por haber compartido conmigo su visión del mundo y por haber sido mi mejor amigo.

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Al Dr. Javier Suárez Rocha, por sus enseñanzas académicas y profesionales.

A mis sinodales, Dra. Nelly Rigaud Téllez, Dr. Gabriel Sánchez Guerrero, M. en I. José Antonio Rivera Colmenero y M. en I. Mariano Antonio García Martínez por las perspectivas académicas brindadas.

A mi Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme la oportunidad de poder estar en contacto y trabajar con un gran acervo científico, cultural y humano.



Contenido



Contenido

	<u>Página</u>
Resumen.....	19
Abstract.....	19
Introducción.....	23
Capítulo 1: Definición del problema concreto por resolver.....	27
1.1 Construcción de la empresa como sistema.....	27
1.1.1 Ubicación temporal.....	28
1.1.2 Ubicación geográfica.....	29
1.1.3 Sector al que pertenece.....	29
1.1.4 Los principales clientes en México.....	30
1.1.5 Principales competidores en México.....	31
1.1.6 Legislación.....	34
1.1.7 Estructura organizacional.....	35
1.1.8 Cultura organizacional.....	36
1.1.9 Responsabilidad social.....	37
1.2 Identificación de la problemática.....	38
1.3 Problemas concretos por resolver.....	40
1.4 Objetivo general.....	44
1.5 Objetivos específicos.....	44
1.6 Meta del proyecto.....	45
1.7 Supuestos.....	45
Capítulo 2: Un breve estado del arte de la mejora continua de procesos.....	51
2.1 Los métodos y técnicas que utilizan la mejora continua de procesos.....	51
2.1.1 Normas ISO.....	53
2.1.2 Administración Total de la Calidad (Total Quality Management, TQM).....	57
2.1.3 Seis Sigma.....	61
2.1.4 Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing).....	68
2.1.5 Mantenimiento Total Productivo (Total Productive Maintenance, TPM).....	73



2.2 Comparativo entre las metodologías desarrolladas	83
Capítulo 3: Estrategia para generar valor	89
3.1 Generación de valor	89
3.2 Estrategia para generar valor	91
3.3 Decisión de uso de una técnica de mejora continua de procesos	92
Capítulo 4: Un caso de aplicación	97
4.1 Descripción de la situación.....	97
4.2 Estrategia para lograr los objetivos.....	102
4.2.1 Formación del equipo interdisciplinario.....	103
4.2.2 Delimitación del sistema.....	103
4.2.3 Identificar y cuantificar la pérdida de cada elemento del sistema	107
4.2.4 Identificar las principales causas de las mayores pérdidas	111
4.2.5 Plantear soluciones para disminuir las pérdidas	113
4.2.6 Implantar medida	118
4.2.7 Verificar resultados de medida implantada y cuantificar beneficios	120
4.2.8 Estandarizar formas de trabajo	126
Conclusiones y recomendaciones	131
Bibliografía.....	141
Glosario de términos	145
Proceso	145
Mejora continua	146
Mejora continua de procesos.....	147
Empresas de clase mundial.....	148
Estrategia.....	149
Generación de valor.....	150
Anexo	157



Índice de figuras

Figura 1: Sectores económicos en México	30
Figura 2: Organigrama del consejo general de la empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS	35
Figura 3: Organigrama del área corporativa de la empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS	36
Figura 4: Organigrama del área operativa de la empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS.....	36
Figura 5: Organigrama de la planta productiva en Lerma de Industrias Lewis.....	41
Figura 6: Organigrama del área productiva de mantequillas de planta Lerma de Industrias Lewis.	42
Figura 7: Organigrama del área productiva de mayonesas y aderezos de la planta de Lerma de Industrias Lewis.....	42
Figura 8: Beneficios de aplicación de la mejora continua de procesos	47
Figura 9: Definición estadística de seis sigma (6σ).....	63
Figura 10: Relación entre seis sigma (6σ) y el número de defectos por millón	63
Figura 11: Esquema gráfico de seis sigma (6σ).....	64
Figura 12: Evolución de los sistemas de mantenimiento.....	75
Figura 13: Pilares de TPM.....	78
Figura 14: Cronología de las metodologías de mejora continua de procesos	84
Figura 15: Stakeholders de una empresa.....	89
Figura 16: Mapa conceptual para la creación de valor para el accionista	90
Figura 17: Estrategia para generar valor	91
Figura 18: Distribución de áreas la planta Lerma, Estado de México	98
Figura 19: Situación deseada al implementar TPM.....	101
Figura: 20 Estrategia para lograr objetivos	102



Figura: 21 Áreas de merma de materiales en planta Lerma	104
Figura: 22 Mapeo de lugares de generación merma de materias primas de mayonesas y aderezos en la planta de Lerma.....	108
Figura 23: Mapeo de puntos de generación merma de materias primas en el área de producción de de mayonesas y aderezos	109
Figura 24: Resumen de costo de producción, después de la aplicación de la estrategia de mejora continua en planta Lerma de Industrias Lewis.....	133



Índice de tablas

Tabla 1: Productos de la empresa de manufactura de alimentos	27
Tabla 2: Principales empresas y productos que compiten con Industrias Lewis	34
Tabla 3: Desglose de gastos incurridos para la elaboración de productos	43
Tabla 4: Desglose de gastos de materiales de planta Lerma de Industrias Lewis.....	44
Tabla 5: Desglose de gastos de materiales deseados	45
Tabla 6: Desglose de gastos incurridos deseados para la elaboración de productos.....	45
Tabla 7: Las seis grandes pérdidas	76
Tabla 8: Herramientas de TPM.....	79
Tabla 9: Objetivos y beneficios de la aplicación de casos de mejora continua	80
Tabla 10: Técnicas utilizadas por TPM para mejora continua de procesos, pilar de mejora enfocada	82
Tabla 11: Resumen de las técnicas de mejora continua de procesos.....	85
Tabla 12: Atributos de Total Productive Maintenance (TPM)	94
Tabla 13: Productos fabricados en México	97
Tabla 14: Costo de producción en las plantas productivas.....	97
Tabla 15: Mermas de materiales en planta de Lerma	104
Tabla 16: Mermas de material de empaque y materia prima en planta de Lerma	105
Tabla 17: Mermas de materia prima en mayonesas y aderezos	105
Tabla 18: Mapeo de puntos de generación de merma	110
Tabla 19: Principales mermas de materia prima en mayonesas y aderezos	111
Tabla 20: Mapeo de las principales pérdidas económicas de materias primas en mayonesas y aderezos	112
Tabla 21: Principal fuente de generación de merma	112
Tabla 22: “Análisis 5W’s + 1H para merma de aceite en sistema 1”	114
Tabla 23: Análisis por qué, por qué, por sobredosificación de aceite en el sistema continuo 1	116



Tabla 24: Costo de implementación de plan de soluciones.....	119
Tabla 25: Programa de implementación de plan de soluciones	120
Tabla 26: Plan de trabajo para evitar recurrencia en merma de materiales por sobredosificación de ingredientes en el tanque mezclador.....	126
Tabla 27: Gastos de materiales logrado, después de la aplicación de la estrategia de mejora continua en planta Lerma de Industrias Lewis.....	131
Tabla 28: Gastos incurridos logrado, después de la aplicación de la estrategia de mejora continua en planta Lerma de Industrias Lewis.....	132



Índice de gráficas

Gráfica 1: Costo de producción de las plantas productivas de Industrias Lewis en México.....	39
Gráfica 2: Costo de producción deseado de la planta de Lerma de Industrias Lewis en México	47
Gráfica 3: Evolución que ha tenido la mejora continua de procesos, con base en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct	52
Gráfica 4: Evolución de las Normas ISO, con base en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct	57
Gráfica 5: Evolución de TQM, con base en el número de publicaciones	61
Gráfica 6: Evolución de seis sigma, basadas en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct	66
Gráfica 7: Evolución de Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing), con base en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct	72
Gráfica 8: “Evolución de TPM, con base en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct”	83
Gráfica 9: Comparativo de las herramientas de mejora continua de procesos, con base en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct.....	84
Gráfica 10: Comparativo de las técnicas de mejora continua de procesos, basado en la integración cultural, complejidad y recursos necesarios para su aplicación	92
Gráfica 11: “Mapeo de merma de materiales”	107
Gráfica 12: Resultado del plan de reducción de merma de aceite	121
Gráfica 13: Beneficios de reducción de merma de aceite	121
Gráfica 14: “Resultado del plan de reducción de merma de huevo entero”	122
Gráfica 15: “Resultado del plan de reducción de merma de yema”	123
Gráfica 16: Beneficios de reducción de merma de huevo entero	123
Gráfica 17: Beneficios de reducción de merma de yema	124
Gráfica 18: “Mapeo actual de mermas”	125



Resumen / Abstract



Resumen

Las empresas de hoy en día están en continua búsqueda de herramientas que les permitan mejorar la calidad de sus procesos y productos, con el fin de disminuir sus costos y ser más competitivos en el mercado.

La mejora continua de procesos es una estrategia con una serie de programas generales de acción y despliegue de recursos, que permite lograr objetivos concretos.

La aplicación de una estrategia de mejora continua de procesos, ha permitido a las empresas, no sólo reducir costos, sino también, ha sido una estrategia fundamental que genera valor a los accionistas para ser más rentables en un entorno competitivo.

El presente trabajo muestra un caso de aplicación de una estrategia de mejora continua de procesos en una empresa de manufactura de alimentos, y sus beneficios directos e indirectos al reducir las mermas en su proceso productivo.

PALABRAS CLAVE: procesos, mejora continua de procesos, estrategia, generación de valor.

Abstract

Companies today are constantly searching for tools to improve the quality of their processes and products in order to reduce costs and become more competitive in the market.

Continuous process improvement is a strategy with a series of general programs of action and deployment of resources, which allows achieving specific objectives.

The implementation of a continuous process improvement has enabled companies, to not only reduce costs, but also has been a key strategy to generate value to the stakeholders and become more profitable in a competitive environment.

This paper shows a case of implementing a strategy of continuous improvement of processes in a food manufacturing company, and its direct and indirect benefits to reduce waste in their production process.

KEYWORDS: process, continuous process improvement, strategy, value generation.



Introducción



Introducción

El presente trabajo pretende:

1. Realizar un acercamiento general de algunas metodologías de mejora continua de procesos, describiendo los siguientes puntos de cada una de ellas:

1.1 qué son.

1.2 qué características tienen.

1.3 qué herramientas utilizan para su aplicación.

1.4 cuáles son sus beneficios.

1.5 qué empresas y/o industrias utilizan las metodologías de mejora continua de procesos.

no con ello se pretende realizar un análisis exhaustivo de cada una de éstas metodologías, y mucho menos dar un ejemplo de cada una, para esto se requiere de un análisis más profundo, del cual, no es el objetivo primordial de esta investigación.

2. Describir un caso de aplicación de una de las metodologías de mejora continua de procesos analizadas en esta tesis, en una empresa de manufactura.

Para este punto, se toma como ejemplo una empresa de manufactura de alimentos, que por cuestión de confidencialidad, no se dirá el nombre real de dicha empresa, detalle de su ubicación geográfica, los productos que elabora ni la información técnica de sus procesos y de sus áreas de trabajo. Por lo tanto, se utilizará un nombre ficticio (INDUSTRIAS LEWIS) y sólo se mostrarán esquemas generales de los productos que elabora, de los organigramas jerárquicos de su personal, etc.



La descripción de la empresa se realiza en el capítulo 1, en donde también se definen los problemas concretos por resolver y los resultados esperados al aplicar una metodología de mejora continua de procesos.

3. Mostrar los beneficios que se tienen al aplicar una metodología de mejora continua de procesos y cómo dichos beneficios generan valor.



Capítulo 1

Definición del problema concreto por resolver



Capítulo 1: Definición del problema concreto por resolver

1.1 Construcción de la empresa como sistema

El presente trabajo se enfoca en una empresa de manufactura de alimentos, la cual se denominará INDUSTRIAS LEWIS, que es proveedora a nivel mundial y cotiza en la bolsa de valores de Nueva York.

Sus operaciones están presentes en más de 100 países en todo el mundo, en donde laboran más de 100,000 personas.

Tiene una inversión anual de 327 millones de euros en todo el mundo, dedicada a la investigación y desarrollo de nuevos productos.

En México cuenta con una fuerza laboral de 3,000 empleados; dos centros de manufactura (plantas productivas); 6 centros de distribución y tres divisiones de venta. Los productos que elabora son:

Productos	Planta productiva	Categoría
1. Sopas	Aguascalientes	Harinas y polvos
2. Bebidas	Aguascalientes	Harinas y polvos
3. Harina, pastas y cereales	Aguascalientes	Harinas y polvos
4. Aderezo para ensaladas	Lerma	Aderezos
5. Mantequilla	Lerma	Aderezos
6. Mayonesa	Lerma	Aderezos

**Tabla 1: Productos de la empresa de manufactura de alimentos
INDUSTRIAS LEWIS en México**



1.1.1 Ubicación temporal

La empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS se creó en 1910 con la unión de compañías ya establecidas alrededor del mundo antes del comienzo del siglo XX. Su creación se realizó en un entorno donde las duras condiciones económicas de la primera guerra mundial, trajeron dificultades para los negocios en el orbe, por lo que numerosas empresas formaron asociaciones comerciales para proteger sus intereses compartidos.

En la década de 1940, las operaciones de la empresa comienzan a fragmentarse en todo el planeta por los efectos de la segunda guerra mundial, pero el negocio del mercado de alimentos sigue expandiéndose y aumentando sus inversiones en investigación y desarrollo.

A medida que se expande la economía mundial en las décadas de los 50 y 60 (del siglo pasado), la empresa también lo hace desarrollando nuevos productos, ingresando en nuevos mercados y organizando un programa de adquisiciones muy ambicioso.

En la década de los 90 la empresa se expande en Europa Central y Oriental y se concentra en tener menos categorías de productos, por lo que vende o retira las dos terceras partes de sus marcas, llevando con esto al lanzamiento un plan estratégico enfocado al crecimiento, el cual pone más interés en las necesidades de los consumidores del nuevo siglo.

Lo que ha permitido a Industrias Lewis mantenerse en el mercado después de un siglo, es que siempre ha trabajado en la satisfacción de las necesidades básicas de sus consumidores, mediante el desarrollo de nuevos productos.



1.1.2 Ubicación geográfica

Con esta estrategia, la empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS se ubica mundialmente con marcas que cumplan con su misión¹. Los centros de manufactura (plantas productivas) en México, se localizan en Aguascalientes y en Lerma (Estado de México), siendo la planta del Estado de México la que se estudia en esta tesis.

1.1.3 Sector al que pertenece

Esta empresa (de acuerdo a los sectores económicos en México²) pertenece al sector secundario y a su vez al sector terciario, ya que sus actividades implican transformación de materias primas para producir alimentos y abarrotes a través de los más variados procesos productivos (industrial) y también implica la distribución y comercialización de los mismos.

En la figura 1 se describen los sectores económicos en México.

¹ Misión: Representa la razón de ser de la empresa; orienta toda la planificación y todo el funcionamiento de la misma; y se redacta estableciendo: a) La actividad empresarial fundamental; b) El concepto de producto que ofrece; c) El concepto de tipos de cliente a los que pretende atender.

² sectores económicos en México: México es un país con una amplia variedad de recursos naturales. Todo lo que se encuentra en la naturaleza y que puede ser aprovechado por el hombre es un recurso natural por ejemplo: los ríos, lagos, bosques, minerales, el suelo, petróleo, aire y hasta el sol.

Las personas trabajamos para obtener, transformar o intercambiar los recursos naturales y utilizarlos en nuestro beneficio. Para ello, realizamos actividades económicas que pueden pertenecer a los sectores primario, secundario o terciario. Las actividades de los tres sectores están ligadas entre sí.

- Sector primario: Incluye todas las actividades donde los recursos naturales se aprovechan tal como se obtienen de la naturaleza, ya sea para alimento o para generar materias primas.
- Sector secundario: Se caracteriza por el uso predominante de maquinaria y de procesos cada vez más automatizados para transformar las materias primas que se obtienen del sector primario. Incluye las fábricas, talleres y laboratorios de todos los tipos de industrias. De acuerdo a lo que producen, sus grandes divisiones son construcción, industria manufacturera y electricidad, gas y agua.
- Sector terciario: En el sector terciario de la economía no se producen bienes materiales; se reciben los productos elaborados en el sector secundario para su venta; también nos ofrece la oportunidad de aprovechar algún recurso sin llegar a ser dueños de él, como es el caso de los servicios. Asimismo, el sector terciario incluye las comunicaciones y los transportes.

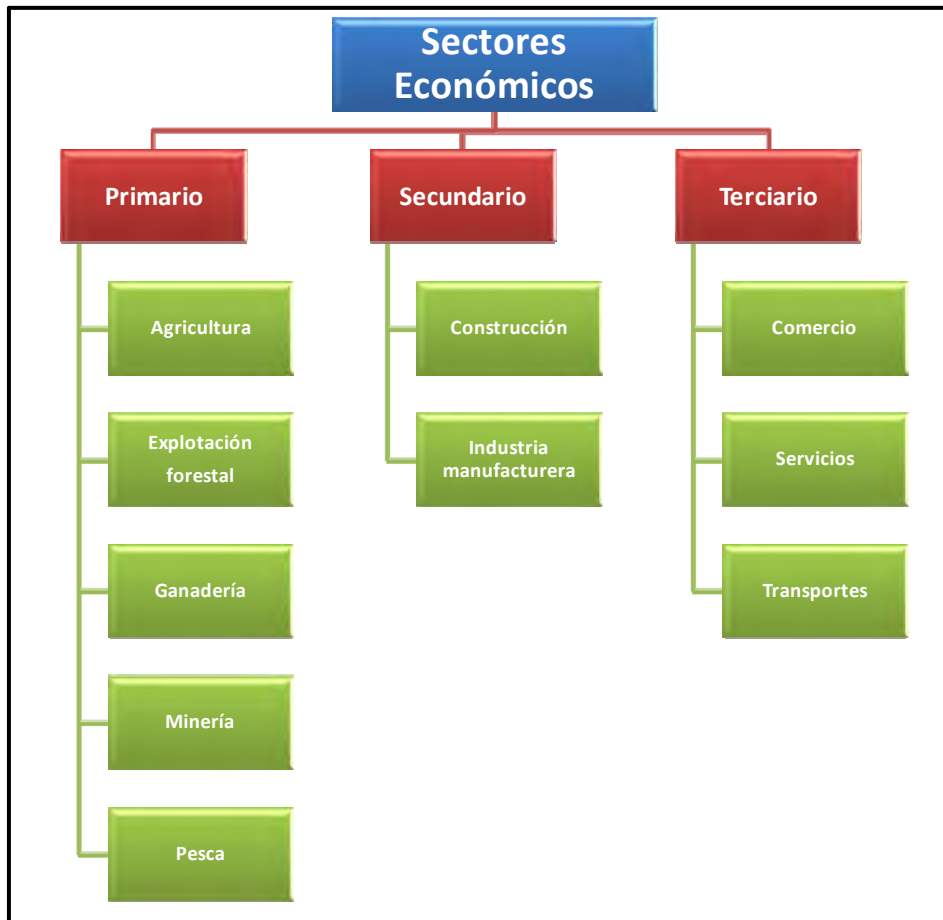


Figura 1: Sectores económicos en México

1.1.4 Los principales clientes en México

En lo que respecta a la distribución y comercialización de alimentos, bebidas y abarrotes, aproximadamente el 90% llegan al consumidor a través del sector detallista, es decir, cadenas organizadas de supermercados que cuentan con sus redes de distribución internas propias, cadenas de descuento y tiendas de conveniencia, entre todas abarcan el 35% (del 90% mencionado), teniendo el 65% (del 90% mencionado) restante de la venta las tiendas de abarrotes, las centrales de abasto y tiendas gubernamentales.



- Wal-Mart de México S.A.B. de C.V. (Superama, Bodega Aurrera, Sam's Club).
- Organización Soriana S.A.B. de C.V.
- Tiendas Chedraui, S.A. DE C.V.
- Comercial Mexicana, S.A. de C.V.

El 10% restante lo proveen las empresas de servicios de alimentación, ya sean organizadas (restaurantes y hoteles) o "informales" (millones de vendedores ambulantes de alimentos frescos y/o preparados).

- Vips (Wal-Mart de México S.A.B. de C.V.)
- Los Bisquets Bisquets Obregón (AMF), (Desarrolladora de Franquicias Los Bisquets Bisquets)
- Toks (Grupo Gigante)
- Sanborns (Grupo Sanborns)
- Hoteles Fiesta Americana (Grupo Posadas, Inc. All Rights Reserved)
- Hoteles Holiday Inn (Holiday Inn Mexicana S.A.)
- Hoteles Fiesta Inn (Grupo Posadas, Inc. All Rights Reserved)
- Pastelería El Globo (Grupo Sanborns)

1.1.5 Principales competidores en México

Los principales competidores son:

- Unilever
- Nestlé
- Grupo Herdez
- Kraft Foods
- Unifoods



Unilever

Es propietario de más de 400 marcas como resultado de adquisiciones. De Unilever 25, principales marcas representan más del 70% de las ventas. Las marcas se reparten casi totalmente en dos categorías: alimentos y bebidas, y cuidado personal y del hogar.

Nestlé

Es la compañía agroalimentaria más grande del mundo. Tiene su sede central en Vevey, Suiza. La gama de productos ofertada por Nestlé incluye desde agua mineral, hasta comida para animales, pasando por productos del cacao y de lácteos.

Nestlé tiene operaciones en más de 86 países, con 276,000 empleados y 480 fábricas a nivel mundial y comercializa sus productos en 130 países de todo el planeta.

Grupo Herdez

Es una de las compañías líderes en el sector de alimentos procesados en México, con una importante presencia en E.U.A. y Canadá. Gracias a la experiencia de más de 90 años en el mercado, Herdez se ha posicionado como una empresa de gran prestigio a nivel nacional e internacional, reconocida por la alta calidad de sus productos alimenticios.

Grupo Herdez produce y comercializa más de 600 productos con las marcas: Herdez, Del Fuerte, McCormick, Doña María, Barilla, Yemina, Vesta, Nair, Embasa, La Victoria, Búfalo, La Gloria, Carlota, Blasón, y Hormel, entre otras, las cuales tienen un elevado reconocimiento y valor en el mercado. Adicionalmente, distribuye y comercializa salsas de soya Kikkoman y bebidas de arándano Ocean Spray.



La empresa cuenta con 10 plantas, oficinas corporativas y 9 centros de distribución localizados en la República Mexicana, en donde laboran más de 6,500 personas, atendiendo aproximadamente a 12,000 clientes.

Kraft Foods

Es la empresa número uno en la industria de alimentos y bebidas en Estados Unidos y la segunda a nivel mundial, con ventas netas superiores a los 49 mil millones de dólares y contribuciones sociales por más de 100 millones de dólares.

Cotiza en la bolsa de Nueva York y sus productos se comercializan en aproximadamente 170 países con más de 127 mil empleados a nivel mundial. Las marcas base de Kraft están en la bebida, los lácteos y sus derivados, los snacks³, confitería y cereales.

Unifoods

Es una empresa 100% mexicana con más de 70 años en el mercado, durante los cuales, su prestigio ha llevado al grupo a obtener su internacionalización más distribución directa, más distribuidores, franquicias y marcas, cuyo enfoque está orientado a satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes y consumidores finales, fabricando, distribuyendo y comercializando bebidas y productos lácteos de marcas líderes en el mercado y de tradición en México como: Bonafina, Chipilo, Biorganic, Shak, del Rancho, El Rancherito, Gina, entre otros.

En resumen, en la tabla 2 se muestran las principales empresas competidoras de Industrias Lewis:

³ Los snacks son un tipo de alimento que no es considerado como uno de los alimentos principales del día (desayuno, almuerzo, comida, merienda o cena). Generalmente se utiliza para satisfacer el hambre temporalmente, proporcionar una mínima cantidad de energía para el cuerpo, o simplemente por placer.



Industrias Lewis	Unilever	Nestlé	GRUPO HERDEZ	Kraft Foods Inc.	Unifoods
Sopas	Knorr		Yemina, Barilla, Vesta		
Bebidas	Lipton	Santa María, Pureza Vital, Perrier, S. Pellegrino	Ocean Spray, Jugo 8 Verduras, Fest In, ALME-JITO	Tang, Frisco, Clight	Bonafina
Harina, pastas y cereales		Trix, Nesquik, Nesquik Duo, Lucky Charms, Cookie Crisp, Cini Minis, Fitness, Basic 4, Cheerios Zucosos, Gold			
Aderezos para ensaladas	Hellmann's	Crosse & Blackwell	McCormick, DelFuerte, Embasa, Kikkoman	Puré de tomate	
Mantequillas	Iberia, Primavera				Chipilo
Mayonesa	Mayonesa Hellmann's	CHEF®	Mayonesa McCormick	Mayonesa Kraft	
6	5	4	4	3	2

Tabla 2: Principales empresas y productos que compiten con Industrias Lewis

1.1.6 Legislación

La empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS está sujeta, en México, a leyes internacionales como nacionales. A continuación se mencionan algunas de ellas.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

- Ley Federal de Trabajo Código de trabajo.
- Ley General de Sociedades Mercantiles.
- Código de Comercio.
- Ley de Inversión Extranjera.
- Ley de los Impuestos Generales de Importación y Exportación.
- Ley del Impuesto especial sobre producción y servicios.
- Ley Aduanera.



- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Ley General de Protección Civil.

1.1.7 Estructura organizacional

Dado que la empresa Industrias Lewis tiene operaciones en distintos países, su estructura está formada por:

- **Consejo general**, formado por altos funcionarios (presidentes y vicepresidentes) encargados de definir estrategias globales, regionales y locales, para las plantas de manufactura de Industrias Lewis, con el objetivo de incrementar ganancias a la empresa y a sus accionistas.
- **Área corporativa**, consta de miembros directivos que analizan las tendencias y necesidades locales de cada país y al mismo tiempo implementan las estrategias del consejo general.
- **Área operativa**, es responsable de la operación de cada una de las plantas productivas en cada país y reporta directamente al área corporativa a través de sus directores de planta.

En las siguientes figuras se muestra la estructura jerárquica de estas tres áreas:

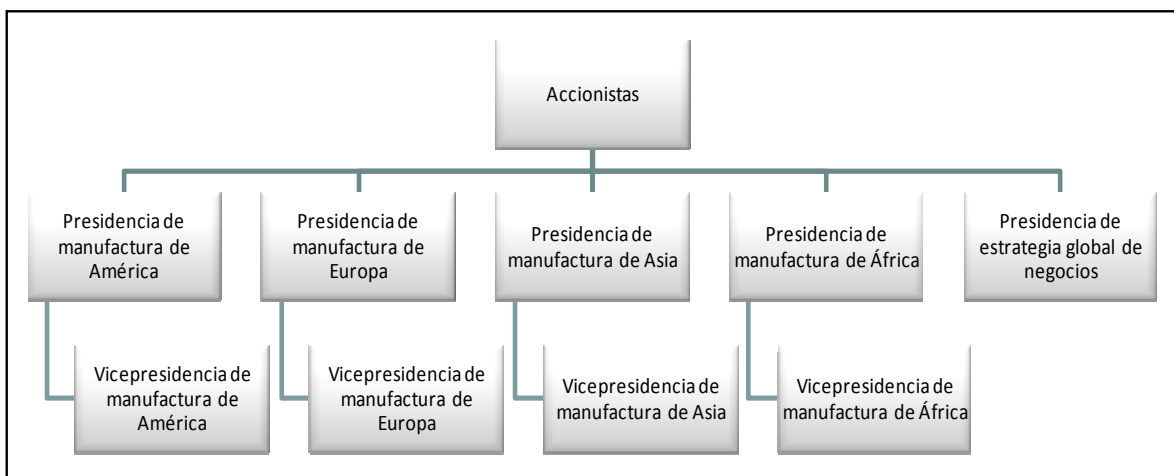


Figura 2: Organigrama del consejo general de la empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS



Donde las vicepresidencias de manufactura de América, Europa, Asia y África tienen a su cargo el área corporativa con la siguiente estructura jerárquica:

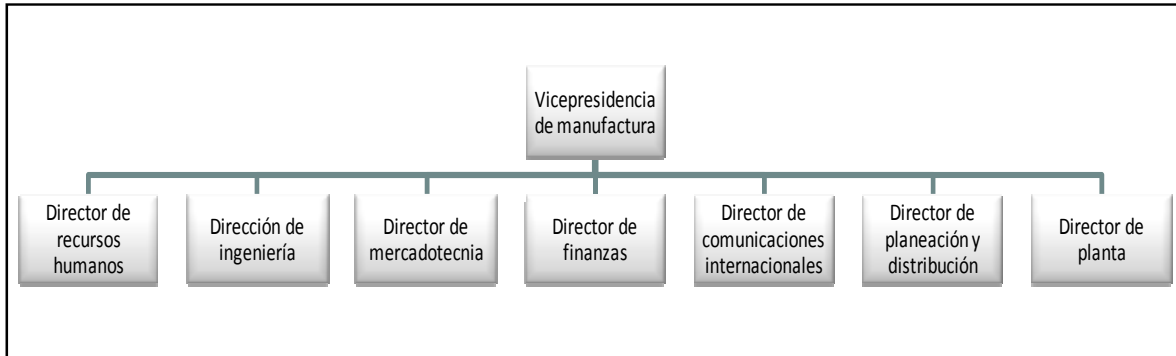


Figura 3: Organigrama del área corporativa de la empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS

Y el área operativa, tiene la siguiente estructura jerárquica para cada una de sus plantas productivas:

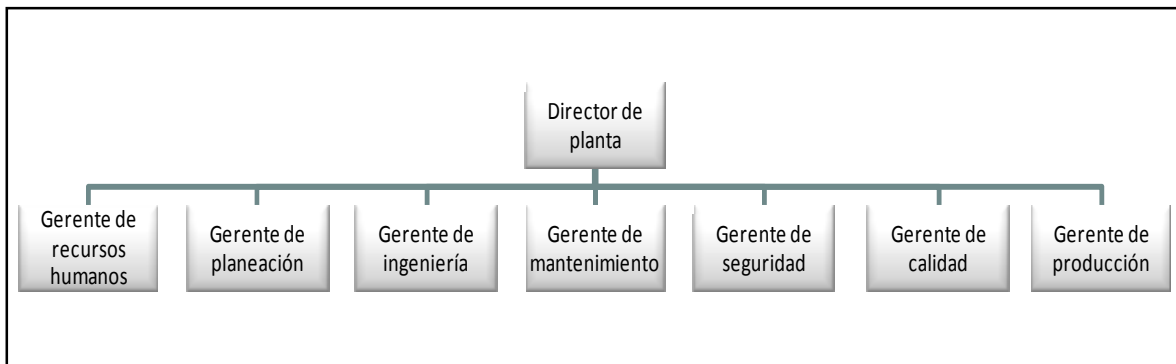


Figura 4: Organigrama del área operativa de la empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS

1.1.8 Cultura organizacional

La empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS hace énfasis en el talento humano y lo considera como uno de los activos más importantes de la empresa y es por ello que cuenta con una serie de factores que contribuyen al aumento de productividad de los empleados.



En cada planta y oficina de la empresa, existe una tienda donde los empleados pueden adquirir todos los productos que elabora la empresa a un bajo costo, variando de un 30 a 50% de descuento en los productos, cuentan también con áreas para realizar actividades deportivas y con asesorías nutricionales, con el objetivo de cuidar el bienestar del personal que labora en Industrias Lewis.

Esta empresa cuenta con un programa de responsabilidad social en el cual los empleados pueden colaborar, aportando ideas y tiempo como: donaciones (para casas de asistencia a adultos mayores, casas hogar y ayuda a personas con discapacidad), actividades para la conservación del medio ambiente (programas de reforestación), y del entorno laboral (reconocimientos al desempeño de sus empleados).

1.1.9 Responsabilidad social

En todo el mundo la empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS está involucrada en una gran variedad de causas sociales y ambientales para ayudar a la gente, sus comunidades y el medio ambiente.

Su política no consiste en imponerles programas globales sociales a los gerentes, sino que les brinda la oportunidad de decidir lo que les conviene a sus negocios y sus sociedades locales. Si bien los desafíos que enfrenta la empresa son globales, como la salud, la educación y el medio ambiente, el énfasis que se le da a cada tema varía de un país a otro. Además, muchos de sus proyectos locales están vinculados a las iniciativas globales de sustentabilidad. El compromiso con la comunidad le brinda beneficios, tanto a sus negocios como a las comunidades que apoya.



1.2 Identificación de la problemática

La empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS está dedicada a la satisfacción de sus consumidores, así como de su entorno (accionistas, proveedores, clientes, medio ambiente, sociedad, gobierno local y federal).

El hecho de cotizar en la bolsa de valores de Nueva York, la obliga también a desarrollar estrategias que le permitan generar mayores utilidades y mejores rendimientos para sus accionistas, las cuales abarcan la ejecución de planes financieros, organizativos y operativos.

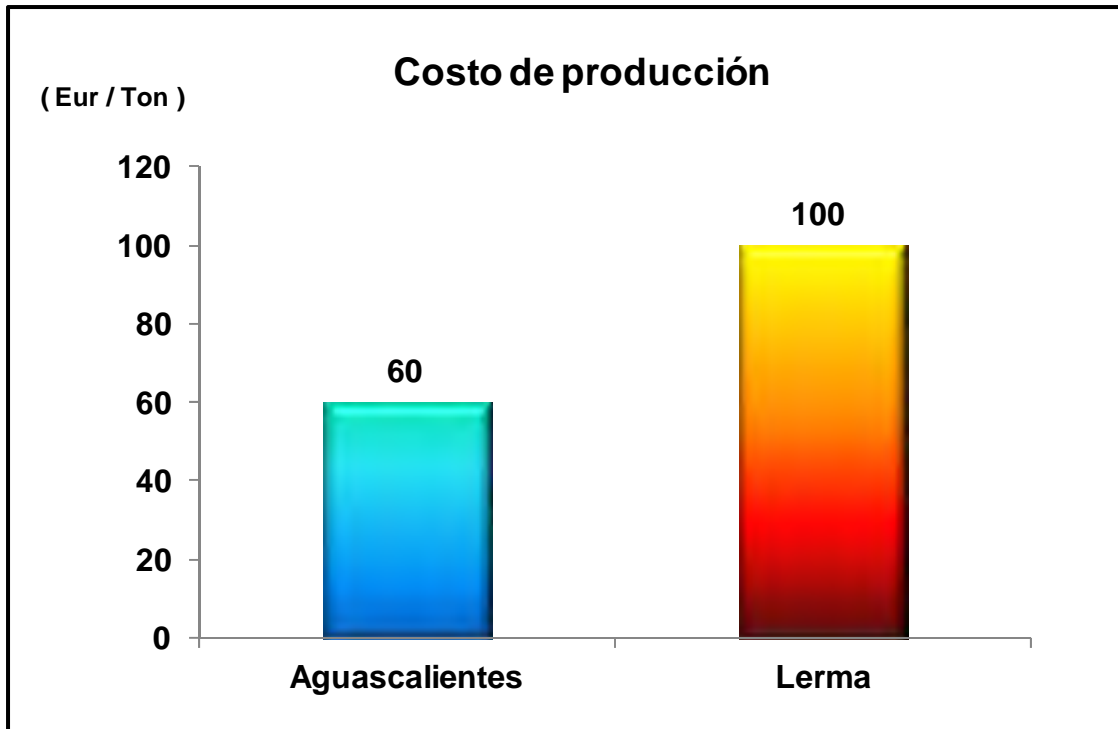
Como plan operativo, el área de estrategia global de negocios de Industrias Lewis, ha definido implementar un sistema de mejora continua de procesos, para reducir los costos de producción⁴ en sus plantas productivas.

Como primer paso, Industrias Lewis realiza el análisis de los costos de producción de sus plantas productivas de cada país donde opera, para detectar diferencias importantes, teniendo en la siguiente gráfica el costo de producción de sus plantas productivas en México:

⁴ Costo de producción: cuantificación económica de los gastos incurridos para la obtención de un bien. Incluye el costo de los materiales (materia prima y material de empaque), mano de obra y los gastos indirectos de fabricación cargados a los trabajos en su proceso. La forma de asociar los gastos indirectos de fabricación, variará de acuerdo a las necesidades cada empresa.

El costo de producción forma parte de la contabilidad de costos, que es un sistema de contabilidad que da a conocer los costos de productos fabricados y de materias primas consumidas, en función del volumen ó cantidad de producto producido.

El uso de la contabilidad de costos permite una información periódica sobre la posición financiera de la empresa, sus resultados, el cumplimiento de sus obligaciones y una visión de conjunto de los costos de su actividad de manufactura, ayudando también a localizar áreas de desperdicio.



Gráfica 1: Costo de producción de las plantas productivas de Industrias Lewis en México

El costo de producción se calcula de la siguiente forma:

$$\text{costo de producción} = \frac{\text{gastos incurridos para la elaboración de productos en cada planta}}{\text{volumen total de producción de cada planta}}$$

donde el desglose de gastos incurridos en la elaboración de productos, es:

$$\text{gastos incurridos} = \text{materiales} + \text{costo de conversión} + \text{administración}$$

los gastos relacionados a materiales son:

$$\begin{aligned} \text{materiales} &= \text{materia prima} + \text{material de empaque} \\ &+ \text{merma de (materia prima y material de empaque)} \end{aligned}$$

los gastos relacionados a costo de conversión son:

$$\text{costo de conversión} = \text{depreciación de equipos} + \text{mano de obra} + \text{mantenimiento} + \text{servicios}$$



donde:

mano de obra = mano de obra de personal operativo (tiempo normal + tiempo extra)

mantenimiento = gastos de reparación y de mantenimiento a equipos

servicios = electricidad + vapor + aire comprimido + refrigeración

los gastos relacionados a administración son:

*administración = salarios de personal administrativo + papelería + cómputo + mobiliario
+ teléfono + artículos de limpieza*

El total de gastos promedio mensuales para la elaboración de productos que tiene la planta de Lerma es de 500,000 euros (Eur) y el volumen total promedio mensual de producción es de 5,000 toneladas (Ton). Entonces el costo de producción es de:

$$\text{costo de producción} = \frac{500,000 \text{ Euros}}{5,000 \text{ toneladas}} = 100 \frac{\text{euros}}{\text{tonelada}}$$

De la gráfica 1, se tiene que el costo de producción de planta Lerma de Industrias Lewis, es mayor al costo de producción de la planta de Aguascalientes, entonces se tomará la planta de Lerma, para implementar el sistema de mejora continua de procesos.

1.3 Problemas concretos por resolver

En este contexto se analiza la estructura de operación de la planta productiva ubicada en Lerma, y tiene la siguiente estructura jerárquica:

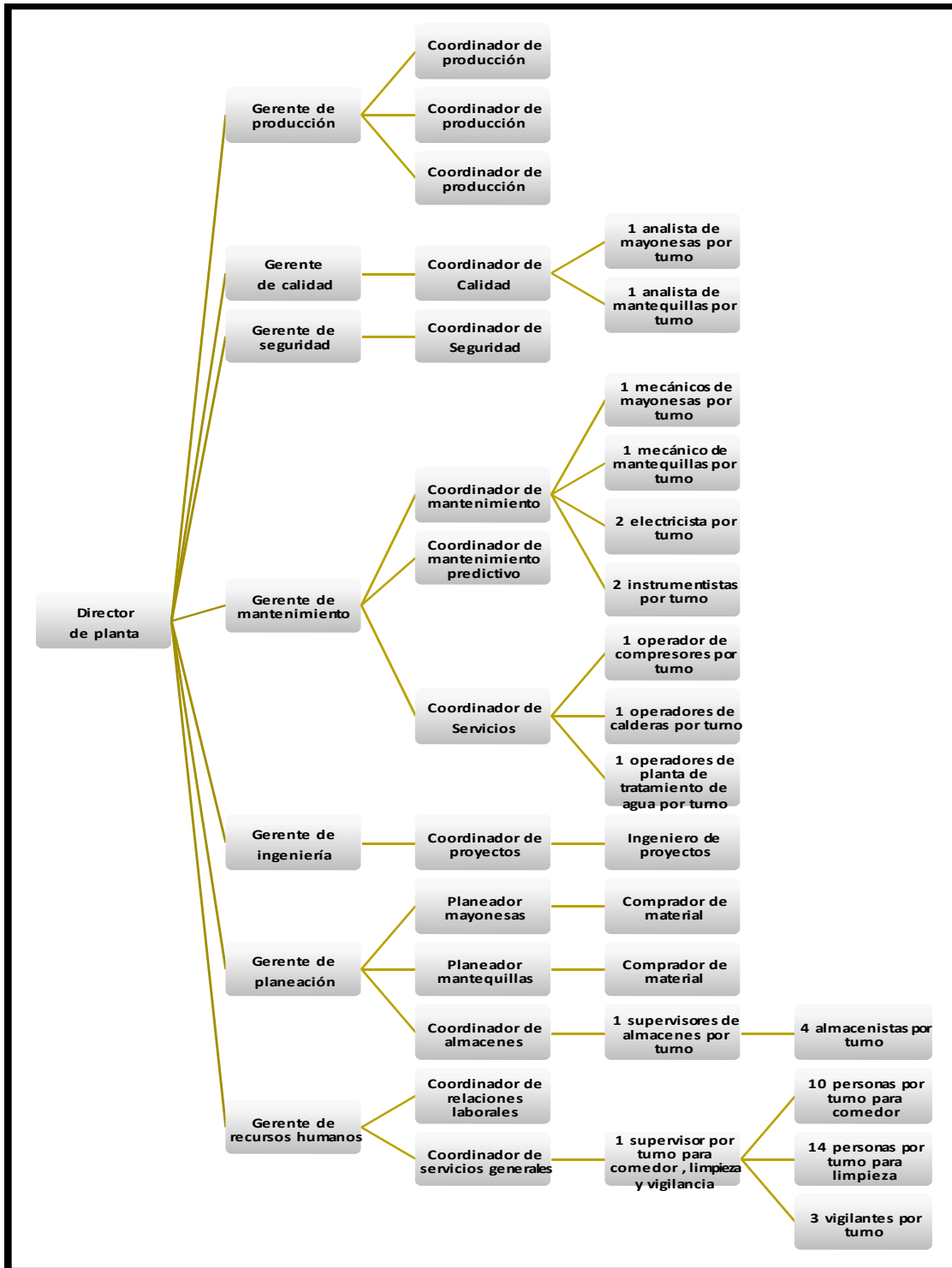


Figura 5: Organigrama de la planta productiva en Lerma de Industrias Lewis

Donde el coordinador de producción es responsable de las dos áreas productivas (mantequillas, mayonesas y aderezos), con el siguiente nivel jerárquico mostrado en las figuras 6 y 7:

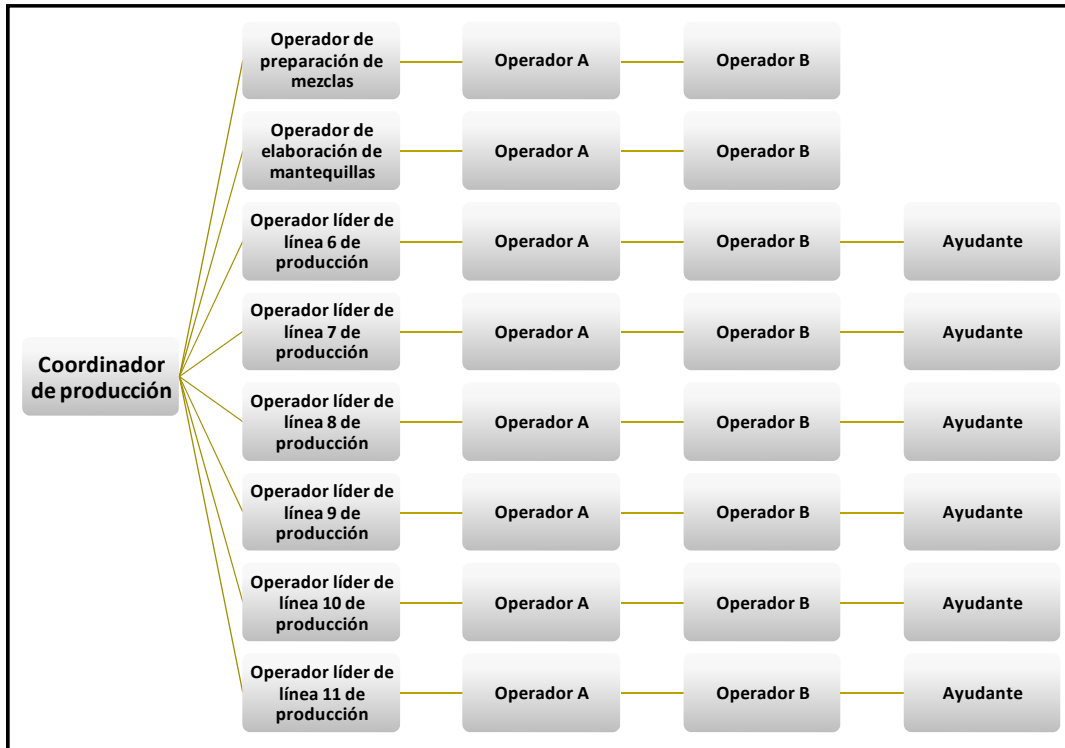


Figura 6: Organigrama del área productiva de mantequillas de planta Lerma de Industrias Lewis

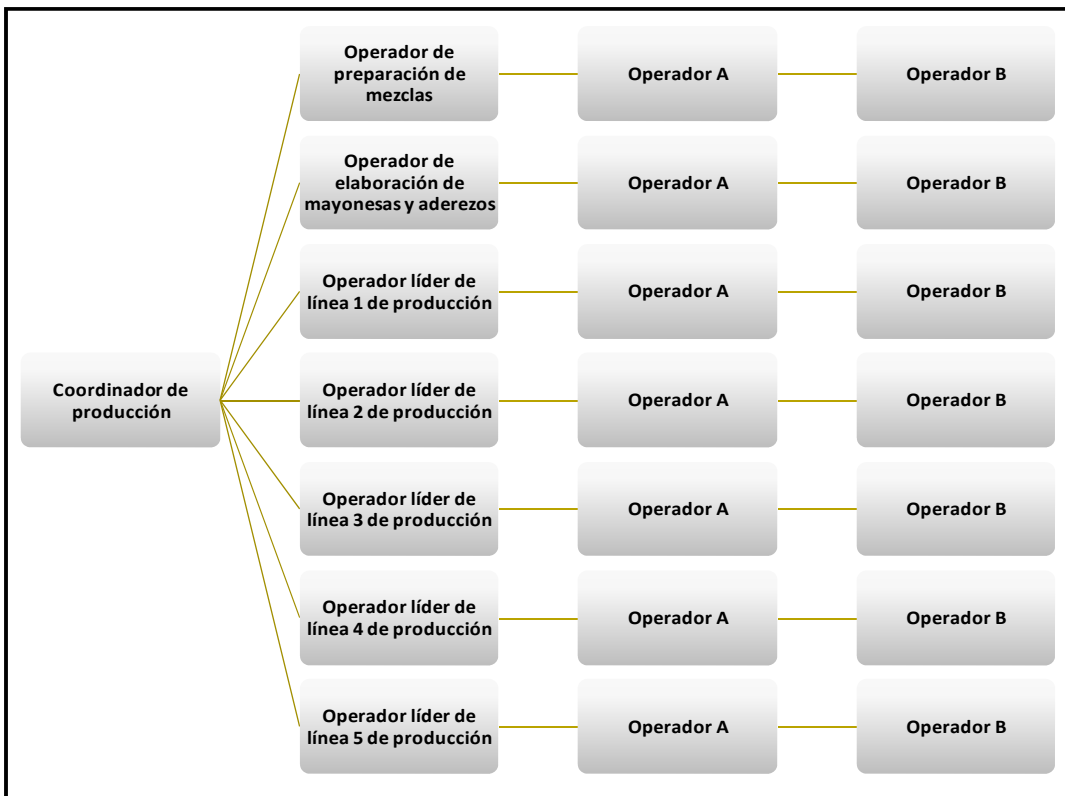


Figura 7: Organigrama del área productiva de mayonesas y aderezos de la planta de Lerma de Industrias Lewis



El personal total que labora en la planta de Lerma, es de 310 personas, distribuido de la siguiente forma:

- **25 personas administrativas.** 1 director de planta, 7 gerentes, 12 coordinadores, 2 planeadores (uno para mantequillas y el otro para mayonesas y aderezos), 1 ingeniero de proyectos y 2 compradores de material (uno para mantequillas y el otro para mayonesas y aderezos).
- **285 personas en el área operativa.** 3 analistas de mayonesas, 3 analistas de mantequillas, 6 mecánicos, 6 electricistas, 6 instrumentistas, 9 operadores de las áreas de servicios, 3 supervisores de almacenes, 12 almacenistas, 3 supervisores para comedor y limpieza, 42 personas para limpieza, 30 personas para el comedor, 9 vigilantes, 90 operadores para mantequillas y 63 operadores para mayonesas y aderezos.

Esta estructura (descrita en las figuras 5, 6 y 7) genera mensualmente en promedio 500,000 euros de gasto para la elaboración de productos en planta de Lerma, que tomando el tipo de cambio de 17 pesos (M.N.) por euro, tenemos:

$$gastos = 500,000 \text{ euros} \times 17 \frac{\text{pesos (M.N.)}}{\text{euro}} = 8'515,000 \text{ pesos (M.N.)}$$

Desglosando los gastos, tenemos:

Gastos (M.N.)		
materiales	5,109,000	60%
costo de conversión	2,554,500	30%
administración	851,500	10%
	8,515,000	100%

Tabla 3: Desglose de gastos incurridos para la elaboración de productos de planta de Lerma de Industrias Lewis

Dado que los gastos de materiales representan el 60% del total de los gastos, se desglosará este concepto:



Gastos de materiales (M.N.)		
materia prima	2,574,750	50%
material de empaque	1,277,250	25%
merma de materia prima y material de empaque	1,257,000	25%
	5,109,000	100%

Tabla 4: Desglose de gastos de materiales de planta Lerma de Industrias Lewis

El problema concreto a resolver es reducir el costo de producción de la planta de Lerma de Industrias Lewis, para lograrlo se iniciará primero a través de la reducción de los gastos de materiales, en específico, a través de la reducción de merma de materiales (\$1'257,000 M.N. de mermas al mes), de aquí se parte para definir:

1.4 Objetivo general

Aplicar la mejora continua de procesos como una estrategia para generar valor, en la planta productiva en Lerma de INDUSTRIAS LEWIS, a través de:

1.5 Objetivos específicos

- ✓ Utilizar “TPM⁵” como herramienta para la mejora continua de procesos.
- ✓ Reducir mermas de materiales en área de producción para reducir costos de fabricación y generar valor a la empresa.
- ✓ Definir una estrategia para definir cómo reducir las mermas de materiales.
- ✓ Elaborar un sistema de indicadores que permita monitorear y controlar la merma de materiales.

⁵ TPM: Es una estrategia para mejorar la eficiencia de los procesos productivos de una empresa. La abreviatura TPM significa “Total Productive Maintenance”, donde la palabra “Total” implica “total participación”, es decir, que cada persona de la empresa desde el director hasta los operadores de las líneas de producción deben participar con un rol activo en mantenimiento productivo.



1.6 Meta del proyecto

Reducir en un 50% la merma de materiales en las áreas productivas (actualmente tiene \$1'257,000 M.N. de mermas al mes), de la planta productiva de Lerma, Estado de México.

1.7 Supuestos

Con la elaboración e implementación de una estrategia de mejora continua de procesos, se pretende reducir un 50% de merma de materiales, con lo cual se tendrían los siguientes beneficios:

Gastos de materiales (M.N.)		
Concepto	Actual	Deseado
materia prima	2,574,750	2,574,750
material de empaque	1,277,250	1,277,250
merma de materia prima y material de empaque	1,257,000	628,500
Subt total	5,109,000	4,480,500

**Tabla 5: Desglose de gastos de materiales deseados
de la planta de Lerma de Industrias Lewis**

Reducir la merma promedio mensual de \$1'257,000 (M.N.) a \$628,500 (M.N.), con esto llevaría a tener un gasto de materiales (materia prima, material de empaque y merma de materiales) de \$4'480,500 (M.N.).

Con este gasto de materiales deseado, se tendría el un gasto total de \$7'886,500 (M.N.) para la elaboración de productos en planta de Lerma, mostrado en la siguiente tabla:

Gastos (M.N.)		
Concepto	Actual	Deseado
materiales	5,109,000	4,480,500
costo de conversión	2,554,500	2,554,500
administración	851,500	851,500
Total	8,515,000	7,886,500

**Tabla 6: Desglose de gastos incurridos deseados para la elaboración de productos
de planta de Lerma de Industrias Lewis.**



Convirtiendo a euros los gastos incurridos deseados para la elaboración de productos en planta de Lerma, tenemos:

tipo de cambio: 17 pesos (M.N.) por euro

$$gastos = 7'886,500 \text{ pesos (M.N.)} \div 17 \frac{\text{pesos (M.N.)}}{\text{euro}} = 463,095 \text{ euros}$$

Y considerando un volumen contante de 5,000 toneladas por mes, tendríamos un costo de producción de:

$$\text{costo de producción (desado)} = \frac{463,095 \text{ Euros}}{5,000 \text{ toneladas}} = 93 \frac{\text{euros}}{\text{tonelada}}$$

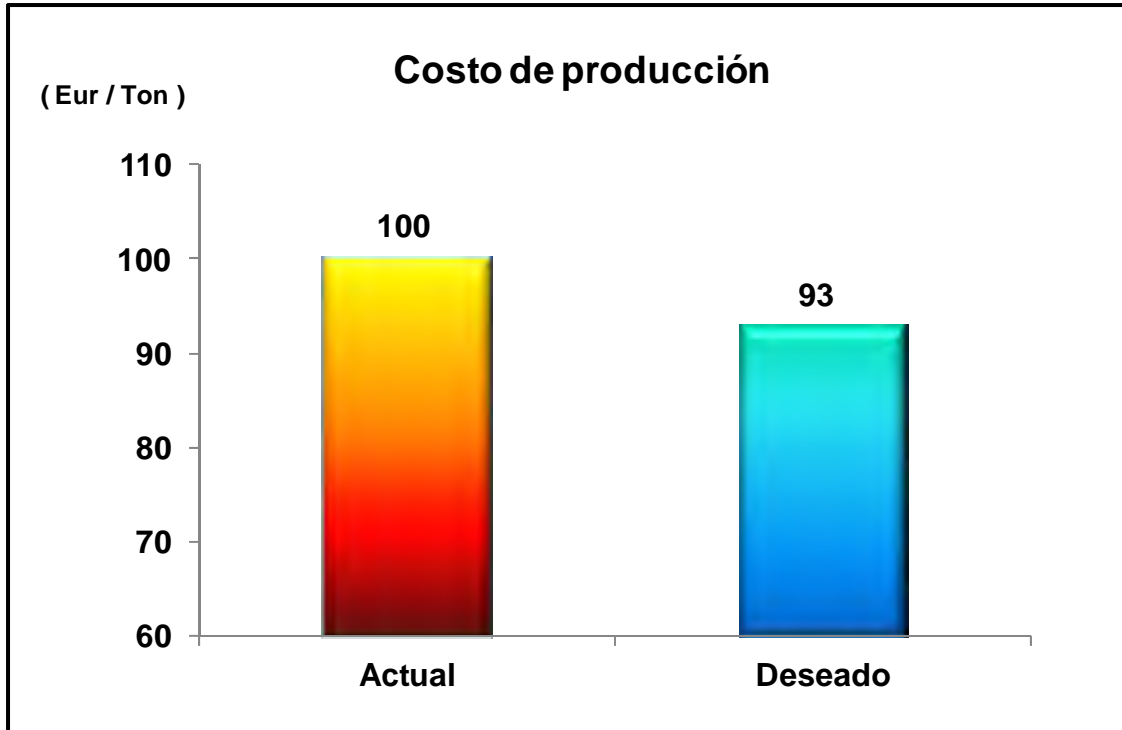
Con esto, el costo de producción se reduciría en un 7% del total que tiene actualmente la planta de Lerma de Industrias Lewis, calculado de la siguiente forma:

beneficio en costo de producción

$$= 100 \text{ (actual)} \frac{\text{euros}}{\text{tonelada}} - 93 \text{ (desado)} \frac{\text{euros}}{\text{tonelada}} = 7 \frac{\text{euros}}{\text{tonelada}}$$

$$\text{beneficio en costo de producción} = 7 \frac{\text{euros}}{\text{tonelada}} \div 100 \frac{\text{euros}}{\text{tonelada}} = 7\%$$

En la gráfica 2, se muestra visualmente el costo de producción deseado vs el costo de producción actual que tiene la planta de Lerma de Industrias Lewis.



Gráfica 2: Costo de producción deseado de la planta de Lerma de Industrias Lewis en México

Adicionalmente se esperan los resultados parciales mostrados en la siguiente figura:

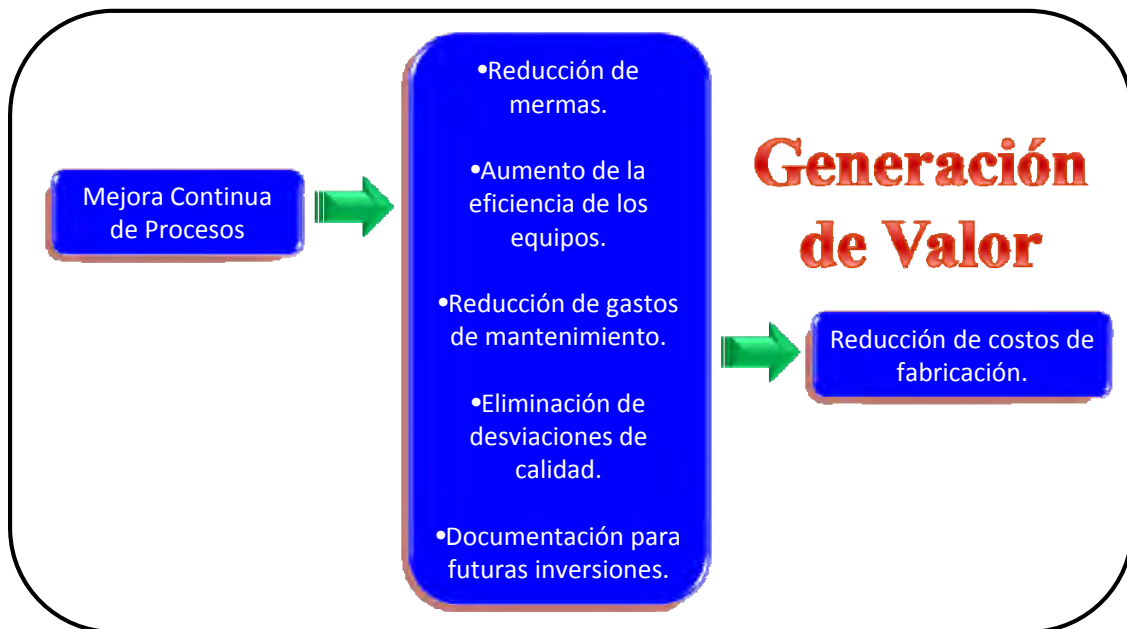


Figura 8: Beneficios de aplicación de la mejora continua de procesos



Capítulo 2

Un breve estado del arte de la mejora continua de procesos



Capítulo 2: Un breve estado del arte de la mejora continua de procesos

2.1 Los métodos y técnicas que utilizan la mejora continua de procesos

Los continuos y acelerados cambios en materia tecnológica, conjuntamente con la reducción en el ciclo de vida de los bienes y servicios, exigen a las empresas mayores niveles de calidad, acompañados de mayor variedad, menores costos y tiempo de respuestas, por lo cual, requieren la aplicación de métodos que en forma armónica permitan hacer frente a estos desafíos.

Esto exige a los empresarios niveles cada vez más superiores en materia de capacitación y asesoramiento, tanto para el desarrollo de planes estratégicos, como para incrementar la competitividad de sus empresas.

En este contexto y considerando que los mejores niveles de calidad, los más bajos costos y los menores tiempos de entrega actualmente dejan de ser ventajas competitivas para pasar a ser necesidades básicas por los efectos de participar en el juego de mercado⁶, se convierten en primer plano, diversas técnicas o métodos administrativos que permiten a muchas empresas sobrevivir ante diversas crisis, y ser catalogadas como de clase mundial.

⁶ Mercado: Medio a través del cual organizaciones o individuos realizan un intercambio económico para comprar bienes, servicios, ideas ó lugares para satisfacer sus necesidades. Las empresas tienen identificado geográficamente su mercado. En la práctica, los mercados se dividen de la siguiente manera:

- Mercado metropolitano: Se trata de un área dentro y alrededor de una ciudad relativamente grande.
- Mercado de intercambio comercial al mayoreo: Es aquel que se desarrolla en áreas donde las empresas trabajan al mayoreo dentro de una ciudad.
- Mercado local: Es la que se desarrolla en una tienda establecida o en modernos centros comerciales dentro de un área metropolitana.
- Mercado nacional: Es aquel que abarca todo el territorio nacional para el intercambio de bienes y servicios.
- Mercado regional: Es una zona geográfica determinada libremente, que no coincide de manera necesaria con los límites políticos.
- Mercado internacional: Es aquel que se encuentra en uno o más países en el extranjero.



La evolución que ha tenido la mejora continua de procesos, en base al número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct⁷, es:



Gráfica 3: Evolución que ha tenido la mejora continua de procesos, con base en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct

La gráfica 3 muestra que las investigaciones de la mejora continua de procesos, ha estado creciendo de manera significativa en las últimas dos décadas, lo cual genera una gran aceptación por parte de las empresas para aplicar las metodologías de cada técnica.

La mejora continua de procesos más que un enfoque o concepto, es una estrategia, y como tal constituye una serie de programas generales de acción y despliegue de recursos para lograr objetivos completos, ya que el cambio en el proceso debe ser progresivo.

Las estrategias que han surgido como parte de la mejora continua de procesos, entre otras, son las siguientes:

- ✓ Normas ISO.
- ✓ Administración total de la calidad (Total Quality Management, TQM).
- ✓ Mantenimiento total productivo (Total Productive Manufacturing, TPM).
- ✓ Manufactura esbelta (Lean Manufacturing).
- ✓ Seis Sigma.

Las cuales se describen a continuación.

⁷ Science Direct: Es una biblioteca electrónica con fuente de información para la investigación científica, técnica y médica.



2.1.1 Normas ISO

La International Organization for Standardization (ISO), en español organización internacional para la estandarización, ha desarrollado más de 18,500 normas internacionales de una variedad de temas y unas 1,100 nuevas normas ISO se publican cada año.

ISO es el mayor desarrollador mundial y editor de Normas Internacionales. Es una red de los institutos de normas nacionales de 163 países, un miembro por país, con una Secretaría Central en Ginebra, Suiza, que coordina el sistema.

ISO es una organización no gubernamental que forma un vínculo entre los sectores público y privado. Por un lado, muchos de los institutos miembros son parte de la estructura gubernamental de sus propios países, o están obligados por su gobierno. Por otro lado, otros miembros tienen sus raíces únicamente en el sector privado, habiendo sido creada por las asociaciones nacionales de la industria.

Por lo tanto, ISO permite un consenso para llegar a soluciones que satisfagan tanto las necesidades de negocio y las necesidades más amplias de la sociedad.

Las normas ISO serie 9000, representan un consenso internacional sobre buenas prácticas de gestión de calidad. Se componen de normas y directrices relativas a los sistemas de gestión de calidad y de las normas de apoyo, las cuales han tenido una gran difusión y aplicación en todo el mundo.

En los últimos años hubo un vuelco significativo con respecto a utilizar las normas ISO 9000 como modelo de gestión de aseguramiento de calidad y han sido adoptadas en más de setenta (70) países y alrededor de 100.000 empresas, ya se encuentran certificadas.



ISO designa un conjunto de normas establecidas de calidad y gestión continua de la calidad, las cuales pueden aplicarse en cualquier tipo de organización o actividad orientada a la producción de bienes o servicios. Estas normas recogen tanto el contenido mínimo como las guías y herramientas específicas de implantación, así como los métodos de auditoría, las cuales son:

- ✓ ISO 9000:2005: Son los fundamentos y el vocabulario empleado en la norma ISO 9001.
- ✓ ISO, 9001:2008: Contiene los requisitos que han de cumplir los sistemas de la calidad, contractuales o de certificación.
- ✓ ISO, 9004: Son las directrices para la mejora del desempeño en una organización.

Características

Los sistemas de calidad tienen como finalidad organizar los recursos con el fin de lograr ciertos objetivos, mediante el establecimiento de reglas y una infraestructura que, si se siguen y mantienen, producirá los resultados deseados.

Además, la norma establece los ocho principios de la gestión de la calidad que son:

- 1) El enfoque al cliente.
- 2) El liderazgo.
- 3) La participación del personal.
- 4) El enfoque basado en procesos.
- 5) El enfoque de sistema para la gestión.
- 6) La mejora continua.
- 7) El enfoque basado en hechos para la toma de decisiones.
- 8) Las relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.



En los estándares del grupo ISO-9001:2008 se hace referencia al establecimiento del Sistema de Gestión de la Calidad (SGS), las responsabilidades de la alta dirección, la gestión de los recursos empleados en la producción, la realización del producto, así como la medición y análisis de mejora.

Su implantación ofrece varias ventajas para las empresas, entre ellas:

- ✓ Estandarizar las actividades del personal que labora en la organización por medio de la documentación.
- ✓ Medir y monitorear el desempeño de los procesos.
- ✓ Disminuir re-procesos⁸, re-trabajos ó actividades que se tienen que volver a realizar por errores ó defectos en el producto terminado.
- ✓ Incrementar la eficacia y/o eficiencia de la organización en el logro de sus objetivos.
- ✓ Mejorar continuamente en los procesos, productos, insumos, etc.

Para verificar que se cumplan los requisitos de las normas, existen unas entidades de certificación que auditan la implantación y mantenimiento, emitiendo un certificado de conformidad. Estas entidades son vigiladas por organismos nacionales que regulan su actividad.

Herramientas

La versión ISO-9001:2008 hace énfasis en un enfoque de sistemas que focaliza los procesos realizados en la organización, pone en práctica el denominado “Círculo de Deming” que es una herramienta para el examen de los procesos mediante el ciclo (planear-hacer-verificar-actuar), con el objeto de apoyar la mejora continua y la interrelación de los procesos. Las actividades generales son:

⁸ En este trabajo se denomina re-proceso a toda aquella actividad que se tenga que repetir, ocasionada por una deficiencia en el proceso productivo.



- 1) Identificar procesos.
- 2) Determinar secuencia de los procesos identificados.
- 3) Asegurar la disponibilidad de recursos para recolectar información del comportamiento del proceso.
- 4) Determinar criterios para la toma de decisiones en caso de presentarse eventualidades.
- 5) Asegurar control para casos fuera de lo establecido en el proceso (identifica).
- 6) Realizar seguimiento, medición y análisis constante del proceso y su comportamiento.

Con el fin de ser certificado bajo la norma ISO 9001:2008, las organizaciones deben elegir el alcance de la actividad profesional que vaya a certificarse, seleccionar un registro, someterse a la auditoría y, después de completar con éxito estas instancias, someterse a una inspección anual para mantener la certificación.

En caso de que el auditor encuentre áreas de incumplimiento, la organización tiene un plazo para adoptar medidas correctivas, sin perder la vigencia de la certificación o la continuidad en el proceso de certificación (dependiendo en el caso de que hubiera o no obtenido la certificación).

Hay 9 pasos básicos que debe cumplir una organización con el fin de certificarse bajo Normas ISO 9000:

- ✓ Entender y conocer detalladamente la norma.
- ✓ Analizar la situación de la organización, a dónde está y a dónde debe llegar.
- ✓ Implantar el sistema de administración de la calidad (Quality Management System, QMS).
- ✓ Diseñar y documentar los procesos.
- ✓ Capacitar los auditores internos.
- ✓ Capacitar a todo el personal en ISO 9000.



- ✓ Realizar auditorías internas.
- ✓ Utilizar el sistema gestión de calidad (SGC), registrar su uso y mejorarlo durante varios meses.
- ✓ Solicitar la auditoría de certificación.

Por otro lado, la evolución que ha tenido ISO en base al número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct, es:



Gráfica 4: Evolución de las Normas ISO, con base en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct

Esta gráfica muestra que la atención científica y técnica ha crecido casi cuatro veces en las dos últimas décadas, lo cual, las normas ISO son técnicas que continúan creciendo su demanda en las empresas.

2.1.2 Administración Total de la Calidad (Total Quality Management, TQM)

La administración total de calidad (abreviada TQM, del inglés Total Quality Management) es una estrategia de gestión orientada a crear conciencia de calidad en todos los procesos organizacionales. Originalmente fue llamada Total Quality Control (TQC), en español Control Total de la Calidad. Fue desarrollada por JUSE



(Nikka Giren, or the Union of Japanese Scientists and Engineers) en la década de 1960, basada en Control Estadístico de Calidad.

Su objetivo es que la empresa (cultura, organización, proceso y actitud diaria del personal) sea implicada continuamente en el mejoramiento de la calidad de los productos fabricados y servicios devueltos, por medio de un mejor conocimiento y control de todo el sistema:

- ✓ Diseño del producto o servicio.
- ✓ Proveedores.
- ✓ Materiales.
- ✓ Distribución.
- ✓ Información, etc.

de manera que el producto recibido por los consumidores esté en correctas condiciones para su uso (cero defectos en calidad), además de mejorar todos los procesos internos de tal forma que se produzcan bienes sin defectos a la primera, implicando la eliminación de desperdicios para reducir los costos, mejorar los procesos y procedimientos internos, la atención a clientes y proveedores, los tiempos de entrega y los servicios post-venta.

La administración de la calidad involucra a todos los sectores; es tan importante producir el artículo que los consumidores desean, y producirlo sin fallas y al menor costo, como entregarlo en tiempo y forma, atender correctamente a los clientes, facturar sin errores, y no producir contaminación. Así como es importante la calidad de los insumos, se persigue reducir el número de proveedores (llegar a uno por línea de insumos) a los efectos de asegurar la calidad (evitando los costos de verificación de cantidad y calidad), la entrega justo a tiempo y la cantidad solicitada; así también es importante la calidad de la mano de obra (una mano de obra sin suficientes conocimientos o no apta para la tarea implicará costos por falta de productividad, alta rotación, y costos de capacitación). Esta calidad de la



mano de obra al igual que la calidad de los insumos o materiales incide tanto en la calidad de los productos, como en los costos y niveles de productividad.

Pensemos en lo que sucede cuando conducimos un coche por una carretera en mal estado. Obviamente, tenemos que reducir la velocidad, mientras que en una autopista bien pavimentada se puede circular más rápido. Así es como se presenta; pero hay que experimentar la mejora para comprenderla de verdad. El control de calidad puede hacer maravillas en una empresa, y el éxito de muchos productos japoneses da fe de este hecho.

La mecanización se ocupa de los bienes y servicios, mientras la especialización se ocupa de los recursos humanos. La combinación efectiva de personas y bienes y servicios es competencia de la dirección. Podemos tener instalaciones similares y gente parecida, pero según como dirijamos estos dos factores, los resultados pueden ser bastante diferentes. Dos empresas pueden fabricar el mismo tipo de producto, con instalaciones y equipos prácticamente idénticos y con un número de trabajadores parecido. Según la empresa, no obstante, el producto terminado es bastante distinto en lo referente a calidad, costo y productividad.

John Heldt, consultor de empresas en sistemas de costo de calidad dijo: “La reducción del costo de mala calidad incrementará su beneficio global más que si se duplicaran las ventas”. Y agregó: “La mayoría de las empresas gastan en mala calidad más de tres veces respecto de la obtención de beneficios. Reduzca a la mitad su costo de la mala calidad y, por lo menos, duplicarán sus beneficios”.

Características

El TQM ha sido utilizado en manufactura, educación, gobierno e industrias de servicio. Se le denomina “Total” porque en ella se implica todo lo relacionado con la organización de la empresa y las personas que trabajan en ella. TQM está compuesta por:



- ✓ **Gestión:** el sistema de gestión con pasos tales como planificar, organizar, controlar, liderar, etc.
- ✓ **Total:** organización amplia.
- ✓ **Calidad:** con sus definiciones usuales y todas sus complejidades.

En el concepto de calidad se incluye la satisfacción del cliente, y se aplica tanto al producto como a la organización. La calidad total pretende la satisfacción del cliente y obtener beneficios para todos los miembros de la empresa. Por tanto, no sólo pretende fabricar un producto para venderlo, sino que abarca otros aspectos, tales como mejoras en las condiciones de trabajo y en la formación del personal.

La experiencia ha demostrado que tras implantar un sistema de calidad se consiguen resultados, tales como:

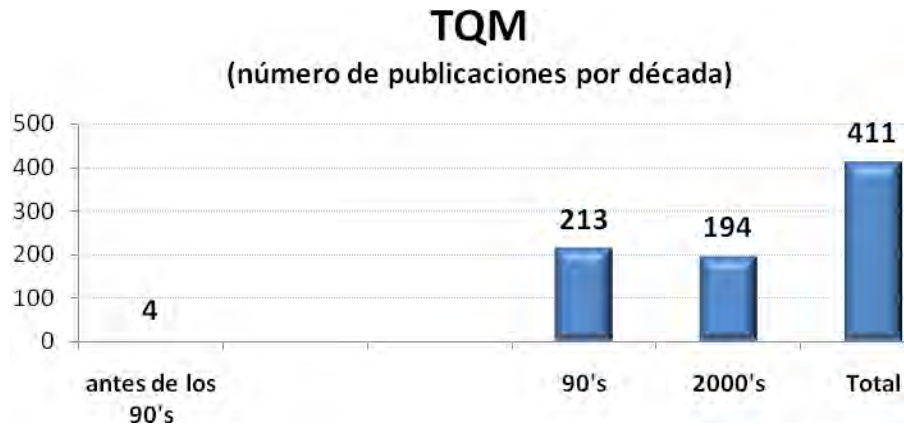
- ✓ Aumento en la satisfacción del cliente.
- ✓ Trabajo interno de la empresa más eficaz.
- ✓ Incremento de la productividad.
- ✓ Mayores beneficios.
- ✓ Menores costos.
- ✓ Mayor calidad en los productos elaborados.

La calidad de un producto es, por tanto, una consecuencia de cómo una empresa está organizada

El TQM es una filosofía de gestión de empresas más que un conjunto de técnicas detalladas. Aunque los resultados no sean positivos en el 100% de los casos, el TQM (bien adaptada a cada contexto de las empresas) puede dar resultados significativos porque anima a todas las funciones y a todos los empleados a participar en el proceso continuo de mejoramiento de la calidad.



Por otro lado, analizando la evolución que ha tenido TQM, con base en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct, en la siguiente gráfica se tiene que:



**Gráfica 5: Evolución de TQM, con base en el número de publicaciones
que se tienen registradas en Science Direct**

al contrario de las normas ISO, se observa que la metodología TQM ha sufrido una baja en la tendencia del número de publicaciones realizadas en la última década, es decir, es una metodología que pierde auge en el sector técnico y científico. Este dato puede afectar respecto a la toma de decisión al momento de elegir la aplicación de esta metodología en las empresas, ya que es una opción que ha perdido interés sobre su estudio y seguramente en su aplicación.

2.1.3 Seis Sigma

Es una forma de trabajo asociada a la estrategia del negocio que se basa en el enfoque al cliente y mejora de resultados.

Seis sigma permite reducir la variabilidad de los procesos, basada en el análisis de datos y dirigido a la “casi” eliminación de defectos, tiempos improductivos y costos de cada producto, proceso o transacción, y a partir de los requerimientos del cliente, busca que las cosas se hagan mejor, más rápido y a un menor costo.



Originalmente diseñada y utilizada por Motorola, el concepto seis sigma ha trascendido la empresa que le da origen, convirtiéndose en una filosofía administrativa con divulgación mundial, sobre la cual ha desarrollado elementos, más allá de los que sus creadores originales pensaron.

Fue iniciado en el año 1982 por el ingeniero Bill Smith, como una estrategia de negocios y mejora de la calidad, aunque posteriormente mejorado y popularizado.

Los resultados para Motorola, hoy en día, son los siguientes: Incremento de la productividad de un 12.3 % anual; reducción de los costos de no calidad por encima de un 84.0 %; eliminación del 99.7 % de los defectos en sus procesos; ahorros en costos de manufactura sobre los once billones de dólares y un crecimiento anual del 17.0 %, compuesto sobre ganancias, ingresos y valor de sus acciones.

El costo en entrenamiento de una persona en Seis Sigma se compensa ampliamente con los beneficios obtenidos a futuro. Motorola asegura haber ahorrado 17 mil millones de dólares, desde su implementación, por lo que muchas otras empresas han decidido adoptar seis sigma.

Características

Iniciemos por definir el término sigma; es una letra griega que simboliza la desviación estándar, se utiliza en estadística aplicada a la producción como un indicador de la dispersión o variabilidad esperada de los productos o componentes producidos en un proceso. Entre mayor sea su valor, indicará que hay una variación mayor entre productos o componentes producidos en el proceso y viceversa.

Técnicamente (estadísticamente) seis sigma significa que dentro de los límites de especificación (LIE = Límite Inferior de Especificación y LSE = Límite Superior de



Especificación) caben $\pm 3\sigma$ (\pm tres sigma) ó es un rango de especificación de amplitud de seis desviaciones estándar.

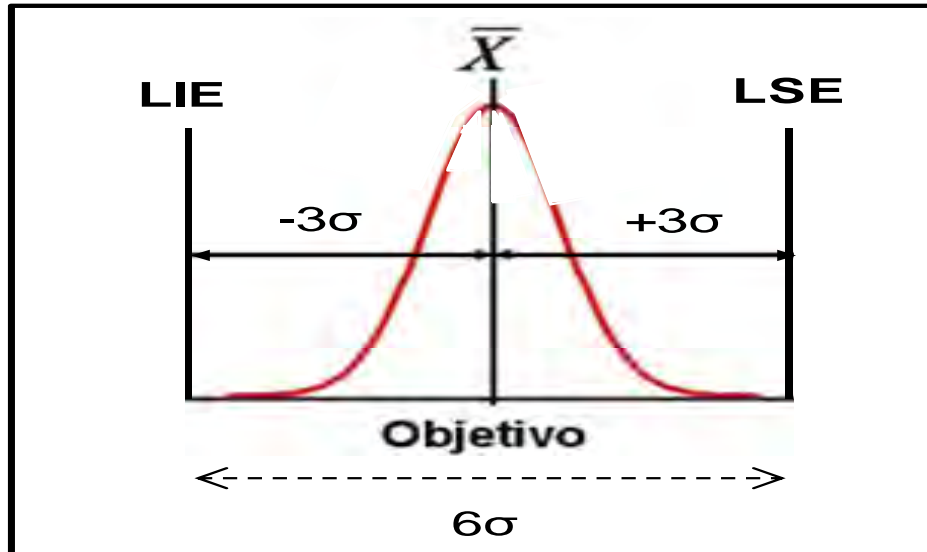


Figura 9: Definición estadística de seis sigma (6σ)

La probabilidad de que se salga del valor especificado es de 3.4 partes por millón (PPM).

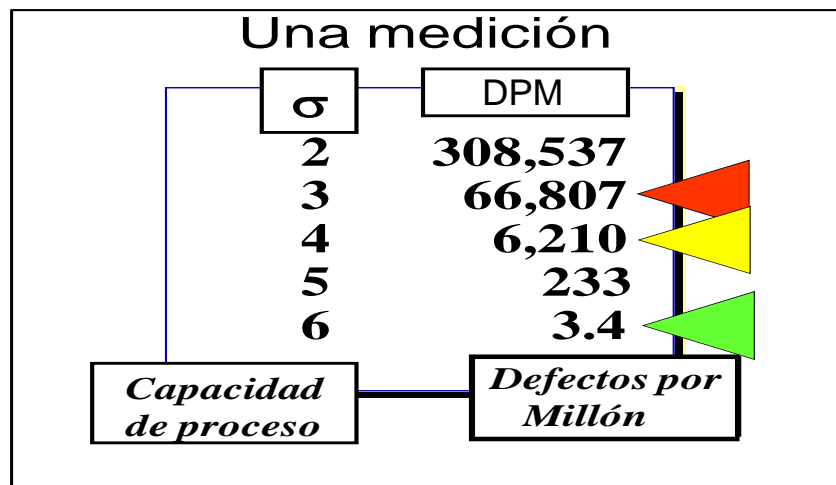


Figura 10: Relación entre seis sigma (6σ) y el número de defectos por millón

Un ejemplo práctico de lo anterior es:

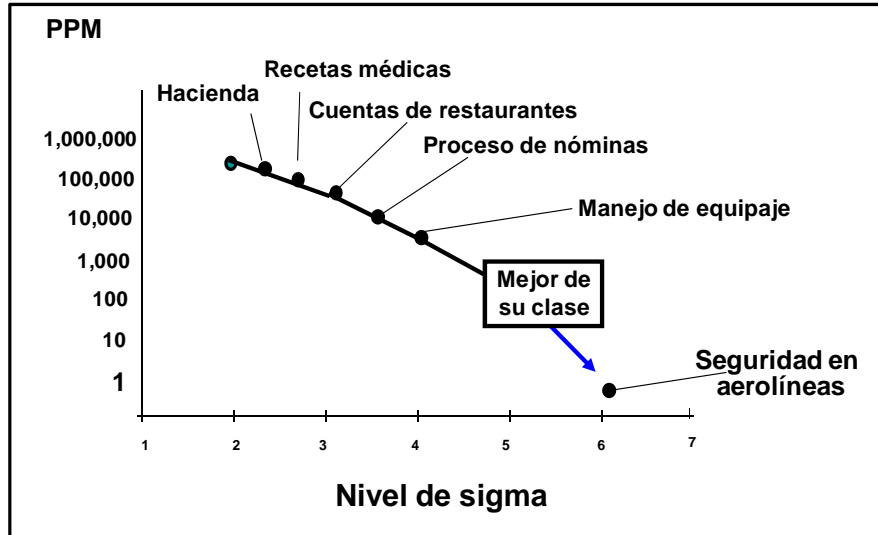


Figura 11: Esquema gráfico de seis sigma (6 σ)

En términos prácticos, es una estrategia que busca obtener mejores resultados (productos, servicios), por medio de procesos que permitan reducir los defectos y los errores. Se podría considerar como una metodología (Lógica y/o disciplinada) de pasos, por medio de herramientas probadas para la solución de problemas.

Metodología

Seis sigma estudia un problema real, apoyándose en métodos estadísticos, para identificar las fuentes de variabilidad que tienen más influencia en los procesos.

Provee una medición común y objetivos comunes que promueve el trabajo en equipo. En el proceso de introducción del seis sigma es una serie de pasos conocidos por sus siglas DMAIC, con lo cual se busca establecer la fuente u origen de la variación. La D, significa Definir, la M es Medir, la A es Analizar, la I corresponde a la palabra en inglés Improve, que equivale a Mejorar y la C es Controlar.

- ✓ **Definir:** Identificar, priorizar y seleccionar el proyecto correcto.



- ✓ **Medir:** Identificar características claves de productos y parámetros de procesos, entender los procesos, validar los sistemas de medición y medir el desempeño.
- ✓ **Analizar:** Identificar parámetros clave y determinantes del proceso.
- ✓ **Mejorar:** Establecer un modelo de predicción del proceso y optimizar el desempeño.
- ✓ **Controlar:** Mantener las ganancias.

En seis sigma se realiza la capacitación del personal con el fin de obtener una buena calidad. El entrenamiento provee a los candidatos con el conocimiento y características para guiar y dirigir la implementación de Seis Sigma en su empresa. Las dos semanas del ciclo de entrenamiento son completados con cinco días de instrucciones en el salón de clases, seguidos por 30 días de aplicación en el trabajo. Las personas encargadas de poner en práctica el seis sigma son clasificadas por su capacidad de analizar los procesos y se muestran a continuación:

- **Líder (Champion):** Son líderes de la alta gerencia quienes sugieren y apoyan proyectos, ayudan a obtener recursos necesarios y eliminan los obstáculos que impiden el éxito del proyecto. Incluye participación en revisión y aseguran que se desarrolle la metodología Seis Sigma.
- **Maestro de Cinta Negra (Master Black Belt):** Son expertos de tiempo completo, capacitados en las herramientas y tácticas de seis sigma, son responsables del desarrollo e implantación de la estrategia de Seis Sigma para el negocio.
- **Cinta Negra (Black Belt):** Son líderes de equipos responsables de medir, analizar, mejorar y controlar procesos que afectan la satisfacción del cliente, la productividad y calidad, la duración de capacitación es aproximadamente seis semanas.
- **Cinta Verde (Green Belt):** Son ayudantes de un cinta negra, su capacitación es de tres a cuatro semanas.

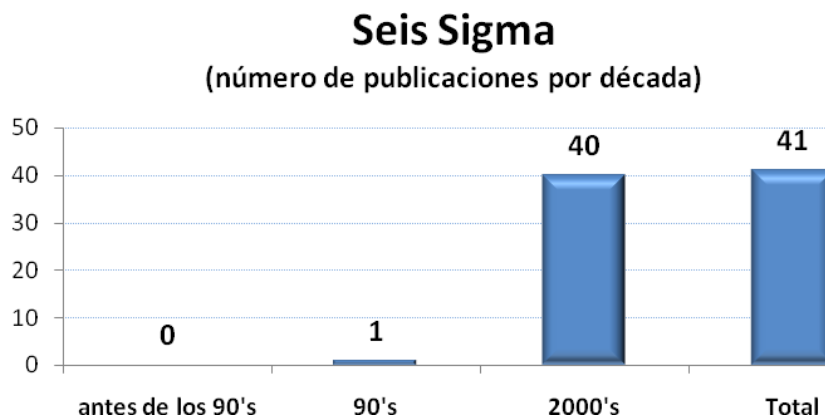


Herramientas

Seis Sigma se apoya de las siguientes herramientas:

- ✓ Diagramas de flujo.
- ✓ Tormentas de ideas.
- ✓ Diagramas causa-efecto.
- ✓ Colección de datos.
- ✓ Gráficas de control.
- ✓ Análisis de Pareto.
- ✓ Histogramas.
- ✓ Diagramas de dispersión.
- ✓ ANOVA (análisis de varianza).
- ✓ Diseño de experimentos.
- ✓ Capacidad de procesos.
- ✓ Control estadístico de proceso.

Revisando la evolución que ha tenido seis sigma, con base en el número de publicaciones registradas en Science Direct, se tiene que el crecimiento del uso de seis sigma es notable en la última década (2000-2010).



Gráfica 6: Evolución de seis sigma, basadas en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct



Con esta tendencia de crecimiento seis sigma deja ver que tiene un crecimiento constante después desde su inicio por el sector técnico y científico, mostrando también que puede ser una técnica que, siguiendo esta tendencia, revolucione las técnicas de mejora continua de proceso.

Desventajas:

1. Si la gerencia general o los altos mandos no están convencidos, comprometidos y entrenados en los niveles básicos, no va a funcionar dentro de la organización.
2. No es aplicable para todos los proyectos.
3. Para ver los beneficios se toman "métricos" que afectan el estado de resultados de la empresa para hacer más evidente la mejora. A estos proyectos se les llama "hard savings". Hay otros proyectos que no afectan tan directamente al estado de resultados, de los cuales no hay métricos (ó indicadores de desempeño), sin embargo hay que irlos generando, a éstos se les conoce como proyectos "soft savings".
4. Se necesitan tener datos históricos para generar estadísticas, de lo contrario es difícil mantener un control.
5. La infraestructura de la empresa que desee implementarlo, debe considerar puestos específicos para su administración, como son: los black belt y master black belt 100% dedicados, esto se traduce en costo. Además, la empresa debe invertir en capacitación de su personal, ya que requiere que todos los empleados tengan la certificación básica que es la de green belt, para que sea seis sigma, el modo de pensar y actuar dentro de toda la organización

Ventajas:

Las herramientas pueden ser usadas sin que necesariamente se tenga que llamar a todo seis sigma: por ejemplo, la filosofía de la metodología considera 5 grandes pasos: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Se pueden considerar estos conceptos con su grupo respectivo de herramientas en la planeación de cualquier actividad dentro de una empresa.



La diferencia con otras estrategias es que en seis sigma las herramientas más fuertes son las estadísticas: capacidad del proceso, diagramas de Pareto, ANOVA, DOE entre otras.

2.1.4 Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing)

La manufactura esbelta, Toyota Production System (TPS) ó también conocida como Just in Time (JIT) ó en español Justo a Tiempo, es un conjunto de varias herramientas, las cuales buscan eliminar aquellas operaciones que no le agregan valor al producto o servicio de la empresa y permite reducir el costo de la gestión por pérdidas en almacenes, debido a inventarios innecesarios.

Tiene sus orígenes en la industria textil y en particular en la creación de un telar automático (cerca del año 1900 por Sakichi Toyoda, Japón) cuyo objetivo es mejorar la vida de los operarios liberándolos de las tareas repetitivas.

Basándose en este invento y en innovaciones y patentes subsiguientes, la familia Toyoda fundó una empresa textil (Okawa Menpu), en Nagoya, que luego se convirtió en Toyota Motor Company.

Su auge comienza en Japón, el cual, completamente destruido a consecuencia de la Segunda Guerra Mundial, buscaba en nuevas y revolucionarias prácticas de manufactura, la única forma de revivir su industria. Así, con la ayuda del norteamericano Edward Deming y los japoneses Taiichi Ohno, Shigeo Shingo, Eijy Toyoda, dan origen a la manufactura esbelta encarnada en el Toyota Production System (TPS), que después sirvió de modelo de manufactura para las empresas estadounidenses que se vieron obligadas, en orden de sobrevivir, a adoptar este sistema.



El sistema de producción Toyota es un ejemplo clásico de la filosofía Kaizen (o mejora continua de la productividad) que fue desarrollado en la década de 1950.

Los sistemas JIT han tenido un auge sin precedentes durante las últimas décadas. Así, después del éxito de las compañías japonesas durante los años que siguieron a la crisis de los setenta, investigadores y empresas de todo el mundo centraron su atención en una forma de producción que, hasta ese momento, se había considerado vinculada con las tradiciones, tanto culturales como sociales de Japón y, por tanto, muy difícil de implantar en industrias no japonesas. Sin embargo más tarde quedó demostrada que, si bien la puesta en práctica de los principios y técnicas que sostenían los sistemas de producción JIT, requerían un profundo cambio en la filosofía de producción, no tenían como requisito imprescindible una forma de sociedad específica. Tras ser adoptado formalmente por numerosas plantas japonesas en los años 70, el sistema JIT comenzó a ser implantado en Estados Unidos en los años 80. En el caso de España, algunas de las experiencias iniciales de implantación de técnicas de producción JIT mostraron la viabilidad de estos enfoques.

Muchos de sus métodos han sido copiados por otras empresas, y ahora el sistema se conoce también como Lean Manufacturing (Manufactura Esbelta).

Características

Este sistema de gestión consigue reducir los costos, aumentando la calidad del producto o del servicio, en un entorno orientado al cliente y en un buen clima laboral.

La aparición de la producción JIT es consecuencia lógica de algunas circunstancias que definían la situación de la industria automovilística japonesa en los años 50. El reducido volumen de sus operaciones no permitía la implantación eficiente de los sistemas de producción masiva que funcionaban óptimamente en



los Estados Unidos. Además, también existía una gran escasez de capital y de espacio de almacenamiento. En estas circunstancias, los esfuerzos de mejora se concentraron en un activo que implica un fuerte consumo de los dos recursos citados: los inventarios. Es notable que un sistema que se diseñó originalmente para reducir los niveles de existencias se haya convertido, al final, en una vía para la mejora continua en todos los aspectos de la actividad productiva.

La implementación de la Manufactura Esbelta implica la adopción de una filosofía de mejoramiento continuo que lleve a las empresas a incrementar, de forma general, todos sus estándares, con el objetivo de incrementar la satisfacción del cliente y el margen de utilidad del producto obtenido.

En ella, se desecha toda aquella administración vertical y se introduce el liderazgo como un tipo de administración que toma en cuenta la opinión, inteligencia y creatividad del personal.

Este tipo de pensamiento está adoptándose por la mayoría de empresas competitivas en los mercados más complicados y exigentes del mundo, pues las mejores ideas surgen de un grupo, producto de la sinergia entre sus miembros. En la actualidad, son cinco los principios bajo los cuales se guía este tipo de pensamiento:

- ✓ El cliente no busca un producto o un servicio, busca una solución.
- ✓ Toda actividad que no agregue valor al bien es considerada un desperdicio.
- ✓ Todo proceso debe fluir suave de un paso que agregue valor a otro.
- ✓ Producir bajo órdenes de los clientes y ya no sobre pronósticos.
- ✓ Cumplidos los cuatro primeros principios, utilice la eficiencia para mejorarlos

Está enfocado a la reducción de los 7 tipos de "desperdicios ó mermas" en productos manufacturados:



1. Defectos.
2. Exceso de producción.
3. Transporte.
4. Tiempo de espera.
5. Inventarios.
6. Movimiento.
7. Procesos innecesarios.

Descritos de la siguiente manera:

- ✓ Calidad perfecta a la primera - búsqueda de cero defectos, detección y solución de los problemas en su origen.
- ✓ Minimización del desperdicio – eliminación de todas las actividades que no son de valor agregado y redes de seguridad, optimización del uso de los recursos escasos (capital, gente y espacio).
- ✓ Mejora continua – reducción de costos, mejora de la calidad, aumento de la productividad y compartir la información.
- ✓ Procesos "pull": los productos son tirados (en el sentido de solicitados) por el cliente final, no empujados por el final de la producción.
- ✓ Flexibilidad – producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos, sin sacrificar la eficiencia debido a volúmenes menores de producción.
- ✓ Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores, tomando acuerdos para compartir el riesgo, los costos y la información.

Lean es básicamente todo lo concerniente a obtener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, minimizando el desperdicio, siendo flexible y abierto al cambio.



Herramientas

Las principales herramientas utilizadas de Lean Manufacturing (manufactura esbelta), son:

- ✓ Sistema Kanban (controles visuales).
- ✓ Mantenimiento Total Productivo (TPM.)
- ✓ Mejora enfocada (Kaizen).
- ✓ Programa de las 5 S's.
- ✓ Tecnología de grupos.
- ✓ Lay Out.
- ✓ Análisis de modo y efectos de falla.
- ✓ Despliegue de la función calidad.
- ✓ Pokayoke (sistema a prueba de errores).
- ✓ Jidokas (sistemas de detección de fallas).

La evolución que ha tenido Lean Manufacturing (manufactura esbelta), basados en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct, es:



Gráfica 7: Evolución de Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing), con base en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct



2.1.5 Mantenimiento Total Productivo (Total Productive Maintenance, TPM)

El TPM surgió y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil y rápidamente pasó a formar parte de la cultura corporativa de empresas tales como Toyota, Nissan y Mazda. Se ha introducido también posteriormente en otras industrias tales como electrodomésticos, microelectrónica, herramientas, plásticos, fotografía, etc.

También las industrias de proceso, partiendo de sus experiencias de mantenimiento preventivo, han implementado el TPM. En los últimos años, han estado incorporando un creciente número de plantas de procesos de industrias de la alimentación, caucho, refinerías de petróleo, químicas, farmacéuticas, gas, cemento, papeleras, siderurgia, impresión, etc..

TPM persigue una situación productiva ideal sin averías, defectos, pérdidas, accidentes, daños, ni problemas de salud, debidos a productos de baja calidad. Esta situación ideal se consigue mediante un proceso de mejora continua que requiere el involucramiento de todos los empleados, desde los operarios de planta hasta los niveles más altos de la dirección de la empresa.

Es una estrategia para mejorar la eficiencia de los procesos productivos de una empresa. Para ello utiliza una metodología que permite que las máquinas fabriquen más productos "buenos".

En contra del enfoque tradicional del mantenimiento, en el que unas personas se encargan de "producir" y otras de "reparar" cuando se presentan averías, el TPM aboga por la implicación continua de todo el personal operativo en el cuidado, limpieza y mantenimiento preventivo, logrando de esta forma que no se lleguen a producir averías, accidentes o defectos.



TPM fue desarrollado en Japón y es una extensión de los conceptos de Preventive Maintenance, en español Mantenimiento Preventivo (PM) originalmente introducido en Japón y de Estados Unidos de América (USA).

Las ideas de PM fueron gradualmente desarrolladas, al paso de los años, de la siguiente forma:

1. **Mantenimiento Preventivo**, introducido alrededor de 1951 es un sistema de administración de equipos de producción. Este sistema ayuda a prevenir las fallas en equipos y extiende la vida útil de las máquinas.
2. **Corrective Maintenance**, en español Mantenimiento Correctivo (CM), introducido en Japón, alrededor de 1957, el cual toma el concepto de PM y un punto adicional, que las máquinas sean fáciles de mantener en condiciones óptimas, incrementando con esto su confiabilidad.
3. **Maintenance Prevention**, en español Prevención del Mantenimiento (MP), introducido en Japón, en 1960, involucra el diseño de equipos libre de mantenimiento desde el principio ó arranque. Esto sería lo ideal para el diseño de todos los equipos.
4. **Productive Maintenance**, en español Mantenimiento Productivo, el cual toma todos los términos anteriores además de llevar a cabo un control del ciclo de vida de los equipos para maximizar su productividad.

Las empresas japonesas agregaron la "T" (Total) a Mantenimiento Productivo, permitiendo que en todas las actividades de mantenimiento participen todos los empleados de la fábrica.

El Total Productive Maintenance (TPM), en español Mantenimiento Total Productivo es un concepto que fue introducido en 1971 por el JIPM - Instituto Japonés para el Mantenimiento de Plantas (en inglés Japan Institute of Plant Maintenance). El concepto del TPM se dio a conocer a gran escala para el mundo occidental cuando la Editorial Productivity Inc. tradujo dos libros escritos por el



experto de JIPM, Seiichi Nakajima: Introducción al TPM y Programa de Desarrollo del TPM.

Es una estrategia originaria de Japón que se enfoca en la eliminación de las seis grandes pérdidas asociadas con paros (tiempos improductivos), calidad (defectos) y costos en los procesos de producción industrial.

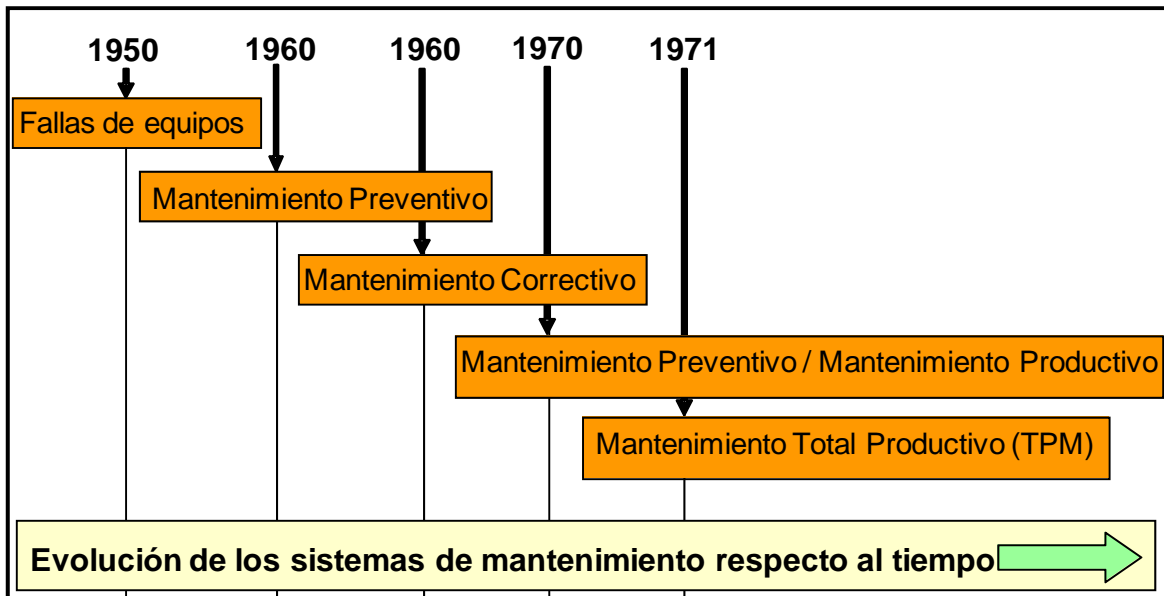


Figura 12: Evolución de los sistemas de mantenimiento

Características

El mantenimiento productivo total (TPM) es el mantenimiento productivo realizado por los empleados a través de actividades de pequeños grupos.

El TPM organiza a todos los empleados desde la alta dirección a los trabajadores de la línea de producción. Es un sistema de mantenimiento del equipo de nivel empresa que apoya las instalaciones de producción sofisticadas.

Los objetivos del TPM son:

- ✓ Cero averías
- ✓ Cero defectos.



Cuando se eliminan las averías y defectos, las tasas de operación del equipo mejoran, los costos se reducen, los inventarios de materiales y producto terminado pueden minimizarse y, como consecuencia, la productividad del personal aumenta.

Mediante el TPM se trata de racionalizar la gestión de los equipos que integran los procesos productivos, de tal forma que puedan optimizarse el rendimiento de los mismos y la productividad de esos sistemas. Para lograr el cero averías y cero defectos, TPM se enfoca en reducir las seis grandes pérdidas:

Tipos de pérdidas	Las seis grandes pérdidas
Pérdida de tiempo (disminución de la disponibilidad)	1. Averías (fallas de los equipos)
	2. Esperas (tiempos de preparación y ajuste de los equipos)
Pérdida de velocidad del proceso (disminución del rendimiento)	3. Paros cortos
	4. Funcionamiento a velocidad reducida
Pérdida de calidad (disminución de la calidad)	5. Deshecho por defectos de calidad (merma)
	6. Retrabajo (repetición de trabajos)

Tabla 7: Las seis grandes pérdidas

Herramientas

El TPM se sustenta en la gente y sus pilares básicos son los siguientes:

- ✓ **Mejora enfocada:** Reducir las pérdidas totales, mediante acciones sistemáticas desarrolladas por los operadores, aumentar la eficiencia global de los equipos, reduciendo los costos de conversión⁹. Por medio de este pilar son priorizados a través del análisis de las pérdidas generadas por cada área, línea de producción y equipo. Los temas seleccionados deben ser aquellos que ayuden a alcanzar los objetivos de la empresa, fábrica y área.

⁹ Costo de conversión: son los costos relacionados con la transformación de los materiales directos en productos terminados, es decir, los costos de la mano de obra directa (MOD) y los costos indirectos de fabricación (CIF).



- ✓ **Mantenimiento autónomo:** Prevenir el deterioro de los equipos mediante la operación adecuada y llevarlo a su estado ideal a través de la restauración y actividades autónomas. Establecer las condiciones básicas necesarias para garantizar el mantenimiento adecuado de los equipos, motivándolos por el lema: “DE MI MÁQUINA CUIDO YO”. Esto se logra al desarrollar rutinas de revisión e inspección de lubricación, cambio de partes, realizando simples reparaciones, detectando anomalías y control de precisión.
- ✓ **Mantenimiento planeado:** Incrementar la disponibilidad de los equipos para la manufactura, reducción de costos, ampliar la confiabilidad de la información de mantenimiento y aumentar las habilidades del personal del mismo.
- ✓ **Mantenimiento de la calidad:** Reducir el número de reclamos de los consumidores, reducir las pérdidas generadas por los defectos, retrabajos y rechazos de materias primas y material de empaque del producto terminado, así como reducir el índice de defectos en auditorías de mercado.
- ✓ **Control inicial de flujo:** Reducción de números de anomalías durante la implementación de nuevos proyectos, aumentar la integración entre las áreas productivas, garantizar la calidad de los trabajos de entrega para lograr arranques verticales basados en experiencia pasada y evitar problemas futuros.
- ✓ **Educación y entrenamiento:** Garantizar que todos los operadores tengan la habilidad necesaria para realizar sus funciones, nuevas funciones y ser más innovadores, multiplicando los conocimientos y habilidades, con la implementación del sistema estándar de entrenamiento.
- ✓ **Oficinas:** Mejorar el sistema de información en todas las áreas administrativas de la empresa, mejorar el nivel de servicio en la cadena de abastecimiento de la empresa mediante la reducción de pérdidas en las áreas de compras, distribución, almacenamiento y ventas.
- ✓ **Seguridad:** Eliminar el número de accidentes y cuidar el medio ambiente.

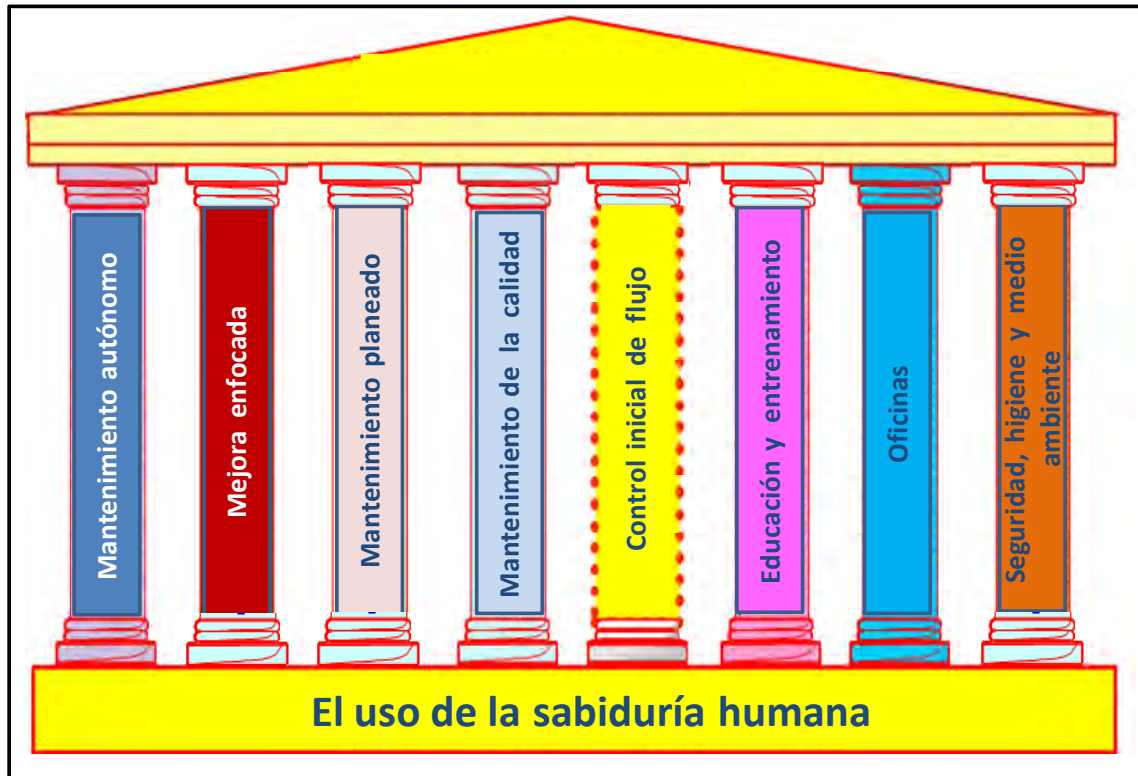


Figura 13: Pilares de TPM

La filosofía principal de TPM, es trabajar cada pilar con objetivos específicos, pero con el trabajo integral de los demás pilares, busca que el trabajo sea interdisciplinario entre todas las áreas de la empresa.

Para alcanzar los objetivos de cada pilar, TPM utiliza las siguientes herramientas:



Herramientas de TPM
5 S's (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) en español SOLED (seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar, disciplina).
SMED (Single Minute Exchange of Die: cambio rápido de herramientas).
OPL's (One Point Lesson ó en español, lección de un punto).
OEE (Overall Equipment Efficiency ó en español, eficiencia global del equipo).
Estándares de mantenimiento autónomo.
Estándares de lubricación de equipos.
Poka yoke (sistema anti errores). poka = evitar, yoke = error inadvertido.
Makigami (desarrolla la creatividad y favorece la comunicación al estimular la expresión oral).
5 W's + 1 H (herramienta de análisis de problemas).
Por qué, por qué (herramienta de análisis de problemas e identificación de sus causas).
Análisis de causa – efecto.
Análisis de las 5 M's (materiales, mano de obra, método, maquinaria y medio ambiente).
Matriz modo de falla (herramienta de análisis de problemas).
Siete pasos de mantenimiento autónomo.
Diagramas de Pareto (herramienta de análisis de problemas).
Control estadístico de proceso (herramienta de análisis de problemas).
Análisis de capacidad de procesos.

Tabla 8: Herramientas de TPM

Para la mejora continua de procesos, el TPM se apoya en el pilar de mejora enfocada que tiene como base el kaizen¹⁰.

Este pilar toma problemas concretos por resolver, a los cuales denomina “casos de mejora”, y realiza actividades que tienen como objetivo maximizar los resultados de cada caso que desarrolla.

¹⁰ Kaizen: de acuerdo con Masaaki Imai, significa mejora, particularmente mejora continua, donde los japoneses asumen esta palabra como un símbolo referente a los problemas y luchas del trabajo de cada día y del modo en que nos enfrentamos a ello.



Las actividades de estos casos, son desarrolladas y ejecutadas por grupos pequeños de trabajo que están formados por los líderes de áreas y por su personal operativo.

El desarrollo de este tipo de casos de mejora, tienen los siguientes objetivos y beneficios para los empleados y las empresas:

Objetivos	Beneficios
Participación consciente en la gestión de la empresa (actividad voluntaria desde líderes hasta personal operativo, de arriba hacia abajo).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incrementa el sentimiento de pertenencia de los trabajadores a la empresa. 2. Mejora la cooperación así como la comunicación interna. 3. Mejora la motivación y la participación activa en el trabajo.
Desarrollo de las habilidades de los empleados (actividad que va del personal operativo hasta los líderes de área, de abajo hacia arriba).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eleva la preocupación de los empleados por su trabajo y estimula la innovación. 2. Mejora la habilidad para el kaizen y resolución de problemas. 3. Acelera la formación en el trabajo a través de las propuestas de los trabajadores.
Efecto ó resultado.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resultados tangibles: mejora de la eficiencia de las operaciones, reducción de costos, eliminación de deficiencias de calidad. 2. Resultados intangibles: mejora la seguridad, calidad, entorno y servicio.

Tabla 9: Objetivos y beneficios de la aplicación de casos de mejora continua

La mejora continua ó kaizen aporta progreso en pasos pequeños y frecuentes. Los beneficios se crean solamente si todos los empleados trabajan juntos, ya que pueden resolver sus problemas y generar propuestas creativas sólo si sienten que su papel o función son vitales para su trabajo.

El kaizen hace posible intuir y diseñar mejoras creativas sin temor a las reprimendas de los mandos directos. Para esto, las empresas deben crear canales de comunicación entre los mandos directos y las personas que trabajan bajo su supervisión. Aunque son los trabajadores los que deben remitir sus propuestas,



los mandos deben preparar un mecanismo que haga posible esta actividad, y son también ellos los que deben poner en movimiento este mecanismo.

Es inevitable que algunas propuestas de los trabajadores entren en conflicto de un modo u otro con lo que piensan sus mandos directos. Cuando una propuesta sea inaceptable desde algún punto de vista más oportuno, el supervisor ó líder de área hace frente a un dilema. El líder de área podría responder con frases como: “la propuesta tiene un buen nivel de pensamiento creativo pero, por otro lado, ...” o “comprendo lo que quiere decir, pero, ...”. Este tipo de conflictos no es un mal tema, por el contrario, es una gran oportunidad para la capacitación de los empleados en su propio trabajo. El intercambio de opiniones involucrado en estos casos, es una ocasión excelente para reforzar las conexiones entre los trabajadores y sus líderes de área.

Los líderes de área ó supervisores que gruñen diciendo “solamente recogemos propuestas inútiles porque no tenemos en nuestra empresa más que una manada de ineptos”, mantienen una actitud que los empleados encontrarán ofensiva. Posturas como éstas, frecuentemente son consecuencia solamente de las limitadas capacidades de los propios líderes de área o supervisores. Si son estas actitudes las que prevalecen, la actividad de propuestas está condenada al fracaso.

Es importante mencionar que los líderes de área deben ser los responsables de dirigir las discusiones, ser facilitadores entre los miembros del equipo de trabajo con el objetivo de asegurar que se realicen las actividades (en tiempo y forma) que resulten como tareas y medir la efectividad de cada acción.

Con esta dinámica de trabajo, los grupos creados para desarrollar casos de mejora, se apoyan en las siguientes técnicas con acciones sistemáticas para lograr sus objetivos:



Técnica	Descripción
Historia QC (usada en problemas esporádicos ¹¹)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formar equipo interdisciplinario. 2. Delimitar el sistema. 3. Identificar y cuantificar la pérdida de cada elemento del sistema. 4. Identificar las principales causas de las mayores pérdidas. 5. Plantear soluciones para disminuir las pérdidas (a través de restaurar maquinaria y equipos, concientizar a operadores en el uso de los equipos ó analizar el cambio a tecnologías alternas). 6. Implantar medida. 7. Verificar resultados de medida implantada y cuantificar beneficios. 8. Estandarizar formas de trabajo.
Loop infinito (usada en problemas crónicos ¹²)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Captar la situación actual y evaluar la condición ideal. 2. Restaurar a la condición ideal. 3. Analizar las causas para los defectos crónicos. 4. Eliminar las causas para los defectos crónicos. 5. Establecer las condiciones para lograr cero defectos de calidad. 6. Hacer mejoras a las condiciones para lograr cero defectos. 7. Controlar las condiciones para lograr cero defectos.

Tabla 10: Técnicas utilizadas por TPM para mejora continua de procesos, pilar de mejora enfocada

Y a su vez, estas técnicas se apoyan en el uso de las herramientas enlistadas en la tabla 8.

Como parte del desarrollo de los casos de mejora, los grupos de trabajo generan tableros con el objetivo mostrar los avances obtenidos en los casos de estudio, tanto al personal operativo como al personal administrativo (jefaturas, gerencias y dirección).

La regla principal que se debe cumplir en la elaboración de estos tableros, es el mostrar de manera visual y entendible para cualquier persona (no importando el nivel de escolaridad ó área de trabajo), los puntos y resultados de la técnica que

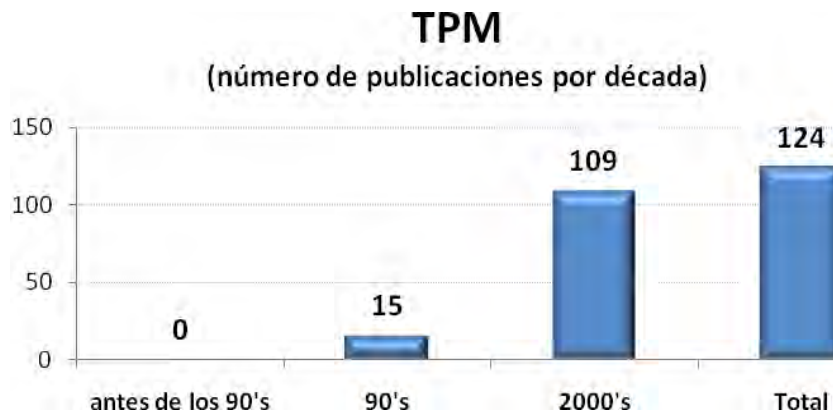
¹¹ Problemas esporádicos: de acuerdo al instituto JIPM, son aquellos problemas que son relativamente fácil identificar la causa del problema e identificar la solución. Todo caso de mejora enfocada debe iniciar con el uso de la técnica "Historia QC", es decir, tratarse de un problema esporádico.

¹² Problemas crónicos: de acuerdo al instituto JIPM, son aquellos problemas que fallan frecuentemente a las soluciones implementadas. Este tipo de problemas requieren de un tipo de solución innovador que no haya sido usado anteriormente, debido a que raramente tienen una sola ó simple causa. Esta técnica debe utilizarse después de haber tratado con historia QC sin éxito alguno



se está utilizando. La creatividad de los integrantes del grupo de trabajo, es importante para realizar el tablero y el mapeo de áreas de trabajo, con diagramas simples y sencillos, es vital para entender el proceso que se esté analizando.

La evolución que ha tenido TPM, con base en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct, es:



Gráfica 8: "Evolución de TPM, con base en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct"

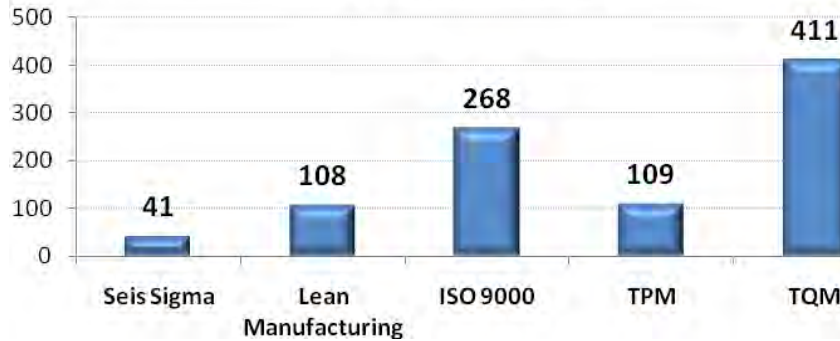
En términos generales, TPM es técnica que se está difundiendo rápidamente, captando la atención de varios sectores de industrias de producción.

2.2 Comparativo entre las metodologías desarrolladas

Haciendo un comparativo del número de publicaciones que se han desarrollado de entre cada una de las estrategias descritas para mejora continua de procesos, tenemos que:



Comparativo de Publicaciones de las herramientas para desarrollar Mejora continua



Gráfica 9: Comparativo de las herramientas de mejora continua de procesos, con base en el número de publicaciones que se tienen registradas en Science Direct

Seis Sigma, Lean Manufacturing y TPM, están en pleno desarrollo de investigación comparadas con las Normas ISO y TQM.

Por otro lado, en cuestión cronológica de creación y desarrollo de las técnicas y métodos de mejora continua de procesos, la base de las técnicas se soporta en Toyota Production System (Lean Manufacturing ò Just in Time),

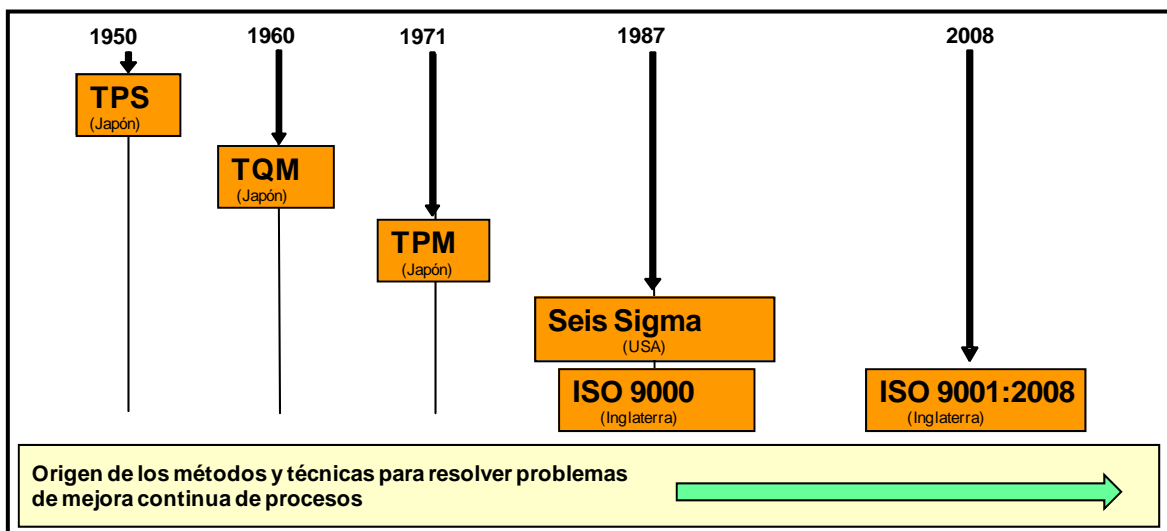


Figura 14: Cronología de las metodologías de mejora continua de procesos



Resumiendo las características de cada método, tenemos:

Método	Característica	Herramientas	Beneficios
Normas ISO	Organiza los recursos con el fin de lograr ciertos objetivos, mediante el establecimiento de reglas.	Entender y conocer detalladamente la norma.	+Estandariza actividades +Incrementa la satisfacción del cliente. +Mejora continuamente los procesos, productos, eficacia, etc. +Reduce las incidencias de producción o prestación de servicios +Disminuye re-procesos +Mide y monitorea el desempeño de los procesos
		Plan estratégico	
		Documentación de procesos	
		Capacitación	
		Círculo de Deming (mejora continua)	
		Realización de auditorías internas	
Realización de auditorías de certificación			
Total Quality Management (TQM)	Estrategia de gestión orientada a crear conciencia de calidad en todos los procesos organizacionales	Control estadístico de proceso	+Mejora de procesos internos +Conocimiento y control del sistema productivo
		Mejora continua	
Seis Sigma	Permite reducir la variabilidad de los procesos, basada en el análisis de datos.	Colección de datos	+Reducción de tiempos improductivos +Reducción de variabilidad de proceso +Reducción de costos +Incremento de la satisfacción del cliente
		Análisis de Pareto	
		Análisis estadístico	
		Diagramas de flujo	
		Tormenta de ideas	
		DMAIC (mejora continua)	
Diagramas de causa-efecto			
Lean Manufacturing	Reducir operaciones que no le agregan valor al producto o servicio de la empresa	TPM	+Eliminación de tareas repetitivas +Incremento de la calidad del producto o servicio +Incremento del margen de utilidad +Incremento de la satisfacción del cliente
		Mejora enfocada (mejora continua)	
		5 S's	
		Análisis de modo y efectos de falla	
		Pokayokes	
Jidokas			
Total Productive Maintenance (TPM)	Estrategia para mejorar la eficiencia de los procesos productivos de una empresa	Mejora enfocada (mejora continua)	+Administración de los procesos productivos +Reducción de tiempos improductivos +Reducción de defectos de calidad +Reducción de costos en los procesos de producción industrial +Involucramiento de todos los empleados (desde los operarios hasta directores) +Reducción de accidentabilidad +Integración entre las áreas productivas +Incremento del nivel de servicio de la empresa +Incremento de la eficiencia de los procesos
		Mantenimiento autónomo	
		Mantenimiento planeado	
		Mantenimiento de la calidad	
		Control inicial de flujo (administración de proyectos)	
		Educación y entrenamiento	
		Oficinas (sistema de información)	
		Seguridad	
		SMED (Single Minute Exchange of Die; cambio rápido de herramientas)	
		Control estadístico de proceso	

Tabla 11: Resumen de las técnicas de mejora continua de procesos

Las normas ISO 9000 son estándares para sistemas de administración de calidad, que permite estandarizar actividades y documentar procedimientos.



El sistema TQM, ayuda a tener un monitoreo y control de las variables de calidad durante los procesos productivos.

A través de la tabla 11, podemos observar que todas las metodologías aportan herramientas para realizar análisis y mejoras continuas de procesos.

Sin embargo, Lean Manufacturing (manufactura esbelta) y Mantenimiento Total Productivo (Total Productive Maintenance, TPM) tienen un sistema de gestión más robusto, ya que las herramientas que utilizan están enfocadas a cambiar el entorno cultural de los empleados de las empresas.

Seis sigma realiza mejoras a través de expertos, sin realizar modificaciones profundas a la estructura de la empresa. Sin embargo, para resolver problemas o realizar mejoras, también utiliza herramientas de Lean Manufacturing.

Como conclusión, todos los sistemas de mejora continua de procesos, tienen los siguientes objetivos en común:

- ✓ Reducir costos.
- ✓ Disminuir desviaciones de calidad.
- ✓ Optimizar procesos.
- ✓ Estandarizar actividades.



Capítulo 3

Estrategia para generar valor



Capítulo 3: Estrategia para generar valor

3.1 Generación de valor

La generación de valor en la empresa para todos sus stakeholders¹³, se da mediante la ejecución de estrategias que no necesariamente tienen un efecto cuantificable inmediato, aunque seguramente lo tendrán más adelante.



Figura 15: Stakeholders de una empresa

Para las personas que participan de una u otra forma en el mundo de los negocios, valor¹⁴, tiene que ver con “valor para los accionistas¹⁵” o con métricas de desempeño orientadas a la administración de valor. En otras palabras, en el

¹³ Stakeholders: son aquellos a quienes pueden afectar o son afectados por las actividades de una empresa.

¹⁴ Valor: Representa derechos parciales de propietario sobre cierta sociedad ("acciones").

¹⁵ Accionista: es un socio capitalista que participa de la gestión de la sociedad en la misma medida en que aporta capital a la misma. Por lo tanto, dentro de la sociedad tiene más votos quien más acciones posee.



ámbito de los negocios, está muy relacionado con las diferentes técnicas que se utilizan para definir el valor de una empresa para fines de una transacción de compraventa de acciones, o para analizar el desempeño de las empresas, o bien, para administrar a las empresas bajo el imperativo de crear valor para los accionistas.

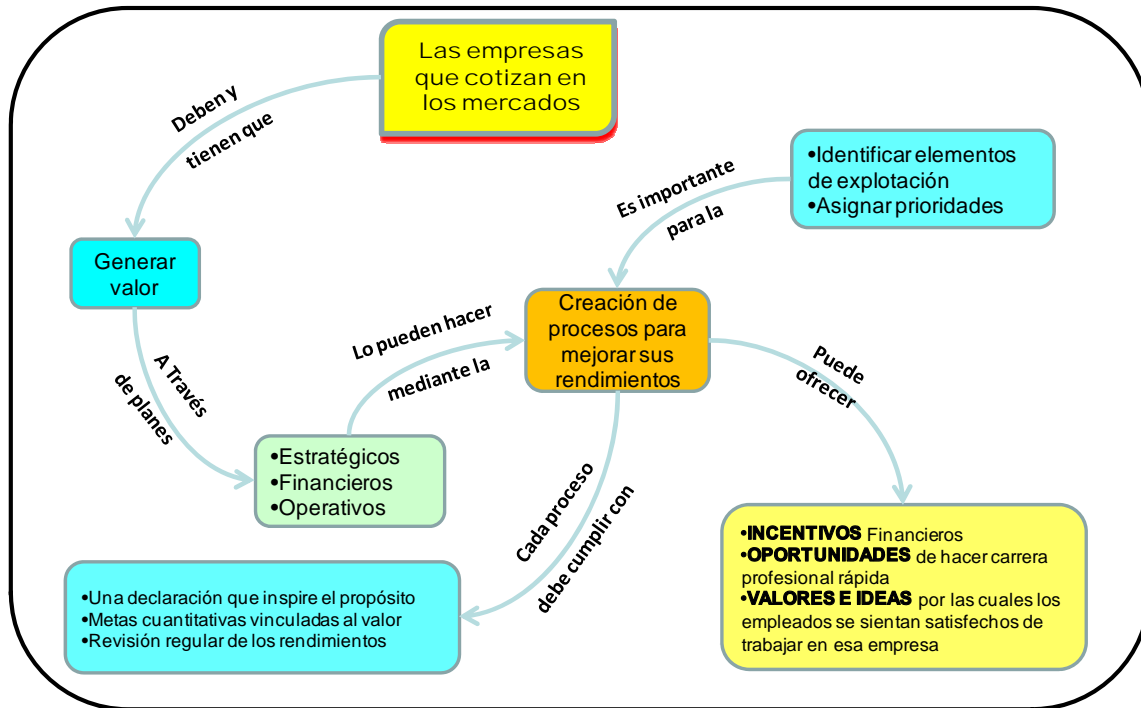


Figura 16: Mapa conceptual para la creación de valor para el accionista

Teniendo como referencia el concepto de generación de valor, se utiliza el enfoque de sistemas¹⁶ para seleccionar la estrategia de mejora continua de procesos que se adapte mejor a la problemática de la empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS. Para esto se toma la Tabla 11 “Resumen de las técnicas de mejora continua de procesos”, del capítulo anterior, ya que en esta tabla están presentes los atributos de cada una de ellas.

¹⁶ El enfoque de sistemas es un paradigma que ayuda a estructurar la problemática, usando el concepto de sistema y sus propiedades. En este contexto, permitirá estructurar la estrategia para la mejora de procesos.



3.2 Estrategia para generar valor

En base a lo anterior, la estrategia para generar valor es:

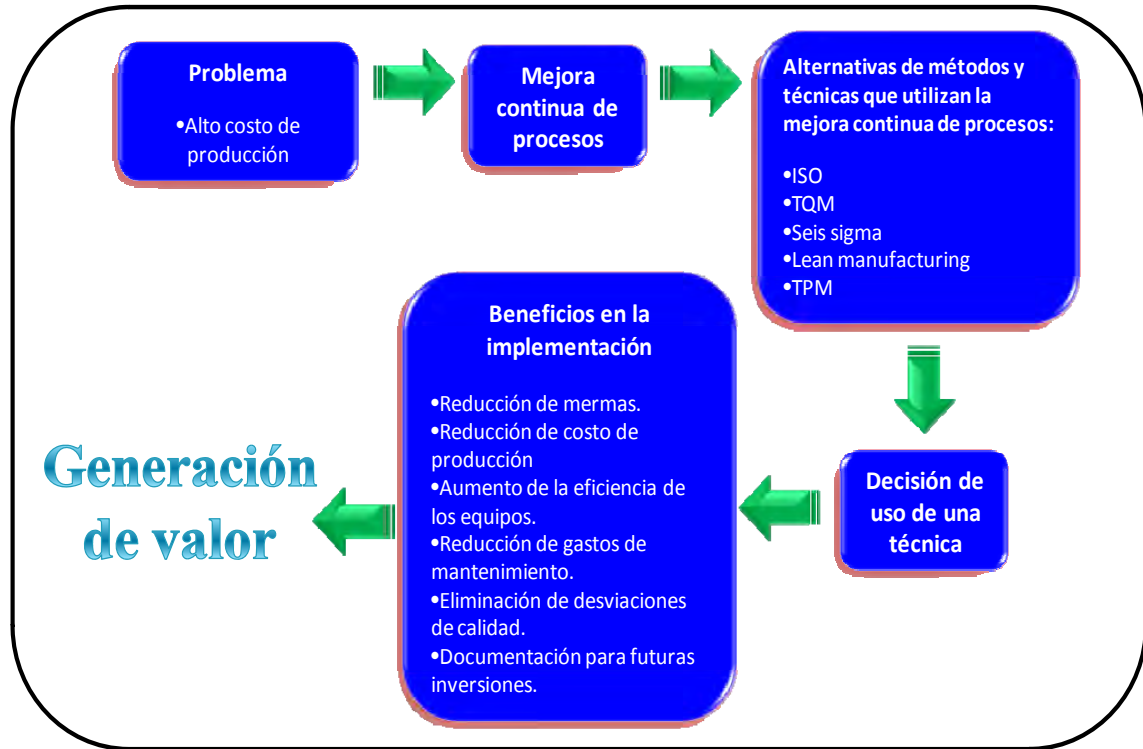
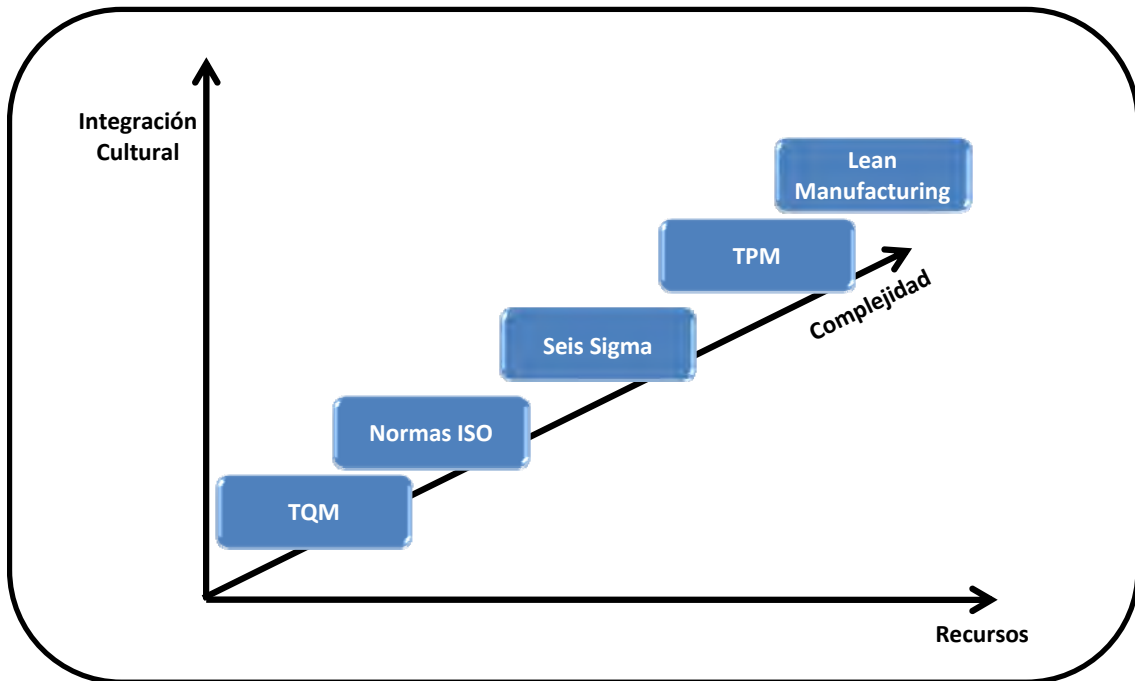


Figura 17: Estrategia para generar valor

Industrias Lewis, que tiene en una de sus plantas productivas en México alto costo de producción, implementará una técnica que utilice la mejora continua para mejorar sus procesos de producción. Las técnicas revisadas en el capítulo 2, están enfocadas a reducir costos de forma directa ó indirecta para generar valor a la empresa y/o los accionistas, pero la aplicación de cada una de ellas tiene distinta complejidad, así como distinto nivel de involucramiento de los empleados, es decir, la integración cultural que requiere cada metodología es distinta.

En la siguiente gráfica se muestran (desde otro punto de vista) los recursos y complejidad requeridos para la aplicación de cada técnica por parte de las empresas, así como los beneficios de dicha aplicación en la integración cultural de sus empleados.



Gráfica 10: Comparativo de las técnicas de mejora continua de procesos, basado en la integración cultural, complejidad y recursos necesarios para su aplicación

3.3 Decisión de uso de una técnica de mejora continua de procesos

Retomando la situación de la empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS, de una de sus plantas productivas, ubicada en Lerma, la cual tiene las siguientes áreas:

- Producción.
- Calidad.
- Seguridad.
- Mantenimiento.
- Ingeniería.
- Planeación
- Recursos Humanos.



Inicialmente, la empresa Industrias Lewis cuenta con un sistema de indicadores¹⁷ implementados, que le permiten detectar eficiencias y pérdidas económicas en las áreas mencionadas, por lo cual, el problema concreto por resolver para este caso es **reducir el costo de producción** de la planta de Lerma de Industrias Lewis.

Para lograrlo se pretende trabajar primero con la reducción de los gastos de materiales, en específico, la reducción de merma de materiales (\$1'257,000 M.N. de mermas al mes), esperando también obtener beneficios dentro de sus procesos productivos al aplicar una técnica de mejora continua de procesos.

En base a esto, la técnica que mejor se adapta en función de las características, herramientas y beneficios que tiene, es TPM, la cual tiene una estrategia para mejorar la eficiencia de los procesos productivos, uso de herramientas con las cuales realiza mejoras en los procesos de todas las áreas productivas, así como una integración cultural, ya que requiere el involucramiento de todos los empleados, desde los operarios de planta hasta los niveles más altos de la dirección de la empresa, lo cual permite una aplicación y continuidad del uso de esta estrategia y sus herramientas.

Otro punto por el cual se decide tomar esta estrategia es porque está enfocada en reducir las pérdidas totales, **mediante acciones sistemáticas desarrolladas por los operadores**, por conducto de su pilar de “mejora enfocada” para aumentar la eficiencia global de los equipos, reduciendo los costos. Si bien los operadores, en un momento dado no tienen todos los elementos o conocimientos de herramientas, pero sí tienen el conocimiento del funcionamiento de sus equipos a cargo y su respectivo proceso, lo cual genera gran ventaja para los empleados administrativos porque es más fácil para ellos ser los guías en la enseñanza y

¹⁷ Los indicadores son métricas financieras o no financieras, utilizadas para cuantificar objetivos que reflejan el rendimiento de una organización, en este contexto, para medir los costos en la planta productiva. Los indicadores de desempeño que utiliza Industrias Lewis son descritos en el apartado 1.2 “Identificación de la problemática”, para describir el costo de producción.



aplicación de las herramientas, y trabajar con los operadores y técnicos de una forma interdisciplinaria para lograr la reducción de las pérdidas.

Otra de las razones por la cual se elige TPM como estrategia de mejora continua, es porque que no sólo va a servir en este caso, sino en todos los demás problemas por resolver que tiene la empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS, por la plataforma que tiene de ocho pilares (mejora enfocada, mantenimiento autónomo, mantenimiento planeado, mantenimiento de la calidad, control inicial de flujo, educación y entrenamiento, oficinas y seguridad) para estandarizar actividades y forma de trabajo de todas las áreas (producción, calidad, seguridad, mantenimiento, ingeniería, planeación y recursos humanos) de la empresa en una forma interdisciplinaria.

Por último, al revisar la Tabla 11 “Resumen de las técnicas de mejora continua de procesos”, se observa que históricamente el TPM ha sido utilizado en distintas empresas e industrias, entre ellas las de alimentos (que es la empresa de este caso de aplicación) y las empresas que la han utilizado son Jumex, Jugos del Valle y los principales competidores de INDUSTRIAS LEWIS como Nestlé, Grupo Herdez y Unilever.

Método	Característica	Herramientas	Beneficios	Aplicación en Industrias
Total Productive Maintenance (TPM)	Estrategia para mejorar la eficiencia de los procesos productivos de una empresa y lograr el cero pérdidas (cero accidentes, defectos en producto y fallas en equipos)	Mejora Enfocada	Administración de los procesos productivos	<u>Industrias de proceso:</u> + Químicas + Textiles + Hules y plásticos + Alimentos + Farmacéutica + Papel + Impresiones + Cemento y cerámica + Electricidad, gas, petróleo y carbón <u>Fabricación y ensamble:</u> + Maquinaria + Metal mecánica + Productos eléctricos + Automóviles + Instrumentos de precisión <u>Ejemplos:</u> Procter & Gamble, Unilever, JUMEX, Jugos del Valle, Coca Cola, Tetrapack, Sabritas, Renault
		Mantenimiento autónomo	Reducción de tiempos improductivos	
		Mantenimiento planeado	Reducción de defectos de calidad	
		Mantenimiento de la calidad	Reducción de costos en los procesos de producción industrial	
		Control inicial de flujo (administración de proyectos)	Involucramiento de todos los empleados (desde los operarios hasta directores)	
		Educación y entrenamiento		
		Oficinas (sistema de información)	Reducción de accidentabilidad	
		Seguridad, higiene y medio ambiente	Reducción de mermas ó desperdicios	
		SMED (Single Minute Exchange of Die; cambio rápido de herramientas)	Incremento del nivel de servicio de la empresa	
Control estadístico de proceso	Incremento de la eficiencia de los procesos			

Tabla 12: Atributos de Total Productive Maintenance (TPM)



Capítulo 4

Un caso de aplicación



Capítulo 4: Un caso de aplicación

4.1 Descripción de la situación

Como se mencionó en la introducción, por temas de confidencialidad, para el desarrollo del caso de mejora de Industrias Lewis (nombre ficticio de la empresa), no se describirán ni la información técnica de sus procesos ni de sus áreas de trabajo, sólo se mostrarán esquemas generales de los productos que elabora.

La empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS, tiene en México dos centros de manufactura (plantas productivas), en los cuales se fabrican los siguientes productos:

Producto	Planta Productiva
Sopas	Aguascalientes
Bebidas	Aguascalientes
Harinas, pastas y cereales	Aguascalientes
Aderezos para ensaladas	Lerma
Mayonesa	Lerma
Mantequillas	Lerma

**Tabla 13: Productos fabricados en México
por la empresa de manufactura en alimentos Industrias Lewis**

Cada planta tiene los siguientes costos de producción:

Planta productiva	Costo de producción (Eur/Tonelada)
Aguascalientes	60
Lerma	100

**Tabla 14: Costo de producción en las plantas productivas
de Industrias Lewis en México**



Al tener un costo de producción mayor, la tesis se enfoca en la planta de Lerma, la cual consta de dos áreas productivas, una para la elaboración de mantequilla, y otra para la elaboración de mayonesas y aderezos, en la Figura 17, se muestra la distribución de las áreas de planta Lerma:

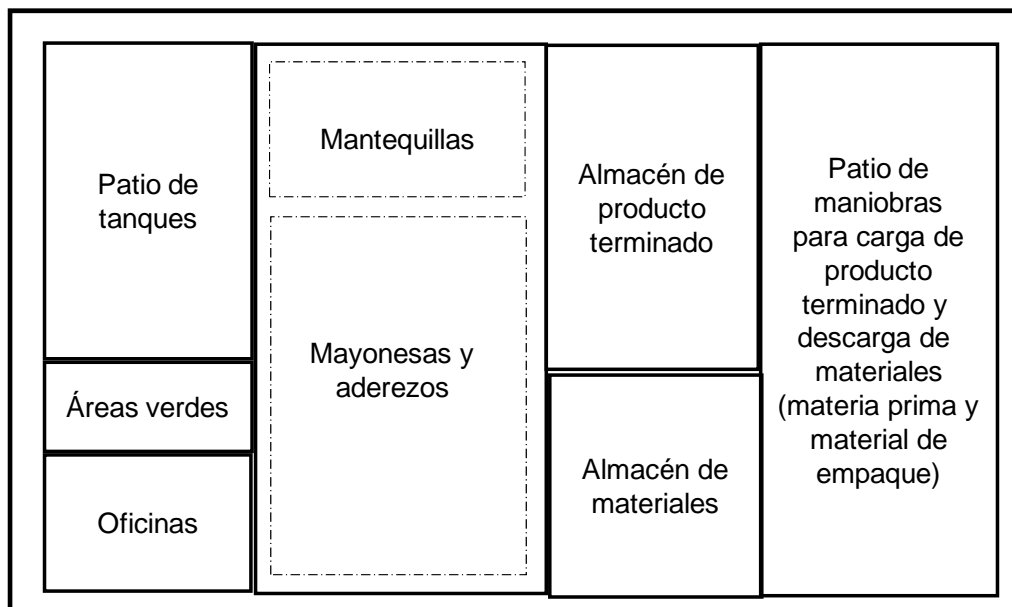


Figura 18: Distribución de áreas la planta Lerma, Estado de México

En el apartado “1.2 Identificación de la problemática”, se desglosó el cálculo de costo de producción:

$$\text{costo de producción} = \frac{\text{gastos incurridos para la elaboración de productos en cada planta}}{\text{volumen total de producción de cada planta}}$$

donde:

- Gastos incurridos promedio mensuales = 500,000 eur = \$8'515,000 M.N. (tomando un tipo de cambio de \$17 M.N. por euro).
- Volumen total de producción promedio mensual = 5,000 toneladas

Así que:

$$\text{costo de producción} = \frac{500,000 \text{ eur}}{5,000 \text{ ton}} = 100 \text{ eur/ton}$$



Para el caso analizado, se considera como constante el volumen promedio mensual de producción de 5,000 toneladas. Con esto, el caso de aplicación se debe enfocar en trabajar en el numerador de la ecuación (gastos incurridos para la elaboración de productos), para reducir el costo de producción de planta Lerma.

Tomando los datos que se desglosaron en el apartado “1.2 Identificación de la problemática”, tenemos que:

$$\text{gastos incurridos} = \text{materiales} + \text{costo de conversión} + \text{administración}$$

Gastos (M.N.)		
materiales	5,109,000	60%
costo de conversión	2,554,500	30%
administración	851,500	10%
	8,515,000	100%

donde:

$$\begin{aligned} \text{materiales} = & \text{materia prima} + \text{material de empaque} + \text{merma de materia prima} \\ & + \text{merma de material de empaque} \end{aligned}$$

Gastos de materiales (M.N.)	
materia prima	2,574,750
material de empaque	1,277,250
merma de materia prima y merma de material de empaque	1,257,000
	5,109,000

se tiene que la principal pérdida económica de planta Lerma de Industrias Lewis, es la merma de materia prima y merma de material de empaque (\$1'257,000 promedio mensual).

Si se reduce en un 50% sólo esta pérdida, se tendría:

$$\begin{aligned} \text{merma de materia prima y merma de material de empaque (desaeada)} &= 1',257,000 \times 50\% \\ \text{merma de materia prima y merma de material de empaque (desaeada)} &= \$628,500 \text{ M.N.} \end{aligned}$$



Esto nos llevaría a obtener los siguientes gastos de materiales:

Gastos de materiales (M.N.)		
Concepto	Actual	Deseado
materia prima	2,574,750	2,574,750
material de empaque	1,277,250	1,277,250
merma de materia prima y material de empaque	1,257,000	628,500
Subt total	5,109,000	4,480,500

donde los gastos de materia prima y material de empaque, permanecerían igual (sin cambios), con esto se lograría tener \$4'480,500 M.N. de gastos de materiales y se podría tener el siguiente costo de gastos incurridos (\$7'886,500 M.N.):

Gastos (M.N.)		
Concepto	Actual	Deseado
materiales	5,109,000	4,480,500
costo de conversión	2,554,500	2,554,500
administración	851,500	851,500
Total	8,515,000	7,886,500

Convirtiendo a euros los gastos incurridos deseados (\$7'886,500 M.N.) para la elaboración de productos en planta de Lerma:

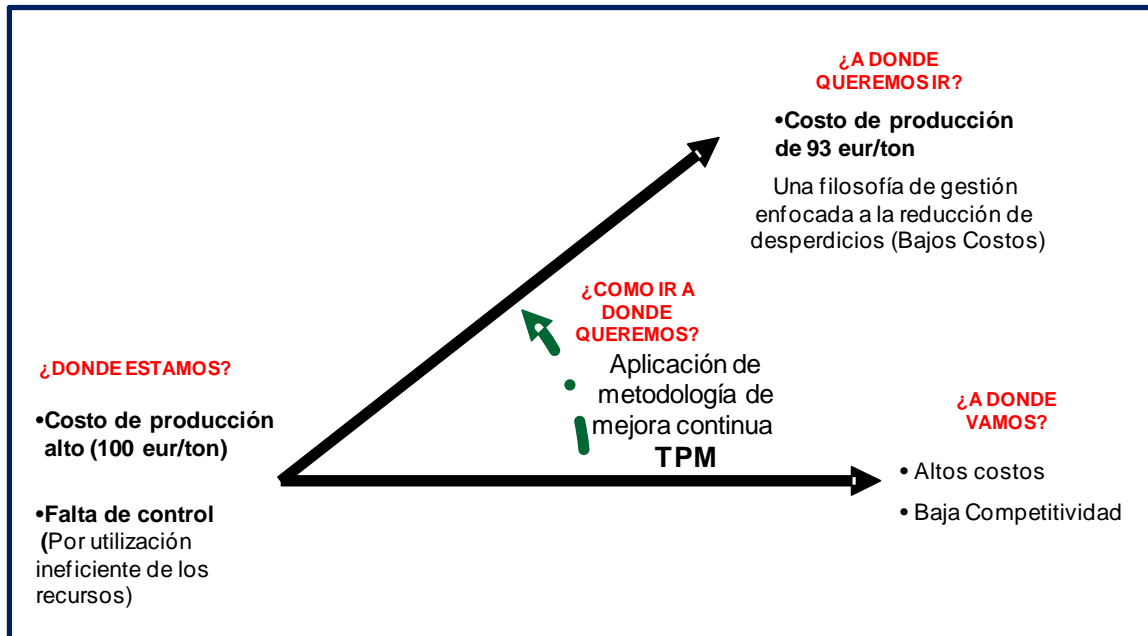
tipo de cambio: 17 pesos (M.N.) por euro

$$gastos = 7'886,500 \text{ pesos (M.N.)} \div 17 \frac{\text{pesos (M.N.)}}{\text{euro}} = 463,095 \text{ euros}$$

Y considerando un volumen contante de 5,000 toneladas por mes, tendríamos un costo de producción de:

$$\text{costo de producción (desado)} = \frac{463,095 \text{ Euros}}{5,000 \text{ toneladas}} = 93 \frac{\text{euros}}{\text{tonelada}}$$

Este escenario se puede resumir de acuerdo a la siguiente figura:



**Figura 19: Situación deseada al implementar TPM
como estrategia de mejora continua de procesos en planta de Lerma de Industrias Lewis**

Actualmente la planta de Lerma de Industrias Lewis tiene un costo de producción de 100 eur/ton, posiblemente por una utilización ineficiente de los recursos. Al aplicar TPM como estrategia de mejora continua de procesos, para reducir la principal pérdida económica mapeada (merma de materia prima y merma de material de empaque), se desea lograr un costo de producción de 93 eur/ton, al mismo tiempo que se desea implementar un sistema de gestión, enfocado a la reducción de desperdicios que permita mantener una correcta utilización de los recursos y evitar la recurrencia en ésta pérdida.

En base a esto, se describe la estrategia para lograr los objetivos.



4.2 Estrategia para lograr los objetivos

Una vez definida la técnica de mejora continua de procesos a emplear (TPM) para la empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS, se describe la estrategia a seguir, la cual forma base del TPM y su pilar de mejora enfocada, para la reducción de merma de materiales:

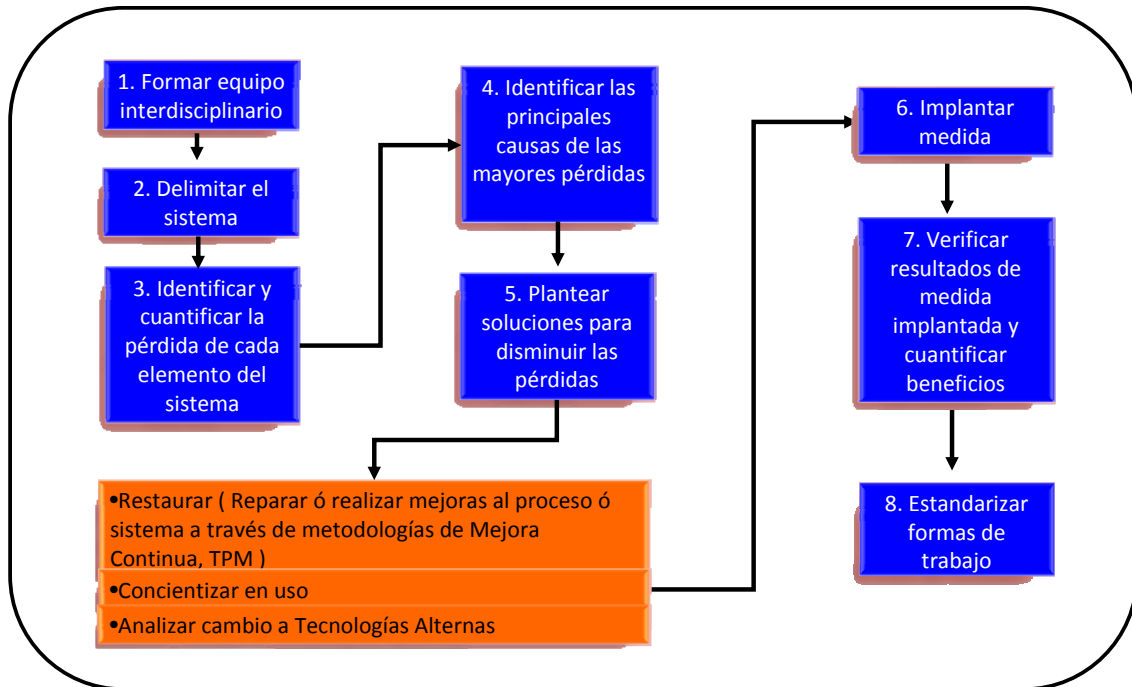


Figura: 20 Estrategia para lograr objetivos

Esta estrategia es llamada “Historia QC” por TPM, y se describe en el apartado “2.1.5 Mantenimiento Total Productivo (Total Productive Maintenance, TPM)” en las páginas 79 a 82, la cual como base de aplicación, debe ser desarrollada por un grupo interdisciplinario formado por áreas operativas y administrativas.

La principal regla que se debe cumplir en el desarrollo del caso, es mostrar de manera visual y entendible, para cualquier persona (no importando el nivel de escolaridad ó área de trabajo), los puntos y resultados de la técnica que se está utilizando. Esto se logra con el mapeo de áreas de trabajo, con diagramas simples y sencillos, para entender el proceso que se esté analizando.



A continuación se describirán a detalle los ocho puntos de esta estrategia en los apartados 4.2.1 al 4.2.8.

4.2.1 Formación del equipo interdisciplinario

El equipo interdisciplinario se formará con personal de las siguientes áreas, con el objetivo de realizar un análisis integral de las principales mermas de materiales:

- ✓ Producción.
- ✓ Calidad.
- ✓ Seguridad.
- ✓ Mantenimiento.
- ✓ Ingeniería.
- ✓ Planeación.
- ✓ Recursos Humanos.

4.2.2 Delimitación del sistema

La planta de Lerma tiene una pérdida promedio mensual de \$1,257,000 M.N. por merma de materiales. En la siguiente figura con color amarillo, se muestra la distribución de las áreas donde se manejan dichos materiales en la planta de Lerma:

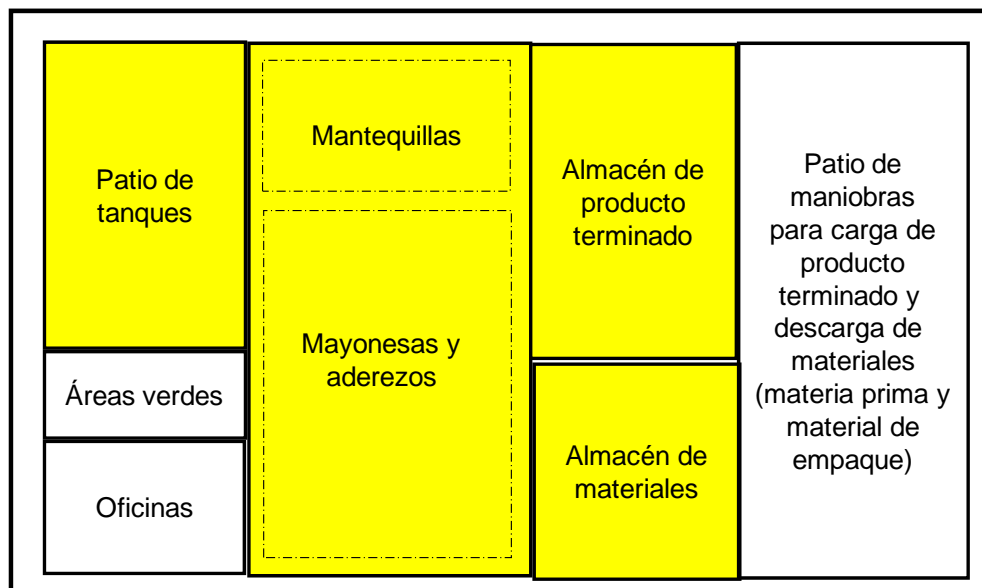


Figura: 21 Áreas de merma de materiales en planta Lerma

De acuerdo a la base de datos disponible, en el periodo de enero a junio del 2009, se tienen registrados los montos de merma mensual en las dos áreas productivas, de los cuales se muestra un desglose en la siguiente tabla:

Área	Merma de materiales 2009 (en pesos M.N.)							Promedio mensual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Total periodo	
Mantequillas	169,680	156,780	158,400	141,240	216,240	187,200	1,029,540	171,590
Mayonesas y aderezos	1,042,320	1,037,160	1,161,600	1,142,760	1,055,760	1,060,800	6,500,400	1,083,400

1,212,000 1,206,000 1,320,000 1,284,000 1,272,000 1,248,000 7,542,000 **1,257,000**

Tabla 15: Mermas de materiales en planta de Lerma

De acuerdo a la tabla 15, principal pérdida económica de merma de materiales, se tiene en el área productiva de mayonesas y aderezos, ya que tiene un promedio mensual de \$1'083,400 M.N. vs \$171,590 M.N. del área de mantequillas.

De esta forma se continuará el desglose de información enfocada en el área productiva de mayonesas y aderezos, en la siguiente tabla:



Merma	Merma de materia prima y material de empaque en mayonesas y aderezos 2009 (en pesos M.N.)							
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Total periodo	Promedio mensual
Material de empaque	83,386	62,230	81,312	85,707	89,740	53,040	455,414	75,902
Materia prima	958,934	974,930	1,080,288	1,057,053	966,020	1,007,760	6,044,986	1,007,498
	1,042,320	1,037,160	1,161,600	1,142,760	1,055,760	1,060,800	6,500,400	1,083,400

Tabla 16: Mermas de material de empaque y materia prima en planta de Lerma

De aquí se tiene claramente que se merma más materia prima que material de empaque. Por lo que se analizará en la siguiente tabla, cuáles son las materias primas que generan la mayor pérdida económica:

Material	Merma de materia prima en mayonesas y aderezos 2009 (en pesos M.N.)								
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Total periodo	Promedio mensual	%
Aceite	546,593	584,958	702,187	665,943	598,933	644,966	3,743,580	623,930	62%
Huevo entero	153,430	136,490	140,437	126,846	135,243	131,009	823,455	137,243	14%
Yema	115,072	126,741	118,832	147,987	96,602	110,854	716,088	119,348	12%
Otros (son 28 materias primas adicionales)	143,840	126,741	118,832	116,276	135,243	120,931	761,863	126,977	13%
	958,934	974,930	1,080,288	1,057,053	966,020	1,007,760	6,044,986	1,007,498	100%

Tabla 17: Mermas de materia prima en mayonesas y aderezos

Esta tabla muestra que el 88% de las pérdidas económicas de las materias primas en el área productiva de mayonesas y aderezos, lo aportan el aceite, huevo entero y yema, ejemplo:

$$\text{merma promedio mensual de aceite} = \$623,930 \text{ M. N.}$$



$$\begin{aligned} \text{merma promedio mensual del \acute{a}rea productiva de mayonesas y aderezos} \\ = \$1',007,498 \text{ M.N.} \end{aligned}$$

% de merma de aceite

(sobre el total de merma de materiales del \acute{a}rea productiva de mayonesas y aderezos)

$$= \frac{\$623,930 \text{ M.N.}}{\$1',007,498 \text{ M.N.}} = 62\%$$

$$\text{\% de merma de huevo entero} = \frac{\$137,243 \text{ M.N.}}{\$1'007,498 \text{ M.N.}} = 14\%$$

$$\text{\% de merma de yema} = \frac{\$119,348 \text{ M.N.}}{\$1'007,498 \text{ M.N.}} = 12\%$$

$$\begin{aligned} \text{suma de \%s de merma de (aceite, huevo entero, yema)} &= 62\% + 14\% + 12\% \\ &= 88\% \end{aligned}$$

y representan el 70% del total de las p\u00e9rdidas econ\u00f3micas en la planta Lerma de la empresa de manufactura de alimentos INDUSTRIAS LEWIS.

$$\begin{aligned} \text{suma de merma promedio mensual de (aceite, uuevo entero, yema)} \\ = \$623,930 + \$137,243 + \$119,348 = \$880,521 \text{ M.N.} \end{aligned}$$

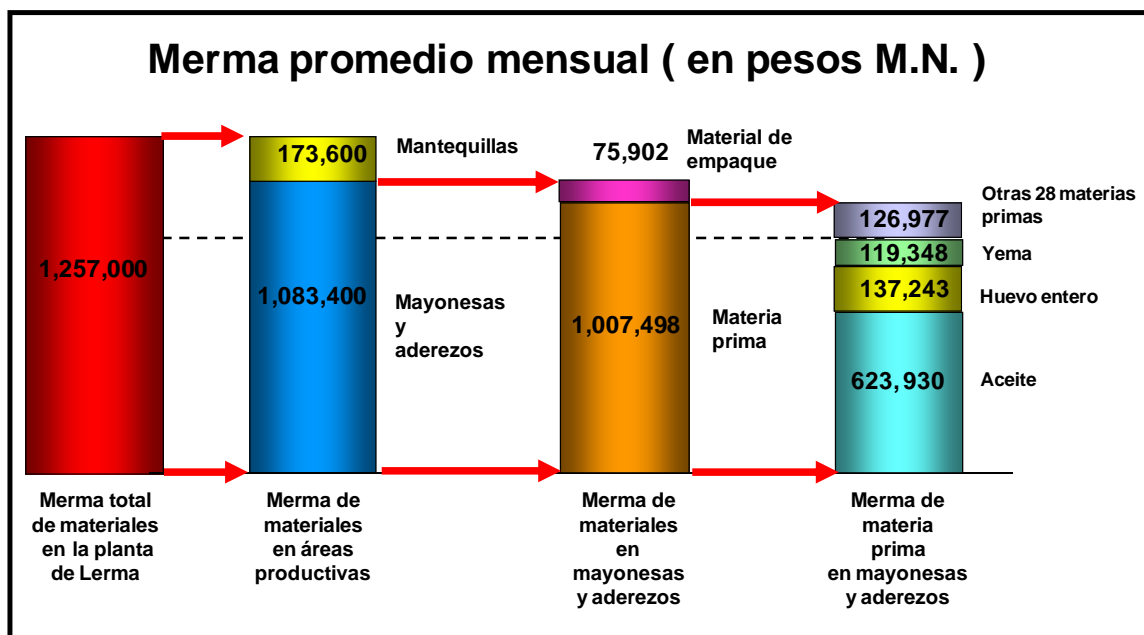
$$\text{merma total de materiales en planta Lerma} = 1'257,000 \text{ M.N.}$$

$$\frac{\text{suma de merma promedio mensual de (aceite, uuevo entero, yema)}}{\text{merma total de materiales en planta Lerma}} = \frac{\$880,521}{1'257,000}$$

$$\frac{\$880,521}{1'257,000} = 70\%$$



En la siguiente gráfica, se muestra un resumen del mapeo de las mermas de materiales.



Gráfica 11: “Mapeo de merma de materiales”

4.2.3 Identificar y cuantificar la pérdida de cada elemento del sistema

Una vez que ya se identificaron qué materiales aportan la mayor pérdida económica, se procedió a realizar un mapeo de lugares en donde se merman dichos materiales, con el fin de identificarlos y cuantificar la cantidad de merma que genera cada lugar.

Este mapeo¹⁸ se muestra en la siguiente figura:

¹⁸ Se realiza un mapeo para mostrar de manera conceptual, las áreas en donde se genera merma. Por temas de confidencialidad no se mostrarán lay outs ó planos con detalles de ubicación de equipos, dimensiones de las áreas, etc., por otro lado, uno de los puntos que busca la metodología TPM es el que la información (gráficas, diagramas, etc.) sea lo más sencillo posible y muestre de manera visual e concepto a explicar, ya que la información va dirigida a operadores, electricistas, mecánicos, analistas de laboratorio, coordinadores y no debe manejar conceptos técnicos específicos para un área, es decir, debe tener el enfoque de que cualquier persona lo entienda, independientemente del nivel académico ó cargo que tenga.

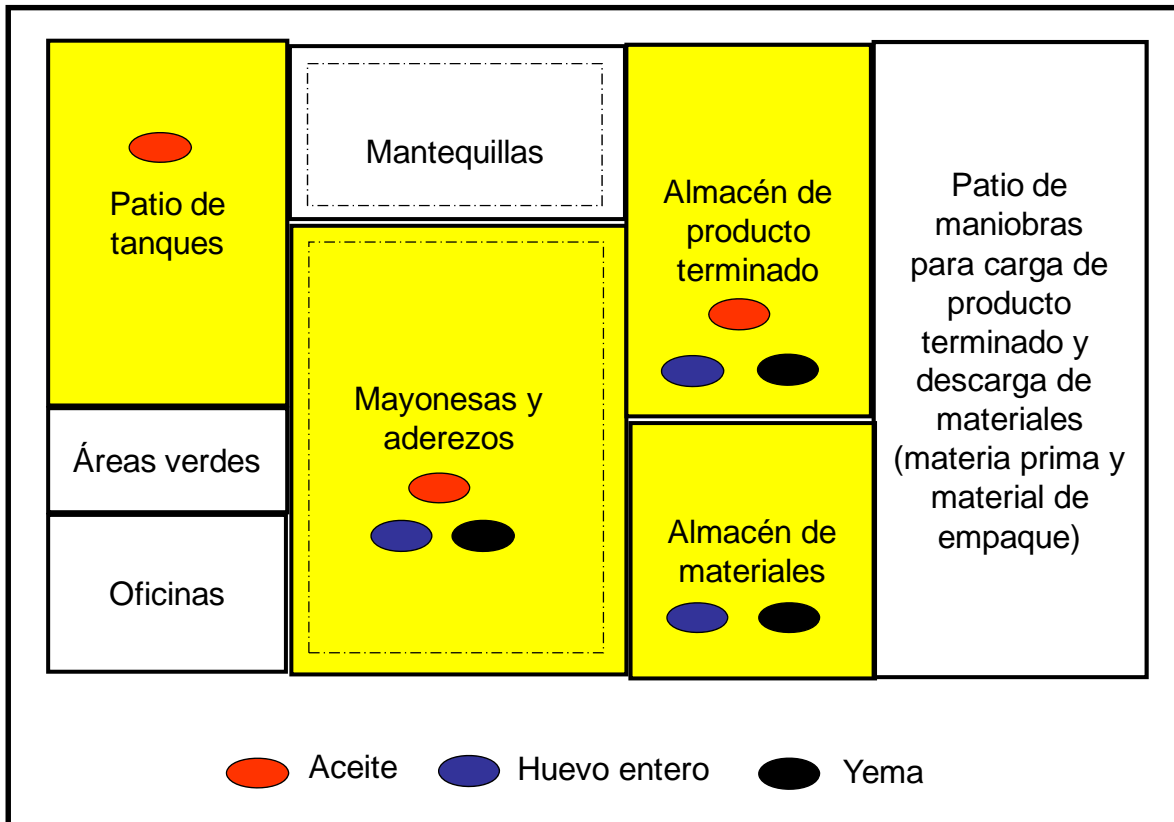


Figura: 22 Mapeo de lugares de generación merma de materias primas de mayonesas y aderezos en la planta de Lerma

Los óvalos de color rojo, azul y negro señalan las áreas en donde se generan la merma de aceite, huevo entero y yema, respectivamente.

Haciendo una revisión más detallada del área de producción de mayonesas y aderezos, se tiene:

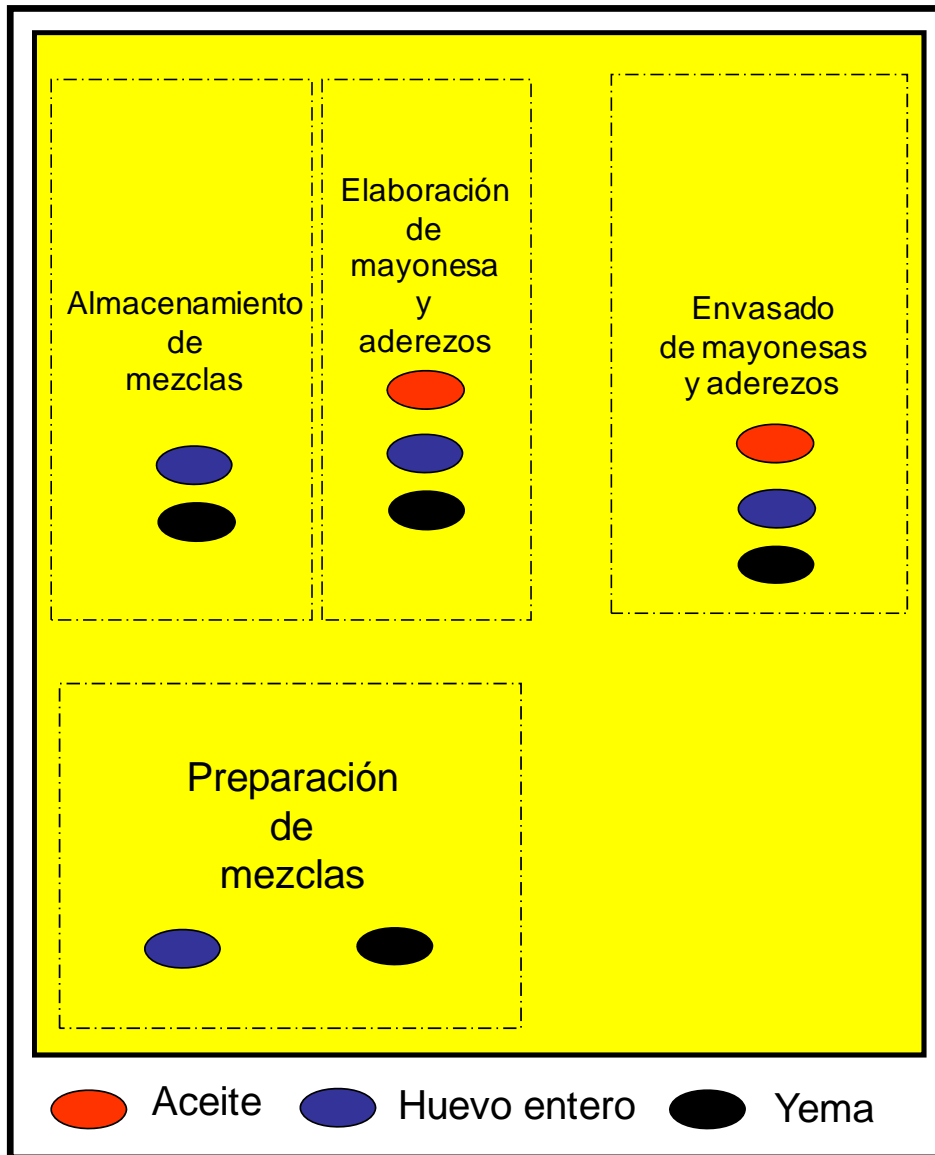


Figura 23: Mapeo de puntos de generación merma de materias primas en el área de producción de de mayonesas y aderezos

De esta forma, se cuantifican los puntos de generación de merma, los cuales son:



Materia prima	Patio de tanques	Área de producción			Envasado de mayonesas y aderezos	Almacén de materiales	Almacén de producto terminado	Total
		Preparación de mezclas	Almacenamiento de mezclas	Elaboración de mayonesas y aderezos				
Aceite	2	0	0	3	5	0	1	11
Huevo entero	0	1	3	3	5	1	1	14
Yema	0	1	3	3	5	1	1	14

39

Tabla 18: Mapeo de puntos de generación de merma

La descripción de este mapeo de puntos de generación de merma, es:

- ✓ **Patio de tanques:** se tienen instalados dos tanques de almacenamiento de aceite, cada uno con una bomba de transferencia de aceite hacia el área de elaboración de mayonesas y aderezos.
- ✓ **Preparación de mezclas:** en ésta área se descargan recipientes de una tonelada, de huevo entero y/o yema. De aquí surge la necesidad de contabilizar el material que se desperdicia durante su respectiva descarga.
- ✓ **Almacenamiento de mezclas:** se cuenta en esta área con tres tanques de almacenamiento de mezcla de huevo y/o yema.
- ✓ **Elaboración de mayonesas y aderezos:** en esta sección se tienen tres equipos que operan por instrumentación y control (llamados sistemas continuos 1, 2 y 3), y en esta área se ocupan aceite, huevo y/o yema. Estos sistemas se describirán en el punto 5, (plantear soluciones para disminuir las pérdidas).
- ✓ **Envasado de mayonesas y aderezos:** el área de producción de planta Lerma cuenta con 5 líneas de envasado, en las cuales se generan merma de mayonesa y/o aderezo, el cual a su vez está elaborado de aceite, huevo entero y/o yema. Las fuentes de generación de merma son por sobrellenado de producto en los frascos de mayonesa y aderezos, producto remanente en las tuberías de transferencia y el cual se desecha durante las



limpiezas, y producto que se toma como muestras para control de calidad, el cual se va a destrucción después de sus análisis microbiológicos.

- ✓ **Almacén de materiales:** en esta área se recibe y almacena en cámaras de refrigeración, huevo entero y yema. La generación de merma se tiene por un incorrecto manejo de los contenedores y/o por ineficiente administración de surtimiento al área de preparación de mezclas, evitando con ello caduquen dichas materias primas.
- ✓ **Almacén de producto terminado:** se llega a tener merma de producto terminado, el cual a su vez está elaborado de aceite, huevo y/o yema.

Al contar con el mapeo completo de puntos de generación de merma, se inicia la contabilización de cada uno de ellos, para identificar el punto que más pérdidas económicas tenga, y de ahí plantear soluciones para disminuir el impacto.

4.2.4 Identificar las principales causas de las mayores pérdidas

De la tabla 17, se muestra que las principales pérdidas económicas las aportan las siguientes materias primas:

Materia prima	Promedio mensual de merma	
Aceite	623,930	pesos M.N.
Huevo entero	137,243	pesos M.N.
Yema	119,348	pesos M.N.
	880,521	pesos M.N.

Tabla 19: Principales mermas de materia prima en mayonesas y aderezos

Donde sus principales puntos de pérdida económica están en:



Mapeo de mermas promedio mensual por área (pesos M.N.)								
Materia prima	Patio de tanques	Área de producción			Envasado de mayonesas y aderezos	Almacén de materiales	Almacén de producto terminado	Total (MXP)
		Preparación de mezclas	Almacenamiento de mezclas	Elaboración de mayonesas y aderezos				
Aceite	3,120	0	0	617,691	624	0	2,496	623,930
Huevo entero	0	10,979	0	123,518	546	1,372	823	137,240
Yema	0	9,548	0	107,413	477	1,193	716	119,348
Subtotal	3,120	20,527	0	848,622	1,647	2,566	4,035	

Tabla 20: Mapeo de las principales pérdidas económicas de materias primas en mayonesas y aderezos

Las principales fuentes de generación de merma (desde el punto de vista de costo), se tienen en el área de elaboración de mayonesas y aderezos.

Merma promedio mensual (pesos M.N.)	
Materia prima	Elaboración de mayonesas y aderezos
Aceite	617,691
Huevo entero	123,518
Yema	107,413

Subtotal **848,622** pesos M.N.

Tabla 21: Principal fuente de generación de merma

Ahora con las herramientas de TPM se iniciarán análisis para identificar las posibles causas de la generación de merma en esta área.



4.2.5 Plantear soluciones para disminuir las pérdidas

Habiendo identificado el área con mayor cantidad de generación de merma, se procede a realizar el análisis del problema para identificar las posibles causas de las fallas y plantear soluciones para disminuir las pérdidas.

Para realizar este análisis es necesaria la participación de todos los integrantes del equipo interdisciplinario, con el objetivo de atacar el problema desde el punto de vista operativo y administrativo, hasta el punto de vista técnico.

Las áreas integrantes del equipo, así como sus participantes (nueve personas) son:

- ✓ Producción: operador de elaboración de mayonesas y aderezos, operador de preparación de mezclas y un coordinador de producción.
- ✓ Calidad: jefe de calidad, analista de mayonesas.
- ✓ Seguridad: coordinador de seguridad.
- ✓ Mantenimiento: mecánico de mayonesas y aderezos y un instrumentista.
- ✓ Ingeniería: ingeniero de proyectos.
- ✓ Planeación: planeador de mayonesas, coordinador de almacenes.

Para el análisis se utilizan las siguientes herramientas del TPM llamadas:

- ✓ 5 W's + 1 H¹⁹: esta herramienta se utiliza para describir el “fenómeno” o problemática observada.
- ✓ Descripción del principio de funcionamiento de los equipos involucrados en la merma de materiales: esta descripción es útil para comprender el sistema.
- ✓ Análisis “por qué, por qué”; esta herramienta se utiliza para identificar todas las causas posibles de la problemática del sistema en análisis, así como para identificar las posibles soluciones.

¹⁹ 5 W's + 1 H : What, When, Where, Who, Wich y How. En la tabla 22 describe con más detalle.



Los análisis se iniciarán con la merma de aceite (con la herramienta 5 W's + 1 H), ya que es la más grande pérdida económica (ver tabla 21).

5W's + 1H	
QUÉ (What)	Se sobredosifica aceite.
CUÁNDO (When)	Durante la operación.
DÓNDE (Where)	En sistema continuo 1.
QUIÉN (Who)	Sí depende de la habilidad del operador.
CUÁL (Wich)	Ocurre en cualquier momento.
CÓMO (How)	Incremento del porcentaje de aceite en la fórmula, ocasionando que el producto sea más costoso ó se genere merma de aceite en el proceso de elaboración de mayonesas y aderezos.

Tabla 22: "Análisis 5W's + 1H para merma de aceite en sistema 1"

Identificando la problemática, se procede a describir el principio de funcionamiento del sistema.

La forma de preparación de mayonesas y aderezos, consiste en dosificar 5 ingredientes a un tanque mezclador.

La dosificación de los ingredientes se realiza en un sistema que está compuesto por:



- ✓ Alimentación: la alimentación de mezclas (en este caso, aceite) se realiza cuando un sensor de nivel en el tanque de trabajo indica “bajo nivel”. En este momento se transfiere mezcla proveniente del área de almacenamiento de mezclas (Figura 22) ó del área de patio de tanques (Figura 21) para el caso del aceite.
- ✓ Tanque de trabajo: este tanque recibe el ingrediente proveniente del área de almacenamiento de mezclas (Figura 22) ó del área de patio de tanques (Figura 21) para el caso del aceite.
- ✓ Bomba de recirculación: su función es suministrar la mezcla al “tanque mezclador”, hasta un cierto nivel, y una vez que el nivel deseado en dicho tanque se alcanza, se cierra la dosificación de la mezcla al tanque y se envía hacia el tanque de trabajo, permitiendo con esto una recirculación. Cabe mencionar, que antes de iniciarse la dosificación de la mezcla al tanque mezclador, se inicia un proceso de recirculación en este circuito, con el fin de alcanzar un cierto flujo de mezcla en la tubería.
- ✓ Medidor de flujo: este equipo se utiliza para cuantificar la cantidad de mezcla dosificada al tanque mezclador, con el objetivo de detener la dosificación cuando se haya dosificado la cantidad de mezcla requerida de acuerdo con la fórmula de preparación de mayonesas y aderezos.
- ✓ Tanque mezclador (Sistema continuo 1): este tanque se utiliza para mezclar a través de un agitador, las mezclas dosificadas (ingredientes para elaborar mayonesas y aderezos).
- ✓ Válvula de entrada (apertura y cierre): su función es permitir la apertura o cierre para dosificar la mezcla al tanque mezclador ó desviar el flujo de la mezcla al tanque de trabajo, cuando el tanque mezclador tenga un nivel deseado (cantidad de mezclas de acuerdo con las fórmulas estipuladas).

Para realizar la dosificación de mezclas, se utiliza una pantalla de formulación en la cual el operador de “elaboración de mayonesas y aderezos” programa la cantidad de ingredientes a dosificar de acuerdo a la fórmula que vaya a preparar.



De la tabla 22 se tiene la problemática:

- ✓ Durante la operación del sistema continuo 1, se sobredosifica aceite provocando que el producto (mayonesa ó aderezo) sea más costoso ó genere merma de aceite en el proceso de elaboración

Conociendo la problemática y descrito el principio de funcionamiento del sistema en análisis, se procede a realizar el análisis “por qué, por qué”, para identificar todas las posibles causas de la problemática del sistema continuo 1, así como identificar las posibles soluciones.

¿ Por qué ?	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3	Ronda 4	Ronda 5	
Por qué se sobredosifica aceite en sistema continuo 1	Por falla en equipos	Medidores de flujo	Descalibrados	1		
			Mal instalados	Presencia de vibración		
			Dañado Capacidad inadecuada			
		Válvulas no sellan bien	Empaques dañados Falta de lubricación y/o mantenimiento Fallas en sistema neumático	Por falta de aire Por variación en la presión de aire		
			Dañadas			
			Por desfase en la señal de apertura y cierre	Error de programación	2	
			Bombas	Capacidad inadecuada		
		Sistema de control	Errores en programación	Por rangos de operación inapropiados	Por tarjetas análogas obsoletas	3
		Falta de habilidad en operadores	Falta de conocimiento del impacto de la sobredosificación en mermas	Por falta de concientización en reducción de mermas		4

Tabla 23: Análisis por qué, por qué, por sobredosificación de aceite en el sistema continuo 1

En esta tabla se muestra el resumen del análisis realizado por la sobredosificación de aceite en el sistema continuo 1 (en el Anexo se muestra la tabla de análisis completo), el cual considera las posibles causas de la problemática.



Con color rojo, amarillo, verde y azul se han identificado las principales posibles causas de sobredosificación de aceite, las cuales corresponden a restaurar y concientizar en uso del sistema continuo 1.

La sección marcada con azul, corresponde a una causa de factor humano, mientras que las otras son atribuibles a las máquinas.

Para verificar cada posible causa se realizaron las siguientes actividades:

- ✓ Aforos en la dosificación de cada una de las mezclas al sistema continuo 1, encontrando un excedente respecto a la programación realizada en la pantalla de formulación.
- ✓ Revisión de la instalación de los medidores de flujo, en las cuales se identificó que presentan vibración por una inadecuada fijación. Esta vibración provoca que se tengan errores en la medición, así como una descalibración de los equipos (medidores de flujo).
- ✓ En la programación del sistema, se encontró un parámetro que permite tener una sobredosificación mayor del 3% del total que se solicita en la pantalla de formulación.
- ✓ En la programación también se identificó un desfase en la señal de apertura y cierre de las válvulas, lo cual provoca variación en la cantidad de dosificación de los ingredientes al tanque mezclador.
- ✓ Se revisaron las bitácoras de los operadores de elaboración de mayonesas y aderezos, en las cuales registran las condiciones de operación y en éstas se encontró que solicitan en la pantalla de formulación una cantidad mayor a la especificada en cada fórmula a preparar.

El planteamiento de soluciones para disminuir la pérdida es:

- ✓ Eliminación de vibraciones a medidores de flujo, para evitar que se descalibren, a través de fijación ó anclaje de los mismos.



- ✓ Calibración de medidores de flujo, para evitar incorrectas mediciones y sobredosificación de aceite a tanques mezcladores.
- ✓ Cambio de tarjeta de memoria del sistema de control, para agilizar las señales de control a válvulas.
- ✓ Reprogramación de la lógica de control, para eliminar el margen de error por sobredosificación (de +3% a cero%).
- ✓ Incluir en la reprogramación la eliminación de desfase de apertura y cierre de las válvulas del tanque mezclador.
- ✓ Análisis estadístico de dosificación, para medir resultados de las contramedidas realizadas a los tanques mezcladores.
- ✓ Concientización a operadores de elaboración de mayonesas y aderezos acerca del impacto que se genera en merma, por una sobredosificación de aceite en el tanque mezclador.

4.2.6 Implantar medida

En esta etapa se realiza la implementación de las contramedidas mencionadas para disminuir la pérdida (sobredosificación de aceite), con los siguientes costos implicados:



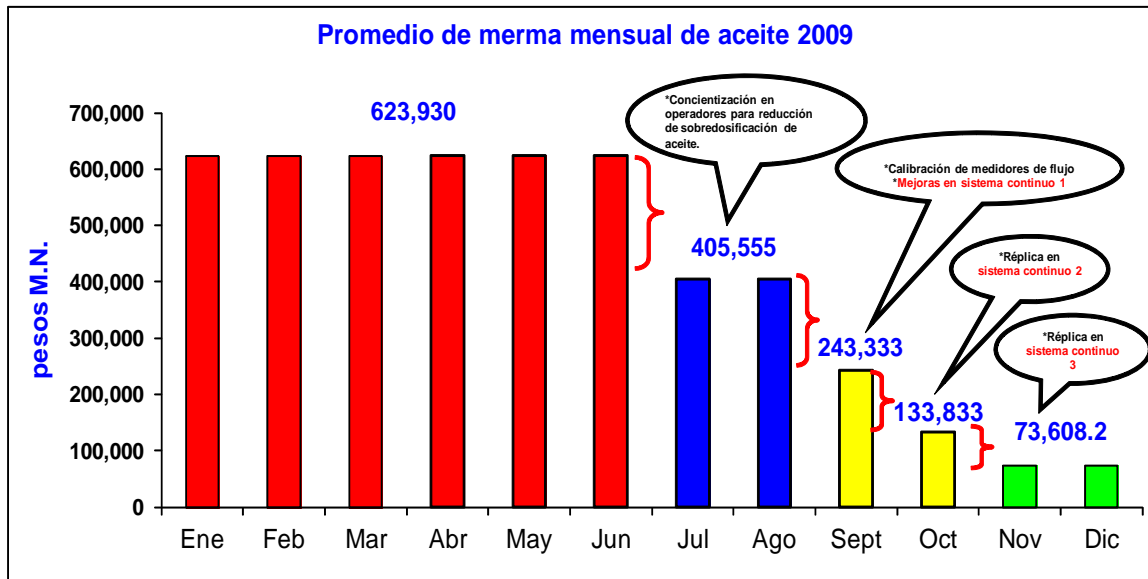
Actividad	Tiempo de realización	Costo unitario (Dólares)	Costo total para los tres sistemas de dosificación (Dólares)	Personal responsable
Eliminar vibraciones en medidores de flujo	4 semanas	1,000	3,000	Mantenimiento
Calibración de medidores de flujo	2 días	3,000	9,000	Proveedor
Cambio de tarjeta de memoria del sistema de control	2 días	100	300	Programador, instrumentistas y electricistas
Reprogramación de la lógica de control	2 días	2,000	6,000	Programador, instrumentistas y electricistas
Análisis estadístico de dosificación	2 meses	S/C		Coordinador de calidad, coordinador de producción
Concientización a operadores acerca del impacto en mermas por sobredosificación	1 semana	S/C		Coordinador de calidad, coordinador de producción

18,300 Dólares

Tabla 24: Costo de implementación de plan de soluciones

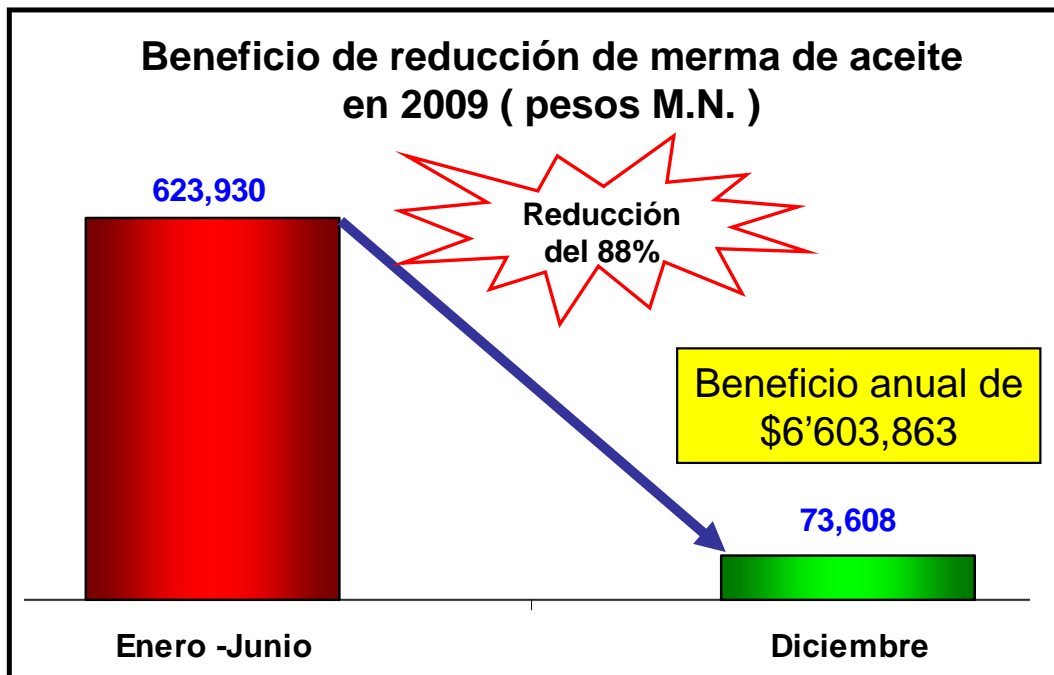
El costo de realizar estas acciones es de 18,300 USD, aproximadamente \$237,900 pesos M.N. para los tres sistemas de dosificación, considerando un tipo de cambio de 13 Dólares por peso M.N., lo cual representa una inversión del 38% de las pérdidas económicas que se tienen en un mes.

Con respecto al tiempo, la implementación del plan de soluciones, se programó de la siguiente forma (año 2009):



Gráfica 12: Resultado del plan de reducción de merma de aceite

En la implementación de las acciones de la tabla anterior, se obtuvo un beneficio del 88% de reducción de las mermas de aceite.



Gráfica 13: Beneficios de reducción de merma de aceite



merma promedio mensual anterior de aceite = \$623,930 M. N.

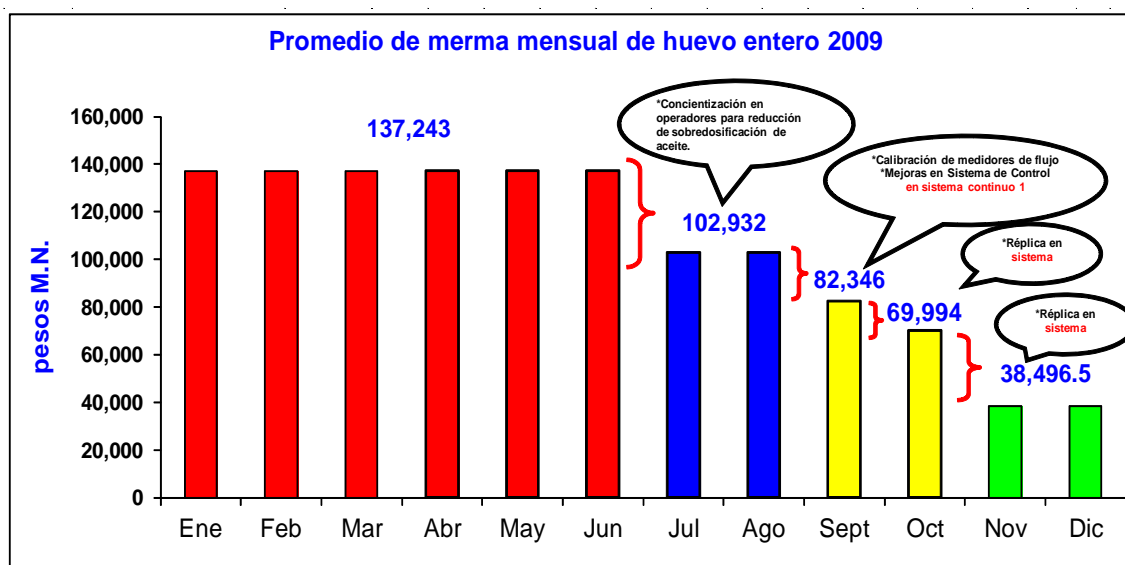
merma promedio mensual actual de aceite = \$73,608 M. N.

$$\text{beneficio promedio mensual de aceite} = \left(1 - \frac{\$73,608 \text{ M. N.}}{\$623,930 \text{ M. N.}}\right) \times 100 = 88\%$$

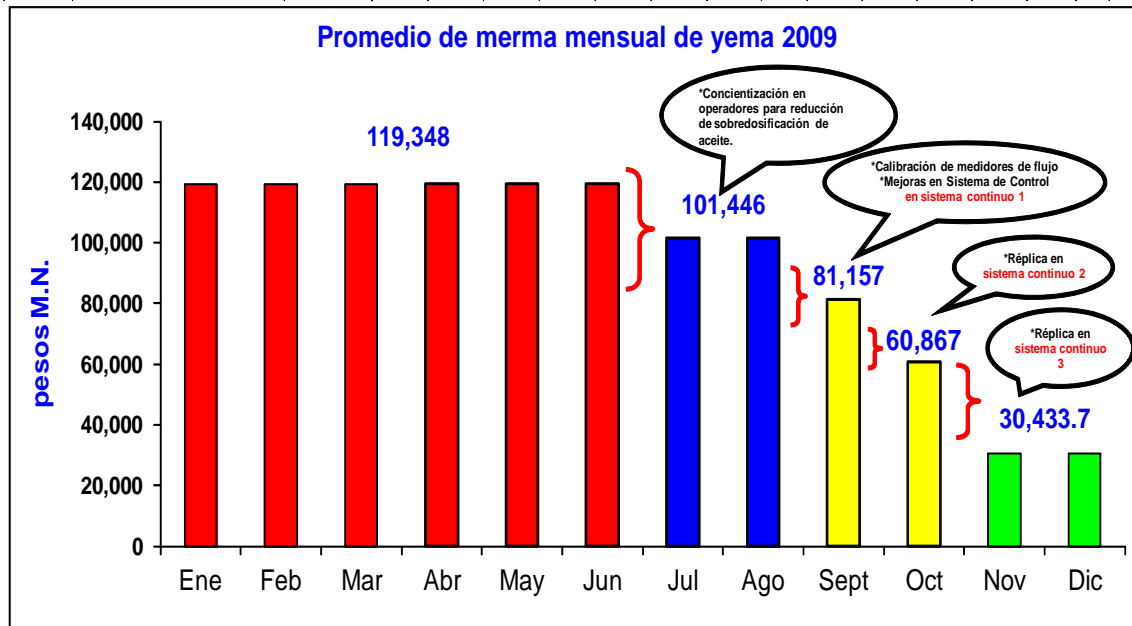
reducción promedio mensual = \$623,930 M. N. - \$73,608 M. N. = \$550,322 M. N.

reducción promedio anual = \$550,322 M. N. x 12 = \$6'803 M. N.

Al aplicar el plan de reducción de mermas de aceite, tanto en el factor humano como en las modificaciones realizadas a los equipos de dosificación de ingredientes, también se obtuvieron los siguientes beneficios en la reducción de merma de huevo entero y yema.

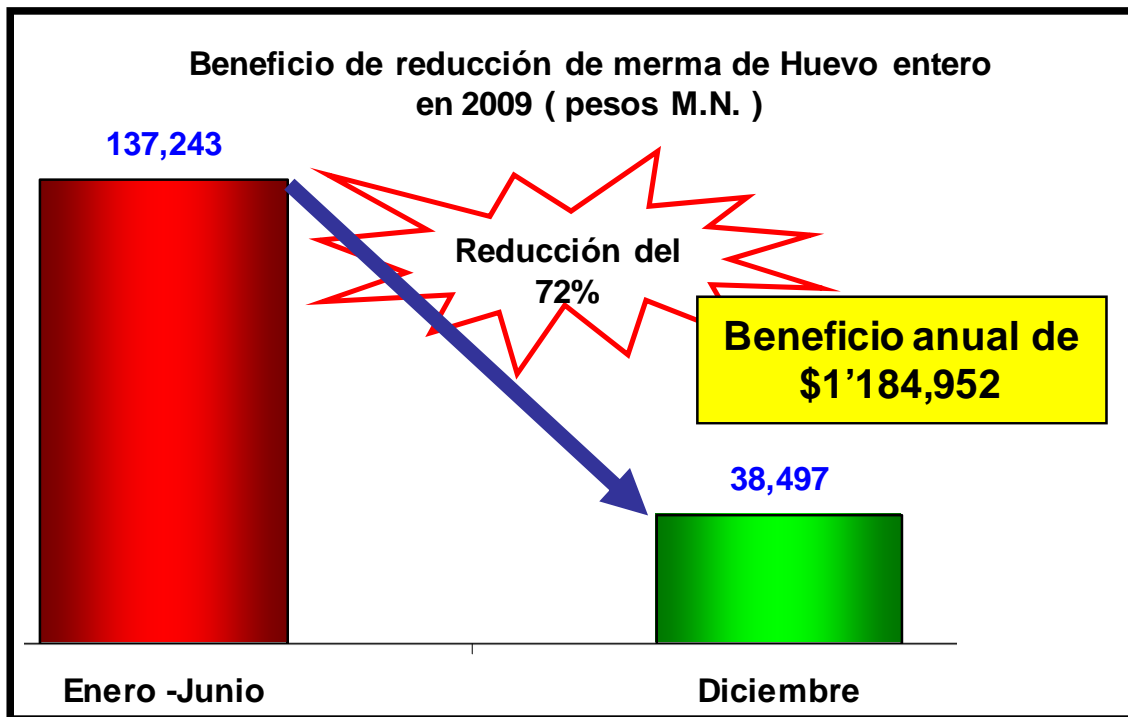


Gráfica 14: "Resultado del plan de reducción de merma de huevo entero"



Gráfica 15: "Resultado del plan de reducción de merma de yema"

Por lo que se lograron los siguientes beneficios en reducción de merma de huevo entero:



Gráfica 16: Beneficios de reducción de merma de huevo entero



merma promedio mensual anterior de huevo entero = \$137,243 M.N.

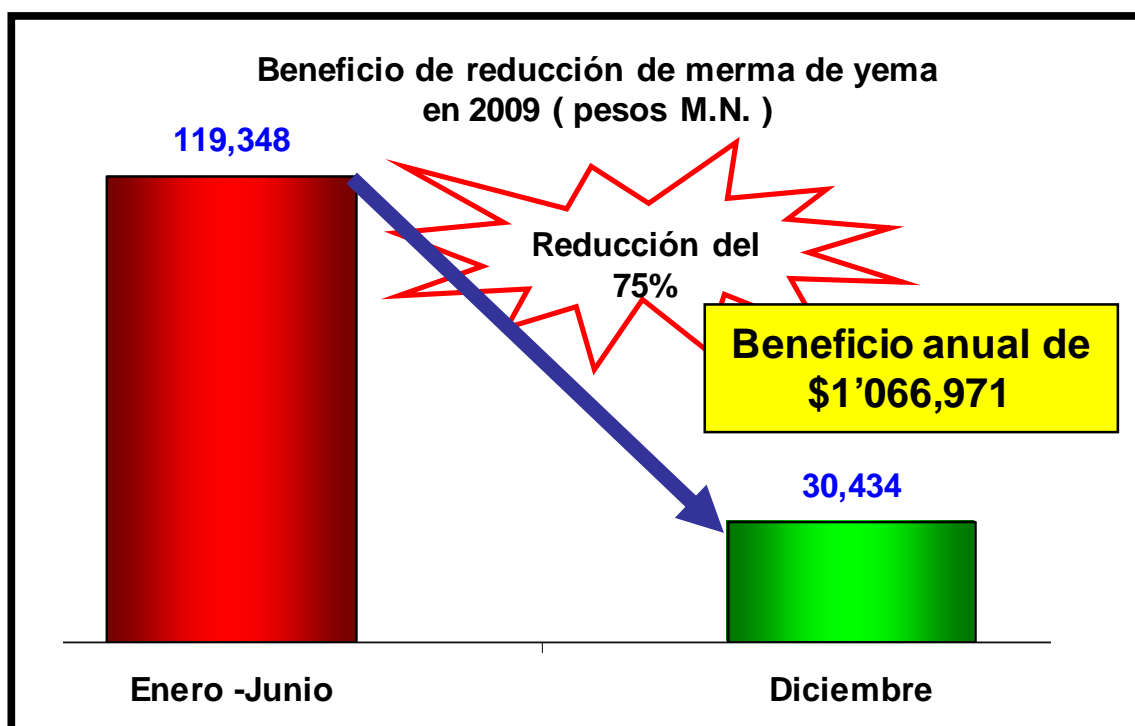
merma promedio mensual actual de huevo entero = \$38,497 M.N.

$$\begin{aligned} \text{beneficio promedio mensual de huevo entero} &= \left(1 - \frac{\$73,608 \text{ M.N.}}{\$623,930 \text{ M.N.}}\right) \times 100 \\ &= 72\% \end{aligned}$$

reducción promedio mensual = \$137,243 M.N. – \$38,497 M.N. = \$98,746 M.N.

reducción promedio anual = \$98,746 M.N. x 12 = \$1'184,952 M.N.

Para el caso de los beneficios de la reducción de merma de yema, tenemos:



Gráfica 17: Beneficios de reducción de merma de yema

merma promedio mensual anterior de yema = \$119,348 M.N.

merma promedio mensual actual de yema = \$30,434 M.N.

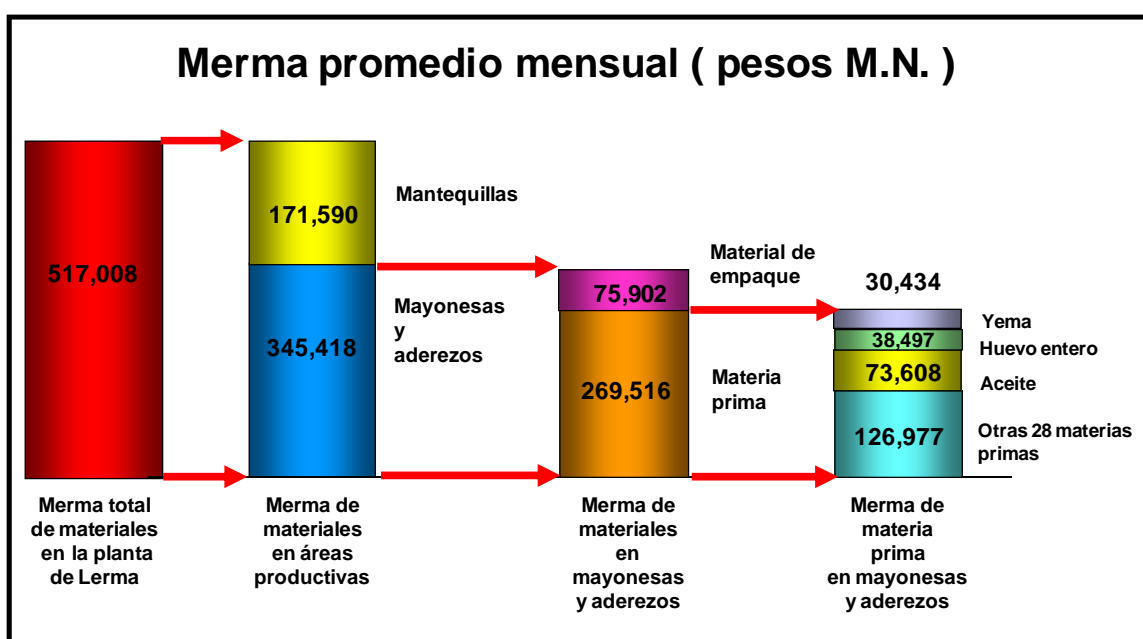


$$\begin{aligned} \text{beneficio promedio mensual de huevo yema} &= \left(1 - \frac{\$30,434 \text{ M.N.}}{\$119,348 \text{ M.N.}}\right) \times 100 \\ &= 75\% \end{aligned}$$

$$\text{reducción promedio mensual} = \$119,348 \text{ M.N.} - \$30,434 \text{ M.N.} = \$88,914 \text{ M.N.}$$

$$\text{reducción promedio anual} = \$88,914 \text{ M.N.} \times 12 = \$1'066,971 \text{ M.N.}$$

Con el resultado de las implementaciones, tenemos ahora el siguiente comportamiento de merma de materiales en la planta de Lerma:



Gráfica 18: "Mapeo actual de mermas"

Estos datos nos dan como resultado la disminución de merma de materiales de \$1,257,000 pesos a \$517,008 pesos M.N.; es decir, una **reducción del 59%**, por lo cual se cumple con el alcance del proyecto, que fue reducir las mermas en un 50%.

$$\begin{aligned} \text{merma promedio mensual anterior de materia prima y material de empaque} \\ &= \$1'257,000 \text{ M.N.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{merma promedio mensual actual de materia prima y material de empaque} \\ &= \$517,008 \text{ M.N.} \end{aligned}$$



beneficio promedio mensual de materia prima y material de empaque

$$= \left(1 - \frac{\$517,008 \text{ M. N.}}{\$1'257,000 \text{ M. N.}} \right) \times 100 = 59\%$$

reducción promedio mensual = \$1'257,000 M. N. – \$517,008 M. N.

$$= \$739,992 \text{ M. N.}$$

reducción promedio anual = \$739,992 M. N. x 12 = \$8'879,906 M. N.

4.2.8 Estandarizar formas de trabajo

Para estandarizar la forma de trabajo, así como monitorear y controlar la merma de materiales en el área de elaboración de mayonesas y aderezos, es importante implementar el siguiente plan de acción (2010), en donde la participación de operadores, técnicos y administrativos será de gran soporte para evitar la recurrencia en los problemas resueltos.

Pérdida	Actividad	Responsable	Estatus	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto
Factor Humano	Documentar las acciones realizadas en el 2009 para la disminución de mermas	Coordinador de producción	P								
			R								
	Solicitar información a las plantas de Mayonesas y Aderezos en otros países de las INDUSTRIAS LEWIS, acerca de las buenas prácticas para la reducción de merma.	Coordinador de producción	P								
			R								
	Transmitir información a personal operativo y administrativo de las buenas prácticas para la reducción de mermas	Coordinador de producción	P								
			R								
	Reforzar capacitación (trimestral) en personal operativo para evitar recurrencia de merma de materiales por sobredosificación de ingredientes en tanque mezclador	Coordinador de producción	P								
			R								
Máquina	Realizar calibración anual de los medidores de flujo de los sistemas de dosificación de ingredientes, con laboratorio móvil.	Mantenimiento	P								
			R								
	Realizar aforos mensuales por operadores para identificar posibles desviaciones en los sistemas de dosificación de ingredientes al tanque mezclador	Operadores de Elaboración de Mayonesas y Aderezos	P								
			R								

P Fecha programada para la realización de la actividad
R Fecha de realización de la actividad

Tabla 26: Plan de trabajo para evitar recurrencia en merma de materiales por sobredosificación de ingredientes en el tanque mezclador



Cabe señalar que este plan de trabajo es un plan inicial, el cual se estará modificando en la medida que se controle la operación.



Conclusiones y recomendaciones



Conclusiones y recomendaciones

Como se mencionó al inicio, el presente trabajo muestra un caso de aplicación de una estrategia de mejora continua de procesos en una empresa de manufactura de alimentos, y sus beneficios directos e indirectos al reducir las mermas dentro de su proceso productivo. A continuación se enlistan los beneficios directos obtenidos.

Beneficios directos:

1. Merma promedio mensual de materia prima y material de empaque de \$517,008 M.N., que equivale a una reducción del 59% mensual en la merma de materiales, es decir, se tiene un ahorro mensual de \$739,992.⁰⁰ M.N. ó un **ahorro anual de \$8'879,906.⁰⁰ M.N.**

Esta merma actual promedio mensual de materiales (materia prima y material de empaque) de \$517,008 M.N., genera el siguiente gasto de materiales para planta Lerma:

Gastos de materiales (M.N.)			
Concepto	Anterior	Deseado	Logrado
materia prima	2,574,750	2,574,750	2,574,750
material de empaque	1,277,250	1,277,250	1,277,250
merma de materia prima y material de empaque	1,257,000	628,500	517,008
Subt total	5,109,000	4,480,500	4,369,008

Tabla 27: Gastos de materiales logrado, después de la aplicación de la estrategia de mejora continua en planta Lerma de Industrias Lewis

Este gasto promedio mensual de materiales de \$4'369,009 M.N., a su vez, genera el siguiente gasto total en planta Lerma:



Gastos (M.N.)			
Concepto	Anterior	Deseado	Logrado
materiales	5,109,000	4,480,500	4,369,008
costo de conversión	2,554,500	2,554,500	2,554,500
administración	851,500	851,500	851,500
Total	8,515,000	7,886,500	7,775,008

Tabla 28: Gastos incurridos logrado, después de la aplicación de la estrategia de mejora continua en planta Lerma de Industrias Lewis

convirtiendo a euros los gastos incurridos logrados, tenemos:

tipo de cambio: 17 pesos (M.N.) por euro

$$gastos = 7'775,008 \text{ pesos (M.N.)} \div 17 \frac{\text{pesos (M.N.)}}{\text{euro}} = 457,353 \text{ euros}$$

Y considerando un volumen contante de 5,000 toneladas por mes, se tiene un costo de producción de:

$$\text{costo de producción (desado)} = \frac{457,353 \text{ Euros}}{5,000 \text{ toneladas}} = 91 \frac{\text{euros}}{\text{tonelada}}$$

Se tuvo un beneficio del 9% sobre el costo de producción anterior:

$$\text{costo promedio de producción anterior} = 100 \frac{\text{eur}}{\text{ton}}$$

$$\text{costo promedio de producción logrado} = 91 \frac{\text{eur}}{\text{ton}}$$

$$\text{reducción promedio mensual de costo de producción} = 100 \frac{\text{eur}}{\text{ton}} - 91 \frac{\text{eur}}{\text{ton}} = 9 \frac{\text{eur}}{\text{ton}}$$

$$\text{beneficio promedio mensual de costo de producción} = \left(1 - \frac{91}{100}\right) \times 100 = 9\%$$

En la siguiente figura se muestra visualmente el resumen del planteamiento inicialmente en la reducción de costo de producción vs el logrado, después de la



aplicación de la estrategia de mejora continua en planta Lerma de Industrias Lewis:

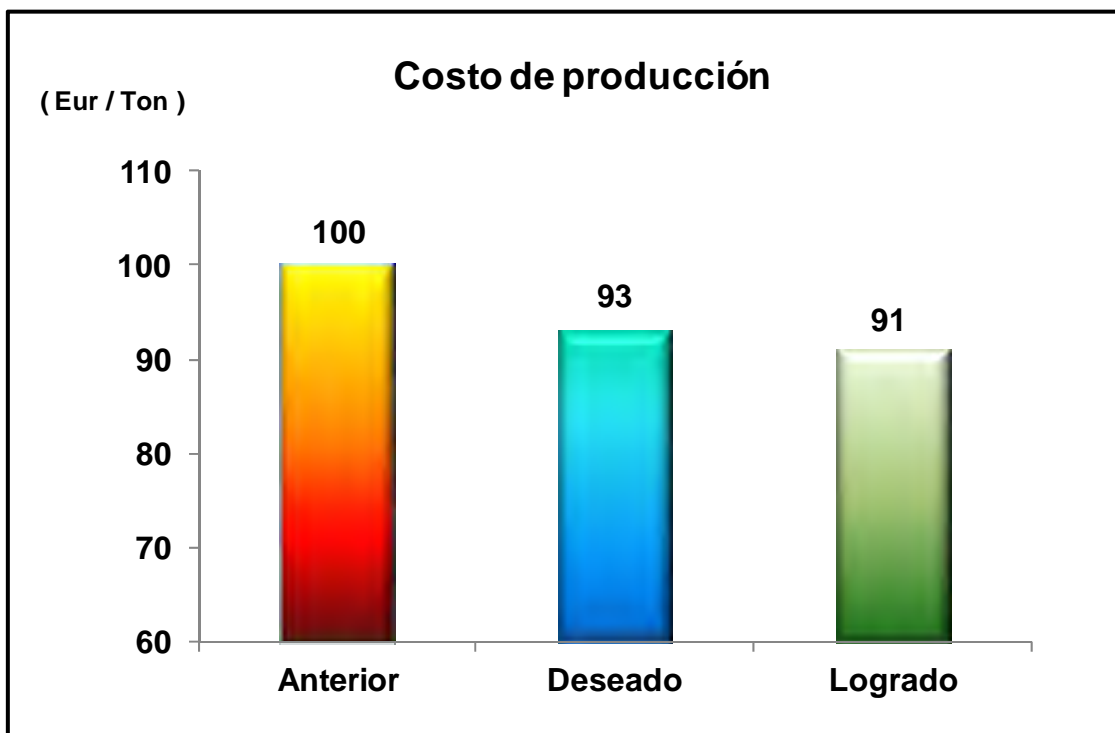


Figura 24: Resumen de costo de producción, después de la aplicación de la estrategia de mejora continua en planta Lerma de Industrias Lewis

Estos beneficios directos son resultados de la aplicación de mejora continua de procesos, así como de la estandarización de actividades en los procesos del área productiva de mayonesas y aderezos, de la planta de Lerma de Industrias Lewis.

Para la descripción de los beneficios indirectos, relacionados con la estandarización de trabajo de los sistemas de preparación de mayonesas y aderezos, se toma como referencia la tabla 10 que se mencionó en el apartado “2.1.5 Mantenimiento Total Productivo (Total Productive Maintenance, TPM)” en las páginas 79 a 82:



Objetivos	Beneficios
Participación consciente en la gestión de la empresa (actividad voluntaria desde líderes hasta personal operativo, de arriba hacia abajo).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Incrementa el sentimiento de pertenencia de los trabajadores a la empresa. 2. Mejora la cooperación así como la comunicación interna. 3. Mejora la motivación y la participación activa en el trabajo.
Desarrollo de las habilidades de los empleados (actividad que va del personal operativo hasta los líderes de área, de abajo hacia arriba).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eleva la preocupación de los empleados por su trabajo y estimula la innovación. 2. Mejora la habilidad para el kaizen y resolución de problemas. 3. Acelera la formación en el trabajo a través de las propuestas de los trabajadores.
Efecto ó resultado.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Resultados tangibles: mejora de la eficiencia de las operaciones, reducción de costos, eliminación de deficiencias de calidad. 2. Resultados intangibles: mejora la seguridad, calidad, entorno y servicio.

Beneficios indirectos:

1. Incremento de OEE²⁰ de 55% a 65%, ya que se presentaban paros de producción por existir producto (mayonesa ó aderezo) con desviaciones de calidad. Cuando se tenía producto con desviaciones de calidad, era necesario detener la producción para realizar correcciones en el sistema de preparación de mayonesas y/o aderezos, para garantizar que la preparación del producto estuviera bajo los estándares de calidad definidos por la empresa. Estos paros de producción generaban menor eficiencia de los equipos. Este beneficio se traduce en producir la misma cantidad de volumen en menor tiempo, y sin desviaciones de calidad. Al mismo tiempo, se traduce en menor estrés en el personal operativo, para entregar el producto terminado.

²⁰ OEE: Overall Equipment Efficiency, en español, Eficiencia Global del Equipo. Este indicador mide cómo se aprovecha la capacidad productiva de un proceso de fabricación. De hecho, la OEE es una relación que compara la producción efectiva con la capacidad de producción teórica. Muestra en porcentaje cuántas piezas han salido como producto correcto cuando la máquina funciona a velocidad nominal y sin averías. En el glosario de términos se describe con mayor detalle este indicador.



2. Disminución de gastos de mantenimiento en los equipos de preparación de mayonesa ó aderezo en un 30%. Originado a las desviaciones de calidad que se tenían en el producto, se realizaban reparaciones incorrectas a equipos, teniendo con esto gastos innecesarios. Una vez identificada y reparada la causa que originaba las desviaciones de calidad, los gastos de este rubro se redujeron. De igual forma, se mejoró el sistema de mantenimiento preventivo al crear un plan de calibración de equipos involucrados en los sistemas de preparación de mayonesa y aderezos.
3. Reducción de desviaciones de calidad en el producto, originadas por una incorrecta dosificación de ingredientes (más aceite, más huevo, menor cantidad de los otros ingredientes). La frecuencia de desviaciones de calidad disminuyó en un 70% y con esto se garantiza que el producto que elabore Industrias Lewis tenga una mejor calidad en el mercado, que le permita ser competitivo.
4. Rotación del personal operativo. Al realizar los análisis de falla de los equipos para identificar las posibles causas de error, se identificó que un factor principal en las desviaciones de calidad y de generación de merma, es el factor humano. Para este punto se definió no tener rotación de personal y desarrollar e implementar un plan de capacitación a los operadores, con el objetivo de incrementar sus conocimientos dentro de la operación y reducir la probabilidad de errores.
5. Respecto a inversiones ineficientes, este caso de aplicación sirvió como caso escuela para nuevos proyectos, con la enseñanza para el área de ingeniería que en cada instalación de nuevas máquinas, debe diseñarlas e implementarlas de forma interdisciplinaria, es decir, involucrando a todas las áreas que trabajan directa e indirectamente en ellas, tales como, operadores de proceso, mecánicos, instrumentistas, coordinadores de calidad y coordinadores de producción.
6. Sistema de información. Este punto se mejoró al estandarizar la forma de trabajo en los operadores, la cual se realizó mediante la creación de



documentos que el operador tuviera a su alcance, y también en forma digitalizada.

Estos beneficios se obtuvieron al aplicar la estrategia de mejora continua a un problema concreto, los cuales se pueden resumir de la siguiente forma:

- ✓ Optimizar tiempos de producción.
- ✓ Estandarizar actividades de trabajo.
- ✓ Reducir desviaciones de calidad y sus costos asociados.
- ✓ Disminuir gastos de merma de materiales y mantenimiento.
- ✓ Mejorar tiempos de implementación de equipos y con arranques verticales, es decir, con menores fallas.
- ✓ Elaborar productos de calidad confiables para los clientes y consumidores.
- ✓ Reducir costos de fabricación e incrementar ganancias al reducir todos los puntos anteriores.

El conjunto de los beneficios directos e indirectos permite a la Industrias Lewis generar valor de la siguiente forma:

- A sus accionistas, al tener menores costos de producción y un sistema de gestión enfocado a la reducción constante de los desperdicios. Este beneficio se refleja al mejorar la información periódica sobre la posición financiera de la empresa, sus resultados y el cumplimiento de sus obligaciones para con los accionistas.
- A sus empleados, al generar y aplicar un plan de capacitación que les permite desarrollar su trabajo de mejor forma. A través del desarrollo del caso de aplicación, permitió generarles también, sentido de pertenencia, mejorar la comunicación, cooperación, motivación y la participación activa en el trabajo. Un beneficio tangible de este punto, se traduce en otorgar a los empleados un bono de productividad, por haber alcanzado el objetivo del caso de reducción de mermas de materiales.



- A sus clientes, por entregar producto en menor tiempo y de mejor calidad, mismo beneficio que se ve reflejado a Industrias Lewis.

El uso de TPM como estrategia de mejora continua para generar valor, puede seguirse aplicando en cada área de la planta de Lerma de Industrias Lewis, lo importante es trabajar siempre con un equipo interdisciplinario y tener datos estadísticos ó indicadores de desempeño, para enfocarse en las principales fallas ó pérdidas económicas (realizando análisis con diagrama de Pareto²¹, para desglosar las pérdidas y trabajar con las mayores).

Estos beneficios se pueden multiplicar al generar varios equipos interdisciplinarios para resolver distintos problemas al mismo tiempo. Lo importante es que el personal esté involucrado y existan revisiones periódicas de los avances en cada caso que se requiera resolver.

Para este caso de aplicación mostrado se trabajó con el numerador del costo de producción, con el objetivo de reducir los gastos incurridos y mejorar a su vez el costo de producción. No obstante, la aplicación de más casos de mejora se pueden deben aplicar en el denominador para mejorar la eficiencia de las áreas y de los equipos con el objetivo de incrementar el volumen de producción de la planta de Lerma y lograr con esto, reducción en el costo de producción.

²¹ Pareto: en el glosario de términos se describe con más detalle este concepto.



Bibliografía



Bibliografía

Normas ISO

- ✓ Establecimientos certificados en ISO 9000:2000 en México. Informe general del estado de la ciencia y la tecnología, 2006.
- ✓ <http://www.iso.org/iso/home.htm>

Sistema de Producción Toyota

- ✓ Spear, Steven, and Bowen, H. Kent (September 1999), "Decoding the DNA of the Toyota Production System," Harvard Business Review
- ✓ Emiliani, M.L., with Stec, D., Grasso, L. and Stodder, J. (2003), Better Thinking, Better Results: Using the Power of Lean as a Total Business Solution, The CLBM, Kensington, Conn., ISBN 0-9722591-0-4
- ✓ Jose Berengueres (2007), The Toyota Production System Re-contextualized, Lulu, ISBN 978-1-84753-

Seis Sigma

- ✓ The Six Sigma Handbook, A complete guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at all levels. Thomas Pyzdek
- ✓ journal homepage: www.elsevier.com/locate/eswa
- ✓ www.elsevier.com/locate/technovation
- ✓ Control estadístico de calidad y seis sigma, Mc Graw Hill, Humberto Gutiérrez Pulido, Román de la Vara Salazar, Ed.2004

TQM, TPM

- ✓ New TPM Instructor Course Manual, Chapter 1 TPM an overview. Originally published as TPM Karejji Kanrisha Kosu (Chap. 1), copyright 2003 by Japan Institute of Plant Maintenance.
- ✓ Implementation of TPM in cellular manufacture, Journal of Materials Processing Technology 103 (2000) 149-154. G. Chand, B. Shirvani.
- ✓ TPM en industrias de proceso. Editado por Tokutaro Susuki.
- ✓ TQM, <http://www.free-logistics.com/index.php/es/Fichas-Tecnicas/Conceptos-de-la-Cadena-de-Suministros-Supply-Chain/Gestion-de-la-Calidad-Total-TQM.html>.
- ✓ http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040119150618-Gesti_oa.html
- ✓ El concepto de OEE y sus componentes. <http://www.cel-logistica.org/subidasArticulos/39.pdf>



- ✓ Definición de OEE <http://www.free-logistics.com/index.php/es/Fichas-Tecnicas/Conceptos-de-la-Cadena-de-Suministros-Supply-Chain/Eficiencia-General-de-los-Equipos-OEE.html>
- ✓ Schonberger, R. Japanese Manufacturing Techniques, 1982 (Free Press, New York).

Enfoque de Sistemas

- ✓ "Soft Systems Methodology in Action", Checkland, P. 1994.

Mejora Continua

- ✓ Estrategias modernas de fabricación, Rober W. Hall
- ✓ Hanbook for productivity measurement and improvement, William F. Christopher, Ed. Carl G. Thor
- ✓ Kaizen Teian 1, Desarrollo de sistemas para la mejora continua a través de las propuestas de empleados, Asociación de Relaciones Humanas de Japón. TGP Hoshin, S. L. Madrid; Productivity Press, Portland, Oregon, Parte primera, introducción al kaizen y del Teian (pp. 27-32).
- ✓ La nueva estandarización , Fundamento de la mejora continua, Shigehiro Nakamura.
- ✓ El libro de las mejoras, Tomo Sugiyama. Editado por la Japan Management Association

Generación de Valor

- ✓ Generación de Valor, Tom Copeland, Tim Koller, Jack Murrin, Ediciones Deusto
- ✓ Contabilidad de costos: conceptos, importancia, clasificación y su relación con la empresa. GestioPolis.com
<http://www.gestiopolis.com/canales/financiera/articulos/no%2010/contabilidad%20costos.htm>

Mercado desde el punto de vista geográfico

- ✓ Mercadotecnia 4ta edición, Laura Fischer y Jorge Espejo, editorial Mc Graw Hill

Sectores económicos en México

<http://cuentame.inegi.org.mx/economia/default.aspx?tema=E>



Glosario de términos



Glosario de términos

Proceso

Un proceso (del latín *processus*) es un conjunto de actividades o eventos (coordinados u organizados) que se realizan alternativa o simultáneamente con un fin determinado. Este término tiene significados diferentes, según la rama de la ciencia o la técnica en que se utilice, por ejemplo:

Empresa y Economía

- Proceso Productivo.
- Procesos de negocio.

Manufactura e industria

- Proceso de fabricación.

La definición analizada es con respecto a la manufactura e industria²², la cual consiste en:

Un proceso de fabricación, también denominado proceso industrial, manufactura o producción, es el conjunto de operaciones necesarias para modificar las características de las materias primas. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o la estética. Se realizan en el ámbito de la industria.

En la gran mayoría de los casos, para la obtención de un determinado producto son necesarias varias operaciones individuales de tal manera que, dependiendo

²² La manufactura (del latín *manus*, mano, y *factura*, hechura) describe la transformación de materias primas en productos terminados para su venta.

La industria es el conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad, transformar las materias primas en productos elaborados masivamente.



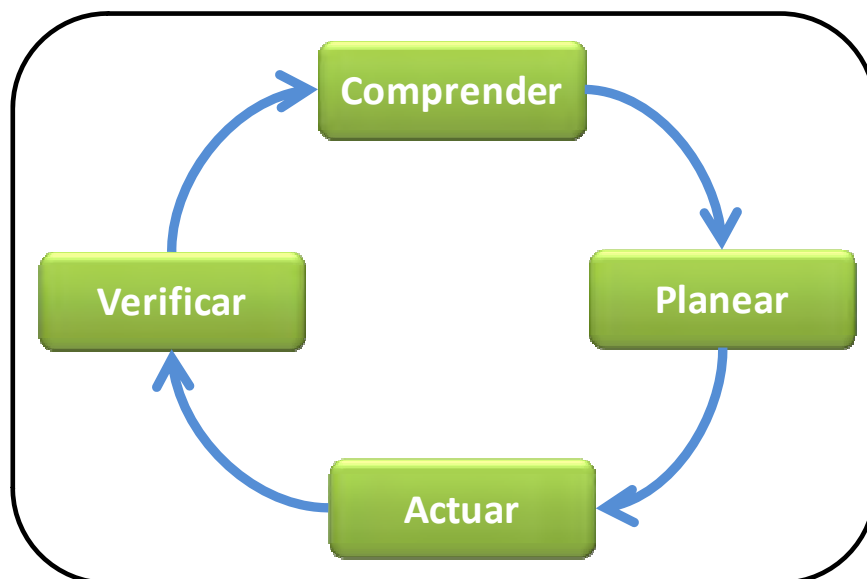
de la escala de observación, es factible denominar proceso, tanto al conjunto de operaciones, como en el caso de la extracción de los recursos naturales necesarios hasta la venta del producto como las realizadas en un puesto de trabajo con una determinada máquina-herramienta.

Es a través de los procesos como una empresa consigue hacer llegar el producto o servicio que genera, a aquellos a quienes ha definido como “destinatarios o consumidores” y son sus procesos los que condicionan la satisfacción de éstos, permitiendo la probabilidad de que en el futuro sean fieles a la marca ó al producto o servicio generado por dicho proceso.

Mejora continua

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

Gráficamente, la mejora continua es:





Dicho de otra forma, la mejora continua es un círculo virtuoso en el que se debe comprender la situación, elaborar un plan de acción para mejorar cierto problema, implementarlo (actuar) y verificar su resultado.

Este círculo virtuoso no termina aquí, ya que vuelve a iniciar el proceso para comprender en esta ocasión, la nueva situación con el objetivo de elaborar un nuevo plan de acción, la ejecución de dicho plan con el despliegue de recursos y verificar nuevamente su resultado. Este concepto también se conoce como ciclo de monitoreo y control.

Mejora continua de procesos

En este contexto puede argumentarse que la mejora continua de procesos es una herramienta de incremento de la productividad, que favorece un crecimiento estable y consistente en todos los segmentos de un proceso.

Organizaciones como Dupont, Exxon, Kodak, Jumex, Volvo, Coca Cola y Jugos del Valle, entre otras, aplican el concepto de mejora continua en sus procesos y experimentan sus ventajas²³, tales como:

- Reducción de costos operativos e incremento de margen de utilidad.
- Reducción de desviaciones de la calidad, tanto en materiales como en producto terminado.
- Reducción de los accidentes durante los procesos de fabricación.
- Facilitar las capacidades y aptitudes del personal, generando una cultura de mejora continua laboral y personal, que impacte en los objetivos de cada empresa donde se aplique.
- Toma de decisiones eficientes entre las áreas operativa y administrativa.

²³ TPM en industrias de proceso, Tokurataro Susuki



Empresas de clase mundial

Por clase mundial se entiende la capacidad empresarial de una compañía para poder hacer frente a la competitividad mundial de hoy en día y la de un futuro inmediato.

La clase mundial consiste en una serie de prácticas, criterios y resultados consistentes, inmersos en modelos bien dimensionados y desarrollados en base a planificación estratégica.

Dados los acelerados cambios que día a día se viven en materia tecnológica, cultural, social, política, económica y científica, no basta tomar en consideración factores estáticos, sino que cobran fundamental trascendencia aquellos elementos dinámicos que permiten a las compañías responder, adaptarse con velocidad y eficacia a los cambios del entorno, y si es posible ser causante y motivador del cambio.

Para pertenecer a este grupo de compañías y competir a nivel mundial es necesario que se integren nuevas políticas, prácticas y sistemas de automatización que logren ser eficientes en las gestiones dentro de la planta para transmitir al cliente el valor que representa para el éxito de la misma y al hablar de clientes se incluye aquel cliente externo para el cual se produce y el interno con quien se tiene el compromiso de transmitir resultados confiables y satisfactorios mediante la combinación del costo, calidad, disponibilidad del producto y servicio. De manera que ser de clase mundial significa que la compañía es y podrá ser competitiva y exitosa en el futuro logrando utilidades en un entorno con una competencia mundial.

Las compañías de Clase Mundial se integran por un grupo de personas como directores, gerentes, administradores, jefes, responsable que tienen como función principal el mejoramiento continuo de la empresa, motivando al resto del personal a trabajar en equipo, identificando, eliminando los desperdicios, asignando un gran



valor a cada uno de sus clientes. Las actividades de estas personas se orientan a ser entrenadores, facilitadoras, maestros y pasan a ser parte del gran equipo de la compañía en el cual todos trabajan en busca de cumplir los mismos objetivos como la satisfacción al cliente.

Estas compañías se basan en una nueva cultura en donde emplean procedimientos actuales como el Benchmarking para llevar a cabo evaluaciones y poder conocer las mejores políticas y prácticas de la industria en el ámbito mundial para emplearlas en la empresa. Algunos ejemplos de estos son: Inventario en proceso; El lead time de los procesos de producción; Rotación de inventarios; Rechazos del cliente; Rechazos internos; Entregas a tiempo; Costos de calidad; Tiempo de preparación de máquinas.

Las compañías de Clase Mundial cuentan con un plan estratégico a 3 o 5 años normalmente, dentro de este plan definen la dirección que tomara así como proyectos de implementación de políticas y prácticas de operación. Dentro de estos planes estratégicos se identifican conocimientos, herramientas y habilidades requeridas para llevarlo a cabo de una forma controlada y efectiva según los planes y proyectos.

Estrategia

La palabra estrategia deriva del latín *strategia*, que a su vez procede de dos términos griegos: *stratos* (“ejército”) y *agein* (“conductor”, “guía”), por lo tanto, el significado primario de estrategia es el arte de dirigir las operaciones militares.

Una estrategia es un conjunto de acciones planificadas sistemáticamente en el tiempo que deben llevarse a cabo para lograr un determinado fin.



Generación de valor

Estos beneficios en la aplicación del concepto de mejora continua de procesos, no necesariamente tienen un efecto cuantificable inmediato, aunque seguramente lo tendrán a mediano y largo plazo.

Un ejemplo de lo anterior es el caso de la incorporación a la empresa de un ejecutivo de prestigio y experiencia en cierta área en particular; casos en los que sin obtenerse un beneficio económico inmediato, sí se incrementan los atributos de la empresa, al poseer activos intangibles²⁴ podrían traducirse, a corto, mediano y largo plazo, en utilidades económicas y, por ende en un incremento en el valor intrínseco de la empresa²⁵.

La generación de valor en las empresas se logra también mediante la realización de planes financieros²⁶, estratégicos²⁷ u organizativos²⁸ y lo pueden lograr con la creación de procesos para mejorar sus rendimientos. Para ello, es importante identificar los elementos de explotación y asignar prioridades para atacarlos.

El concepto de OEE y sus componentes:

Definición de la OEE

La Eficiencia Global de los Equipos o el Overall equipment efficiency (OEE en inglés), es un indicador clave utilizado para medir cómo se aprovecha la capacidad

²⁴ Activos intangibles: Es el capital intelectual el cual se reconoce como el activo más importante que poseen muchas de las empresas más grandes y poderosas del mundo; para dichas empresas, el capital intelectual es la clave de su dominio del mercado y de su rentabilidad continua.

²⁵ Apuntes de la materia "Valuación de empresas", M. en I. José Domingo Figueroa Palacios

²⁶ Plan financiero es la traducción en números del plan de estratégico de una empresa, para así conocer la viabilidad de sus proyectos y cuáles son las previsiones financieras que debe contemplar.

²⁷ En el ámbito empresarial los planes estratégicos son instrumentos que se denominan Planes de Negocios. Las empresas deben argumentar a corto y mediano plazo una descripción detallada de los servicios y productos que ofrecen, las oportunidades de mercados que poseen y cómo están dotadas de recursos tangibles e intangibles, que les permitan determinada competitividad y diferenciación entre sus competidores y aliados.

²⁸ Plan organizativo corresponde al proceso de organización de los recursos (humanos, financieros y materiales) de los que dispone la empresa, para alcanzar sus objetivos deseados.



productiva de un proceso de fabricación. De hecho, la OEE es una relación que compara la producción efectiva con la capacidad de producción teórica.

Cálculo de la OEE

Es una combinación de 3 relaciones principales:

Disponibilidad, Desempeño y Calidad sobre un período dado (día, semana, mes...)

$OEE (\%) = \text{Disponibilidad} \times \text{Desempeño} \times \text{Calidad}$

Disponibilidad de la OEE

$\text{Disponibilidad} = \text{Tiempo real de producción} / \text{Tiempo de producción teórica}$

- $\text{Tiempo real de producción (horas)} = \text{Tiempo de producción teórica (horas)} - \text{Tiempo de parada (horas)}$
- $\text{Tiempo de producción teórica (horas)} = \text{Número de horas trabajadas}$
- $\text{Tiempo de parada (horas)} = \text{Número de horas de parada de las máquinas}$

Desempeño de la OEE

$\text{Desempeño} = \text{Tiempo de ciclo} \times \text{Producción efectiva} / \text{Tiempo real de producción}$

- $\text{Tiempo de ciclo (horas/item)} = 1 / \text{Capacidad de producción máxima (ctd/hora)}$
- $\text{Producción efectiva} = \text{Cantidad de productos fabricados efectivamente (productos rechazados incluidos)}$



Calidad de la OEE

Calidad = (Producción efectiva - Producción rechazada) / Producción efectiva

- Producción rechazada (ctd) = Cantidad de productos que no han alcanzado el nivel de calidad requerido.



Diagrama de Pareto

Definición de diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una combinación de:

- Un histograma donde los valores fijados son clasificados por orden decreciente.
- Un gráfico lineal que indica el porcentaje acumulado por todos los valores.

Este diagrama ha sido utilizado por primera vez por José M. Juran para ilustrar la repartición de los problemas de producción y identificar cuáles tratar en prioridad



para obtener el mayor resultado posible. Este diagrama lleva el nombre de Vilfredo Pareto, fundador de la ley de los 80 20 ó principio de Pareto.

El diagrama de Pareto es utilizado en logística para identificar acerca de cuáles referencias o productos debemos concentrarnos en prioridad para obtener la mayoría de los resultados esperados.

Ejemplo de Diagrama de Pareto

Por ejemplo, un almacén de 1,000 m² donde 12 referencias diferentes son almacenadas.

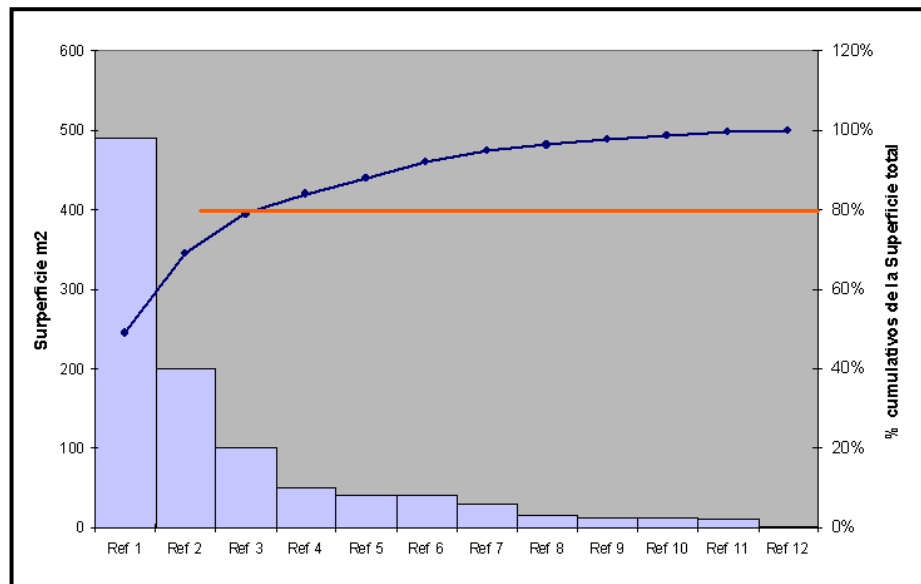
El objetivo es reducir del 15 % la superficie utilizada para recibir más mercancías.

La repartición de la superficie por referencias es la siguiente:

En este cuadro, calculamos el % de cada referencia y el % acumulativo / superficie total.

	Superficie m2	% de m2 totales	% cumulativos de m2 totales
Ref 1	490	49%	49%
Ref 2	200	20%	69%
Ref 3	100	10%	79%
Ref 4	50	5%	84%
Ref 5	40	4%	88%
Ref 6	40	4%	92%
Ref 7	30	3%	95%
Ref 8	15	2%	97%
Ref 9	12	1%	98%
Ref 10	11	1%	99%
Ref 11	10	1%	100%
Ref 12	2	0,2%	100%

Esto da el siguiente diagrama de Pareto:



Este diagrama de Pareto muestra que si nos concentramos sobre la reducción de la superficie utilizada por las referencias 1, 2 y 3, que representan el 80 % de la superficie total y que reducen su superficie del 20 % por ejemplo, realizaremos una reducción del 16 % de la superficie total. Y esto, solamente trabajando en 3 referencias en lugar de 12.

Ampliamente utilizado en logística pero también en calidad, esta herramienta es un modo fácil y rápido de identificar las prioridades a las cuales se deben concentrar esfuerzos, economizando así, tiempo y recursos.



Anexo



Anexo

Análisis "por qué, por qué"

¿ Por qué ?	Ronda 1	Ronda 2	Ronda 3	Ronda 4	Ronda 5	Ronda 6	Ronda 7	Ronda 8	Ronda 9	Ronda 10							
Por falla en equipos	Medidores de flujo	Descalbrados	Mal instalado	Presencia de vibración	1												
		Dañado															
		Capacidad inadecuada															
		Empaques dañados															
		Falta de lubricación y/o mantenimiento															
		Fallas en sistema neumático	Por falta de aire														
		Dañadas	Por variación en la presión de aire														
		Válvulas no sellan bien															
		Por desfase en la señal de apertura y cierre	Error de programación			2											
		Bombas	Capacidad inadecuada														
Por ajuste de físico-químicos en producto terminado	Sistema de Control	Errores en programación	Por rangos de operación inapropiados	Por tarjetas análogas obsoletas	3												
		Por humedad fuera de especificación (alta)	Ajustes previos de físico-químicos	Acidez fuera de especificación	Mezcla ácida fuera de especificación	Sobredosificación de materia prima ácida en la preparación	Vinagre	Falla en programación	Fórmula mal cargada en sistema								
								Falla en válvulas	Empaques dañados	Falta de lubricación							
								Falla en báscula	Dañadas	Fallas en sistema neumático							
								Falta de habilidad	Descalbradas								
								Falla en báscula	Falta de capacitación								
								Falta de habilidad	Descalbradas								
								Falla en báscula	Dañadas								
								Falta de habilidad	Falta de capacitación								
								Equipo de medición de laboratorio dañado									
Equipo de medición de laboratorio dañado																	
Por falla en equipos	Válvulas no sellan bien	Medidores de flujo	Empaques dañados	Falta de lubricación y/o mantenimiento	Fallas en sistema neumático	Por falta de aire	Por variación en la presión de aire										
								Dañadas									
								Descalbrados									
								Mal operación									
								Mal instalado	Presencia de vibración								
								Dañado									
								Capacidad inadecuada									
								Por que salen de operación los equipos									
								Falta de habilidad en Operadores	Falta de conocimiento del impacto de la sobredosificación en Mermas	Por falta de concientización en reducción de mermas	4						
								Por ajuste de físico-químicos en producto terminado	Por humedad fuera de especificación (alta)	Ajustes previos de físico-químicos	Acidez fuera de especificación	Mezcla ácida fuera de especificación	Sobredosificación de materia prima ácida en la preparación	Vinagre	Falla en programación	Empaques dañados	Falta de lubricación
Falla en válvulas	Dañadas	Fallas en sistema Neumático															
Falla en báscula	Descalbradas																
Falta de habilidad	Dañadas																
Falla en báscula	Descalbradas																
Falta de habilidad	Dañadas																
Falta de habilidad	Descalbradas																
Falla en báscula	Dañadas																
Equipo de medición de laboratorio dañado																	
Equipo de medición de laboratorio dañado																	
Por ajuste de físico-químicos en producto terminado	Por humedad fuera de especificación (alta)	Ajustes previos de físico-químicos	Cloruros fuera de especificación	Mezcla de huevo fuera de especificación	Cloruros fuera de especificación	Mala preparación	Por variación de peso en costales	Falta de habilidad del operador para preparar	Equipo de medición de laboratorio dañado								
							Porque llega de proveedor con más % sal.										
							Sobredosificación de sal en la preparación	Por variación de peso en costales	Falta de habilidad del operador para preparar								
							Equipo de medición de laboratorio dañado										
							Equipo de medición de laboratorio dañado										
							Equipo de medición de Lab. Dañado										
							Equipo de medición de laboratorio dañado										
							Equipo de medición de laboratorio dañado										
							Equipo de medición de laboratorio dañado										
							Equipo de medición de laboratorio dañado										
Por ajuste de físico-químicos en producto terminado	Por humedad fuera de especificación (alta)	Ajustes previos de físico-químicos	Cloruros fuera de especificación	Mezcla de huevo fuera de especificación	Cloruros fuera de especificación	Mala preparación	Porque llega de proveedor con más % sal.	Por variación de peso en costales	Llegan de proveedor con variación de peso								
							Sobredosificación de sal en la preparación	Falta de habilidad del operador para preparar									
							Equipo de medición de laboratorio dañado										
							Equipo de medición de laboratorio dañado										
							Equipo de medición de laboratorio dañado										
							Equipo de medición de laboratorio dañado										
							Equipo de medición de laboratorio dañado										
							Equipo de medición de laboratorio dañado										
							Equipo de medición de laboratorio dañado										
							Equipo de medición de laboratorio dañado										