



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería de Organización Industrial

**ESTADO DEL ARTE DE LOS SISTEMAS DE CALIDAD
Y DISEÑO DE UN PLAN DE ACCIÓN DE CALIDAD
PARA LOS DEPARTAMENTOS DE ALMACENAJE**

Autor:

Torres García, Miriam

Tutor:

Jiménez Gómez, María Isabel

Área de IPF

Dpto. CMEIM EGI CGF IM IPF

Valladolid, Julio 2014

Agradecimientos

Agradezco la posibilidad de realizar este trabajo fin de grado en primer lugar a mis padres, que me han apoyado desde el principio de mis estudios, que me han animado en los momentos tristes y me han sabido comprender en las diferentes etapas de mi vida como estudiante.

Agradezco a mis hermanos: Judit, Patricia y Samuel su interés y ayuda cuando la he necesitado, sus palabras de consuelo en malas situaciones y también de enhorabuena cuando todo ha salido bien.

Agradezco a mis abuelos la motivación y alabanza que me transmitían, y que aunque ahora no están, sé que desde el cielo me están asistiendo.

Agradezco a muchos otros familiares y amigos que siempre se han sentido orgullosos de mí y les he visto alegrarse conmigo.

Agradezco a mi tutora M^a Isabel, la colaboración y ayuda que me ha aportado durante estos meses, a nivel tanto profesional como personal.

Agradezco a todos ellos, que me han acompañado en este largo viaje, a superar todos los obstáculos, a sentirme orgullosa por tener a esas personas a mi lado y que yo les he sentido presentes en la realización de este trabajo. Sé que sin ellos, este trabajo fin de grado no sería posible. Por ello: GRACIAS.

“Labor omnia vincit improbus”

(Un trabajo ímprobo todo lo puede)

Virgilio, Las Geórgicas

Resumen y palabras clave

RESUMEN

La competencia en la que se encuentran las empresas es una causa que incita a las organizaciones a buscar nuevos métodos y herramientas que permitan aumentar su productividad, fiabilidad y mejorar el servicio a los clientes. Una buena calidad en el proceso productivo aportará un valor final añadido. Se realiza un estudio y análisis de los sistemas y técnicas de mejora de la calidad, desarrollando desde los primeros métodos de control de la calidad hasta la excelencia empresarial y por último los sistemas de mejora continua. A continuación se aplica uno de estos sistemas de mejora continua a un departamento de almacenaje de una empresa real.

ABSTRACT

The competence in which companies are is a cause that encourages organizations to look for new methods and tools to increase productivity, reliability and customer service. A better quality in the production process will contribute to get more value. It makes a study and analysis of systems and techniques to improve quality, using from early methods to business excellence, and finally applying the continuous improvement systems. Then it manages one of these last systems to a storage department in a real company.

PALABRAS CLAVE, KEYWORDS

Kaizen, calidad, Just in time, proceso, trabajador

Índice de contenidos

1. Objetivos y estructura del TFG.....	17
Parte I. Capítulos teóricos.....	21
2. Concepto de calidad.....	23
2.1 Concepto de calidad.....	23
2.2 Indicadores de calidad.....	25
3. Historia de la calidad.....	27
3.1 Primeras civilizaciones.....	27
3.2 Edad media. Fabricación artesanal.....	28
3.3 La revolución industrial: calidad como inspección.....	28
3.4 Período de entreguerras.....	29
3.5 Década de los 60.....	30
3.6 Década de los 70.....	30
3.7 Década de los 80.....	30
3.8 Década de los 90.....	31
3.9 La calidad en la actualidad.....	32
4. Evolución del concepto de calidad.....	35
4.1 Control de la calidad.....	36
4.2 Aseguramiento de la calidad.....	36
4.3 Calidad total.....	37
4.4 Excelencia empresarial.....	37
Parte II. Herramientas de análisis, medición y mejora continua de la calidad.....	39
5. Herramientas clásicas del control de la calidad.....	41
5.1 Definición y origen.....	41
5.2 Diagrama de flujo.....	42
5.3 Diagrama causa-efecto.....	42
5.4 Hoja de control.....	43
5.5 Histograma.....	43
5.6 Diagrama de Pareto.....	44
5.7 Diagrama de dispersión.....	45
5.8 Gráfico de control.....	45

6. Herramientas de análisis de calidad y mejora continua.....	47
6.1 TQM: total quality managment.....	47
6.2 14 puntos de Deming.....	48
7. Técnicas de ingeniería de calidad.....	51
7.1 Quality Function Deployment, QFD.....	51
7.2 Análisis modal de fallos y efectos, AMFE.....	53
Parte III. Sistemas de mejora continua a todos los niveles de la empresa.....	57
8. El sistema Just in Time.....	59
8.1 El origen del Just in Time.....	59
8.2 Definición de JIT.....	60
8.3 Objetivos del JIT.....	60
8.4 Toyota vs Ford.....	62
8.5 Las claves del éxito de Toyota.....	65
8.6 Casos reales de implantación del JIT.....	68
8.7 Limitaciones del JIT.....	70
8.8 Implantación del JIT.....	71
9. Elementos del JIT aplicables a otros sistemas.....	77
9.1 Sistema Kanban.....	77
9.1.1 Definición.....	77
9.1.2 Funciones del Kanban.....	78
9.1.3 Objetivos.....	78
9.1.4 Requisitos iniciales.....	78
9.1.5 Principales elementos.....	79
9.1.6 Tipos de tarjeta Kanban.....	80
9.1.7 Reglas del Kanban.....	80
9.1.8 Implantación del Kanban.....	81
9.2 Heijunka: nivelado de producción.....	82
9.2.1 Introducción.....	82
9.2.2 Requisitos previos.....	82
9.2.3 Técnicas del Heijunka.....	83
9.2.4 Beneficios del Heijunka.....	84
9.2.5 Implantación del Heijunka.....	85
9.2.6 Casillero Heijunka.....	85
9.3 SMED: reducción de los tiempos de preparación.....	86
9.3.1 Definición.....	86

9.3.2	Importancia del SMED.....	87
9.3.3	Requisitos previos.....	87
9.3.4	Técnicas de ayuda.....	88
9.3.5	Beneficios del SMED.....	88
9.3.6	Implantación del SMED.....	89
9.4	Shojinka.....	91
9.4.1	Introducción.....	91
9.4.2	Distribución en forma de U.....	92
9.4.3	Estandarización de las operaciones.....	93
9.5	Herramientas para la recogida de ideas.....	94
9.5.1	Introducción.....	94
9.5.2	Círculos de calidad.....	95
9.6	Control autónomo de defectos. Jidoka.....	96
9.6.1	Introducción.....	96
9.6.2	Definición y pasos del Jidoka.....	97
9.6.3	Antecedentes al Jidoka.....	98
9.6.4	Técnicas del Jidoka.....	98
9.7	TPM: mantenimiento productivo total.....	99
9.7.1	Definición.....	99
9.7.2	Beneficios del TPM.....	99
9.7.3	Fases de implantación del TPM.....	100
9.8	Protocolo de relación con los proveedores y clientes.....	104
9.8.1	Introducción.....	104
9.8.2	Proveedores.....	104
9.8.3	Clientes.....	106
9.9	Six-Sigma.....	108
9.9.1	Definición.....	108
9.9.2	Técnicas de ayuda.....	109
9.9.3	Beneficios.....	110
9.9.4	Metodología Six-Sigma según Escalante.....	110
10.	El sistema Lean.....	115
10.1	Introducción.....	115
10.2	Definición de producción ajustada “Lean”.....	116
10.3	Objetivos del Lean.....	117
10.4	Pilares del Lean.....	117
10.5	Técnicas del Lean.....	118

10.6 Dirección ajustada vs planificación estratégica tradicional.....	119
10.7 Influencia del Lean Management en los recursos humanos.....	121
10.8 Implantación del Lean.....	121
11.El sistema Kaizen.....	125
11.1 Introducción.....	125
11.2 Definición.....	126
11.3 Estrategia Kaizen.....	126
11.4 Objetivos del Kaizen.....	128
11.5 Principios básicos del Kaizen.....	128
11.6 Pilares del Kaizen.....	129
11.7 Técnicas del Kaizen.....	130
11.8 Beneficios del Kaizen.....	131
11.9 Resolución de problemas mediante Kaizen.....	131
11.10 El Kaizen y la innovación.....	133
11.11 Kaizen Teian.....	134
11.12 Implantación del Kaizen.....	135
Parte IV. Análisis comparativo y elección de un sistema óptimo.....	137
12. Análisis comparativo y elección de un sistema óptimo.....	139
12.1 Análisis de los sistemas JIT, Lean y Kaizen.....	139
12.2 Elección de un sistema óptimo para el caso práctico.....	142
Parte V. Aplicación del sistema Kaizen a un caso práctico real.....	145
13. Caso práctico.....	147
13.1 Introducción.....	147
13.2 Presentación de la empresa.....	147
13.2.1 Historia y sector de la empresa.....	147
13.2.2 Organigrama de la empresa.....	148
13.2.3 Actividad industrial de la empresa.....	150
13.3 Situación actual y punto de partida del Kaizen.....	151
13.3.1 Objetivos.....	152
13.3.2 Evaluación del éxito de la realización del Kaizen...	152
13.4 Alcance: tareas a realizar.....	155
13.4.1 Funciones.....	155
13.4.2 Problemas encontrados.....	160

13.4.3	Solución planteada y plano del almacén.....	162
13.5	Criterios de orden del material.....	165
13.6	Herramientas del Kaizen implantadas.....	170
13.6.1	5S.....	170
13.7	Plazos del proyecto.....	174
13.7.1	Diagrama de Gantt.....	174
13.7.2	Fases.....	175
13.7.3	Herramientas para medir y controlar si el plazo se cumple.....	183
13.8	Presupuesto.....	183
13.8.1	Recursos necesarios y resumen del presupuesto.....	183
13.8.2	Herramientas para medir y controlar el coste.....	186
13.9	Conclusiones del caso práctico.....	186
14.	Conclusiones.....	189
15.	Líneas futuras.....	193
16.	Bibliografía.....	195
17.	Glosario.....	205

Índice de figuras

Figura 1. Etapas de la evolución del concepto de calidad.....	35
Figura 2. Evolución de la calidad.....	36
Figura 3. Las siete herramientas clásicas de control de la calidad.....	41
Figura 4. Diagrama de flujo.....	42
Figura 5. Diagrama de causa-efecto.....	42
Figura 6. Hoja de control.....	43
Figura 7. Histograma.....	44
Figura 8. Diagrama de Pareto.....	44
Figura 9. Diagrama de dispersión.....	45
Figura 10. Gráfico de control.....	45
Figura 11. Ciclo de Deming.....	48,110
Figura 12. AMFE de proceso.....	53
Figura 13. Diagrama de flujo de implantación del JIT.....	75
Figura 14. Sistema Kanban.....	77
Figura 15. Técnica SMED.....	86
Figura 16. Fases en la implantación del SMED.....	91
Figura 17. Célula de trabajo en forma de U.....	92
Figura 18. Diagrama de flujo de selección de un proveedor.....	106
Figura 19. Diagrama de flujo de la implantación del Lean.....	124
Figura 20. Relación de innovación y mantenimiento según los distintos niveles de la empresa.....	125
Figura 21. Diagrama de flujo de la implantación del Kaizen.....	136
Figura 22. Organigrama de la empresa Tableros Tradema S.L.....	148
Figura 23. Triángulo de hierro de éxito de un proyecto.....	153
Figura 24. Almacenes 02, 03 y 04 originales.....	157
Figura 25. Estantería de Mecalux para bobinas.....	159

Figura 26. Estantería de Mecalux de brazos.....	159
Figura 27. Primera propuesta de solución.....	160
Figura 28. Segunda propuesta de solución.....	161
Figura 29. Tercera propuesta y solución aprobada.....	163
Figura 30. Mejoras en el plano en la solución aprobada.....	164
Figura 31. Ejemplo de numeración de una estantería.....	173
Figura 32. Plano solución tras la normalización.....	173
Figura 33. Diagrama de Gantt del proyecto Kaizen del caso práctico.....	175
Figura 34. Plano solución.....	176
Figura 35. Plano solución Fase 1.....	177
Figura 36. Plano solución Fase 2.....	178
Figura 37. Plano solución Fase 3.....	179
Figura 38. Plano solución Fase 4.....	180
Figura 39. Control de coste del proyecto Kaizen del caso práctico.....	186

Índice de tablas

Tabla 1. Comparación de dos empresas con y sin la implantación del TQM.....	48
Tabla 2. Datos problema de herramienta Heijunka.....	86
Tabla 3. Solución casillero Heijunka.....	86
Tabla 4. Beneficios directos e indirectos de la implantación del SMED.....	89
Tabla 5. Implantación del TPM.....	103
Tabla 6. Evolución del poder del cliente según la época en la que se encuentra la empresa.....	108
Tabla 7. Pilares de la filosofía Lean y compromiso de la dirección.....	118
Tabla 8. Diferencias entre Kaizen e Innovación.....	133
Tabla 9. Cuadro resumen de JIT, Lean e Kaizen.....	139
Tabla 10. Clasificación de los stakeholders.....	154
Tabla 11. Ejemplo de un motor del almacén 02.....	155
Tabla 12. Material del grupo Racorería.....	181
Tabla 13. Lista de material racorería y su ubicación.....	182
Tabla 14. Presupuesto estimado del proyecto Kaizen del caso práctico.....	184
Tabla 15. Presupuesto obra civil de construcción del proyecto Kaizen.....	185
Tabla 16. Casusas de rechazo hacia el sistema Kaizen en México.....	191
Tabla 17. Herramientas y técnicas más implantadas en México.....	193

1. Objetivos y estructura del trabajo fin de grado

La situación actual de las empresas es de una fuerte competitividad y una lucha por alcanzar el éxito. Cada vez son más los esfuerzos de los directivos en emplear recursos para la investigación y desarrollo de nuevos métodos o técnicas que faciliten y mejoren los procesos productivos. En definitiva, es una batalla constante por el liderazgo.

Una empresa que no es capaz de adaptarse a los cambios y mantener su eficacia y rentabilidad, corre el riesgo de quiebra. La capacidad de las organizaciones de aplicar nuevas tecnologías en sus procesos promueve la no obsolescencia de las máquinas. No obstante es importante señalar que una buena gestión y control del sistema productivo no es sólo el resultado de emplear la última tecnología y de ser los más innovadores, sino que es un trabajo continuo de mejora y de pequeños cambios que fortalezcan a la empresa tanto interna como externamente.

Los clientes se han vuelto cada vez más exigentes. La globalización y el rápido avance y auge de la tecnología han llevado a los clientes a demandar más prestaciones en sus productos. Un ejemplo muy claro de la tecnología es el teléfono y teléfono móvil. Durante décadas sólo existía un modelo de teléfono fijo estándar, que estaba prácticamente en todos los hogares y oficinas. El ciclo de vida de estos teléfonos podía durar 10, 20 o 30 años. Los primeros teléfonos móviles fueron un cambio revolucionario para todas las personas y desde que fue considerado como un objeto necesario para llevarlo a todas partes, el número de líneas de teléfono móvil superó al número de habitantes (por ejemplo en España). Y así el ciclo de vida de los móviles descendió a dos o tres años.

Pero aproximadamente desde hace una década hasta el día de hoy, el ciclo de vida de los móviles ha seguido disminuyendo. La última generación de móviles tiene un ciclo de vida de unos 6 meses. A los 6 meses las compañías lanzan al mercado nuevos móviles con mejores prestaciones. Estos cambios tan rápidos han llevado a los clientes al inconformismo, es decir, a siempre querer objetos mejores y más modernos.

Otro ejemplo puede verse en las prendas de vestir. La moda y los continuos cambios de estilo hacen que unos zapatos de hace dos años ya sean viejos y de la “temporada pasada”. Las empresas textiles tienen que emplear continuamente

telas y productos nuevos, innovadores y en muchas ocasiones más atrevidos, que rompan con el estilo clásico.

En resumen las exigencias, prestaciones y cambios se traducen en que las empresas sólo pueden ofrecer productos de calidad. Pero para que las empresas estén preparadas para ajustarse a los cambios y mantener a la vez la calidad en sus productos, deben ser flexibles, tener procesos productivos rentables y una alta capacidad de adaptación.

En este trabajo fin de grado, “TFG”, se hace una investigación desde el concepto, evolución e historia de la calidad en la producción, pasando por las distintas herramientas y técnicas que las empresas emplean para mantener su posición en el mercado y conseguir la máxima productividad y rentabilidad. Así mismo se realizará un estudio de la evolución que han sufrido las técnicas y controles de calidad con el paso del tiempo.

Hemos considerado oportuno la división del TFG en cinco capítulos.

El capítulo I, “Capítulo teóricos” es una introducción del concepto de calidad, historia de la calidad desde los primeros seres humanos hasta la actualidad y la evolución del concepto de calidad, que trata más los aspectos técnicos de control de la calidad: la aparición de los inspectores de calidad, el concepto de calidad total y la excelencia empresarial.

El capítulo II, “Herramientas de análisis, medición y mejora continua de la calidad” es una clasificación y definición de las primeras herramientas de análisis y control de la calidad, que se resumen en las 7 herramientas clásicas de control: diagrama de flujo, diagrama causa-efecto, hoja de control, histograma, diagrama de Pareto, diagrama de dispersión y gráfico de control. A continuación se describe la evolución de esas herramientas clásicas a herramientas de mejora continua, como el ciclo PDCA de Deming y el TQM: total quality management. Y por último las técnicas de ingeniería de la calidad, que se centran más en una reingeniería de los procesos: rediseño y cambio drástico de los procesos. Las dos técnicas de ingeniería de la calidad que he elegido son de las más utilizadas por las empresas: el QFD: quality function deployment, y el AMFE: análisis modal de fallos y efectos.

El capítulo III, “Sistemas de mejora continua a todos los niveles de la empresa” es una clasificación y definición de tres sistemas de mejora continua de los procesos productivos, que implican a toda la organización y se lleva a cabo en todos los niveles y áreas de la empresa. Comenzaremos con el sistema Just in Time, su origen y técnicas que utiliza para la mejora continua, después el sistema Lean y aplicación más concreta y por último el sistema Kaizen, que es el que será de mayor interés para el caso práctico.

El capítulo IV, “Análisis comparativo y elección de un sistema”, trataremos de resumir en un cuadro los tres sistemas desarrollados en el capítulo II y de justificar la elección del sistema Kaizen para el caso de aplicación práctica.

Por último el capítulo V, “Aplicación del sistema Kaizen a un caso práctico real”. En este capítulo presentaremos la propuesta Kaizen que realicé para la empresa en la que he estado dos meses de prácticas. Desarrollaremos un análisis de la situación de uno de los departamentos de la empresa, los problemas de gestión y control que tiene, y los beneficios y ventajas de aplicar los principios del Kaizen. El resultado será la aplicación del sistema Kaizen analizado en los capítulos anteriores a un caso concreto práctico y con la ventaja de ser real, pudiendo comprobar ventajas y desventajas y resolviendo las limitaciones que implica una situación real de una empresa.

Concluyendo con el TFG, expondremos brevemente las conclusiones y habilidades que se han adquirido durante la elaboración del trabajo así como posibles líneas futuras de investigación que pueden resultar de ayuda e interés para otros TFG. El campo de la calidad y el tratamiento de la calidad en los productos y procesos son muy amplios, y saber enfocar el TFG hacia una línea concreta que pueda servir de modelo de aplicación para otras empresas es una de las primeras decisiones que hay que tomar. Por eso dejamos abiertas varias posibles investigaciones en esta área.

Parte I

CAPÍTULOS TEÓRICOS

- 2. Concepto de calidad**
 - 2.1 Concepto de calidad
 - 2.2 Indicadores de calidad
- 3. Historia de la calidad**
 - 3.1 Primeras civilizaciones
 - 3.2 Edad media. Fabricación artesanal
 - 3.3 La revolución industrial: calidad como inspección
 - 3.4 Período de entreguerras
 - 3.5 Década de los 60
 - 3.6 Década de los 70
 - 3.7 Década de los 80
 - 3.8 Década de los 90
 - 3.9 La calidad en la actualidad
- 4. Evolución del concepto de calidad**
 - 4.1 Control de la calidad
 - 4.2 Aseguramiento de la calidad
 - 4.3 Calidad total
 - 4.4 Excelencia empresarial

2. Concepto de calidad

2.1 Concepto de calidad

El término calidad en el ámbito de la producción significa que se cumplen con unos objetivos. Cuando un proveedor suministra un producto de calidad significa que el producto cumple con los requisitos que el cliente demanda. La calidad puede encontrarse en todos los niveles de precios de productos y servicios. [1]

La calidad de un producto o servicio se puede medir por el nivel de satisfacción de los clientes [2]. Para ver si un producto o servicio es de calidad o no, primero deben fijarse cuáles son los requisitos o especificaciones que debe cumplir el producto en base a las necesidades del cliente. Las especificaciones son los requisitos mínimos que deben cumplir un producto o servicio. Fijar estas especificaciones es una tarea difícil pero necesaria. Por ejemplo las especificaciones de un producto mecánico o hidráulico pueden ser la fiabilidad, rentabilidad, confianza, seguridad, especificaciones distintas a un producto por ejemplo de tipo farmacéutico, cuyas prioridades serán los fines medicinales, y que cumplan con características químicas, evitar sustancias tóxicas, que tengan buen sabor...

La calidad es responsabilidad de todos los que forman parte de la organización, desde el departamento de compras que realiza los suministros y escoge a los proveedores como de los técnicos que realizan el proceso o los inspectores de calidad. Por este motivo es importante que todos los miembros que pertenecen a la empresa tomen conciencia de que cumplir con la calidad exigida es trabajo de todos. [3]

- Diferencias entre calidad del producto y calidad del proceso.

La calidad del producto. Cuando una empresa desea asegurar la calidad de sus productos, debe ser responsable de identificar cuáles son los problemas que impiden que su producto sea de calidad. Por ejemplo, si el problema se debe a materia prima defectuosa o con poca "calidad", habría que solventar el problema desde el comienzo del proceso de fabricación. Es decir, ajustar la calidad-precio a la compra de materias primas con los proveedores, (tratar el tema con los proveedores) y si eso fuera insuficiente, la empresa tendría que elegir nuevos proveedores. Si en cambio, el problema de falta de calidad se encuentra en el proceso de fabricación, se deben introducir métodos de control y de mejora, para solventar y erradicar la falta de calidad. Todos los cambios que se realicen en la

empresa en la producción deben ser estudiados para asegurar que se cumple con la calidad. [4]

La calidad del proceso. El proceso de diseño de un producto o servicio es una fase clave para garantizar o no la calidad del mismo. Si el proceso de diseño es adecuado está encaminado a cumplir con las exigencias del cliente. Es importante que la organización o empresa tenga una buena comunicación con el cliente que se va a beneficiar de su producto o servicio y de esta manera conocer de cerca sus necesidades. Para conseguir un proceso de diseño apto existen unas fases genéricas que las organizaciones pueden seguir para cumplir con sus objetivos, como son:

- Fase de contacto con el cliente potencial, para determinar sus necesidades
- Fase de planificación de las actividades del proceso de diseño
- Fase de fabricación o ejecución del proceso de diseño
- Fase de control, medición y pruebas para comprobar y garantizar la calidad
- Por último, la venta del producto o servicio.

Estas fases ayudan a las organizaciones a realizar un estudio y saber lo que el cliente quiere en todo momento.

La calidad en el proceso está relacionada con hacer las cosas bien a la primera. Es mejor prevenir, es decir, asegurar mediante técnicas y procedimientos la calidad en el proceso, que después solucionar los fallos o defectos de los productos o servicios. Es menos costoso y los resultados que se obtienen son mejores. [2]

Para que un producto o servicio cumpla con las especificaciones hay que tener presente los siguientes factores del proceso de fabricación:

- Puesta en marcha del proceso, que debe tener los parámetros iniciales adecuados y ajustados a la especificaciones.
- Utillaje y maquinaria que estén en perfecto funcionamiento y que se realice el mantenimiento periódico correcto.
- Operarios, que hayan sido formados y educados para adquirir una habilidad o destreza de la tarea que realizan.
- Materiales y componentes que no estén defectuosos y cumplan con los requisitos de calidad. Para ello es importante concertar una calidad del 100% de suministros de materias primas con los proveedores.

Si hablamos de la calidad en la producción, definir bien los dos conceptos para luego poder relacionarlos. [5]

La diferencia radica en que la producción es el proceso de transformación de la materia prima en producto terminado empleando recursos, mientras que la calidad es el nivel de cumplimiento de los requisitos del cliente de un producto terminado. Para que la producción sea de calidad, tanto el proceso como el producto deben

verificar unas condiciones específicas. Por eso se han definido con anterioridad la calidad del producto y la calidad del proceso.

2.2 Indicadores de calidad

La medición de la calidad requiere:

- Seleccionar medidas y criterios según la organización que permitan demostrar la calidad del producto fabricado
- Implementación de un procedimiento que asegure que dicho producto cumple con las especificaciones y que ha alcanzado el grado de calidad esperado.

[6]

Los indicadores de calidad nacen a partir de la implantación en una organización de los sistemas de gestión de calidad total. Son un instrumento de medida que sirven para evaluar el nivel de cumplimiento de los objetivos y el servicio prestado del producto. Los indicadores son un medio no un fin. [7]

Componentes de un indicador.

- Indicador: que es lo que se pretende medir.
- Unidad de medida del indicador: lo más habitual es utilizar el porcentaje.
- Valores de referencia: son útiles para comprobar el nivel de calidad y cumplimiento o no de los objetivos en base a una referencia.
- Fuente de datos: lugares de obtención de datos.
- Encargado de la adquisición de datos.
- Periodicidad de toma de datos.
- Evolución del indicador de calidad esperada
- Resultados obtenidos.

Tipos de indicadores de calidad

Los tipos de indicadores de calidad están muy relacionados con las definiciones de calidad. Por una parte la calidad del proceso que es el cumplimiento de las especificaciones para realizar las actividades de forma adecuada y obtener el producto deseado y por otra la calidad del producto, que es el cumplimiento de las exigencias del producto final. Añadimos el tercer indicador de calidad para medir el nivel de satisfacción del consumidor. [8]

- Indicador de calidad del proceso
- Indicador de calidad del servicio/producto
- Indicador de calidad del cliente

Estos indicadores de calidad se utilizan comúnmente para verificar el grado de desempeño de los requisitos o características de un proceso o producto.

Normalmente se definen en porcentajes o en el nivel de las especificaciones cumplidas.

Los tres indicadores miden calidad pero dependiendo de la calidad que la empresa u organización quiere demostrar, el uso de los indicadores es distinto. La utilización conjunta de los tres indicadores nos da una información más precisa.

3. Historia de la calidad

Desde que el ser humano aparece empieza la preocupación por la calidad, por hacer las cosas bien, cumpliendo unos requisitos y unas expectativas. Para entender el concepto actual de “calidad” podemos describir brevemente la evolución de ese concepto a lo largo de la historia, comenzando por las primeras civilizaciones del ser humano hasta la calidad entendida en la actualidad. A medida que la historia avanza los objetivos de calidad se definen con más precisión y es más difícil alcanzar los niveles máximos.

3.1 Primeras civilizaciones

Entendemos la prehistoria como el periodo de tiempo que comprende desde la aparición del ser humano hasta los primeros trabajos escritos.

Desde el origen del ser humano, el hombre comprendió que necesitaba utilizar armas para cazar y así facilitar el autoabastecimiento y alimentarse para sobrevivir. Así y poco a poco, el hombre desarrolló nuevas armas, mejores y más potentes, de distintos materiales para mejorar estas labores de caza y autoabastecimiento. De esta forma podemos decir que la calidad ya estaba presente en las armas y utensilios de los hombres primitivos. Este hombre primitivo no solo tenía que alimentarse, sino que también tenía que construir viviendas para refugiarse sobre todo en los periodos de frío en invierno, y vestirse con ropas. En todas estas actividades diarias de los hombres, la calidad estaba presente.

Antes del nacimiento de Cristo, alrededor del año 2150, las construcciones de las casas seguían el código de Hammurabi, que establecía que *“Ley 229: Si un arquitecto hizo una casa para otro, y no la hizo sólida, y si la casa que hizo se derrumbó y ha hecho morir al propietario de la casa, el arquitecto será muerto”*. Aunque esta ley puede sorprendernos por su severidad, hay que situarse en aquella época, donde el valor de la vida no tenía el significado que tiene ahora. Lo relevante aquí es que ya existían “leyes” por las que los constructores tenían que regirse para cumplir con los requisitos de los clientes, en este caso, de los que iban a vivir en las casas. Otro dato de ejemplo del uso de calidad en la prehistoria lo encontramos en el pueblo fenicio, donde los fabricantes que no cumplían con las expectativas de calidad de sus productos se les cortaban la mano.

[9], [10]

Otros ejemplos:

- En el caso por ejemplo de los antiguos egipcios, se puede observar en la tumba de Thebas como una vez que se construían las edificaciones de piedra existían inspectores que confirmaban que el trabajo estaba bien hecho.
- En algunas de las construcciones que hoy en día perduran, como las pirámides de Egipto o la gran muralla China. Son construcciones donde se puede ver el empleo de la calidad.
- El caso de los antiguos griegos, que utilizaban instrumentos de medida para comprobar que las medidas de los frisos de los templos griegos fueran homogéneas.

3.2 Edad media. Fabricación artesanal

A partir de la edad media, comenzaron a aparecer los primeros talleres artesanales y con ello la fabricación de piezas y posterior venta a los clientes. Una vez que la venta era realizada, los clientes comunicaban sus quejas de posibles defectos y de esta manera los artesanos trataban de solucionar los defectos y no volver a tener los mismos errores. Así surgen las diferencias entre talleres de prestigio que cumplen con la calidad de los productos e intentan mantener una buena reputación y los talleres sin prestigio. Las hojas de reclamación que existen en la actualidad pueden verse como una evolución que surge en estas quejas de los clientes a los artesanos cuando sus productos no cumplían con lo esperado.

Posteriormente, con la aparición de los gremios en las grandes ciudades, hacia los siglos XVII y XVIII, podemos situar el nacimiento de las garantías de certificación, no solo de los productos sino de los fabricantes. Éstos tenían que hacer bien el trabajo y además tenían que conocer a fondo las tareas a realizar, los productos que fabricaban y los clientes a los que iban dirigidos estos productos. Los artesanos eran los que mejor conocían las necesidades y expectativas de sus clientes y eran los responsables de cumplir con ellas mediante el control de calidad de los productos que fabricaban. En estos gremios había una cuidada elección de personas para fabricar.

Justo antes de la revolución industrial, con la revolución francesa, se creó un Taller Nacional de Calibres, donde incorporaron a la fabricación de municiones la estandarización de las piezas para diferentes tipos de fusiles. En este taller era necesario emplear el control y la inspección en el proceso de fabricación.

3.3 La revolución industrial: calidad como inspección

Un gran cambio que supuso para la humanidad fue la aparición de la revolución industrial que modificó la forma de vivir de todos los seres humanos. La evolución de la historia con la revolución industrial ha ido mejorando exponencialmente y a partir de este momento comienzan los grandes descubrimientos y avances

tecnológicos. La revolución industrial también cambió la comprensión y evaluación de la calidad, que es lo que nos concierne a nosotros en este momento.

La revolución industrial trajo consigo la incorporación de las máquinas a los pequeños talleres que aparecieron durante la edad media y con ello las primeras grandes fábricas. La relación entre el cliente y el productor seguía siendo directa y el cliente podía informar de los productos defectuosos de tal manera que el propio trabajador era el responsable de proporcionar la calidad a los productos.

A medida que se seguían creando las grandes fábricas, comenzaron a organizarse según el modelo de Frederick Taylor, enfocado a la desagregación del proceso en tareas a realizar. Las personas eran consideradas como máquinas y había que buscar la máxima eficiencia mediante personas capaces que lograsen la realización de las tareas a través de la cooperación y la armonía de trabajo en grupo. La fabricación de los productos era en serie. Uno de los principios fundamentales era maximizar la producción, sin deparar en el trabajador, por ello aparece una deshumanización del trabajador. A cada trabajador se le asignaba una tarea bien definida, por ello es importante también la formación al trabajador.

Así mismo todos los trabajadores tenían tareas específicas. Con ellos surge la figura del inspector de calidad, encargado de verificar los productos bien hechos y detectar los defectuosos. Estos inspectores de calidad se diferencian de los fabricantes de los productos. Aparece aquí una estricta separación entre los trabajos de fabricación y los de inspección. La inspección se incorpora al proceso productivo como una tarea más a realizar y la realiza el propio operario. Los inspectores de calidad forman los departamentos de calidad, encargados de verificar la calidad.

En el año 1933 el Doctor W. A. Shward, de los Bell Laboratories, utilizó el término de control estadístico de procesos en el ámbito industrial. Su principal objetivo era mejorar la producción en base al coste-beneficio. Para mejorar las líneas de producción se pretendió aumentar la productividad y disminuir los fallos o defectos para mejorar la calidad.

3.4 Período de entreguerras

El período de entreguerras fue un tiempo difícil para las organizaciones así como un tiempo de incertidumbre. Consideramos aquí el tiempo entre la primera y segunda guerra mundial, y los años posteriores a la segunda guerra mundial, para ver la evolución de la calidad.

Con la segunda guerra mundial, los estadounidenses exigían a sus proveedores entregas de suministros de altas prestaciones, que cumplieran los objetivos de calidad, plazo y fiabilidad. Esto desembocó en el origen del control estadístico de calidad en EEUU, desarrollándose nuevos métodos de control, inspección y mejora de la calidad. Estos métodos no solo detectan los productos defectuosos sino que

buscan eliminar las causas que producen los defectos para que el proceso sólo fabrique piezas de calidad.

Además uno de los pasos importantes fue la diferencia entre el control del producto y el control del proceso, disociándose el concepto de calidad que definíamos en el capítulo 2:

- Calidad del producto
- Calidad en el proceso

Los años siguientes a la segunda guerra mundial y especialmente a partir de la década de los 60 fueron de expansión y de producción, y por la falta de recursos se prestó especial atención a la calidad para hacer frente a la demanda.

3.5 Década de los 60

Se introduce la implantación de métodos de mantenimiento y fiabilidad. Ishikawa en Japón pone en marcha los Círculos de calidad.

Control estadístico de procesos.

Los departamentos de Calidad de esta época se encargan del Aseguramiento de la calidad, por lo que empezaron a dirigir sus esfuerzos hacia una mayor fiabilidad en sus productos mediante la prevención de defectos, fallos o errores. Algunas de las características son: empleo de normas ISO y equivalentes: manual de la calidad, auditorías de calidad, certificación, énfasis en el producto. Es decir, que el término de calidad no solo se aplica a la etapa de fabricación del producto, sino que se extiende a otras áreas de las empresas, como a las etapas de diseño de productos de mayor fiabilidad.

3.6 Década de los 70

Las empresas occidentales se dan cuenta de las grandes desventajas que tienen frente a Japón y tratan de imitar sus filosofías de gestión y aplicarlas a la industria occidental de aquella época. Surge el Just in Time.

Calidad total.

En Japón aparece el concepto por primera vez de calidad total y sugen movimientos que intentan proteger a los consumidores frente a los fabricantes y vendedores. Por ejemplo Taguchi desarrolla el método de Diseño Estadístico de Experimentos e investiga Técnicas de Ingeniería de calidad.

3.7 Década de los 80

A finales de los 80, las empresas empezaron a utilizar certificados que aseguraban el cumplimiento y la garantía de calidad de sus productos para demostrar a los clientes que los sistemas de calidad que tenían establecidos en su empresa

cumplían con los requisitos de calidad exigidos. Era necesaria una certificación por parte de las administraciones de la normativa vigente.

En el mundo de occidente empiezan las primeras diferencias entre Europa y EEUU. Mientras en Europa se consolida el término de Aseguramiento de la calidad, vías normas ISO y su certificación, (certificación de la que hablaba anteriormente). En EEUU comenzaron a emplear el concepto de Calidad Total, tratando de evolucionar e imitar a Japón. En Japón Crosby formuló los 14 puntos de Gestión de calidad y definió las cuatro calidades absolutas:

- Definición de calidad
- Sistema de calidad
- Cero defectos
- Medición de la calidad

3.8 Década de los 90

En esta década Europa decide seguir a la evolución de EEUU y Japón y comienza a implantar en las empresas el concepto de calidad total. Las grandes compañías e instituciones europeas desarrollan el premio europeo de calidad total, basado en el EFQM (European Foundation for Quality Management), fundación Europea para la Gestión de Calidad.

La calidad total describe la calidad como la satisfacción del cliente. Se trata de un cumplimiento de las expectativas y exigencias de los clientes en sus productos y servicios, al menor coste. Este concepto va relacionado con la demanda de los clientes, que cada vez es más variada, exige mayores prestaciones y evoluciona rápidamente. El hecho de que la demanda de los clientes varía, obliga a las organizaciones la implantación de la mejora continua en la calidad de sus productos, que pueda adaptarse a las necesidades de los clientes.

Surge el ciclo PDCA: plan, do, check, act. Es un ciclo denominado también mejora continua, que se basa en los 14 puntos de Deming que detallaré más adelante.

Elorriaga (1991, p. 278) define el programa de calidad como: *"el conjunto de principios, métodos y recursos organizados estratégicamente para movilizar a toda la empresa, con el fin de dar al cliente el nivel de calidad propuesto al mínimo coste"*.

Para implantar y posteriormente dirigir el concepto de calidad total en las empresas, es necesaria la involucración en esta tarea de todo el personal de la empresa, en todos los niveles jerárquicos. Especialmente la dirección debe comprometerse en su gestión, de esta manera será más fácil que con su autoridad pueda educar y guiar al resto de trabajadores. Esta dirección debe encargarse de definir la visión, misión y estrategia de la organización, que incluye los objetivos de calidad, cómo podemos mejorar la calidad de los procesos, compromiso del

cumplimiento de los objetivos, reconocer a los trabajadores y recompensarles por su esfuerzo. Brevemente vamos a definir la estrategia de negocio de una empresa, que debe incluir esos objetivos de calidad:

Visión: es una imagen de cómo quiere estar la empresa o donde desea situarse a largo plazo. La visión guía a la empresa por donde tiene que ir para conseguir lo que desea en el futuro. Debemos visualizar el resultado que queremos alcanzar en los próximos años. La visión define los grandes objetivos y como espera lograrlos.

Misión: es más a corto plazo. Nos permite establecer los objetivos y estrategias básicas a seguir por la organización. En ella podemos definir la situación actual y futuro de productos, mercados, cobertura geográfica y competencias de nuestra organización.

Elementos de la misión

- Definición del negocio
- Visión y metas principales
- Filosofía corporativa

Objetivos: son los resultados o propósitos que una organización espera alcanzar si cumple adecuadamente con la misión y visión. La realización de los objetivos involucra a toda la organización y deben estar definidos al más alto nivel. Un buen objetivo debe cumplir:

- S (specific) específicos
- M (measurables) medibles
- A (achievable) alcanzables
- R (realistic) realistas
- T (time bound) deben determinarse o producirse en un momento determinado

[11]

En resumen, es en siglo XX cuando realmente el término calidad se consolida tal y como lo conocemos hoy.

3.9 La calidad en la actualidad

Surgen dos conceptos nuevos:

- Sistemas integrados
- Gestión del conocimiento

En los primeros años del S.XXI la calidad se ha convertido en un requisito básico que no debe faltar en las organizaciones que buscan obtener una ventaja competitiva frente al resto de empresas del mercado. La calidad tiene que existir en las empresas como una condición base para intentar lograr una ventaja

competitiva y hacerse con un hueco en el mercado. No significa que con calidad se obtenga el éxito, hecho que ocurría en épocas pasadas, donde esta ventaja competitiva se diferenciaba en muchos casos por la calidad de los productos y ausencia de defectos y fallos.

Las organizaciones no buscan solo la calidad de sus productos. La calidad es un requisito necesario para cumplir con las exigencias de los clientes. Las empresas entienden que el cliente es lo primero y que si un cliente percibe un producto defectuoso, el cliente pierde la fe en la empresa. La calidad de los productos hoy en día también se mide por el impacto que tiene dicho producto o su proceso de fabricación sobre el medio ambiente y por el cumplimiento de la normativa y leyes, como por ejemplo la ley de prevención de riesgos laborales. Digamos que los objetivos de la empresa han evolucionado hacia el cumplimiento de calidad, medio ambiente y prevención. Aunque nos pueden parecer sistemas independientes, poseen muchos aspectos en común y es por ello que las organizaciones encuentran la necesidad de gestionarlos de forma integrada.

[12]

Actualmente existen normas como las normas ISO que integran diferentes aspectos relacionados con la calidad y lo que deben cumplir las empresas.

Por ejemplo:

- ISO 9001: gestión de la calidad
- ISO 14001: gestión del medio ambiente
- OSHAS 18001: prevención de riesgos laborales

Con la aparición de la globalización, la competencia se hace cada vez más fuerte, los mercados son globales y muchos de ellos, los occidentales y especialmente el mercado estadounidense empiezan a perder su posición de liderazgo que habían mantenido durante las décadas pasadas.

El factor humano se convierte en un papel clave para la reducción de costes de las organizaciones. Los trabajadores han sido formados y educados para trabajar en equipo y compartir sus habilidades con el resto para la resolución de problemas y aumentar la productividad. El trabajo en equipo entendido en su concepción clásica sufre una evolución a equipos de mejora continua. Son los propios trabajadores los que deben evaluar los procedimientos y tareas que realizan y los que deben incluir mejoras según su propio criterio.

Uno de los mayores inconvenientes de las empresas actuales es ofrecer productos de la máxima calidad al menor coste posible. Parámetros que en un principio parecen contradictorios, pero que es necesario armonizar dichos conceptos y buscar un equilibrio entre ambos que nos permitan vender productos exclusivos, diferenciados del resto de empresas. [13]

Y un inconveniente que ha aparecido en los últimos años es el producto de marca blanca. Los productos de marcas blancas eran conocidos tradicionalmente como productos de baja calidad y peores prestaciones. Por ejemplo un teléfono móvil Samsung tenía mayores especificaciones y ofrecía mayores servicios que uno de marca blanca, procedentes de otros lugares, por ejemplo China. Sin embargo con la crisis y la creciente competencia no sólo en el ámbito tecnológico sino también el sector de alimentación o textil, las marcas blancas han aumentado la calidad y ofrecen los mismos servicios que las marcas propias a un precio mucho menor. Los clientes ya se fían de la calidad que ofrecen las marcas blancas y deciden elegir sus productos porque ofrecen las mismas características a menor coste.

4. Evolución del concepto de calidad

La gestión de la calidad ha evolucionado a lo largo de los años como se ha descrito en la pequeña introducción sobre la historia de la calidad. Se han incorporado nuevas ideas así como suprimido las que se encuentran obsoletas. [14]

Aunque con la historia de la calidad se puede ver la evolución del concepto de calidad, resulta interesante hacer una breve descripción de las fases o etapas por las que ha pasado este concepto.

Las cuatro etapas son:



Figura 1. Etapas de la evolución del concepto de calidad

Fuente: elaboración propia

EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD



Figura 2. Evolución de la calidad
Fuente: JAIME NEBRERA HERRERA. Introducción a la calidad.
Curso de calidad por internet- CCI.

Se puede observar que la evolución del concepto de la calidad está muy relacionada con la historia de la calidad: dependiendo del momento en el que se encuentra la humanidad, la calidad cambia y aumenta la exigencia de los clientes. Las técnicas se tienen que adaptar a estas exigencias.

4.1 Control de la calidad

Control de calidad. 1940-1950

En esta etapa se define la calidad como la conformidad con las especificaciones. El control de calidad es parte de la gestión de calidad y existen departamentos de control de calidad que se encargan de verificar las especificaciones de los productos mediante las técnicas de inspección y control. Mediante este control se trata que no lleguen productos defectuosos a los clientes y de manera indirecta también se evitan los fallos y errores.

Para las organizaciones la calidad consiste en aumentar la inversión en técnicas y procesos que mejoren los requisitos de los productos y servicios y de esta manera que el cliente esté satisfecho. Esto supone altos costes para las empresas.

4.2 Aseguramiento de la calidad

Aseguramiento de la calidad. 1960-1970

En esta segunda etapa, la calidad se define como aptitud para el uso. La alta dirección de las empresas empieza a percibir la importancia que tiene la calidad en un mundo con una fuerte competencia y se plantea implantar un sistema de gestión de calidad, como es el de las normas ISO 9000. Con esta normativa lo que

la empresa quiere conseguir es una certificación o garantía de que cumple con los objetivos de calidad y ofrecer una imagen de fiabilidad a los clientes.

La calidad deja de convertirse en una inversión a alto coste y pasa a ser una ventaja competitiva. Aunque aún en esta época no está muy desarrollado, las empresas ya empiezan a intentar extender los propósitos e ideas del sistema de gestión de calidad al resto de áreas.

4.3 Calidad total

Calidad total. 1980-1990

Ya en la gestión de la calidad total, la definición de la calidad evoluciona y se define por la satisfacción del cliente. El cliente es lo primero. La calidad total busca cumplir cuatro aspectos:

- Calidad del producto
- Calidad del servicio
- Calidad de gestión
- Calidad de vida

El concepto de calidad deja de ser único y exclusivo del departamento de calidad y fabricación y se extiende a todos los ámbitos de la empresa: la calidad debe ser preocupación de todos y responsabilidad de todos. La responsabilidad primera es de la alta dirección, que es la que tiene la autoridad y la que tiene que garantizar y comprometerse a implantar un sistema de mejora continua. Tiene el poder de concienciar al resto de trabajadores de la empresa de su función respecto a la calidad, para que ellos también participen y se involucren.

Nace la diferencia entre el cliente interno y el cliente externo. Los clientes internos son aquellas personas de dentro de la empresa, que por su puesto de trabajo reciben algún producto o servicio y que deben utilizarlo para cumplir con sus tareas. Buscan satisfacer necesidades de autoestima, poder, remuneración... En cambio los clientes externos son los que no forman parte de la organización y que demandan un producto o servicio. Las necesidades de estos clientes son fácilmente deducibles y están dispuestos a pagar una cantidad de dinero por obtener el bien que desean. [15]

Los trabajadores son conscientes del papel que juegan en la empresa y de la importancia de la calidad y por ello nace el concepto en las empresas del autocontrol, son los propios trabajadores los que mejor conocen los procesos de fabricación y deben utilizar estos conocimientos para emplean las técnicas de control y mejora.

4.4 Excelencia empresarial

Excelencia empresarial. 2000-2010

Por último la etapa actual en la que nos encontramos, el modelo de excelencia empresarial donde la definición de calidad es la satisfacción del cliente y la eficiencia económica. Este modelo trata de incorporar a las organizaciones occidentales las ideas y métodos de origen japonés de calidad total, que permitan reducir los costes sin perder la calidad. [16]

El concepto de calidad está extendido en todos los departamentos de la empresa y es necesario que los sistemas de gestión estén integrados y que exista una relación de compromiso por parte de todos los trabajadores. [16]

Parte II

Herramientas de análisis, medición y mejora continua de calidad

- 5. Herramientas clásicas del control de la calidad**
 - 5.1 Definición y origen
 - 5.2 Diagrama de flujo
 - 5.3 Diagrama causa-efecto
 - 5.4 Hoja de control
 - 5.5 Histograma
 - 5.6 Diagrama de Pareto
 - 5.7 Diagrama de dispersión
 - 5.8 Gráfico de control
- 6. Herramientas de análisis de calidad y mejora continua**
 - 6.1 TQM: total quality management
 - 6.2 14 puntos de Deming
- 7. Técnicas de ingeniería de calidad**
 - 7.1 QFD
 - 7.2 Análisis modal de fallos y efectos, AMFE

5. Herramientas clásicas del control de calidad

5.1 Definición y origen

Las siete herramientas básicas de calidad son un conjunto de técnicas que de forma gráfica y visual permiten identificar problemas en la calidad de los productos y tomar medidas para la solución de dichos problemas.

Estas herramientas básicas se denominan así porque para su análisis e interpretación no necesita a gente experta, sino solo unos conocimientos mínimos.

Las siete herramientas son gráficas y diagramas que por ser fácilmente visuales permiten una buena y rápida comprensión. Además estas herramientas contaron con los conocimientos de Ishikawa y su diagrama causa-efecto. Karou Ishikawa (Japón 1915-1989) fue un teórico de la administración y organización de empresas y experto en el control de la calidad. Entre sus muchas aportaciones destaca el diagrama causa-efecto como herramienta para comprender las relaciones entre las distintas causas que ocasionan un problema.

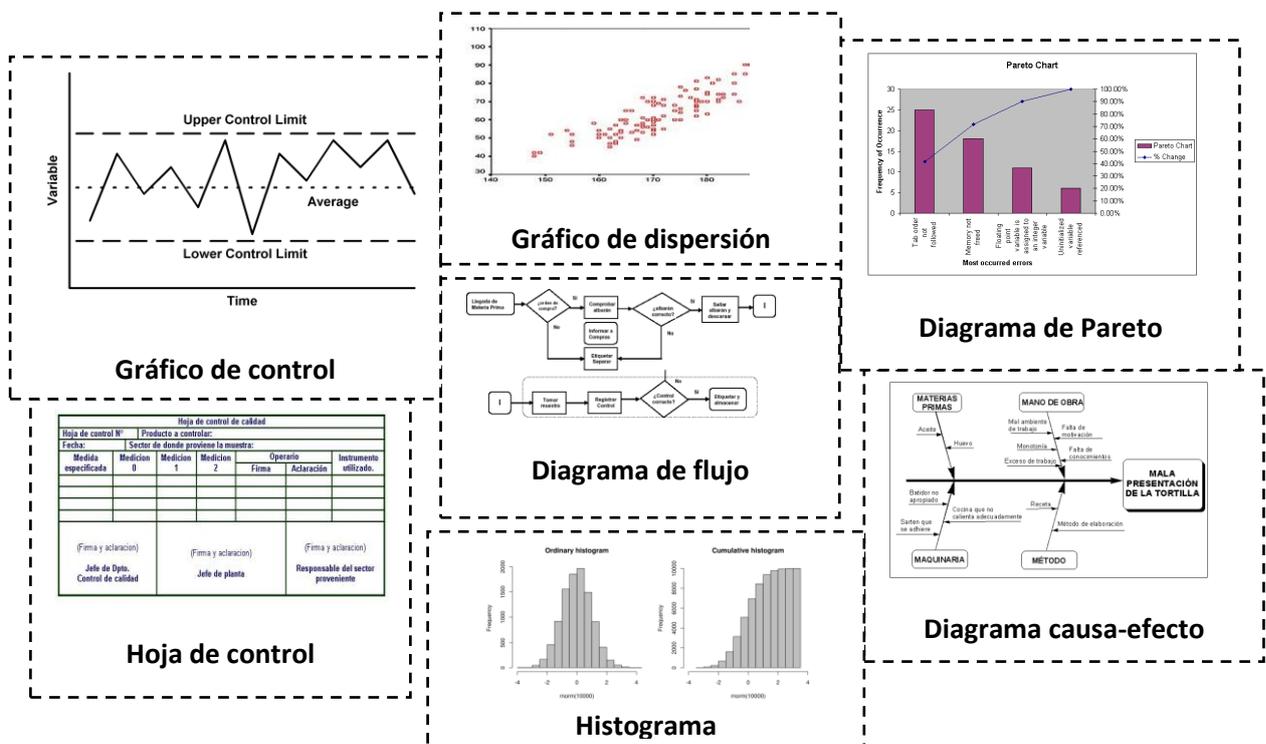


Figura 3. Las siete herramientas clásicas de control de la calidad
Fuente: elaboración propia.

5.2 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es una representación gráfica que emplea símbolos para una mejor interpretación de las decisiones y resultados de un proceso. Los diagramas de flujo nos ayudan a comprender paso a paso la situación en la que nos encontramos y permiten simplificar la descripción de situaciones más complejas. Fue desarrollado por Herman Goldstine y John von Neumann en la década de los 40. [17]

Algunos de los símbolos que utilizan los diagramas de flujo son:

SÍMBOLO	NOMBRE	ACCIÓN
	Terminal	Representa el inicio o el fin del diagrama de flujo.
	Entrada y salida	Representa los datos de entrada y los de salida.
	Decisión	Representa las comparaciones de dos o mas valores, tiene dos salidas de información falso o verdadero
	Proceso	Indica todas las acciones o cálculos que se ejecutaran con los datos de entrada u otros obtenidos.
	Líneas de flujo de información	Indican el sentido de la información obtenida y su uso posterior en algún proceso subsiguiente.
	Conector	Este símbolo permite identificar la continuación de la información si el diagrama es muy extenso.

Figura 4. Diagrama de flujo.

Fuente: URL: "<http://diagramas-de-flujo.blogspot.com.es/2012/12/que-son-los-diagramas-de-flujo.html>"

5.3 Diagrama de causa-efecto

También conocido como diagrama de Ishikawa. Un diagrama causa-efecto es una herramienta gráfica que permite identificar, ordenar y visualizar a partir de los efectos las posibles causas que ocasionan dicho efecto y sus relaciones. Algunos de los beneficios del empleo de estos diagramas son:

- Ayudar a determinar las principales causas o problemas de calidad
- Promover la participación en grupo
- Identificar las relaciones entre las causas y entre causa y efecto



Figura 5. Diagrama de causa-efecto.

Fuente: URL: "<http://makconsultores.wordpress.com/2012/06/17/el-analisis-organizacion-en-la-institucion-educativa-identificando-areas-de-mejora-en-la-gestion-de-calidad-educativa/>"

La hoja de control o verificación es una herramienta muy útil tanto para la recogida de datos como para su posterior análisis. Su definición es genérica y se puede adaptar perfectamente a las necesidades específicas de cada empresa y proceso. Se caracterizan por su sencillez, facilidad para transmitir la información y una buena disponibilidad de los datos para poder acceder a ellos cuando la organización lo desee. Algunas de las ventajas que proporciona la hoja de control son:

- Reflejar las tendencias y patrones a partir de los datos
- Proporcionar registros de datos históricos y su evolución con el tiempo
- Comprender los datos a partir de un proceso simple de recogida de información

Características control Objeto proceso de control	Unidad de medida	Tipo de sensor	Objetivo	Frecuencia mediciones	Tamaño muestra	Criterios toma de decisiones	Responsabi- lidad de la toma de decisiones

Figura 6. Hoja de control

Fuente: URL: "<http://avibert.blogspot.com/2011/10/la-piramide-de-control.html>"

[17]

5.5 Histograma

Es una representación gráfica, muy similar a un gráfico de barras, que representa la distribución de los datos en intervalos a definir por los usuarios. [17] Ventajas del empleo de un histograma:

- Resumir grandes volúmenes de datos de forma gráfica para una mejor comprensión
- Comparar las medidas reales con las especificaciones de calidad
- Comunicar y transmitir la información al grupo de trabajo
- Facilitar la ayuda para la toma de decisiones

En el siguiente ejemplo vamos a definir las partes de un histograma:

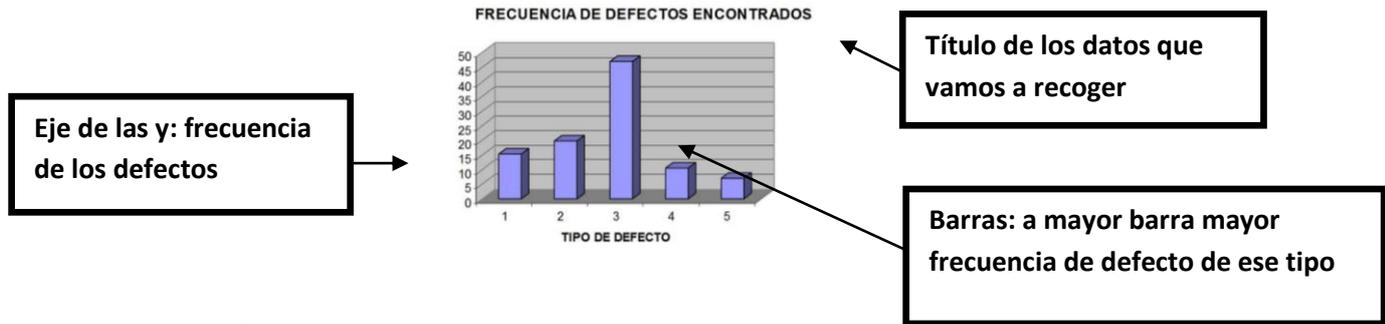


Figura 7. Histograma

5.6 Diagrama de Pareto

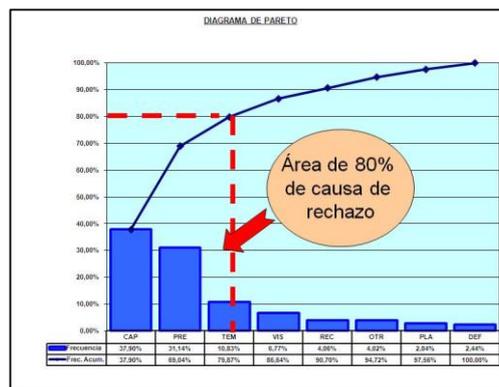
Es una representación también similar al gráfico de barras que sirve para tomar decisiones en función de prioridades. Se basa en el principio de Pareto (Vilfredo Pareto) o regla de 80/20 que dice:

“el 80% de los problemas son ocasionados por el 20% de las causas”.

Es decir que eliminando ese 20% de las causas se solucionarían el 80% de los problemas.

El gráfico de barras se dibuja en orden decreciente de altura de izquierda a derecha. Las barras de la izquierda por tanto son más importantes que las de la derecha. A la izquierda están los problemas más importantes y la derecha los más triviales. Algunas de las ventajas son:

- Dividir los problemas en partes más pequeñas y fáciles de manejar
- Identificar las causas más importantes y así enfocar nuestros esfuerzos para solucionar la mayor parte de los problemas



[17]

Figura 8. Diagrama de Pareto.

Fuente: URL: <http://hederaconsultores.blogspot.com.es/2009/02/herramientas-de-la-caliad-diagrama-de.html>

5.7 Diagrama de dispersión

Los diagramas de dispersión se utilizan para identificar y analizar el comportamiento de dos variables: determinar su dependencia o independencia o las posibles relaciones. Estos diagramas muestran la tendencia de los datos.

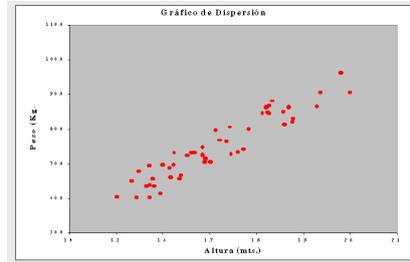


Figura 9. Diagrama de dispersión

Fuente: URL:

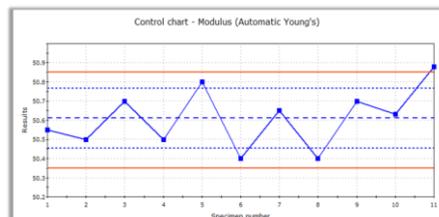
["http://web.educastur.princast.es/ies/pravia/carpetas/recursos/mates/recursos_2005/textos/pi_web/Tem/t15_distribuciones_bidimensionales.htm"](http://web.educastur.princast.es/ies/pravia/carpetas/recursos/mates/recursos_2005/textos/pi_web/Tem/t15_distribuciones_bidimensionales.htm)

5.8 Gráfico de control

El gráfico de control es una herramienta que se utiliza para controlar el desarrollo de procesos de producción y analizar la variación de las causas y de sus resultados.

Algunos de los usos de esta herramienta son:

- Distinguir las causas especiales de las causas comunes
- Evaluar el rendimiento del proceso
- Analizar las mejoras de los cambios realizados



[17]

Figura 10. Gráfico de control

Fuente: URL: ["http://www.gestiondecalidadtotal.com/grafica_de_promedios.html"](http://www.gestiondecalidadtotal.com/grafica_de_promedios.html)

Estas herramientas clásicas de evaluación y medición del nivel de calidad se siguen utilizando. Son técnicas sencillas que ofrecen buenos resultados y son fáciles de interpretar. Sin embargo han aparecido nuevas formas de gestionar y medir la calidad, técnicas más evolucionadas que ayudan a las organizaciones a dirigir su proceso o producto hacia una calidad total. Es lo que vamos a ver en el capítulo siguiente. [17]

6. Herramientas de análisis de calidad y mejora continua

6.1 TQM: total quality management

La gestión de la calidad total es una herramienta cuyo fin es mejorar la calidad de los productos o servicios incrementando sus prestaciones y así aumentar las expectativas de los clientes. Uno de los requisitos básicos para implementar dicha herramienta en una organización es integrar las funciones y procesos de manera que se relacionen entre sí. La herramienta TQM valora la participación e involucración de todos los trabajadores de la organización de todos los niveles. [18]

La gestión de la calidad ha ido evolucionando desde los primeros métodos de inspección y control que se desarrollaron tras la Primera y Segunda Guerra Mundial (ver “historia de la calidad”) pasando por el ciclo de Deming de proceso de mejora continua hasta el concepto de calidad total sobre la década de los 70 con la introducción de productos y servicios de alta calidad, que surgió en Japón. [18]

Para ver qué beneficios tiene la implantación de un sistema de gestión de calidad total TQM vamos a comparar cómo actuarían dos empresas ante algunas situaciones, una de las organizaciones se basa en el TQM y otra no. Vamos a realizar un cuadro comparativo para ver los cambios entre las dos empresas, la organización 1 tiene implantado el TQM y la organización 2 no.

Situaciones	Organización 1	Organización 2
Decisiones	En base a las necesidades de los clientes. Recopilar información sobre qué es lo que necesita el cliente. El cliente es lo primero.	En base a las necesidades propias de la empresa.
Planificación	Largo plazo, por ejemplo en los contratos de suministro con los proveedores, nos permite ventajas en cuanto a coste, calidad... Se planifican para permanecer en el tiempo.	Corto plazo. Siguen las necesidades de la empresa día a día y se planifican muchas veces “a ciegas” sin contar con muchos factores como la incertidumbre sobre qué es lo que va a pasar en el futuro.
Defectos	Buscar la raíz del problema y erradicarlo desde dentro.	Corregir los defectos con métodos de inspección y control.

Situaciones	Organización 1	Organización 2
Mejora	Mejora continua de todos los procesos y así las soluciones llegan antes que los problemas.	Mejora de los procesos cuando se han quedado obsoletos o tienen errores.
Tratamiento de los problemas	Prevenir los problemas antes de que aparezcan.	Corregir los problemas cuando aparecen.
Relaciones entre departamentos	Todas las áreas y niveles de la empresa relacionados. Transmitir la información entre departamentos y promover la cooperación y ayuda mutua.	Áreas de la empresa aisladas y cada una lucha por su fin aunque no sea el mejor fin para la empresa en conjunto.
Niveles de la empresa	Participación de todos los empleados de la organización en las decisiones.	Diferenciados y muy jerarquizados.
Evolución de la organización	Proceso global y los problemas o mejoras afectan a toda la organización.	Procesos independientes.

Tabla 1. Comparación de dos empresas con y sin la implantación del TQM
Fuente: adaptación de [19]

[19]

6.2 14 puntos de Deming

Una de las técnicas más utilizadas por las empresas en la del ciclo de mejora continua, que ya introducíamos en el concepto de calidad. El ciclo de mejora continua se define por cuatro etapas:

- Plan
- Do
- Check
- Act

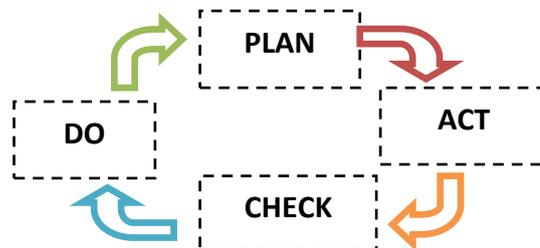


Figura 11. Ciclo de Deming
Fuente: adaptación del ciclo de Deming.

Todas ellas relacionadas entre sí y permiten una evolución y mejora continua de la organización. El ciclo PDCA fue desarrollado por Deming, que definió a mayores 14 puntos que deben seguir las empresas para mejorar diariamente.

14 puntos de Deming.

- 1) Crear nuevos propósitos de manera periódica para mejorar un producto y servicio que permita a la empresa conservar o mejorar su competitividad y mantenerse en el negocio. Crear la estrategia de la alta dirección a través de una definición clara de visión, misión y objetivos.
Este principio es también muy importante en la actualidad pues los productos y servicios cambian constantemente y las empresas tienen que ser capaces de adaptarse de forma rápida y sencilla a estos avances.
- 2) Adoptar la nueva filosofía, una filosofía de mejora continua que debe implantarse en todos los ámbitos de la organización, que sea de desempeño global para el bien de toda la empresa en conjunto.
- 3) Dejar de depender del control y la inspección masiva. En el entorno en el que se encuentran las empresas no pueden existir fallos, defectos, retrasos, demoras... Todo esto también está relacionado con lo que explicaba en el presente trabajo de la evolución que surge el concepto de la calidad. Las empresas ya no tratan de controlar e inspeccionar los errores o fallos, sino que con la llegada del JIT consideran que es mejor producir productos de calidad 100%, hacer las cosas bien a la primera, y así evitar los costes por errores. Conviene que las empresas sean capaces de prevenir los defectos en lugar de detectarlos y luego corregirlos.
- 4) Fin de realizar negocios única y exclusivamente en base al precio. En su lugar, la adjudicación o no de un acuerdo dependerá de otras medidas como encontrar proveedores que suministren calidad 100% en sus suministros.
Aquí se ve como uno de los principios fundamentales es conseguir la calidad desde el comienzo del principio productivo. Si los proveedores actuales no aportan suministros de calidad, es conveniente buscar nuevos proveedores aunque a priori sean más caros. Pero con el paso del tiempo se puede realizar contratos rentables para la empresa.
- 5) Mejora y esfuerzo continuo en los sistemas de producción y servicio. La mejora no debe ser un esfuerzo que se realice una única vez, sino de manera constante.
- 6) Crear institutos modernos de formación y capacitación en el trabajo. Los trabajadores deben estar preparados para realizar sus tareas y deben comprometerse con los procesos de mejora continua. Se buscan trabajadores polivalentes.
- 7) Liderazgo del capataz. La figura del supervisor debe ser dirigir a los trabajadores en sus tareas y evaluar los errores en máquinas o herramientas. Esta información se traslada a la alta dirección que responderá de manera inmediata a los informes del supervisor para mantener la productividad.

- 8) Eliminar los miedos del personal, crear planes de sugerencias donde los trabajadores puedan preguntar y sugerir cambios en algunos sistemas productivos sin miedo a ser despedidos. Crear un flujo de información continuo entre los distintos niveles de la empresa y así mejorar la eficacia.
- 9) Eliminar las barreras entre las distintas áreas. Crear una cultura de equipo y que los trabajadores de los departamentos puedan trabajar cooperativamente por el bien común de la organización. La frase que decía de: “la calidad deja de ser responsabilidad del departamento de calidad sino que es responsabilidad de todos” puede verse aquí explicada.
- 10) Eliminar los lemas y las metas de producción habituales. Intentar que los propios trabajadores desarrollen sus propios lemas y metas en base a mejorar la productividad para que esta mejora no sea únicamente a corto plazo sino que se mantenga.
- 11) Eliminar las cuotas numéricas de los estándares de trabajo. Las cuotas salariales numéricas solo tienen en cuenta el número de productos fabricados y no la calidad o los métodos empleados.
- 12) Eliminar las barreras que se interponen para que un trabajador pueda sentirse orgulloso y satisfecho por el trabajo realizado.
- 13) Instituir un fuerte programa de educación y toma de conciencia a todos los trabajadores de la organización. Es importante que la alta dirección asuma las nuevas mejoras para que con su autoridad y ejemplo pueda concienciar a sus subordinados.
- 14) Crear un plan de acción en la alta dirección para que tome las medidas oportunas para conseguir y beneficiarse de las mejoras de incluir estos principios y llevarlos a cabo.

[20]

7. Técnicas de ingeniería de la calidad

Las organizaciones se encuentran en un mercado competente que luchan por mantenerse y sobrevivir. Las empresas defienden su posición mejorando la calidad de sus productos y procesos a bajo coste, cumpliendo los requisitos de los clientes y manteniendo de la mejor forma posible sus beneficios. Todo esto dificulta la utilización de las herramientas clásicas de control de calidad y las organizaciones requieren de métodos que les guíen para diseñar productos, servicios y procesos de calidad.

Las técnicas de ingeniería de calidad facilitan a las organizaciones rediseñar productos o cambiar procesos y orientarlos a la calidad total bajo la Mejora Continua. [21][22]

7.1 Quality Function Deployment, QFD

El método “*Quality Function Deployment*”, cuyas siglas son QFD es un proceso detallado y estructurado que busca identificar lo que el cliente necesita y transformar esas necesidades en requisitos en el diseño de productos o servicios. Esto significa “*alinearse lo que el cliente requiere con lo que la organización produce*”. [23]

El QFD permite identificar y priorizar las necesidades de los clientes que serán tenidas en cuenta por la organización para el diseño y desarrollo de nuevos productos o servicios. Es un método que requiere la implicación de todos los departamentos y enfocar el desarrollo de las actividades y los recursos de la empresa hacia un objetivo: la satisfacción del cliente.

Fue un método desarrollado en Japón por Yoji Akao y Shigeru Mizuno hacia 1960 y se extendió rápidamente desde Mitsubishi Heavy Industries y Toyota en Japón y en EEUU a Ford. [23]

Los pasos para aplicar la metodología QFD son los siguientes:

1. Fase previa

En esta fase se toman las decisiones sobre el proyecto que se va a realizar como los trabajadores que van a formar parte del desarrollo del QFD.

2. Necesidades del cliente, QUÉS.

En esta fase se obtiene la voz del cliente, es decir deseos y necesidades, a través de por ejemplo encuestas, formularios o estudios de mercado. Se definen los QUÉS, que son estas necesidades.

Cuando la organización sabe lo que el cliente quiere, tiene que tratar de priorizar sus necesidades para emplear el mayor número de recursos en los QUÉS más importantes.

3. Decisiones de la organización, CÓMOS.

Una vez que la organización conoce las necesidades más importantes tiene que responder a ellas y tomar las decisiones que considere oportunas centrando sus recursos en las mayores necesidades. Las respuestas de la empresa a las necesidades de los clientes son los CÓMOS.

4. Matrices del QFD

La matriz de relaciones es la herramienta que determina la interrelación que existe entre los QUÉS y los CÓMOS. La relación puede ser fuerte, media o débil.

El método del QFD se construye mediante un encadenamiento de matrices. La casa de calidad es la matriz que determina la relación existente entre las necesidades del cliente y la respuesta de la organización, y se coloca en la parte superior. Después se construye la matriz de desarrollo, en la que se despliegan las necesidades del cliente en componentes. La función de esta matriz es identificar los factores más significativos. La tercera matriz encadenada es la matriz de proceso, que relaciona los componentes más significativos de los productos con la parte del proceso de producción que se va a encargar de fabricar esos componentes. Y por último se construye la matriz de producción en la que se define el control en el proceso de producción y se realiza una planificación en la producción.

5. Análisis de las matrices

Con las matrices se extraen las conclusiones sobre necesidades relevantes y no relevantes y permite a las organizaciones conocer lo que el cliente necesita para no equivocarse en su producto.

Con el método QFD las organizaciones son capaces de diseñar productos basándose en lo que el cliente quiere, potencian la capacidad de trabajar en grupo y existe una mayor comunicación interfuncional. La organización fabrica productos de mayor calidad respecto a la calidad porque ya de antemano sabe que su producto va a satisfacer al cliente, favoreciendo la competitividad y la innovación.
[21] [24]

7.2 Análisis modal de fallos y efecto, AMFE

El AMFE es un método de carácter preventivo que permite a las organizaciones conocer cuáles son las posibles causas potenciales de los problemas, anticipándose a su aparición y evitando los costes por defectos o errores en el diseño del producto. Se puede decir que *“es un método de prevención dirigido a la consecución del Aseguramiento de la Calidad”*.

Igual que en el QFD, en este método se crean equipos de trabajo y es necesario que el personal implicado tenga suficientes conocimientos en el producto o proceso para analizar los posibles fallos. Es una técnica que permite la identificación de las causas y la aplicación de medidas preventivas o correctoras para evaluar posteriormente las ventajas de su implantación y obtener resultados.

Se aplicó por primera vez en las fuerzas armadas de EEUU en los años 40 y en los años 70 por ejemplo se aplicó a Ford. Existen dos tipos de AMFE [21]:

- **AMFE de diseño.**

El objetivo de este método es la investigación del diseño del producto o servicio, identificando causas en las etapas iniciales al diseño que puedan derivar en fallos y estudiando el resto de fases del diseño. Por lo que se centra en el producto y todo lo que tenga que ver con su definición. Por ejemplo elección de unos u otros materiales, las dimensiones que tiene que tener o los tratamientos que deben aplicarse. El AMFE de diseño puede realizarse al conjunto del producto o a una parte. El objetivo del AMFE es garantizar el funcionamiento de todos los componentes del producto y que dicho producto cumple con las prestaciones previstas.

- **AMFE de proceso.**

Por otro lado el AMFE de proceso analiza los fallos del producto derivados de fallos del proceso y sus posibles efectos. En este análisis se incluye el estudio de los medios de producción de la organización, por ejemplo: máquinas y herramientas, mano de obra, métodos o materia prima.

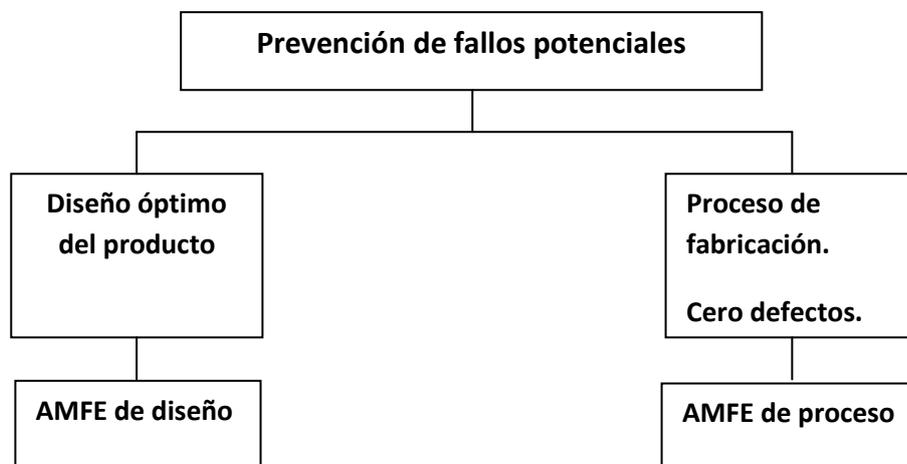


Figura 12. AMFE de proceso
Fuente: adaptación de [21]

Las fases de la metodología AMFE son [21]:

1. Punto de partida

Esta sería la fase previa a la realización del AMFE. Primero se debe situar a la organización para definir la situación de partida, que es lo que queremos conseguir y cómo lo vamos a realizar. En definitiva: cuál es el objeto del AMFE.

2. Formación del grupo de trabajo.

El equipo de trabajo deberá tener conocimientos sobre el tema a tratar, por lo que es necesario que tenga experiencia en dinámicas de grupos. Se debe nombrar a un responsable, por ejemplo si es un AMFE de diseño pues a un Ingeniero de Diseño. Y a un moderador, distinto del responsable, que imponga orden y haga cumplir las normas al equipo.

3. Función

En esta etapa se identifica al producto o proceso objeto de estudio. Se define cuál es la función que debe cumplir el producto o proceso si no existen fallos o defectos. En esta parte en los AMFE de proceso se identifican las partes o componentes del producto que van a estudiarse.

4. Recopilación de datos de fallo

Dada la existencia de una gran cantidad de información esta etapa es importante para recopilar los datos más relevantes y las causas potenciales de fallo.

5. Aplicación del AMFE

La tabla AMFE tiene dos partes: la parte de análisis en la que se define el producto, la función que se quiere estudiar, el modo de fallo, el efecto, las causas y las condiciones existentes. Las condiciones existentes engloba a los controles que se realizan actualmente en ese producto, y tres índices de prioridad de riesgo: gravedad, probabilidad de ocurrencia y detección.

La parte de control es la parte que realiza el equipo de trabajo. Se divide en las acciones recomendadas por cada responsable, la acción elegida y se vuelven a definir los índices de prioridad, indicando el índice o índices que han mejorado con la acción tomada. El índice de prioridad de riesgo después del control, que se calcula multiplicando los tres índices anteriores, debe ser menor que el índice de prioridad de riesgo inicial.

Las acciones correctoras es una de las partes más difíciles, ya que se debe tomar una decisión sobre el índice que queremos mejorar y cómo lo vamos a hacer. Por ejemplo si queremos reducir la gravedad del fallo, es necesario cambiar el diseño, es la solución más cara pero a veces la única posible. Si por ejemplo queremos reducir la detección, se debe actuar sobre el sistema de calidad. Y por último si queremos reducir la ocurrencia hay que modificar el mantenimiento.

6. Análisis del resultado

Una vez que se han tomado las acciones correctoras que se han considerado oportunas, se recalcula el índice y el equipo debe decidir si con esa acción es suficiente y cumple con los objetivos o requiere de un nuevo AMFE y hay que repetir el proceso.

El método AMFE ayuda a las organizaciones a mejorar la calidad, fiabilidad y seguridad de sus productos o procesos, aumentan la competitividad al ofrecer mejores servicios a los clientes y solucionan de forma temporal o permanente los fallos o defectos. Además permite la comunicación y el intercambio de ideas entre departamento favoreciendo la generación de sugerencias y la cooperación dinámica del grupo. [24]

Parte III

Sistemas de mejora continua a todos los niveles de la empresa

- 8. El sistema Just in Time.**
- 9. Elementos del JIT aplicables a otros sistemas**
 - 9.1 Sistema Kanban
 - 9.2 Heijunka: nivelado de producción
 - 9.3 SMED: reducción de los tiempos de preparación
 - 9.4 Shojinka
 - 9.5 Herramientas para la recogida de ideas
 - 9.6 Control autónomo de defectos. Jidoka
 - 9.7 TPM: mantenimiento productivo total
 - 9.8 Protocolo de relación con los proveedores y clientes
 - 9.9 Six-Sigma
- 10. El sistema Lean**
- 11. El sistema Kaizen**

8. El sistema Just in Time

8.1 El origen del Just in Time

Tras la segunda guerra mundial, el mundo de occidente queda devastado. Existía escasez de recursos naturales, una alta densidad de población y la necesidad de productos de calidad. Problemas que se agravaron con la guerra. Además con la invasión de productos japoneses, que ofrecían alta calidad y bajo precio, los países occidentales, en especial EEUU, vio peligrar su posición competitiva que había mantenido durante décadas pasadas.

El éxito japonés estaba determinado entre otras cosas por:

- Contratación selectiva del personal
- Ambiente de cooperación y ayuda entre los trabajadores
- Sistema de rotación de tareas. Para ello era necesario que los trabajadores fueran polivalentes. Aquí vemos una gran diferencia entre el modelo de Taylor, personas encargadas y especializadas en un solo tipo de tareas, y los trabajadores polivalentes de Japón, que podían realizar distintos trabajos, recibían formación hasta que adquirían las habilidades suficientes.
- Sistema de toma de decisiones compartidas, a partir de técnicas como buzones de sugerencias o herramientas para la recogida de ideas.
- Lugares y zonas de trabajo ordenadas y limpias. Se eliminaron los útiles innecesarios del entorno laboral y cada objeto tenía su posición única.
- Producción basada en la demanda del cliente, se fabricaba solo lo que se consumía. Esto se traduce en un inventario mínimo.
- Calidad máxima en la producción.
- Buena relación con los proveedores, contratos de suministro a largo plazo.

[25]

Uno de los mitos principales del Japón de aquella época es que la calidad no se controla, sino que la calidad se planifica, la calidad se produce. Por ello cambian y evolucionan los métodos de inspección y control.

Todos estos motivos, junto con la crisis del petróleo en 1973 hicieron que la competencia se volviera cada vez más difícil. Se demandaban productos con mayores prestaciones, apareció el concepto de obsolescencia tecnológica y un alto riesgo de que los productos quedaran obsoletos al poco tiempo de aparecer. Con

ello el ciclo de fabricación de los productos se redujo y las empresas tenían que realizar altas inversiones cada poco tiempo e intentar amortizar o recuperar esas inversiones en el poco tiempo que dura el producto en el mercado. El lanzamiento de nuevos productos tenía muchos riesgos y las empresas vieron la necesidad de buscar métodos o herramientas que las ayudaran a conseguir que los productos fueran un éxito.

“Con todo esto surge la aparición de la filosofía del Justo a tiempo, JIT, como un intento de adaptar las empresas de occidente al Japón de aquella época.” [24]

8.2 Definición de JIT

Es una estrategia de fabricación que trata de reducir los costes reduciendo el nivel de inventario. Fue por primera vez implantada en Japón por la empresa Toyota, aunque ya había indicios y estrategias similares que se habían utilizado en la empresa estadounidense de Ford. Como se ha dicho en el párrafo anterior, tras los buenos resultados del JIT en las empresas japonesas, las occidentales quisieron implantar estos métodos y mejorar para beneficiarse de sus ventajas.

El JIT es más que un método de planificación y control. Es una filosofía, es un proceso de mejora continua. Podemos definir el objetivo principal del JIT como: “producir los elementos que se necesitan, en el momento en el que se necesita y en las cantidades en las que se necesitan” [25]. Con ello mejoramos la productividad global de la empresa.

8.3 Objetivos del JIT

Los objetivos del JIT siguen la teoría de los ceros [25]:

Cero stock. Reducción del inventario.

El JIT trata de eliminar los despilfarros que existían en las empresas occidentales. Uno de ellos era la reducción del inventario, y con ello se eliminaban los problemas de falta de espacio. El inventario es un despilfarro que además oculta problemas fundamentales como los problemas en los procesos de producción. Cuando una empresa tiene un fallo en una máquina o en el proceso de fabricación, si posee inventario, puede seguir sirviendo productos al cliente y con ello evitar los retrasos o pérdidas. Por eso podemos decir que los inventarios eliminan riesgos. Sin embargo los problemas en producción deben solucionarse para mantener la calidad, la fiabilidad de las máquinas... El exceso de producción crea la necesidad de más mano de obra, mayores recursos y mayor inversión lo que supone tener inmovilizados recursos y origina un coste para la empresa. El JIT trata de reducir al máximo el inventario y así solucionar estos problemas fundamentales.

Cero burocracias.

Además el JIT busca continuamente la simplicidad. Sistemas o procesos más sencillos, flujo continuo de materiales, rutas de procesos unidireccionales, agrupar

la fabricación en base a familias de productos para simplificar los componentes y las máquinas... Con eso las organizaciones quieren disminuir las tareas y costes administrativos. Una de las simplificaciones se traduce en conseguir un layout adecuado, y que garantice las rutas unidireccionales. La mejor solución es una distribución en forma de U.

Cero defectos.

En el contexto en el que se encuentran las empresas que tratan de implantar el JIT y en concreto “cero defectos” las técnicas tradicionales de control de calidad e inspección tienen que evolucionar. Se busca una calidad del 100%, crear programas que garanticen una calidad total y donde puedan participar todos los trabajadores de los diferentes niveles de la empresa. Por ello son los propios trabajadores, que están en contacto con las máquinas día a día, los que mejor conocen los problemas que pueda haber y por eso se convierten también en los inspectores de calidad para garantizar una calidad del 100%. Si ocurre un problema, se debe solucionar en el momento y no dejar que los defectos se propaguen al resto del proceso.

Cero averías.

El objetivo es evitar retraso o pérdidas de la empresa por fallo o avería de la máquina. Así surge el TPM, mantenimiento productivo total, donde igual que en inspección de calidad, son los propios trabajadores los que se encargan del mantenimiento de las máquinas y que estén en perfecto estado. Para muchas organizaciones hoy en día, una avería en una máquina por falta de mantenimiento puede suponer miles de euros cada hora, y prefieren invertir para prevenir esta situación que supone un coste menor que invertir en arreglar una máquina cuando el problema ya ha ocurrido.

Cero plazos.

El plazo de entrega es un factor clave para lograr la competitividad de una empresa. Si se ofrece un servicio de entrega óptimo y el tiempo de envío es reducido, los clientes se sentirán más satisfechos. Este concepto es en muchas ocasiones difícil de ajustar. El hecho de que las empresas ofrezcan sus productos con un tiempo de envío bajo está relacionado con la capacidad y flexibilidad que tienen en sus herramientas y sistemas de producción para fabricar en poco tiempo lo que los clientes demandan. Es decir, los productos deben tener ciclos de fabricación cortos y producirse en lotes pequeños. Un método con el que cuentan las empresas que vender productos en lotes pequeños es reducir el tiempo de preparación de las máquinas para cambiar de una familia de productos a otra (es decir de un lote a otro). Por ejemplo aplicando la herramienta SMED (single-minute Exchange) que significa que el tiempo de cambio de máquina debe realizarse en menos de diez segundos.

8.4 Toyota vs Ford

La implementación y adopción del JIT por parte de las empresas es un proceso delicado y complejo, pues el JIT es una filosofía, un método de mejora continua, una planificación de la producción justo en el momento en el que se necesita. Y la toma de conciencia de todo esto por parte de los directivos de las organizaciones es también tarea difícil.

Las fases de implementación del JIT son 6, que veremos más adelante:

1. Poner el sistema en marcha
2. Educación, la clave del éxito
3. Mejorar los procesos
4. Mejoras en el control
5. Relación con proveedores y clientes
6. Mejora continua

Nos gustaría citar aquí la importancia de las fases de comprensión y educación, ya que sin ellas el sistema no se puede llevar a cabo adecuadamente. Es necesario que existan personas involucradas y expertas en herramientas, métodos y técnicas que transmitan estos conocimientos a todo el personal.

Son muchas las empresas que conocen el JIT y sus métodos y herramientas. Así mismo son muchas las que han podido beneficiarse de las ventajas que conllevan. Sin embargo creo que aún queda mucho por hacer. Existen empresas que poco a poco van implementando alguno de los métodos. Y además no a toda la organización a la vez, sino por departamentos. Considero que una de las razones de esto es que los trabajadores, como personas que son, son "*animales de costumbres*". Si el funcionamiento de la organización es rígido o estable y lleva trabajando en la empresa 20 años bajo el mismo método le supondrá un cambio costoso adaptarse al nuevo ritmo o forma de trabajar. Para que los trabajadores estén dispuestos a aprender cosas nuevas tienen que estar motivados y presentarles el proyecto de cambio de forma atractiva, indicándoles las ventajas que les va a proporcionar.

La clave está en los directivos que quieren llevar a cabo estos cambios, porque son los que tienen la autoridad para contratar y fomentar los programas de formación, aprendizaje y capacitación. En la actualidad existen empresas que llevan a cabo estos programas.

Veremos a continuación los dos modelos de fabricación más importantes de casi todo el siglo XX: el modelo americano y el modelo japonés. Las características y situación en la que se encontraba cada industria puede ayudar al lector a comprender el nacimiento del JIT para adaptar el modelo americano al modelo japonés.

El modelo americano: la cadena de montaje de Ford

Ford es una empresa automovilística creada por Henry Ford en 1903 en EEUU. Durante los primeros años del siglo XX se desarrollaron muchas industrias de automóviles en los países desarrollados. La mayoría de ellas seguían el sistema de producción de Ford. [26]

La aparición del modelo de automóvil *Ford T* en 1908 presentó numerosas innovaciones en el sector. Si a estas novedades (como por ejemplo motor y transmisión del vehículo que iban cerrados) se le añade un precio bajo de adquisición, la demanda de este producto creció exponencialmente en muy poco tiempo. La empresa Ford vio la necesidad de ampliar la producción. De ahí surgió el sistema de producción “*basado en la cadena de montaje en serie*”, en definitiva, fabricación en serie.

El taylorismo fue un enfoque de la organización del trabajo basado en tareas. Las personas eran consideradas como máquinas y se buscaba exclusivamente optimizar el trabajo. Podemos asemejar esta corriente al “*fordismo*” en el sentido de que el sistema de producción en cadena también se basaba en conseguir la máxima productividad de las personas, consideradas como “máquinas”. A cada trabajador se le asigna una tarea específica. El personal estaba muy cualificado para su puesto de trabajo y consideraban que de esta manera el trabajo era más rápido y se ahorraban tiempos de producción. Se crean los grupos de trabajo que tienen funciones perfectamente definidas y ayudan a evaluar y estudiar las competencias y capacidades de los trabajadores [26].

Todas estas características que resumen un poco el sistema de producción de Ford originaron problemas con el tiempo, como:

- Especialización de los puestos de trabajo: a priori puede parecer una ventaja. Pero si los trabajadores reciben formación suficiente para poder rotar sus tareas, se sentirán más motivados y atentos al trabajo que realizan. Se pierde un poco la monotonía.
- Alto inventario y costes de almacén. La producción en cadena/serie fabrica en base a previsiones de demanda. Si la demanda se reduce mucho, el inventario se acumula y supone grandes costes y espacio destinado a almacenar esos productos.

Estos problemas de especialización y monotonía en las tareas de los trabajadores y los altos costes de inventario se agravaron con la II Guerra Mundial sobre todo por la escasez de recursos. Y a partir de la década de los 60 se produce una fuerte crisis en las empresas norteamericanas. Las empresas de Japón y occidentales (especialmente las de Francia y Alemania Occidental) alcanzaron los altos niveles de productividad que tenía en su día la empresa norteamericana. Frente a un modelo flexible de producción que ofrecía Japón, Ford tenía un sistema rígido que impedía adaptarse a los cambios. De esta forma las empresas americanas tuvieron

que implantar nuevos sistemas de producción para hacer frente a la competencia y liderazgo de Japón. Surge el JIT.

El modelo japonés: Toyota

Toyota es una empresa japonesa de automóviles que desarrolló un sistema de producción revolucionario en su época. El sistema de producción se diseñó originariamente para fabricar vehículos estableciendo unas relaciones y contratos con proveedores y clientes distintos a las que existían. Las tres personas clave en su desarrollo fueron: Sakichi Toyoda, Kiichiro y Taiichi Ohno. Tras la Segunda Guerra Mundial hubo muchos problemas como: la falta de recursos, de producción, de mano de obra...que más tarde se agravaron con la crisis del petróleo de 1973. Por eso surge la necesidad de modificar el sistema de producción fabricando en lotes pequeños y en el momento en el que se necesitan para satisfacer a los clientes. Los nuevos principios en los que se basa el sistema de Toyota eran contrarios a los de la empresa americana Ford, empresa que en aquella época contaba con serios problemas también tras la II Guerra Mundial.

El sistema de producción Toyota (en inglés TPS: Toyota Production System) tiene como principio: *“la completa eliminación de despilfarros empleando métodos más eficientes”*. En definitiva es la filosofía JIT, que como ya hemos definido, surgió para adaptar los métodos y herramientas de las empresas japonesas a las empresas occidentales.

El sistema TPS busca optimizar los procesos de producción y obtener productos de alta calidad y bajo coste. Es decir, persigue la excelencia en la fabricación. Hay que eliminar las principales fuentes de despilfarro.

- Exceso de producción: exceso de inventario
- Exceso de mano de obra y recursos
- Exceso de tiempos de espera
- Exceso de tiempos de preparación

Estas fuentes de despilfarro son las que impiden que muchas empresas sean productivas. El sistema TPS produce en base a pedidos. De esta forma se reducen los despilfarros por exceso de mano de obra y de producción. Además se introducen métodos y herramientas para ser más eficientes eliminando tiempos de espera y tiempos de preparación.

Por ejemplo el método SMED, que es una herramienta que permite reducir los tiempos de preparación y los tiempos de espera, facilita la producción en lotes pequeños. O por ejemplo diseñar un layout de la planta de fabricación adecuado, como una distribución de la producción en células de trabajo organizadas por familias de productos. Estas células cuentan con máquinas que necesitan componentes estándar y son lo más homogéneas posibles, facilitando los procesos productivos.

La empresa Toyota con el TPS busca *“fabricar los vehículos solicitados por los clientes de la manera más rápida y eficaz, entregando los vehículos lo antes posible”*. Por supuesto sin olvidar la calidad. Por eso el TPS basaba su producción en dos pilares fundamentales. Uno de ellos el JIT: fabricar solo lo necesario, en el momento en el que se necesitan. Y el otro en el Jidoka, que literalmente significa *“automatización con toque humano”*. Cuando existe un defecto o problema en el proceso los trabajadores detienen esa parte de la línea mediante un *“botón”* o señal y rápidamente tratan de solucionar el problema para que el error no se propague a toda la línea. Por eso se dice que es automatización con toque humano. El sistema de producción está automatizado pero los trabajadores son los que detienen la línea, de ahí lo del *“toque humano”*.

[27] [28]

8.5 Las claves del éxito de Toyota

Viendo las diferencias existentes entre los dos modelos de producción puede observarse que el sistema de Toyota es el sistema idóneo para liderar en el ambiente de competencia y falta de recursos.

Son muchas las empresas que han seguido el modelo sobre el que se fundamentó Toyota, sin embargo no todas lo han aplicado correctamente y han visto sus beneficios.

El libro *“Toyota Way”* en español *“Claves del éxito de Toyota”* describe 14 principios fundamentales divididos en cuatro ideas que describo brevemente a continuación:

Idea 1: filosofía a largo plazo.

Toyota establece sus decisiones estratégicas a largo plazo. Busca sobrevivir en el tiempo.

Principio 1: *“basa tus decisiones de gestión a largo plazo, incluso si los resultados financieros a corto plazo se ven dañados”*

Es importante que la empresa fije sus metas a largo plazo y orientar todos sus esfuerzos en conseguirlas. Puede que a corto plazo los objetivos financieros no sean los esperados, por ejemplo frente a una caída en las ventas, la filosofía Toyota siempre mira hacia el futuro y trata de aprovechar las oportunidades que se le presentan. Basta con mirar la empresa como un conjunto.

Idea 2: el proceso correcto producirá resultados correctos

En esta idea se busca crear un proceso que genere los menores despilfarros posibles.

Principio 2: *“crea flujos de procesos continuos para que aparezcan los problemas en la superficie”*

Para crear flujos de producción continuos es necesario crear células de trabajo unidas y en forma de U (layout adecuado). De esta manera el flujo de los componentes es continuo en toda la célula y sólo se produce/ fabrica al ritmo que marca lo que el cliente consume, llamado “*takt time*”.

Principio 3: “utiliza sistemas PULL para evitar la sobreproducción”

El sistema JIT impone el sistema PULL frente al sistema tradicional PUSH, “*PULL: tirar*”, “*PUSH: empujar*”. Para evitar la sobreproducción, o lo que es lo mismo, altos niveles de inventario, solo se fabrica lo que el cliente necesita. Por eso el sistema es PULL, la demanda es la que “*tira*” y obliga a fabricar.

Principio 4: “nivela la carga de trabajo: nivelado heijunka”

Con este principio se trata de eliminar los despilfarros por desniveles en la carga de trabajo (despilfarro Mura) y los problemas de realizar trabajos intensos (despilfarro Muri).

Principio 5: “crear una cultura de parar para resolver problemas, para conseguir resultados de calidad a la primera”

Todos los trabajadores deben estar involucrados en la fabricación de productos de calidad, de ahí que uno de los principios del JIT era que los propios trabajadores eran los inspectores de calidad, los que detectaban los fallos. Para crear esta cultura nace la herramienta “*Jidoka*”, automatización a prueba de errores. Si ocurre un problema en producción el personal debe parar la parte de la línea donde está el problema para solucionarlo y si no es posible su solución en un periodo de tiempo corto, la línea al completo se para.

Principio 6: “las tareas estandarizadas son el fundamento para la mejora continua e implicación del personal”

Las tareas estándares resultan monótonas para los empleados, pero por otro lado el personal puede implicarse en la mejora del trabajo que realiza y proponer nuevas ideas.

Principio 7: “control visual”.

Los elementos que emplea Toyota permiten un control visual, como el sistema Kanban, o el Jidoka. El control visual proporciona información sobre el estado real del proceso y facilita la comunicación de errores o fallos en el proceso mediante señales auditivas o con elementos visuales.

Principio 8: “utiliza una tecnología fiable absolutamente probada y fiable”

Este principio se basa en utilizar tecnología que proporciona una fiabilidad del 100% en sus productos. Se obtiene calidad total y se emplean elementos como el TPM: sistema de mantenimiento total.

Idea 3: “gente y socios”

Principio 9: “desarrolla líderes que comprendan el trabajo, vivan la filosofía y la enseñen a los demás”

Se trata de educar y hacer comprender a los directivos de los beneficios del JIT y ellos tendrán la autoridad y proporcionarán las herramientas para educar al resto de empleados.

Principio 10: “desarrolla personas y equipos excepcionales que sigan la filosofía de la empresa”

Es decir, formar equipos de trabajo que sean expertos en esta filosofía y formar a todos los trabajadores para que conozcan las herramientas y ventajas de este sistema.

Principio 11: “respeta a tus socios y proveedores”

Considerar a los proveedores como parte del sistema productivo es clave para establecer una buena relación con ellos y beneficiarse de sus ventajas. Surge la necesidad de seleccionar bajo varios criterios al proveedor más favorable para la empresa.

Ideas 4: “aprendizaje, resolución de problemas y mejora continua”

Principio 12: “ve y observa por ti mismo para comprender la situación”

Cuando hay un problema, acudir personalmente a la zona de fallo y localizar la raíz para solucionarlo. No colocar “parches” o reparaciones temporales, sino implantar soluciones permanentes.

Principio 13: “toma las decisiones por consenso, lentamente, considerando todas las opciones; después impleméntalas rápidamente”

La toma de decisiones debe realizarse por consenso después de haber barajado todas las opciones y concienciar a los que van a realizar estos cambios. Una vez que todos saben qué es lo que se va a hacer, implementarlo de la forma más rápida y sencilla.

Principio 14: “mejora continua (KAIZEN) y reflexión constante (HANSEI)”

Después de todos los esfuerzos por implantar esta filosofía, las empresas no deben conformarse con eso y quedarse ahí. Sino mantenerse en constante alerta ante cambios y aprendiendo. Es importante que todos los trabajadores y directivos aporten nuevas ideas de forma continua que mejoren las tareas y la actividad laboral sin grandes cambios o inversiones.

[29], [30]

8.6 Casos reales de implantación del JIT

Muchas empresas han implantado la filosofía JIT en la actualidad. Es cierto que la implantación de la filosofía JIT es compleja y requiere mucho tiempo de concienciación y preparación para su adopción. Sobre todo por el cambio de mentalidad que tienen que tener las empresas occidentales y americanas. Veremos tres empresas que han adoptado algunas de las herramientas o métodos de la filosofía JIT y los beneficios que han conseguido.

MOBOTIX.

Mobotix es una empresa alemana fundada en 1999 por el Dr. Ralf Hinkel que ofrece cámaras y otros productos digitales. Es líder en tecnología de cámaras de red. Según fuentes de www.mobotix.com:

“MOBOTIX ha conquistado el 2º puesto en Europa y el 4º en el ránking mundial en cuotas de mercado. MOBOTIX fabrica desde hace años exclusivamente cámaras megapixel y es considerada en este sector como líder del mercado de sistemas de vídeo de alta definición.”

La empresa alemana cuenta con una ventaja competitiva y alta cuota de mercado porque ofrece productos de calidad a bajo coste.

Para estudiar la implantación del JIT en esta empresa nos hemos centrado en la gestión de almacén y cómo ha logrado su optimización a través del concepto del JIT. Como ya se ha comentado en varias ocasiones, el JIT busca introducir a los proveedores y clientes como si fueran parte del proceso productivo, estrechando la relación con ambos y obteniendo las ventajas de este nuevo enfoque. De esta manera Mobotix envía los pedidos a los clientes justo a tiempo, y adquiere las materias primas a través de una red de proveedores pequeña. Concretamente Mobotix cuenta con un proveedor principal “MAN Logistics”. Esta relación con proveedores y clientes no sería posible sin la existencia de métodos modernos de almacenamiento y distribución. Por ejemplo la empresa cuenta con cámaras instaladas en las plantas industriales que permiten a los trabajadores observar fallos y solucionarlos rápida y eficazmente.

[31]

C.E.E. APTA.

APTA es una empresa asturiana localizada en Gijón. Tiene más de 20 años de experiencia en la fabricación de instalaciones eléctricas de conexionado, principalmente para el sector de la automoción ofrece una alta calidad en sus procesos. Un porcentaje elevado de los trabajadores tienen alguna discapacidad, la empresa lucha por la inclusión socio-laboral.

Actualmente la plantilla cuenta con más de 200 trabajadores. Las instalaciones son de más de 8000 m² repartidas en dos centros de trabajos propios, inaugurados en 1988 y 1993 respectivamente.

“A partir del año 1995 la empresa comienza a experimentar una reestructuración de sus sistemas de gestión de producción, iniciándose la implantación de un sistema de producción JIT”.

Hasta esa época las tareas realizadas por los operarios eran de forma individual e independiente. Y con estos cambios el trabajo se enfocó hacia una línea de flujo secuencial, en grupo. Esto implicó formar a los trabajadores y una adaptación del sistema producción.

El lema de la compañía es:

- 1. Fabricemos productos que ofrezcan satisfacción pensando en los consumidores*
- 2. Construyamos una empresa siempre viva y unida por la colaboración*
- 3. Siempre hacia delante procurando cada uno de nosotros su propio desarrollo.*

En los tres puntos se puede ver implícita la filosofía JIT de la empresa y la adquisición de los modos de pensar, actuar y dirigir de la empresa.

[32][33]

FASA RENAULT Y SEAT VOLKSWAGEN

Renault y Seat, ambas empresas automovilísticas españolas, se establecieron en los años 50. La primera sede de Renault fue en Valladolid y de Seat en Barcelona, y han sido las grandes empresas del automóvil en España.

Una de las técnicas del Just in Time que emplearon fue la formación y capacitación de los trabajadores para adquirir las habilidades de trabajo en grupo y la participación de empleados más preparados y capaces de realizar diferentes tareas, en definitiva, ambas empresas automovilísticas se esforzaron por desarrollar trabajadores polivalentes y multidisciplinarios.

- ❖ Algunos datos son por ejemplo de 0 a 3% de participación de operarios y de 0 a 0.1% de ingenieros trabajando en grupo. [34]

A su vez se instalaron técnicas para aumentar y conseguir una flexibilidad mayor en la cadena de producción. Se implantó el FMS: Flexible Manufacturing Systems y sistemas de control numérico por ordenador, CNC, que pasó de 8 a 220, es decir, un aumento del 0.2% al 8%. Es decir, que se emplearon métodos de mejora de la flexibilidad de los medios productivos y equipos de automatización para la cadena de producción, ambas mejoras también relacionadas con la filosofía y objetivos del JIT.

[34]

8.7 Limitaciones del JIT

A pesar de las numerosas ventajas de la aplicación del JIT, también tiene ciertas limitaciones que es importante tener en cuenta antes de llevar a cabo su implantación. Se pueden resumir en las siguientes [29]:

- Ya dijimos que el JIT se desarrolla en un intento de adaptar las empresas americanas a la filosofía de Japón. Sin embargo Norte América y Japón tienen culturas distintas. Y estas diferencias culturales son difíciles de superar o evitar si no se modifican o cambian las actitudes y comportamientos frente al trabajo hacia la filosofía de Japón. La introducción adecuadamente de estos cambios en la organización puede ir ligados al éxito o fracaso de la implantación del JIT.
- El enfoque tradicional de las empresas era cubrir toda la demanda. Debido a la incertidumbre y variabilidad de esa demanda las organizaciones tenían grandes niveles de stock que actuaban como un “buffer” o colchón, de modo que si ocurría un fallo o problema en producción, la demanda quedaba atendida. A priori puede parecer un método bueno ya que es un sistema que nos “salva” o nos protege de retrasos o demanda no atendida. Pero este enfoque oculta problemas fundamentales como son los problemas en producción. Si existe un problema, la empresa debe parar la línea o todo el proceso si es necesario hasta solucionarlo y no “acomodarse” y seguir entregando clientes a los productos tirando del stock almacenado.
- El JIT fomenta la creatividad, motivación y participación de todos los empleados a través de herramientas como los círculos de calidad o programas para la recogida de ideas que ya he descrito. Todo esto encaminado a incrementar y mejorar el empleo de los trabajadores. Esta situación no es compatible con el grado de participación en los buzones de sugerencias y otras herramientas que tenían las empresas norteamericanas. Por eso es necesario un incremento de la involucración del personal en los procesos de toma de decisiones y generación de ideas.
- Otra posible limitación es la pérdida de autonomía individual. Con la implantación de elementos como el SMED, que reducen los tiempos de ciclo de fabricación, el trabajador no tiene “tiempos muertos” y se reduce el despilfarro por tiempos ociosos o periodos de inactividad. En lugar de estos tiempos ociosos, el trabajador puede verse sometido en muchas ocasiones a situaciones de estrés provocadas por estos tiempos limitados de fabricación. La reducción de los ciclos de fabricación permite fabricar en lotes más pequeños y como consecuencia adaptarse inmediatamente a variaciones en la demanda. Esto exige al trabajador que esté alerta a los cambios que debe realizar en máquinas, herramientas... para fabricar los ítems del nuevo lote.
- La reducción de inventarios de seguridad obliga a los trabajadores a limitar algunas de las decisiones que tratan en las reuniones o círculos de calidad reduciendo así la autonomía de estos. Si el nivel de stock es prácticamente

ceros, las decisiones no pueden ser totalmente flexibles y deben limitarse a los cambios en la demanda. Por eso se puede decir que aparece una contradicción entre la disminución de stock y la flexibilidad de los trabajadores.

- El JIT proporciona métodos y herramientas poco flexibles. Los trabajadores al implantar estos procesos deben seguirlos fielmente y es por eso que se dice que “los trabajadores disminuyen el espíritu emprendedor del que disfrutaban antes”.
- El JIT es una filosofía que puede adaptar sus métodos y técnicas a todo tipo de organizaciones, sea cual sea un producto o servicio. No obstante hay sectores en la industria que se adaptan mejor que otros. Por ejemplo los negocios orientados a productos de artesanía tienen un buen grado de adaptación.
- Resistencia al cambio. El JIT es un sistema que afecta a todos los niveles de la empresa. Los trabajadores si ven que la empresa funciona tal y como está tendrán un sentimiento de rechazo a aprender algo nuevo. De ahí hemos visto la importancia de educar a la alta dirección y hacer ver a todos los trabajadores de los beneficios que implica la utilización del JIT.

8.8 Implantación del JIT

El proceso de implantación del JIT es largo y complejo. Sin embargo hemos visto a lo largo de todo este capítulo las ventajas que conlleva en la empresa y en todo el sistema productivo. Poniendo en una balanza los beneficios frente a las limitaciones, la productividad y rentabilidad que se obtiene con el JIT supera a las dificultades de adaptación y puesta en marcha. [35] Veremos la implantación del JIT en seis fases [25], que son las más utilizadas y extendidas mundialmente:

1. Poner el sistema en marcha

Esta es una de las fases más decisivas e importantes pues en ella se toma la iniciativa o no de implantar en la empresa el sistema JIT. En esta fase los directivos se reúnen y tratan diversos temas, sobre cómo abordar el proyecto. Comprende las siguientes etapas:

- Comprensión básica por parte de los trabajadores que quiere implantar el JIT, informarse adecuadamente y tener los conocimientos para ello. Si poseen la capacidad de transmitir las ideas y ventajas de su implantación es más fácil que los directivos crean en estos beneficios.
- Educación preliminar al resto de trabajadores en particular a los altos cargos de la empresa, que son los que en definitiva deciden si se lleva a cabo o no.
- Análisis del coste que lleva implantar la filosofía del JIT frente al beneficio que se obtiene con ella. Normalmente la rentabilidad que

se obtiene es muy elevada y los directivos no dudan en costear la inversión inicial de puesta en marcha e implantación.

- Compromiso por parte de la dirección de la empresa.
- Decisión si/no de su implantación.
- Selección del equipo y planta piloto. Esta es una etapa también decisiva pues las empresas suelen implantar primero el JIT en una planta o departamento concreto y después de analizar sus beneficios y ventajas toman la decisión de extenderlo a toda la empresa. El equipo que va a llevar a cabo la implantación en la planta piloto debe ser multidisciplinar y es necesario que reúna los conocimientos y que tenga previa experiencia del JIT. Así mismo seleccionar una planta piloto que refleje en la medida de lo posible la realidad de la organización: que sea representativa, con dificultades y problemas para ver después la evolución.

2. Educación, clave del éxito

En esta segunda fase se proporciona información y comprensión de la filosofía del JIT a toda la empresa y su posterior aplicación. Pueden existir programas de educación a los que asistan los trabajadores para aprender de ello y que puedan aplicar estos conocimientos adecuadamente. Estos programas de educación no deben ser aislados, sino que los trabajadores deben recibir información cuando se produzcan nuevos cambios, ya que el sistema JIT es un sistema de mejora continua, “no termina nunca”. Deben recibir tanto formación como educación, pero la formación, que es de carácter más específico, debe realizarse después de la educación, ya que proporciona a los trabajadores una visión conjunta de la filosofía del JIT. Es recomendable por ejemplo que en esta etapa se prepare un programa que incluya qué ventajas aporta la implantación del JIT dependiendo de la habilidad o capacidad que adquiera cada trabajador. Si un trabajador está convencido de los beneficios que el va a aportar un sistema, estará más entusiasmado y dispuesto a llevarlo a cabo.

3. Mejorar los procesos

Nos encontramos en la fase en la que se implantan las mejoras y herramientas del JIT. Se introducen cambios para reducir tiempos de preparación como el SMED, modificar la distribución de la planta, su layout en forma de U, conseguir un mantenimiento productivo total con el TPM, implantar la filosofía de las 5S... Existe una fase previa de comprensión del proceso que se quiere mejorar observando los problemas y errores y detallando paso por paso todos los aspectos relacionados con la producción. A partir de ahí se pueden implantar algunas de las mejoras y ver la evolución de sus resultados. Para la decisión de implantar una u otra herramienta es

necesaria el reconocimiento por parte de la empresa de que el sistema productivo tiene un problema y así ajustar en la mayor medida posible el método a emplear.

4. Mejoras en el control

La fase de mejoras en el control trata de introducir mejoras en el control y programación de la producción. Algunas de estas mejoras son el sistema Kanban de programación sincronizada de la producción, reducir el nivel de stocks con una mayor flexibilidad en la organización a través de los sistemas de Heijunka y Shojinka, reducir los defectos con el control autónomo de defectos Jidoka... Se puede decir que es una fase posterior a la implantación de mejoras en el proceso, ya que cuando se obtienen y comparan los resultados antes y posteriormente a la implantación del JIT, es necesario que exista un control y seguimiento.

5. Como establecer la relación con los proveedores/clientes

Es la fase de ampliar el sistema productivo e introducir a los proveedores y clientes dentro de la organización. A los proveedores para obtener mejores relaciones, concertar suministros de calidad y entregas a tiempo, y los clientes para conocer y cubrir sus necesidades y considerar que el siguiente proceso en la cadena de fabricación es también un cliente.

6. Mejora continua

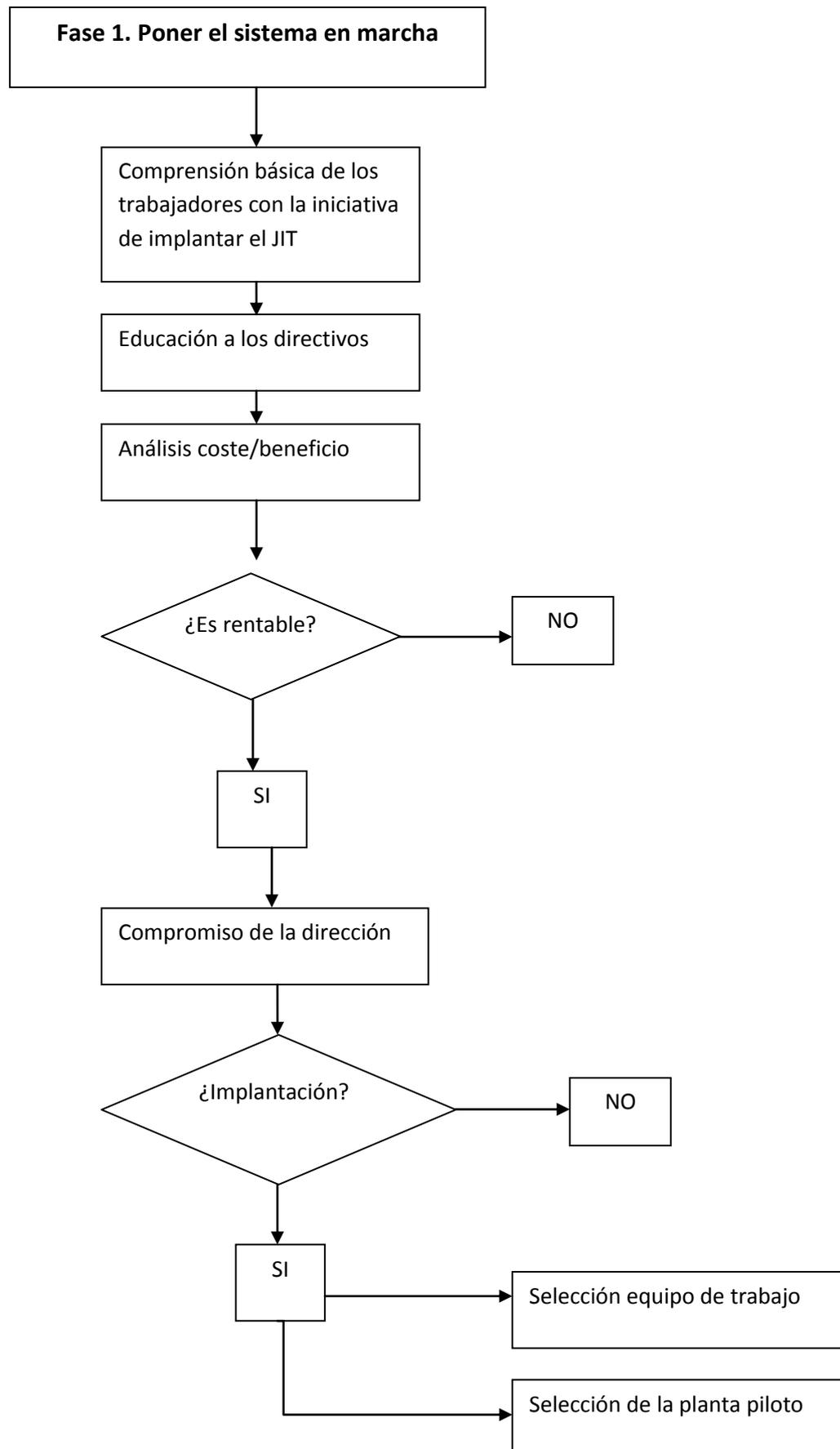
La última fase del JIT es la de mejora continua. La competencia que existe en la industria obliga a las empresas a seguir mejorando y a innovar constantemente, es una continua lucha por la supervivencia.

“El sistema de mejora continua constituye un aspecto fundamental para el desarrollo y crecimiento de las medidas. En el medio empresarial, solo permanecen aquellas compañías que innovan y mejoran cada día sus procesos internos y externos con el fin de ofrecer productos y/o servicios que satisfagan las necesidades de sus clientes (Pinzón, 2008)”

[76]. Este concepto de mejora continua incluye al sistema Kaizen, que se desarrollará en este trabajo en el capítulo 11.

- A continuación se expone un diagrama de flujo de las siguientes fases por las que deben pasar las organizaciones si quieren llevar a cabo un correcto funcionamiento tras la puesta en marcha del sistema JIT en toda la empresa o área que la gerencia ha decidido aplicar.

El diagrama de flujo de la implantación del JIT puede ayudar a las empresas que quieren poner el sistema en marcha:



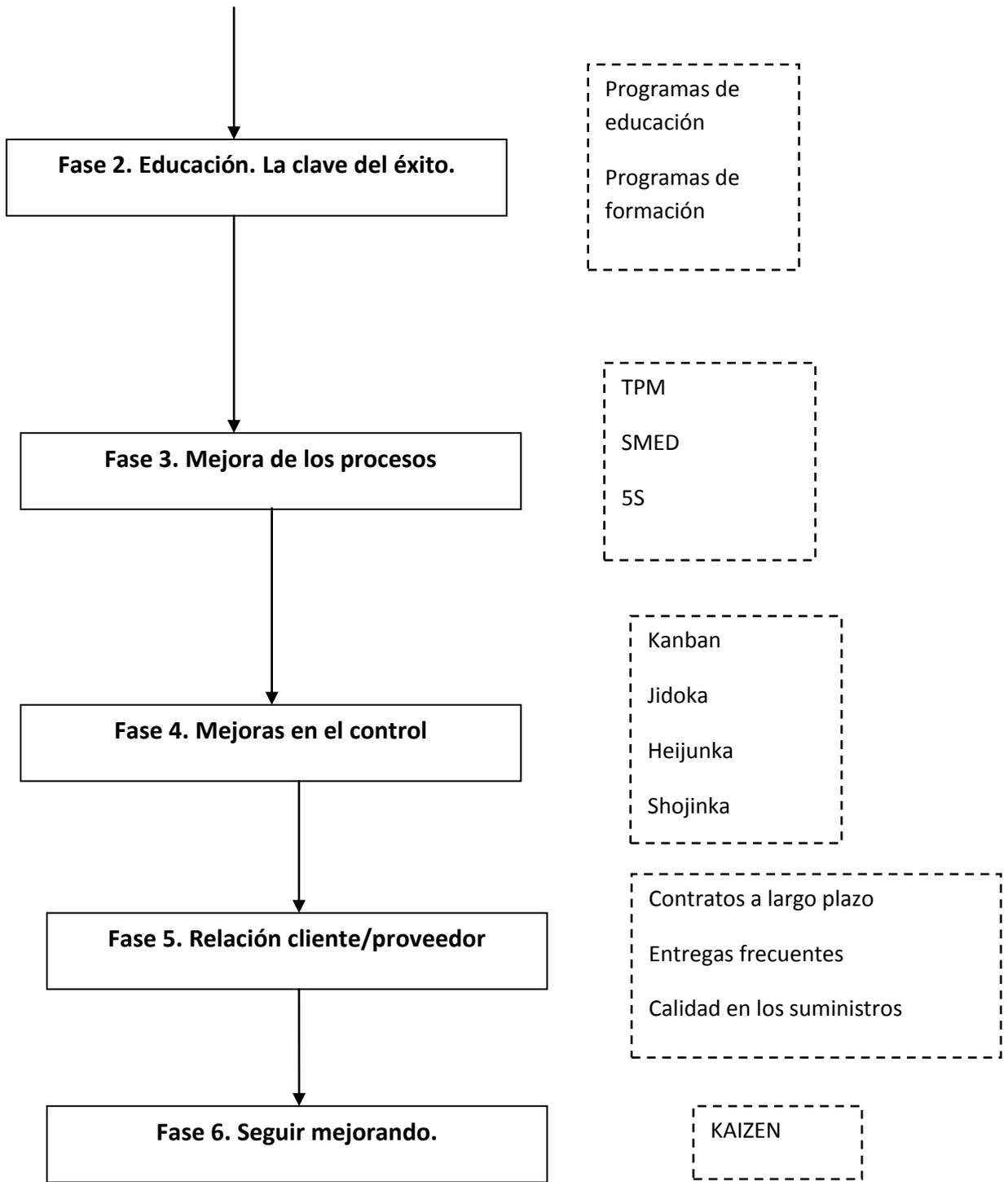


Figura 13: diagrama de flujo de implantación del JIT
Fuente: elaboración propia

9. Elementos del JIT aplicables a otros sistemas

La mayoría de los elementos que se van a describir en este capítulo surgieron con el JIT aunque muchos de ellos son aplicables a otros sistemas de mejora continua, como el sistema Lean o el sistema Kaizen, que veremos más adelante. Es decir, que se trata de herramientas, métodos o técnicas que ayudan a las empresas a mejorar y aplicar una filosofía del JIT.

9.1 Sistema Kanban

9.1.1 Definición

Una definición más formal es: *“sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas, que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores y estos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de materiales de los proveedores con el de los talleres de la fabrica y éstos con la línea de montaje final”.*

Básicamente podemos decir que el sistema Kanban es un sistema de control y planificación de la producción basada en tarjetas. Los operarios de los distintos procesos de fabricación retiran las piezas que necesitan del proceso anterior e informan de este consumo mediante un Kanban. El proceso recibe el Kanban y fabrica solo las cantidades retiradas. De esta manera se sincroniza todo el flujo de producción entre cliente y proveedor. Un ejemplo gráfico del sistema Kanban puede ser el siguiente.

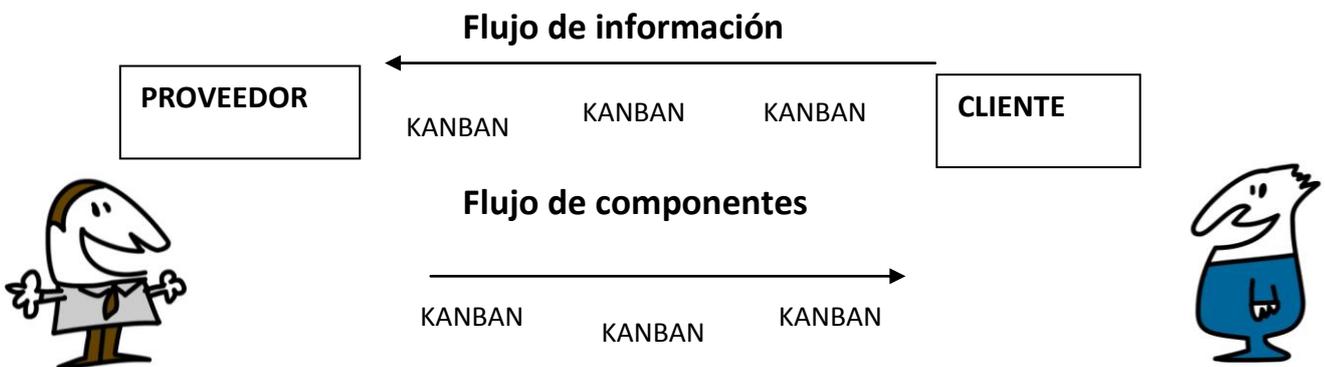


Figura 14: sistema Kanban
Fuente: elaboración propia

9.1.2 Funciones del Kanban

Las funciones principales del Kanban son control de la producción y perfeccionamiento de los procedimientos. Mediante el sistema Kanban la producción se orienta hacia un sistema PULL, en el que se producen los productos que se necesitan en el plazo establecido y con la máxima calidad. Un factor clave y que puede facilitar que la entrega se produzca a tiempo es la proximidad geográfica. Por eso para necesidades de suministros frecuentes las empresas tienen que elegir bien a sus proveedores y que se encuentren próximos a la planta.

Además el uso del sistema Kanban permite perfeccionar los procesos ya que se eliminan desperdicios al reducir el inventario, se aumenta la productividad y eficiencia, se garantiza a los clientes que el producto va a ser servido a tiempo...etc.

9.1.3 Objetivos

De la definición de este sistema de control de la producción se pueden ver algunos de los objetivos que ya introducíamos en el JIT, como es el de cero stocks. Al sincronizarse el flujo de la producción y solo fabricar los productos retirados, es decir, los productos consumidos, el inventario es mínimo. También se cumple el objetivo de cero burocracia, pues se simplifican las tareas administrativas: los órdenes de fabricación se escriben en las tarjetas Kanban. Este sistema permite implantar un sistema de control visual de la producción que ayuda a encontrar problemas en producción como por ejemplo la escasez de un material.

Una de las innovaciones del sistema Kanban es la introducción del sistema PULL (arrastre). El inventario realiza un efecto de arrastre entre los distintos procesos de fabricación. Solo se fabrica cuando el cliente ha recibido el producto: se fabrica porque se vende. El sistema tradicional, PUSH (empuje) se basa en predicciones de la demanda para poder planificar la producción. Para ellos están los métodos de PAP, PMP, MRP... Este sistema produce para vender según las estimaciones de consumidores.

9.1.4 Requisitos iniciales

Antes de la implantación del sistema Kanban se deben haber tenido en cuenta los siguientes requisitos:

- Aplicar la teoría de las 5S. Es una herramienta cuyo objetivo es conseguir lugares de trabajo más organizados y limpios, manteniendo estas condiciones y así mejorar el ambiente laboral. Se llama así porque las cinco reglas de orden y limpieza empiezan por la letra S en japonés, y son las siguientes:
 1. Seiri, clasificación: separar innecesarios. Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil.
 2. Seiton, orden: situar necesarios. Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz. Este es uno de los pasos que lleva más tiempo.

3. Seiso, limpieza: suprimir suciedad. Mejorar el nivel de limpieza del lugar de trabajo
4. Seiketsu, normalización: prevenir la aparición de suciedad y desorden. Este paso es importante para mantener las condiciones de trabajo siempre.
5. Shitsuke, mantener disciplina. Este paso es el propio de la mejora continua. Hay que seguir esforzándose y fomentar nuevas ideas para que esta reforma del almacén no se quede exclusivamente aquí sino que con el tiempo pueda seguir mejorando.

El modelo de las 5S aporta muchas ventajas a la organización y veremos más concretamente sus beneficios en el caso práctico. Algunas de las ventajas a destacar son:

- Aumento de la productividad
 - Mejora las condiciones y el ambiente de trabajo
 - Mayor confianza y satisfacción del cliente en el producto
- Concienciar a todo el personal del funcionamiento del sistema
 - Definir una zona de inputs y otra de outputs así como los elementos del Kanban (tarjetas, contenedores).
 - Definir el flujo de producción. Si la distribución de producción es óptima, los beneficios del Kanban se verán incrementados. (Por ejemplo una distribución de la línea de producción en forma de U).

[25]

9.1.5 Principales elementos

El sistema Kaban tiene cuatro elementos principales que se pueden utilizar para programar y sincronizar el flujo de producción. Aunque el más extendido es el de las tarjetas Kanban existen otros tres más:

- Tarjetas Kanban: es el elemento más estandarizado y comúnmente utilizado.
- Contenedores estandarizados: son los elementos que contienen a los componentes.
- Carros o sistemas de transporte: son los elementos que se utilizan para transportar los componentes. En ellos se pegan o adhieren las tarjetas Kanban y así controlar el flujo de material.
- Casilleros, buzones o paneles: por último están los casilleros, que son los elementos donde se introducen las tarjetas Kanban y sirven de conexión entre los distintas células o áreas de trabajo.

[25]

9.1.6 Tipos de tarjeta Kanban

Existen varios tipos de tarjeta Kanban según la función que realizan en los distintos puestos de trabajo. Principalmente se distinguen dos: el de producción y del de transporte:

- Kaban de producción: contiene la orden de producción, qué ítems hay que fabricar y cuántos. El kanban de producción circula dentro del mismo puesto o centro de trabajo y debe contener la información del ítem a producir y del lugar dónde deben colocarse los productos una vez fabricados.
- Kaban de transporte: contiene la orden de entregar, de trasladar los ítems ya fabricados. El Kanban de transporte circula entre varios centro de trabajo y autoriza a retirar las cantidades de producto del proceso anterior. En la tarjeta Kanban de transporte debe aparece la información del ítem transportado y del origen y destino de los centros de trabajo.

Pero también existen otros dependiendo del uso que tengan [25]:

- Kanban de proveedor: Para enviar la orden de entregar los suministros.
- Kaban urgente: Utilizado cuando existe escasez o falta de un recurso.
- Kanban de emergencia: Empleado cuando se producen circunstancias no previstas a causa de un componente defectuoso o una avería en una máquina.

9.1.7 Reglas del Kanban

Antes de la implantación del Kanban en una organización es importante que los trabajadores que van a estar en contacto con este sistema comprendan las reglas y principios básicos del Kanban. El autor Richard Schonberger en una publicación en 1983 define que son siete las reglas básicas para entender y utilizar el sistema Kanban:

- **Regla 1:** “El Kanban debe desplazarse solamente cuando el lote que se describe se haya consumido”. Es decir que una vez que el proceso ha consumido las piezas necesarias del proceso anterior, éste enviará la señal Kanban. No debe hacerse antes.
- **Regla 2:** “No está permitido el retiro de unidades sin un Kanban”. Para controlar de manera eficaz el inventario y evitar la superproducción, no se deben retirar piezas si no existe una señal del Kanban que lo especifique. Sino existirá un descontrol y desconocimiento de los componentes que hay en stock.
- **Regla 3:** “El número de partes enviadas al proceso debe ser igual al número indicado por el Kanban”. Esto quiere decir que se deben fabricar exactamente las piezas, conjuntos o subconjuntos que describe el Kanban.
- **Regla 4:** “El Kanban va siempre acompañado de productos físicos”. Además de la tarjeta Kanban que definimos anteriormente, se deben incorporar los

contenedores estandarizados, que son los elementos donde se almacenan las piezas fabricadas. La tarjeta Kanban debe colocarse en el contenedor adecuado y marcar exactamente las piezas que hay en el contenedor.

- **Regla 5:** “El proceso debe reabastecer sólo los productos que fueron retirados”. Es decir, que el proceso solo debe producir las piezas que indican la señal Kanban. Regla que también está relacionada de forma muy directa para evitar fabricar en masa y reducir el inventario.
- **Regla 6:** “Las partes defectuosas no deben pasar al siguiente proceso”. Esta regla es clave en el contexto en el que nos encontramos de calidad total. Si un defecto se propaga al siguiente proceso y no se soluciona, la pieza ya queda defectuosa y no cumple con las exigencias de calidad.
- **Regla 7:** “El Kanban debe ser procesado de acuerdo al orden de llegada”. Puede ocurrir que en un momento de mucha demanda existan varias tarjetas Kanban con diferentes órdenes de producción. El proceso de fabricación debe dar prioridad a las tarjetas que llegaron en primer lugar.

[36] [37]

9.1.8 Implantación del Kanban

Una vez que se han aplicado a la empresa los requisitos iniciales ya resumidos y se han tenido en cuenta las 7 reglas comentadas antes se puede comenzar con la implementación del sistema Kanban. Esta es una parte clave en la organización porque si se quiere obtener un buen resultado el proceso de implementación debe realizarse con empeño y dedicación. La mayoría de los autores establecen la implantación del Kanban en cuatro fases:

- **Fase 1:** entrenamiento del personal. Mediante esa fase hay que formar y educar a los trabajadores de las ventajas que la organización va a obtener utilizando el sistema Kanban e informar de sus funciones y objetivos.
- **Fase 2:** identificación de problemas en el sistema productivo e implementación del Kanban en esa parte de la producción. De esta manera se pueden observar mejor los beneficios del Kanban si hay una zona de la línea de producción que está dando problemas que si se implementa en una zona en la que todo marcha adecuadamente.
- **Fase 3:** extender el concepto del Kanban al resto de la línea de producción. Muchos trabajadores ya han disfrutado de la mejora de la capacidad y rendimiento del sistema donde había problemas, así que implementar el Kanban en todo el sistema productivo debería ser demandando por todos los operarios y realizado sin ningún problema.
- **Fase 4:** comprobar que las fases se han realizado de forma apropiada y que se han implantado punto por punto todos los elementos del Kanban.

[38] [39]

En resumen, el sistema Kanban es uno de los elementos principales y más sencillos de implantar del JIT. Es necesario continuar mejorando el sistema productivo y actualizando dicho sistema a los cambios en la organización o por la introducción de nuevas innovaciones tecnológicas. Sin embargo para una mejora continua global, las organizaciones no deben quedarse aquí, existen otras herramientas que complementan al Kanban y mejoran la productividad del proceso, como veremos a continuación.

9.2 Heijunka: nivelado de la producción

9.2.1 Introducción

La demanda del cliente es incierta y muy variable, por lo que es difícil de prever. Se han mencionado anteriormente métodos como el MRP o PMP que realizan estudios y se basan en predicciones para luego fabricar. Sin embargo estas herramientas no son exactas y existen periodos en los que la empresa no va a poder abastecer a toda la demanda y otros en los que va a tener inventarios grandes.

Para hacer frente a estos problemas las empresas tienen que ser flexibles y adaptar los medios de producción de los que dispone a la demanda real. Es decir, las empresas tienen que tener una alta capacidad de reacción frente al cambio.

Se desarrolla un nuevo sistema frente a la producción tradicional que fabrica en grandes lotes, ocupando espacio, manejando altos niveles de inventario y teniendo el riesgo de obsolescencia en sus productos. Con el sistema Heijunka las empresas consiguen ajustarse a la demanda combinando diferentes secuencias de fabricación para los productos. Es el principio “*one piece flow*”, es decir, se produce en pequeños lotes, diferentes modelos de productos y en una misma línea de fabricación. Este sistema también se ajusta a uno de los objetivos del JIT cero stocks: se reduce el inventario al fabricar tamaños de lote más pequeños.

[25]

9.2.2 Requisitos previos

El mayor inconveniente para la implantación de este sistema es que si la empresa es capaz de adaptarse a las variaciones en la demanda es porque también cuenta con una flexibilidad en los recursos: tanto los trabajadores (necesidad de personal polivalente que sea capaz de manejar y fabricar diferentes tipos de productos) como maquinaria y herramientas (que sean lo más homogéneas posible para de una forma rápida adaptar los medios a los diferentes tipos de productos).

Podemos traducir el párrafo anterior en los siguientes requisitos previos:

- Implantación del SMED: cambio rápido de herramientas. Los tipos de preparación para cambiar de un tipo de productos a otro se hagan de forma eficaz y rápida.

- Trabajadores polivalentes: necesidad predominante en todos los elementos del JIT.
- Calidad total en el proceso, no solo en los productos finales sino también en los suministros. Para ello es necesario elegir bien a los proveedores.

[40]

La implantación de estos requisitos iniciales al Heijunka es importante y debe realizarse de forma oportuna, igual que ocurría con los requisitos del Kanban.

9.2.3 Técnicas del Heijunka

A lo largo del presente trabajo, puede observarse la continua relación de todas las herramientas del JIT, que en definitiva buscan los mismos objetivos pero utilizando diferentes métodos. Y además en muchas ocasiones se requiere la implantación previa de una herramienta o adaptación del sistema productivo de la empresa para llevar a cabo otra herramienta distinta. Por eso aunque hemos considerado interesante citar aquí cuatro técnicas que emplea el Heijunka, no son técnicas aisladas y propias de esta herramienta, sino que se pueden utilizar en otros sistemas del JIT.

Las cuatro técnicas son [41]:

- Flujo continuo pieza a pieza.

El flujo continuo es la técnica que garantiza que sólo se produzca la cantidad que solicita la demanda y evitar cualquier interrupción en la producción. El flujo continuo puede desglosarse en tres niveles:

- ▶ Flujo de información: a través de herramientas como el sistema Kanban. Las tarjetas contienen la información necesaria para sincronizar la producción.
- ▶ Flujo de materiales: Si las entregas y los plazos de suministro son continuos, la organización garantiza los envíos de los pedidos cumpliendo con las expectativas de los clientes.
- ▶ Flujo de operarios: a través de líneas y células de trabajo flexibles, donde los operarios tengan las habilidades necesarias para desempeñar las tareas que se les asignan en función de la demanda y pedidos de los clientes.
- ▶
- Usar células de trabajo.
Para garantizar que el flujo sea continuo es necesario que la distribución de la planta facilite esta continuidad. Basta con dividir el sistema de producción en células de trabajo, flexibles y orientadas al producto. De esta forma todos los procesos están unidos uno detrás del otro.

La forma de las células de trabajo deben tener un layout adecuado, y es en forma de U (distribución que detallo más adelante en el capítulo específico de “Shojinka”).

- Producir al ritmo que marca la demanda: “*takt time*”
Las empresas organizan su sistema productivo para fabricar al ritmo que marca el cliente. El alemán *takt* significa “compás”, y eso es lo que quiere decir producir al “*takt time*”, producir al compás de la demanda. Las ventajas de utilizar esta técnica son claras: eliminar tiempos entre procesos, despilfarros por inventario o sobreproducción...pero llevarlo a cabo requiere esfuerzo por parte de todos los trabajadores.
- Nivelar el mix de producción.
Muchas organizaciones fabrican diferentes tipos de productos y cada uno de estos tipos tiene una demanda distinta. Supongamos que un cliente desea un número específico de cada uno de los productos. Si la empresa no está adaptada, fabricará primero un lote de productos, luego otro y así sucesivamente, de forma que hasta que no termine de producir todos los lotes no podrá atender a la demanda concreta de ese cliente. El cliente esperará mucho tiempo, no se sentirá satisfecho y perderá la confianza y fe en la empresa. Por el contrario, si la empresa es capaz de producir los diferentes tipos en lotes más pequeños, podrá atender mucho antes a la demanda del cliente sin grandes esperas. Es decir, que la empresa realiza un “mix” de producción, mezclando un tipo de productos con otros según la demanda.
Esta técnica resulta muy interesante y proporciona grandes ventajas, pero también requiere esfuerzos previos de adaptación de los recursos de la empresa, flexibilidad, homogeneizar los componentes...etc.

En definitiva, todos los métodos deben ser tenidos en cuenta y las empresas tienen que conocer las relaciones existentes entre ellos.

9.2.4 Beneficios del Heijunka

Con la implantación del Heijunka se reducen muchos desperdicios de las organizaciones que cuestan dinero pero que no aportan valor. Vamos a englobar estos desperdicios en las 3M:

- Muda: el significado es desperdicio.
Existen muchos tipos de despilfarros, como la sobreproducción, tiempos de espera, movimientos innecesarios, falta de calidad... Con el sistema Heijunka reducimos la sobreproducción al adaptarnos y fabricar sólo lo que el cliente demanda, los tiempos de espera al introducir el SMED, conseguimos calidad total en los productos. Con este sistema se trata de eliminar cualquier actividad que no genere valor al producto final.

- Mura: el significado es desnivelado. Al nivelar la producción se reducen las desigualdades en la carga de trabajo.
- Muri: el significado es sobrecarga. Se reducen los trabajos intensos y así se evita que los medios de producción trabajen por encima de sus capacidades. Cuando se trabaja a un ritmo superior se producen problemas como mayores defectos o agotamiento y desconcentración por parte del personal.

9.2.5 Implantación del Heijunka

Para implementar el Heijunka se requiere calcular un “*programa de montaje final nivelado*” de forma que se definan los tiempos y cantidades a fabricar de cada tipo de producto. Toda esta información se detalla posteriormente en lo que se llama “*Heijunka box*”, o casillero Heijunka.

1. Primero se calcula la **tasa media diaria de fabricación**, es decir, las unidades de los diferentes tipos de producto que hay que fabricar al día.
2. Después se calcula el **ciclo de fabricación**, es decir, el tiempo que tarda un operario en fabricar cada tipo de producto. Está claro que hay productos cuyo ciclo de fabricación es mayor, y por ejemplo si el producto A tarda en fabricarse 1 minuto y el producto B tarda 4 minutos, mientras se fabrica una unidad de B se pueden fabricar cuatro unidades de A. Por eso definir el ciclo de fabricación es decisivo para intentar ajustar la producción a la demanda, o sea que el ciclo de fabricación coincida con el “**takt time**” del cliente. Si la empresa fabrica a un ritmo superior al “takt time” significa que el tiempo de ciclo de fabricación es menor que el “takt time”, se fabrican más productos de los que se necesitan y se produce inventario, o se generan tiempos de espera. Si por el contrario la empresa fabrica a un ritmo por debajo del “takt time”, es decir, que el tiempo de ciclo de fabricación es mayor será necesario aumentar el número de recursos para satisfacer la demanda. En ambos casos se generan problemas y desniveles. La mejor solución es hacer que el “takt time” coincida con el ciclo de fabricación.

9.2.6 Casillero Heijunka

“Heijunka box”. Es un casillero que permite planificar la producción a corto plazo. En la parte horizontal se definen intervalos de tiempo en los que se fabrican los productos, y en vertical están los diferentes tipos de producto. De esta manera los operarios saben la cantidad a fabricar en cada periodo de tiempo de cada tipo de producto [42].

Ejemplo (elaborado y adaptado por mí):

Imaginemos una empresa que fabrica durante una jornada de siete horas, cuatro tipos de productos. El tiempo que tarda en fabricar cada producto y la demanda de ese día viene dada en la siguiente tabla:

Producto	Tiempo (h)	Demanda (unidades)
A	0.5	2
B	1	3
C	0.5	3
D	0.5	3

Tabla 2: datos problema Heijunka
Fuente: elaboración propia

	8-9 h	9-10 h	10-11 h	11-12 h	12-13 h	13-14 h	14-15 h
Producto A	A			A			
Producto B		B			B	B	
Producto C	C		C				C
Producto D			D	D			D

Tabla 3: solución casillero Heijunka
Fuente: elaboración propia

9.3 SMED: reducción de los tiempos de preparación

9.3.1 Definición

El término SMED (Single Minute Exchange of Dies) significa cambio rápido de herramientas, concretamente en 10 minutos o menos. Es un conjunto de métodos y técnicas para reducir los tiempos de preparación de las máquinas. El cambio de herramientas en las máquinas debe realizarse siempre que se fabriquen ítems diferentes y mediante el SMED se quieren reducir los tiempos de preparación que es el tiempo desde que termina de producirse el último producto de un lote hasta que comienza a producirse el primer producto del siguiente lote. Lo que quiere decir gráficamente es:

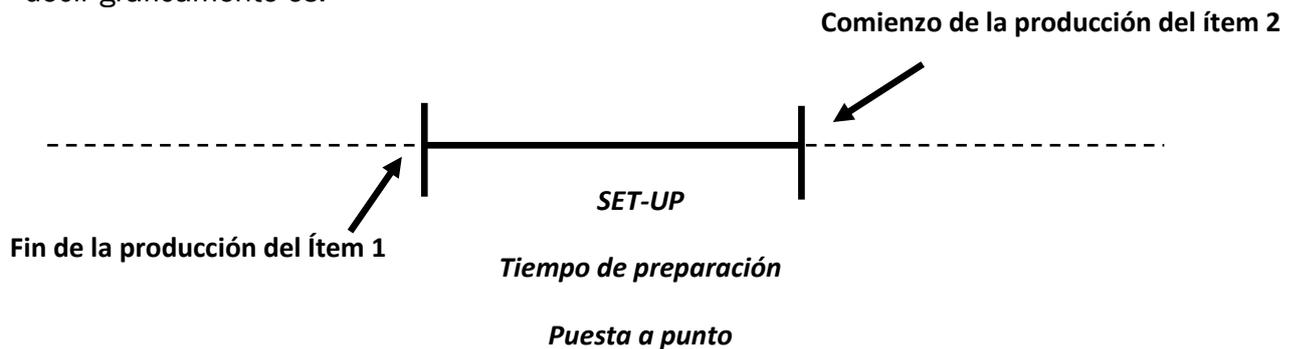


Figura 15: técnica SMED
Fuente: adaptación de [43]

Según Nicholas, 1998 el SMED es una innovación basada en procesos, a partir de la que se realizan operaciones de configuración estandarizadas y debidamente documentadas con el fin de garantizar que los trabajadores sigan los parámetros de ese proceso.

El sistema anterior de nivelado de la producción permitía una flexibilidad en las empresas para adaptarse a la demanda fabricando tamaños de lotes pequeños. Pero esto no es posible si el tiempo de cambio de herramientas no es pequeño, pues sino los tiempos de espera entre procesos son elevados y provocan pérdidas en las empresas.

Como hemos descrito en este trabajo, la fabricación de productos en lotes pequeños tiene muchas ventajas pero es necesaria la previa implantación del SMED.

9.3.2 Importancia del SMED

Las organizaciones siempre han considerado los tiempos de preparación como una parte del sistema de producción costosa y compleja. Tradicionalmente se fabricaban productos en lotes grandes porque así se reducía al máximo el tiempo de inactividad, que es el tiempo que el sistema de producción está parado mientras se prepara la máquina. Debido a que el sistema de fabricación en lotes grandes ya no es rentable para las empresas, han tratado de simplificar al máximo las operaciones de preparación. [44] [25]

Hoy en día la rivalidad entre empresas es cada vez mayor y se ven obligadas a competir en diferentes aspectos: precio, calidad, diferenciación de producto y tiempo de envío. Para mejorar los procesos y en consecuencia obtener buenos resultados las organizaciones evalúan con detalle las actividades que se realizan con el fin de eliminar aquellas que no aporten valor al producto. Y es en este paso cuando el SMED cobra su importancia. [44]

Las empresas con muchos tipos de productos tienen que preparar las máquinas y herramientas varias veces, y el tiempo que tardan en realizar estas operaciones limita la capacidad de las empresas para cumplir con la demanda de los clientes.

Existe mucha literatura sobre el cálculo de la cantidad del lote óptima o rentable en función del tiempo de preparación. Resulta obvio pensar que si el tiempo de configuración de las máquinas aumenta, el número de productos de cada lote debe aumentar. Min y Pheng en 2007, definieron la cantidad económica de pedido (EOQ), es decir, el lote óptimo, calculado a partir del tiempo de producción de cada lote y del tiempo de instalación/preparación de la línea. De esta manera obtenían una referencia del lote óptimo considerando esas dos variables de tiempo. [44]

9.3.3 Requisitos previos

Para poder aplicar esta herramienta es necesaria la implantación de dos herramientas previas: la estandarización de las operaciones y la homogenización de los componentes. De tal manera que tras la mejora continua las mismas herramientas sirvan para fabricar lotes distintos y así evitar los largos tiempos de preparación.

Los cambios rápidos de herramientas tienen la ventaja adicional de ser métodos más simples, reduciendo los fallos o errores en los ajustes de los nuevos útiles.

9.3.4 Técnicas de ayuda

Igual que definimos anteriormente algunas técnicas que se pueden utilizar para una buena implantación del sistema Heijunka, también es posible emplear métodos que sirvan de ayuda para el SMED:

- Aplicación de las 5S. Esta herramienta clave de mantener en buenas condiciones el ambiente de trabajo es tanto una técnica de ayuda como un requisito previo. Si el lugar de trabajo no se encuentra en perfecto estado, hay que empezar por ahí, y ya después buscar la forma de reducir los tiempos de preparación. Muchos de los tiempos de cambios de herramientas son como consecuencia de un lugar de trabajo desordenado y poco limpio, donde los operarios tardan mucho tiempo en buscar los útiles.
- Estandarizar la preparación: lo que decíamos también como requisito previo. Homogeneizar y utilizar las herramientas para los diferentes lotes de productos.
- Sistemas de fijación de sujeción rápida. No perder el tiempo en sistemas complejos.
- Si el lugar de trabajo por dimensiones y espacio tiene la capacidad suficiente para que dos o más operarios puedan realizar los cambios de forma simultánea, puede aportar ventajas reduciendo el tiempo de preparación.
- Como último recurso, dado el elevado coste que en muchas ocasiones tiene, se pueden mecanizar algunos de los procesos de preparación para realizarse de forma más rápida. Ya hemos dicho que esta técnica se utiliza en último lugar y una vez que todas las operaciones manuales realizadas por los operarios se han estudiado a través de la grabación del vídeo y se han mejorado. Implantar mejoras automáticas tienen un mayor coste que las mejoras en los trabajos manuales. Así mismo la posibilidad de rectificar y volver atrás es más simple en las operaciones manuales.

9.3.5 Beneficios del SMED

La técnica SMED fue desarrollada por Shigeo Shingo en los años 50, y sigue utilizándose hasta nuestros días. Todo lo referente al SMED que hemos ido viendo se puede resumir en el siguiente párrafo:

"El SMED hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación. Ha llegado el tiempo de despedirse de los mitos añejos de la producción anticipada y en grandes lotes. La producción flexible solamente es accesible a través del SMED".

Aunque ya se han visto algunos de los beneficios de la aplicación del SMED los voy a resumir en una tabla. Estos beneficios los definió Shingo y los clasificó en directos e indirectos.

Beneficios directos	Beneficios indirectos
Reducción del tiempo de instalación	Reducción del inventario
Reducción del tiempo dedicado a ver que el trabajo está bien hecho	Incremento de la flexibilidad en la producción
Reducción del número de errores durante los cambios en la configuración	Estandarización de las herramientas
Mejora de la calidad de los producción	
Incremento de la seguridad de los operarios que trabajan con las máquinas	

Tabla 4: beneficios directos e indirectos de la implantación del SMED
Fuente: Adaptación de Shingo.

9.3.6 Implantación del SMED

Los primeros son los beneficios directos tras la aplicación del SMED y los segundos son los beneficios que surgen como consecuencia de implantar el SMED. [44], [45].

Como muchas de las herramientas que se han visto, para la implantación del SMED es útil que se realice por pasos o fases [47]:

- **Fase 1. Separar la preparación interna de la externa.** La primera fase consiste en diferenciar y separar la preparación externa de la interna. La preparación externa son las operaciones de cambio de herramientas que pueden realizarse mientras la máquina está en funcionamiento. La preparación interna son aquellas operaciones que se realizan exclusivamente con la máquina parada. Por ello es necesario identificar las distintas operaciones para luego introducir mejoras y reducir así los tiempos de preparación. Esta es la parte más compleja y requiere de un estudio íntegro y detallado. Es recomendable la filmación mediante una grabación de vídeo del lugar de trabajo. Más tarde se nombra a un equipo multidisciplinar que evalúe el vídeo, proponga técnicas de mejora y elabore un trabajo de trabajo.

Como ya hemos dicho, esta parte es la más compleja y deben diferenciarse cuatro tipo de operaciones [50]:

1. Operaciones que tienen que realizarse antes de que la máquina se pare
2. Operaciones que tienen que realizarse justo después de la parada de la máquina
3. Operaciones que tienen que realizarse durante la parada
4. Operaciones que tienen que realizarse una vez que la máquina vuelve a su funcionamiento normal

- **Fase 2. Convertir la preparación interna en externa.** Es lógico pensar que mientras la máquina está parada la fábrica no puede continuar y tiene pérdidas, por lo que es necesario que las operaciones que se realizan con la máquina parada sean las mínimas y necesarias. De ahí la fase de convertir la preparación interna en externa, es decir, operaciones que se realiza mientras la máquina sigue funcionando. Aquellas operaciones internas que no puedan convertirse en externas deben ser objeto de estudio y control continuo para que el tiempo que tardan en realizarse sea mínimo y así evitar los tiempos inactivos.

Algunas de las preguntas que el grupo de expertos puede realizarse son [46]:

- ▶ “¿Es necesaria la tarea? ¿Puede eliminarse?
 - ▶ ¿Son apropiados los procedimientos actuales? ¿Son difíciles?
 - ▶ ¿Puede cambiarse el orden de las tareas? ¿Puede realizarse alguna tarea simultáneamente con otra?
 - ▶ ¿Es adecuado el número de operarios?
 - ▶ ¿Cuál es la carga de trabajo de las personas que intervienen en la máquina?
 - ▶ ¿Qué preparaciones se necesitan hacer por adelantado?
 - ▶ ¿Qué herramientas se deben tener a mano?
 - ▶ ¿Qué tipo de mesa de trabajo es necesaria?
 - ▶ ¿Qué tipo de partes son necesarias, cuantas se necesitan?
- **Fase 3. Perfeccionar y mejorar la preparación externa.** En esto consiste el JIT, en la mejora continua. Seguir reduciendo tiempos, analizando con detalle todas las operaciones y volver a empezar si fuera necesario.
 - **Fase 4.** El fin último del SMED es la última fase que se puede llamar “**preparación cero**”. Es decir, utilizar las mismas herramientas y útiles y diseñar maquinaria flexible para no tener que realizar ninguna preparación. La siguiente frase lo resume muy bien:

“La manera más rápida de cambiar las herramientas es no tener que cambiarlas”.

Resulta interesante ver estas fases gráficamente para una mayor comprensión:

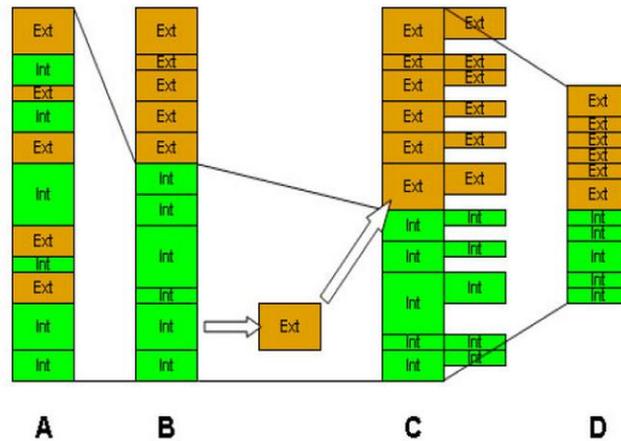


Figura 16: Fases en la implantación del SMED

Fuente: Shingo (1985). La fase A es la fase de inicio, en la que no se distinguen la preparación interna de la externa. La fase B coincide con la fase que yo he llamado 1, de identificación y separación de las operaciones. La fase C es la fase 2, de convertir la preparación interna en externa. Y la fase D la fase de perfeccionamiento y mejora.



Un ejemplo muy claro del SMED se aplica en la fórmula 1. Cuando el vehículo hace su parada, existe una perfecta coordinación y cambio de elementos de manera muy rápida, pues el tiempo es una de las variables que pueden hacer que el vehículo gane o pierda la carrera. Lo mismo ocurre con las empresas, el tiempo es una característica muy costosa y hay que tratar de aprovecharla al máximo. Ejemplo de la fórmula 1 cuando están cambiando piezas o partes del coche:

9.4 Shojinka

9.4.1 Introducción

Shojinka es un sistema que al igual que el Heijunka trata de conseguir una mejora de la flexibilidad en las empresas para ajustarse a la demanda del mercado. Sin embargo el sistema Shojinka se centra en la flexibilidad en el número de trabajadores, flexibilidad en la mano de obra. De esta forma, si la demanda de un producto se reduce en un 40% el número de trabajadores que fabrica ese producto debe reducirse también en un 40%.

- Para conseguir una flexibilidad en el número de trabajadores es necesario introducir previamente una distribución adecuada de las máquinas de trabajo, es decir, un layout óptimo. Y este layout es la distribución en forma de U. Con la forma de U los trabajadores pueden reasignarse más fácilmente a otras tareas.

- Para conseguir una flexibilidad en la mano de obra es necesario que los operarios sean polivalentes, es decir, que sepan realizar adecuadamente diferentes tareas según el puesto de trabajo en el que se encuentran y así poder ser reasignados. Los trabajadores polivalentes se forman a partir del sistema de rotación de tareas, en el que cada trabajador aprende y desempeña una tarea en un puesto determinado durante el tiempo necesario hasta que adquiere la habilidad suficiente.

9.4.2 Distribución den forma de U

Las plantas tradicionales están divididas en secciones que realizan trabajos similares. Las distancias entre los distintos procesos son grandes y conlleva, entre otras cosas, a tiempos de transporte elevados así como tiempos muertos. La distribución que propone Shojinka es una distribución de la planta en forma de U para facilitar los flujos simples y unidireccionales. Para ello las plantas se dividen en células que se dedican a la fabricación de piezas similares pero toda la línea de proceso es una combinación de las células, reduciendo así los tiempos de transporte y eliminando tiempos improductivos. En definitiva, organizamos la planta en líneas de flujos basadas en productos.

Con estas líneas en forma de U se reducen también los productos en curso y esa cantidad se mantiene constante. Hasta que el trabajador de la célula no termine su tarea con un producto, no puede comenzar con un producto nuevo.

Veremos esta distribución en un ejemplo de una célula de trabajo. Las tareas que deben realizarse son 11 de la A a la K y la célula cuenta con tres operarios. Se han definido dos zonas, una de inputs, que es la entrada de componentes a la célula de trabajo, y la otra de outputs, que es la salida de estos componentes ya transformados. Una de las condiciones es que la entrada y salida del material estén alineadas.

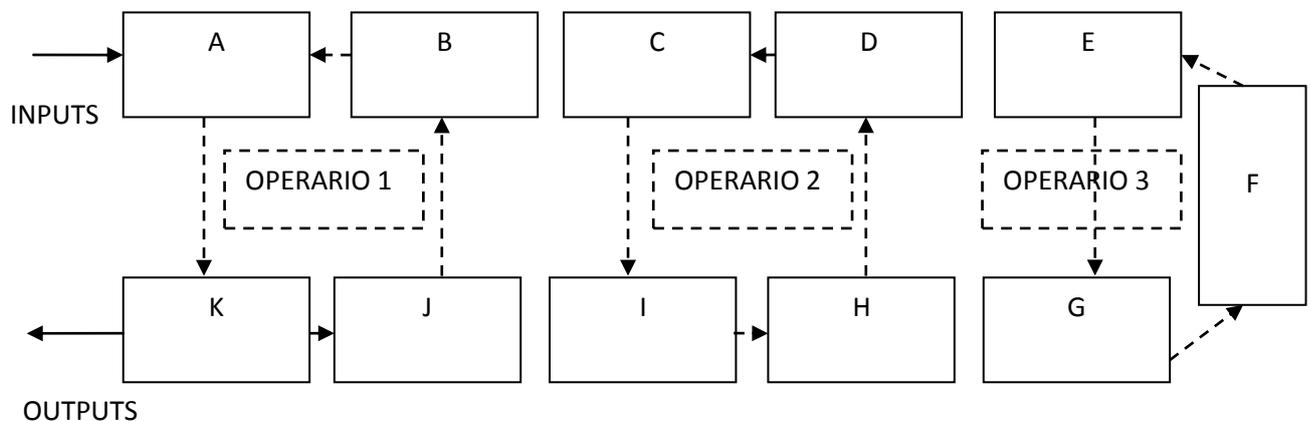


Figura 17: célula de trabajo en forma de U
Fuente: elaboración propia

Si la demanda disminuye, hay que reasignar la línea y en vez de tres, habrá uno o dos operarios que se encarguen de todas las tareas. Si por el contrario la demanda aumenta, es necesario un número mayor de operarios para realizar las tareas de forma más rápida. Esta distribución es la más conveniente para la reasignación de tareas y el aumento o disminución de operarios en la línea.

En la figura se pueden observar también otras de las ventajas como son una mayor comunicación entre los trabajadores al encontrarse muy cerca unos de otros, ayuda y cooperación y una supervisión más fácil y efectiva para detectar fallos o errores.

En resumen se trata de organizar la planta de producción como un conjunto de células en forma de U, capaces de adaptar sus medios (trabajadores y máquinas) en función de la demanda.

9.4.3 Estandarización de las operaciones

Por último como requisito previo a la utilización del Shojinka en el proceso productivo de una empresa es la estandarización de las operaciones. Es decir, *“realizar una operación siempre de la misma manera, en el mismo tiempo, bajo unas mismas pautas”*. Con la estandarización la empresa quiere asegurar que las condiciones en las que se realiza el trabajo son óptimas: tiempos de ejecución, ciclos de fabricación de cada producto... Esto solo es posible si se han eliminado previamente los tiempos improductivos. Si un proceso mantiene las mismas condiciones de trabajo, los productos finales también tienen que mantenerse con las mismas características. Por eso con la estandarización se elimina la variabilidad en los procesos y resultados para mantener siempre la misma calidad y propiedades. Algunos aspectos importantes para la estandarización son [48]:

- Participación de los operarios en la estandarización
- Educación, capacitación y formación de los operarios en la estandarización
- Realización de las operaciones de manera sencilla y fiable
- Discusión y puesta en común de las posibles alternativas

A partir de la estandarización se define la hoja estándar de operaciones que contiene el orden y seguimiento de las acciones a realizar por el operario en el puesto de trabajo. Si los trabajadores son polivalentes y pueden rotar sus puestos de trabajo quiere decir que cada trabajador puede ver alterada su hoja de operaciones.

La estandarización de las operaciones y de la hoja y ruta operaciones que deben seguir los operarios es útil para la reasignación de tareas, de manera que cada trabajador pueda comprenderla y facilitar su uso.

La hoja o ruta de operaciones tiene una doble función: el operario la utiliza como guía para controlar el proceso y las tareas que tiene que realizar (un trabajador polivalente está acostumbrado a realizar diferentes operaciones en distintos puestos de trabajo y si tiene un elemento que le ayude a guiar su trabajo, facilita su

comprensión y trabajo) y al jefe o supervisor le beneficia para registrar cualquier variación en el puesto de trabajo y seguir las actividades que realiza el trabajador, evaluando si tienen tiempos muertos o por el contrario realizan trabajos intensos y sobrecargados. [48]

9.5 Herramientas para la recogida de ideas

9.5.1 Introducción

El sistema de sugerencias introducido por Toyota se centró en la palabra japonesa “Soikufu” que significa: pensamiento creativo. En los años 50, impulsaron el siguiente eslogan “Pensamiento bueno, buenos productos”. Mediante esta herramienta, Toyota hacía partícipes a todos los trabajadores de los distintos niveles de la empresa en la sugerencia e introducción de ideas nuevas. Lo que buscaba era tener un plan de respuesta a las proposiciones de cambio de los trabajadores: Toyota pensaba que los trabajadores eran los que mejor conocían los problemas en el sistema de producción, porque estaban día a día en contacto con las máquinas, y demandaba ideas por parte de ellos. Sin embargo no existía ninguna herramienta formal que tuviera en cuenta sus ideas. “Si estamos pidiendo sugerencias para mejorar la compañía debemos de tener un sistema de respuesta a esas sugerencias”. Por eso surge el empleo de este método. [49]

A través de los planes de sugerencia los trabajadores pueden introducir dos tipos de mejora: mejora en las operaciones manuales y mejora en las operaciones realizadas con máquina, muy relacionado con las innovaciones tecnológicas. Es preciso apuntar que las operaciones automáticas (las que se realizan con máquina) no deben de mejorarse sin antes haber perfeccionado las operaciones manuales.

Los motivos son [49]:

- El principal inconveniente es que el coste de introducir mejoras en las operaciones con máquina es mucho mayor que el de organizar y perfeccionar las operaciones manuales.
- Adquisición de nuevos equipos.
- Aprendizaje de los operarios de las nuevas máquinas.
- La instalación de las nuevas máquinas requiere parar la fábrica.
- Los resultados o beneficios que se obtienen con las nuevas máquinas solo pueden verse una vez que se han instalado. Si no se adquieren grandes ventajas, la inversión no es rentable.
- Una vez que se han instalado los nuevos equipos es difícil echarse para atrás y volver al sistema anterior.

Los trabajadores, al participar en los programas de recogida de ideas, ven que forma parte de la empresa y que sus sugerencias se tienen en cuenta y aumentan su moral. Esto además favorece la relación entre subordinados y jefes y elimina la jerarquía tradicional. Una vez que las sugerencias se han llevado a cabo, un programa de expertos las evalúa y si son viables se llevan a cabo. Es decir, que en

muchas ocasiones las sugerencias que obtenían por parte de los empleados se implantaban. Con el tiempo surgió también el buzón de sugerencias, dónde los trabajadores insertaban sus ideas a la espera de ser evaluadas por expertos.

9.5.2 Círculos de calidad

Inicialmente los círculos de calidad surgieron con el fin de identificar los problemas de calidad, fallos o errores detectados por los inspectores y tratar de solucionarlos.

Hoy en día los círculos de calidad en las empresas tratan todo tipo de problemas, no sólo los relacionados con calidad. Están constituidos por diferentes profesionales, de distintos sectores y es uno de los motivos por los que nace la diversidad de opiniones y soluciones en sus reuniones. Como estrategia clave para que los círculos de calidad cumplan su función está la del entrenamiento o formación de todo el personal que está implicado: desde los más altos cargos hasta los miembros de los niveles más bajos. [25]

El personal debe sentirse motivado y capacitado para formar parte del grupo y mostrar gran interés. Además cabe destacar la importancia de añadir a la buena formación, la experiencia de los trabajadores. Los círculos de calidad deben proporcionar un ambiente de colaboración y ayuda mutua entre los miembros y mejorar el ambiente laboral, así como establecer buena comunicación y relación entre los distintos niveles de la empresa. Por esta razón, también este tipo de grupos de trabajo facilita la eliminación de la jerarquía tradicional entre jefe y subordinado, que es el objetivo de estas herramientas para la recogida de ideas, propuestas o sugerencias. [50]

Los círculos de calidad deben pasar por diversas etapas si se quiere llegar a una buena toma de decisiones. Estas etapas varían un poco de unos autores a otros, hemos elegido las siguientes: (Lawler y Mohrman, 1985):

1. Arranque, inicio.
2. Solución de los problemas iniciales.
3. Presentación de las soluciones y su posterior aprobación.
4. Implementación de dichas soluciones.
5. Identificación de nuevos problemas y posterior análisis.

Es necesario en todo proceso de identificación, evaluación y búsqueda de una solución analizar la raíz y las causas que originan los problemas, seleccionar los datos que van a ser objeto de estudio, analizar la raíz y causa que originan los problemas y encontrar una solución factible. Este proceso se puede descomponer en las siguientes fases (Barra, 1985 y Martínez Mut, 1976):

1. Planteamiento del problema
2. Identificación de las causas
3. Recopilación de datos
4. Análisis de los datos

5. Búsqueda de ideas y soluciones
6. Análisis crítico de las ideas
7. Plan de implementación
8. Presentación del plan a la dirección
9. Ejecución de la solución si ha sido aprobada por la dirección
10. Evaluación de los resultados de la solución

[51]

Son muchas las técnicas de ayuda que utilizan los círculos de calidad para la toma de decisiones. Como ya se ha comentado en más de una ocasión, el resultado depende muchas veces del proceso que se realiza para llegar a él. De tal forma que elegir la técnica apropiada para el tipo de problema planteado también forma parte del proceso de toma de decisiones. Describimos a continuación brevemente algunas de las técnicas más utilizadas. Estas técnicas no son exclusivas para los círculos de calidad, sino que pueden aplicarse en cualquier equipo de trabajo que se proponga tomar una decisión [51]:

1. Brainstorming, tormenta de ideas. Es una técnica que se utiliza en muchos equipos de trabajo. Se utiliza para generar ideas de manera rápida y con ella se aprovecha la creatividad y sugerencias de los miembros del equipo.
2. Diagrama de Pareto: mediante el que se analizan los problemas fundamentales. Es una herramienta también muy útil. Pareto definió que el 20% de las causas son las que suelen originar el 80% de los problemas. Por lo que identificando el origen de los problemas se arreglarían los problemas.
3. Diagrama causa-efecto: también llamado diagrama Ishikawa, es una representación de las causas potenciales de un problema. Ayudan a los integrantes del equipo a buscar la raíz y definir soluciones. Identificando la causa, puede solucionarse el efecto.

9.6 Control autónomo de defectos. Jidoka

9.6.1 Introducción

La herramienta Jidoka se basa en el objetivo “cero defectos” del JIT. Recordemos que la calidad en las empresas del JIT no se controla sino que se produce, las empresas buscan una calidad del 100% en sus productos. En un mercado en el que la competencia es cada vez mayor el cliente debe estar satisfecho en todo momento y la falta de calidad se deriva en una pérdida de fe en la empresa. [25]

Para lograr un ambiente en la producción de “cero defectos” las empresas necesitan métodos que evalúen de forma eficaz el 100% de las piezas. Y a su vez aplicar sistemas de corrección para evitar que los errores vuelvan a producirse. Los errores en los productos deben localizarse justo cuando se producen y solucionarlos antes de que se propaguen al siguiente proceso.

9.6.2 Definición y pasos del Jidoka

Tras esta pequeña introducción hay que definir en qué consiste la herramienta Jidoka. Literalmente el significado es: “automatización con un toque humano”. El fin de este método es que los trabajadores tengan medios para identificar los problemas cuando ocurren y los fallos no se propaguen al resto del sistema producción. Los operarios deben ir verificando las operaciones y si se produce un problema, intentar solucionarlo. El proceso puede descomponerse en cuatro fases [25]:

- **Fase 1: detectar la anomalía**
En esta fase las personas o las máquinas detectan cuando ocurre una situación anormal. Por ejemplo un material o pieza defectuosa o un problema en el proceso. Al detectar la anomalía se debe generar una señal que avise al resto de la línea de que existe un problema. Se facilita por tanto el control visual.
- **Fase 2: parar.**
Al producirse la parada, hay que intentar que no se pare la línea o la producción entera, sino sólo la parte en la que se ha producido, evitando las pérdidas de una parada total. Si después de un tiempo el problema no se ha solucionado, entonces sí que es necesario parar toda la producción.
- **Fase 3: fijar o corregir la anomalía.**
Una vez encontrada la solución llevarla a cabo lo antes posible para volver a poner en marcha la fábrica.
- **Fase 4: investigar la causa o raíz e instalar las contramedidas para que no vuelva a producirse.**
En esta fase se establecen las soluciones permanentes necesarias para que no ocurra el mismo problema y evitar la parada.

Este método asigna responsabilidad al trabajador, ya que es el que tiene “el poder” para detener la línea si ocurre un problema. Ya no existen inspectores o controladores de calidad, sino que son los propios trabajadores los que tienen la misión de vigilar que todo funcione correctamente y supervisar los defectos o fallos que se produzcan.

Resulta muy interesante citar el siguiente párrafo para entender con más profundidad la relevancia y el fin que la organización consigue aplicando esta forma de obtener calidad total:

“No se trata de establecer puntos de control por todas partes, sino de modificar el proceso productivo para que dicho control sea innecesario o automático, de forma que no haga falta dedicar operarios a la inspección, y estos puedan dedicarse a labores más productivas.”

En resumen: con la aplicación del sistema Jidoka no se trata de controlar la calidad sino de mediante sistemas de producción precisos y de detección de irregularidades, fabricar exclusivamente productos de calidad.

[52] [53]

9.6.3 Antecedentes del Jidoka

Telar de Sakichi Toyoda

Los inicios de medios capaces de controlar automáticamente la calidad comenzaron cuando el japonés Sakichi Toyoda inventó una máquina de enrollar hilo sobre el año 1900. Tras un tiempo funcionando, vio que muchos de los productos que se tejían tenían fallos y no se utilizaban, por lo que se generaban muchos desperdicios. Así que decidió buscar una solución. Desarrolló un telar capaz de detectar el hilo cuando se rompía. De esta forma, automáticamente se paraba la producción y se reducían los desperdicios con los que contaban antes: tejidos y telas con defectos.

9.6.4 Técnicas del Jidoka

Existen varias técnicas de control automatizado de la calidad con toque humano, es decir, con la intervención del trabajador. Veremos aquí las dos más utilizadas: sistema Andón, y el sistema Poka Yoke. La diferencia radica en que el sistema Andón advierte de las anomalías que se producen en producción y mediante un control visual informa a los trabajadores, y el Poka Yoke trata de impedir que el error ocurra mediante técnicas de prevención.

ANDÓN

Es una herramienta que sirve como indicador y tiene la función de mostrar las irregularidades, para que toda la línea se entere de la existencia de un problema. Puede ser en forma de panel o tablero. Además en algunos casos tiene colores que proporcionan información adicional sobre la gravedad o tipo de anomalía.

Cuando ocurre un problema los operarios ven las señales y les permiten reaccionar de forma inmediata sin que se propague más tiempo a otras partes de la producción.

POKA YOKE

El término Poka Yoke viene también de Japón. Poka: error no intencionado, Yoke: prevenir. Es un mecanismo cuyo fin es prevenir la aparición de errores o en caso de que ocurra detectarlo en el momento. En muchos casos se define como “a prueba de errores”.

El fin último es detectar el error para evitar que se traduzca en un defecto. *“Los errores más comunes son procesos omitidos, fallos en el ajuste mecánico de las*

partes en un proceso, partes equivocadas o faltantes, introducciones y herramientas mal preparadas, falta de instrucciones en el trabajo o complejidad como tal del mismo, errores humanos, entre los cuales se catalogan olvido, falta de comprensión, falta de experiencia, descuido, lentitud entre otros". (Rubio y Escalhao, 2007).

Existen algunos mecanismos con función control, están diseñados para impedir que el error ocurra, mediante formas o colores. Y otros que su función es diseñar un dispositivo que reaccione y emita una señal cuando el error se produce.

[54]

9.7 TPM: mantenimiento productivo total

9.7.1 Definición

La herramienta del TPM tiene como función mejorar aspectos de la organización que le permitan seguir compitiendo en el mercado. Hoy en día todos conocemos la situación por la que pasan las empresas: cada vez la competencia es mayor y lograr posicionarse y mantenerse en el mercado es vital para sobrevivir. Situación que se agrava cuando hay una crisis económica. [55]

Con esta herramienta las organizaciones tratan de introducir mejoras que aumenten la fiabilidad de sus procesos y conseguir el objetivo de "cero averías". Si el proceso es bueno es más fácil que el resultado obtenido sea bueno. Si las máquinas tienen una fiabilidad del 99% es poco probable obtener productos con taras o defectos. De ahí viene el otro objetivo: conseguir productos de "cero defectos". Si tenemos máquinas sin averías y que no producen defectos, se disminuyen los costes asociados a estas pérdidas y consecuentemente la eficiencia global del sistema de producción aumenta. El TPM maximiza la efectividad del equipo de dos formas [55]:

- Cuantitativa. Aumentando la disponibilidad del equipo.
- Cualitativa. Reduciendo el número de defectos

9.7.2 Beneficios del TPM

Las mejoras son básicamente aumento de la productividad, calidad, menor coste, entrega y tiempos de suministro a tiempo, mejorar la seguridad, el ambiente laboral y la moral de los trabajadores. La palabra "total" del TPM incluye:

- Total eficiencia económica y rentabilidad: esto es una productividad y fiabilidad de las máquinas del 100%.
- Total mantenimiento: que los trabajadores realicen las tareas de mantenimiento preventivo y el mantenimiento periódico adecuado.
- Total participación de los trabajadores en las tareas de mantenimiento.

La clave del TPM no es sólo introducir mejoras para mejorar la rentabilidad de los procesos y máquinas. El TPM va más allá y puede apreciarse en los tres significados de la palabra “total” descritos anteriormente. El fondo del TPM es que son los propios trabajadores los que deben encargarse del mantenimiento de las máquinas.

Igual que veíamos en el Jidoka, los trabajadores son los que mejor conocen las máquinas y procesos, y la responsabilidad pasaba de los inspectores del departamento de calidad a los propios operarios. Con el TPM pasa lo mismo, las tareas de mantenimiento que realiza el departamento de mantenimiento delegan en los trabajadores y son ellos los responsables. *“Son los operarios de producción quienes mejor conocen el estado de las máquinas o procesos y son ellos los que mejor pueden prevenir las averías que se producen, siendo necesaria su cooperación para efectuar un mantenimiento adecuado”* (Gurinder, 2006). Esto otorga responsabilidad al operario al considerar la máquina como “suya” propia. *“La esencia del TPM es que los operarios de los equipos de producción participen en el mantenimiento preventivo y ayuden a los técnicos de mantenimiento en las reparaciones”* (Nasuridin, Jantan, Wong & Ramayah, 2005), *“creando un sentido de propiedad en los operarios y supervisores”* (Gupta, Tewari & Sharma, 2006).

El TPM como herramienta ha tenido un gran éxito en las empresas. Se ha estudiado y existe mucha literatura que trata del impacto positivo que ha tenido la implantación del TPM en las organizaciones así como los tipos de empresas donde este método aporta ventajas. Tras buscar información en libros y artículos, he considerado oportuno destacar a Andreasen et al, 2004: *“existen casos en la industria que indican que la elección del TPM está unido a ciertos tipos de industrias y/o a la necesidad de mejorar la eficiencia a través del mantenimiento preventivo”*. Se puede generalizar que el TPM ha dado sus frutos no solo en industrias de fabricación sino también en la industria de proceso.

[56] [57] [58]

9.7.3 Fases de implantación del TPM

El TPM guarda una estrecha relación con la técnica de las 5S, ya que el primer paso de mantenimiento es la limpieza. Por eso las tareas de mantenimiento no pueden hacerse sin un buen orden, disciplina, limpieza, clasificación y normalización. Además con el TPM las actividades de mantenimiento, que tradicionalmente han sido consideradas como improductivas porque no aportaban valor, se vuelven productivas: las realizan los propios trabajadores.

Existe un artículo [56] que nos ha resultado muy interesante para definir cuáles son las fases de implantación del TPM. Aunque la finalidad del artículo es analizar las barreras y viabilidad de implantar el TPM, la definición de las fases es lo que vamos a tratar aquí. El artículo a partir de los pasos de dos autores trata de ampliar y modificar algunas de las etapas para una buena implementación superando los obstáculos o barreras que muchas empresas han tenido durante su ejecución. Los pilares de los que parte son:

“Production TPM”, versión original lanzada en 1971 en la empresa Nipondenso Co. Ltd, es el primer paso de implementación del TPM y da opción a obtener el “Award for PM Excellence” categoría 1 ó 2 que considera 5 pilares:

- Pilar 1: Entrenamiento
- Pilar 2: Mantenimiento Autónomo
- Pilar 3: Mejora Enfocada
- Pilar 4: Mantenimiento Planificado
- Pilar 5: Establecimiento de un programa de gestión inicial del equipo

“Company Wide TPM”, versión extendida adoptada en 1989, es el siguiente paso de implementación del TPM, que requiere añadir otros departamentos al sistema de mejora de la eficiencia, dando lugar a 3 pilares más:

- Pilar 6: Establecimiento de un sistema de mantenimiento de la calidad
- Pilar 7: Establecimiento de un sistema para la mejora de la eficiencia de los departamentos administrativos
- Pilar 8: Establecimiento de un sistema para el control de la Seguridad y Salud, y el Medioambiente

Veremos en la siguiente tabla las cuatro etapas de implantación:

Etapas 1: preparación. Esta etapa se divide en 5 pasos. Describiré según lo aprendido en la realización del presente TFG y la bibliografía del artículo, las tareas a realizar en cada uno de los pasos.

Etapas 2: implantación preliminar, que es la etapa de lanzamiento y puesta en marcha del sistema TPM.

Etapas 3: implantación del TPM. En esta etapa se añadirán a los pasos ya definidos por “PRODUCTION TPM” los nuevos añadidos por “COMPANY WILDE TPM”.

Etapas 4: estabilización del TPM. Es la etapa en la que la organización debe seguir mejorando y adaptando el sistema TPM a los cambios y necesidades de la empresa y clientes.

- ❖ Las etapas y pasos ya definidos por los artículos, son los pilares sobre los que hemos desarrollado las actividades a realizar en cada uno de los pasos. Primero se nombran las etapas y pasos y después las tareas que la organización y trabajadores tienen que llevar a cabo para una implantación más precisa. Toda esta información se recoge en las siguientes tablas:

ETAPA 1: PREPARACIÓN	
PASOS	OBJETIVOS
PASO 1. DECLARACIÓN DE LA ALTA DIRECCION DE INTRODUCIR EL TPM	Como toda implementación es necesario que la gerencia esté de acuerdo en los cambios que se van a llevar a cabo con la introducción de un método nuevo.
PASO 2. CAMPAÑA DE FORMACIÓN INTRODUCTORIA	Una vez que la alta dirección asume la responsabilidad que conlleva este sistema, debe formar a los trabajadores y a todo el personal de las ventajas de su implementación y hacerles ver que es bueno para la empresa.
PASO 3. CREAR UNA ESTRUCTURA PROMOCIONAL DEL TPM	Desarrollar un equipo responsable, un coordinador... en definitiva un grupo que la gerencia le otorga la autoridad para llevar a cabo la implementación.
PASO 4. ESTABLECER LAS POLÍTICAS Y OBJETIVOS PARA EL TPM	Es importante definir bien los objetivos y políticas que se desean llevar a cabo para la implementación y así evitar problemas posteriormente, de falta de información o falta de consenso entre los distintos trabajadores.
PASO 5. CREAR EL PLAN MAESTRO PARA EL DESARROLLO DEL TPM	Definir los pasos y estudiar la viabilidad de su implementación. Como cualquier proyecto es necesario antes de llevar a cabo la implementación de un nuevo sistema concienciar y tener claro que las ventajas que se van a obtener son rentables para la empresa. Podríamos decir que aquí se pueden incluir algunas técnicas como el análisis coste-beneficio.

ETAPA 2: IMPLEMENTACIÓN PRELIMINAR	
PASOS	OBJETIVOS
PASO 6. LANZAMIENTO DEL TPM	La fase de lanzamiento es la puesta en marcha. Proporciona la base e información del proyecto. Es una fase de incertidumbre, en la que los objetivos y exigencias definidas en el plan tendrán que llevarse a cabo para ver si se puede cumplir con lo previsto. Un buen lanzamiento puede ser decisivo para que la implementación sea un éxito.

ETAPA 3: IMPLEMENTACIÓN (ALCANCE "PRODUCTION TPM")	
PASOS	OBJETIVOS
PASO 7. ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN (APLICACIÓN INICIAL EN UNA MÁQUINA PILOTO)	Primero es necesario formar a los trabajadores para que adquieran el conocimiento necesario de los pilares del TPM. Después desarrollar paso a paso las fases que hay que llevar a cabo en esa máquina piloto, verificando cada una de ellas. Y por último planificar el mantenimiento.
PASO 8. ESTABLECIMIENTO DE UN PROGRAMA DE GESTIÓN INICIAL DEL EQUIPO	Es importante desarrollar un programa que gestione y dirija al equipo hacia una buena implementación, basándose en experiencias anteriores.

ETAPA 3: IMPLEMENTACIÓN (ALCANCE "COMPANY WILDE TPM")	
PASOS	OBJETIVOS
PASO 9. ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO DE LA CALIDAD	Desarrollar un método para mejorar la calidad del proceso. Así evitar defectos, clientes insatisfechos y equipos fiables.
Paso 10. ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA DE LOS DEPARTAMENTOS ADMINISTRATIVOS.	Las tareas administrativas resultan en muchas ocasiones costosas e improductivas. Uno de los objetivos de esta implementación es reducir la improductividad y el tiempo de realizar estas tareas administrativas.
PASO 11. ESTABLECIMIENTO DE UN SISTEMA PARA EL CONTROL DE LA SEGURIDAD Y SALUD Y EL MEDIOAMBIENTE.	Crear un ambiente laboral seguro, cumpliendo por ejemplo los objetivos de "cero accidentes" y con la normativa vigente de contaminación y protección del medio ambiente. Este paso es importante dado el énfasis que muchas organizaciones dan en la actualidad.

ETAPA 4: ESTABILIZACIÓN	
PASOS	OBJETIVOS
PASO 12. PERFECCIONAMIENTO DEL TPM Y OPCIÓN AL PREMIO PM	Como todo elemento del JIT el TPM también debe seguir mejorando y perfeccionando una vez se ha implantado. Y la organización debe invertir con la introducción de nuevos métodos y herramientas. A veces (no siempre) la reducción de defectos o máquinas más fiables se deben a innovaciones tecnológicas y es necesario que la organización también esté dispuesta a invertir.

Tabla 5: Implantación del TPM
Fuente: adaptación del [56]

9.8 Protocolo de relación con los proveedores y clientes

9.8.1 Introducción

El JIT va más allá de la introducción de innovaciones al sistema productivo y a los trabajadores sino que trata también de mejorar e incrementar las relaciones con los proveedores y clientes para obtener la máxima eficiencia de su proceso productivo.

La existencia de una buena relación entre la organización y los proveedores y clientes ayuda a mantener un flujo de producción más eficaz y continuo. Es por eso que la mayor parte de las organizaciones se esfuerza en mejorar el buen desempeño de las actividades relacionadas con los proveedores y clientes. Por ejemplo funciones de mejora de la calidad, entregas de suministros de proveedores en el plazo fijado, envíos a los clientes en el menor tiempo posible o concertar calidad del 100% con los proveedores.

Es importante la presencia de una relación de colaboración. En el artículo de Gonzalo Maldonado Guzmán, explica que existen dos tipos de colaboraciones: a nivel estratégico y a nivel operativo. Las relaciones a nivel estratégico benefician a las empresas al compartir información y tecnología. Es importante la cooperación dentro de la dinámica competitiva. Por el contrario las operaciones a nivel operativo mejoran los acuerdos más a corto plazo. [57]

9.8.2 Proveedores

En el sistema JIT los proveedores son considerados como el inicio del sistema productivo, deben ser tenidos en cuenta como cualquier trabajador más de la empresa y mostrar hacia ellos respeto, lealtad y confianza.

Establecer una relación de compromiso con los proveedores proporciona a la organización muchas ventajas, entre ellas mejores beneficios económicos. Nace así la importancia de hacer un estudio de los proveedores y de sus características.

Pasos para la elección de un buen proveedor.

En muchas organizaciones los suministros que se necesitan hacer son muy variados y de forma continua, incluso hay urgencias en algunos pedidos por fallo u otra circunstancia. Así que la clave es elegir bien al proveedor. Según la literatura existente y los conocimientos que se han adquirido durante la realización de este trabajo, hemos considerado que la elección de los proveedores es tan beneficiosa para las organizaciones que requiere dedicar un tiempo suficiente para esta actividad. Se han establecido que los pasos a seguir para seleccionar al proveedor son los siguientes:

1. Conocimiento y búsqueda de información de los líderes en cada sector.

La primera fase es una primera toma de contacto. Mediante catálogos, artículos y otros trabajos (por ejemplo la continua información procedente de Internet) las organizaciones pueden conocer rápidamente los proveedores de cada tipo de material, cuáles son los que tienen ventajas competitivas y cuáles ofrecen mejores prestaciones. Ordenar toda esta información será beneficioso para los siguientes pasos.

2. Acordar calidad con los proveedores.

Como ya hemos dicho a lo largo de este trabajo, la calidad es la base de todo sistema productivo y consecuentemente de la satisfacción del cliente. Es necesario que la materia prima con la que se realiza el producto final sea también de calidad, por lo que elegir un proveedor con las mejores prestaciones y que garantice calidad del 100% es fundamental. A partir de la información de todos los proveedores documentados, se puede hacer una selección de los que ofrecen las características que cada organización necesita.

3. Ubicación cercana del proveedor.

La cercanía de las organizaciones con el proveedor es un beneficio para las empresas. Se reducen los plazos de entrega y la incertidumbre de los pedidos, los costes de transporte, costes administrativos derivados de la logística, permitiendo a los proveedores enviar suministros en lotes más pequeños y frecuentes dependiendo de la necesidad de cada empresa. Si los proveedores sólo envían los productos cuando se necesitan y en el momento en el que se necesitan las organizaciones tendrán que dedicar un espacio menor a su almacenaje. Para considerar a los proveedores como el primer elemento de la cadena de producción es útil que se encuentren próximos. Teniendo en cuenta este segundo aspecto, se puede hacer una segunda selección de los proveedores que cumplan este objetivo.

4. Contratos de suministro con los proveedores a largo plazo

La elaboración de contratos a largo plazo es también un factor a tener en cuenta. Si por ejemplo una empresa es proveedora de azúcar y la organización fabrica tabletas de chocolate, es beneficioso para ambas empresas que existan contratos a largo plazo. Por una parte porque la empresa de chocolate se beneficia de las economías de escala y puede comprar la materia prima a más bajo precio. Si además tiene una urgencia debido a un error en los suministros, la organización cuenta con una relación de cooperación y confianza con la empresa proveedora y puede contar con ella ante una emergencia de este tipo. Por otro lado la empresa proveedora de azúcar cuenta con pedidos continuos y fijos de la empresa de chocolate y puede organizar su sistema productivo y sus entregas, facilitando así la administración, logística y otras actividades. Se reduce la incertidumbre en la demanda teniendo clientes seguros.

5. Red de proveedores pequeña

El riesgo de las empresas a parar el sistema productivo o no entregar un pedido a tiempo por falta de suministro puede evitarse si se tiene una red de proveedores grande. Si falla un proveedor, la empresa llama a otro y así el problema queda solucionado. Sin embargo, el número de proveedores no debe ser muy elevado, facilitando así las operaciones de la gestión de compras. Además con un número pequeño de proveedores existe la posibilidad de que las empresas proveedoras, satisfechas con la organización porque alcanzan volúmenes y pedidos elevados, se planteen invertir en futuros procesos o innovaciones en tecnología mejorando el producto final.

El siguiente diagrama de flujo expresa los pasos mencionados sobre la selección de proveedor:

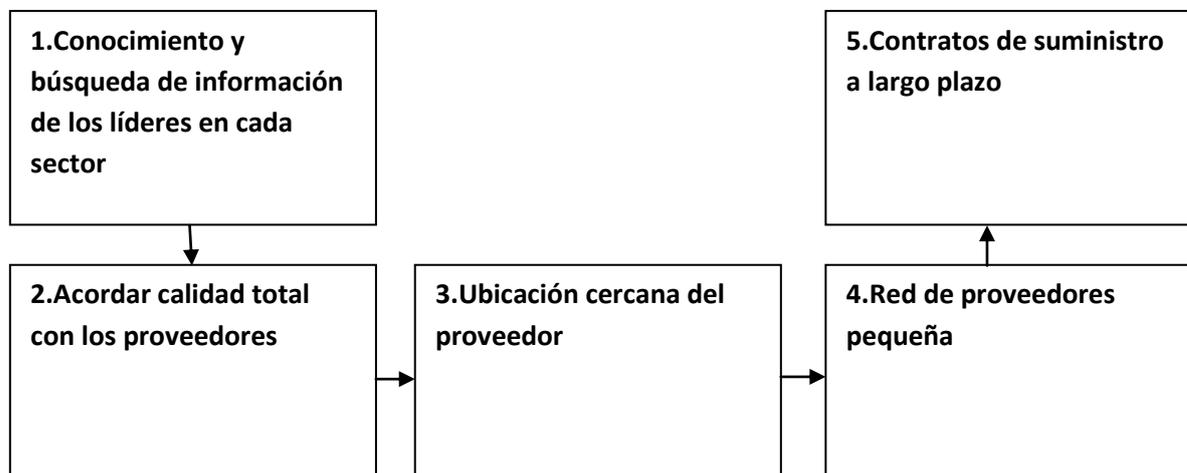


Figura 18: diagrama de flujo de selección de proveedor
Fuente: elaboración propia

La realidad hoy en día

A pesar de los esfuerzos que realizan muchas organizaciones por contratar proveedores de calidad, plazos de entrega bajos y otras características, la realidad hoy es que la competencia es muy elevada. Las empresas ofrecen productos similares con prestaciones también similares. Y en muchas ocasiones el factor determinante a elegir un proveedor u otro es el precio. No obstante, la revisión de unos u otros proveedores por parte del departamento de compras suele ser constante, ya que los precios varían.

9.8.3 Clientes

La elección de los clientes no es tan directa como en el caso de los proveedores. Todos conocemos la existencia de productos novedosos que no se ha convertido en éxito. Las razones, muy diversas como la falta de publicidad y marketing del

producto, han hecho que las empresas realicen un estudio de mercado completo observando si existe un hueco para la introducción de un nuevo producto. Las innovaciones en tecnología son cada vez más costosas y en el tiempo en el que nos encontramos las empresas quieren estar seguras del éxito del producto y de recuperar la inversión. En definitiva: obtener productos con alta rentabilidad. Para que esto pueda ser posible, los productos y servicios que la empresa ofrezca a los clientes deben tener la máxima calidad cumpliendo con los requisitos y prestaciones especificados por los clientes. [60] [61]

Es tan importante conseguir clientes como la fidelización de los mismos. En el mundo en el que vivimos que está tan globalizado e interconectado, si un producto en las redes sociales es considerado como “malo” o de baja calidad, todos los lectores pueden ver la información y perder la confianza en esa empresa. Un cliente insatisfecho contará su experiencia a todos los que le rodean y así la empresa perderá clientes.

Las organizaciones se esfuerzan cada vez más por garantizar calidad en sus productos y así atraer a un gran número de clientes. Es por eso que estudian hasta qué punto existe una interrelación entre calidad y satisfacción.

Nos podemos aquí preguntar: ¿qué es calidad? Por ejemplo para Parasuraman et al., 1988; Bolton y Drew, 1991 la calidad del servicio es considerada como una forma de actitud, relacionada pero no equivalente con la satisfacción, que resulta de la comparación entre las expectativas del individuo y su percepción sobre el resultado de la prestación. Se puede decir por tanto que la calidad percibida en muchos casos es una medida subjetiva, dependiendo de la tipología de las características del producto que intervienen en mayor o menor medida para satisfacer al cliente. Existen algunas prestaciones que más fácil intervienen en la satisfacción o insatisfacción de los clientes y otras que dependen del ambiente en el que los clientes se encuentren o de la información que reciben.[59]

Aunque no es objeto de estudio de este trabajo, recientemente se ha observado un gran interés por las empresas en los servicios no sólo de gestión y producción excelente (que se puede conseguir con la ayuda del JIT y de todos sus elementos) sino por los servicios de gestión de recuperación. Si el producto o servicio tiene un fallo y no cumple con lo esperado, los clientes pueden utilizar reclamaciones o sugerencias. Para ello es preciso que la interacción posterior con los clientes conduzca a una solución satisfactoria para ellos (Magnini et al., 2007; Maxham, 2001). [59]

El papel que desempeña el consumidor ha ido evolucionando a lo largo de los años, hasta convertirse en un “grupo de presión social”. Son los clientes los que eligen a las empresas a la hora de adquirir los productos, contratar servicios u otros elementos. Este mayor poder de los clientes es debido a la situación en la que nos encontramos y que hemos ido viendo a lo largo de todo el trabajo: una gran competitividad, exceso de oferta y poca demanda.

Evolución del poder del cliente según la época en la que se encontraban las industrias:

El artículo de Francisco Javier Lozano Velázquez y María José Martín de Hoyos, [59] del departamento de Economía y dirección de empresas de la Universidad de Zaragoza titulado “El papel desempeñado por los clientes en un entorno de creciente competitividad” definen muy bien las diferentes etapas por las que han pasado las empresas, y en la que estamos ahora. Brevemente queda detallado en la siguiente tabla:

ETAPA	PODER DEL CLIENTE	MERCADO	OBJETIVOS
Estrategia orientada a la producción	Bajo	Exceso de demanda	Minimizar los costes de producción
Estrategia orientada al producto	Bajo	Exceso de demanda	Maximizar la calidad del producto al menor coste posible
Estrategia orientada a las ventas	Medio	Equilibrio entre la oferta y la demanda	Maximizar las ventas
Estrategia orientada al cliente	Alto	Exceso de oferta	Satisfacción del cliente

Tabla 6: evolución del poder del cliente según la época en la que se encuentra la empresa

Fuente: adaptación del [59]

- Después de la II Guerra Mundial, existe un exceso de demanda, y la necesidad de producción, pero los países quedan devastados y hay muy pocos recursos. Por eso centrar su estrategia a minimizar los costes de producción.
- En estos primeros años, la existencia de fallos detectados por los inspectores de calidad hace que muchos clientes rechacen los productos. Por eso surge la necesidad de cumplir con unos requisitos mínimos de calidad también a bajo coste. Los recursos seguían siendo escasos.
- Tras igualar la oferta y la demanda, y la existencia de productos de calidad, aparece la estrategia de marketing. La producción se basaba en predicciones y las organizaciones a través de la publicidad buscaban vender todos sus productos.
- Por último la etapa en la que nos encontramos. La calidad ya se presupone, existen muchas estrategias de marketing y publicidad, y los productos y servicios son definidos y orientados al consumidor. Son los clientes los que tienen el poder de decisión y las organizaciones centran sus esfuerzos en lograr la máxima satisfacción unida a su fidelización.

Con el JIT la búsqueda de la satisfacción del cliente y conseguir esta complacencia es el resultado principal de que la organización ha llevado a cabo adecuadamente todos los procesos.

9.9 Six-Sigma

9.9.1 Definición

La herramienta Six-Sigma, Seis-Sigma (SS) es una herramienta que utilizan las empresas para reducir la variabilidad de los procesos. El significado de SS no es

sencillo e incluye muchos conceptos. El autor Escalante en su libro “Metodología y técnicas” define seis-sigma como una métrica, una filosofía y una meta. Es una métrica porque indica los productos o servicios de un proceso que están fuera de los límites de especificación (en definitiva, los productos o servicios con fallos, errores o defectos). Es una filosofía porque se basa en la mejora continua, en un desarrollo y esfuerzo constante, utilizando sobre todo técnicas estadísticas. Al ser una herramienta de mejora continua, el sistema JIT también incluye SS como un elemento para aplicar a sus empresas que buscan calidad y satisfacción del cliente. Y por último, como meta, SS es un método a través del que se obtienen sólo un 0,000003 piezas defectuosas, o lo que es lo mismo, 3 de cada un millón. La meta de los procesos que aplican SS es obtener como mucho 3,4 defectos.

SS es un índice que representa si un proceso es o no capaz de cumplir con las prestaciones demandadas por el cliente. Este índice se mide a partir de la variabilidad de dicho proceso.

Fue iniciada por Motorola, a principios de los 90, para conseguir una mejora de la calidad. Esta herramienta además les permitió ahorrar grandes costes. ¿Cómo Motorola consiguió reducir los costes si tuvo que invertir en mejorar los procesos y reducir su variabilidad? *“Es mejor hacer las cosas bien a la primera”*. En esta frase que es comúnmente utilizada se basa el SS. Los costes son mucho mayores si la empresa tiene que hacer frente a los defectos e invierte en ajustes, correcciones, inspecciones o controles, que fabricando productos de calidad.

Concluyendo esta introducción, SS está enfocado a reducir el desperdicio generado por la variabilidad de los procesos y el consiguiente coste que supone a las empresas aplicar las medidas correctoras, aplicando métodos estadísticos.

[62]

9.9.2 Técnicas de ayuda

El Six Sigma utiliza múltiples herramientas para el proceso de identificación de las causas de variación, análisis de las variables significativas, robustez, control y mejora de los procesos.

Una de las más utilizadas es el SPC: control estadístico de procesos. Se representa el funcionamiento del proceso en un gráfico de control por variables: de medias y de recorridos. Se construyen los límites inferior y superior de control de las medias y de los recorridos de los datos, y después se interpretan los resultados. Observando los puntos fuera de los límites, la presencia de tramos o rachas...se puede determinar si un proceso es más o menos variable, y se pueden ver las causas responsables de la variabilidad del proceso. Si se consiguen identificar las causas, se pueden buscar soluciones para su eliminación.

Otras técnicas son por ejemplo las de regresión. Permiten comparar la relación existente entre una variable dependiente y una variable independiente. Además se

pueden crear intervalos de confianza, intervalos dónde se espera que estén un % de los datos con un pequeño margen de error (a definir por el usuario) e intervalos de predicción, que permiten predecir el resultado de una nueva observación.

[62]

9.9.3 Beneficios

La implantación del SS permite obtener beneficios de forma rápida:

- Analizar las causas de un problema
- Reducción de defectos
- Disminución de costes
- Definición clara del objetivo que se quiere lograr
- Los productos adquieren un mayor valor para el cliente por reducir el número de defectos
- Acelera la tasa de mejora
- Búsqueda de procesos robustos

[63],[64]

9.9.4 Metodología Six-Sigma según Escalante

Las fases de implantación del SS se basan en el ciclo de Deming: planificar, hacer, actuar y controlar.

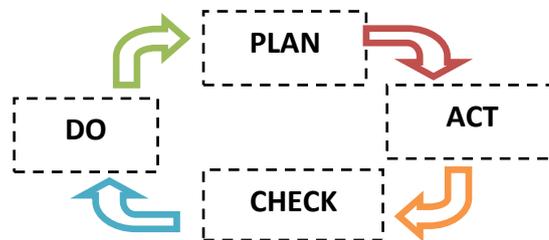


Figura 11: ciclo PDCA.

Fuente: elaboración propia adaptada del ciclo de Deming.

Para llevar a cabo la herramienta SS es necesario un conocimiento previo por parte de los trabajadores que van a realizar su aplicación. Es una herramienta con base estadística que permite el empleo de numerosas técnicas para identificar las causas y reducir los defectos, mediante la búsqueda de procesos perfectos. La metodología DMAIC define en cinco fases la implantación de SS.

- Fase 1: definir
- Fase 2: medir
- Fase 3: analizar
- Fase 4: mejorar
- Fase 5: controlar

La metodología que hemos considerado oportuna es la que emplea Escalante en su libro. Mediante la aplicación de 10 pasos y numerosas herramientas, se pueden identificar, analizar y eliminar las causas que producen la variabilidad de los procesos, y obtener procesos robustos, incluyendo como uno de los pasos fundamentales la mejora continua. Agrupando los 10 pasos de Escalante en las cinco fases de implantación del SS la metodología queda de la siguiente forma:

Fase 1: definir

1. Definir el problema
2. Describir el proceso

Fase 2: medición

3. Medición capaz y estable

Fase 3: analizar

4. Determinar las variables significativas
5. Ver si un proceso es estable, para ello se eliminan las causas especiales
6. El proceso se convierte en capaz

Fase 4: mejorar

7. Optimizar el proceso
8. Validar la mejora

Fase 5: controlar

9. Controlar el proceso
10. Mejora continua

Como no es objeto de este trabajo profundizar en la metodología de implantación del SS se van a describir brevemente algunos puntos que resultan de mayor interés para que el lector pueda comprender mejor la función de la herramienta SS.

1. Definir bien el problema

Lo primero es definir bien el problema. Un problema es la diferencia que existe entre un estado ideal (objetivo) y un estado real o actual (Hosotani 1992). Para aplicar la herramienta de SS es necesario primero elegir bien cuál es el problema que se quiere medir.

A menudo al tratar de solucionar un problema existen ambigüedades, suposiciones e ideas que no están perfectamente definidas. Si no se conoce con detalle el problema no se puede estudiar para mejorarlo. La estadística posee diferentes técnicas como el diagrama de Pareto, histogramas o gráficos de control que permiten agrupar las ideas, ver el comportamiento de los datos y definir bien el problema.

2. Determinar el objetivo que se quiere lograr.

En muchas ocasiones, no sólo en el mundo empresarial, si una persona tiene claro cuál es el objetivo que quiere lograr y centra todos sus esfuerzos en ir a por él, el resultado es mayor que si la meta no está claramente definida. Para mejorar los procesos utilizando técnicas estadísticas es clave el conocimiento de hasta dónde se quiere llegar con la introducción de una nueva técnica o método. El objetivo queda definido si se puede dar respuesta a:

- ¿Qué es lo que se quiere mejorar? (Definir el indicador).
- ¿Cuánto se quiere mejorar?
- ¿Cómo se quiere mejorar?

Este es uno de los beneficios que citaba al comienzo de esta parte: definir el objetivo que se quiere obtener.

3. Distinguir las causas comunes de las causas especiales

Después de las fases de definición del problema, descripción del proceso y definición del objetivo que se quiere lograr, toca el turno de medición del proceso: medir la capacidad y estabilidad del proceso. Aparecen dos tipos de variaciones que influyen en la variabilidad de los procesos y que hay que identificar y distinguir:

Las causas comunes que existen en todo proceso industrial son de pequeña magnitud pero muy abundantes. Aparecen en muchos instantes en el proceso, son estables y previsibles.

Por el contrario las causas especiales son pocas pero de mayor magnitud. Aparecen esporádicamente, son inestables e imprevisibles. Las causas especiales se detectan en la fase de evaluación de la estabilidad y capacidad del proceso y deben eliminarse.

4. Proceso estable, proceso capaz

Tras la eliminación de las causas especiales el proceso se vuelve estable. Sólo están presentes las variaciones debidas a las causas comunes. En este proceso se pueden predecir sus características y costes.

Si un proceso es estable hay que estudiar ahora si es o no capaz. Si un proceso no es capaz, tiene medidas que producen errores o defectos (se encuentran fuera de los límites de especificación), Escalante propone la implantación de mejoras para optimizar el proceso y una fase de comprobación para validar los cambios introducidos. Un proceso es capaz si las distribuciones estadísticas de los datos que se están midiendo están dentro de los límites de especificación. Cuando un proceso es capaz, las causas comunes quedan ahora eliminadas. Las únicas fases que quedan son controlar el proceso y seguir mejorando.

Con la metodología de Escalante de aplicación de SS las causas comunes y especiales quedan eliminadas y la variabilidad de los procesos reducida, consiguiendo que todos los productos o servicios cumplan con las especificaciones.

[62]

10. El sistema Lean

10.1 Introducción

Debido a la competencia global en la que se encuentran las empresas, necesitan técnicas organizativas y de producción que les permitan sobrevivir en el mercado actual. Toda empresa quiere ser líder y abrirse a nuevos negocios para expandirse y crecer. Pero esto no es lo único que una organización debe perseguir si quiere tener éxito. Thomas L. Jackson y Karen R. Janes [66] definen que una empresa tiene éxito cuando tiene la habilidad de adaptarse creativamente a los cambios y desafíos. Este es un factor muy importante que tienen que valorar las organizaciones.

El mundo está en continuo cambio, desarrollo, crecimiento y expansión, a la vez que las intercomunicaciones entre las empresas son cada vez mayores. La posibilidad de viajar de un extremo a otro en tan sólo unas horas es una realidad. Y todo esto influye en la manera en la que se relacionan las empresas, muchas veces con actividades cooperativas. Por eso la organización debe ser extremadamente flexible y abierta a continuos cambios.

En esta situación de competitividad surgió el modelo de fabricación “Lean”, que tiene como antecedente el JIT. Este modelo se ha convertido en *“una mejora de la productividad asociada a la excelencia industrial”*. Trata de eliminar cualquier fuente de despilfarro mediante la aplicación de métodos y herramientas y realizar las operaciones de producción al mínimo coste. De esta forma se eliminan las operaciones que no aportan valor pero que causan costes, reduciendo los desperdicios.

Igual que el JIT, el Lean Manufacturing no es sólo la aplicación de un conjunto de técnicas y métodos en los sistemas y procesos de fabricación para la reducción de desperdicios y obtener así la máxima productividad, con productos de calidad total: es una filosofía en sí, una cultura, una nueva concepción. Y uno de los pilares sobre los que se basa esta filosofía es la influencia y participación de los trabajadores de la empresa. [65]

Existe mucha literatura sobre la aplicación e implementación del Lean Manufacturing así como una discusión de si es posible llevar a cabo un modelo Lean Manufacturing real. Aún así es considerado como uno de los modelos de gestión más exitosos.

Para llevar a cabo una buena gestión y organización de los recursos y del sistema productivo, la empresa debe orientarse hacia una filosofía a largo plazo a través de la innovación y mejora continua. Sin embargo esa filosofía no es posible si los trabajadores no están dispuestos a adquirir esta filosofía y ponerla en práctica en la realización de sus tareas. Es necesaria una comunicación abierta con los trabajadores y delegar en ellos la responsabilidad y autoridad. [65]

Por ejemplo la situación en España, sobre todo en medianas y pequeñas empresas, es que se sienten poco entusiastas en su aplicación. La dirección es la que tiene que valorar los aspectos positivos y negativos y cuáles van a ser las ventajas de su implantación ya que son ellas las que tienen la autoridad. Cuando se comprometen a llevarlo a cabo, se han visto los beneficios de su implantación. Sin embargo si la dirección está en duda o se muestra indecisa es importante que los trabajadores que estén convencidos de su implantación apoyen a la dirección y muestren sus ideas.[41]

Como puede observarse en esta pequeña introducción, el Lean tiene su origen en la filosofía del Just in Time, tanto en su aplicación, como en el empleo de técnicas y métodos que buscan la calidad total, la eliminación de desperdicios y la integración de los recursos humanos como participantes de las decisiones al delegar en ellos ciertas responsabilidades. Así mismo empezó a aplicarse en la industria del automóvil, aunque la experiencia considera que actualmente los principios del Lean pueden aplicarse a cualquier tipo de industria.

A continuación veremos los aspectos que hemos considerado más relevantes de la filosofía Lean.

10.2 Definición de producción ajustada “Lean”

Es una filosofía de trabajo, orientada a la mejora continua de procesos y su optimización, a partir de la identificación y eliminación de las principales actividades que generar desperdicios, basando el método de trabajo en la implicación y participación de los trabajadores como responsables directos. [69] El sistema Lean, es un modelo de producción ajustada que aplica la lógica a toda la organización: equipos, maquinaria, promueve la mejora continua, organiza a los trabajadores en pequeños grupos...todo esto con el fin de identificar y eliminar los despilfarros. [66]

El fin último es crear una cultura de equipo que no se queda estática sino que investiga e implementa nuevos métodos flexibles, sencillos y económicos. [41]

“La cultura Lean no es algo que empiece y acabe, es algo que debe tratarse como una transformación cultural si se pretende que sea duradera y sostenible, es un conjunto de técnicas centradas en el valor añadido y en las personas”. [41]

Mediante la búsqueda de la productividad, el sistema Lean además considera al cliente al mando del sistema productivo. Se observan sus preferencias y se busca

la obtención de los productos que cumplan los requisitos. Sin olvidar la eliminación del desperdicio, el conocimiento de lo que el cliente quiere permite dirigir el sistema de producción al ritmo que el cliente marca: “En búsqueda del ideal de producir al ritmo exacto de la demanda, cada cliente, con cada orden, está halando de la línea de fabricación (hacia atrás, de forma reiterada, en cada paso de proceso)” (Womack et al., 1990). [52]

10.3 Objetivos del Lean

Los objetivos del Lean van encaminados a la búsqueda de la excelencia en fabricación. El sistema Lean cuenta con la ayuda de métodos y herramientas que permiten a las organizaciones acercarse a esa excelencia. Se pueden resumir los siguientes objetivos así:

- Reducción de los tiempos de preparación para reducir los plazos y disminuir el tamaño de lote.
- Distribución de la planta en forma de U para minimizar los tiempos de transporte y que garantice un stock cero: favorece además el principio de one-piece-flow.
- Emplear métodos que reduzcan la variabilidad de los procesos.
- Centrar los esfuerzos en crear procesos de alta fiabilidad para disminuir los defectos.
- Educar y formar a los trabajadores para que participen en los programas de innovación y creación de ideas.
- Organizar el ambiente laboral y que prime las 5S: clasificación, orden, limpieza, disciplina y seguir mejorando.
- Crear mecanismos sencillos que permitan la detección de errores de una forma rápida y sencilla.

[41]

10.4 Pilares del Lean

Los cuatro pilares básicos del Lean Manufacturing según (Liker/Meier, 2006) son la clave que ayuda a la organización a comprender la filosofía y los requerimientos de esta nueva filosofía. Pero no basta con eso.

La dirección al igual que los trabajadores debe también comprometerse con esta nueva filosofía para adoptarla a la empresa. Son ellos los que disponen de los medios para emplear los recursos y reorganizar la empresa y enfocarla a la nueva filosofía Lean. A partir de los trabajos de Liker/Meier y Juan Antonio, M^a Rosario, Juline y Pilar en [56] he elaborado un cuadro resumen de los cuatro pilares básicos, y los compromisos que la dirección debe tener en cuenta:

Pilares	Compromisos
<p>Pilar de la filosofía. La metodología Lean es una filosofía que se extiende a toda la empresa: trabajadores, clientes, proveedores.</p>	<p>Compromisos relativos a la filosofía. El más importante es dirigir y enfocar la estrategia y los recursos a largo plazo, a la lucha por la supervivencia. Otros compromisos: bienestar económico y crecimiento.</p>
<p>Pilar de los procesos. Dirigir todos los procesos de fabricación hacia cero defectos, cero stock. Aquí aparece uno de los principios que también hablaba el JIT: el principio de One-Piece-Flow, flujo de una sola pieza en la cadena de producción para reducir el stock.</p>	<p>Compromisos relativos a los procesos. Aplicar los métodos de mejora de los procesos relacionados con el Lean, búsqueda de la excelencia operacional y dar prioridad al perfecto funcionamiento de los procesos y la introducción de mejoras antes que implantar e invertir en nueva tecnología.</p>
<p>Pilar de las personas. Considerar a las personas en toda su dimensión: humana, social y técnica. Es una filosofía contraria al sistema de Taylor de producción que consideraba a las personas como máquinas.</p>	<p>Compromisos relativos a la personas/agentes de la cadena de suministro. Se debe respetar la dimensión humana de todos los que intervienen en el sistema productivo, de ahí que la dirección fomente cursos de aprendizaje y capacitación para desarrollar sus habilidades.</p>
<p>Pilar de la solución de los problemas. Muchas organizaciones hoy en día en vez de buscar la raíz y solucionar los problemas desde dentro van colocando “parches” cuando ocurre un problema. La filosofía Lean quiere ir más allá y no huir de los problemas, sino buscar contramedidas que solucionen los problemas y que no vuelvan a ocurrir.</p>	<p>Compromisos relativos a la resolución de problemas. Construcción de una organización que aprenda nuevos métodos, técnicas y herramientas y que evolucione en la búsqueda de soluciones.</p>

Tabla 7: pilares de la filosofía Lean y compromisos de la dirección

Fuente: adaptación del [52], [56] y [66]

[52]

10.5 Técnicas del Lean

El sistema Lean utiliza las técnicas que creó el sistema JIT para Toyota. Muchas de esas se han descrito en elementos del JIT con detalle, así aquí sólo nombraremos las herramientas [41]:

- 5S
- SMED, cambio rápido de herramientas

- Heijunka, nivelado de producción y estandarización
- Sistemas Kanban
- TPM, mantenimiento productivo total
- Jidoka, control de defectos, control visual
- Participación de los trabajadores
- One-piece-flow

10.6 Dirección ajustada vs planificación estratégica tradicional

Como ya ocurría con los elementos del JIT y su implantación, para poder aplicar un verdadero sistema Lean en toda la organización, la dirección debe sentirse comprometida y estar dispuesta a destinar recursos y tiempo para su realización.

Sin embargo ¿cómo actúa una dirección ajustada a la producción, es decir, una dirección del modelo “Lean”?

El modelo de dirección ajustada difiere en parte a la planificación tradicional pero también tienen puntos en común:

- Estudian a las empresas de la competencia, analizando sus puntos fuertes y débiles, y los compara con el análisis de la propia empresa. (Por ejemplo utilizando la herramienta DAFO).
- Analizan qué es lo que el cliente demanda y qué requisitos hay que satisfacer. La organización con este análisis puede ver si existe demanda insatisfecha o un hueco en un sector del mercado para buscar nuevas oportunidades y abrir nuevos horizontes y fabricar nuevos productos.
- Conocen cuáles son sus puntos fuertes y así planificar la explotación de los mismos.

[66]

Por otro lado, las innovaciones que introduce el sistema “lean” en la dirección según Thomas L. Jackson y Karen R. Jones en [66] son cuatro:

1. *Un “puente de políticas” entre el plan de desarrollo de la alta dirección y la realización diaria de aprendizaje y la mejora.*

Las organizaciones que emplean el modelo de gestión “lean” planifican su estrategia a largo plazo ya que unos de sus objetivos es sobrevivir y crecer en los próximos años. Sin embargo para poder ajustar esos objetivos a largo plazo con la mejora continua diaria que debe llevar la empresa, mediante equipos de trabajadores multidisciplinarios y de todos los niveles, se adaptan las metas y se reducen en tiempo (aproximadamente un año) revisándose periódicamente.

2. *Un entramado para el desarrollo y aprendizaje organizacional continuo.*

La mejora continua debe realizarse en todos los niveles de la empresa y en todas las áreas. De esta forma el aprendizaje ayuda a las organizaciones a autoevaluarse y diagnosticar su evolución o no evolución respecto a los competidores.

3. *Integración de los empleados mediante actividades en equipos.*

Los trabajadores deben implicarse tanto en la resolución de problemas operacionales como en los problemas que surjan en la alta dirección. De esta forma se les da autoridad y responsabilidad. Más adelante describo un resumen de un artículo en el que se pueden ver los cambios que deben realizar tanto las organizaciones como los trabajadores para que la implicación se lleve a cabo de forma clara y precisa.

4. *Gestión inter-funcional*

Mediante la gestión inter-funcional se elimina la jerarquía de las empresas tradicionales. La gestión se realiza por igual en todos los niveles teniendo en cuenta todas las decisiones, opiniones o sugerencias. Además de mejorar las relaciones entre trabajadores y directivos, ayuda a incrementar las relaciones entre departamentos de distintas funciones, cooperando y buscando una solución que sea beneficiosa para toda la organización y no sólo para un departamento en particular. Es decir, las decisiones se toman en base a un interés común.

Cuando las decisiones son independientes del bienestar global de la organización y cada departamento actúa por sí sólo se pierde información que puede ser relevante para otros departamentos. Por ello esta gestión inter-funcional favorece la comunicación y las oportunidades de éxito corporativo y estratégico de la organización.

Así mismo las diferentes áreas que debe conocer y administrar la alta gerencia de “Lean” son:

- Calidad
- Costes
- Ingeniería
- Producción
- Mantenimiento
- Seguridad
- Moral
- Entorno

10.7 Influencia del Lean Management en los recursos humanos

Uno de los pilares sobre el que se sustenta el sistema Lean es la participación, motivación e interés de los trabajadores que deben mostrar para llevar a cabo la aplicación de técnicas y métodos que permiten cumplir los objetivos del Lean.

Los trabajadores de la organización deben realizar esfuerzos para adaptarse a la nueva filosofía. Según los autores José Moyano Fuentes y Néstor Raúl Baidés en el artículo “ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA INFLUENCIA DEL LEAN MANAGEMENT EN LOS RECURSOS HUMANOS” un resumen de las condiciones que deben presentar los trabajadores y el ambiente laboral en el que se encuentran son:

1. Flexibilidad de trabajadores en las líneas de producción para adaptarse a la demanda. Esto permite:
 - Asignación de las tareas a los trabajadores en función de la demanda.
 - Crear trabajadores polivalentes, que realizan trabajos distintos, a través de por ejemplo el sistema de rotación de tareas.
 - Programas de capacitación y formación en cada puesto de trabajo para que los operarios adquieran la habilidad necesaria.
 - Reasignación de tareas dependiendo de la demanda.
2. Crear círculos de calidad.
3. Crear el sistema de sugerencias e ideas.
4. Crear equipos de trabajo donde los trabajadores reciban ayuda y cooperación mutua.
5. Respeto por la dimensión humana del trabajador.
6. Fomentar la comunicación entre los trabajadores y los diferentes niveles de la empresa.
7. Motivar a los trabajadores con recompensas y así elevar su moral.

10.8 Fases de implantación del Lean

El sistema Lean puede aplicarse a cualquier organización de todos los sectores y requiere una implantación por fases y adaptada a las necesidades, exigencias y posición de cada empresa en el momento concreto. Además como muchas de las herramientas detalladas del JIT, el sistema Lean debe implantarse en una organización que esté dispuesta a orientar la producción hacia una nueva filosofía, la filosofía Lean, con trabajadores y directivos comprometidos y participativos y sistemas de producción flexibles, capaces de adaptarse a los cambios en la demanda y obtener la máxima rentabilidad y productividad.

[41]

Las fases de implantación del Lean se han tomado de [41], y describen perfectamente el modo y pasos a seguir para implantar la filosofía Lean incluyendo

las técnicas y herramientas que hacen que la nueva organización funcione bajo el sistema Lean.

Fase 1. Diagnóstico y formación

Esta primera fase de diagnóstico de la empresa es necesaria para conocer el funcionamiento actual del sistema productivo, qué se quiere cambiar y mejorar y cuáles son los objetivos que se persiguen.

Para que toda la organización sea consciente de los cambios que supone esta nueva filosofía se desarrollan proyectos formativos para tratar los objetivos e involucrar a los trabajadores en la participación y toma de decisiones.

Se incluye en esta fase una recogida de datos de los procesos y productos de la empresa y un análisis para identificar “el modelo de producción más adecuado en cada producto”. Es decir, dependiendo del tipo de producto que la organización fabrique en cada momento la fabricación puede ser en línea o líneas multiproducto como las del JIT. En definitiva, la existencia de líneas flexibles de producción.

Fase 2. Diseño del plan de mejora

Para que la implantación sea un éxito se debe definir un plan de mejora, que incluya:

- Los procesos y pasos del sistema Lean que se deben llevar a cabo.
- Indicadores que muestren el nivel de mejora a medida que avanza la implantación.
- Definir el equipo de trabajo
- Seleccionar un área piloto. Igual que en la implantación del JIT es muy arriesgado incorporar los cambios que supone la nueva filosofía en toda la organización “de golpe”. Es recomendable elegir una planta o línea de fabricación e implantar allí el pensamiento Lean, incluyendo las técnicas y herramientas. Después se analizan los resultados y es más fácil ver cuánto ha mejorado si el estudio se realiza en un área pequeña.

Fase 3. Lanzamiento

En esta fase se implantan los métodos y herramientas, comenzando por las 5S que permite mejorar el ambiente laboral y las condiciones de trabajo, la técnica SMED que es un requisito para mejorar la fabricación flexible, perfeccionando los tiempos de preparación de las máquinas y rediseñar el layout de la fábrica que permita flujos unidireccionales y eliminar despilfarros.

Así mismo se pueden implantar las técnicas de Jidoka, control autónomo de defectos, para verificar que los productos cumplen con las especificaciones u otras técnicas de identificación y detección de fallos o errores.

Fase 4. Estabilización de mejoras

En esta fase se introducen técnicas que permitan controlar el mantenimiento de las máquinas para aumentar su fiabilidad, con el TPM por ejemplo, y una mejora de la calidad, incluyendo sistemas sencillos y visuales de detección de defectos. Por ejemplo al Jidoka podemos añadir el SPC: sistema de control de procesos, lo que se controla con esta técnica no es el producto final sino el proceso; garantizar una buena calidad del producto a partir de un proceso de calidad.

Fase 5. Estandarización

La introducción de herramientas que permitan la estandarización de los procesos se realiza en esta etapa. La estandarización facilita fabricar al ritmo que marca el cliente y hacer coincidir el ciclo de fabricación con el “*takt time*”. Por ejemplo el Heijunka, nivelado de la producción, la herramienta de flexibilidad de los trabajadores en las células de trabajo: Shojinka.

Estas herramientas requieren que los trabajadores sean polivalentes y tengan habilidad y conocimiento suficiente en varios puestos de trabajo para adaptarse a la demanda y fabricar distintos tipos de productos.

Fase 6. Producción en flujo

El sistema Lean es un sistema de producción ajustada, es decir, producir lo que el cliente necesita, en el momento y cantidad deseada minimizando las pérdidas por despilfarros y optimizando el sistema productivo para conseguir máxima productividad.

Las herramientas que se aplican aquí van encaminadas a construir líneas flexibles y si es posible multiproducto, que se adapten perfectamente a la demanda. Otras herramientas que reduzcan costes por ejemplo de personal, reasignando las tareas a los mismos trabajadores y que no se produzcan tiempos muertos. Favorecer la sincronización del proceso de producción a través de tarjetas (el sistema Kanban) y facilitar el control de identificación y detección de anomalías mediante un control visual.

- ❖ Igual que hicimos con el sistema JIT, expondremos un diagrama de flujo para una mayor comprensión de los pasos a seguir para la implantación del sistema Lean:

Un diagrama de flujo de la implantación del sistema Lean es:

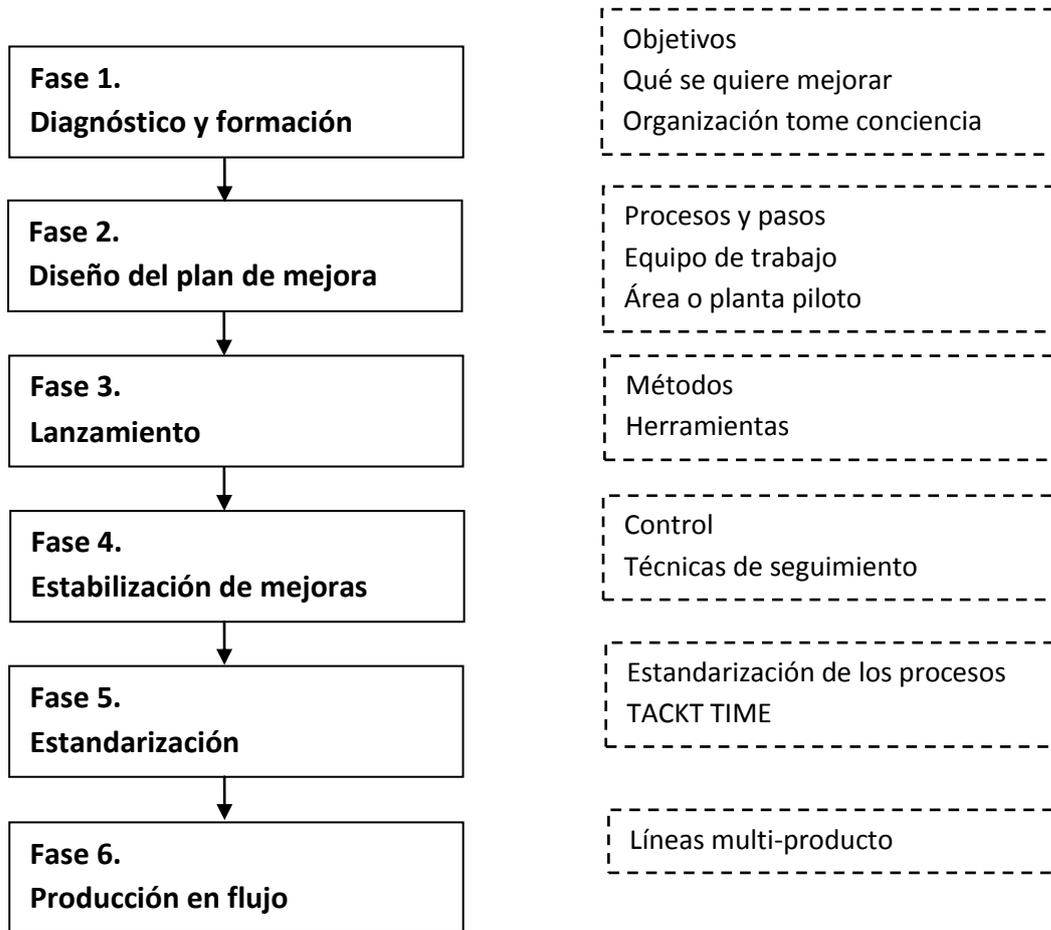


Figura 19: diagrama de flujo de implantación del Lean
 Fuente: elaboración propia adaptada de las fases del Lean [41]

11. El sistema Kaizen

11.1 Introducción

El término Kaizen se dio a conocer en Occidente cuando en noviembre de 1986 el japonés Masaaki Imai publicó un libro en inglés con el título *“Kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success”*

El efecto que ha tenido sobre el mundo empresarial ha sido considerable, a pesar de que es un término difícil de definir teniendo en cuenta todos los aspectos que abarca sobre la dirección de una empresa al estilo japonés. Este concepto empezó a calar en los empresarios, hasta entonces solo conocido y llevado a cabo por los directivos japoneses.

Hoy en día no es un concepto de dirección japonesa sino que es un nuevo modo de dirigir las empresas que es utilizado y aceptado en todo el mundo. Es un término que se ha extendido tanto en Occidente que la palabra se ha incorporado al lenguaje inglés y muchas organizaciones la emplean día a día.

El Kaizen es un trabajo día a día. Y cada trabajo tiene dos componentes esenciales: el mantenimiento y la mejora. Solamente si los empleados cumplen con los estándares y niveles actuales de la empresa, se pueden obtener productos de alta calidad y dentro del plazo de entrega. A esto se refiere el mantenimiento. Que los trabajadores cumplan con lo estipulado. La mejora va relacionada con la capacidad que debe tener una organización para destruir planes o estándares de la propia organización y adaptarse a la introducción de mejoras cuando sea necesario. Esta es la única forma de avanzar y mejorar los niveles de rendimiento y productividad. Una empresa no puede quedarse obsoleta, no puede quedarse atrás.

Ambos conceptos de mantenimiento y mejora deben ser aplicables a toda la organización pero dependiendo del nivel de los empleados tendrá mayor peso el mantenimiento o la mejora. Vamos a verlo mejor en la siguiente figura:

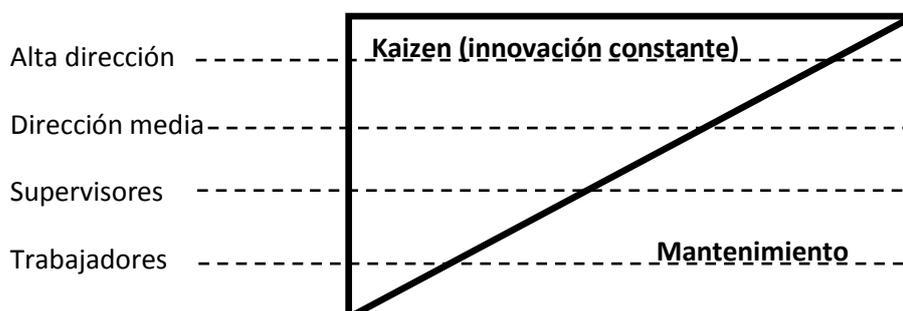


Figura 20: relación de innovación y mantenimiento según los distintos niveles de la empresa
Fuente: Adaptación de Masaaki Imai, *Kaizen*

Como puede verse en la figura anterior, las funciones de innovación y vista general de futuro para adaptarse al cambio y a las mejoras son llevadas a cabo más por la alta dirección que por los trabajadores, pero esto no quiere que decir que sea el único trabajo de los gerentes. Y a su vez, puesto que las ideas de Kaizen son sencillas y fáciles de aplicar día a día, es tarea también de los propios trabajadores, aunque no olviden su función de mantenimiento.

11.2 Definición

La palabra japonesa Kaizen es la unión de: “KAI” que significa cambio, y de “ZEN” que significa bueno, hacia lo mejor. El significado conjunto es “mejora continua”.

El fundamento teórico del Kaizen es avanzar, buscar y utilizar nuevos métodos que mejoren de forma continua la organización y sirvan para la solución de problemas. No se trata de dar grandes pasos, sino de aplicar paso a paso pequeños cambios de mejora e ir adaptando la organización. [68]

Una de las claves principales del Kaizen es, como todas las herramientas y técnicas nacidas en Japón que hemos visto anteriormente, la formación, concienciación y entrenamiento de todos los trabajadores de la nueva filosofía y del sistema Kaizen. Educar a los trabajadores para que ellos mismos sepan que sus ideas, aportaciones y participaciones son necesarias para que la empresa avance y mejore. Estas mejoras favorecen las perspectivas, condiciones y ambiente laboral por lo que es importante un grado alto de implicación de los trabajadores: son ellos los que se van a ver beneficiados.

La esencia de unas ideas buenas no es que sean las más complejas, sino que sean sencillas y rápidas de implantar, si es posible que no sean demasiado caras pero que aporten grandes beneficios y que en su implantación parte del personal implicado garantice que se está llevando a cabo correctamente.

11.3 Estrategia Kaizen

El sistema Kaizen es complejo y requiere de especial atención. Teniendo en cuenta los principios básicos resumidos en el punto anterior, veremos ahora cuáles son las claves o medios con las que cuenta la organización para hacer que la implantación del Kaizen sea un éxito según José de Domingo en [68]:

1. Nueva concepción de la organización.

Este es uno de los principios básicos. La jerarquía tradicional de la organización está dividida por niveles. En el más alto nivel está la gerencia o dirección que toma las decisiones. Y en el más bajo está los trabajadores y el resto de empleados que acata las órdenes y las lleva a cabo. En un sistema tan estructurado y cerrado no

puede implantarse una estrategia Kaizen. Si bien es verdad que sigue existiendo una alta dirección que debe dar el primer paso hacia el compromiso de realizar un Kaizen, los trabajadores tienen los conocimientos y la formación necesaria para crear nuevos modelos o técnicas de trabajo y mejorar la calidad, la satisfacción del cliente u otros requerimientos de la empresa.

Nacen así los equipos y talleres de trabajo, compuestos por empleados de diferentes niveles de la organización y cada uno de ellos aporta ideas nuevas. Mediante la cooperación y ayuda mutua se estudian los beneficios que se pueden obtener con estos cambios.

2. Considerar que el siguiente proceso es el cliente.

La línea de producción es tratada como un conjunto de procesos y cada uno de ellos tiene un proveedor y un cliente. El cliente puede ser externo o final, que sería el que compra el producto, o un cliente intermedio o interno, que es el siguiente proceso en la línea de producción. Si cada proceso considera el siguiente como el cliente, se esforzará en cumplir las exigencias y en asignar una mayor calidad en el proceso que está realizando y en el producto que aún no está acabado y que pasará a la siguiente fase de transformación.

3. La calidad es lo primero.

La calidad no debe considerarse como un objetivo al que se pretende llegar, sino como un principio fundamental e intrínseco de toda la organización. La no calidad en el producto supone pérdida de clientes, aumento de costes en arreglar piezas defectuosas o eliminar desperdicios, menor productividad por las averías o piezas que no pueden venderse, incumplimiento de los plazos de entrega, lo que supone también pérdida de clientes.

La calidad debe considerarse como el principio. Sin calidad, la organización no puede plantearse otras mejoras o cambios.

4. Resolución de problemas.

El primer paso hacia una mejora es el convencimiento de que existe un problema. Cuando la organización reconoce la existencia de un fallo o problema, pone el sistema en marcha, selecciona un equipo que se encargue de la búsqueda de soluciones y emplea las herramientas y técnicas de solución de problemas que mejor se adaptan al problema concreto. Es importante que las primeras soluciones sean de rápida aplicación y de bajo coste para analizar los resultados. Si más tarde la organización considera que la solución no es demasiado buena y que debe esforzarse más en mejorar, empleará más tiempo y personas en la resolución del problema con nuevos proyectos, más costosos.

Uno de los factores importantes a considerar aquí es controlar la variabilidad y la posibilidad de que los problemas vuelvan a producirse. La organización tiene que

implantar soluciones a largo plazo que impidan que el problema se repita con el tiempo, en definitiva, implantar soluciones definitivas.

11.4 Objetivos del Kaizen

El sistema Kaizen tiene tres objetivos principales según [69]:

1. **Participación.** El sistema Kaizen se esfuerza por impulsar y motivar a los trabajadores para conseguir niveles altos de participación en la organización. Si los empleados sienten que sus propuestas son tenidas en cuenta y son vitales para una mejor reorganización o reestructuración del puesto de trabajo y tareas que realizan tendrán mayor interés en sugerir cambios. La participación incrementa la moral de los trabajadores y sienten que forman parte de una empresa en la que se escucha al trabajador.
2. **Desarrollo de habilidades.** Este objetivo también es importante para desarrollar y capacitar al trabajador para aplicar el Kaizen a la resolución de problemas. Los directivos son los encargados y responsables de entrenar a los trabajadores y de ayudarles o aconsejarles cuando lo necesiten. Se debe fomentar un buen ambiente de trabajo y mostrarse respeto unos a otros.
3. **Efectos.** Por último se realiza un análisis al resultado de las propuestas llevadas a cabo por la organización. Los resultados tangibles son por ejemplo mejoras en el sistema productivo o reducción de defecto. Los resultados intangibles son mejoras en la calidad o en las condiciones de trabajo.

El cumplimiento y puesta en funcionamiento del sistema Kaizen en busca de estos objetivos es un factor determinante para la empresa. Se debe fomentar la participación, el desarrollo de habilidades y capacidades de cada trabajador y comprobar que las soluciones a los problemas planteados han sido un éxito con el Kaizen.

11.5 Principios básicos del sistema Kaizen

Es mucha la literatura existente que define los principios sobre los que se rige el sistema Kaizen. He escogido a José de Domingo [68] porque define breve y de forma sencilla los fundamentos del sistema Kaizen. Pueden considerarse los siguientes:

- El sistema Kaizen es un sistema de mejora continua y se basa en el ciclo de Deming de mejora continua: ciclo PDCA
- Está orientado a todo tipo de organizaciones y su aplicación se lleva a cabo por todos los trabajadores del sistema o departamento donde se va a implantar.
- Los resultados del Kaizen no son inmediatos sino que se ven a largo plazo. Su implantación debe hacerse eficaz y conscientemente de esto. “La mejora continua no es una carrera, pero como los granos de arena de un reloj, sus

resultados se verán con el tiempo”. Es por tanto una filosofía a largo plazo que quiere mantener los resultados de forma permanente.

- Otorga una responsabilidad y participación a los empleados, que deben implicarse y relacionarse con los directivos, sin olvidar el compromiso de la gerencia de la organización, que es fundamental para que un sistema Kaizen pueda implantarse.
- El sistema Kaizen produce un cambio cultural de toda la organización. Es una nueva filosofía, una nueva forma de plantear ideas y de resolver los problemas, orientando a la organización hacia la mejora continua.
- El fin último del sistema Kaizen es mejorar la calidad y lograr la satisfacción del cliente.

Vemos que estos principios están relacionados y pueden definir también los fundamentos sobre los que se cimentan los sistemas JIT y Lean. En resumen: participación y eliminación de la jerarquía tradicional, mejora continua y cambio cultural de la organización.

11.6 Pilares del Kaizen

El sistema Kaizen de mejora continua se basa en tres pilares fundamentales: 5S, TPM y SMED. Si recordamos son tres herramientas que se emplean para mejorar la organización. Podría decirse que para una buena implantación del sistema Kaizen y para evaluar si los objetivos se cumplen o no el sistema Kaizen debe establecer previamente estos tres requisitos (5S, TPM y SMED). Como se han descrito anteriormente en profundidad aquí sólo doy una pequeña pincelada de las tres como recordatorio para el lector:

- **5S**
Herramienta utilizada para mejorar el ambiente laboral y las condiciones de trabajo de los empleados. Se basa en la regla japonés de las 5S:
 - **SEIRI:** Separar, diferenciar entre elementos o cosas necesarios e innecesarios. Eliminar del espacio de trabajo lo inútil y mantener solo los elementos necesarios.
 - **SEITON:** ordenar y agrupar los elementos necesarios en el lugar de trabajo de forma que cada objeto tenga una ubicación única y se mantenga el ambiente ordenado.
 - **SEISO:** limpieza. Mantener el espacio de trabajo limpio.
 - **SEIKETSU:** normalización. Evitar la aparición de desorden o suciedad mediante el mantenimiento y la normalización del espacio de trabajo.
 - **SHITSUKE:** mantener la disciplina. Seguir mejorando y asegurar que las cinco reglas no dejen de cumplirse.

- TPM
Literalmente es una herramienta que significa: mantenimiento productivo total. Los trabajadores son los que mejor conocen las máquinas y son ellos los que tienen que realizar las tareas de mantenimiento y prevención, para evitar la aparición de errores o averías en las máquinas que den lugar a problemas o defectos en los procesos o productos. El resultado que quiere obtenerse es el de cero averías.

Es un método que engloba al mantenimiento de las máquinas y a verificar las condiciones de utilización en un ambiente de seguridad y calidad, y al empleo de los trabajadores en estas labores.

- SMED
Decíamos que con el sistema Just in Time la producción se realizaba en el momento en que se necesitaba y en la cantidad que demandaban los clientes. Para ellos era necesario adaptar los medios de fabricación y aumentar su flexibilidad para producir los elementos o productos que concretamente pedían en ese periodo de tiempo los clientes. Esto no era posible sin un método que facilitase el cambio de herramientas o la modificación del proceso de fabricación de un producto a otro. Por lo que la técnica SMED es necesaria para reducir los tiempos de preparación de estas máquinas y pasar de fabricar un lote de productos a otro en un tiempo mínimo: concretamente menos de diez minutos.

11.7 Técnicas del Kaizen

El sistema Kaizen puede aplicar diferentes técnicas y herramientas de mejora continua que tiene como objetivo final la eliminación de desperdicios. Así mismo puede considerarse como un elemento del TQM según [69]. Algunos de estos métodos son:

- Estandarización de procesos
- Nivelado de flujo y de producción
- Equipos y máquinas de mejora
- Relación con proveedores
- Círculos de calidad
- Sistema Kanban
- Poka Yoke
- TPM
- SMED
- 5 S

[69][70]

Todas las técnicas aquí mencionadas ya se han desarrollado con anterioridad en el capítulo 9 y aquí solo son nombradas. Para cualquier duda del lector, puede dirigirse allí para su comprensión.

11.8 Beneficios del Kaizen

Son muchos los beneficios que aporta la aplicación de un sistema Kaizen a la empresa. Y aunque llegados a este punto seguramente ya conozcáis las principales ventajas del sistema Kaizen, se pueden citar las más relevantes:

- Reducción de despilfarros
- Reducción de costes
- Reducción de los tiempos de ciclo
- Aumento de la productividad, rentabilidad y eficacia de la organización
- Fomentar la participación de los empleados y el trabajo en equipo
- Orientar las actividades que realiza la empresa hacia la satisfacción del cliente
- Mejorar el ambiente y las condiciones de trabajo
- Capacidad para competir en el mercado global

11.9 Resolución de problemas mediante el Kaizen

Como bien hemos dicho, el primer paso para mejorar es reconocer que existe un problema. El Kaizen define y orienta a las organizaciones a crear grupos de trabajo que mediante métodos simples puedan llegar a la resolución de problemas. Y es lo que veremos en este capítulo.

Grupos de trabajo.

Los problemas en las organizaciones aparecen diariamente y la necesidad de hacer frente a los problemas y buscar una rápida solución es lo que quieren todas las empresas. El sistema Kaizen propone crear *Grupos de Resolución de Problemas* en los que participen la mayoría de los trabajadores y se involucren en la búsqueda de soluciones de forma dinámica.

Son también conocidos como Grupos de Mejora de la Calidad. Tradicionalmente igual que ocurría con los círculos de calidad, se utilizan exclusivamente para tratar temas relacionados con la calidad pero hoy en día sus funciones son muchos más diversas. Estos grupos pueden definirse como: *“grupos constituidos con carácter temporal, que desarrollan su trabajo en actividades de resolución de problemas, con el objetivo de solucionarlos y mejorarlos”*. [66]

Algunas de las ventajas que ofrecen estos grupos de trabajo y que han sido tomadas de Thomas L. Jackson y Karen R. Jones son:

- El trabajo en grupo favorece la comunicación y la implantación de mejoras, así como la ayuda mutua que pueden proporcionarse unos a otros. Las

ideas en consenso son mejor aceptadas por los trabajadores y la búsqueda de una solución que beneficia a todos se ve favorecida por la opinión de un grupo y no de un trabajador individual.

- El número de ideas que se genera en un grupo suele ser considerablemente mayor que las ideas que pueda generar un directivo. De esta forma aunque también un gran abanico de posibilidades crea conflictos para ponerse de acuerdo, se valoran más posibilidades para alcanzar el éxito.
- Son grupos dinámicos que generalmente no permanecen en el tiempo sino que cambian conforme aparecen los problemas. Existe una gran diversidad en los grupos y esto también aporta aire fresco a la hora de plantear soluciones.

Método para la resolución de problemas

El método más utilizado a nivel internacional es el método definido en la norma ISO 9001 [66] Consta de unos pasos o fases que se describen a continuación:

1. Implicar a todos los miembros de la organización
Los grupos de trabajo están constituidos por todos los miembros de la organización que se deben mostrar participativos y con un gran interés. Es tarea de la Dirección convencer al personal de su implicación en estos grupos de trabajo y de las ventajas que trae a la empresa en beneficio de todos.
2. Implantar un proyecto de mejora de la calidad
Elaborar un proyecto de mejora de calidad empleando los recursos que dispone la organización.
3. Investigar las causas potenciales y deducir relaciones causa-efecto
Analizar cuáles son las raíces y causas de un problema es una manera muy útil de resolver el problema. Por ejemplo con la herramienta del diagrama causa-efecto, mediante el que se analizan las causas de los problemas y se ven las relaciones. Tener conocimiento de la raíz de un problema ayuda a solucionar el problema desde dentro para evitar que vuelva a producirse.
4. Implantar acciones correctivas o preventivas
Esta fase es muy importante y está detallada a lo largo de la norma ISO. Una vez que se han analizado y descubierto las relaciones entre la causa de los problemas y el efecto que tienen en la organización es el turno de medir dichos problemas y buscar su solución mediante acciones correctivas para si es posible eliminar las causas que generan los problemas o acciones preventivas para evitar que los problemas se repitan o la aparición de otros nuevos.
5. Evaluar los resultados de mejora
Con la implantación de las medidas se puede realizar un estudio y análisis de los beneficios y resultados y cuál ha sido la eficacia conseguida.
6. Conservar las mejoras y continuar con el proceso

Las medidas que se han implantado y que no han solucionado los problemas pueden eliminarse y las acciones que han dado buenos resultados se mantendrán a lo largo del proceso y se continuará mejorando con la identificación de nuevos problemas y con la repetición del proceso de resolución.

11.10 El Kaizen y la innovación

El Kaizen es un sistema que propone soluciones a los problemas de forma permanente, mediante pequeños pasos y mejoras. Es decir, que es una solución a largo plazo, sin cambios drásticos. Las mejoras no vienen de introducir la última tecnología y grandes inversiones, sino de proyectos a bajo coste, utilizando los medios y técnicas de la propia organización.

Frente a este concepto de Kaizen, está la innovación. Existen muchas organizaciones que dedican gran parte de sus ingresos en investigaciones y desarrollo de nuevas tecnologías, creyendo que la innovación y el empleo de nueva tecnología es la solución de los problemas que tiene la organización. Que una organización sea pionera en I+D e invierta en tecnología no es malo, pero primero debe esforzarse por mejorar su sistema productivo, las actividades que realiza y los problemas que tiene la empresa con técnicas más sencillas que no supongan tanto coste. De esta forma se pueden estudiar mejor las necesidades de inversión que realmente necesita la empresa, y no implantar tecnología sin ni siquiera conocer los problemas.

Una de las mejores comparaciones que hemos encontrado entre Kaizen e Innovación viene de la mano de Gilerto Quesada M. Presidente Grupo Kaizen S.A. El contraste viene dado por el siguiente cuadro, donde detalla más las características que he resumido en los párrafos anteriores de cada uno de los conceptos:

	KAIZEN	INNOVACIÓN
1 Efecto	Largo plazo, permanente	Corto plazo pero dramática
2 Velocidad	Pequeños pasos	Grandes pasos
3 Tiempo	Continua e incremental	Intermitente, no incremental
4 Cambio	Gradual y constante	Abrupto y volátil
5 Involucramiento	Todo el mundo	Grupo selecto
6 Acercamiento	Colectivismo, esfuerzo de grupo	Individualismo. Ideas y esfuerzos
7 Forma	Mejorar y mantener	Desechar y reconstruir
8 Condición	Conocimiento convencional y estado del arte	Ruptura tecnológica. Nuevos inventos y nuevas teorías
9 Requerimientos	Poca inversión pero grandes esfuerzos por mantenerlo	Grandes inversiones pero pocos esfuerzos por mantener
10 Criterio de evaluación	Proceso y esfuerzos por mejores resultados	Resultados en utilidades
11 Concentración de esfuerzos	En la gente	En la tecnología

12 Ventaja	Funciona bien en economías de lento crecimiento	Funciona mejor en economías de rápido crecimiento
-------------------	---	---

Tabla 8. Diferencias entre Kaizen e Innovación

Fuente: adaptación de Gilerto Quesada M. Presidente Grupo Kaizen S.A.

11.11 Kaizen Teian

El Kaizen Teian es una aproximación práctica del sistema Kaizen que nació en 1990 con “*Japan Human Relations Association*”. Va más allá del sistema de sugerencias de empleados sino que funciona bajo tres principios [69]:

1. Un sistema de participación, donde los empleados participan de manera voluntaria en la mejora de su trabajo
2. Desarrollo de habilidades, donde la gerencia tiene como responsabilidad entrenar a los empleados en todo momento y los empleados de aprender a través de la práctica.
3. Creación de la fuerza impulsora, compuesta por las políticas de la alta dirección, participación de directivos, el desarrollo de objetivos y de mecanismos de recompensas (preferentemente no monetarios)

Ya hemos definido el término Kaizen. En este capítulo 11.1 definiremos “Teian” y qué significa conjuntamente “Kaizen Teian”.

Teian literalmente es “propuesta”. Los sistemas de propuestas desarrollados en Japón fueron muy distintos a los occidentales. El grado de participación y el número de propuestas de los trabajadores japoneses era muy elevado, incluso un 300% mayor que en Occidente. Generalmente las propuestas occidentales eran premiadas con recompensas de dinero, en cambio en Japón lo que se pretendía era fomentar la participación transmitiendo que las mejoras eran en beneficio de la empresa y del propio trabajador, ayudando a motivar y a incrementar el nacimiento de nuevas ideas.

El Kaizen Teian es un sistema de sugerencias de mejora continua y debe incluirse en la dirección estratégica de la organización. Toda organización está dirigida a incrementar los beneficios, y las propuestas del sistema Kaizen Teian van encaminadas a cumplir este objetivo. Pueden tomar dos direcciones:

- Propuestas para reducir los costes: mantener la eficiencia y productividad de la organización, alta calidad en los productos y eliminar desperdicios.
- Propuestas para incrementar las ventas: están más relacionadas con el marketing del producto o servicio. Ideas para mejorar la imagen, los plazos de entrega, selección de producto, calidad e innovación.

Los buzones de sugerencias estáticos han quedado obsoletos y pocas organizaciones creen que sean útiles para fomentar la participación y la aparición

de nuevas ideas. En su lugar se han desarrollado buzones “móviles” de sugerencias, que son sistemas dinámicos en los que el directivo o supervisor está en contacto directo con los trabajadores, escuchando sus quejas y anotando las posibles soluciones que los empleados plantean.

Las propuestas deben implantarse cuando sean aceptadas. Además la información de mejora y medidas implantadas debe transmitirse a los empleados de forma que puedan aprender de las propuestas para desarrollar nuevas ideas. Nacen así los “informes Kaizen” que contienen métodos, técnicas e innovaciones y circulan por toda la empresa.

Libros Kaizen Teian: [71], [72]

11.12 Implantación del Kaizen

Una vez que se ha comprendido el verdadero significado de un sistema Kaizen y la repercusión que tiene en la empresa sólo falta describir brevemente como puede implantarse en una organización. Primero es importante entrenar a la dirección y que se comprometa a aplicar el sistema. De esta forma la gerencia unida a un responsable o grupo de trabajadores que llevan la iniciativa, presentarán el nuevo sistema al resto de empleados y los beneficios que va a traer a la empresa. Las fases pueden ser las siguientes:

1. Definir el proyecto y los objetivos que se quieren lograr

El proyecto puede ser elegido por los directivos. En esta parte entra la discusión del proceso o mejora que se quiere implantar con el sistema Kaizen.

2. Seleccionar el equipo de trabajo y el área que se quiere mejorar

El equipo de trabajo estará formado por trabajadores multidisciplinares capaces de responder al problema que se quiere tratar y si es posible con experiencia en el tema. Es conveniente que los trabajadores sean de distintas áreas de la empresa. El área de trabajo para aplicar el sistema Kaizen se denomina “Gemba”.

3. Aplicar las mejoras

El equipo de trabajo se encarga de analizar los problemas en el área o puesto de trabajo y pondrá en marcha las medidas preventivas o correctivas que cree necesarias para obtener una mejora.

4. Evaluación de los resultados

En esta etapa se analizan los resultados de las mejoras.

5. Estandarización y expansión del proceso Kaizen

La aplicación del sistema Kaizen a una industria o planta más tradicional supone un fuerte cambio y una ruptura con el sistema convencional para los trabajadores. Por ello una solución a eliminar o reducir los efectos es la introducción del Kaizen poco a poco en la empresa. Una vez que los trabajadores se involucran en el cambio y ven las ventajas, el sistema

Kaizen se estandariza y se aplica a todos los niveles y áreas de la organización. [73].

El siguiente diagrama describe las etapas de implantación del sistema Kaizen.

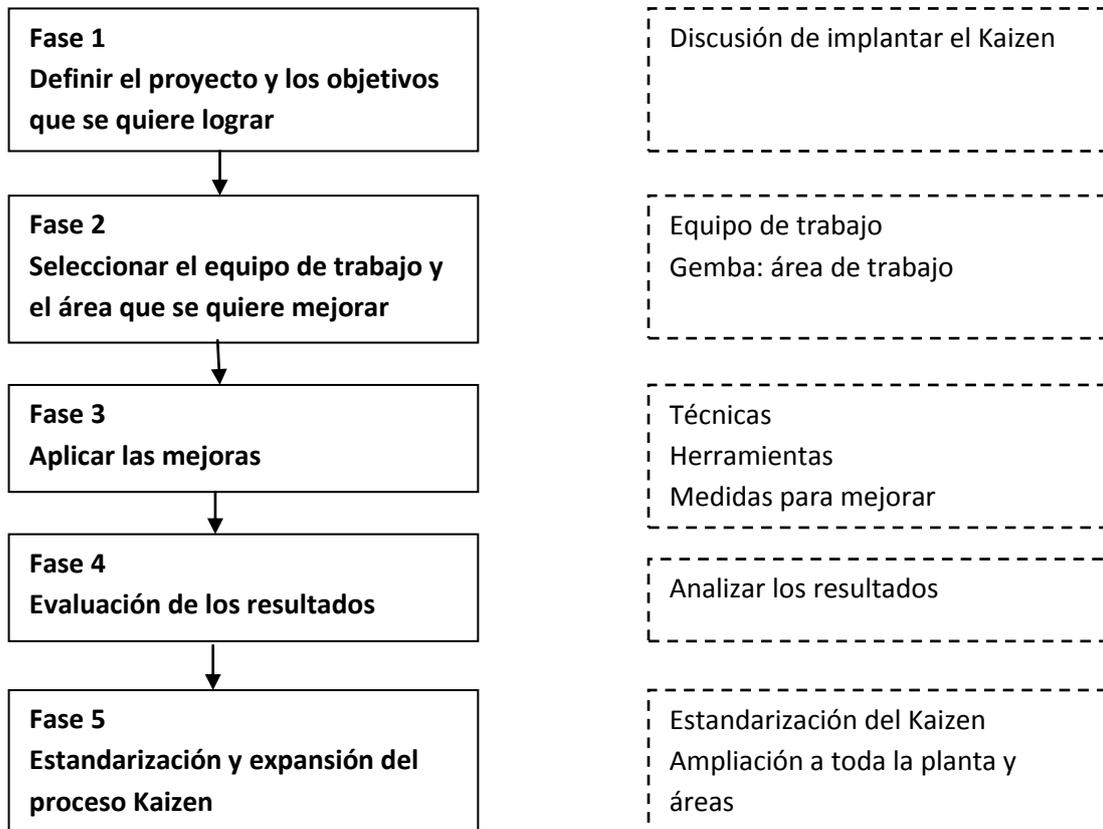


Figura 21. Diagrama de flujo de la implantación del Kaizen
Fuente: elaboración propia

Parte IV

Análisis comparativo y elección de un sistema óptimo

12. Análisis comparativo y elección de un sistema óptimo

- 12.1 Análisis de los sistemas JIT, Lean y Kaizen
- 12.2 Elección de un sistema óptimo para el caso práctico

12. Análisis comparativo y elección de un sistema óptimo

12.1 Análisis de los sistemas JIT, Lean y Kaizen

Los tres grandes modelos que hemos tratado en el trabajo son el sistema Just in Time, el sistema Lean Manufacturing y el sistema Kaizen. Se considera oportuno realizar aquí un análisis comparativo de los tres modelos para una mayor comprensión de la aplicación de uno de los tres a un caso práctico real, que es el capítulo 13.

Se ha comenzado con la elaboración de un cuadro resumen con los datos que hemos creído más relevantes para su posterior análisis:

	JIT	LEAN	KAIZEN
Nacimiento	<p>Situación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Crisis del petróleo ➤ Falta de recursos ➤ 1973 <p>Nace en Toyota</p>	<p>Causas:</p> <p>Ambiente muy competitivo.</p> <p>Necesidad de técnicas organizativas y de producción que les permita sobrevivir.</p>	<p>Uso del término “Kaizen” en 1986 por el japonés Masaaki.</p>
Definición	<p><i>“Producir los elementos que se necesitan en las cantidades en que se necesitan en el momento en el que se necesitan”.</i></p> <p>Es más que un método de planificación de control. Es una filosofía.</p>	<p>Es un sistema de mejora de la productividad asociada a la excelencia industrial.</p> <p>Teóricamente es: <i>“producción ajustada”.</i></p> <p>Es una filosofía de trabajo orientada a la mejora continua de los procesos y su optimización, eliminando los desperdicios e implicando a los trabajadores como responsables directos.</p>	<p>En un sistema de trabajo día a día. Existe una diferencia entre mantenimiento e innovación constante dentro del propio Kaizen y la magnitud de las tareas que realizan trabajadores y la alta dirección: gráfico.</p> <p>Kaizen es avanzar, buscar y utilizar nuevos métodos para la resolución de problemas.</p>

	JIT	LEAN	KAIZEN
Objetivos	<p>Se basan en la teoría de los 5 ceros.</p> <p>Están bien detallados en el libro: “las claves del éxito de Toyota”, con cada uno de los principios.</p>	<p>Entre los objetivos destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Reducción de los tiempos de preparación ➤ Células en U ➤ Reducir la variabilidad de procesos <p>Mayor fiabilidad de las máquinas</p>	<p>Los tres objetivos básicos se resumen en:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Participación ➤ Desarrollo de habilidades ➤ Efectos
Pilares	<p>Filosofía a largo plazo</p> <p>El proceso correcto producirá resultados correctos si se basa en flujos de una sola pieza, sistema pull, nivelado heijunka, estandarización, control visual.</p> <p>Aprendizaje, resolución de problemas y mejora continua: Kaizen</p>	<p>Filosofía: se extiende a toda la empresa</p> <p>Procesos: dirigir los procesos, one piece flow</p> <p>Personas: considerar al trabajador en toda su dimensión. Contrario al taylorismo</p> <p>Solución de los problemas: no huir de los problemas, no colocar parches, sino solucionar la raíz.</p>	<p>Resultados a largo plazo.</p> <p>Responsabilidad de los trabajadores.</p> <p>Orientado a todo tipo de organizaciones.</p> <p>Basado en el ciclo PDCA.</p> <p>Fin último: mejorar la calidad y satisfacción cliente.</p> <p>Los pilares principales son : 5S, TPM, SMED</p>
Técnicas	<p>SMED, KANBAN, HEIJUNKA, SHOJINKA, JIDOKA, RELACIÓN, TPM</p>	<p>5S, SMED, HEIJUNKA, JIDOKA, PARTICIPACION TRABAJADORES, JIDOKA, TPM, ONE PIECE FLOW</p>	<p>ESTANDARIZACIÓN, NIVELADO, EQUIPOS, RELACION CON PROVEEDORES, CIRCULOS DE CALIDAD, KANBAN, TPM, SMED, 5S, POKA YOKE</p>
Implantación	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Poner el sistema en marcha ➤ Educación, clave del éxito ➤ Mejorar los procesos ➤ Mejorar el control 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Diagnóstico y formación ➤ Diseño del plan de mejora ➤ Lanzamiento ➤ Estabilización de mejoras ➤ Estandarización ➤ Producción en flujo 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Definir el proyecto y los objetivos que se quieren lograr ➤ Seleccionar el equipo de trabajo y el área que se quiere mejorar ➤ Aplicar las mejoras

	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cómo establecer la relación con proveedores y clientes ➤ Mejora continua 		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Evaluación de los resultados ➤ Estandarización y expansión del proceso Kaizen
--	---	--	--

Tabla 9: cuadro resumen de JIT, Lean y Kaizen
Fuente: elaboración propia

Los tres sistemas tratan del empleo de nuevas técnicas y herramientas en el proceso productivo para conseguir mayor productividad y mayores beneficios aunque es cierto que cada uno de los sistemas engloba aspectos distintos en la organización. Veamos:

- El JIT es una filosofía, un método de planificación y control que debe ajustarse mediante la aplicación de técnicas o herramientas a la demanda y producir la cantidad exacta
- El modelo Lean es el modelo de producción ajustada, que utiliza métodos y herramientas para optimizar los procesos y la búsqueda de la excelencia empresarial en un ambiente competitivo.
- Y por último el sistema Kaizen es un sistema de mejora continua que debe implantarse día a día en la organización, buscando soluciones y métodos para la resolución de problemas.

Así mismo las semejanzas de los tres sistemas se pueden ver mejor en las fases de implantación de cada uno de los sistemas.

Los tres sistemas tienen las siguientes fases en común:

- Puesta en marcha del sistema, se definen los objetivos que se quieren lograr, la empresa toma conciencia de las mejoras que se quieren implantar.
- Educación, formación a los trabajadores.
- Seleccionar el equipo y el área piloto, que sirven de referencia para analizar los problemas y evaluar los resultados tras la implantación. Es conveniente que sea una parte de la planta pequeña, representativa y que tenga problemas aparentes.
- Aplicación y empleo de métodos, técnicas y herramientas, tanto métodos de mejora de los procesos como métodos de mejora de control y seguimiento de procesos.
- Estandarización y expansión, que supone ampliar la implantación del sistema del área piloto a toda la organización.

- Seguir mejorando. Continuar adaptándose a los cambios e investigando nuevos procesos.

Las herramientas y técnicas que pueden utilizar indistintamente los tres modelos, como la técnica SMED o el sistema Kanban, y el cambio de dirección que la gerencia de la empresa debe tomar me llevan a justificar la decisión de elegir uno de los tres sistemas para el caso práctico.

12.2 Elección de un sistema óptimo para el caso práctico

El caso a resolver, redactado con detalle en el punto 13, es la propuesta de un modo de organizar tres almacenes de repuestos de una empresa del sector de madera y corcho, y el posterior funcionamiento conjunto de los tres almacenes. Los tres almacenes son dirigidos por el mismo departamento y presenta las siguientes dificultades:

- i. Falta de unificación. Los tres almacenes están separados en tres espacios distintos de la fábrica.
- ii. Falta de organización. Los tres almacenes son de material de repuesto, pero no se encuentran bajo un criterio de orden, sino que existen tipos de cada material ubicados en los tres almacenes aleatoriamente.
- iii. Falta de codificación. Mucho material no se encuentra codificado y resulta difícil encontrar el material que se necesita en el momento.
- iv. Dificultad de realizar las tareas de orden, control y seguimiento. Debido a los problemas antes mencionados, los trabajadores del departamento tienen problemas para controlar los movimientos de entrada y salida del material del almacén. En la empresa utilizan la base de datos SAP para introducir estos movimientos de material, pero el funcionamiento de esos tres almacenes no es el apropiado.
- v. Falta de espacio. Hay mucho material que se encuentra superpuesto uno encima del otro. El espacio para la mercancía es insuficiente, pero existe material obsoleto e innecesario (sería conveniente que se hiciera un estudio para verificar su obsolescencia y tirarlo).

La situación actual de los tres almacenes es problemática para el correcto funcionamiento de la empresa. En el año 2011 existían los mismos inconvenientes en otro de los almacenes controlado por el mismo departamento. Viendo los trabajadores que la situación podía mejorarse con nuevos métodos, comunicaron sus propuestas a la dirección. La comprensión y aprendizaje de uno de los trabajadores sobre el Kaizen, hizo que adquiriera suficientes conocimientos y que transmitiera los beneficios de la implantación en el almacén a la gerencia.

Cuando la gerencia dio la aprobación, el trabajador se encargó de dirigir la propuesta de ubicación, orden, codificación y control del material y de que todo saliera según lo previsto. En un plazo de dos años y tras la mejora continua paso a

paso del almacén, los resultados que se habían expuesto a la dirección en “papel” se hicieron reales.

Durante un año se fueron observando los beneficios del sistema Kaizen y las medidas implantadas lograron las siguientes ventajas:

- Almacén limpio, ordenado e iluminado. El lugar de trabajo tiene que tener altas prestaciones. Los trabajadores pasan mucho tiempo allí y las condiciones laborales influyen en la realización de las tareas.
- Eliminación del material obsoleto e innecesario. Cada objeto tiene su lugar y no hay superposiciones.
- Recuperación de espacio en las estanterías al eliminar material que no se utiliza y no es necesario para la fábrica.
- Reubicación de las estanterías que contienen el material. Numeración de las estanterías. Señalización mediante carteles del orden del material y de la codificación. Facilita la localización de material. Mayor control visual.
- Las actividades de entrega y recepción de nuevo material y control de los trabajadores de la mercancía a través del SAP se ubicaron en el centro del almacén en un mostrador. Mayor comodidad de los trabajadores cuando tienen que buscar un material.
- Mejora de los procesos de recepción del material y su posterior distribución. Los trabajadores conocen el orden del material y reducen el tiempo de búsqueda del material que necesitan.
- Formación al resto de trabajadores que van a tener contacto con el almacén de las mejoras implantadas.

Los trabajadores han visto los beneficios del Kaizen. Es reconocido por las empresas que los trabajadores suelen presentar resistencia a los cambios, les supone un mayor esfuerzo aprender y prestar atención a nuevo método o forma de trabajar y prefieren seguir el funcionamiento que ya conocen. Pero si se les forma y educa para hacerles comprender que los beneficios del Kaizen les van a producir mejoras en sus condiciones y ambiente de trabajo, se sentirán más motivados y no mostrarán resistencia.

Los principios de participación de los empleados en las mejoras y decisiones de la empresa, eliminación y reducción de tiempos de espera y de búsqueda de material, mayor control visual y fácil localización, técnicas de almacenaje y funcionamiento han hecho que el Kaizen sea un éxito para esta empresa.

Por todos los beneficios mencionados y si añadimos la consideración de que los trabajadores ya conocen las técnicas del Kaizen, la elección de un sistema Kaizen para la nueva propuesta de unificación y organización de los tres almacenes creemos que es la mejor opción.

Se intentará seguir el funcionamiento y método de trabajo del almacén 01, pero el material a ordenar tiene dimensiones y características distintas que habrá que considerar, para reorganizar el espacio disponible

Parte V

Aplicación del sistema Kaizen a un caso práctico real

13. Caso práctico

- 13.1 Introducción
- 13.2 Presentación de la empresa
- 13.3 Situación actual y punto de partida del Kaizen
- 13.4 Alcance: tareas a realizar
- 13.5 Criterios de orden del material
- 13.6 Herramientas del Kaizen implantadas
- 13.7 Plazos del proyecto
- 13.8 Presupuesto
- 13.9 Conclusiones del caso práctico

13. Caso práctico

13.1 Introducción

La realización de prácticas externas por los estudiantes de ingeniería se ha convertido en una asignatura obligatoria. Todos los estudiantes deben hacer un mínimo de 150 horas en una fábrica o empresa y tratar temas o asuntos relacionados con ingeniería.

En mi caso he tenido la suerte de hacer las prácticas en la empresa de Valladolid Tableros Tradema S.L. que se encuentra en la Avenida de Burgos. Estuve dos meses, todas las mañanas. En mi entrevista con el director, me propuso la realización de una unificación y reorganización de tres de los almacenes de la empresa, concretamente los almacenes de repuestos, bajo un criterio pensado y propuesto por mí como futura ingeniera de organización industrial. Me explicó un poco la situación actual: el material en el almacén se encuentra muy desordenado y el tiempo que los trabajadores tardan en comprobar si existe un elemento concreto era muy elevado. Además esto unido a las malas condiciones y estado del almacén, dificultaba ordenar el material.

Al principio me pareció un gran reto, incluso algo difícil para mí. Era la primera vez que se me daba la oportunidad pero también la responsabilidad de hacer un caso real. Las dos primeras semanas fueron de aprendizaje y conocimiento de la historia, sector y actividades que realizaba la empresa. Tuve la suerte de tener un gran compañero en el trabajo que me ayudó en todo lo que pudo y me explicaba el funcionamiento de la fábrica.

Después de esas dos semanas de conocimiento de la empresa, y de estudiar el inventario de los almacenes que tenía que ordenar, la situación y espacio disponible y el funcionamiento de entrada y salida del material del almacén, creí que la mejor opción era utilizar un criterio que ayudase a la mejora continua y permitiese seguir avanzando y no quedarse en una única propuesta, de ahí el nacimiento de la idea de realizar un Kaizen.

13.2 Presentación de la empresa

13.2.1 Historia y sector de la empresa

La empresa Tableros Tradema S.L. es una entidad creada en 1946 y pertenece al sector de madera y corcho. En 1951 la empresa fabricó su primer tablero y ha ido

creciendo exponencialmente, hasta extenderse no sólo en España sino también por América y el resto de Europa, como por ejemplo en Francia o Canadá. Otro de los nombres con los que se relaciona la entidad Tableros Tradema es Tafisa, y a partir de aquí utilizaré ese término por brevedad.

La empresa fue adquirida por el grupo SONAE INDUSTRIA en 1993. SONAE INDUSTRIA es una de las entidades más grandes de fabricación de tableros de madera en el mundo. Tiene varios centros por España, entre los que destacan por su rentabilidad y productividad el centro de Valladolid y el de Linares.

Tafisa fabrica tableros derivados de la madera y ofrece una amplia gama de productos. En concreto en la fábrica de Valladolid se producen tableros de fibra de densidad media, también llamados MDF. Hasta hace unos años, aproximadamente 10, existían dos líneas de producción en la fábrica. Una encargada de los tableros de fibra y otra producía tableros particulados.

Actualmente el único tablero que se produce en Valladolid es el de fibra, si bien es cierto que las operaciones de embalaje y acabado son distintas dependiendo del destino del producto: por ejemplo tableros de diferentes colores, tamaños, densidades y tamaños.

13.2.2 Organigrama de la empresa

Debido a la complejidad de todo el conjunto SONAE INDUSTRIA nos vamos a centrar en la fábrica de Valladolid y en describir los conocimientos que se han adquirido sobre ellas.

La factoría de Valladolid está dirigida por un gerente. La organización se divide en departamentos, al frente de cada uno está un jefe de departamento. El resto de trabajadores realizan funciones administrativas y otros son operarios. Los operarios se distinguen por las tareas que llevan a cabo: control, mantenimiento y manejo de las máquinas, mecánicos, eléctricos y otros especialistas. A su vez existen operarios que pertenecen al propio grupo de Tafisa y otros pertenecen a una empresa externa. Aunque no es muy frecuente, puede haber estudiantes o personas realizando prácticas después de ciclos formativos o como en mi caso, realizando prácticas como becario. A modo de resumen un pequeño organigrama puede ser el siguiente.

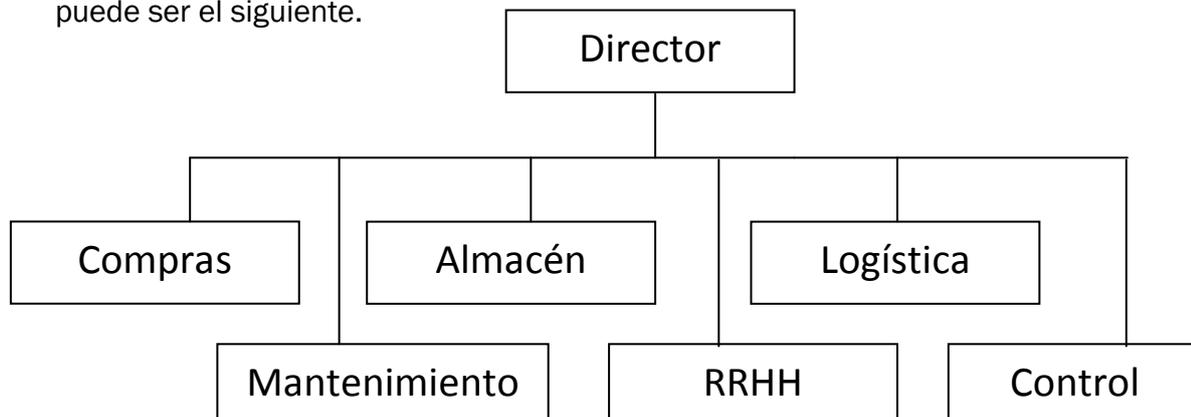


Figura 22. Organigrama de la empresa Tableros Tradema S.L.
Fuente: elaboración propia

Esos son los distintos departamentos de la fábrica de Valladolid. Cada departamento realiza unas funciones:

- Departamento de mantenimiento: es uno de los departamentos fundamentales. Se encargan de que todas las máquinas y equipos estén en perfecto estado y que funcionen con normalidad. El día más importante para ellos es el día en el que se hace una parada y se revisa la línea de producción. La parada en esta fábrica se realiza una vez a la semana, concretamente los jueves, y la duración es aproximadamente de 4 o 5 horas.
- Departamento de logística: en este departamento se encargan de planificar y programar la llegada de camiones con la materia prima (los troncos) y con otros productos imprescindibles para el proceso de fabricación del tablero, como son la urea o la cola.
- Departamento de RRHH: es el departamento de contratación, despidos y selección del personal y planifica las vacaciones y horarios de los trabajadores.
- Departamento de control: la línea está cada vez más automatizada, existen por ejemplos dos formas de embalar el tablero, ambas realizadas por robots. La sala de control de la organización es una parte también fundamental pues desde ahí se controla cualquier avería o anomalía y se trata de dar respuesta lo antes posibles. Algunos de los autómatas que tiene la fábrica son PLC´s.
- Departamento de compras y almacén: aunque son dos departamentos distintos, están muy ligados porque el jefe de compras es también el supervisor del almacén. En el departamento de compras se realizan las tareas de selección de proveedores y compra de material de repuestos cuando existe una avería o una necesidad de un componente. En el departamento de almacén se ordenan los materiales que adquiere el departamento de compras y se ordena en los distintos almacenes que posee. Más adelante se detallarán los distintos almacenes para entender el caso práctico. En este departamento es en el que se ha estado trabajado el Kaizen.

Programas formativos: aunque no sean de departamentos propios de la empresa existen actualmente dos programas de formación para los trabajadores.

- Clases de inglés con profesores, algunos de ellos nativos, para los trabajadores de la empresa que quieran aprender o perfeccionar el idioma.
- Formación de Kaizen. Estos programas van dirigidos a los cargos más altos, no a todo el personal como las clases de inglés. Son proyectos de formación en la filosofía Kaizen que se imparten en grupos pequeños por personas con experiencia y conocimiento sobre el tema. Algunos son en Madrid y otros en Valladolid, y son a nivel de todo el grupo SONAE.

13.2.3 Actividad industrial de la empresa

En la fábrica de Valladolid existe maquinaria y equipos de todo el proceso de transformación, desde la llegada de los troncos hasta el tablero de fibra acabado. Luego esos tableros son transportados en camiones y enviados a los clientes. Como ya he dicho, existe una única línea que fabrica tableros de fibra.

La línea de producción cuenta con diferentes fases o etapas por las que pasa la madera, que se va a intentar describir a continuación:

- Descortezado: se elimina la corteza del tronco
- Parque de madera: astilladora: los troncos son triturados y se forma la astilla
- Melanina
- Caldera
- Desfibrador: lavado de astillas
- Encolado: la astilla se encola. La cola es uno de los materiales más caros
- Secadero: para el secado de la astilla
- Formadora: para dar forma al tablero
- Prensa: la astilla se une a presión con gran fuerza
- Sierras en línea: ambas máquinas para cortar el tablero dependiendo del tamaño que se quiere obtener
- Sierras de corte a medida: ambas máquinas para cortar el tablero dependiendo del tamaño que se quiere obtener
- Lijadora: para un acabado más perfecto del tablero
- Embalaje y fleje: para proteger al tablero en los periodos de almacenaje y transporte hasta el cliente

En la actualidad la línea de producción está funcionando las 24 horas del día los 7 días de la semana descontando las horas de parada de la fábrica de los jueves, en las que los trabajadores de mantenimiento realizan sus funciones para comprobar que todo marcha según lo previsto.

La fábrica de Valladolid es una de las más consolidadas del grupo, teniendo en cuenta la rentabilidad del proceso de producción. Las tareas que desempeñan los trabajadores son productivas y el rendimiento del tablero como producto terminado es muy elevado. La empresa fabrica bajo pedido, tratando de reducir los costes en producción, costes laborales, costes de mantenimiento y también tienen una selectiva red de proveedores, con la que los acuerdos son beneficiosos para ambas partes y obtienen generalmente los suministros en las fechas y plazos fijados.

A pesar de que la empresa ha tenido también sus crisis y momentos más delicados, la situación actual es óptima y los empleados están satisfechos de los resultados.

13.3 Situación actual y punto de partida del Kaizen

Situación actual

El presente caso práctico tiene como objeto la reorganización y unificación de tres almacenes de la empresa Tableros Tradema Valladolid del grupo SONAE INDUSTRIA.

La fábrica tiene los siguientes almacenes:

- Almacén de materia prima
- Almacén de aceites
- Almacén de producto terminado
- Almacén 01
- Almacén 02
- Almacén 03
- Almacén 04

Los almacenes 01, 02, 03 y 04 están controlados por el departamento de almacén y son almacenes de repuestos. Tienen material que en caso de avería o retraso en el pedido de algún material se evita que la línea de producción se pare y se repone el material sacado del almacén lo antes posible. De esta forma la rentabilidad y productividad aumenta y la fábrica sigue produciendo tableros al ritmo habitual.

La diferencia entre los almacenes 01, 02, 03 y 04 es el tamaño del material almacenado. El almacén 01 realizó durante dos años (2011-2013) la aplicación del sistema Kaizen para organizar el material y unificarlo por grupos o familias. Todo el material en este almacén tiene su código y ubicación única y el almacén está limpio, ordenado y bien controlado.

En vista de los buenos resultados del Kaizen 01, la propuesta es realizar un Kaizen en los almacenes 02, 03 y 04. . El Kaizen es un método de mejora continua que busca aumentar la rentabilidad de las empresas. Si se aplica el método Kaizen a reorganizar el almacén, se consiguen eliminar las actividades improductivas y solo se realizan las actividades que generen valor. En este caso, reducir el tiempo que tardan los operarios en buscar el material que necesitan y simplificar las tareas administrativas.

Cualquier organización, sea cual sea la actividad a la que se dedique, siempre debe mejorar a efectos de hacer un mejor y más eficiente uso de los recursos de los que dispone, logrando de tal forma satisfacer la mayor cantidad de objetivos posibles. El fin último de toda organización debe ser la satisfacción del cliente, el cliente es lo primero. Y en base a ello reorganizar su estructura interna y las actividades que realiza. Y por eso si se minimizan las actividades que se hacen en el almacén que no aportan valor, ayudará a la empresa a aumentar su productividad.

Con la implementación del Kaizen en el almacén se pretende adecuar y adaptar las diferentes herramientas, instrumentos y métodos que emplea el propio Kaizen a las características de la empresa y en concreto al departamento de almacén.

Punto de partida.

Con ayuda de los datos de inventariado y el conocimiento de la fábrica y de su funcionamiento por parte de los trabajadores, se va a realizar un estudio detallado del material que existe y que hay que organizar, comenzando por el reagrupamiento en subgrupos de los componentes. La unificación de los tres almacenes en uno va a beneficiar tanto a los operarios como a los trabajadores que controlan el inventario, ya que el mismo departamento supervisa los tres almacenes.

Además uno de los problemas que se ha observado durante la estancia en la organización es que los operarios que vienen al almacén en busca de material tardan un tiempo bastante elevado en encontrar lo que necesitan. La razón: la desorganización del material. Si a esto se le añade que cuando los operarios necesitan el material los trabajadores del departamento de almacén no se encuentran en la fábrica, éstos no les pueden ayudar y el tiempo que tardan en encontrarlo se incrementa. Por estos motivos es preciso la reorganización y unificación de los tres almacenes.

13.3.1 Objetivos

Los objetivos del caso son dos:

- 1. Organizar el material**
- 2. Unificar el material en un único almacén**

Con el almacén de repuestos ordenado se solucionan muchos de los problemas que existen ahora para controlar cualquier movimiento de entrada o salida del almacén así como las siguientes ventajas:

- ✓ Ahorro de tiempo
- ✓ Ventajas administrativas
- ✓ Buena organización
- ✓ Un único almacén limpio y estructurado
- ✓ Un lugar concreto para cada material

13.3.2 Evaluación del éxito de la realización del Kaizen

El caso práctico puede considerarse como la implantación de un proyecto Kaizen a la empresa. En el ámbito amplio de proyecto, para que un proyecto tenga éxito debe cumplir tres objetivos. Estos objetivos tienen que definirse antes de comenzar el proyecto para luego evaluar el éxito o fracaso. Los objetivos están muy relacionados entre sí y quedan definidos en el llamado “triángulo de hierro” de la siguiente forma:

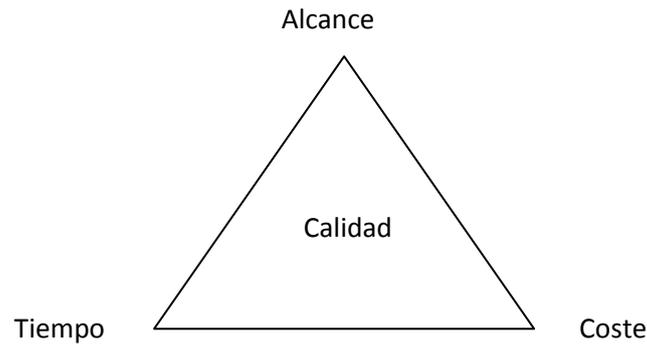


Figura 23. Triángulo de hierro éxito de un proyecto
Fuente: elaboración propia

1. **Alcance:** cuántos requisitos o tareas hay que realizar. La tarea principal es la reorganización y unificación en un nuevo almacén. Pero para llegar ahí están las tareas previas de contratación del personal para realizar el Kaizen, trabajo con la nueva organización del material, tareas de orden, limpieza y acondicionamiento etc...
2. **Tiempo o plazo:** es la planificación del proyecto, cuánto va a durar la realización del proyecto. Requisito también fundamental en cualquier proyecto para que sea un éxito.
3. **Coste o recursos** que se necesitan y que se van a dedicar al proyecto. Consiste en la financiación y presupuesto del proyecto: dinero, recursos humanos etc... Para que sea un éxito en cuanto a coste el coste real no debe superar al coste presupuestado.

A estos tres objetivos se le añade la **calidad**, es decir, que el resultado del proyecto cumpla con los requisitos establecidos.

Recientemente se ha introducido un nuevo objetivo clave en el éxito de un proyecto y es considerar a los **stakeholders** que es el grupo de interés en la realización del proyecto. Se deben tener en cuenta no solo a los que pueden tener un impacto positivo en la empresa sino también los que pueden influir negativamente. Concretamente en el presente proyecto los grupos de interés son los responsables de almacén, los operarios (mecánicos, eléctricos u otros especialistas) y el personal administrativo de compras.

- **Los responsables de almacén:** se espera que vean simplificada la tarea de localización de cada material en cada momento.
- **Los operarios** que necesitan un material específico en un momento concreto. Puede que los operarios necesiten el material cuando los responsables de almacén no se encuentran en la fábrica. Con esta nueva organización encontrar el material que desean es más simple: está ordenado correctamente y existen carteles de fácil visualización que indiquen grupos y subgrupos.

- **El personal administrativo** que controla el material y el inventariado. En la base de datos SAP debe aparecer todo el material y su correspondiente ubicación. Si cada material tiene un único lugar para colocarse, es más fácil controlarlo. De esta forma cuando necesiten realizar un pedido, de una forma más rápida pueden saber si se encuentra en el almacén o tienen que realizar una compra.

Una posible evaluación de los stakeholders es clasificarlos en función de:

- Impacto en el proyecto, que puede ser positivo o negativo
- Influencia en el proyecto, que puede ser alta, media o baja
- Inquietudes, mejoras que van a percibir con el proyecto
- Estrategias de gestión, funciones que debe realizar la organización para gestionar la influencia de los stakeholders y que no se opongan a la realización del proyecto.

El siguiente cuadro es una clasificación de los stakeholders definidos en el proyecto Kaizen de organización y unificación de los tres almacenes:

STAKEHOLDER	IMPACTO	INFLUENCIA	INQUIETUDES	ESTRATEGIAS DE GESTIÓN
Responsables de almacén	Positivo	Alto	Ahorro de tiempo. Mejoras en el control. Mejoras en el seguimiento del material. Conocimiento de la ubicación del material.	Recompensas por sugerencias. Educación en el sistema Kaizen y de sus ventajas. Formación de la utilización del código de barras.
Operarios	Positivo	Media	Ahorro de tiempo. Conocimiento de la ubicación del material.	Involucrar a los operarios en los procesos de formación. Educación en el sistema Kaizen y de sus ventajas. Formación de la utilización del código de barras.
Personal administrativo	Positivo	Media	Ahorro de tiempo. Ventajas administrativas. Menos operaciones con SAP.	Educación en el sistema Kaizen y de sus ventajas.

Tabla 10. Clasificación de los stakeholders
Fuente: elaboración propia

En este caso concreto no existen personas que estén influyendo negativamente en la realización del proyecto y que requieran de una gestión y un trato especial, lo que supone una ventaja para la organización y para el éxito del proyecto.

Existen muchos métodos o técnicas que sirven para evaluar si por ejemplo en el punto medio de realización del proyecto las tareas se están elaborando según lo previsto, si el proyecto lleva retraso o un sobrecoste. Algunas de las herramientas se describirán en los puntos siguientes de alcance, coste y tiempo.

13.4 Alcance: tareas a realizar

13.4.1 Funciones

La parte del alcance es una de las más importantes. Se deben definir previamente cuales son las tareas a realizar para que a medida que avanza la ejecución del Kaizen la evaluación de las funciones nos pueda dar una idea del grado de cumplimiento y del desempeño.

Para implantar el Kaizen en la situación actual del almacén y del departamento son muchos los factores que hay que tener en cuenta. Los problemas que existen de desorden y falta de codificación unidos a la falta de espacio hacen que la propuesta de tareas sea difícil.

Los objetivos que hemos definido se podían englobar en dos grandes grupos organizar el material y unificar el material. A partir de estos objetivos vamos a ver qué funciones hay que realizar en cada uno de ellos:

1. Organizar el material

La primera función es realizar un inventariado de todos los materiales que hay que ordenar, porque si no se conoce la cantidad y dimensiones del material, no se va a poder proponer un criterio de orden. La empresa tiene como sistema de base de datos el SAP, y a través de él se puede acceder a la carpeta de almacén y al material que controla el departamento que queremos organizar. Una de las funciones del SAP es pasar los datos del material a una hoja Excel, que es más fácil de manejar y será útil para posteriormente modificar elementos y añadir alguna columna con más información. Algunos de los datos más relevantes que vamos a utilizar del SAP son: código del material, descripción breve del material, stock, valor total (en euros) y la ubicación actual.

Ejemplo de un motor del Almacén 02:

Almacén	Código	Descripción	Valor total	Estado	Ubicación	SM	PP	SR
729I	4110173062	MOTOR: INDUCCION SIEMENS 1LE1501-3AB03-4AA4. 110KW	0	VB	02W20	1	1	1

Tabla 11. Ejemplo de un motor del almacén 02.

Fuente: elaboración propia

- ▶ **Almacén:** a que almacén va de la fábrica
- ▶ **Código:** código del material
- ▶ **Descripción del material**
- ▶ **Valor total:** valor del material. Cuando es 0 es porque se considera de inversión y no tiene valor hasta que no se consume.
- ▶ **Estado.** Existen dos criterios para la fábrica. VB: cuando el stock real es menor que el stock mínimo la información pasa directamente al

departamento de compras para pedir el material. ND: cuando el stock real es menor que el mínimo, no se hace nada hasta que no se considera si el material debe reponerse o ya está obsoleto.

- **Ubicación:** ubicación actual del material
- **SM, PP y SR:** son stock máximo, punto pedido (stock mínimo) y stock real respectivamente.

El inventariado final constaba de tres almacenes, en los que aparecen los datos antes mencionados en el ejemplo del motor de cada uno de los elementos:

- Almacén 02: 449 elementos
- Almacén 03: 219 elementos
- Almacén 04: 56 elementos

El almacén más complejo en cuanto a número de elementos es el Almacén actual 02. Como ya hemos dicho, los tres almacenes son almacenes de repuestos y los materiales más importantes son sistemas de accionamiento como motores o reductores, sistemas de transmisión de potencia y sistemas de transporte. Los sistemas de transporte en este caso son las cintas o bandas que mueven el tablero y lo llevan de una máquina a otra. No obstante existe mucha más variedad de material.

La cantidad elevada de material a ordenar y las dimensiones de alguno de ellos son las primeras dificultades. Con la lista de material hay que ir al almacén y comprobar que la descripción, ubicación y stock del material coincide con la del SAP. Además de la lista de elementos que proporciona el SAP existen objetos, principalmente motores y algún material eléctrico, que no tiene ficha ni código. Será necesario anotar en una hoja la descripción, stock y ubicación actual para considerarlos en la nueva organización.

Aunque sea difícil de escoger un criterio fijo aquí, tras el acercamiento al listado de material y al contacto directo con el material en el almacén, se puede ir viendo:

- Los elementos a ordenar de mayor tamaño: cintas y bandas, y cableado eléctrico.
- Los elementos que más aparecen: motores o reductores.
- Los elementos más antiguos, que pueden incluso considerarse como obsoletos porque ahora se utiliza mecanismos más eficientes y evolucionados.
- Los elementos, como las electroválvulas, que pueden ordenarse en base a diferentes criterios: ¿se considera una válvula o un material eléctrico?
- Los elementos como las parrillas que se utilizan exclusivamente para la Caldera de la línea de producción.

Esta información da pistas de la propuesta de orden a seguir. Los distintos materiales, tamaño, forma y características van a ser los primeros detalles que me

ayuden a clasificar los materiales en función del espacio disponible y de la cantidad de elementos de cada material, entre otras cosas.

2. Unificar el material

Ahora es el turno de unificar el material. La orden del director es unificar los almacenes 2, 3 y 4 en uno solo. Actualmente los tres almacenes aunque están supervisados por el mismo departamento, están limitados y se encuentran en sitios distintos de la fábrica. Para una mayor comprensión se ha hecho un plano aproximado de las dimensiones de cada almacén y de su ubicación, que se muestra a continuación:

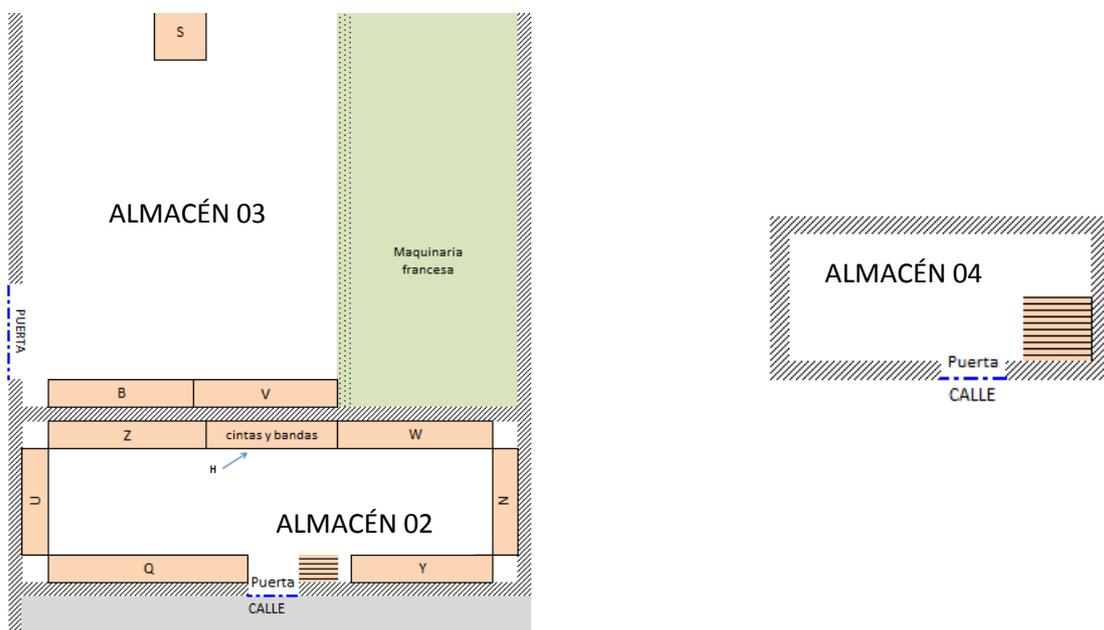


Figura 24. Almacenes 02, 03 y 04 originales.
 Fuente: elaboración propia

Los almacenes 02 y 03 están adyacentes uno a otro pero están separados por un tabique por lo que cada uno tiene su propia puerta de acceso. El almacén 04 se encuentra separado y lejos de ellos en otra parte del almacén. El tamaño de los almacenes es aproximado para tener una visión comparativa. La parte de maquinaria francesa del almacén 03 es máquina que ocupa parte de nuestro almacén pero que no se puede quitar porque la han destinado a la fábrica de Valladolid. El almacén 03 tiene más dimensiones de las que aparece en la fotografía, como puede verse en la estantería S que no es que haya un tabique detrás, sino que sigue unos cuantos metros más. El problema está en que el departamento de almacén sólo tiene espacio hasta la estantería S, el resto del almacén es para el departamento de logística de producto terminado donde se almacenan los tableros de fibra a la espera de ser enviados a los clientes.

Almacén 02

En el almacén 02 los elementos son los que se encuentran mejor ordenados. Todo el almacén está organizado en estanterías, cada estantería está nombrada con una letra: Q, U, Z, cintas y bandas que es la letra H, W, N e Y. Todas las estanterías están divididas en módulos de 1.9 y 2.8 metros, en las de 1.9 metros caben dos palets europeos, y en las de 2.8 metros caben tres palets. Debido a que el tamaño y el peso de los materiales son grandes, todo el material se coloca en palets en las estanterías. Exceptuando la estantería de cintas y bandas, que es una estantería de brazos, porque las cintas son alargadas de unos 3 metros y la estantería de palets no es adecuada, y una pequeña estantería que hay al lado de la puerta, que contiene rodillos y ejes, también por las características de los elementos es una estantería de brazos.

Con toda esta información se puede pensar que el material está bien ordenado en el almacén 02, pero la realidad es otra. Los motores se encuentran por las distintas estanterías, todos ellos mezclados con el resto de material. Por ejemplo tenemos cadenas o sistemas de transmisión de potencia por todo el almacén 02 y por los almacenes 03 y 04 también hay. Es decir, que la desorganización se debe a que no están todos los motores con los motores en la misma zona y además no se encuentran ordenados con un criterio contundente, sino que se han ido colocando según se han comprado o repuesto.

El criterio que se debe buscar debe ser único y válido para todo el material y que permanezca fijo, no que cada vez que un material se repone o se saca del almacén para su utilización, en su hueco se coloque otro cualquiera.

Almacén 03.

Si el almacén 02 parecía ordenado en el plano y ya hemos visto las dificultades que tiene, es fácil de explicar que en el almacén 03 pasa algo parecido pero a mayores está la inexistencia de estanterías estándar en módulos para colocar el material en palets. En el almacén 03 solo existen tres estanterías, la B, la V y la S. el resto de material se encuentra por el suelo. La mayor parte de material sin ordenar y ubicarías son tuberías y accesorios, como los racores, y el cableado eléctrico. Algunos cables están en bobinas y otros están enrollados en palets. La diferencia está en el método de pedido, si se necesita la bobina de cableado entero el formato es una bobina y si se pide el cable por metros, te lo mandan enrollado. Aunque la evaluación se hará más tarde, se pensó en comprar estanterías específicas para almacenar las bobinas, como las de la siguiente fotografía:



Figura 25. Estantería de Mecalux para bobinas
Fuente: "www.mecalux.es"

Almacén 04

Por último el almacén 04, que solo tiene una estantería de brazos, que almacena ejes y rodillos de gran longitud. El resto de material también se encuentra en palets en el suelo. Del material más importante aquí están las mangas de tuberías, que funcionan como filtros y las parrillas. Para que el lector pueda hacerse una idea de lo que es una estantería de brazos, presento la siguiente fotografía:



Figura 26. Estantería de Mecalux de brazos.
Fuente: "www.mecalux.es"

Una vez que se han descrito cada uno de los almacenes y la situación en la que se encuentran se puede entender mejor el objetivo final: el fin del proyecto es unificar todo el material en un solo almacén y ordenarlo en base a un criterio.

En el siguiente capítulo se van a plantear cuáles han sido los problemas encontrados en la realización de las dos tareas.

13.4.2 Problemas encontrados

Primer problema: falta de espacio.

El principal problema que se ha encontrado es en la unificación del material. Dadas las dimensiones de los tres almacenes y la cantidad de material a almacenar la idea de meter todo el material en el almacén 02 o en el 03 o en el 04 es prácticamente imposible. En un primer momento se consideró introducir nuevas estanterías en el almacén 02 porque todas las estanterías actuales del almacén 02 están llenas. Esta idea ayudaría a aprovechar mejor el espacio, por ejemplo de la siguiente forma:

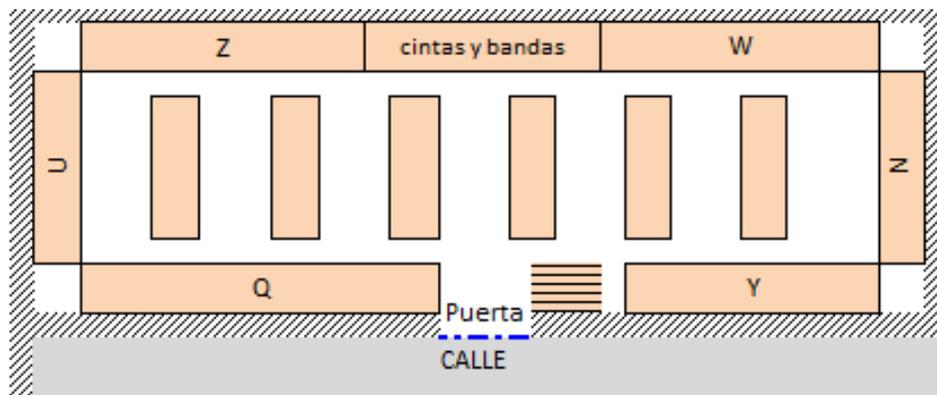


Figura 27. Primera propuesta de solución.
Fuente: elaboración propia

Esta idea se propuso al principio a Miguel el del almacén. Como ya hemos dicho existe material realmente pesado y para moverlo es necesario el empleo de una carretilla que levante y coja el palet de la estantería y baje el material, por lo que la carretilla tiene que tener espacio suficiente de maniobra para circular por el almacén y acceder a todos los rincones de la estantería. La situación actual de estanterías es la idónea para el buen manejo de la carretilla y no se pueden instalar nuevas estanterías. Por lo que esta primera idea queda descartada.

Una segunda idea fue desplazar el material de los tres almacenes al almacén actual de producto terminado. Es un almacén nuevo, que se encuentra en perfectas condiciones y además está situado cerca del departamento de compras y del almacén 01. El espacio que hay es suficiente para instalar las estanterías y unir todo el material de los almacenes 02, 03, y 04. La propuesta detallada en el plano puede tener el siguiente aspecto:

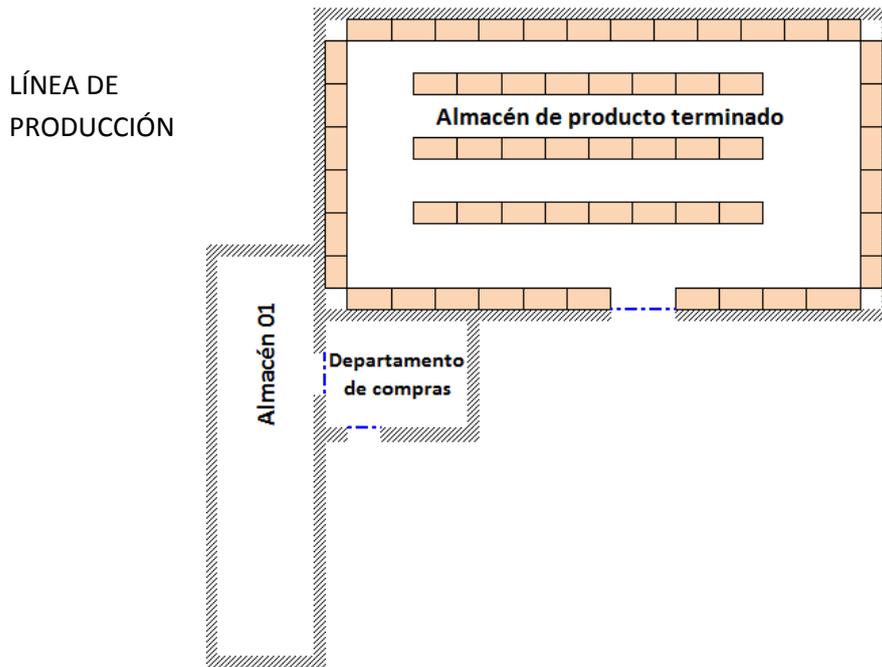


Figura 28. Segunda propuesta de solución.
Fuente: elaboración propia

El almacén de producto terminado podría distribuirse de esa manera en función del espacio, colocando las estanterías de forma que exista suficiente espacio de maniobra para la carretilla, eliminando la puerta de acceso del almacén con la fábrica y construyendo una puerta más cercana al departamento y almacén 01. Además el almacén está cerca del almacén 01, del departamento de compras y de la propia fábrica. Esta solución sería adecuada si no fuera porque el tablero terminado no se puede desplazar al almacén actual de repuestos. El material de repuestos tiene pocos movimientos, considerando que se accede a él 3 o 4 veces al día. El material de producto terminado se almacena únicamente unas horas o días, está en continuo movimiento para cargarse a los camiones y enviarse a los clientes. De forma que es conveniente que esté cerca de la fábrica y en buenas condiciones. Por tanto la idea de desplazar el material de repuesto al almacén de producto terminado y viceversa también fue descartada.

Estas dos primeras propuestas que se pensaron durante los primeros días no solucionaban el problema de la falta de espacio. Y este problema va ligado al material a almacenar.

Segundo problema: criterio de orden del material.

Se ha ido viendo a lo largo del caso práctico el elevado número de elementos a ordenar. Según se iba comprendiendo la descripción de cada material se fueron creando distintos grupos en diferentes hojas Excel. Los primeros grupos que desarrollamos fueron, por ejemplo para el almacén 02:

- Moto-reductores, servomotores, motores, sistemas de acoplamiento, actuadores, bandas, bombas, cadenas, cepillos, cilindros, correas, criba, cuchillas, ejes, eslabón, reductores, regletas, rodillos, segmentos, soportes, tamiz, tapas y válvulas,

Según se iba avanzando y adquiriendo conocimientos, nos dimos cuenta de que el número de grupos debía ser el menor posible y que el criterio de orden fuera simple para que todos los trabajadores que acceden al material en busca de algún elemento comprendan la idea. Este es uno de los principios del Kaizen: ideas simples, que sean fáciles de entender para todos. Por lo que crear grupos en base a criterios técnicos y muy específicos no era una buena idea.

Otra de las cosas que vimos fue que había separado en grupos elementos que debían pertenecer al mismo grupo, pero que por la falta inicial de conocimiento no lo podía saber. Por ejemplo los eslabones del almacén 02 son partes de cadenas, por lo que deberán agruparse con las cadenas del almacén 02 y también con las que hay en el almacén 03.

Como puede verse, todos estos problemas que fueron apareciendo al principio se iban solucionando poco a poco a medida que pasaban los días y que fuimos adquiriendo mayor habilidad.

13.4.3 Solución planteada y plano del almacén

Solución al problema de unificar el material

El impedimento de guardar todo el material en el almacén 02 me llevó a la siguiente propuesta: unificar los almacenes 02 y 03 con un acceso. Es una buena idea porque los almacenes son colindantes y porque se duplicaría el espacio actual del almacén 02. Sin embargo hay muchos aspectos que hay que considerar:

1. Realización de una obra civil:

Para crear un acceso es necesario hacer una obra civil para picar y abrir la pared. Por las condiciones actuales del almacén 03 y ya que nos metemos en obra civil, será conveniente reparar una parte del suelo que tiene unos carriles metálicos. Ese almacén anteriormente era una línea de producción e iba maquinaria por esos carriles. Y como broche final a la obra civil y para una mejor concepción de que los almacenes 02 y 03 se van a juntar y van a ser uno solo, mi propuesta es cerrar una de las dos puertas de acceso y delimitar el espacio en el almacén 03 hasta la estantería S.

Se hizo un estudio de las dos puertas de acceso, la del 02 y la del 03. Existe material del almacén 03 que se necesita transportar con una carretilla más grande que no entra por ninguna de las puertas actuales, sino que entra por la puerta del almacén 03 al que acceden los del departamento de logística (con los tableros acabados). Si vamos a delimitar nuestro espacio del suyo, es imprescindible construir una puerta del mismo tamaño de esa, de 4.5

metros de ancho y 5 metros de alto. La puerta del 02 tiene por la parte de arriba unos cables eléctricos y es más compleja su ampliación, por lo que la decisión es ampliar la puerta de acceso del almacén 03.

2. Acondicionamiento de paredes, techo e iluminación:

Tanto el almacén 02 como el almacén 03 tienen años de antigüedad desde su construcción. Las paredes y el techo no se encuentran en perfecto estado y es necesario alicatar las paredes del almacén 03 que son las que peor están y pintar todas las paredes y techos de los dos almacenes. Se incluye aquí también la instalación de sistemas de iluminación más potentes, ya que los que hay iluminan poco y apenas entra luz natural porque existen pocas ventanas.

3. Instalación de nuevas estanterías

El almacén 02 está lleno de estanterías y el espacio disponible está bien aprovechado, situación contraria al almacén 03. Apenas hay estanterías instaladas y la mayor parte del material se encuentra en el suelo. La idea es instalar módulos de las mismas dimensiones que las del almacén 02, para almacenar los palets de tamaño europeo por todo el almacén 03. No obstante hay que tener en cuenta la existencia de unos pilares en el almacén 03, por los que la carretilla no puede acceder ni tener fácil maniobra, así que la solución es construir estanterías entre los pilares para que la carretilla por ese espacio no pase. En definitiva, que quede un almacén en forma de U.

Estas tres ideas quedan reflejadas en el siguiente plano para una mayor comprensión.

Este es el paso de un plano a otro:

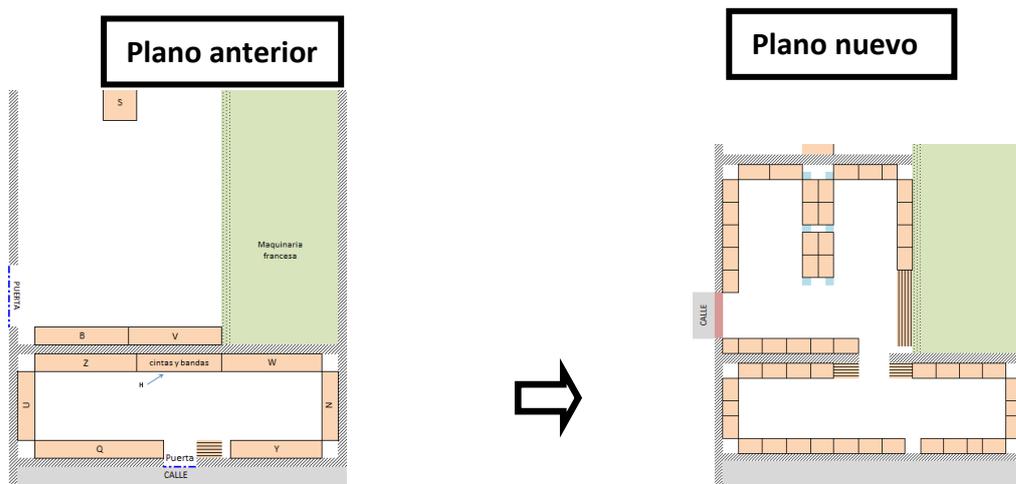


Figura 29. Tercera propuesta y solución aprobada.
Fuente: elaboración propia

Este es el plano con las ideas implantadas:

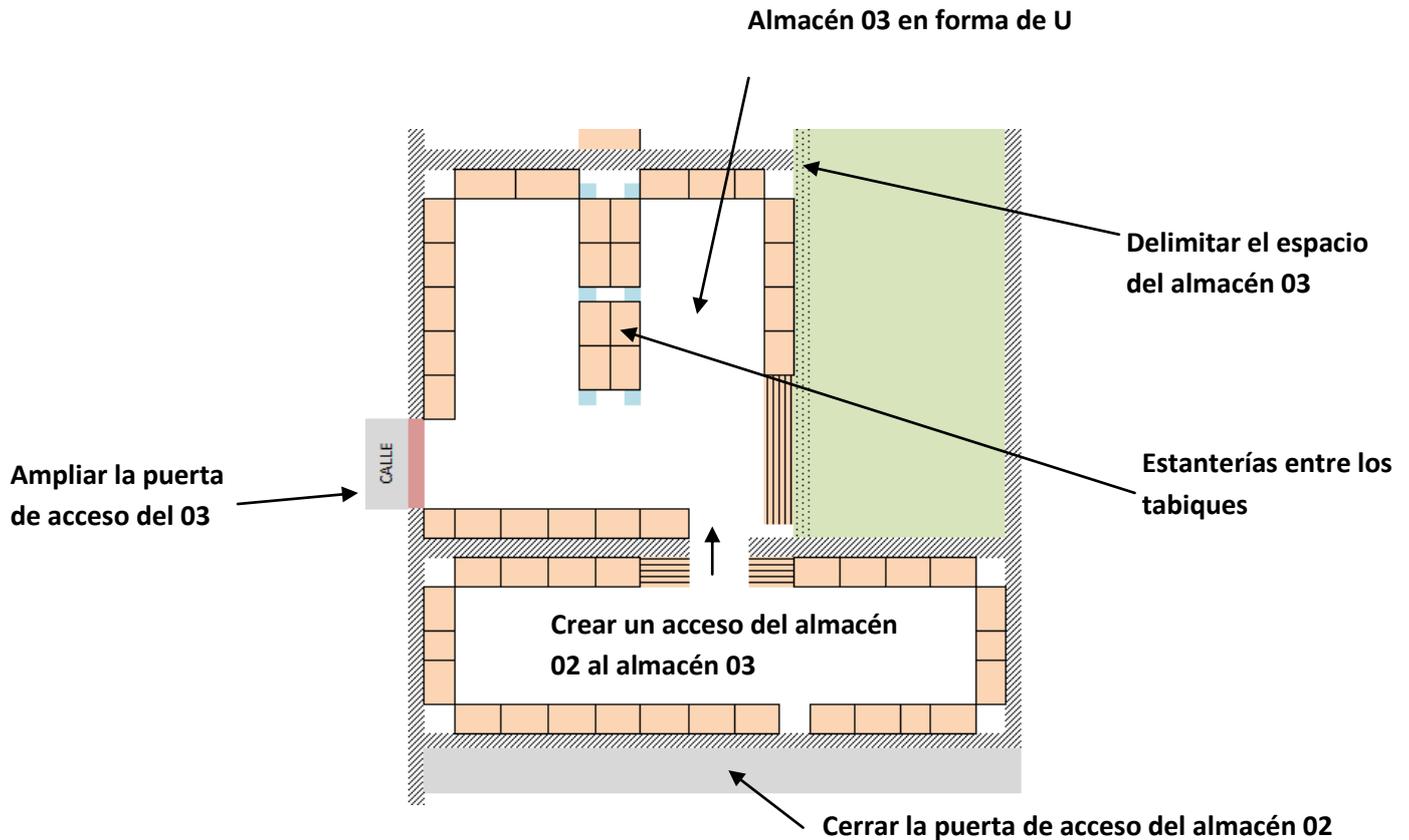


Figura 30. Mejoras en el plano en la solución aprobada.
Fuente: elaboración propia

Solución al problema de ordenar el material bajo un criterio

La solución planteada anterior proporciona un amplio espacio disponible y suficientes estanterías para ordenar todo el material. Los trabajadores que van a acceder comúnmente a este material son:

- Operarios: de mantenimiento, mecánicos, eléctricos u otros especialistas.
- Empleados de departamento almacén

Es necesario buscar un criterio sencillo que permita la fácil localización del material cuando van al almacén a cogerlo. Para ello la idea que se propone es primero preguntar a los propios operarios y que nos aporten ideas y sugerencias de qué criterio les resulta a ellos más simple, porque en definitiva son ellos los usuarios del almacén. En especial los operarios de mantenimiento que son los que más utilizan el material de repuestos. Aquí es donde aparece la implantación del sistema Kaizen: los trabajadores participan en el proyecto de organización y unificación del material y sus ideas son tenidas en cuenta y valoradas.

Una vez que tenemos toda la información y sugerencias recogidas y hemos hecho un estudio del inventario que es necesario ordenar, la primera condición que

exigimos es que el criterio de orden debe ser FLEXIBLE. Recalamos la palabra flexible porque es fundamental para el tipo de material a organizar.

Algunos ejemplos citados anteriormente, por ejemplo el material de parrillas para la máquina de la Caldera o la electroválvula que podía ordenarse según varios criterios, dan una idea de que no se debe implantar un orden hermético, sino que debe ser flexible y adaptado a las necesidades propias de los trabajadores y al espacio del almacén.

Con toda la información recogida creemos que deben existir dos grandes grupos de material:

1. Material ordenado por grupos o familias

Este grupo es el más numeroso y a su vez se va a dividir en subgrupos. Para que el lector pueda entender mejor qué material va a este grupo se cita el siguiente ejemplo. El grupo “Sistemas de accionamiento” engloba a todo el material capaz de generar y transmitir un movimiento. Y dentro del grupo van a existir cuatro subgrupos: “motores”, “moto-reductores”, “reductores” y “específico de motor”. Dentro de específico de motor son los accesorios u otros materiales relacionados con motores, como los servomotores. Cada subgrupo tendrá su propio criterio de orden adaptado a las sugerencias de los trabajadores. El orden de cada subgrupo lo explicaré en el siguiente grupo dada su complejidad.

2. Material específico de máquina

El otro grande grupo es el material específico de máquina. Aquí los subgrupos son más sencillos de definir, porque son las distintas máquinas por las que pasa el tablero en el proceso de fabricación. Un subgrupo es por ejemplo “Caldera” y en él están todos los materiales exclusivos para la caldera.

La diferencia entre los grupos se puede entender fácilmente con el ejemplo, veamos: las parrillas son materiales que se utilizan exclusivamente para la Caldera y contribuyen al calentamiento del vapor de agua que se utiliza para el lavado de astillas del tablero. En cambio un motor puede utilizarse para la máquina de la prensa, la lijadora u otra parte de la fábrica indistintamente. Los operarios son los que mejor conocen su trabajo y el material que manejan. Si se les estropea un motor sabrán que tienen que ir al grupo de motores a buscar el de las revoluciones y características adecuadas pero si se les avería una parrilla saben que exclusivamente son para la caldera y tendrán que ir al otro grupo. Ellos mismos son los que conocen la diferencia entre los distintos tipos de material.

13.5 Criterios de orden del material

Hemos creído importante desarrollar todos los grupos y subgrupos del almacén definitivos en un punto entero para que el lector comprenda mejor los distintos criterios. Como ya dijimos existían dos grandes grupos:

1. Material por grupos

Los distintos materiales que hay en el almacén se pueden dividir en los siguientes grupos:

1. Sistemas de accionamiento: engloba al material que genera y transmite un movimiento.
2. Rodamientos: es el elemento capaz de reducir la fricción entre el material que soporta y el material que gira.
3. Filtros: es el elemento capaz de separar unos materiales de otros.
4. Rodillos: es el material que utiliza la prensa para comprimir el tablero.
5. Sistemas de transporte: las cintas y bandas comentadas ya en el presente trabajo que transportan el tablero por las distintas máquinas del proceso de fabricación.
6. Bombas: es el material que se utiliza para transmitir y llenar los depósitos de las máquinas.
7. Válvulas: es el elemento que abre o cierra el paso de un líquido.
8. Rodetes: es el elemento de la bomba que gira dentro de una carcasa circular. Los he separado del grupo de bombas por las dimensiones de los rodets que hay en el almacén de repuestos.
9. Tuberías y accesorios/ Racorería: engloba a todo el material que sirve como elemento de unión.
10. Ejes: es el elemento que sirve de soporte para piezas giratorias. Aunque muchos de los ejes a almacenar se parecen a los rodillos y se van a ubicar en el mismo tipo de estanterías (en las que hemos llamado estanterías de brazos) la función que cumplen ejes y rodillos es distinta.
11. Transmisión de potencia: como su nombre indica engloba a todos los elementos que transmiten potencia.
12. Cuchillas: es el elemento que se introduce en las sierras y corta el tablero. Es fundamental que las cuchillas estén en perfecto estado para un buen acabado.
13. Material eléctrico: engloba al material eléctrico de repuesto.
14. Electrónico e instrumentos: engloba al material electrónico.
15. Elementos de limpieza: son los cepillos u otros elementos de limpieza de las máquinas.
16. Hidráulico: elementos que almacenan aire o aceite.

Dentro de cada uno de los grupos mencionados, existen subgrupos, ordenados bajo diferentes criterios (de ahí la importancia de la flexibilidad de criterio de orden):

1. Sistemas de accionamiento
 - 1.1 Motores
 - 1.2 Moto-reductores
 - 1.3 Reductores

1.4 Específico de motor

Los subgrupos se van a ordenar primero en función del tipo de motor: tenemos motores siemens, motores ABB...y después según el tamaño, que generalmente nos lo indica el número de KW que son capaces de generar. A mayor KW el tamaño del motor es mayor.

2. Rodamientos

Los rodamientos es un grupo más pequeño. Diferenciaremos los rodamientos de los soportes de rodamientos. Pero todos ellos pertenecen al mismo grupo.

3. Filtros

3.1 Tamiz

3.2 Tejido y tela

3.3 Mangas

3.4 Cesto criba

Todos los filtros tienen la misma función, pero se van a dividir en función de las características geométricas. Las mangas son como tuberías flexibles mientras que los tamices son una especie de rejilla.

4. Rodillos

Existen muchos rodillos, pero cada uno está destinado a una máquina de la fábrica. Por lo que el orden será comenzando por los rodillos del parque de madera hasta los rodillos de la lijadora.

5. Sistemas de transporte

Las cintas y bandas son elementos que transportan el tablero y los voy a diferenciar en función del tipo y características del proveedor. Las cintas son las alargadas de 3 o 4 metros que vienen en cajas y se van a colocar en las estanterías de brazos y las bandas vienen enrolladas en una especie de "bobina" y se colocan en los propios palets así que no son necesarias estanterías especiales. Cada una tendrá una ubicación distinta por la forma del material pero lo más cerca posible en el almacén porque pertenecen al mismo grupo.

6. Bombas

6.1 Centrífuga

6.2 De vacío

6.3 Hidráulica

6.4 Bola verte (nombre comercial)

El grupo de bombas es amplio y los distintos subgrupos son dependiendo del tipo de bomba característica. El criterio de orden es por tanto la función específica que desempeña la bomba.

7. Válvulas

- 7.1 Válvula de compuerta
- 7.2 Válvula de seguridad
- 7.3 Válvula rotativa
- 7.4 Electroválvulas
- 7.5 Membranas para válvulas
- 7.6 Filtros para válvulas

Como se puede ver también el grupo de válvulas es complejo. Los subgrupos serán primero dependiendo de los tipos de válvula y su función: de compuerta, de seguridad y rotativa. Después las electroválvulas, que por sus geometría se ha decidido ponerlas en las válvulas y no en el material eléctrico. Y por último membranas y filtros que se pueden considerar como accesorios de las válvulas y que exclusivamente van unidos a éstas.

8. Rodetes

Por las dimensiones de los rodetes que hay actualmente en el almacén 02 de repuestos van a tener su ubicación propia en la estantería (ocupan más de un palet).

9. Tuberías y accesorios, racorería.

- 9.1 En forma de T
- 9.2 Curvas y codos
- 9.3 Roscadas
- 9.4 Manguitos

Los racores se van a dividir en subgrupos dependiendo de las características geométricas. En el almacén tenemos racores en forma de T, racores curvos y en forma de codos, racores roscados (que tienen que la rosca por fuera y por dentro) y los manguitos. A su vez estos tipos se ordenarán en función del tamaño: los racores suelen unir tuberías de distintos diámetros, por lo que se utilizan para pasar de menos a más pulgadas o viceversa.

10. Ejes

Por sus dimensiones se ordenarán con los rodillos y bajo el mismo criterio: en función del uso de cada eje en la máquina específica.

11. Transmisión de potencia

- 11.1 Poleas
- 11.2 Correas
- 11.3 Cadenas

Este grupo engloba a todos los elementos que transmiten potencia. Primero ordenamos las poleas, luego las correas y luego las cadenas.

Dentro del subgrupo de cadenas tenemos de distintos tipos que se irán ordenando, por ejemplo cadenas de rueda dentadas, cadenas empalme curvo o cadenas de empalme recto...es importante ordenarlas y conocer su ubicación concreta.

12. Cuchillas

Este grupo es más fácil porque solo tiene las propias cuchillas y los soportes para cuchillas. Todo el material se almacenará en la misma estantería.

13. Material eléctrico

- 13.1 Cadena porta-cable
- 13.2 Cables eléctricos
- 13.3 interruptor/disyuntor

El material eléctrico que la empresa tiene de repuesto no es muy elevado. Se puede agrupar en las cadenas porta-cable, que se pueden confundir con las cadenas de transmisión de potencia pero las cadenas porta-cable no tienen esa función, simplemente llevan el cable entre sus eslabones. Otro subgrupo son los cables eléctricos, algunos en bobinas y otros en los palets. Y por último un interruptor de gran tamaño que también está de repuesto.

La evaluación sobre comprar estanterías específicas llevó a la conclusión de que no eran necesarias. Vino un comercial de Mecalux y nos dijo que instalar esas estanterías es especialmente caro y se recomiendan cuando el cable se utiliza a diario incluso varias veces al día y los operarios van continuamente a cortar el cable. La tarea de coger el cable del palet, cortarlo, y volver a colocarlo es más pesada y lleva más tiempo, pero no compensa en nuestro caso porque el cable se corta muy poco. (Por poner una aproximación, igual una o dos veces al mes).

14. Electrónico e instrumentos

En este grupo están los actuadores eléctricos, cilindros eléctricos, variadores y convertidores de frecuencia.

El número de material a organizar aquí no es muy elevado, son elementos muy concretos.

15. Elementos de limpieza

Cepillos, juegos de cepillos y segmentos de cepillos son los subgrupos aquí almacenados.

16. Hidráulico

En este grupo son las vejigas y elementos que almacenan agua o aceite.

Como resumen de puede apreciar que prácticamente los grupos de motores, bombas, válvulas y sistemas de transporte son los más abundantes y los que más dificultad tienen de establecer un orden.

2. Material por específico de máquina

Este es el otro de los grandes grupos. El número de elementos a ordenar es mucho menor que el anterior, y los distintos subgrupos son las máquinas del proceso de fabricación:

17. Material específico de máquina

En cada máquina se almacenan los productos específicos, como era el caso de las parrillas en la Caldera. Ponemos un ejemplo de cada máquina para una mayor comprensión del lector:

- 17.1 EDAR 00
Angulo y pala como elementos de construcción.
- 17.2 Parque de madera 01
Tubo de vidrio o las regletas de sujeción
- 17.3 Melanina 07
Cilindro de presión
- 17.4 Caldera 65
Parrillas y compensador COMTEX
- 17.5 Desfibrador 70
Estator del desfibrador o tornillo de alimentación.
- 17.6 Formadora 76
Anillo desintegrador
- 17.7 Prensa 80
Reductor específico de prensa
- 17.8 Sierras en línea 82
Conjunto de guías de sierra
- 17.9 Sierras de corte 86
Criba trituradora
- 17.10 Lijadora 87
Pistón NASTRO
- 17.11 Embalaje 88
Gato husillo

13.6 Herramientas del Kaizen implantadas

13.6.1 5S

La herramienta de las 5S se va a implantar en el almacén. En este capítulo recordaremos la definición de las 5S y como se puede adaptar a las necesidades de la empresa y concretamente al almacén.

En definitiva el almacén es el lugar de trabajo y debe estar en perfectas condiciones para que las medidas que se lleven a cabo se implanten correctamente y se pueda continuar mejorando con nuevas ideas o pequeñas innovaciones. El Kaizen debe estar presente en todos los trabajadores.

1. Seiri, clasificación: separar innecesarios. Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil.

En este paso consideramos todo lo relativo a eliminar del almacén el material obsoleto o material que ya no se utiliza, por ejemplo desde hace 5 años hasta ahora los motores que se compran son solo de máxima eficiencia. El fin es ir eliminando poco a poco los motores de repuesto antiguos que no sean de alta eficiencia y renovándolos con nuevos.

2. Seiton, orden: situar necesarios. Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz.

Este paso es el que va a llevar más tiempo. Es el fin de este proyecto Kaizen. Todos los aspectos relacionados con esta fase se han detallado en función del criterio de orden y en los grupos y subgrupos: por familias o por material específico de máquina.

3. Seiso, limpieza: suprimir suciedad. Mejorar el nivel de limpieza del lugar de trabajo.

El almacén actual está en malas condiciones. En este paso es preciso introducir las actividades de acondicionamiento: reparaciones e iluminación.

4. Seiketsu, normalización: prevenir la aparición de suciedad y desorden.

Para conseguir y mantener el orden del material propongo estandarizar el funcionamiento del almacén. Es “fácil” llevar a cabo la organización de todo el material y que durante los primeros días el almacén esté en perfectas condiciones. Sin embargo tan pronto como empieza a haber movimiento, entradas y salidas de material y compras de nuevos elementos, es probable que si no se mantiene o se normaliza el funcionamiento del almacén, el material se descoloque y que pasados unos meses cada pieza se encuentre en un sitio.

En esta tarea de prevenir que lo que hemos avanzado y las ideas que hemos implantado perduren con el paso del tiempo pienso que una buena decisión es crear un código de barras para cada material.

Es cierto que el departamento de almacén a través de la base de datos SAP controla estas entradas y salidas. Sin embargo la fábrica funciona durante los siete días de la semana las 24 horas al día. Esto significa que un operario puede tener una urgencia de un motor el sábado de

madrugada y los trabajadores del almacén no se encuentran en la fábrica. Si los operarios no disponen de medios para comunicar la salida del motor a los del almacén cuando se incorporen el lunes a trabajar, tienen que ir personalmente al almacén, con la consiguiente pérdida de tiempo y eficiencia de la fábrica. El etiquetado de barras permite un control automático de todos los movimientos del material siendo necesario introducir el código por un lector siempre que se produzca una entrada, salida o cambio de ubicación de un objeto. Así mismo la idea del código de barras garantiza el orden de todo el material y que en todo momento se conozca su ubicación. El lema de un almacén ordenado podría resumirse en:

“UN LUGAR PARA CADA OBJETO Y CADA OBJETO EN SU LUGAR”.

Este nuevo etiquetado se puede asemejar a las tarjetas Kanban, un método de control y programación de la producción sincronizado basado en tarjetas. Aunque el etiquetado de código de barras no tenga la función Kanban de ordenar producir o transportar, tiene la misma función de control y sincronización del material que entra y sale del almacén.

En el código de barras de cada material se debe incluir la siguiente información:

- **Código antiguo.**
Es el código estándar de la industria SONAE INDUSTRIA. Son 9 dígitos y todos los elementos de la fábrica de Valladolid empiezan por 41.
- **Grupo.**
Es el grupo al que pertenece el material, que puede numerarse por ejemplo si pertenece al grupo de sistemas de accionamiento y al subgrupo motor, el código sea: 1.1:
 - 1: sistemas de accionamiento
 - 1.1: motores.
- **Ubicación.**
Las estanterías se van a numerar siguiendo un orden en sentido de las agujas del reloj. Las estanterías actuales del almacén 02 tienen 5 filas y las columnas son los módulos, siendo algunos de 2.8 metros y otros de 1.9 metros como ya he comentado con anterioridad. Cada módulo va a nombrarse con una letra y las filas con número. Para entender mejor la idea veamos un ejemplo:

Estantería A

	A1	A2	A3	
	A11	A21	A31	
	A12	A22	A32	
	A13	A23	A33	
	A14	A24	A34	
	A15	A25	A35	

Estantería de 2.8 metros, en cada fila caben tres palets

Estantería A

Cada palet con un número

Palet 1: A1

Palet 2: A2

Palet 3: A3

El segundo número indica la fila

Figura 31. Ejemplo de numeración de una estantería
Fuente: elaboración propia

La razón de esa numeración es porque si en un futuro se decide construir la estantería más alta o variar el nivel de las filas en una zona porque estamos almacenando objetos más pequeños, que la numeración no se tenga que cambiar entera sino que se pueda nombrar a la nueva fila como A16. De esta forma hay 5 filas de margen que se pueden añadir a cada palet.

Existen multitud de programas tanto gratuitos como privados que permiten hacer esta conversión del número de etiqueta/código de cada material en un código de barras. Basta con elegir el programa que se desea y adquirir un lector de código de barras por el que se tiene que pasar todo material que entre o salga de la fábrica.

El plano con la numeración en el sentido de las agujas del reloj puede quedar de la siguiente forma:

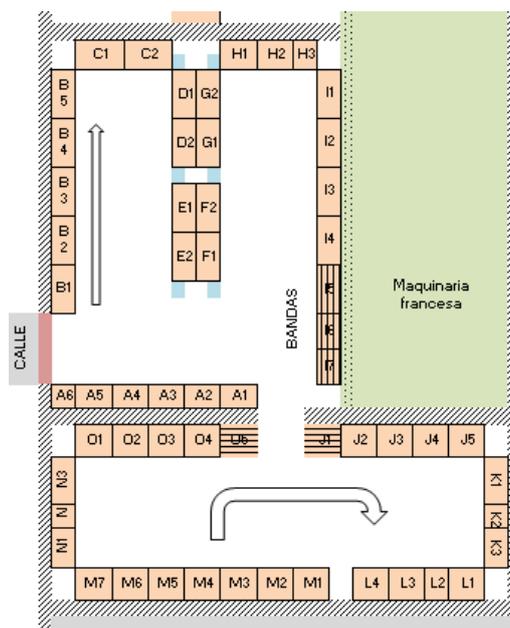


Figura 32. Plano solución tras la normalización.
Fuente: elaboración propia

Se comienza numerando la estantería A por módulos, en el sentido de las agujas del reloj hasta la I7, en el almacén 03 y luego según accedes al 02 por la puerta de enlace desde la J hasta la O.

5. Shitsuke, mantener disciplina.

Este paso es el propio de la mejora continua. Hay que seguir esforzándose y fomentar nuevas ideas para que esta reforma del almacén no se quede exclusivamente aquí sino que con el tiempo pueda seguir mejorando. Para ello es necesario que los trabajadores se impliquen en la participación de nuevas ideas para que su trabajo mejore en todos los aspectos incluyendo en términos de productividad y rentabilidad.

Así mismo puede ser beneficioso para la organización impartir cursos de Kaizen a todos el personal, en especial a todos los trabajadores que vayan a estar o puedan estar en contacto con el almacén en algún momento para que conozcan las reformas e ideas implantadas y que sepan que tienen que hacer para mantener el orden. Es una buena forma de motivar a los empleados y concienciarlos de que si se está realizando esta obra en el almacén no es por capricho de la empresa sino porque va a mejorar el ambiente laboral y las condiciones de toda la organización, incluyendo las pérdidas de tiempo. Si los trabajadores ven que las ideas que han propuesto compañeros suyos de mantenimiento u otros empleados se han tenido en cuenta y se han puesto en marcha, por ejemplo algunos criterios de orden en el material, tendrán un mayor interés en arriesgarse a proponer sus propias ideas.

- ▶ **Implantar estas ideas y que todos los trabajadores tengan el conocimiento de ellas es vital para el buen funcionamiento y desarrollo del almacén.**

13.7 Plazos del proyecto

13.7.1 Diagrama de Gantt

Las tareas que se deben llevar a cabo para implantar todo lo que hemos visto hasta ahora: unificar los almacenes 02 y 03, acondicionamiento, nuevas estanterías, ordenar el material...se ha estimado en un plazo de dos años. En este plazo se tiene en cuenta los recursos de los que dispone la empresa y si va a requerir ayuda externa.

El proceso se va a realizar en cuatro fases. Según un pequeño diagrama de Gantt las fases pueden ser:

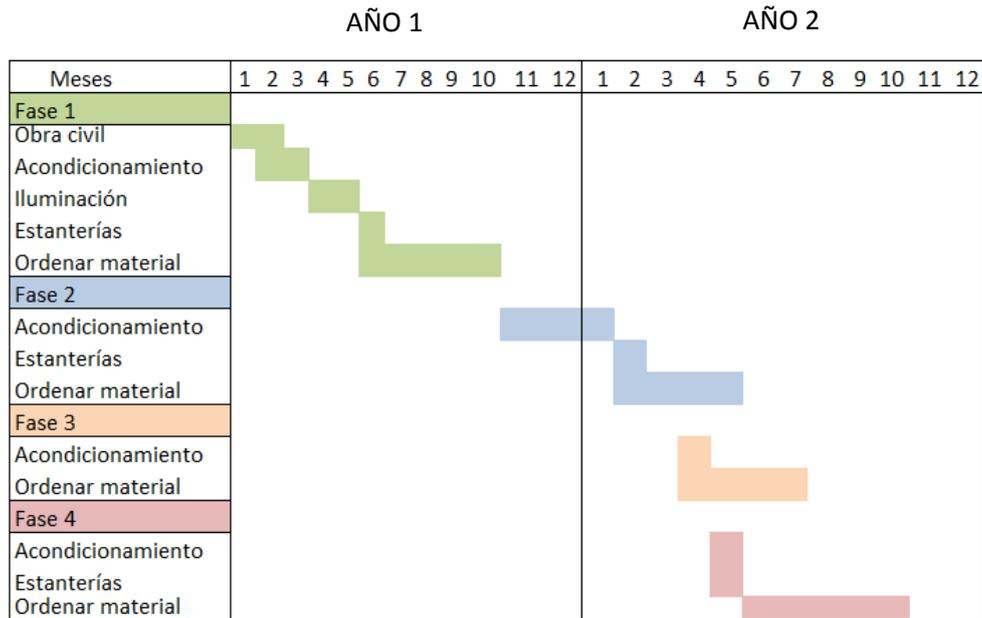


Figura 33. Diagrama de Gantt del proyecto Kaizen del caso práctico.
Fuente: elaboración propia

La fase 1 es la que va a llevar más tiempo porque supone la realización de toda la obra civil de acceso, picar las paredes, delimitar el espacio en el almacén 3, reparación de los carriles del suelo y ampliación de la puerta de acceso.

Las fases 1 y 2 corresponden al almacén 3, instalación de las nuevas estanterías y ordenar el material.

Las fases 3 y 4 son más cortas porque supone sólo desplazar las estanterías para pintar las paredes, volver a colocarlas en su lugar y ordenar el material.

Veremos en el siguiente capítulo 13.7.2 con más detalle las cuatro fases.

13.7.2 Fases

Fase 1

Obra civil

Lo primero que hay que hacer es la obra civil. Comenzamos con la puerta de acceso del almacén 02 al almacén 03. Es necesario desplazar la estantería actual de cintas y bandas que es donde se va a realizar la apertura a una zona del almacén 03. Después se realiza la reparación del suelo del 03 de los carriles, se cambia la puerta del almacén 03 a una puerta automática y con las medidas deseadas, se cierra la puerta del almacén 02 con el fin de que exista una única puerta porque hay sólo un almacén y para recuperar el espacio perdido en el acceso. Por último levantar el tabique para delimitar el espacio del almacén 03 que pertenece al

departamento de almacén frente al departamento de los tableros de producto terminado.

El plano tras esta primera obra civil quedaría:

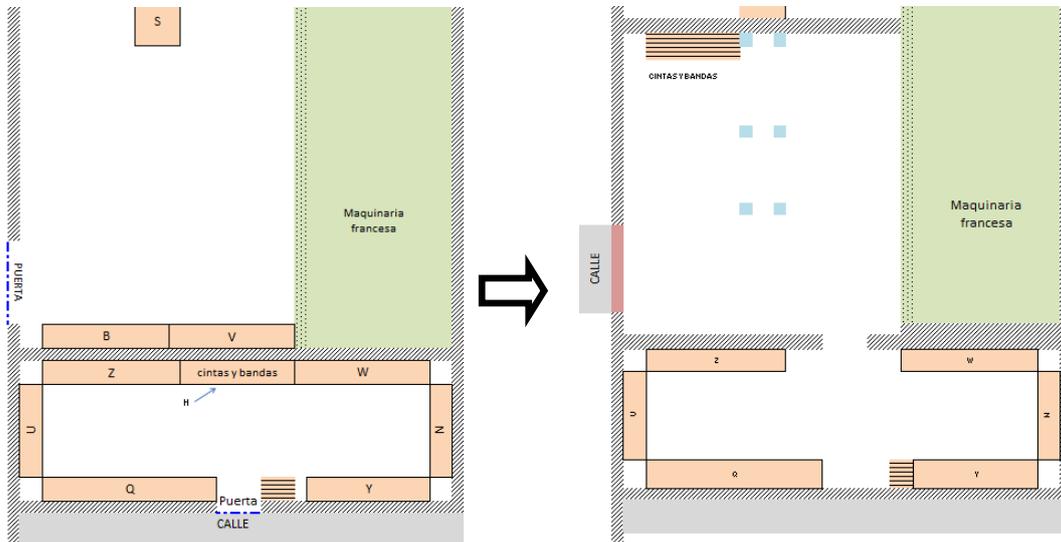


Figura 34. Plano solución.
 Fuente: elaboración propia

Como se aprecia la puerta del almacén 02 queda tapiada, se delimita el espacio en el almacén 03, la estantería de cintas y bancas se desplaza provisionalmente al almacén 03 mientras se hace el acceso y la única puerta que existe es la del acceso al almacén 03.

Acondicionamiento

Las tareas de acondicionamiento del almacén 03 son las de pintar paredes y techos. Como el almacén 03 está lleno de material las paredes se van a pintar en dos fases. Primero comenzaremos por ejemplo por la parte derecha de la "U". El material que hay en esa parte se desplaza provisionalmente a la parte izquierda, y si fuera necesario por falta de espacio, se puede colocar en una "carpa" en el exterior, mientras se pintan las paredes y se acondiciona esa parte del almacén.

Estanterías

Las estanterías van ancladas a la pared por eso la idea primero de pintar las paredes y luego la instalación de las nuevas estanterías.

Ordenar el material

Con las nuevas estanterías ya instaladas se puede comenzar a ordenar el material. En función de los grupos que he descrito anteriormente y por las características del material, en esta zona serán los siguientes grupos que aparecen en el plano:

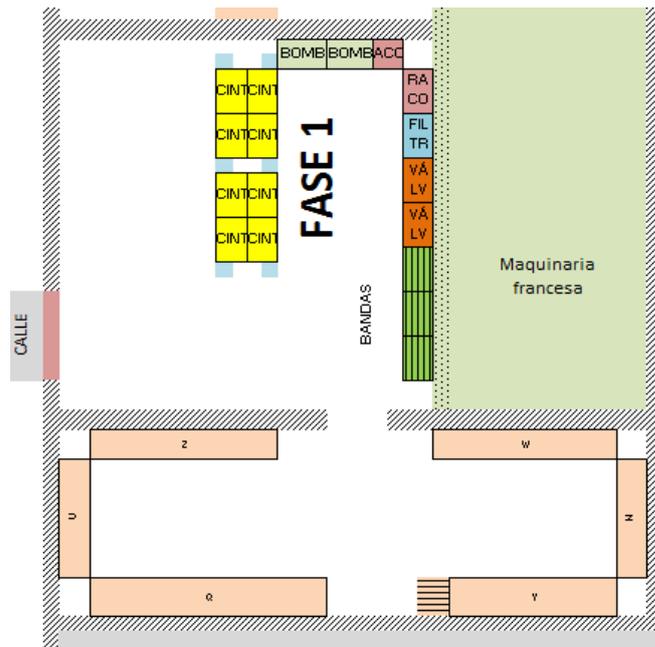


Figura 35. Plano solución Fase 1.
 Fuente: elaboración propia

La estantería de bandas es la estantería que estaba en el almacén 02 antes de abrir el acceso. las cintas se colocan en estanterías entre pilares y en palets. Y por últimos los grupos de bombas, racorería (tuberías), filtros y válvulas, que por sus características, pueden considerarse un poco similares.

Cada grupo lo vamos a poner de un color en el plano para que se pueda ver de forma rápida la cantidad de material que hay de cada grupo.

Fase 2

Acondicionamiento

Igual que ocurre en la fase 1 hay que reparar y pintar las paredes de la parte que falta del almacén 03. Como la parte derecha ya está ordenada, aquí sí que será necesario desplazar el almacén hacia la carpa provisionalmente.

Estanterías

Los instaladores vendrán a montar el resto de estanterías. Sí que es cierto que vendría mejor para la empresa ir colocando cada módulo paso a paso y ordenando del material, de forma que no sería necesario el espacio provisional de la carpa y otros problemas que nos vamos encontrando por las dimensiones del almacén. Sin embargo las estanterías son de una empresa externa y hay que contar con el plazo de entrega de las estanterías y que no van a venir a la empresa a colocar un único módulo porque sino el coste se incrementaría mucho. Por tanto se realizará un contrato con la empresa para que las instalen en dos fases.

Ordenar el material

Una vez que las estanterías están instaladas se colocará el material también por grupos.

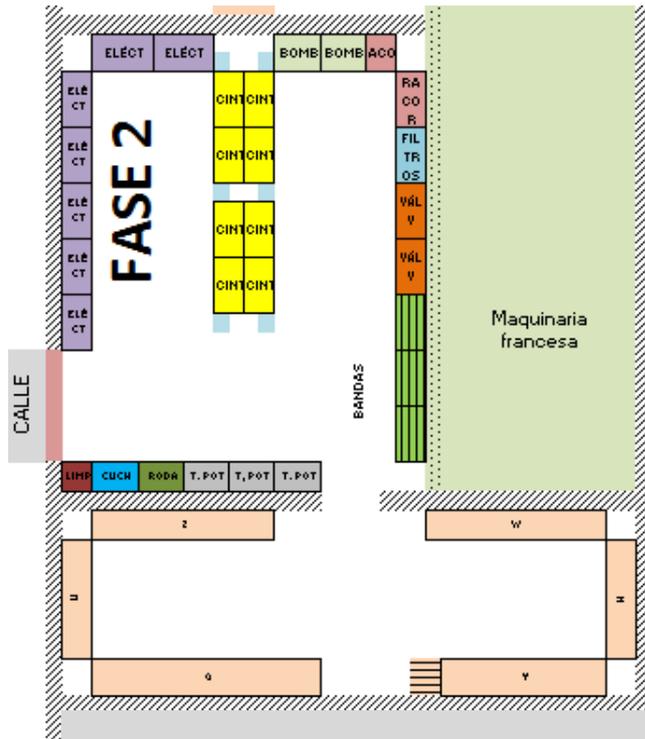


Figura 36. Plano solución Fase 2
Fuente: elaboración propia

Los grupos aquí son todos los elementos eléctricos o electrónicos. Los sistemas de transmisión de potencia, que ocupan también unos tres módulos, y los grupos más pequeños de cuchillas, elementos de limpieza y rodamientos.

Con todo esto queda concluido el almacén 03.

► Pasamos ahora a ordenar el almacén 02.

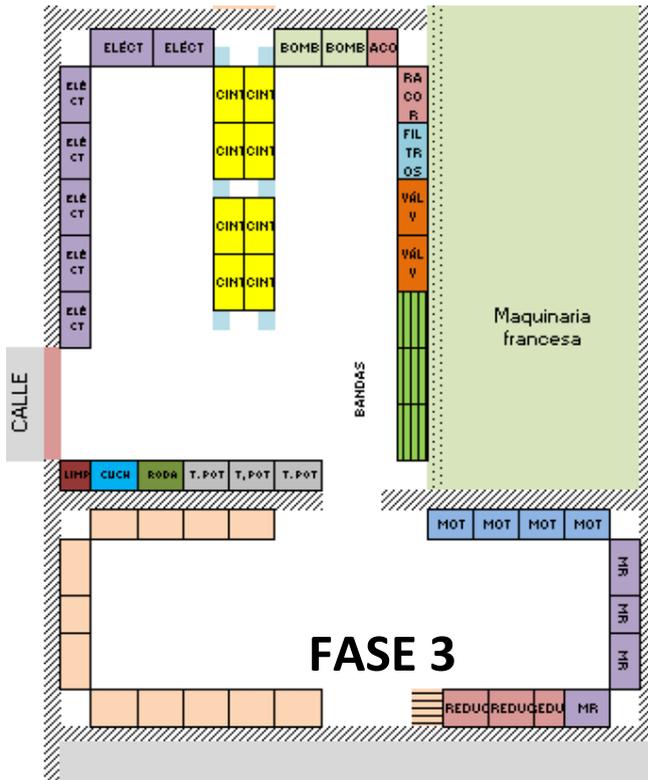
Fase 3

Acondicionamiento

En el almacén 02 ya está todo el material en estanterías pero está desordenado. Primero se desplaza el material hacia la carpa, se mueven las estanterías hacia adelante para separarlas de la pared y pintarla, y luego se vuelven a colocar.

Ordenar el material

Una vez que las estanterías están colocadas es el turno de ordenar el material. En la fase 3 se va a meter todo el material que pertenece a sistemas de accionamiento. Ya hemos dicho que los motores, moto-reductores y reductores eran un grupo muy numerosos así que necesita suficiente espacio para ordenarlo por palets y que todos los motores queden bien visibles. El aspecto del almacén es aproximadamente el siguiente:



Se ordenan los sistemas de accionamiento: motores, moto-reductores y reductores.

Figura 37. Plano solución Fase 3
Fuente: elaboración propia

Fase 4

Acondicionamiento

En la parte de acondicionamiento ídem que en la fase 3: se quita el material de las estanterías, se separan las estanterías de la pared, se pintan las paredes y se vuelven a colocar las estanterías ancladas a la pared.

Estanterías

Hemos dicho que en el almacén 02 las estanterías que hay actualmente nos van a servir, sin embargo debido a que hemos quitado la estantería de cintas y bandas y que hemos cerrado la puerta de acceso al almacén 02, hay que cubrir dos espacios con estanterías. La idea es instalar dos estanterías de brazos a cada lado del acceso para rodillos y ejes, y la estantería que hay actualmente de rodillos la podemos desplazar a otro lado de la fábrica, porque aquí ya no es necesaria y no la vamos a utilizar. En el espacio de la puerta podemos colocar dos módulos de 1.9 metros cada uno, y así aprovechar el espacio.

Ordenar el material

Con las nuevas estanterías ya instaladas, solo queda ordenar el último material en la fase 4, de la siguiente forma:

desecharlo, irá al contenedor encargado de retirar este tipo de material. Si por el contrario es un motor que con un pequeño arreglo se puede solucionar, los de mantenimiento colocarán ese motor en la estantería C4 hasta que le lleguen los nuevos rodamientos para cambiarlos o hasta que los mecánicos puedan arreglarlo.

❖ CONTROL VISUAL DE LA UBICACIÓN PARA LA LOCALIZACIÓN DEL MATERIAL.

Una vez que todo el material está ordenado, es necesario además de la formación ya comentaba a los trabajadores, la colocación de carteles por el almacén que permitan un fácil control visual por los trabajadores para que sepan a qué estantería se tienen que dirigir para buscar un material. Veamos un ejemplo:

- Supongamos el grupo de racorería. Según el plano se encuentra ubicado en las estanterías G3 y H1. Si todo el material de este grupo es el siguiente:

CÓDIGO NUEVO	CÓDIGO ANTIGUO	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN	STOCK REAL	UBI2
4110116840	679714565035	LATIG 3000 TL-TL-2	03B7/65	1	G31
4110109794	679712520035	TE 90 H B/I 2	03V9	2	G31
4110109797	679712520036	TE 90 H B/I 2 1/2	03V9	4	G31
4110109799	679712520037	TE 90 H B/I 3	03V9	2	G31
4110109801	679712520039	TE 90 H B/D 3/4 A 3/8	03V9	3	G32
4110109809	679712520043	TE 90 H B/D 1 A 3/4	03V9	4	G32
4110109807	679712520042	TE 90 H B/R 1 A 1/2	03V9	4	G32
4110109821	679712520045	TE REDUCCION 1-1/4 A 3/4	03V9	3	G32
4110109825	679712520047	TE 90 H B/D 1-1/2 A 3/4	03V9	6	G33
4110109827	679712520049	TE 90 H B/D 2 A 3/4	03V9	2	G33
4110109829	679712520050	TE 90 H B/D 2 A 1	03V9	6	G33
4110109841	679712520051	TE 90 H B/D 2 A 1-1/2	03V9	2	G33
4110109843	679712520052	TE 90 H B/D 3 A 1-1/2	03V9	3	G34
4110110115	679712520189	TE 90 REDUC 3/4X3/4X3/8	03V9	1	G34
4110110007	679712520112	MACHON DOBLE R/D 2-1/2	03V9	4	G34
4110110190	679712520215	MACHONES 3	03V9	0	G34
4110109710	679712520006	CURVAS 90 MH 3	03V9	5	G35
4110110099	679712520184	CURVA 90 H 2-1/2	03V9	3	G35
4110110191	679712520216	CURVA H/H 3	03V9	2	G35
4110109751	679712520023	CODOS 90 H 2-1/2	03V9	6	G35
4110109753	679712520024	CODOS 90 H 3	03V9	5	G35

4110110039	679712520127	TUERCA HEXAGONAL 3	03V9	9	H11
4110109911	679712520081	TUERCA H 2-1/2X1-1/2	03V9	6	H12
4110109873	679712520066	MANG REDUCH 3 A 1-1/2	03V9	2	H12
4110109875	679712520067	MANG REDUCH 3 A 2	03V9	3	H12
4110109957	679712520095	MANG R/D 2 1/2	03V9	3	H13
4110109959	679712520096	MANG R/D 3	03V9	0	H13
4110109967	679712520102	MANG R/D/I 2-1/4	03V9	5	H13
4110109969	679712520103	MANG R/D/I 3	03V9	1	H14
4110110067	679712520136	MANG UNI H 2-1/2 AJUS C/	03V9	8	H14
4110110069	679712520137	MANG UNI H 3 AJUS C/	03V9	1	H14
		TUERCA REDUCM/H 2-1/2 A			
4110109909	679712520080	1- 1/4	03V9	3	H14
4110109913	679712520082	TUERCA REDUCM/H 3 A 1-1/4	03V9	4	H15
4110109915	679712520084	TUERCA REDUC M/H 3 A 2	03V9	5	H15
		TUERCA REDUC M/H 3 A 2-			
4110109917	679712520085	1/2	03V9	4	H15

Tabla 12. Material del grupo Racorería
Fuente: elaboración propia

La información que tenemos es:

- Códigos actuales de material
- Descripción, donde se pueden ver los distintos grupos de Racorería ya ordenados según el criterio: en forma de T, curvas y codos, manguitos y roscados (tuercas).
- Ubicación: que es la ubicación actual
- Stock real
- Ubi2: que es la ubicación final después de la organización

Toda esta información será útil para los operarios que van a realizar el movimiento de material. Sabiendo la ubicación final de cada grupo y subgrupo, un cartel del grupo de RACOR que ayude a los trabajadores a localizarlos puede ser de esta forma:

RACORERÍA	UBICACIÓN
EN T	DE LA G31 A LA G34
CURVAS Y CODOS	G35
ROSCADAS	H11
MANGOS	DE LA H12 A LA H15

Tabla 13. Lista de material racorería y su ubicación.
Fuente: elaboración propia

13.7.3 Herramientas para medir y controlar si el plazo se cumple

Aunque no es objeto directo de estudio, si en un momento concreto la empresa desea hacer un balance del proyecto y ver si el plazo se está cumpliendo, o en su defecto, va adelantado o atrasado, le puede ser muy útil para tomar decisiones y poder concluir con éxito.

Si el plazo se está cumpliendo, se debe continuar con el ritmo de trabajo. Si el proyecto va adelantado, se pueden emplear recursos encargados del almacén para otra parte de la empresa si es necesario. Y si el proyecto va retrasado será necesario destinar más empleados con el fin de terminar a tiempo.

La herramienta más sencilla es controlar el diagrama de Gantt mediante los siguientes pasos:

1. Incorporar información sobre el estado real de desempeño de las actividades.
2. Comparar el escenario actual/real con el ideal o planificado.
3. Analizar los factores que generan cambios en el cronograma: falta o exceso de recursos, retraso en las obras...

Con la información recogida en los pasos anteriores se pueden reprogramar las actividades y la duración para cumplir con el plazo previsto.

13.8 Presupuesto

13.8.1 Recursos necesarios y resumen del presupuesto

Recursos necesarios

Los recursos necesarios para el proyecto de organización y unificación del material de los almacenes son:

- Obreros de construcción para la obra civil
- Restauración de las paredes y pintores
- Trabajadores para la instalación de las estanterías
- Dos operarios y una carretilla

Las tareas de construcción, reparación del suelo, restauración de las paredes, pintar e instalar las estanterías van a ser contratados por tres empresas externas, cada una de ellas tendrá su presupuesto. Por lo que vamos a tener tres presupuestos grandes: obra civil, restauración y pintura e instalación y montaje de estanterías.

Los dos operarios y la carretilla pueden ser de la propia empresa. Los dos operarios tienen que estar durante todas las fases para el movimiento del material de un sitio

a otro mientras se realizan las obras, y luego para organizar el material. El problema está en que en el departamento de almacén solo están dos trabajadores, y uno de ellos tiene que quedarse en el almacén 01 ya que no se puede quedar vacío. Recordemos que el almacén 01 era el almacén donde ya se realizó un Kaizen y tiene material de repuesto pero las dimensiones del material son más pequeñas. Será necesario que la empresa evalúe y valore la posibilidad de incorporar durante estos dos años a una persona de la plantilla para que colabore en el almacén y si no dispone de personal “libre”, contratar a una persona externa.

Presupuesto estimado

Para la previsión del presupuesto he preguntado al departamento de compras que es el que se encarga de elegir al proveedor y pedirle detalles. La siguiente tabla muestra el presupuesto estimado:

Inversión	Precio (€)
1. Compras/Alquileres	
Estanterías enteras (número)	10250€
Palés (tamaño estándar europeo)	1320€
Iluminación	1500€
2. Obras de construcción	
Puerta de acceso entre almacén 02 y almacén 03 + reparación suelo + otros tabiques+ ampliación puerta del almacén 03	15600€
Pintores	12350€
3. Gastos de administración	
Etiquetas, código de barras, carteles...	2600€

Tabla 14. Presupuesto estimado
Fuente: elaboración propia

Detalle del presupuesto:

Estanterías: casi todas son para el almacén 03. Estanterías convencionales de mecalux para palets.

13 estanterías de ancho 3 metros.

1 estantería de ancho 2 metros.

Dos estanterías de brazos para ejes y rodillos.

Palets: en principio compramos solo para el almacén 03.

En las de tres metros caben tres palés por balda: $13 \cdot 5 \cdot 3 = 195$

En la de dos metros solo caben dos palés: $5 \cdot 2 = 10$

En total 205 palets: redondeamos a 230 palets por si alguno de rompe en el traslado y desplazamiento del material o por si algún palet del almacén 02 está desgastado.

Iluminación: cada 9m². Bombillas LED de ahorro energético.

Presupuesto de una empresa de construcción para la obra civil:

Empresa de construcción. TAREAS	TOTAL materiales (incluyendo la mano de obra)
Acceso entre los dos almacenes: apertura de hueco en paramento de bloque de hormigón en 4.5 ml ancho x 4 ml alto. Incluso carga y transporte de escombros a vertedero. Rematado de solera y perímetro de bloque con hormigón y morteros. El cargadero y pilares en U de 240 ϕ lo suministrará y colocará la propiedad.	980€
Cerramiento de actual puerta de acceso lateral a almacén en paramento de bloque de hormigón 40x20x20 enfoscado con mortero al 4x1 a las 2 caras: 19m ² aprox. Las puertas existentes las desmontará la propiedad.	1.378€
División interior con paramento de bloque de hormigón 40x20x20 tipo cara vista llenando un pilar cada 3 ml aprox. Con hormigón HM20 armado con 3 ϕ del 6 y colocando 2 ϕ del 6 en horizontal cada 1ml de altura. Acabado superior a lomo perro con mortero al 4x1. 4ml de altura y 23 ml de largo aprox.	4.600€
Picado de solera de hormigón. Carga y transporte de escombros a vertedero. Tendido y nivelado de solera en hormigón HM20 armado con 1 mallazo 15x15x ϕ 8. Acabado frastasado de 20 a 22 cm de espesor: 200m ²	8400€
Raíles de vías existentes en solera que no se repara. Limpieza y llenado con hormigón: 60ml.	270€
TOTAL OBRA CONSTRUCCIÓN:	15.628 €

Tabla 15. Presupuesto obra civil de construcción del proyecto Kaizen
Fuente: elaboración propia

13.8.2 Herramientas para medir y controlar el coste

Para controlar el presupuesto es recomendable primero establecer la línea base de costes que indica en función del tiempo el coste acumulado del proyecto. En nuestro caso la línea base de coste sería la siguiente:

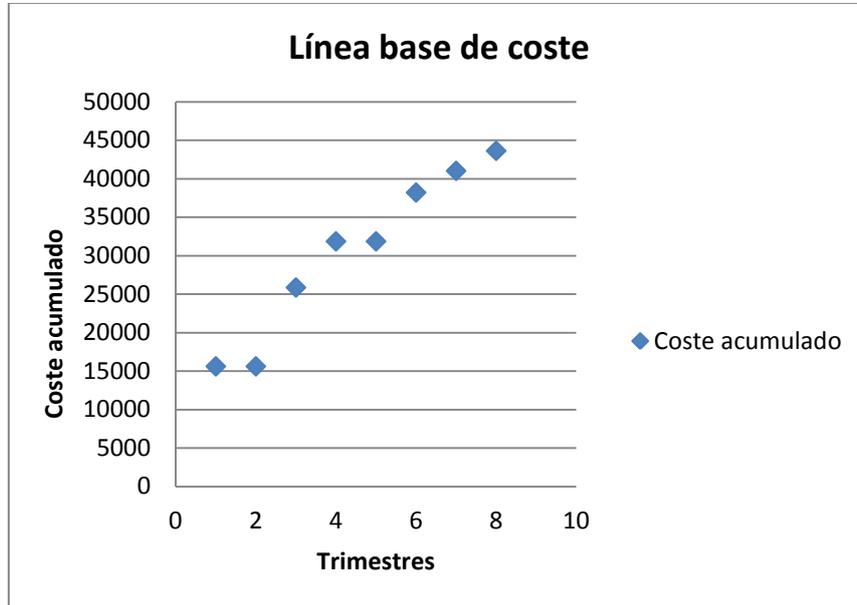


Figura 39. Control de coste del proyecto Kaizen del caso práctico
Fuente: elaboración propia

El mayor coste se asume en el primer año, porque incluye todas las obras de reparación y construcción e instalación de las nuevas estanterías.

Nuestro problema tiene los siguientes datos:

- Alcance: 4 fases
- Presupuesto: 43620
- Plazo= 2 años, 8 trimestres, 24 meses.

En Enero del año 2, el proyecto tiene las siguientes características:

- Alcance: fase 1 realizada
- Presupuesto: 31850
- Planificado: fase 1, y parte de la fase 2.
- Presupuesto de lo planificado: 31850

Es decir que hemos gastado lo planificado pero hemos hecho menos tareas de las previstas, llevamos retraso. Es un método rápido y sencillo.

13.9 Conclusiones del caso práctico

La aplicación de un sistema Kaizen a un caso práctico real ha sido una muy buena experiencia. He tenido la suerte de poder realizar unas prácticas en un sector

donde me he sentido cómoda y he aplicado conocimientos teóricos aprendidos durante los cuatros años de estudio en la universidad.

Es cierto que he tenido muchas dudas de cómo abordar el tema y hacia dónde debía enfocarlo. Era la primera vez que me encontraba con un caso real, con problemas reales. La mayoría de los problemas resueltos en la Universidad de las distintas asignaturas eran problemas sacados de teoría y te enfrentabas a situaciones ideales. En este caso son muchas las cosas que hay que tener en cuenta debido a que la implantación del Kaizen en el departamento en un momento de crisis económica como la actual, implica invertir mucho dinero y dar formación a los trabajadores. Sin olvidar que los empleados tienen que participar activamente.

Desde el principio empecé con muchas ganas, me sentí verdaderamente implicada en proporcionar una solución. Comencé conociendo la empresa, la actividad que realiza, las áreas y departamentos, la situación actual de los trabajadores... Aprendí a usar la base de datos SAP, lo básico pero necesario para mi trabajo, y fui reconociendo los distintos materiales, características y formas.

He visto que realmente los trabajadores se han implicado, especialmente los del departamento de almacén. Han dado sus puntos de vista y sus criterios de cómo debía ser el almacén “ideal” para ellos pero a la vez fácil de manejar por el resto de trabajadores. Aquí surge por ejemplo la idea de imprimir carteles y situarlos por el almacén para que los trabajadores localicen de forma rápida el material.

La propuesta planteada en su conjunto y si en el plazo de los dos años todo se lleva a cabo según lo previsto se van a cumplir las ventajas y objetivos fijados:

1. El material está organizado
2. El almacén es único lo que proporciona ahorro de tareas administrativas
3. El almacén está en buenas condiciones: acondicionamiento del lugar de trabajo, limpio, ordenado y bien iluminado. El lugar de trabajo es el sitio donde los trabajadores desarrollan sus actividades laborales. Si el ambiente es adecuado, beneficia a los trabajadores.
4. Reducción del tiempo de búsqueda de un material. En el almacén actual primero los operarios preguntan a los del departamento, si en la base de datos no está, van al almacén 02 y lo buscan, si no lo encuentran van al 03 y por último al 04. Si no lo han localizado y es un material urgente lo piden al departamento de compras. Puede que realmente el material no esté, o puede que aparezca con el tiempo sin ficha o en una ubicación no almacenada en el SAP y nos encontramos con que el almacén tiene dos motores iguales de repuesto e igual nunca se utilizan. Lo que conlleva a una pérdida de dinero. Con las mejoras implantadas esto no ocurre: cada material tiene su ubicación y todo está controlado por el código de barras.

Además a título personal, me siento muy contenta del trabajo aportado a la empresa. Es cierto que he tenido momentos de bajón, de dudas y de incertidumbre,

pues tenía la sensación de que lo que me habían mandando me “quedaba grande” al ser la primera vez que se me planteaba algo así. Me he encontrado con muchos problemas por ser un caso real y que no se puede obviar ni pasar por alto ningún factor. Por ejemplo en un caso ideal si el espacio disponible en el almacén 02 es insuficiente, amplió un poco las dimensiones del plano, y así no es necesario realizar una obra civil de acceso que permita unificar los almacenes 02 y 03.

No obstante a pesar de las dificultades he aprendido muchas cosas. He aplicado conocimientos estudiados pero con características, cambios y elementos adaptados a la empresa. Concretamente los estudios sobre Just in Time y Kaizen en la asignatura de “Dirección de operaciones” en cuarto, y sobre la elaboración de un proyecto: alcance, plazo y coste, en la asignatura de “Dirección de proyectos” también de cuarto.

Algunas de las habilidades y competencias que he adquirido y que he descrito en mi informe de prácticas han sido:

- I. Contacto con una empresa, línea de producción y fabricación, tareas y actividades que realiza.
- II. Conocimiento del funcionamiento del departamento de compras y su relación con proveedores. Criterio de selección de proveedores de la empresa.
- III. Manejo a nivel básico de la base de datos SAP.
- IV. Conocimiento del funcionamiento de un almacén.
- V. Aprendizaje de la utilización y uso de materiales: como un variador, una electroválvula, un servomotor así como otros muchos.
- VI. Cooperación y trabajo en grupo: en especial con Miguel, uno de los trabajadores del almacén. Proponer ideas para el proyecto, discutir bajo nuestro criterio y llegar a una solución común.
- VII. Aprendizaje más en profundidad de un sistema Kaizen y todo lo que conlleva su implantación.
- VIII. Aprendizaje de un criterio para organizar el material.
- IX. Estimar presupuestos reales.
- X. Realizar una presentación en público al director y otros jefes de sección. Forma y tono de voz, postura y explicación. La propuesta que he diseñado y redactado en profundidad en este trabajo la expuse el día 14 de Mayo a la empresa.

Y si todo lo adquirido parece poco: habilidades, competencias y aprendizaje de nuevas técnicas además es una propuesta que se va a llevar a cabo, lo que me motiva y me anima a seguir adelante. Veo mi esfuerzo reconocido y recompensado. Las obras empezarán en septiembre de 2014 si todo va bien, porque en el tiempo de verano está la parada de la fábrica y los períodos de vacaciones de los empleados.

14. Conclusiones generales

Conclusiones

El sistema Kaizen de mejora continua beneficia a las empresas y las encamina hacia la máxima productividad y rentabilidad. Aplicando los principios del Kaizen las actividades que no aportan valor se eliminan y se reducen los tiempos de espera o improductivos. Un óptimo funcionamiento de los procesos proporciona a las organizaciones un alto valor y satisfacción a todos los empleados.

En el caso de la empresa Tableros Tradema, el Kaizen realizado en el almacén 01 fue visitado y tomado como ejemplo para muchas organizaciones que venían a visitarlo, empresas sobre todo procedentes del grupo SONAE INDUSTRIA. Y mi propósito es que la unificación y reorganización de los almacenes 02, 03 y 04 obtenga el mismo reconocimiento. Las mejoras e ideas a aplicar a esta unificación son más complejas por las características del material, la falta de espacio y el diseño del almacén. Habrá que esperar el plazo estimado de dos años para comprobar el éxito de su implantación.

Esta mejora continua que introduce el Kaizen, no hubiera sido posible sin el proceso y la evolución del concepto de calidad analizado en la primera parte. La calidad siempre ha estado presente en la vida de los seres humanos, desde la prehistoria hasta la actualidad. Las empresas y organizaciones han buscado mediante técnicas y métodos nuevas formas de obtener calidad en sus productos. Un producto sin calidad es un producto destinado al fracaso.

Con la revolución industrial y el nacimiento de máquinas y métodos de fabricación más complejos, controlar que las piezas no tuvieran errores o defectos era más difícil. Aparecen los inspectores de calidad que evalúan la calidad de los procesos industriales.

El perfeccionamiento de los procesos y la obtención de productos de calidad total llevaron a las empresas a centrar sus esfuerzos en conseguir la máxima calidad de las actividades que realiza en todos los departamentos, no solo en el de producción. Por ejemplo las actividades de logística y la cadena de suministro, y los procesos de entrega de los productos a los clientes deben realizarse con el mínimo coste, mínimo tiempo y con el menor número de recursos. De esta forma la organización cumple los objetivos de calidad.

Los métodos japoneses surgieron por la situación de crisis y escasez de recursos y se han extendido al resto de empresas por la creciente competitividad y globalización de los mercados. Una empresa que no fabrica y se adapta a las necesidades de los clientes, no tiene éxito. Y las herramientas que favorecen la flexibilidad y transformación de la empresa de forma continua a las exigencias de mercado son los japoneses.

El estudio de todo el proceso y evolución de la calidad en los distintos aspectos y áreas de la empresa ayudan a la comprensión del momento actual en el que se encuentran las organizaciones. Un pequeño fallo en la dirección o un producto de mala calidad puede desembocar en una gran pérdida de clientes. Por eso las empresas están en alerta para introducir nuevos métodos o innovaciones y sobrevivir a los cambios.

La participación de los empleados fue un método difícil de implementar y aplicar a las empresas no japonesas. Los primeros buzones de sugerencias estaban casi vacíos y los empleados no colaboraban en las propuestas de sugerencias. Así mismo uno de los lemas era que las propuestas eran recompensadas con beneficios económicos. Los trabajadores se esforzaban mucho por conseguir ideas brillantes o muy innovadoras, porque creían que las pequeñas ideas no valían. Con una adecuada participación de los empleados, se obtienen ideas buenas para la obtención de beneficios así como un respeto y consideración de todos los trabajadores. El entorno y las condiciones laborales son las apropiadas para la función que realiza cada trabajador.

Los indicadores y herramientas desarrolladas en el trabajo son de fácil comprensión e interpretación. Lo más importante es que la dirección se comprometa a llevar a cabo la implantación de la técnica y suministrar los medios y herramientas. Es decir, una involucración de todo el personal: la dirección que es la que al final decide y destina los recursos a los cambios, y los trabajadores que van a aportar ideas y tienen que adquirir los conocimientos de estos cambios.

La filosofía JIT y posteriormente el sistema Lean y el sistema Kaizen comprenden el empleo de técnicas y herramientas para resolver problemas de la organización de forma rápida, sencilla y eficaz. No existe la necesidad de destinar grandes inversiones si no que se introducen mejoras poco a poco y de forma continua. En este trabajo se han visto las ventajas y beneficios que una empresa puede obtener mediante la buena aplicación de los sistemas.

Todo el trabajo me ha llevado a cuestionarme que si las ventajas de estos sistemas son conocidas por las empresas y no suponen fuertes inversiones, (que puede ser uno de los principales impedimentos en la situación actual de crisis) cuáles son las razones por las que la empresa no aplica estos sistemas. Sería una línea de investigación muy atractiva para aquellos que quieran profundizar más en el tema. He encontrado por ejemplo un artículo de [74]. Las causas en el estudio realizado a 49 empresas de México son:

Causas	% de empresas (n=49)
Resistencia al cambio organizacional de los empleados	75%
Implantación incorrecta y falta de supervisión de las técnicas del Kaizen	75%
Falta de compromiso y apoyo de la alta dirección	50%
Falta de motivación de los empleados a participar	44%
Falta de recursos (tiempo, dinero, espacios...)	50%
Resistencia por parte de los sindicatos	44%
Falta de utilidades monetarias por cada proyecto de mejora	44%

Tabla 16. Causas de rechazo hacia el sistema Kaizen en México

Fuente: adaptación del artículo [74]

Estas causas resumen muy bien todo lo que he estado tratando en el trabajo. Las necesidades de un personal implicado y participativo que promueva ideas, el control, seguimiento y desarrollo de un buen plan de implantación de cada técnica y herramienta así como el compromiso de la gerencia son claves para el éxito. Si alguno de estos pilares falla, el intento de aplicar estos sistemas puede fracasar.

15. Líneas futuras de investigación

El estudio de los conceptos de calidad y de las herramientas y técnicas de mejora continua ha sido amplio. Sin embargo aún quedan muchos campos abiertos. Se podría realizar una investigación sobre las técnicas estadísticas de calidad. Por ejemplo se ha hecho una breve introducción del SPC, control estadístico de procesos, en la definición y técnicas que aplica la herramienta Six-Sigma. El SPC tiene muchos usos y puede emplearse para controlar los puntos o variables que se encuentran fuera de los límites de control del proceso. Estos puntos provocan variabilidad en el proceso y su localización permite analizar las causas para eliminarlas.

La aplicación del Kaizen al departamento de almacén ha sido una buena experiencia. Al ser un caso real, las limitaciones que tiene la empresa no pueden ser obviadas y hay que plantear muchas soluciones posibles antes de tomar la decisión. No obstante el Kaizen se ha aplicado a una pequeña parte de toda la empresa, que es el almacén de repuestos. Una posible investigación futura en la empresa es aplicar el Kaizen al almacén de suministros y materia primera, y el almacén de tablero (producto terminado), facilitando el control y la distribución de estos componentes.

Otra posible investigación es la aplicación del sistema Lean a una organización. *“El sistema de producción ajustada “Lean” favorece la integración de clientes y proveedores en la cadena de suministro así como la gestión interna y externa”*. [75] La obtención de ventajas e inconvenientes así como de los beneficios que la empresa puede sacar, es una investigación útil. Algunos beneficios de la implantación del Lean son la mejora, la eficiencia y la competitividad.

Por último realizar una búsqueda de las herramientas y técnicas más utilizadas por sectores es también atrayente. En el artículo [74] se hizo un estudio en 49 empresas mexicanas de diferentes sectores (construcción, energético, transporte, turismo y otros) del sistema Kaizen obteniéndose los siguientes resultados:

Herramientas o técnicas	% de empresas (n=49)
Sistema de sugerencias	67%
Equipos de Mejora	59%
Rediseño de productos	47%
5S	31%
Eliminación del MUDA	35%
Hoshin Kanri	22%

Tabla 17. Herramientas y técnicas más implantadas en México.
Fuente: adaptación del artículo [74]

A excepción de la última todas se han visto en este trabajo. La práctica de Hoshin Kanri se define como *“las actividades llevadas a cabo con la cooperación de toda la empresa de manera eficiente, con el fin de alcanzar los objetivos establecidos en el mediano/largo plazo y en el plan de gestión a corto plazo, basándose en los fundamentos del Hoshin”*. El sistema Hoshin establece las actividades, objetivos y planes a realizar durante un año para conseguir los resultados previstos, haciendo hincapié en los procesos. Sus pilares son también la mejora continua y la involucración de todo el personal de la organización.

16. Bibliografía

- [1] BUSINESS CASE STUDIES. Business Theory. Operations. Quality. Production and quality.
URL: "<http://businesscasestudies.co.uk/business-theory/operations/production-and-quality.html#axzz2uKWRReep>". Última visita: 25/02/14
- [2] INSTITUTO NACIONAL DEL EMPRENDEDOR.
URL: "<http://www.contactopyme.gob.mx/guiasempresariales/guias.asp?s=9&q=7>".
Última visita: 5/03/14
- [3] UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION. VIENNA, 2006.
"Product Quality, A guide for small and medium-sized enterprises"
- [4] QUALITY ASSURANCE FOR SMALL-SCALE RURAL FOOD INDUSTRIES, COURTESY OF FAO.
URL: "<http://www.fao.org/docrep/w6864e/w6864e0d.htm>" Última visita: 25/02/14
- [5] PRODUCTION AND QUALITY.
URL: "<http://www.slideshare.net/GovernanceHome/production-and-quality>".
Última visita: 25/02/14
- [6] AMELIA SORIANO. El proceso unificado implementa las mejores prácticas.
URL: "http://carolina.terna.net/ingsw3/datos/Semana2_Calidad.pdf". Última visita: 5/03/14
- [7] PILAR COLÁS BRAVO. MANUEL RODRÍGUEZ LÓPEZ. Universidad de Sevilla. Evaluación de e-learning. Indicadores de calidad desde el enfoque sociocultural.
URL: "http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_colas_rodriguez_jimenez.htm". Última visita: 6/03/14
- [8] Manual Guía para la definición e Implantación de un Sistema de Indicadores de Calidad. Noviembre 2002.
URL: "http://www.redeuroparc.org/sistema_calidad_turistica/ManualGuiaIndicadoresdeCalidad.pdf" Última visita: 6/3/14
- [9] OSVALDO FERREIRO. Desde la prehistoria a los modelos de excelencia. Cursos: gestión y mejoramiento de la calidad. URL: "<http://www.claseejecutiva.cl/blog/2011/03/de-la-prehistoria-a-los-modelos-de-excelencia/>" Última visita: 25/02/14
- [10] HISTORIA DE LA CALIDAD.
URL: "<http://www.monografias.com/trabajos7/catol/catol.shtml>". Última visita: 25/02/14

- [11] CABALLANO. Fundamentos y conceptos. Sistemas de la calidad. URL: **"<http://www.caballano.com/ca.htm>"**. Última visita: 26/02/14
- [12] J.F. MIRANDA GONZÁLEZ ET AL., FRANCISCO JAVIER MIRANDA GONZÁLEZ, ANTONIO CHAMORRO MERA, SERGIO RUBIO LACOBÁ. Introducción a la gestión de la calidad. Delta publicaciones, 2007.
- [13] MARÍA CONSTANZA CUBILLOS RODRÍGUEZ, DIEGO ROZO RODRÍGUEZ. El concepto de calidad: historia, evolución e importancia para la competitividad. Revista de la universidad de La Salle. 2009. URL **"<http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ls/article/view/1260/1153>"** Última visita: 6/03/14
- [14] JAIME NEBRERA HERRERA. Introducción a la calidad. Curso de calidad por internet- CCI. 2002
- [15] Manual de ingeniería industrial. Diferencia entre clientes internos y externos. URL: **"<http://manualingenieriaindustrial.blogspot.com.es/2008/07/definicion-de-los-clientes-internos-y.html>"**. Última visita: 10/03/14
- [16] SENA: SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE. Curso, módulo 1: Fundamentación de un Sistema de Gestión de la Calidad. Fecha 20/03/09. URL: **"<http://www.slideshare.net/carolinaortega/evolucion-de-la-calidad>"** Última visita: 3/03/14
- [17] KOWLOON CENTRAL CLUSTER. URL: **"<http://www3.ha.org.hk/qeh/wiser/doc/7bqt.pdf>"** Última visita: 15/03/14
- [18] MARTIN MURRAY. Logistics/supply chain. URL: **"<http://logistics.about.com/od/qualityinthesupplychain/a/TQM.htm>"** Última visita: 11/03/14
- [19] FASIL TADDESE. HIROSHI OSADA. Process-techno-innovation using TQM in developing countries. Empirical study of Deming prize winners. Marzo 2010.
- [20] THE QUALITY-IMPROVEMENT-MATTERS. URL: **"<http://www.quality-improvement-matters.com/14-principles-for-management.html>"** Última visita: 6/03/14
- [21] José de Domingo Acinas. Alberto Arranz Molinero. Calidad y mejora continua. Editorial donostiarra. 2006
- [22] CARMENZA LUNA AMAYA. ADRIANA CARMELINA MENDOZA BAYUELO. Metodología para mejorar la ingeniería de producto/proceso basada en Ingeniería Concurrente. Ingeniería & desarrollo, Universidad del Norte, Colombia. 2004. URL: **"http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/ingenieria_desarrollo/16/metodologia_para_mejorar_la_ingenieria_de_producto.pdf"**
- [23] J. ANDRÉS. Quality Function Deployment and Marketing. Revista de ciencias sociales, Enero-Abril 2001. URL: **"<http://revistas.luz.edu.ve/index.php/rcs/article/viewFile/8043/7709>"**

Última visita: 25/03/14

[24] Apuntes de la asignatura “Diseño de sistemas productivos y logísticos, del segundo cuatrimestre del tercer curso del Grado de Ingeniería de Organización Industrial. Profesor: M^a Elena Pérez Vázquez.” Curso 2012-2013

[25] Apuntes de la asignatura “Dirección de operaciones, del primer cuatrimestre del cuarto curso del Grado de Ingeniería de Organización Industrial. Profesores: Juan José de Benito Martín. Albero Araúzo Araúzo. Pedro Sanz Angulo” Curso 2013-2014

[26] FERNANDO JULIO PIÑERO. El modo de desarrollo industrial Fordista-Keynesiano. Contribuciones a la economía. Junio 2004.

[27] TOYOTA PRODUCTION SYSTEM.

URL: “http://www.toyota.com.ar/experience/the_company/sist-prod.aspx”. Última visita: 9/04/14

[28] TOYOTA PRODUCTION SYSTEM. URL:

“http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/”.

Última visita: 9/04/14

[29] Libro limitaciones JIT. T.C.E. CHENG AND S. PODOLOSKY. JIT-manufacturing- an introduction. 1996 CHAPMAN & HALL

[30] ASIER TOLEDANO DE DIEGO. NAGORE MAÑES SIERRA. SERGIO JULIÁN GARCÍA. Las claves del éxito de Toyota. Lean, más que un conjunto de herramientas y técnicas. Cuadernos de gestión. Noviembre 2009.

URL: “<http://www.ehu.es/cuadernosdegestion/trabajos/926.pdf>”. Última visita: 14/04/14

[31] EMPLEO DEL JIT A MOBOTIX. URL:

“http://www.mobotix.com/esl_ES/Aplicaciones/Industria/Gesti%25C3%25B3n-de-Almac%25C3%25A9n”. Última visita: 10/04/14.

[32] LUCÍA AVELLA CAMARERO. MARTA FERNÁNDEZ BARCALA. Implantación del sistema de producción JIT en España: un análisis de la experiencia de un proveedor del sector de automoción. Junio 1999

[33] Página web de C.E.E APTA. Caso concreto de JIT. URL: “<http://www.ceeapta.com/>”. Última visita: 25/05/14.

[34] MONTSERRAT PALLARÈS BARBERÀ. El sistema de producción flexible, el JIT y la transformación espacial. Las empresas del automóvil en España. Boletín de la A.G.E, 1997.

[35] MARTA FERNÁNDEZ BARCALA. LUCÍA AVELLA CAMARERO. Implantación del sistema de producción JIT en España. Análisis de la experiencia de un proveedor del sector de automoción. La gestión de la diversidad, congreso, La Rioja Junio 1999.

[36] GERARDO SANDOVAL MONTES. LUIS RICARDO VIDAL PORTILLA. Implantación del método Kanban en una industria textil. ICSA Diciembre 2006.

URL: "<http://www2.uacj.mx/publicaciones/Avances/2006/Avances%20141%20Gerardo%20Sandoval.pdf>". Última visita: 23/04/14.

[37] ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS DE UNA LÍNEA PROCESADORA DE BIZCOCHOS EMPLEANDO MANUFACTURA ESBELTA.

URL: "http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/5227/VIGO_FIORELLA_MEJORA_PROCESOS_LINEA_PROCESADORA_BIZCOCHOS_MANUFACTURA_ESBELTA.pdf?sequence=1". Última visita: 23/04/14.

[38] KANBAN: CONTROL Y MEJORA DE PROCESOS. URL: "<http://www.visionindustrial.com.mx/industria/operacion-industrial/kanban-control-y-mejora-de-procesos.html>" Última visita: 23/04/14.

[39] JOB ANGELES ESTRADA. JUNIO 2006.

URL: "<http://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/trabajos/Sistema%20KANBAN.pdf>" 23/04/14.

[40] LEAN ROOTS. Guía online básica sobre Lean Manufacturing. URL: "<http://leanroots.com/heijunka.html>" Última visita: 23/04/14.

[41] JUAN CARLOS HERNÁNDEZ MATÍAS. ANTONIO VIZÁN IDOPE. Lean Manufacturing. Conceptos, técnicas e implantación. 2013.

[42] DANIEL T. JONES. "Heijunka: leveling production". Manufacturing engineering, Agosto 2006. URL: "http://leaninstituut.nl/publications/1106/The_Heijunka_Box.pdf". Última visita: 23/04/14.

[43] JORGE G. MENDOZA LEÓN. GERMÁN ALONSO RUIZ. CARMEN L. VILLAREAL. Implementación de la metodología SMED como soporte al sistema Kanban en un proceso de fabricación de autpartes, bajo un enfoque de valoración y gestión del capital intelectual. SincO 2009.

[44] ANTONIO CARRIZO MOREIRA. GIL CAPOS SILVA PAIS. Single Minute Exchange of Die. A Case Study Implementation. Journal of Technology Management & Innovation. 2011.

[45] FRANCISCO ESPIN CARBONELL. Técnica SMED. Reducción del tiempo de preparación. 3Ciencias. Mayo 2013.

[46] FRANCISCO PAREDES RODRÍGUEZ. Preparación rápida de máquinas: el sistema SMED. Julio 2007.

[47] M^a VICTORIA DE LA FUENTE ARAGÓN. ALONSO MANZANEDO. HONOTORIA HERNÁNDEZ. Optimización de operaciones mediante la técnica SMED en una empresa de envases metálicos. Congreso de Ingeniería de Organización. Vigo Julio 2012.

[48] ESTANDARIZACIÓN DE LAS OPERACIONES. URL: "<http://cursosgratis.aulafacil.com/lean-manufacturing/curso/LeanManufacturing-25.htm>". Última visita: 3/05/14.

[49] TESIS: EFECTOS QUE UN AMBIENTE DE TRABAJO BASADO EN FACETAS DE LA RESPONSABILIDAD PRODUCE SOBRE LA MEJORA CONTINUA: EL ORDEN Y EL CUMPLIMIENTO DE ESTÁNDARES. Universidad de Navarra. Marzo 2012

[50] CARLOS MARIO VALENCIA ZAPATA. HEKADEMUS. Revista científica de la Fundación Iberoamericana para la Excelencia Educativa. Julio 2009.

[51] BERNARDO MARTÍNEZ MUT. Tecnología del análisis de problemas en los círculos de calidad. URL: ["http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/1130-3743/article/viewFile/2838/2874"](http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/1130-3743/article/viewFile/2838/2874). Última visita: 15/05/14.

[52] JULIO CÉSAR PUCHE REGALIZA. JOSÉ COSTAS GUAL. El efecto favorable del paradigma Lean Manufacturing sobre la reducción de defectos. Técnicas de simulación discreta. Anales de estudios económicos y empresariales. 2011.

[53] QUÉ ES JIDOKA. URL: ["http://www.ingsoftagil.com/articulos/jidoka/"](http://www.ingsoftagil.com/articulos/jidoka/). Última visita: 10/05/14.

[54] DAYAN MILENA STO PALOMINO. Perspectiva de la gestión de innovación desde los mecanismos a prueba de error Poka Yoke. Escenarios, Mayo 2011.

[55] SALVADOR CLIMENT SERRANO. Los costes de calidad como estrategia empresarial: evidencia empírica en la Comunidad Valenciana. Septiembre 2003.

[56] JUAN ANTONIO MARÍN-GARCÍA. RAFAEL MATEO MARTÍNEZ. Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. Intangible Capital, Julio 2013.

[57] JUAN ANTONIO MARÍN-GARCÍA. MARIA ROSARIO PERELLO-MARÍN. JULIEN MAHEUT. PILAR VIDAL-CARRERAS. Causas de fallo en la implantación del TPM u modelo de puesta en marcha integrador. Congreso de ingeniería de Organización. San Sebastián, Septiembre 2010.

[58] LEONARDO RIVERA CADAVID. Justificación conceptual de un modelo de implementación del Lean Manufacturing. Heurística. Octubre 2013.

[59] Revista de Ciencias Sociales.

URL: ["http://revistas.luz.edu.ve/index.php/rcs/article/viewFile/10232/9904"](http://revistas.luz.edu.ve/index.php/rcs/article/viewFile/10232/9904). Última visita: 10/05/14.

[60] GONZALO MALDONADO GUZMÁN. La influencia de la colaboración con los proveedores en la satisfacción de los clientes de la industria del mueble de España. Investigación y ciencia, Enero- Abril 2011.

[61] ÁNGEL MARTÍNEZ SÁNCHEZ. MANUELA PÉREZ PÉREZ. Servicio al cliente en la cadena de suministro: efecto de la adopción del EDI. Revista de economía y de empresa, 2º cuatrimestre 2004.

[62] Edgardo J. Escalante Vázquez. Seis-sigma. Metodología y técnicas. . Limusa. Noriega Editores. 2ª Edición. 2004.

- [63] M. F. SILGADO BERNAL. I. BASTO BENÍTEZ. G. RAMÍREZ GARCÍA. Uso de la metodología Seis-Sigma en la preparación de mezclas de nutrición parenteral. *Farmacia Hospitalaria*, 2014.
- [64] M. A. JOSÉ ANTONIO VARELA LOYOLA, M. C. ELENA FLORES ÁVILA, M. C. JACOBO TOLAMATL MICHCOL. Disminución de la Variación de un Proceso de Producción de Muebles con Seis Sigma. *Conciencia Tecnológica* No. 40, Julio-Diciembre 2010.
- [65] PERUMAL PUVANASVARAN. HAMDAN MEGAT. TANG SAI HONG. MUHAMAD MOHD RAZALI. S HAMOUDA ABDEL MAGID. Lean process management implementation through enhanced problem solving capabilities. *Journal of industrial engineering and management*, 2010.
- [66] Thomas L. Jackson. Karen R. Jones. *Implantación de un sistema de dirección "LEAN". Productivity*. 1ª Edición. 1996
- [67] NESTOR RAÚL BAIDES. JOSÉ MOYANO FUENTES. ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA INFLUENCIA DEL LEAN MANAGEMENT EN LOS RECURSOS HUMANOS. *Revista ingeniería industrial*, segundo semestre 2008.
- [68] José de Domingo Acinas. Alberto Arranz Molinero. *Calidad y mejora continua*. Editorial donostiarra 2002.
- [69] MANUEL F. SUÁREZ-BARRANZA. JOSE-ÁNGEL MIGUEL-DÁVILA. Encontrando al Kaizen: un análisis teórico de la mejora continua. *Precvnia*, Mayo 2009.
- [70] YEISON ANDRES ATEHORTUA TAPIAS. JORGE HERNAN RESTREPO CORREA. Kaizen: un caso de estudio. *Scientia et Technica*, Agosto 2010.
- [71] *Nikkan Kogyo Shimbun*. Kaizen Teian 1. Desarrollo de sistemas para la mejora continua a través de las propuestas de los empleados. Editor: Taylor & Francis, 1997.
- [72] *Nikkan Kogyo Shimbun*. Kaizen Teian 2. Directrices para la mejora continua a través de las sugerencias de los empleados. Editor: Taylor & Francis, 1997.
- [73] BENJAMÍN T. RIEGER. Desarrollo de un método visual para el análisis y la evaluación del nivel de productividad en la fabricación industrial basado en la variación de flujo del valor. Alemania, 2011.
- [74] MANUEL F. SUÁREZ-BARRANZA. ILEANA CASTILLO-ARIAS. JOSE-ÁNGEL MIGUEL-DÁVILA. La aplicación del Kaizen en las organizaciones mexicanas. Un estudio empírico. GCG Georgetown University-Universia, Enero-Abril 2011.
- [75] PEDRO JOSÉ MARTÍNEZ JURADO, JOSÉ MOYANO FUENTES. Lean production y gestión de la cadena de suministro en la industria aeronáutica. *Investigaciones europeas de dirección y economía de la empresa*, Abril 2011.
- [76] Isarín Pinzón Guevara. Giovanni Pérez Ortega. Martín Darío Arango Serna. Mejoramiento en la gestión de inventario. Propuesta metodológica. *Revista Universidad EART*, Agosto 2010.

17. Glosario

A continuación voy a definir las siglas más utilizadas así como una breve definición de algunos de los términos que pueden ser desconocidos para el lector.

AMFE: Análisis Modal de Fallos y Efectos

Andón: sistema de control de la producción que facilita la parada de la línea cuando existe un problema o fallo

Ciclo PDCA: plan, do, check, act. Ciclo de Deming, de mejora continua

DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades. Herramienta de análisis de una empresa para identificar sus puntos débiles y fuertes, y las oportunidades y amenazas de mercado

EFQM: European Foundation for Quality Management

Gemba: término que se refiere al lugar o área de trabajo

Hansei: sistema de reflexión constante

Heijunka: sistema de nivelado de la carga de trabajo/producción

Inputs: material o componente que entra a una célula de trabajo o proceso de fabricación

Jidoka: control visual de los fallos o defectos en producción

JIT: Just in Time

Kaizen: sistema de mejora continua

Kanban: sistema de control de la producción basado en tarjetas

Lean: sistema de producción ajustada

Layout: disposición, plan o distribución de los elementos de diseño de una organización

MRP: Planificación de los Materiales

Muda: desperdicio por necesidades de mayor espacio e inventario

Mura: desperdicio por desniveles en la carga de trabajo

Muri: despilfarro por realización de trabajos intensos

Normas ISO: International Organization for Standardization

One-Piece-Flow.: principio de fabricación de piezas de flujo continuo, de una en una. De manera que no se empiezan a producir componentes hasta que no se han utilizado los anteriores. Se consigue reducir el inventario

Outputs: material o componentes que salen de una célula de trabajo o proceso de fabricación

PAP: Planificación Agregada de la Producción

PLC: Programmable Logic Controller

PMP: Programación Maestro de la Producción

Poka Yoke: dispositivo “a prueba de errores” que impide la aparición de un defecto en producción o facilita su localización si el defecto llega a producirse

QFD: Quality Function Deployment

SAP: empresa alemana de gestión informática de datos

Seiketsu: normalización

Seiri: clasificación

Seiso: limpieza

Seiton: orden

Sistema PULL: sistema de arrastre en la producción. Sólo se fabrican los componentes que se necesitan para el siguiente proceso

Sistema PUSH: sistema de empuje de la demanda. Se fabrica en base a predicciones

Shitsuke: mantener disciplina

Shojinka: sistema de flexibilidad en el número de trabajadores dependiendo de las necesidades de demanda de la empresa

Six-Sigma: herramienta de control que reduce la variabilidad de los procesos

SMED: Single-Minute Exchange

Soikufu: sistema que significa pensamiento creativo. Promueve la participación de los empleados con sugerencias o ideas

SPC: Statistical Process Control

TAKT-TIME: los sistemas que fabrican al “Takt Time” son los sistemas que fabrican al ritmo/compás que marca la demanda

TPM: Total Productive Maintenance

TPS: Toyota Production System

TQM: Total Quality Management