

01167
2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

La Dirección General de Simulacros
a difundir en formato electrónico a im-
pedido de mi trabajo recepción.
NOMBRE: Julio César
Contreras Jiménez
FECHA: 7 de Marzo de 2003
FMA: JGJ

**LA PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN
MEDIANTE UN ENFOQUE INTEGRADOR DEL
JUSTO A TIEMPO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE :
MAESTRO EN INGENIERÍA
(P L A N E A C I Ó N)
P R E S E N T A :
ING. JULIO CÉSAR CONTRERAS JIMÉNEZ



DIRECTOR DE TESIS: INVESTIGADOR Y FÍSICO
JAIME JIMÉNEZ GUZMÁN

CIUDAD UNIVERSITARIA,
DISTRITO FEDERAL.

MARZO ,2003



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haber permitido la culminación de este trabajo.

A mis padres Celerina Jiménez Carrasco y Zenaido Contreras Santiago por su apoyo incondicional y por ser la fuente de mis valores. Gracias.

A mis hermanos Rocío, Karina, Blanca y Margarito Contreras Jiménez por su motivación y todo lo compartido.

A mi esposa Sibeles Jiménez Meza por su comprensión, aliento y compañía en este arduo camino.

A mis amigos y a todos los que me supieron brindar confianza y apoyo.

A mi asesor Jaime Jiménez Guzmán por su valiosa orientación en todo momento.

A la UNAM por haber sido mi segunda casa.

Al CONACYT por apoyarme en mis estudios.

DEDICATORIA

A mi hijo Leonardo Contreras Jiménez para que siga un camino de trabajo y de esfuerzo.

**TESIS
CON
FALLA DE
ORIGEN**

Indice

Introducción	4
Capítulo 1	
Presentación de la tesis	8
1.1 Objetivos	8
1.2 Planteamiento de la problemática	9
1.3 Marco de referencia	10
1.4 Formulación de hipótesis	13
Capítulo 2	
El JIT dentro de la planeación	14
2.1 El proceso básico de planeación en una organización	14
2.2 Principios del JIT	17
2.2.1 Antecedentes	17
2.2.2 El JIT en la actualidad	18
2.2.3 Objetivos del JIT	19
2.2.4 Mitos y realidades del JIT	20
2.2.5 Beneficios del JIT	24
2.3 Diferencias del JIT con los métodos tradicionales de Planeación	24
2.3.1 Programa Maestro de Producción	25
2.3.2 Plan de Materiales	26
2.3.3 Programas de Montaje Final	26
2.3.4 Medidas de Toyota ante las variaciones de la Demanda	29
Capítulo 3	
Componentes básicos de un sistema JIT	
3.1 Elementos de un sistema Justo a Tiempo (JIT)	31
3.2 El Kanban	31
3.2.1 Concepto del Kanban	31
3.2.2 Principales tipos de Kanban y su funcionamiento	32
3.2.3 Reglas de un sistema Kanban	36
3.2.4 Otros tipos de Kanban	37
3.2.5 Cálculo del número de tarjetas a poner en circulación	39
3.3 Disminución de tiempos de preparación	40
3.3.1 El sistema SMED	42

3.3.2	Procedimiento para la mejora en los tiempos de preparación	43
3.3.3	Técnicas para implantar las fases de mejora	44
3.4	Estandarización de operaciones	45
3.5	Capacidad de adaptación a la demanda	46
3.5.1	Distribución adecuada de la planta	46
3.5.2	Trabajadores multifuncionales	47
3.6	Programas de aprovechamiento de las ideas de los trabajadores	50
3.6.1	Plan de sugerencias	50
3.6.2	Círculos de calidad	50
3.7	Control autónomo de defectos	51
3.8	Mantenimiento productivo total	53
3.9	Relaciones con proveedores y clientes	55
3.9.1	Número reducido de proveedores	56
3.9.2	Contratos de suministro a largo plazo	56
3.9.3	Cercanía geográfica del proveedor	56
3.10	Implantación del Justo a Tiempo	59
3.10.1	El proceso de implantación del JIT	60
3.10.2	Dificultades en la implantación	61

Capítulo 4

Estudio de caso: Presentación y metodología

4.1	Presentación del caso	62
4.2	Metodología de estudio	63
4.2.1	Estructuración de la situación problemática	64
4.2.2	Plan de Acción	65
4.2.3	Generación de opciones	65
4.2.4	Planeación de la implantación y control	65
4.3	Análisis de la situación problemática	66
4.3.1	Los productos de la empresa	66
4.3.2	La estructura organizacional de la empresa	66
4.3.3	Los clientes y el procedimiento de los pedidos	69
4.3.4	Los proveedores	71
4.4	El proceso de producción de los remaches	72
4.4.1	La distribución de la planta	72
4.4.2	Información técnica del proceso	74
4.4.3	El proceso de producción	77
4.5	Otras consideraciones acerca de la empresa	83
4.5.1	La capacidad de respuesta a la demanda	83
4.5.2	Antecedentes de las ventas de la empresa	84

Capítulo 5

Estudio de caso: Resultados obtenidos

5.1	El problema principal	86
5.2	Objetivos del Equipo de Trabajo	86
5.3	Restricciones para una iniciativa de cambio	86
5.4	Preparación del proyecto piloto	88
5.5	El proyecto JIT piloto	89
5.5.1	Estructura general del proyecto JIT piloto	90
5.5.2	El sistema Kanban	91
5.5.3	Distribución de la planta	94
5.5.4	Los círculos de calidad	95
5.5.5	Trabajadores multifuncionales	96
5.5.6	Control de calidad	96
5.5.7	Programa de mantenimiento	96
5.5.8	Preparación de las herramientas	98
5.5.9	Relación con los proveedores	98
5.6	Planeación de la implantación y del control	99
5.6.1	Fase educativa	99
5.6.2	Fase de mejoras	99
5.6.3	Fase de control	99
5.7	Evaluación del JIT piloto	101
5.7.1	Indicadores medidos	101
5.7.2	El proceso de producción de un remache estándar sin JIT	101
5.7.3	El proceso de producción de un remache estándar con JIT	102

Capítulo 6

Conclusiones

6.1	El JIT como una herramienta para solucionar problemas	108
6.2	Cambios logrados con el JIT en la empresa	108
6.2.1	Cambios logrados en la entrada del proceso	119
6.2.2	Cambios durante el proceso de transformación	110
6.2.3	Cambios en la salida del proceso	112
6.2.4	Las facilidades y dificultades del JIT en REMASA	112
6.3	Evaluación del proyecto	112
6.4	Otras perspectivas de investigación	112
6.5	Comentarios finales	113
	Referencias bibliográficas	114
	Anexo	116

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la competitividad en el mercado es cada vez más exigente, ya que para los diferentes segmentos de que está compuesto, las exigencias en cuanto a calidad, precio, tiempo de entrega y calidad en el servicio son cada vez más estrictas.

El Justo a Tiempo o JIT (por sus siglas en inglés) es una filosofía empresarial que ha tenido impacto a nivel mundial y que permite cubrir esas exigencias.

Después de la Segunda Guerra Mundial y de la crisis de energéticos de los años setenta, los japoneses buscaron medios para aprovechar al máximo sus limitados recursos y de esta manera, salir de la situación de desastre que vivían en aquellos tiempos.

No es coincidencia, entonces, que el JIT se orientara hacia la eliminación de desperdicios, costos innecesarios y en general, de todo aquello que implicara ineficiencia en un sistema de producción, como por ejemplo, la existencia de los inventarios.

Aunque al inicio el JIT fue desarrollado por la empresa Toyota de Japón, se extendió paulatinamente en el país nipón al punto de que fue considerado uno de los pilares del llamado "milagro japonés". Posteriormente, *las empresas europeas y norteamericanas investigaron cómo utilizarlo en ellas y lograron éxitos similares*. Así, el mito de que solamente en Japón sería posible el JIT fue desvaneciéndose.

Actualmente, muchas empresas aplican el JIT para reducir sus inventarios y para mejorar continuamente sus procesos productivos. Algunas de estas compañías tienen renombre internacional: Northern Telecom, Xerox, Hewlett-Packard, Toyota, Motorola, General Electric, Honda, Canon y Sony. Asimismo, están utilizando el JIT como un arma en la respuesta rápida a los mercados.

La respuesta rápida a las demandas del mercado se ha convertido en una ventaja competitiva poderosa y sostenible para cualquier empresa. Hoy en día, el tiempo es un factor fundamental y dominante en la competencia del mercado. *Ya no basta con ser un productor de alta calidad y de bajo costo; para tener éxito se necesita ser el primero en hacer llegar productos y servicios al cliente.*

En la manufactura con JIT, *esa respuesta rápida a las demandas del mercado se logra reduciendo el tiempo en el ciclo de fabricación*, desde el pedido hasta la entrega, en vez de únicamente buscar utilizar el 100 % de la capacidad del proceso (como en el caso de la manufactura tradicional).

La idea del JIT es comenzar al final del proceso, es decir, en el lugar del producto final. La demanda del producto final se usa para activar las demandas de las partes componentes de dicho producto en la fase de producción precedente. Las demandas de

dichas partes, a su vez, activan las demandas de sus partes componentes. Por eso, se dice que la demanda del producto final, *jala* las demandas de las otras partes. En contraste, si las partes se conforman como inventarios, esos inventarios activan la producción y el paso posterior. Esto lleva a decir que se *empuja* al proceso de producción.

Cuando se implanta el JIT de manera adecuada se ha observado un incremento en la eficiencia de un sistema productivo. También ha conducido a elevar la calidad y a identificar cuellos de botella. Por esas razones, cada vez más compañías investigan la posibilidad de usar la filosofía JIT.

Este trabajo de tesis está enfocado a un estudio de caso sobre cómo implantar el JIT en una empresa metalmeccánica mexicana. Naturalmente, para llegar a este punto se necesita conocer el funcionamiento del JIT en otros contextos y hacer analogías con la situación en particular de dicha empresa.

El trabajo está organizado en seis capítulos y comprende desde aspectos generales del JIT hasta el proceso de implantación específico.

En el Capítulo 1, se define básicamente el problema central y se plantea cómo resolverlo. Debido a que la tesis está enfocada a un caso práctico, el proceso de delimitación de dicho problema requiere de un amplio reconocimiento del contexto y de establecer una perspectiva desde la cual será abordado. Fundamentalmente, el objetivo de la empresa es *aumentar la capacidad de respuesta a las demandas cambiantes de su mercado*; para resolverlo se plantea al JIT como una opción viable, ya que situaciones similares ha permitido reducir los plazos de entrega de los productos a los clientes. Sin embargo, no todos los sistemas de producción aceptan un JIT para administrar la producción; la configuración del sistema productivo y el tipo de producto pueden ser indicadores para decidir si es apropiada la utilización del JIT.

Además de que las entregas a los clientes pueden ser más rápidas con el JIT, la calidad de los artículos puede tener un impacto positivo. *La variante que se plantea sobre el JIT es formar un Grupo de Control y Seguimiento durante su implantación*, es decir, un grupo de personas organizadas y que busquen cómo controlar y evaluar el JIT durante su instrumentación en forma de *proyecto JIT piloto*. Lo anterior implica que se modifique la estructura funcional de la compañía. Se establece también que *si al final se consiguen reducciones en los plazos de entrega se demostraría que el JIT es una opción viable para el cambio en esta empresa*, y sería mejor recibida en otras áreas y procesos.

En el Capítulo 2 se exponen de manera general los principios del JIT y la relación que guardan con la Planeación de la Producción, una función común en un sistema de producción encaminada a satisfacer las demandas de los consumidores en las cantidades y tiempos oportunos. Algunas de las actividades comunes de la Planeación de la Producción, como la programación de órdenes de fabricación y de materia prima, así como el establecimiento de plazos de entrega de los artículos terminados o semiterminados, pueden apoyarse con el JIT. Como se describe en este capítulo, el JIT ha demostrado que también puede facilitar la administración de los inventarios: uno de los aspectos que con frecuencia

son conflictivos en una empresa. El JIT busca reducirlos al nivel mínimo por lo costoso que implica tener material almacenado.

En este segundo capítulo también se resalta que la filosofía JIT no sólo ha tenido éxito en el Oriente, ya que existen numerosos ejemplos de empresas occidentales que lo han incorporado con éxito y les han permitido ventajas competitivas.

Los conceptos del JIT, pueden ser fáciles de entender porque son muy sencillos, sin embargo, la aplicación de ellos puede resultar difícil si no se tiene clara cuál es su esencia, las características de la empresa en donde se pretende implantar, y cómo orientarlo hacia la mejora continua de la empresa.

En el Capítulo 3 se describe cómo funciona el sistema Kanban, uno de los elementos fundamentales del JIT. La atención al Kanban se debe al enfoque del problema del caso práctico; la empresa que se estudia tenía por prioridad buscar cómo ofrecer tiempos de entrega más cortos de sus artículos a los clientes, y realmente asegurar el cumplimiento de dichos plazos. No obstante, los otros elementos del JIT también son tratados ya que para que éste logre sus objetivos se necesita tenerlos e integrarlos, por esa razón se dedican espacios al sistema SMED, la multifuncionalidad de los trabajadores, los círculos de calidad, los programas de mantenimiento, el autocontrol y la relación entre el proveedor y el cliente. Al final del capítulo, se destaca el proceso de implantación y las dificultades más comunes con las que se enfrentan las empresas en cada una de sus etapas.

La empresa que se aborda en el estudio de caso tiene las características adecuadas para funcionar con un sistema JIT. Este estudio de caso está dividido en dos capítulos, con el fin de diferenciar mejor el desarrollo metodológico de los resultados obtenidos de la implantación y evaluación del JIT en dicha empresa.

El Capítulo 4 presenta información general de la empresa, su problemática y la metodología de investigación. Debido a que la preocupación de la empresa era, en general, la entrega de sus productos, se seleccionó sólo un proceso productivo, el de los *remaches*, debido a que es el principal producto de la compañía y el que tenía problemas más visibles. Por esas razones, se pone especial atención en describir cómo obtener el diagnóstico de dicho proceso, ya que ésta información sirve de base para formular un plan de acción a seguir. Es evidente que este plan de acción debe tener definidos los objetivos en dicho proceso, es decir, *que el proceso de fabricación de los remaches tenga plazos de fabricación más cortos y así poder prometer mejores plazos de entrega*; esto se reflejaría en una respuesta rápida a las demandas de los clientes. El JIT puede ser una valiosa herramienta en este tipo de situaciones; lo más importante es que la empresa comience a dirigir su concepto de calidad hacia el cliente, generando productos y servicios de primera clase, donde todo se haga correctamente desde la primera vez.

En el Capítulo 5 se exponen los principales resultados obtenidos de la planeación y de la implantación del JIT. El capítulo se dispuso siguiendo los impactos del JIT en cada etapa del proceso productivo, esto es, desde la relación con los proveedores hasta la entrega del producto final. También se describen las variables críticas, y cómo fueron medidas para

comparar el grado de impacto que tuvo el JIT sobre la administración tradicional de la producción en los remaches.

Los beneficios que el JIT trajo a la empresa se comentan en el Capítulo 6, el cual está dedicado a las conclusiones y comentarios finales. Las opiniones están organizadas siguiendo las tres partes básicas de un sistema productivo, es decir, la entrada al sistema (recepción de pedidos y gestión de materia prima); en seguida, los cambios en el proceso de conversión (flujo de los materiales en proceso); y los cambios en la salida (calidad final de los productos). Los nuevos plazos de entrega y el cumplimiento de ello, así como el nivel de calidad alcanzado corrobora la hipótesis de que el JIT efectivamente reduce los tiempos de entrega en la fabricación de remaches.

Es importante resaltar que el JIT no eliminó completamente los inventarios en la empresa donde fue implantado; sin embargo, logró reducirlos en relación con los niveles que se tenían antes de la implantación. Esto fue observado en mayor o menor medida en los almacenes de materia prima, herramental, etc.

Finalmente, se puede afirmar que el mejor servicio de respuesta y entrega a los clientes logrado por JIT, se debe, a la suma de los esfuerzos de los operarios, de los mandos medios y de la Alta Dirección, así como también a una actitud diferente hacia la calidad y al trabajo en equipo.

CAPÍTULO I

PRESENTACION DE LA TESIS

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general.

La meta primordial de este trabajo es *demostrar que el Justo a Tiempo (JIT) es una herramienta útil en el proceso de planeación y de control de un sistema productivo.*

Para tal fin, en este trabajo se aplica el JIT en una empresa donde la administración de la producción se realizaba con un enfoque tradicional. Ciertamente, el JIT resuelve exitosamente problemas operativos con el apoyo de otras técnicas y recursos, pero no es la panacea para resolver toda la problemática de una organización.

1.1.2 Objetivos particulares.

- *Explicar de manera general cómo se planea en un sistema productivo a un nivel estratégico y operativo en una organización.*
- *Ubicar al JIT y al MRP como técnicas adecuadas en la planeación de la producción en sistemas productivos específicos y en distintos horizontes de tiempo.*
- *Exponer los principios del JIT, sus alcances, limitaciones y contextos donde es factible su aplicación.*
- *Realizar un estudio de un sistema productivo con características favorables para implantar conceptos del JIT bajo un enfoque integrador y buscar mejorar su eficiencia.*
- *Poner en práctica la iniciativa de cambio y hacer una evaluación general de los resultados obtenidos.*

1.2 PLANTEAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA

Entre los aspectos que con mayor frecuencia enfrentan las empresas en el mundo se encuentran el mantenimiento y la mejora continua del servicio de entrega a los clientes sin que se afecten sustancialmente los costos de fabricación.

Brindar a los clientes un servicio de calidad superior exige que éstos se encuentren en condiciones de ordenar el tipo de productos que mejor satisfacen sus necesidades. Requiere a su vez, que los clientes reciban los productos en forma oportuna. Una de las formas de cumplir con estas metas consiste en planear adecuadamente la producción a partir del contexto real de una organización. Lo anterior lleva a las industrias a concentrar esfuerzos en la búsqueda de operaciones que puedan simplificarse o eliminarse, así como también en la continua optimización de sus procesos productivos.

La tesis que aquí se expone tuvo su origen en una estancia profesional en una empresa metalmeccánica mexicana con esas preocupaciones y con una situación en la que se necesitaban soluciones basadas en técnicas de Planeación de Producción a fin de dar respuesta a las expectativas de sus clientes y de sus proveedores, tanto en calidad como en servicio.

Casi tres meses antes de comenzar el estudio, la empresa había tomado la decisión de eliminar el segundo y tercer turno en el Departamento de Producción, por lo que el recorte de personal afectó cerca de 150 empleados. El motivo, la empresa empezó a ver que no podía seguir pagando tantos salarios en los primeros trimestres de 1995, dado que las ventas bajaron en un porcentaje significativo con respecto al año anterior.

Sin embargo, la medida no logró eliminar los problemas y la dirección de la empresa se vio obligada a reestructurar cada uno de sus departamentos. Así, en 1998 realizó otro ajuste de 80 trabajadores.

En respuesta a esto, el Departamento de Producción propuso la realización de un estudio que descubriera problemas y causas en cada uno de las áreas operativas de la empresa y se emprendiera un programa de mejora continua. De las conclusiones obtenidas a través de dicho análisis, se optó por seleccionar las técnicas y los procedimientos que hicieran posible la reducción de: los niveles de inventario, los desperdicios y los tiempos de entrega. Los costos elevados y la falta de organización interna se reflejaban en el aumento de rechazos de los productos.

El profesional que tiene encomendada este tipo de problemática debe actuar y dirigir los cambios con apoyo de los empleados y mandos involucrados en ella, lo cual implica un trabajo en equipo organizado y una transición cuidadosa.

Basándose en los análisis iniciales se concluyó que el proceso productivo en cuestión tenía un conjunto variado de problemas, y que era urgente proponer un manejo adecuado del tiempo en la manufactura de los productos. Naturalmente, el proyecto a seguir debía estar acorde con la gestión de los insumos y de todos los demás elementos necesarios para el proceso. De aquí surgió la propuesta de

aprovechar la teoría del JIT y aplicarla en la medida del caso. También se consideró que el sistema informático instalado para todas las áreas de la empresa podía ser muy útil para los cambios.

El proceso de transformación que inevitablemente tuvo que ser iniciado, condujo al cambio el cual anticipó que los objetivos propuestos no serían sencillos de lograr.

1.3 MARCO DE REFERENCIA

Es sumamente difícil predecir el futuro de una organización. Las tendencias de la industria en un momento histórico determinado, tienen una gran influencia sobre el enfoque de la toma de decisiones, en particular sobre la forma en que se planea la producción y se controlan los inventarios.

El número de iniciativas o técnicas que actualmente ponen en práctica las compañías es muy grande: *Administración de la Calidad Total, Reingeniería, Fabricación Asistida por Computadora, Despliegue de la Función de Calidad, JIT*, etc., por nombrar algunas.

Aunque la diversidad de técnicas va en aumento, los factores competitivos que se consideran clave para el éxito son por lo general, *el manejo adecuado del tiempo y la calidad*. En general, los fabricantes reconocen que ambos son determinantes para obtener las buscadas *ventajas competitivas*. Estos factores están impulsando el nacimiento de la llamada "*fábrica del futuro*". La manufactura cuenta con cuatro capacidades a donde basar su actividad productiva, la eficiencia de los costos, la calidad, la confiabilidad y la flexibilidad. La teoría más aceptada señala que se puede alcanzar un alto grado de desarrollo en alguna o en dos de estas capacidades, pero únicamente a expensas de las otras.¹

Las estrategias actuales de las empresas se basan sobre todo en el tiempo; por ejemplo, con la fabricación flexible se dan respuestas rápidas a los clientes, se amplía la variedad de productos y las innovaciones ocurren con más frecuencia. De seguir esta tendencia, los conceptos de *Mejoramiento de la Calidad*, el *JIT* y la *Manufactura Flexible* serán la clave del éxito de estrategias basadas en el tiempo.

Hay un acuerdo general de que las herramientas usadas en el mejoramiento de las organizaciones crean ventajas para los negocios, y en contraste hay muchos puntos de vista diferentes sobre cuáles son los programas más efectivos. Algunas compañías son campeonas en los programas de la *Administración de la Calidad Total* (TQM por sus siglas en inglés), otras se enfocan al *MRPII*² o al *JIT*. Algunas persiguen la Reingeniería, otras el "*Outsourcing*"³ y otras más han intentado integrar dos o más de estas estrategias simultáneamente.

¹ Tomado de *Dirección y Administración de la Producción y de las Operaciones*, de Chase, Addison-Wesley Iberoamericana, pág. 22.

² MRP y MRP II son métodos para planear los recursos de una empresa.

³ El "*Outsourcing*" consiste en la adquisición externa de cierto proceso a fin de ser capaz de reaccionar con mayor rapidez a cambios en las demandas del mercado.

Aunque hay muchas herramientas de donde escoger, la necesidad de convertirse en una compañía de clase mundial requiere que las empresas no sólo seleccionen una herramienta o filosofía, sino más bien un conjunto integrado de estas estrategias. Cada herramienta hace su contribución en la búsqueda de la ventaja competitiva. Por ejemplo, si no fuera por la Administración de la Calidad Total no se consideraría a la calidad y al enfoque sobre el cliente como variables estratégicas. Si no fuera por el JIT, la reducción continua de los tiempos de entrega y del tamaño de los lotes no estarían presentes en los programas de producción.

Desafortunadamente, existe mucha confusión acerca de lo que significan estas técnicas y cómo se pueden ajustar de manera estratégica a las metas globales de los negocios de la organización. La implantación de tantas diferentes herramientas de manera simultánea puede llevar a un conflicto entre las metas, y hasta a la parálisis de la organización. Además, estas herramientas se encuentran en continua evolución; en la medida en que aumenta la experiencia colectiva y la comprensión de la industria, cambia la forma en que son utilizadas.

Por ejemplo, el *MRP* ("Management Resources Planning") se consideró originalmente una herramienta para planear y programar los requerimientos de la producción, y ha evolucionado al punto de convertirse en *MRP II*, el cual tiene un papel más amplio en la administración de todos los recursos de producción de una empresa.

La complejidad en la aplicación de las herramientas aumenta cuando son malentendidas. Por ejemplo, si el Justo a Tiempo se considera simplemente como un proyecto para reducir los inventarios (sucede en muchas ocasiones), y no como un proceso amplio que ayude a descubrir desperdicios y mejorar continuamente la habilidad para responder al cambio, ofrece poco valor estratégico.

Para comprender mejor las corrientes en materia de la planeación en las empresas, es útil resumir brevemente los enfoques que tienen mayor relación con una buena parte de las empresas de nuestro país.

Administración de la Calidad Total (TQM).⁴

No existe duda de que la calidad es una fuerza competitiva muy importante. Los procesos de mejoramiento de la calidad se han vuelto cotidianos en todo el mundo. El diseño de productos y de procesos se relaciona muy estrechamente obteniendo reducciones notables en el tiempo del ciclo. Esto beneficia especialmente a los clientes y los inventarios son menores. Los tiempos de entrega reducidos reflejan la necesidad de reformular los procedimientos de control.

Una de las principales cuestiones que enfrentan los programas de calidad se refiere a que los tiempos de entrega tan reducidos provocan un efecto acumulativo de la producción, y desequilibrios con entregas menores a un día.

⁴ Basado en *Planeación de la Producción y Control de Inventarios*, de Sim Narasimham, Prentice-Hall, pág. 673-677.

*Estrategias competitivas basadas en el tiempo: MRP y JIT.*⁵

Hacer entregas con mayor rapidez que los competidores se ha convertido en una ventaja competitiva muy importante a explotar. Los sistemas MRP ayudan a determinar el tiempo total necesario para la entrega y así programar los recursos de producción óptimamente. No obstante, la reducción del tiempo total de entrega no es tan sencilla como la reducción de los tiempos de entrega en los procedimientos de control.

Para lograr la reducción en el tiempo total es indispensable reducir el tiempo de puesta en marcha (o de preparación). Tiempos más cortos de preparación permiten un tamaño más pequeño en el lote económico y un inventario reducido. Lotes más pequeños permiten más flexibilidad en la Planeación de la Producción.

Se ha comprobado que las empresas que implantan programas de mejoramiento de la calidad, tienen mejor capacidad para implantar mejoramientos con base en el tiempo. Se ha notado que la mejor secuencia para implantar estos últimos es la siguiente: calidad, confiabilidad, rapidez y eficiencia de costos. La eficiencia en los costos es producto del éxito de otros programas, no el resultado de alguna actividad de eficiencia de costos específica que se haya emprendido.

El JIT tuvo una amplia aceptación en la década de los ochenta. Actualmente, las ganancias derivadas de su uso son más pequeñas y difíciles de lograr. En el área de compras se observa una ganancia significativa. Los procedimientos de planeación y control con los proveedores se integran para fomentar entregas rápidas. Al considerar que los proveedores son otro eslabón en la cadena del proceso de manufactura, se les puede incluir en las actividades de planeación y control.

El intercambio electrónico o EDI ([de] "Electronic Data Interchange") reduce aún más el tiempo de enlace con el proveedor. Con el EDI, se transmiten de manera electrónica y automática las órdenes de compra a los proveedores, mediante un protocolo estandarizado de transferencia de datos. Así, se omite la papelería y se gana en rapidez.

El JIT considera muy importante reducir el tiempo de la puesta en marcha de la maquinaria para la manufactura, con el fin de obtener una ventaja competitiva. La definición del tamaño de los lotes y los métodos de control de inventarios, requieren de cierta retroalimentación sobre el tiempo de puesta en marcha y de los costos. De esta manera se introduce la flexibilidad en la línea de productos y se disminuyen los costos.

Existen otras tendencias contemporáneas de gran influencia, tales como los Sistemas Flexibles de Manufactura (Flexible Manufacturing Systems), la Manufactura Integrada por Computadora (Computer Integrated Manufacture) y

⁵ Basado en *Planeación de la Producción y Control de Inventarios*, de Sim Narasimbam, Prentice-Hall, pág. 673-677.

las Corporaciones Virtuales, las cuales se omiten en este trabajo por estar fuera de los objetivos iniciales.

1.4 FORMULACION DE HIPOTESIS

Se ha argumentado suficientemente que *el factor tiempo es cada vez más importante para obtener ventajas competitivas.*

En este trabajo se asume lo anterior como supuesto básico, y se plantea como hipótesis que en la empresa en estudio, *se pueden reducir los tiempos de fabricación de cada uno de sus artículos, mediante la utilización del JIT. Por consiguiente, también se reducen los tiempos de entrega, y mejora la respuesta a la demanda del mercado.*

Se decidió implantar el JIT en una parte de la empresa como un proyecto piloto, para que a partir de los resultados obtenidos, se evaluara la conveniencia de implantarlo en toda la organización.

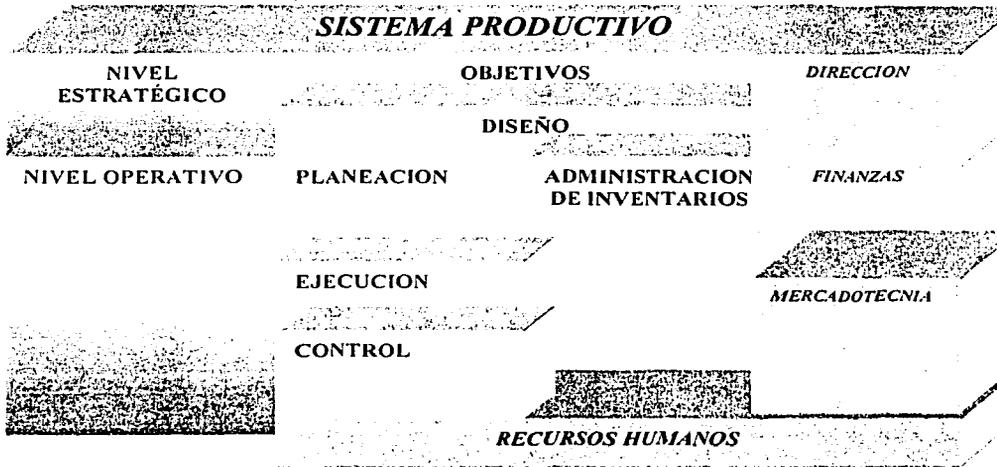
Cabe señalar que como se aborda un proceso radical de cambio, es necesario contar con un grupo dentro de la organización que vigile el funcionamiento del JIT en cada etapa del proceso productivo, con amplias facultades ejecutivas para hacer el seguimiento del proyecto.

CAPÍTULO 2

EL JIT DENTRO DE LA PLANEACIÓN

2.1 EL PROCESO BÁSICO DE PLANEACIÓN EN UNA ORGANIZACIÓN

La planeación en un sistema productivo puede realizarse en diferentes niveles organización (ver Figura 2.1). En el *nivel estratégico* se establecen los *objetivos* a largo plazo del sistema y se elabora un diseño general que dirigirá la actividad productiva a mediano y corto plazo.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 2. Esquema básico de la Planeación en una organización

De la elaboración de un Plan Estratégico se conoce entonces:

- Los productos y los procesos necesarios.
- La capacidad a largo plazo y los equipos.
- La localización de la actividad productiva y la distribución en planta.

En seguida, en el *nivel operativo* y retomando los principios de Ackoff, se hace la proyección del futuro deseado, los medios necesarios y las actividades a desarrollar para conseguirlo. Toda esta proyección puede finalmente llevar a establecer:

- Los productos a elaborar, incluyendo cantidades y tiempos para alcanzar los objetivos.
- La materia prima necesaria en los procesos y las necesidades de los clientes.
- La problemática de la capacidad de tal manera que los planes sean factibles.

Los planes que se obtienen en este nivel son el *Plan Agregado de Producción*, el *Plan Maestro de Producción*, el *Plan de Materiales* y la *Programación de Componentes*.

Estos planes estiman los recursos de producción a necesitar en el proceso productivo (materia prima, herramientas, etc.) en diferentes horizontes de tiempo. Así, el Plan Agregado considera los requerimientos a largo plazo, mientras que el Plan de Componentes, a corto plazo.

Aunque es posible formular modelos complejos de interrelaciones entre cada uno de estos planes y sus actividades desarrolladas, el esquema de la Figura 2.2 permite verlos de manera global.

El proceso de Planeación anterior se debe llevar a cabo en cualquier empresa manufacturera, independientemente de su tamaño y actividad, aunque, la forma en que éstas se desarrollen dependerá de las características propias de cada sistema productivo. Lo que siempre se debería tener como factor común es la estructura jerárquica de las fases, de tal manera que se facilitara la coordinación en el desarrollo de cada una de ellas y con ello la consecución de los objetivos principales de la organización.

No obstante, la integración no se realiza solamente en sentido horizontal, sino que falta tomar en cuenta el sentido vertical, lo cual implica que el proceso de Planeación se debe desarrollar de manera coordinada entre las distintas áreas de la empresa.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

PLAN AGREGADO	Se establecen en <i>familias de productos</i> para periodos, por lo regular mensuales, los valores de las principales <i>variables productivas</i> considerando la capacidad disponible y buscando cumplir el Plan Estratégico.
PLAN MAESTRO DE PRODUCCION	Las familias se tratan como <i>productos concretos</i> y detalla en mayor medida el Plan Agregado. Por lo regular se emplean horizontes entre 6 y 18 meses, y con periodos en meses o trimestres.
PLAN DE MATERIALES	Para cada centro de trabajo se detallan en cantidades y momentos de tiempo los componentes (cada una de las partes del producto final).
PROGRAMACION DE OPERACIONES	En esta fase se ejecuta y controla el Plan de Materiales. Para ello es necesario programar cada operación en los centros de trabajo considerando las prioridades de fabricación y las acciones de compra de las materias primas y componentes del exterior. También se necesita un control detallado de la capacidad.

Figura 2.2
La Planeación en el nivel operativo.

Por lo regular, la elaboración de los Planes Agregados y de los Planes de Programación Maestros no difieren de manera significativa en los diversos sistemas productivos. Incluso una metodología basada en el ensayo y el error pudiera ser suficiente para llevarlos a cabo en situaciones reales tanto en empresas de fabricación como de servicios.

Las diferencias realmente importantes se encuentran en los Planes de Materiales y en la Programación detallada de los componentes. Aquí no hay un método universalmente aplicable a todos los contextos y a todas las configuraciones productivas.

Para entornos de producción multietapas, es decir, con gran diversidad de productos y que poseen un gran número de componentes, se considera a la Planeación de Necesidades de Materiales o MRP (con sus versiones de bucle cerrado y el MRP II) como la técnica más adecuada a utilizar.

Aunque los ambientes con poca diversidad y una gran repetitividad son muy propicios al Justo a Tiempo (JIT), se pueden usar ambas técnicas de manera conjunta o complementaria.

2.2 PRINCIPIOS DEL JIT

2.2.1 Antecedentes.

Desde la década de los setenta se han venido presentando un conjunto de cambios en el entorno de las empresas:

- En el ámbito del *mercado*, la competencia se acentuó a tal punto que las empresas se ven obligadas a esforzarse por mantener sus posiciones en el mismo. Además, la calidad se convirtió en un requerimiento fundamental del cliente y en una de las principales armas competitivas.
- En el ámbito del *producto*, se demanda cada vez más una mayor variedad, lo cual implica acortar significativamente el ciclo de vida del mismo.
- En el ámbito de la *investigación y desarrollo*, se avanzó rápidamente, con lo que el riesgo de obsolescencia tecnológica es continuamente mayor.
- A partir de la crisis del petróleo en los años setenta, los costos de los recursos productivos en general y de los energéticos en particular sufrieron rápidos incrementos, obligando así a que las empresas impulsen un control severo sobre ellos.

Adicionalmente a estas transformaciones el mercado mundial fue invadido por productos procedentes del Japón (principalmente automóviles y componentes electrónicos) basados en la calidad y en los precios bajos. Las empresas occidentales sufrieron grandes pérdidas de mercado y mostraron desconcierto para enfrentar a las empresas japonesas. En esos momentos se creía que en cierta medida, el “milagro japonés” era producto de factores sociales y culturales particulares del país nipón, con lo que se veían pocas posibilidades de ser repetido en otro país.

No obstante, estudios más detallados realizados a comienzos de los ochenta comenzaron a explicar parte de los mitos del éxito de las empresas del Japón, éxito que es factible conseguir por cualquier otra compañía de cualquier parte del mundo a través de una nueva visión en la dirección de empresas y un mayor énfasis en el papel que desempeña el subsistema de Producción para alcanzar la ventaja competitiva.

Se empezó a comprender que, mientras las empresas occidentales habían estado preocupadas por conseguir nuevos mercados y construir la fábrica del futuro, las empresas japonesas habían dedicado sus esfuerzos a mejorar la fábrica del presente. Fue entonces cuando se empezó a hablar de la filosofía JIT, y del sistema Kanban (a veces empleados erróneamente como sinónimos), como una nueva orientación de las

labores productivas de la empresa, que, si bien tenía su origen en Japón¹, podía ser exportado con éxito a los países occidentales. Muy pronto, empresas como Motorola, General Motors, etc., se ocuparon de demostrar con buenos resultados que, en efecto, la aplicación de estas técnicas era posible en las empresas occidentales. Esto desató finalmente un gran interés por su conocimiento.

2.2.2 El JIT en la actualidad.

El término de *Justo a Tiempo* o *JIT* se utiliza para hacer referencia a un sistema productivo en el cual tanto el movimiento de bienes durante la producción como la materia prima de los proveedores son cuidadosamente programados en cada paso del proceso para que el próximo lote (usualmente pequeño) llegue para ser procesado justo en el momento en que el lote precedente es completado -de ahí el nombre de Justo a Tiempo-.

Una definición del JIT ampliamente aceptada JIT es la que adopta APICS², la Sociedad Americana para el Control de Inventarios y Producción, que se resume como sigue:

“Filosofía de manufactura basada en la eliminación de todo desperdicio y una mejora continua de la productividad. Abarca la ejecución exitosa de todas las actividades de manufactura requeridas para fabricar un producto final, desde ingeniería de diseño hasta la entrega, incluyendo todos los estados de conversión, desde materia prima en adelante. Sus elementos principales son tener sólo el inventario cuando éste se requiere, mejorar la calidad hasta llegar a cero defectos, reducir plazos de entrega al reducir los tiempos de preparación y puesta en marcha, la longitud de las filas, el tamaño de los lotes y, adicionalmente, revisar las operaciones a un costo mínimo.”

En la definición anterior se establece que el JIT es una filosofía de mejora continua, lo cual indica que es una herramienta para hacer más eficiente un proceso productivo.

Sin embargo, no todas las empresas utilizan el término JIT. Por ejemplo IBM lo llama *Manufactura de Flujo Continuo*, Hewlett-Packard utiliza el término *Sistema de Producción sin Almacén*, General Electric lo nombra *Administración a la Vista*, Motorola lo denomina *Manufactura de Ciclo Corto* y varias empresas japonesas prefieren el término de *Sistema Toyota*.

¹ Henry Ford, en su libro *Hoy y Mañana* (1926) describe los procedimientos para fabricar el famoso modelo T, y existe una extraordinaria similitud con el sistema JIT.

² Tomado de APICS Dictionary, de Cox James, The Educational Society for Resource Management, página 42.

El fenómeno del JIT es característico de sistemas de producción “esbeltos”, los cuales operan con muy poca holgura (por ejemplo, exceso de inventario, trabajadores extra, espacio desperdiciado).

Las compañías que emplean el JIT tienen ventaja competitiva sobre las empresas que tienen un enfoque tradicional para administrar su producción u operaciones. Ellas tienen costos de fabricación más bajos, menor número de defectos, mayor flexibilidad, y facilitan la introducción de productos mejorados al mercado.

Uno de los aspectos del JIT más importantes es el relacionado con la planeación y el control, lo cual hace del JIT uno de las herramientas básicas para la Planeación y el Control de la Manufactura; el otro es el MRP. El JIT es visto algunas veces como un sistema para operaciones repetitivas, mientras el MRP es considerado un sistema para producción en lotes. Aunque existen situaciones en los cuales se pueden aplicar alguna de estas dos herramientas, la función de los sistemas es esencialmente distinta.

Los sistemas MRP son extremadamente complejos y requieren de controles de planta extensivos y detallados. Los sistemas JIT, por otro lado, son mucho más simples e involucran un mínimo de controles de planta.

2.2.3 Objetivos del JIT.

La meta final del JIT es un sistema balanceado; es decir, un sistema que logre un rápido flujo de materiales a través del sistema. La idea es hacer el tiempo del proceso tan rápido como sea posible usando los recursos de la mejor manera posible. El grado en el cual todas estas metas finales se logran depende de qué tan bien los objetivos de soporte son logrados.

Esos objetivos son básicamente:

- *Eliminar de desviaciones.*
- *Flexibilizar el sistema.*
- *Reducir tiempos de preparación.*
- *Eliminar o atenuar el desperdicio.*
- *Minimizar los inventarios.*

Las *desviaciones* tienen un efecto negativo sobre los sistemas al sobrepasar el flujo de materiales permitido a través del sistema. Las desviaciones son causadas por una variedad de factores, tales como una pobre calidad, descomposturas de máquinas, cambios en los programas, y entregas tardías. Estas deberían ser eliminadas tanto como sea posible.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Un *sistema flexible* es uno que es lo suficientemente robusto para manejar una amplia variedad de productos y manejar cambios en el nivel de salida a la vez que se mantiene balance y rapidez.

Los *tiempos de preparación* prolongan un proceso sin añadir valor alguno al producto. Más aún, los tiempos de preparación largos tienen un impacto negativo en la flexibilidad del sistema. Además, la reducción de tiempos de preparación es un objetivo de la mejora continua.

El *inventario* es un recurso extra, ocupa espacio y añade costos al sistema, por lo que debe ser minimizado e incluso eliminado donde sea posible.

El *desperdicio* representa un recurso improductivo; eliminar el desperdicio puede liberar recursos y mejorar la producción. En la filosofía del JIT, los desperdicios incluyen:

- *Sobreproducción.*
- *Tiempo de espera.*
- *Transportes innecesarios.*
- *Nivel de inventarios.*
- *Desperdicio.*
- *Métodos de trabajo ineficiente.*
- *Defectos de productos.*

2.2.4 Mitos y realidades del JIT.

La filosofía *JIT* nace y se desarrolla en un determinado ambiente socioeconómico y cultural, lo cual hace interesante su análisis. Sin embargo, ciertos estudios realizados han desterrado, en parte, algunos mitos a los que durante algún tiempo se les atribuyó, en exclusiva, el éxito de las empresas japonesas, ayudando de esta forma a aclarar que la aplicación del JIT en Occidente es factible.

Aunque hoy en día en el mundo han aparecido otras filosofías orientadas al mejoramiento de las empresas existen conceptos del JIT que han sido adoptados de manera permanente.

En estos últimos años, el panorama real del JIT puede ser descrito en los siguientes puntos que también marcan los mitos que se habían mantenido por mucho tiempo³.

³ Tomado del libro "Dirección de operaciones", José Domínguez Machuca, McGraw-Hill, páginas 200 a 203.

- *Las empresas japonesas son modernas estructuras colmadas de equipos sumamente complejos.*

Las visitas de profesores y directivos de Occidente a las empresas japonesas demostraron que su grado de complejidad tecnológica era, como mucho, similar a las instalaciones estadounidenses. Además, tampoco era cierto que los japoneses hiciesen trabajar más tiempo y más rápido a estos equipos; en realidad se prefiere trabajar por debajo de la capacidad máxima de las máquinas para eliminar posibles averías.

- *Existencia de unas normas de carácter general sobre la retribución de los empleados.*

Hoy en día sabemos que los sistemas salariales japoneses son cada vez más parecidos a los occidentales. Aunque en ellos se sigue considerando en primer lugar la antigüedad del empleado, va aumentando el número de empresas que determinan el salario por rendimiento y por valoración del puesto. De esta manera, en 1980 el 80,6 % de las empresas japonesas había incluido la valoración del puesto de trabajo en la determinación del salario y el 13,8 % de esta proporción lo hacía únicamente de acuerdo al tipo de puesto y a la capacidad del empleado. Además, las gratificaciones anuales que antes se recibían en función de las utilidades que llegaban a tener las empresas, actualmente ya se negocian *a priori* en el contrato de trabajo, considerándose pagos extras y, por tanto, parte del sueldo del empleado.

- *Empleo de por vida en todas las empresa japonesa.*

Aunque que el empleo de por vida forma parte de una estrategia directiva, entre otras razones, hacer rentable el gran gasto en capacitación que realizan las empresas japonesas es sumamente difícil, ya que la mayoría no reúne las condiciones de estabilidad suficiente para realizar este tipo de contratos. Se estima que solo las grandes firmas y los organismos gubernamentales realizan esta práctica de forma habitual. Además, estas grandes empresas amortizan el costo de empleos de por vida con el gran número de trabajadores eventuales que contratan por años.

- *Utilización en las empresas japonesas de un trabajo vertiginoso.*

Hay muchos estudios sobre las empresas japonesas que indican que el ritmo de trabajo es superior al utilizado en las empresas occidentales.

Así pues, el éxito japonés no se puede fundamentar exclusivamente en los aspectos anteriores sino en la forma de entender la dirección y la gestión del Subsistema de Operaciones: dan más énfasis a la filosofía de dirección que al empleo de técnicas concretas, saben llegar a los distintos niveles de la empresa y hacen que todos asuman los objetivos como suyos y, por último, no trabajan más, sino que lo hacen con mayor coherencia.

Mientras en Occidente se trabajó en mejorar la comercialización, en las empresas orientales se trabajó en la producción. No se buscaba la fábrica del futuro, sino en la del presente (un producto bueno y barato se vende solo). Además, dan igual importancia a todas las fases del diseño del Subsistema Productivo.

Algunas razones básicas que sí pueden explicar el éxito japonés son las siguientes:

- *Contratación selectiva del personal.*

La mayoría de las empresas japonesas contratan a sus empleados calificados con criterios muy selectivos. Para ello suelen mantener relaciones estrechas con las universidades y otras instituciones educativas de las que se nutren de personal. Esto trae posteriormente grandes beneficios para la empresa a través de las mejoras que los propios trabajadores proponen.

- *Políticas de promoción y evaluación del personal.*

Son políticas lentas que buscan principalmente y siempre que sea posible, que los puestos vacantes sean ocupados por promociones de trabajadores internos a la organización. Para ello se considera en primer lugar la antigüedad y qué tan calificado sea el empleado. Todo esto ayuda a crear un ambiente agradable y cooperante entre los trabajadores, nada parecido a los sentimientos de angustia y competencia que experimentan los trabajadores occidentales.

- *Sistema de rotación de los puestos de trabajo. Polivalencia de los trabajadores.*

Los trabajadores japoneses son adiestrados en los distintos puestos de su área hasta convertirlos en obreros polivalentes. Una vez conseguida esta polivalencia desempeñarán de forma rotativa estos trabajos.

- *Sistema de toma de decisiones compartidas.*

Siempre que es posible, en las empresas japonesas se intenta que en la toma de decisiones participen todos aquellos que posteriormente serán afectados por las mismas (principalmente en las decisiones operativas). Este procedimiento, que tiene el inconveniente de su lentitud, ofrece la ventaja de aumentar el apoyo a decisiones tomadas y el esfuerzo de todos para su consecución.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- *Equipos de producción no sobrecargados.*

Es normal que los equipos de producción no sean utilizados al 100 % de su capacidad. Con ello intentan evitar los atascos y las averías, tan perjudiciales para el buen desarrollo de la producción y alargar la vida útil del equipo.

- *Centros de trabajo limpio y ordenado.*

Existe un principio japonés que dice así: "*Si se limpia el suelo de la fábrica, se limpian también los procesos mentales de las personas que allí trabajan*"⁴. Aparte de lo anterior, son claros los efectos positivos que un equipo de trabajo limpio y bien mantenido puede tener sobre aspectos fundamentales como la calidad de los productos y el buen funcionamiento de la maquinaria.

- *Ausencia casi total de inventarios en las plantas de fabricación.*

Los empresarios japoneses consideran cualquier política que obligue a mantener inventarios como una política de comodidad que hay que abandonar, ya que éstos, además de ser extraordinariamente gravosos para la empresa, impide descubrir los problemas reales de la misma y avanzar en su resolución definitiva.

- *Motivación de personal.*

El trabajador japonés suele ser más participativo que el occidental y, además, se siente como parte fundamental de su empresa. Ello no sólo proviene de la idiosincrasia japonesa, sino que está potenciado por una visión diferente de los empresarios japoneses sobre la Gestión de los Recursos Humanos, viendo en éstos el mayor capital de la empresa y considerándolo como parte fundamental en la consecución de beneficios. A todo ello hay que agregar el gran gasto social realizado por las empresas japonesas (hospitales, guarderías, viviendas, lugares recreativos, etc.).

- *Nivel máximo de calidad.*

En Japón todos los trabajadores luchan contra un enemigo común: los defectos, llegando a sentirse orgullosos de descubrirlos por el ahorro de costos que le supondrá a su empresa. Además, por parte de la Dirección, se emplea plenamente el concepto de calidad global, estando convencidos de que la calidad no se inspecciona, sino se crea.

⁴ Tomado del libro "Dirección japonesa de la producción", de Monden, Editorial T.G.P., página 36.

- *Estrecha relación con los proveedores.*

Las empresas japonesas consideran a sus proveedores como el inicio de su proceso productivo, por lo que ven como imprescindible la colaboración con ellos y ambos quieren triunfar en el destino común que les une.

2.2.5 Beneficios del JIT.

Los sistemas JIT tienen un número importante de beneficios que son atractivos para las empresas tradicionales, entre los cuales se destacan:

1. Niveles reducidos en los inventarios en proceso, de materia prima y productos terminados.
2. Requerimientos de espacio reducidos.
3. Calidad del producto superior y desperdicios y retrabajos reducidos.
4. Tiempos reducidos de fabricación.
5. Gran flexibilidad para el cambio de productos.
6. Flujo de producción más controlado con menores desviaciones ocasionadas por problemas que afectan la calidad, tiempos de preparación más cortos, y trabajadores multifuncionales que pueden ayudarse mutuamente y ser sustituidos por otros.
7. Niveles de producción incrementada y equipos de utilización.
8. Participación de trabajadores en la solución de problemas.
9. Inducir la construcción de buenas relaciones con los proveedores.
10. Reducción en la necesidad de ciertas labores indirectas, tales como manipuladores de materiales.

2.3 DIFERENCIAS DEL JIT CON LOS MÉTODOS TRADICIONALES DE PLANEACIÓN

Algunos procesos productivos trabajan con cantidades o intervalos de tiempo irregulares debido a las inestabilidades de la demanda o por otra causa. En este caso para suministrar la materia prima se necesita mantener *inventarios de seguridad*, personal y capacidad extra, para compensar tales irregularidades. Esto implica que un sistema JIT, el cual intenta eliminar todo tipo de despilfarro en los procesos de fabricación (trabajando con los mínimos de inventarios y personal), *requiera de una gran estabilidad en los flujos de producción*; así, los distintos componentes y materiales circularán de forma continua y estable a lo largo de todo el proceso. Dado que el escenario normal de una empresa no suele cumplir los factores de estabilidad exigidos, el JIT intenta conseguirla elaborando planes y programas de producción que minimicen las mencionadas variaciones.

Bajo la filosofía JIT, la empresa se prepara para ejecutar *programas nivelados*. Ello supone que la producción y los recursos que esta emplea, se distribuyan de la forma más uniforme posible a lo largo del tiempo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En el caso de una línea de montaje dedicada a obtener un cierta gama de productos finales (opciones) a partir de un cierto módulo representativo de una familia, la *nivelación* debe extenderse tanto a la producción media diaria del módulo como a la cantidad media de cada producto final en la cantidad total de la familia. Así pues, dicho programa no debe dar lugar a grandes series de un único producto, sino a muchas variedades diarias en pequeños lotes, con lo que conseguiremos, además, una rápida adaptación a las posibles variaciones de la demanda. La regularidad en la producción, que se consigue con la ejecución de estos programas nivelados, se convierte en una de las características fundamentales que ayudan a distinguir a la producción "Justo a tiempo" del resto de los sistemas alternativos.

Además, *el proceso de planificación de la producción en el JIT sigue un enfoque jerárquico y suele coincidir en sus primeras etapas con las de cualquier sistema de planificación convencional* encontrándose las primeras diferencias significativas a partir de la elaboración del Programa Maestro de Producción. A continuación se comentan estas peculiaridades

2.3.1 Programa Maestro de Producción (PMP).

Suele tener un horizonte temporal de tres a seis meses. Su revisión suele ser mensual, ya que este programa debe contar con mayor nivel de detalle cuanto más cercano esté el mes planificado del momento actual.

Mientras que en los meses más lejanos la producción está agregada por familias, a medida que nos acercamos al momento actual, los periodos de tiempo y/o las cantidades se desagregan, de forma que los periodos más cercanos están subdivididos en días y se contemplan las cantidades a elaborar de cada producto final representado por la familia.

Por ejemplo, si suponemos que nos encontramos a 1 de enero, el programa podría recoger los meses de enero, febrero, marzo y abril. Para estos dos últimos meses se recogería sólo un plan inicial para el montaje final basado en previsiones.

El Programa Maestro de Producción suele ir detallado por familias de productos, con un resumen de las cantidades a montar. Cada mes también estará estructurado por familias, pero ya con mayor nivel de desagregación temporal, al estar dividido en "cubos de tiempo" más pequeños (de una o dos semanas).

Uno de los aspectos más importantes que se derivan del Programa Maestro de producción es la *tasa promedio de fabricación* para el proceso productivo (producción del periodo/días laborables del periodo), ya que, la mayoría de los problemas pueden venir provocados por sus posibles variaciones. Ya hemos citado que, al igual que sucedía en el MRP, la primera parte del Programa Maestro de producción debe ser *fija*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La longitud ideal del horizonte de tiempo dependerá de la posibilidad de planificar y preparar físicamente el sistema para posibles variaciones en la tasa media de producción o en la gama de productos. En cualquier caso, debe adoptarse una solución de compromiso ya que, por una parte, un periodo firme muy largo puede restar capacidad de respuesta ante los cambios de los clientes y, por otra, un periodo muy corto puede no favorecer la regularidad buscada en la fabricación.

2.3.2 Plan de Materiales.

A partir del Programa Maestro de Producción, y con la ayuda de la lista de materiales, se realiza una *explosión de necesidades*⁵, pero mucho más sencillo debido a la estabilidad del PMP. Sin embargo, aquí no se utiliza como meta esencial para la producción, sino que su objetivo es advertir a los distintos responsables de los centros de trabajo, finales o intermedios, así como a los supervisores de abastecimiento, sobre las necesidades que van a sufrir en un próximo futuro. Los responsables de cada puesto utilizarán estos programas para prepararse en cuanto a mano de obra, materiales, componentes, mantenimiento productivo, etc., se refiere, anticipando así la organización necesaria para dar cumplimiento al nuevo ciclo de fabricación requerido. Así, una vez evaluado, el plan no resulta viable en cualquier parte de la empresa, los planificadores deberán replantearlo.

2.3.3 Programas de Montaje Final.

Los *Programas Diarios* para el Montaje Final se elaboran a partir de la *parte fija* del Programa Maestro de producción. Para que éste dé lugar a una carga nivelada, las cantidades a fabricar durante dicho intervalo se reparten de manera uniforme a lo largo de todos los días laborables del citado periodo fijo. La programación sólo se entrega al puesto de Montaje Final ya que éste, a través de la utilización del sistema Kanban⁶, pondrá en marcha todo el proceso de fabricación, asegurándose una perfecta coordinación entre todos los puestos de trabajo y facilitando la fabricación sin inventarios.

En el ejemplo siguiente se ilustra lo expuesto.

Ejemplo de cálculo de un Programa de Montaje Final nivelado

Supongamos que para una determinada línea de montaje las necesidades impuestas por el periodo firme del Programa Maestro de Producción (un mes con 20 días laborables) suponen una cifra de 10 000 unidades de cierta familia que, desglosadas por productos, queda como sigue: producto A = 4 000 unidades, producto

⁵ La explosión de necesidades es similar a la explosión de materiales del MRP, ambas buscan determinar los distintos componentes a partir del plan de fabricación.

⁶ El sistema Kanban se basa en tarjetas de traslado y de producción que determinan el movimiento de los órdenes de producción entre estaciones de trabajo.

$B = 3\ 000$ unidades, producto $C = 2\ 000$ unidades, producto $D = 1\ 000$ unidades. Sabemos que en la línea se trabaja en un doble turno (de ocho horas cada uno). De dicho tiempo habrá que descontar 20 minutos diarios, empleados en el cambio de turno. En cuanto a los factores productivos necesarios, solo se utilizan dos tipos de recursos (1 y 2), cuyo consumo por unidad de producto es el reflejado en la Tabla 2.1. Con todos estos datos habrá que determinarse un programa de montaje final nivelado.

Producto	Consumo unitario del recurso 1	Consumo unitario del recurso 2
A	3	2
B	6	1
C	4	4
D	2	1

Tabla 2.1
Consumo unitario de recursos.

Dadas las necesidades de fabricación y los días disponibles, para tener un programa nivelado se necesita una tasa media diaria de fabricación de productos finales en la línea, MDF , igual a $10\ 000$ unidades/20 días laborables = 500 unidades al día. Además, los productos deberán realizarse en las proporciones indicadas en la Tabla 2.2.

Tipos	Demanda mensual (en unidades)	Fabricación diaria (en unidades)
A	4000	200
B	3000	150
C	2000	100
D	1000	50
TOTAL	10000	500 / Día

Tabla 2.2
Desglose por productos de la fabricación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El ciclo de fabricación del sistema es el periodo de tiempo que transcurre entre la salida de dos productos finales. De acuerdo con ello, el ciclo de fabricación medio se calcularía de la siguiente forma:

Minutos disponibles diariamente para labores de fabricación:

$$2 \text{ turnos/día} * 8 \text{ horas/turno} * 60 \text{ minutos/hora} - 20 \text{ minutos entre turnos} = 940 \text{ minutos/día.}$$

Dado que hay que fabricar 500 unidades diarias, quiere decir que en cada $940/500 = 1.88$ minutos (como media) debe estar terminado un producto.

Además, para hacer frente a la demanda diaria, cumpliendo, a su vez, los objetivos propuestos para los programas nivelados, el ciclo de fabricación de los productos

A debería ser de $940/200 = 4.7$ minutos,

B de $940/150 = 6.27$ minutos,

C de $940/100 = 9.4$ minutos y,

D de $940/50 = 18.8$ minutos.

Por lo tanto, cada 18 minutos con 48 segundos, el ciclo de fabricación más largo de los calculados, debería obtenerse

4 unidades del producto A (ciclo de D /ciclo de $A = 18.8/4.7$),

3 unidades del producto B ($18.8/6.27$),

2 unidades del producto C ($18.8/9.4$) y,

1 unidad del tipo D .

Es decir, un posible Programa de Montaje Final nivelado podría ser el que implicase la fabricación de la siguiente secuencia de productos finales: $AAABBBCCD$, la cual debería repetirse hasta terminar los productos programados.

El hecho de que la programación de la producción se lleve a los niveles de precisión y equilibrado, no impide que surjan problemas que puedan retrasar su ejecución.

Sin embargo, rara vez tales problemas afectan significativamente la eficacia del sistema, ya que la mayoría de ellos pueden solventarse con pequeños cambios en la secuencia de montaje o en la proporción de productos a realizar en un determinado periodo. En realidad, el objetivo se considera cumplido se termina el número de unidades programadas, con su correspondiente familia de productos, con la mayor fidelidad posible respecto al programa previsto.

Lo que suele ser más problemático es el cambio en la tasa media diaria de fabricación de un periodo fijo a otro, originado por variaciones de la demanda externa. Para hacer frente a esa eventualidad, las empresas japonesas hacen uso de la gran flexibilidad de sus plantas de producción y renuncian a la solución fácil de

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

acumular inventarios de seguridad.

2.3.4 Medidas de Toyota ante las variaciones de la demanda.

a) Respuesta a incrementos de demanda.

Es normal que en Toyota las máquinas no sean utilizadas al 100 % de su capacidad, sino que, en condiciones normales, se les asigne una carga que puede oscilar entre el 50 % y el 90 % de su capacidad total. Por otra parte, al ser los trabajadores polivalentes pueden ocuparse de varias máquinas a la vez (normalmente 10). Estas condiciones posibilitan que ante estos incrementos de demanda, se pueda contratar a trabajadores eventuales, reduciendo el número de máquinas que maneja cada uno y elevando el grado de utilización de la maquinaria hasta llegar al 100 %. Para ello se dispone de máquinas de fácil manejo donde el trabajador temporal adquiere rápidamente la destreza necesaria. Con este tipo de medidas se puede el ciclo de fabricación y aumentar considerablemente el volumen de producción.

Por otra parte, Toyota puede adaptarse rápidamente a cualquier incremento de demanda a corto plazo utilizando horas extraordinarias. Ello es posible porque se trabaja en doble turno: el primero de ellos en horario de 8 de la mañana a 5 de la tarde, y el segundo de 9 de la noche a 6 de la mañana. De esta forma, utilizando las horas entre turnos para la realización de horas extras, Toyota puede conseguir incrementos de producción de hasta el 37.5 %.

b) Respuesta a decrementos de la demanda.

Estos problemas son ciertamente de más difícil solución, ya que normalmente suponen dejar de usar máquinas y emplear obreros en otras labores ajenas de producción. Este hecho, que no es aceptado normalmente en las empresas occidentales, es bien asumido en Japón, donde se prefiere dejar a los obreros parados antes que incurrir en una sobreproducción que de lugar a acumulaciones innecesarias de inventarios.

La solución utilizada en Toyota suele consistir en reducir el número de obreros asignados a la línea que ha sufrido el decremento de demanda (cada uno de los restantes tendrá que manejar mayor número de máquinas) aumentando así el ciclo de fabricación. *Esta solución no tiene que suponer el despido de trabajadores*, ya que los que provisionalmente han sido retirados de la producción pueden ser transferidos a otras líneas de montaje o dedicados a otras labores igualmente beneficiosas para la empresa, tales como:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- *Reuniones de círculos de calidad.*
- *Realizar aquellas actividades de reparación y mantenimiento que no pudieran llevarse a cabo durante el ciclo regular de producción.*
- *Reparación de escapes y fugas en la fábrica.*
- *Practicar cambios de útiles y herramientas.*
- *Fabricar plantillas y accesorios para las mejoras planificadas.*
- *fabricación de piezas que venían siendo adquiridas a los proveedores.*
- *Etcétera.*

Dado el tipo de problemas que pueden plantearse por las disminuciones de demanda, el objetivo en Toyota es investigar continuamente en mejoras que permitan atender a los requerimientos del mercado con el menor número de trabajadores posible. Esta actitud ha llevado a un costo de personal que oscila entre un 20 % y un 30 % más bajo que el de sus competidores. Sin embargo, esta estrategia de disminución no se aplica al volumen de máquinas disponibles, ya que consideran que es conveniente retener el exceso de capacidad para responder a posibles incrementos en la demanda.

Antes de concluir este apartado, es importante resaltar que para conseguir el nivelado de la producción y hacer posible y rentable la fabricación en pequeños lotes de productos distintos, es fundamental la reducción de los plazos de fabricación, lo que a su vez requiere reducir los tiempos de las preparaciones, llegando a crear situaciones donde el cambio entre modelos tenga un costo nulo o insignificante.

Una vez analizados los procesos de planificación y programación de la producción, dedicaremos el siguiente apartado al estudio del sistema que hace posible la *ejecución y el control* de la misma dentro de una planta que trabaje con JIT: el sistema **Kanban**.

Posteriormente se analizarán los otros componentes del JIT, indispensables para el éxito de sus metas de eliminación de desperdicio y de la mejora continua de la productividad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

COMPONENTES DE UN SISTEMA JIT

3.1 ELEMENTOS DE UN SISTEMA JUSTO A TIEMPO (JIT)

Para que el JIT funcione adecuadamente se necesita contar con un sistema de estructuras, las cuales se encuentran interrelacionadas bajo un fin común. Tales componentes se listan a continuación:

- *El sistema Kanban.*
- *Métodos para disminuir los tiempos de preparación.*
- *Operaciones estandarizadas.*
- *Capacidad de flexibilidad en la demanda.*
- *Programas de aprovechamiento de las ideas de los trabajadores.*
- *Programa de control autónomo de defectos.*
- *Programa de mantenimiento productivo total.*

En los siguientes apartados se describirán cada uno de estos elementos. No obstante, para un correcto funcionamiento de un sistema JIT se deben interrelacionar cada una de ellas.

3.2 EL KANBAN

3.2.1 Concepto de Kanban.

En un sistema MRP, el Plan de Materiales se da a conocer en todos los centros de trabajo, y las órdenes y decisiones de fabricación son guiadas por éste. A partir de ese momento, cualquier centro de trabajo comienza sus labores de producción, suministrando la fabricación obtenida al siguiente puesto en el proceso productivo, que debe recibirla en el momento adecuado, si no aparecen problemas inesperados. Como los componentes se fabrican y se envían a donde se necesitan, el material es "empujado" a lo largo de la línea de producción de acuerdo con el Plan de Materiales, por lo que el MRP se convierte en un *sistema de empuje (push)*, basado en la premisa de que *es mejor anticipar las necesidades antes de que éstas se produzcan.*

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En los sistemas de empuje, cualquier desviación con respecto a la programación da lugar a problemas, algunos de los cuales se pueden transformar en acumulaciones innecesarias de productos en curso. Además, por actuar de forma centralizada, y por trabajar con tamaños de lotes y tiempos de suministros supuestamente constantes y predeterminados, cualquier cambio en la programación inicial puede ocasionar una serie de dificultades. Para hacer frente a ellas, se emplea la reprogramación y, en su caso, el mantenimiento de cierto nivel de inventarios de seguridad. Debido a lo anterior, en estos sistemas de empuje, la labor de control de la producción se concentra en intentar mantenerla dentro del programa, tomando las medidas oportunas en caso de observarse cualquier tipo de desviación.

Ante estas dificultades de los sistemas de empuje existe una alternativa. la de los *sistemas de arrastre o tirón (pull)*, utilizada por el JIT, donde ya no es el proceso anterior el que decide suministrar los componentes al proceso siguiente, le hagan falta o no en ese momento, sino que será el proceso siguiente el que le retire al anterior las piezas necesarias, en la cantidad justa y en el preciso momento en que las necesite. Además, para el perfecto control de la producción, el proceso suministrador solo estará autorizado a reiniciar las labores de fabricación cuando se le haya retirado un determinado número de piezas terminadas, debiendo fabricar de nuevo justo esa cantidad. Esto hace que el programa de producción sólo sea comunicado "como orden de fabricación" al puesto de montaje final, desencadenando éste todo el proceso de producción a medida que retira los componentes necesarios para montar los productos finales.

El sistema Kanban es un sistema de arrastre basado en la utilización de una serie de tarjetas, normalmente rectangulares y enfundadas en plástico que dirigen y controlan la producción entre los distintos centros de trabajo (Kanban en japonés significa tarjeta, señal o cartel). Su primera aplicación se desarrolló en la empresa Toyota en 1975 y se puede definir como *un sistema de información completo, que controla de forma armónica la fabricación de los productos necesarios, en la cantidad y en el tiempo adecuado, en cada uno de los procesos que tienen lugar en el interior de la fábrica.*

3.2.2 Principales tipos de kanbans y su funcionamiento.

Se pueden utilizar varios tipos de Kanban, existen dos tipos fundamentales:

- *Kanbans de transporte o de movimiento*, que se mueven entre dos puestos de trabajo e indican las cantidades de producto a retirar del proceso anterior. En la información recogida en este tipo de Kanban debe figurar toda aquella que facilite la localización y el transporte de los ítems necesarios de los puestos de trabajo entre los que se mueve. Ver Figura 3.1.
- *Kanbans de producción*, que se mueven dentro del puesto de trabajo y funcionan como orden de fabricación. Estos deben contener toda aquella

información necesaria para facilitar la fabricación de la pieza a la que haga referencia. Ver Figura 3.1.

Tan característicos como las propias tarjetas son los contenedores que se utilizan para almacenar y traspasar componentes de un proceso a otro; éstos deben tener un tamaño estándar cuya determinación no es fácil, ya que habría que tener en cuenta distintos factores como: manipulación del material, congestión de los talleres, proximidad de los centros de trabajo, etc. En Toyota se considera que ningún contenedor debe tener un tamaño superior al 10 % de la demanda diaria del componente tratado. Según estudios realizados en diferentes plantas, se estima que un contenedor estandarizado de un solo tamaño puede utilizarse para el 80 % de las piezas y componentes fabricados en una determinada planta. Es conveniente saber desde ahora que cualquier contenedor que se encuentre lleno de piezas debe tener adherido un Kanban, el cual, según los casos, será de producción o de transporte.

Para explicar cómo circulan en la planta los distintos tipos de Kanbans, en la Figura 3.2 se representan dos centros de trabajo, C1 y C2, de forma que C1 suministra el componente 2 al C2.

En la situación inicial se observa la zona de almacenaje *inputs* de C2 y la de *outputs* de C1. En cualquier zona de *inputs* existirán contenedores llenos de componentes, que deben llevar adheridos su correspondiente Kanban de transporte (KT); los Kanbans de producción (KP) se encontrarán incorporados a los contenedores llenos de productos elaborados depositados en sus zonas de almacenaje. Se centrará la explicación en el flujo de materiales que se establece entre los dos puestos de trabajo anteriores. Se partirá de una situación en donde cada zona de almacenaje tiene contenedores llenos de piezas. El proceso es el siguiente:

- a) Cada vez que el operario del puesto C2 utiliza un contenedor de sus *inputs*, retira el Kanban de transporte que lleva pegado y lo deposita en el buzón de Kanbans de transporte BUZ3 (paso 1). Cada cierto tiempo, o bien cuando se acumula un cierto número de aquéllos, un operario recoge los Kanbans depositados en el buzón y los transporta, junto con sus correspondientes contenedores vacíos, al lugar de recogida que expresan los Kanbans, en ese caso la zona de almacenaje de *outputs* de C1 (paso 2). En lo que resta de ejemplo, supondremos que la recogida de Kanbans de producción se realiza siempre que haya uno de ellos en el buzón.
- b) Una vez en la zona de almacenaje de *outputs*, se deposita el contenedor vacío en algún lugar designado para tal efecto, compara detenidamente la información del Kanban de transporte con los Kanbans de producción pegados a los contenedores llenos de piezas allí depositados (paso 3) y, por último, elige uno que contenga el tipo de piezas en la cantidad justa que iba a buscar. Realizada esta operación, despega el Kanban de producción del contenedor y lo deposita en el buzón de recepción de Kanbans de producción correspondiente, el BUZ2 (paso 4).

- c) Al contenedor al que acaba de retirarle el Kanban de producción le incorpora el de transporte que lleva en su mano y se dirige a depositarlo en la zona de almacenaje de *inputs* del puesto C2 (paso 5). Una vez depositado (paso 6), este puesto dispone de nuevo de la cantidad inicial de *inputs* con la que habíamos comenzado el ejemplo y, en su momento, podrá empezar a retirar material para realizar el proceso productivo.
- d) Entretanto, en el centro C1 existe un desfase con respecto a la situación de equilibrio inicial, ya que cuenta con un contenedor vacío. En este puesto, cada cierto tiempo, o bien a cada cierto número de Kanbans depositados en el buzón de recepción, éstos son traspasados, conservando el mismo orden de llegada, al buzón de Kanbans de producción (flecha 1). A partir de entonces funcionan como órdenes de fabricación, por lo que el operario del puesto C1 recoge los Kanbans de producción del buzón, comenzando la fabricación de las piezas que le han sido retiradas (paso 7). Con las piezas que elabora, vuelve a llenar el contenedor vacío y le incorpora de nuevo el Kanban de producción, volviendo, por tanto, a la situación de equilibrio definida inicialmente (paso 8).

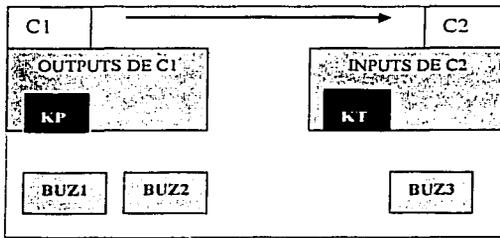
El procedimiento explicado puede generalizarse a todas las posibles relaciones establecidas en la planta de fabricación. Es por ello que, con el sistema Kanban, solo es necesario comunicar el programa de montaje final al último puesto de trabajo de la cadena, ya que éste, a medida que hace uso de sus *inputs*, desencadena el proceso que pone en marcha a toda la fábrica. El resto de los puestos de trabajo sólo necesita saber los componentes que le son retirados en cada momento, ya que, hasta entonces, no puede emprender labores de fabricación. Es este aspecto del sistema el que motivó a un mando de la General Motors a resumir el sistema Kanban, más o menos acertadamente, con la siguiente frase: "No hagas nunca nada ni lo mandes a ninguna parte, alguien vendrá por ello".

Figura
Kanban de Transporte y Producción

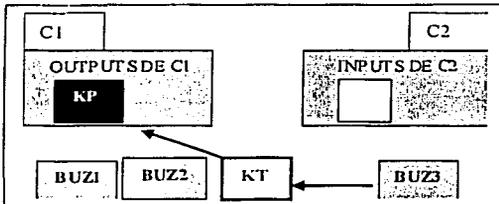
CODIGO: KANBAN DE TRANSPORTE		
CA1322503		
DESCRIPCION:		
TORNILLO DE ACERO		
Capacidad:	Orden:	Tarjetas:
25	4	3
Origen:	Destino:	
ROLADO	ACABADO	
Punto de recogida:	Punto de depósito:	
12	5	

CODIGO: KANBAN DE PRODUCCION	
CA1322503	
DESCRIPCION:	
TORNILLO DE ACERO	
CENTRO DE TRABAJO:	
ROLADO	
Punto de depósito:	Capacidad del contenedor:
4	25
COMPONENTES:	Punto de recogida:
CA3215689	6

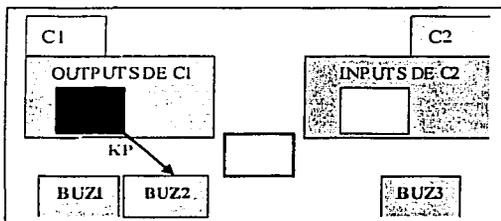
TESIS CON FALLA DE ORIGEN



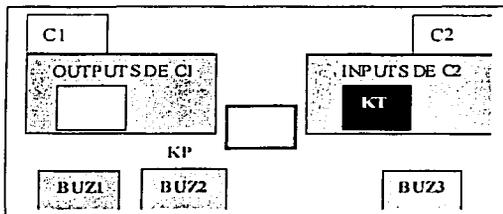
Situación inicial: C1 le suministra un componente a C2



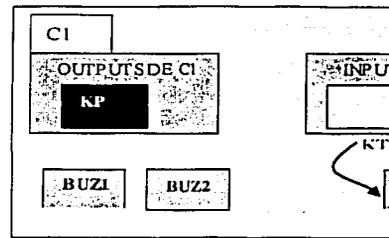
Paso 2: El operario de transporte con el contenedor vacío busca piezas en C1. El contenedor tiene pegado el KT.



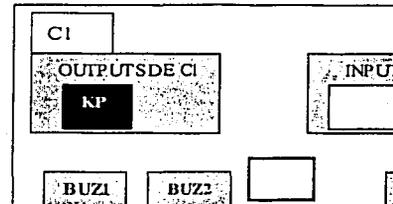
Paso 4: El operario de transporte despega el KP del contenedor elegido y lo introduce en BUZ2.



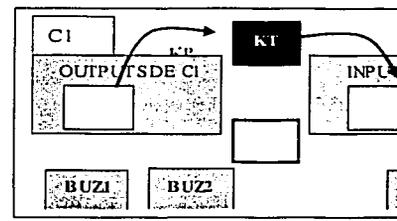
Paso 6: El nuevo contenedor se deposita en C2 y se vuelve a la situación inicial.



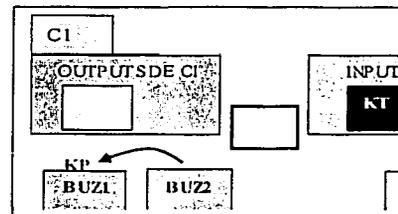
Paso 1: El obrero de C2 despega el KT y lo introduce en el buzón B3. Las piezas se...



Paso 3: El operario de transporte con el contenedor vacío y elige otra con el KT.



Paso 5: El operario pega el KT al contenedor que está vacío y se dirige a C2.



Paso 7: El KP se pasa al buzón BUZ1, del C1 lo recoge e inicia la fabricación de piezas retiradas.

Paso 8: Fabricadas las piezas se devuelve el contenedor vacío.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

3.2.3 Reglas de un sistema Kanban.

Antes de poner en funcionamiento un sistema Kanban es necesario realizar los siguientes cambios en la planta:

- Fijar el diagrama de flujos de forma que cada elemento pueda provenir de un solo lugar y tenga un camino claramente definido a lo largo de la ruta de producción.
- Las tarjetas de Kanban también pueden utilizarse para comunicar necesidades de insumos entre una empresa cliente y sus proveedores.
- Al suprimirse los almacenes, cada centro de trabajo debe contar con una zona donde depositar los elementos que constituyen sus *inputs* y otra para almacenar sus *outputs* o ítems elaborados.
- Cualquier puesto de ensamblaje, ya sea intermedio o final, que utilice distintas piezas o componentes, deberá dividir su zona de *inputs* con lugares determinados para cada uno de ellos. Cualquier puesto que suministre piezas a más de un proceso posterior deberá realizar una operación similar con su zona de *outputs*.
- En cada una de estas zonas de almacenaje será necesaria la instalación de uno o más buzones que, posteriormente, servirán para el control de los Kanbans.

Como se ha podido observar, el sistema Kanban tiene un funcionamiento muy simple y ofrece un control visual rápido de las existencias en planta. Estas mismas características de sencillez hacen que necesite de una gran disciplina en su aplicación para conseguir su buen funcionamiento. Dicha disciplina se concreta en la observación estricta de las siguientes normas.

Regla 1. *El proceso posterior recogerá del anterior, del lugar adecuado, los productos necesarios en las cantidades precisas.*

La aplicación de esta primera regla conlleva una serie de corolarios. Estos intentan resolver el problema de la exactitud de los datos de inventarios y el control de los mismos de forma que no se provoquen, por este motivo, problemas de incumplimiento de la programación de la producción.

- Se prohíbe cualquier retirada de piezas sin la indicación del correspondiente Kanban de transporte.
- Se prohíbe retirar más piezas que las indicadas en el Kanban.
- El Kanban siempre deberá adherirse al producto físico.

Regla 2. *El proceso precedente deberá fabricar sus productos en las cantidades recogidas por el proceso siguiente.*

La observación conjunta de las reglas 1 y 2 permitirá que la planta de producción funcione como una línea de transporte ideal, utilizando el Kanban como

medio de conexión de todos los procesos. También esta segunda regla tiene una serie de corolarios:

- No se fabricarán más piezas que las indicadas por los Kanbans de producción.
- Cuando el proceso anterior fabrique varios tipos de piezas, su producción deberá seguir el mismo orden en que fueron depositados los respectivos Kanbans de producción en el buzón.

Regla 3. *Los productos defectuosos nunca deben pasar al proceso siguiente.*

La lógica de esta tercera regla es clara, ya que al tratarse de un sistema de producción que trabaja con inventarios mínimos, cualquier producto defectuoso que sea encontrado por el proceso siguiente difícilmente podrá ser sustituido a tiempo, pudiendo originar una parada de la línea de producción.

Regla 4. *El número de Kanbans debe disminuirse.*

Dado que cuando un contenedor está lleno de piezas debe tener adherido un Kanban, la cantidad máxima de inventario entre dos puestos de trabajo coincidirá con la siguiente formulación:

Inventario máximo = capacidad del contenedor x número de Kanbans puestos en circulación.

Si se cumple lo anterior, y dado que el JIT pretende trabajar con el mínimo inventario posible, una regla de oro será intentar minimizar el número de Kanbans en circulación. De esta forma, estaremos reduciendo los inventarios y, por tanto, caminando hacia las metas establecidas.

3.2.4 Otros tipos de kanbans.

Aunque hasta el momento solo se ha hecho referencia a los dos tipos de Kanbans fundamentales, el de producción y el de transporte, un sistema real puede llegar a utilizar muchos más, de los que resaltan: *las señales Kanban y el Kanban de proveedores.*

También es posible, y así sucede a veces en la realidad, que el sistema Kanban funcione utilizando una única tarjeta.

a) *Las señales Kanban.*

Aunque la situación ideal a la que aspira el JIT es que cada vez que se vacíe un contenedor se acometa la fabricación y sustitución de las piezas utilizadas, esto no

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

siempre será posible. Ello es debido a que existen situaciones donde los tiempos de preparación de la maquinaria no han sido lo suficientemente mejorados, obligando a trabajar con lotes de fabricación de un tamaño superior al deseado. Una situación de este tipo se da en los procesos de estampación de Toyota, donde los tiempos de preparación de la prensa obligan a realizar un determinado número de golpes (tamaño del lote) antes de pasar al siguiente cambio de matrices. En estos casos son utilizadas las denominadas señales Kanban: el *Kanban triangular* y el *Kanban de transporte de materiales*.

El Kanban triangular suele ser una lámina metálica triangular como la mostrada en la Figura 3.3, cuya misión es la de indicar cuál es la cantidad de existencias alcanzada.

Por su parte, el Kanban de transporte de materiales, de forma rectangular, sirve para solicitar al proceso anterior los componentes necesarios para la fabricación de este nuevo lote.

Para comprender mejor su funcionamiento imaginemos un proceso en el que las piezas se fabrican en lotes de 400 unidades. Una vez terminado, se apila en cuatro contenedores de 100 piezas cada uno. Un Kanban triangular situado entre los contenedores números 2 y 3 indicará que hasta que el proceso siguiente no haya retirado los dos primeros contenedores (liberando así el Kanban triangular) el proceso en cuestión no estará autorizado para emprender la fabricación de un nuevo lote de piezas. El Kanban de transporte de materiales, situado en una posición anterior, será liberado antes y permitirá que estén disponibles los componentes necesarios para la fabricación del lote en cuestión.

b) El Kanban de proveedores.

Dado que una empresa que trabaje bajo la filosofía del JIT considera a sus proveedores como el inicio de su proceso productivo, comúnmente realiza los pedidos externos con el mismo sistema Kanban que usa para controlar sus procesos internos.

La utilización del sistema Kanban para realizar pedidos a los proveedores, usando solamente unas simples tarjetas, ayuda a conseguir una de las metas esenciales del JIT: la eliminación de papeleo ineficiente.

El Kanban de proveedores es básicamente un Kanban de transporte que incorpora la información necesaria para realizar la entrega de materiales justo en la cantidad necesaria y en el momento y lugar precisos. El uso del EDI, un sistema de intercambio de información computarizado, supone un claro avance en el empleo de este tipo de Kanbans.

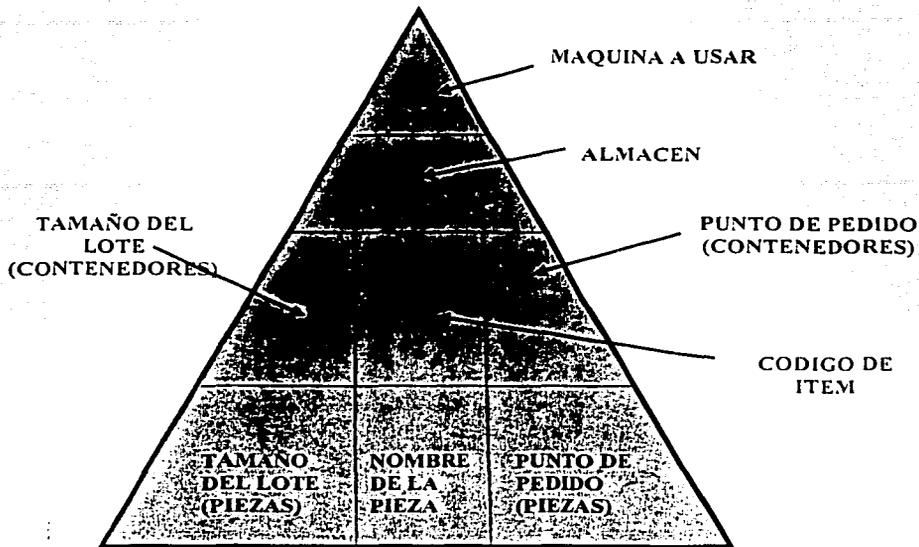


Figura 3.3
Kanban triangular.

3.2.5 Cálculo del número de tarjetas a poner en circulación.

El número de tarjetas a poner en circulación se calcula sobre la parte firme del Programa Maestro de Producción. La determinación del citado número ha constituido un popular tema de investigación y se han propuesto algunos enfoques alternativos que por razones de espacio no abordaremos aquí. La fórmula más comúnmente empleada en la literatura sobre Dirección de Operaciones es la utilizada por Toyota. En ella, el número de Kanbans requeridos es función de la demanda de componentes durante un cierto tiempo de reposición:

$$NK \geq (DMU * TR(1+CS))/CC$$

donde:

NK = Número de Kanbans.

DMU = Demanda media por unidad de tiempo durante el periodo firme tratado.

TR = Tiempo de reposición de un contenedor (éste incluye los tiempos de transportes, de fabricación, esperas y vaciado).

TESIS C
FALLA DE C

$CS =$ Coeficiente de seguridad (de 0 a 1).
 $CC =$ Capacidad del contenedor.

Aunque muy extendida, dicha formulación no está exenta de problemas. Por un lado, la estimación de los tiempos de fabricación y el manejo de materiales, son variables decisionales y en la mayor parte de las empresas dependen de numerosos factores (cargas del centro de trabajo, mezcla de productos, tamaño de lotes, etc.). Por el otro, dichos tiempos, que se encuentran en el segundo término de la fórmula anterior, están en función del número de Kanbans en cada centro de trabajo, los cuales aparecen en el primer miembro de la mencionada formulación. Además del resultado de estos cálculos obtendremos solo una buena estimación del número de tarjetas que sería conveniente introducir en el sistema, ya que este número podrá variar en alguna unidad.

Ejemplo de cálculo del número de Kanbans.

Un centro de trabajo (usuario) tiene un ritmo de producción de 175 partes por hora. Cada contenedor de Kanban estándar contiene 100 partes. Toma un promedio de 1.10 horas para que un contenedor haga el ciclo completo, desde el momento que sale lleno del centro usuario, hasta que se devuelve vacío, se llena con producción y vuelve a salir. Calcule la cantidad de tarjetas necesarias, si el sistema Kanban tiene un factor de seguridad de 0.5.

Solución:

Aplicando la fórmula para calcular NK, tenemos:

$$NK = (175 * 1.1 * (1 + 0.5)) / 100 = 2.88 \text{ tarjetas} = 3 \text{ tarjetas Kanban.}$$

3.3 DISMINUCIÓN DE LOS TIEMPOS DE PREPARACIÓN

Para reducir el tiempo de preparación de las herramientas se utiliza la técnica SMED.

SMED son las siglas de "Single Minute Exchange of Die" (Preparación de herramientas de un solo minuto) y pretende disminuir el tamaño de los lotes y con ello los tiempos de fabricación del producto.

Buscando evitar cualquier despilfarro, el JIT trata de eliminar cualquier tiempo de fabricación que no sea estrictamente necesario.

El proceso de fabricación se descompone en *tiempos de espera* entre cada operación involucrada, así como también en tiempos de transporte y tiempo de elaboración del lote.

Los orígenes del tiempo de espera pueden ser:

- *Los desequilibrios en el tiempo de producción.*

Un proceso precedente puede tardar más que el siguiente en terminar una unidad de un artículo, por lo que este último tendrá que esperar hasta que le llegue el siguiente ítem a procesar. Con esto también se favorece la ayuda mutua entre los trabajadores cuando estén retrasados.

Para reducir este tiempo, el JIT propone una buena estandarización de operaciones y un gran entrenamiento de los trabajadores.

- *El tamaño de los lotes a procesar.*

Debido a que la primera operación con un lote depende de la conclusión del anterior, el JIT trata de reducir el tamaño de los lotes así como también los tiempos de espera entre ellos.

En relación con el tiempo de transporte, se busca que toda la planta de producción funcione como una línea equilibrada, donde el flujo entre procesos sea unitario y que cada unidad de producto salga de la línea al mismo tiempo que los distintos artículos semiterminados pasan al proceso siguiente.

Desafortunadamente, esto no suele ocurrir en la fabricación por lotes si las máquinas de igual función se agrupan en una misma sección.

Cuando un taller termina sus labores sobre un lote de gran tamaño, éste se transfiere al siguiente y así sucesivamente hasta que el lote esté completamente terminado.

Esta forma de trabajar el lote puede tener algunas ventajas, pero sobretodo incrementa el nivel de existencias del artículo y también el tiempo total de fabricación. Lo que establece el JIT en este sentido es convertir estos trabajos por lotes en flujos de producción por unidades, conectándolos directamente con la línea de montaje. Para lograr esto no diseña las secciones por funciones, sino en *líneas multiproceso*, donde un mismo operario polivalente maneja las diferentes máquinas necesarias para conseguir el artículo final (torno, taladro, fresa, etc.). Así, después de un ciclo de fabricación más corto y sincronizado con los demás procesos, se obtendrá un solo ítem para la línea de montaje. Con ello se reducirá considerablemente el nivel de inventario y el tiempo de ejecución total.

De las propuestas que hace el JIT para reducir el tiempo de espera y el de transporte, se observa que es fundamental la reducción de la dimensión de los lotes de

procesamiento. Es evidente que con esta reducción también se reducen proporcionalmente los tiempos de ejecución.

En conclusión, la disminución del tamaño del lote es la clave de cualquier proceso para reducir el plazo de fabricación.

Anteriormente, el uso de grandes lotes era una solución contra las grandes ineficiencias originadas por los tiempos excesivamente largos de preparación de la maquinaria. Todo esto obligaba a producir grandes series de productos para repartir la ineficiencia, disminuyendo así el costo y tiempo de fabricación. No obstante, con esta manera de trabajar, se luchó contra los efectos y no contra las causas de los problemas, ya que el verdadero origen son las tediosas preparaciones para pasar a fabricar una nueva serie de productos.

Lo que el JIT hace es cambiar el enfoque y usar un sistema de cambios rápidos conocido como SMED, el cual reduce significativamente los tiempos de preparación y deja sin consistencia el uso de grandes lotes de producción.

3.3.1 El sistema SMED

El sistema conocido como SMED busca realizar cualquier preparación de máquinas en un tiempo inferior a 10 minutos. Fue creado por Shigeo Shingo en 1950, pero fue hasta la década de los setenta que se desarrolló completamente en Toyota.

El SMED es considerado como un método de mejora continua, lo cual implica que la empresa que lo adopte debe realizar esfuerzos para conseguir preparaciones de un solo golpe, o de preparaciones inferiores al minuto.

Al final del proceso de mejora lo ideal sería eliminar la necesidad misma de la preparación, tal y como lo menciona Shingo: *"El modo más rápido de cambiar una herramienta es no cambiarla de ninguna forma"*.

Esto implica estandarizar los componentes para que puedan ser utilizados en distintos productos, o fabricar las piezas necesarias al mismo tiempo, ya sea en la misma máquina o en máquinas diferentes. Otra opción es fabricarlas separadamente utilizando máquinas de bajo costo.

Si los plazos de preparación se reducen pueden observarse grandes beneficios, como:

- La reducción del nivel de inventarios, a la vez que se otorga mayor flexibilidad a la empresa para adaptar la producción a las fluctuaciones y modificaciones de la demanda.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Aumento de la tasa de uso de maquinaria al disminuir tiempos improductivos, así como también se incrementa la productividad.
- La empresa puede dejar de fabricar para almacén y adaptar su fabricación a los pedidos reales de los clientes.
- En lotes de gran tamaño puede ocurrir que se detecte un problema de calidad, lo cual origina grandes pérdidas y retraso. Con lotes más pequeños, los problemas de calidad son detectados más rápidamente y se reducen las piezas defectuosas.

3.3.2 Procedimiento para la mejora en los tiempos de preparación.

1.- Distinguir la preparación interna de la externa.

Cuando las labores de preparación se realizan cuando la máquina está parada se dice que se encuentra en *preparación interna* y si se realizan con la máquina en funcionamiento, *preparación externa*.

El problema surge cuando se confunden las preparaciones internas con las externas, lo cual provoca que la máquina esté parada más tiempo del estrictamente necesario. Para evitar esto, y antes de avanzar en la implantación del SMED se necesita realizar un exhaustivo estudio de los procesos y los tiempos realmente utilizados en las labores de preparación.

2.- Separar la preparación externa de la interna.

La separación de las preparaciones es la clave para el sistema SMED.

La búsqueda, preparación y ordenación de las herramientas y los materiales necesarios para la preparación son labores que deben realizarse mientras la máquina esté en marcha. No obstante, esto no sucede siempre.

En tanto, la preparación interna debe limitarse únicamente a retirar los útiles o herramientas anteriores y fijar los nuevos.

Con sólo separar y organizar las preparaciones externas de las internas el tiempo que puede reducirse en la preparación de una máquina parada puede ser de 30% o 50%.

3.- Convertir la preparación interna en externa

Se deben analizar todas las labores internas de preparación (comprobando que ninguna se haya catalogado así por error) e intentar transformarlas en actividades que sean posibles realizar con la máquina en marcha.

4.- *Concentrar esfuerzos en perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación.*

3.3.3 Técnicas para implantar SMED.

- Estandarizar la operación de preparación en la medida de lo posible y siempre que sea rentable. Así se irá convirtiendo en una operación de rutina.
- Utilizar sistemas de fijación de sujeción rápida.
- Adoptar *sistemas de preparación en paralelo*. Algunos procesos deben realizarse inevitablemente en distintos lados de la máquina. El empleo de dos operarios en estas tareas podría reducir el tiempo de preparación en más de la mitad debido a la economía de los movimientos, lo que aumentaría el tiempo de operación de la máquina manteniendo el mismo o menor número de horas-hombre utilizadas.
- Eliminar los ajustes. Tradicionalmente, una vez preparada la máquina, es frecuente realizar operaciones de ensayo y ajustes hasta que la preparación es idónea. Estas pruebas consumen entre el 50 % y 70 % del tiempo de preparación a máquina parada, por lo que es fundamental su eliminación utilizando procesos de montaje de los nuevos útiles o herramientas que sean extraordinariamente precisos o eliminen en sí mismos la necesidad de ajuste.
- Mecanizar algunos procesos de preparación, sobre todo aquellos que requieren el movimiento de útiles pesados. No obstante, según Shingo, la mecanización sólo debe considerarse después de haber ensayado el resto de técnicas de mejora, ya que éstas pueden reducir el tiempo de preparación en porcentajes mucho mayores que el propio proceso de mecanización.

Para una empresa occidental el sistema SMED puede convertirse en el primer paso para acercarse al JIT, a diferencia de los otros elementos del JIT, que podrían ser cuestionados.

Además, si se implica en los procesos de mejora a todo el personal de la empresa, el costo económico de su implantación será bajo y en cambio, aumentará la moral de los trabajadores, predisponiéndolos para aceptar otros retos en otras áreas de la fábrica.

Finalmente, el tiempo de preparación externa, con la máquina en marcha, se convierte en el elemento decisivo para determinar el tamaño del lote de procesamiento, ya que determina el número de artículos que la máquina debe realizar antes de poder pasar a fabricar otro tipo de piezas distintas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.4 ESTANDARIZACIÓN DE OPERACIONES

Se ha mencionado que la estandarización de operaciones es un instrumento para equilibrar la línea de producción y reducir los tiempos de espera.

La estandarización de operaciones consiste en determinar el orden secuencial de las mismas que ha de ejecutar un operario polivalente al manejar distintas máquinas, de forma que se logre:

- Una alta productividad por utilizar el mínimo de trabajadores posibles y eliminar todas las labores o movimientos inútiles.
- Equilibrar todos los procesos en términos de tiempo de fabricación.
- Utilizar la cantidad mínima posible de trabajo en curso, a la cual denomina cantidad estándar de trabajo en curso.

En la estandarización de las operaciones también debe tomarse en cuenta la seguridad de los trabajadores y la calidad del producto. Para conseguir este propósito, la estandarización considera tres elementos:

- El ciclo de fabricación de un ítem.
- Ruta estándar de operaciones de un trabajador.
- Cantidad estándar de trabajo en curso.

El ciclo de fabricación de un ítem implica que los responsables de cada departamento preparen sus instalaciones, materiales y personal de forma que se logren los objetivos de dicho ciclo, y sobre todo cuidando emplear el mínimo de trabajadores y redistribuyéndolos en caso necesario.

Si además se conoce la cantidad de horas-hombre requerida por las distintas operaciones, se podrán determinar el número de operaciones por cada trabajador. La *ruta estándar de operaciones de un trabajador* es el orden de acciones a llevar a cabo por cada trabajador en un determinado ciclo (ver Figura 3.4).

Artículo		Hoja estándar de operaciones	Fecha	Cantidad por día (unidades)	Traslado
Proceso	Pieza		Nombre del trabajador	Ciclo de fabricación (minutos)	

Figura 3.4
Hoja de ruta estándar.

TIEMPO CON
FALLA DE ORIGEN

Si los trabajadores realizan sus correspondientes operaciones en el tiempo asignado, al final del ciclo saldrá una pieza terminada de la línea, estando ésta perfectamente equilibrada en tiempo. No obstante, también se desprende que siempre

que la ruta estándar de cada trabajador no siga la secuencia lógica de operaciones a realizar al producto, será necesario mantener cierta cantidad de trabajo en curso entre máquinas (además de las que se están procesando en las mismas) para que éstas y los distintos trabajadores puedan operar de forma simultánea. A esta cantidad mínima se le llama *cantidad estándar de trabajo en curso* y no incluye las existencias en los almacenes de productos terminados.

3.5 CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN A LA DEMANDA

Debido a que las empresas suelen tener más de un producto final con demanda independiente, en ciertos momentos, pueden subir los pedidos de algunos de ellos y bajar los de otros. Ante una circunstancia así, por ejemplo el descenso de demanda de algún ítem final, la nivelación en las cargas de trabajo y la productividad pueden verse afectadas.

Esto podría provocar despilfarros si se continúa con la misma capacidad de producción en aquello que ahora tiene menor demanda.

Para evitar esta situación, el JIT implanta el concepto Shojinka, es decir, *la flexibilidad en el número de trabajadores de una determinada línea para adaptarse a los cambios de demanda, manteniendo o incrementando la productividad*. En la práctica, Shojinka significa que si la demanda de un determinado producto desciende un cierto tanto por ciento, el número de trabajadores asignados a su elaboración debe disminuir en la misma proporción.

Naturalmente, para lograr lo que este concepto del JIT propone se debe contar con dos requisitos en el diseño del sistema productivo:

- Distribución en planta adecuada.
- Polivalencia o multifuncionalidad de los trabajadores.

3.5.1 Distribución adecuada de la planta.

El JIT busca evitar procesos que agrupan máquinas de igual función. Este tipo de fabricación, es muy frecuente en la fabricación bajo pedido no repetitiva, que admite como inevitable la complejidad en los procesos productivos y la fabricación por lotes, que provoca problemas que el JIT intenta eliminar, como los largos tiempos de espera y transportes, movimientos inútiles, gran cantidad de productos en curso, riesgos de deterioro, largos tiempos de fabricación, dificultades de planificación y control, etc. El mayor inconveniente es la dificultad del ajuste y la reprogramación de los recursos humanos para adaptarse a los posibles cambios de demanda.

Lo que propone el JIT en este sentido es el agrupamiento en familias tecnológicas de las piezas cuyos modos de fabricación presenten similitudes en sus ciclos o partes de ciclos. Para después formar células dedicadas a la fabricación de una gama reducida de ellas, reagrupando y acercando las máquinas que permiten efectuar las operaciones sucesivas de igual familia.

En conclusión, si la fábrica se organiza en líneas de flujos basadas en los productos, intenta que éstas se adapten a un flujo nivelado de producción. No obstante, no todas las líneas de flujo son eficaces de la misma manera, y se considera que la ideal es la distribución en planta en forma de U, cuya principal característica es que los *puestos de entrada y salida de la línea se encuentran en paralelo y normalmente manejados por el mismo operario*.

Las ventajas de la distribución en U son:

- *Se reducen las distancias entre las máquinas.* Con ello hay una gran flexibilidad para adaptarse a los cambios en la demanda, aumentando o disminuyendo el número de trabajadores dentro de una línea y el número de máquinas manejado por cada uno de ellos. Como se verá enseguida esto requiere de gran polivalencia en los trabajadores.
- *Se reduce la cantidad de existencias de productos en curso.* Además dicha cantidad permanecerá constante dentro de una célula si el mismo trabajador que introduce un nuevo ítem en la primera máquina es el encargado de sacar otro acabado en la última.
- *Los desequilibrios se controlan fácilmente en la distribución en U,* ya que cualquier problema que retrase la salida del siguiente ítem terminado será fácilmente detectable.
- *Se reducen los tiempos de preparación* al estar cada célula dedicada a la fabricación de un conjunto de ítems con características similares.
- *Facilita la comunicación y ayuda mutua* al estar los trabajadores físicamente muy cerca unos de otros, lo cual es fundamental para el equilibrio de la línea.

Se debe, entonces, buscar en la medida de lo posible, organizar los procesos en forma de U, de tal manera que las células transformen sus entradas en salidas, y a su vez, alimentan a las células que las suceden (ver Figura 3.5).

3.5.2 Trabajadores multifuncionales.

De la distribución en U se deduce que es necesario variar el número de operarios dentro de una determinada célula, adaptándose a las necesidades reales del momento.

El trabajador puede ver alterada su ruta estándar de operaciones, incrementándose o disminuyendo el número de tareas a realizar o simplemente, se modifica el orden o contenido de las mismas.

Los cambios no podrán ser realizados si los trabajadores no son multifuncionales; se requiere que estén formados para desarrollar una amplia gama de trabajos.

El sistema de Rotación de Tareas, es muy usado para que cualquier trabajador reciba formación y se vaya rotando por los distintos puestos de trabajo, en ciclos más o menos largos, hasta conseguir suficiente habilidad en cada uno de ellos. Es conveniente empezar por los supervisores o encargados para servir de ejemplo al resto de trabajadores. Esto permitirá facilitar, posteriormente, momentos de descanso a los operarios, a los cuales sustituirá temporalmente en caso necesario.

Entonces, es indispensable un plan para formar al resto de trabajadores. El tiempo que tarda un trabajador en formarse en una determinada tarea dependerá de la dificultad de la misma pero siempre podrá ser rebajado con los procesos de estandarización y mejora de las distintas tareas de la empresa.

Una vez alcanzada la polivalencia entre los trabajadores de una determinada sección, se debe establecer entre ellos la rotación, que puede llevarse por periodos semanales, diarios o incluso horas.

La idea de la rotación en distintos puestos se aplica a todos los niveles de la empresa, incluyendo la alta dirección.

Las ventajas de la polivalencia pueden ser:

- El trabajador permanece más alerta al trabajo. Esto implica la disminución de accidentes laborales y el aumento de la productividad.
- Mejoran las actitudes de los trabajadores al aumentar su motivación y disminuir la monotonía.
- Ningún obrero se sentirá perjudicado por la asignación de tareas.
- Los procesos de ayuda mutua se favorecen al realizar los trabajadores cada una de las tareas en algún momento.
- Aumenta el grado de responsabilidad en el trabajo.

Es frecuente, que en las empresas occidentales se presenten dificultades para conseguir obreros polivalentes debido a la excesiva división del trabajo. No obstante, múltiples casos han mostrado que no es una misión imposible pero la implantación se llevará a cabo sobre la base de grupos de trabajo manteniendo un *amplio diálogo con los representantes de los trabajadores, y con una buena política de incentivos.*

TEMAS CON
FALLA DE ORIGEN

EL JIT no solo se enfoca a la eficiencia sino también respeta la dimensión humana del trabajador. El convencimiento de que son los trabajadores los que mejor conocen las distintas operaciones de producción, hace que se les otorgue participación y protagonismo en cualquier proceso de mejora, instrumentando una serie de mecanismos para aprovechar sus ideas en beneficio de la empresa y del propio trabajador.

En una primera fase de mejora, se busca eliminar las operaciones manuales innecesarias y disminuir aquellas que no aportan valor agregado.

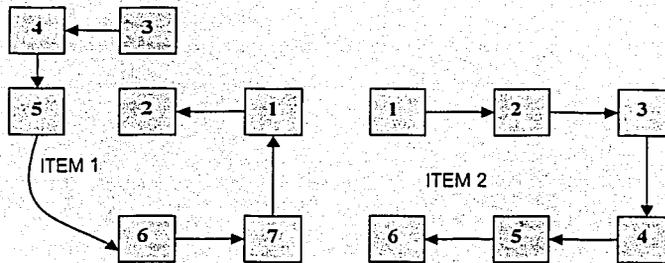


Figura 3.5
Planta en U.

En una fase posterior, sería considerado cualquier proceso que implicase una mayor automatización de la planta, a través de la introducción de nuevos equipos o nueva tecnología. No obstante, esta fase no debe ser abordada si no se ha conseguido un nivel adecuado de mejora en las actividades manuales, por las siguientes razones:

- Las mejoras en el trabajo manual no necesitan interrumpir el funcionamiento de la empresa.
- El costo de la mejora en un trabajo manual es casi siempre más bajo en comparación con las inversiones en automatización.
- Es más fácil volver atrás en los cambios en los trabajos manuales sino son satisfactorios.
- Esto es casi imposible en las inversiones en automatización.
- Se deben llevar a cabo primero mejoras en las operaciones manuales, y después en la maquinaria, ya que si las primeras son mal realizadas se pueden

originar malos funcionamientos de las máquinas (ítems defectuosos, averías, etc.)

Lo mejor para incrementar la productividad es hacer partícipes a las personas en el proceso de generación de mejoras, estableciendo unos buenos canales de comunicación que permitan atender efectivamente sus sugerencias y haciéndoles comprender que cualquier proceso de mejora emprendido no es más que un medio para enriquecer su trabajo, eliminando los aspectos inútiles y perjudiciales del mismo. Así subirá la moral de los empleados y su nivel de identificación con la compañía. Este proceso puede realizarse convenientemente a través de un plan de sugerencias o de *círculos de calidad*.

3.6 PROGRAMAS DE APROVECHAMIENTO DE IDEAS

3.6.1 Plan de sugerencias.

Es un método de dirección que permite aprovechar los talentos de los empleados situando en los talleres buzones en los que éstos depositan sus ideas y sugerencias relacionadas con la mejora del trabajo.

Las sugerencias son dirigidas a los altos mandos y evaluadas por personal experto, implantándose rápidamente aquellas aportaciones viables y beneficiosas a la empresa.

Esto no debe ser solamente una simulación de que el empleado participa, y deben ser utilizadas realmente para mejorar la calidad de los procesos y de los productos.

3.6.2 Círculos de calidad.

Existe una clara conexión entre el JIT, la calidad y la mejora de los procesos de producción. En las compañías que buscan mejorar sus procesos, el empleo de círculos de calidad se ha convertido en una poderosa herramienta.

Los círculos de calidad generalmente están formados entre cinco y doce trabajadores, y tratan temas de la calidad del producto, eficiencia, distribución en planta, mantenimiento, reducción de costos, seguridad, etc.

La participación en ellos es voluntaria pero puede haber presión para participar en ellos.

Su funcionamiento varía en función de la empresa; en algunas suelen reunirse los fines de semana en sesiones de una o dos horas mientras que en otras en horas de trabajo distribuidas.

Se discuten problemas de los puestos de trabajo y las formas de mejorar los procesos. Cuando un miembro sugiere una idea, los componentes del círculo discuten su utilidad y deciden si la idea puede adoptarse.

Otra función importante de los círculos es la formación de los trabajadores: cada uno de sus miembros es formado convenientemente en aspectos técnicos de control de calidad y de mejora de procesos, posibilitando así que puedan proponer las mejoras oportunas; por otra parte, los obreros calificados que hayan aprendido una nueva técnica, se la enseñan al resto de sus compañeros, con lo cual el círculo de calidad se convierte en un elemento fundamental para la formación profesional de los trabajadores.

En resumen, tanto con el plan de sugerencias como con los círculos de calidad se consiguen las siguientes ventajas:

- Fomentar grupos de estudio en los que participen mandos y obreros.
- Dinamizar las capacidades individuales, muchas veces ignoradas o escasamente estimuladas.
- Aplicar los resultados obtenidos al conjunto de la empresa para conseguir una dirección más eficiente y un mejor ambiente de trabajo.
- Enriquecer la personalidad de los obreros y su integración y participación en el grupo.
- Contribuir a la formación permanente de los trabajadores.

3.7 CONTROL AUTÓNOMO DE DEFECTOS

La calidad es un fin en sí misma dentro del JIT y tal como se observa en la fabricación pull es un elemento clave para evitar despilfarros y permitir un flujo regular y sincronizado de la producción.

La filosofía japonesa de que “la calidad no se inspecciona, sino que se fabrica” puede justificarse ya que algunos métodos de muestreo y fijación de límites aceptables que utilizan los inspectores de calidad presentan claros inconvenientes.

- Las actividades de los inspectores de calidad están fuera de las labores de producción, por lo que sus tareas no incorporan valor añadido al producto.
- Las técnicas de control estadístico que realizan una inspección a posteriori, eliminando aquellos productos que no reúnen las características de calidad exigidas, ciertamente descubren los defectos pero no son las más efectivas para reducirlos debido a que:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- ▶ Al no ser una inspección en la fuente, no detectan rápida y directamente la causa que origina los defectos.
- ▶ Su proceso de retroalimentación es lento. Normalmente los resultados de la inspección no se revisan, hasta una próxima reunión de los responsables de calidad, tiempo durante el cual pueden estar produciéndose nuevos defectos.
- ▶ Por lo regular, en las inspecciones por muestreo se revisan las primeras y las últimas piezas de un lote; si éstas son defectuosas se inspecciona el lote al cien por ciento, pero si son buenas el lote se da por aceptado. Ello olvida la posibilidad de ocurrencia de defectos ocasionales que pueden haber surgido en algún otro momento de la fabricación del lote y que, por tanto, no serán detectados.

Aunque el muestreo puede ser una forma racional de procurar la eficiencia de los métodos de inspección, no asegura la calidad en sí misma. En su contexto, llega a tener sentido la fijación de un *nivel aceptable de calidad* (NCA), pero no en un contexto de cero defectos. Recuérdese que cada cliente compra un solo producto y que, si este producto es defectuoso, el cliente perderá la fe en la empresa, por lo que no debe ser aceptable ningún nivel de defectos.

Por las razones anteriores, las empresas que trabajan con el enfoque JIT deben aplicar métodos para que los defectos sean detectados en el mismo momento y lugar de ocurrencia así como establecer los mecanismos necesarios para que no se vuelvan a producir.

El método que asegura la retroalimentación más rápida es, sin duda, la autoinspección. No obstante, este método también presenta una serie de inconvenientes, además de la necesidad de formación y motivación del trabajador: éste puede realizar juicios de compromiso y aceptar ítems que deberían rechazarse, o bien, cometer errores de inspección no intencionados. Para evitar esos problemas, el JIT desarrolla para sus controles de calidad, métodos de autoinspección en la fuente donde el trabajador está auxiliado por mecanismos que detectan y previenen automáticamente los defectos. Estos se agrupan en la “automatización con mente humana”. El concepto se aplica tanto a labores mecanizadas como a manuales, y constituye una técnica para detectar y corregir defectos de la producción utilizando procedimientos que avisan de cualquier anomalía en el funcionamiento o producto defectuoso, llegando a detener la línea de producción o la máquina concreta en caso necesario.

Estos dispositivos de control, que, situados en los utensilios e instrumentos, impiden el trabajo defectuoso y permiten subsanar o prevenir las posibles fallas de control humano, son conocidos como “Poka-yoke” (a prueba de errores). Constituyen un método eficaz para asegurar una inspección autónoma en la fuente del 100 % y conseguir la meta de cero defectos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Lo que se busca es prevenir la ocurrencia de un defecto, y si se llega a detectar se detiene la línea. Lógicamente, estas detenciones disminuirán la eficiencia a corto plazo, pero a medida que se comience a fabricar de nuevo, el problema habrá quedado solucionado y con pocas probabilidades de repetirse. Esto elevará la eficiencia a niveles superiores a las anteriores.

Además, existe un sistema de apoyo que consiste en una serie de controles visuales que ayudan a comprobar la marcha de la producción, y si está acorde con el funcionamiento previsto. Por ejemplo, para detectar un problema en cualquier proceso, se sitúa una señal eléctrica luminosa en un lugar elevado de la planta y, con sus distintos colores, indica si existe algún problema en alguna parte de la línea (roja = avería, verde = falta de materiales, azul = unidad defectuosa, etc.) Con ello se facilita que el responsable sepa inmediatamente de la existencia del problema e inicie las acciones correctivas necesarias.

En resumen, el control autónomo de defectos permite a la empresa conseguir las siguientes ventajas:

- Garantizar la calidad de los componentes y productos terminados a través de una inspección del 100 %, cómoda y eficaz.
- Reducir los tiempos de fabricación, al integrarse la inspección en la línea de producción. no son necesarios los tiempos de transporte para llevar las piezas a un centro de verificación.
- Pueden incluso suprimirse los inventarios de seguridad destinados a solventar problemas de calidad.
- Reducir el número de inspectores de calidad y, con ello, los costos de personal.
- Evitar los típicos conflictos entre los inspectores de calidad y los trabajadores, ya que todo el personal siente como suya la lucha contra los defectos.

Hay que señalar, por último, que la aplicación de este enfoque sobre la calidad puede desarrollarse fácilmente en cualquier tipo de empresa, y permite crear un alto grado de estabilidad en la calidad de los productos. Sin embargo, para completar el efecto preventivo del mismo, es necesario atacar de igual manera otras fuentes de riesgo. Unas, como las averías en los equipos, son de índole interno; otras proceden del exterior, como los problemas con los suministros o con las ventas. Lo primero puede subsanarse a través de un adecuado mantenimiento, y lo segundo mejorando las relaciones con los proveedores y clientes.

3.8 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

En un entorno JIT, a diferencia de la concepción clásica de la fabricación, cualquier avería de una máquina, además de influir en una disminución de su grado

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

de utilización y eficiencia. dará lugar a que en poco tiempo, la que le sigue en el proceso productivo acabe con las existencias de sus entradas y tenga, a su vez, que pararse. En definitiva, en un sistema que pretenda trabajar con cero inventarios las averías no sólo afectan a la máquina que la sufre, sino que sus efectos pueden extenderse al resto del proceso productivo, provocando una pérdida de eficiencia global del sistema, y un aumento de los plazos de fabricación. Son estos argumentos los que justifican que un buen proceso de mantenimiento de las máquinas sea una pieza fundamental para el pleno desarrollo y el éxito de la fabricación JIT.

Los conceptos clásicos de mantenimiento se abocan a emprender acciones correctoras cuando ya se ha producido una avería, y en el mejor de los casos, se adoptan medidas preventivas con la realización de revisiones periódicas. En ambos casos, siempre existe una clara separación entre los operarios dedicados a tareas productivas y los especializados en labores de mantenimiento, que incluso podían ser externos a la empresa.

En los ambientes JIT se cuenta con los propios trabajadores para intentar aumentar la eficiencia global del sistema, involucrándolos en las tareas de mantenimiento de las máquinas con las que trabajan. De esta forma, nace el concepto de "Mantenimiento Productivo Total", donde todos los trabajadores participan en las labores de prevención, detección y corrección de las anomalías de diseño o funcionamiento de las máquinas. En un programa de mantenimiento productivo total cada trabajador es responsable de desarrollar sobre su propio puesto actividades como las siguientes:

- Limpiar todo el polvo y basura, lubricar y ajustar las piezas, detectar y reparar defectos de funcionamiento.
- Adoptar medidas contra las fuentes de averías, previendo las causas de polvo, basura y desajustes.
- Proponer sistemas estándar para realizar las actividades de mantenimiento en el menor tiempo posible.
- Detectar y reparar defectos menores del equipo a través de chequeos globales.
- Mantener su puesto de trabajo con el orden apropiado, eliminando los objetos innecesarios y disponiendo los necesarios de la forma más adecuada posible.

Delegar estos aspectos de mantenimiento a los operarios de las máquinas tiene dos ventajas fundamentales:

- Los operarios son probablemente los que más saben sobre el funcionamiento de sus máquinas y, por tanto, las personas más adecuadas para detectar ruidos, desgastes o vibraciones no habituales.
- Se da a los operarios una cierta sensación de propiedad sobre las máquinas, por lo que se sienten más responsables a la hora de evitar las posibles averías.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En relación al momento adecuado para realizar las tareas de mantenimiento, debe establecerse situacionalmente y resulta muy conveniente integrarlo con los programas de producción. Una de las mejores formas, si ello es posible, es desarrollar este tipo de actividades entre turnos de trabajo.

Las ventajas que el mantenimiento total pueden ofrecer a las empresas son:

- Reducciones significativas del número de averías imprevistas.
- Aumento del grado de utilización de las máquinas y de su productividad.
- Decrementos del índice de defectos y de las reclamaciones de los clientes.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Disminución del número de accidentes laborales.
- Aumento del grado de satisfacción de los trabajadores.

Por último, y de acuerdo con la opinión de estudiosos del JIT, el mantenimiento productivo total es uno de los pasos fundamentales en el proceso de maduración hacia una producción sin stocks. Sin un programa que prevenga y evite las averías, cualquier sistema que pretenda una producción sin inventarios fallará al no eliminar una de las principales fuentes de problemas.

3.9 RELACIONES CON LOS PROVEEDORES Y LOS CLIENTES

La implantación de la filosofía JIT se debe expandir a sus proveedores y clientes. Al menos así debería ser si se desea conseguir todo el beneficio potencial que el JIT promete.

En efecto, al igual que deben realizarse importantes transformaciones internas en el proceso productivo y en el comportamiento de los trabajadores, también se necesitará conseguir cambios sustanciales en la relación con los proveedores y los clientes para lograr la máxima eficiencia de las operaciones. Ello permitirá ampliar el alcance de la reducción de costos y dar mayor impulso a la mejora de la calidad; por ejemplo, si se mejora la de los componentes adquiridos de los proveedores, se disminuirán los costos de inspección y reprocesamiento, y se aumentará la calidad del producto final.

La expansión JIT a la red de proveedores es un proceso delicado y debe realizarse con cuidado. Al final se tendrá un sistema de relaciones mutuas en las que el proveedor llegará a ser considerado como el inicio del proceso productivo de la empresa cliente, y donde la lealtad y la confianza serán elementos fundamentales. A pesar de ello no siempre sucede así, por lo que se crean recelos entre algunas empresas. Los proveedores deben hacer entrega frecuente de pequeñas cantidades de componentes con calidad asegurada. Por ejemplo, un determinado proveedor puede hacer tres entregas diarias y, en cada una de ellas, retirará los contenedores y Kanbans de proveedores correspondientes a la próxima entrega.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Bajo la filosofía JIT, la red de proveedores ideal debería estar formada por un número reducido de ellos, ubicados relativamente cerca de la empresa cliente, y con contratos de suministro a largo plazo. Lógicamente, esto debe estar acompañado de un elevado grado de seguridad en los tiempos de suministro y de una alta calidad, además de un compromiso de entregas frecuentes de mercancías.

3.9.1 Número reducido de proveedores.

En el JIT se intenta agrupar los suministros en pocos proveedores, cada uno de los cuales elaborará varios artículos pertenecientes a una misma familia. Así, la producción de cada proveedor puede alcanzar volúmenes importantes que justifiquen inversiones para mejorar su proceso productivo. Además, se podría acceder a ciertas economías de escala al reducir los costos fijos y con ello el precio de venta a la empresa cliente. A esta ventaja, la empresa cliente podrá sumar el obtenido a través de la simplificación de la gestión de compras, al reducir el número de proveedores.

El único riesgo que conlleva la concentración es el alto nivel de dependencia de las empresas proveedoras. Sin embargo, este riesgo quedaría reducido si, por una parte, se realiza el proceso de selección de proveedores de forma adecuada (por ejemplo, eligiendo sólo aquellos financieramente sólidos y con una dirección apropiada) y, por la otra, si la empresa cliente les presta suficiente apoyo y asistencia técnica para estabilizar y mejorar sus procesos productivos, mostrándoles el camino para incrementar su calidad, fiabilidad y flexibilidad.

Si este proceso es bien conducido, desarrollado lentamente y con cautela, se favorecerán las ventajas que se pretenden con la diversificación de las fuentes de suministros, o sea, reducción de precios y seguridad en los suministros. Sin embargo, el proceso puede resultar desastroso si no se elige bien a los proveedores, o si no se les presta la debida atención y asistencia en el nuevo destino común.

3.9.2 Contratos de suministro a largo plazo.

El JIT estimula la firma de contratos a largo plazo con los proveedores ya que además de estabilidad se cuenta con un importante volumen de pedidos como consecuencia de la agrupación de suministros, la empresa se convertirá en un cliente importante para el proveedor, que *intentará satisfacer debidamente sus promesas de entrega*. También este tipo de contratos proporciona la suficiente estabilidad al proveedor como para animarle a emprender procesos de mejora, y facilita que en la negociación de las condiciones *puedan incluirse no sólo aspectos de precios, sino de calidad y condiciones de entrega*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Es importante señalar que a la hora de cambiar estos contratos hay que hacerlo con prudencia, pues un proceso apresurado puede ocasionar graves perjuicios a la empresa.

3.9.3 Cercanía geográfica del proveedor.

Cualquier disminución de la distancia entre la empresa cliente y el proveedor facilita las entregas más frecuentes de lotes más pequeños. A esta ventaja se añade que cualquier problema que hiciese no aceptar el envío, sería descubierto antes y, alertando al proveedor, afectaría a menor número de unidades, con lo que se evitarían problemas y despilfarros tanto para el proveedor como para el cliente. A la vez que se disminuye la distancia física y, por tanto, el tiempo de transporte necesario para recibir un determinado pedido, podrá disminuirse su tiempo de suministro. Cualquier reducción del tiempo de transporte significará una reducción del horizonte de planificación, con la eliminación de la incertidumbre que ello conlleva, y las ventajas que reporta a la hora de adecuarse a los posibles cambios de la demanda. En todo caso, el tipo de relaciones mantenidas con los proveedores bajo JIT, con contratos a largo plazo y volúmenes importantes, podría motivarlos a situar su factoría cerca de la empresa cliente.

Es importante destacar que las entregas frecuentes de mercancías bajo un sistema JIT puede encarecer el costo de transporte, lo cual puede ser atenuado con un sistema eslabonado de entregas. Ver Figura 3.6.

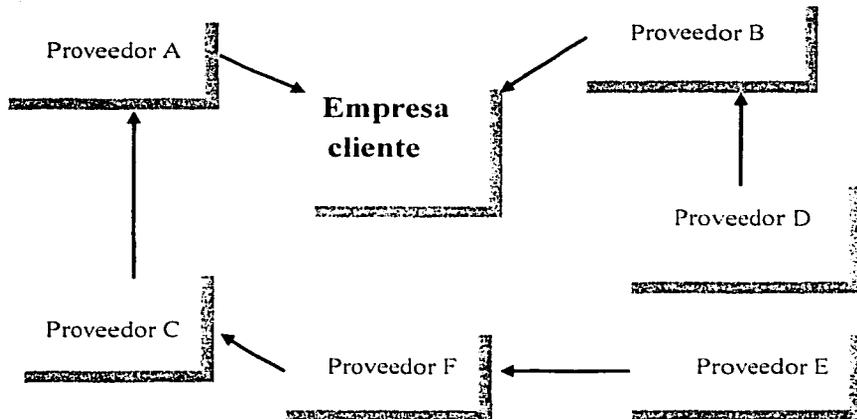


Figura 3.6
Sistema eslabonado de entregas.

Dado que la intención es aumentar la seguridad en la fecha de entrega, es imprescindible que la empresa cliente asuma la responsabilidad del transporte de los pedidos realizados a los proveedores. En el sistema eslabonado los distintos proveedores, cercanos entre ellos, se ponen de acuerdo para entregar de forma conjunta sus mercancías. Los proveedores cuyo volumen de entregas así lo justifique, pueden seguir realizando entregas individuales.

En la relación con los proveedores no todo debe ser exigencia y no se deben imponer a sus proveedores entregas Justo a Tiempo sin antes haber realizado en sus propias instalaciones las mejoras oportunas que le permitan la fabricación adecuada de sus productos. La empresa cliente debe ser capaz de especificar a los proveedores, con cierto grado de exactitud, las necesidades futuras de suministros; por ejemplo, las necesidades de un mes podrían ser comunicadas con dos o tres semanas de anticipación. Sin embargo, si estas previsiones no corresponden con los pedidos diarios, el sistema podría convertirse en un grave problema para la fábrica del proveedor; esto obliga a tener un programa de producción nivelado y evitar al máximo las fluctuaciones.

En relación con el punto anterior, la empresa Toyota retira los artículos directamente de sus proveedores utilizando el sistema Kanban; la gran ventaja de esto es la disminución de inventarios en la planta, lo cual se compensa con los costos de mantenimiento del transporte y del personal de carga y descarga. Además, a mediados de cada mes le proporciona al proveedor información sobre sus pedidos siguientes para que el proveedor pueda planear y nivelar sus programas.

3.10 IMPLANTACIÓN DEL JUSTO A TIEMPO

El JIT se aplica preferentemente en configuraciones productivas repetitivas de unidades discretas. Además es ideal una demanda estable con gama reducida de productos, rutas de fabricación fijas, proceso de fabricación simple y rápido, así como una estructura de productos lo más plana posible.

No obstante los principios o técnicas como la eliminación de los despilfarros, la calidad máxima, etc., deben ser de aplicación general a cualquier tipo de empresa.

En los sistemas semirrepetitivos el JIT combinado con el MRP ha dado muy buenos resultados: el MRP para planear las necesidades de materiales por adelantado.

En cuanto a cómo implantar el JIT, ya se tiene hoy en día una experiencia acumulada de empresas que lo han implantado exitosamente. No obstante, en general su implantación requiere de esfuerzos importantes y perseverantes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.10.1 El proceso de implantación del JIT.

Fase inicial: Educación directiva y equipo de implantación.

Esta etapa es decisiva. Debe haber una comprensión clara del JIT por parte de las personas clave en la empresa, pudiendo participar incluso personal externo especializado. Es importante presentar a la alta dirección un análisis de costo-beneficio; el JIT suele ofrecer muchas ventajas a un costo relativamente bajo.

Superado lo anterior, es fundamental conseguir un fuerte compromiso por parte de la dirección de la dirección de la empresa. La dirección debe ser consciente de que la aplicación del JIT va a imponer muchos cambios de actitudes (por ejemplo, el paro involuntario de la línea de producción ante cualquier anomalía), por lo que debe estar dispuesta a admitir estos cambios y, además facilitarlos con su autoridad al resto de los mandos y al personal en general.

En caso de no existir este alto nivel de compromiso es preferible aplazar la implantación del JIT.

También es necesario crear un equipo de personas, dinámico y convencido, para preparar un programa realista de implantación.

Fase 2: Educación para el JIT.

El segundo paso es extender la educación sobre el JIT a todo el personal de la empresa. El JIT requerirá de un mayor uso de la experiencia e inteligencia de los trabajadores, por lo que es fundamental que el personal cambie su actitud ante sus papeles y responsabilidades.

Un buen programa educativo debe:

- Proporcionar una clara comprensión del JIT y de su aplicación en la industria.
- Hacer que los trabajadores empiecen a aplicar el JIT en su trabajo diario.

Durante el programa de educación, hay que demostrar que lo más importante en el proceso de implantación es la mano de obra, y no los mandos y directivos.

La Alta Dirección puede dar el visto bueno, el equipo puede preparar la puesta en marcha pero el JIT no funcionará si el personal de la fábrica no lo quiere.

Por último, el JIT es una filosofía de mejora continua, por lo que el proceso educativo no debe terminar una vez implantado, sino que debe ser concebido como un proceso continuo.

Fase 3: La mejora de los procesos.

Se harán todos los cambios físicos para mejorar el proceso de fabricación y aunque ya han señalado anteriormente (distribución en U, agrupamiento de los productos en familias tecnológicas), es fundamental:

- Aplicar el SMED para reducir los tiempos de preparación. Podría ser fructífero visitar una empresa con sistema SMED implantado, y que haya proporcionado buenos resultados.
- Cambiar la distribución de la planta tratando de que las líneas de flujo estén conectadas entre sí, permitiendo la sincronización y el manejo pieza por pieza.
- Empezar un plan de mantenimiento productivo que evite los inventarios de seguridad para paliar las averías de la maquinaria.
- Dotar a los trabajadores de una formación polivalente.

Fase 4: Mejoras en el control.

Como ya se destacó anteriormente, el Kanban es la base del control de producción en el JIT. Además se tendrán que ejecutar programas de calidad que permitan la inspección al 100 %, y será necesario instalar mecanismos que detecten por sí mismos cualquier producto defectuoso o anomalía de funcionamiento.

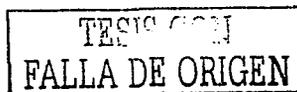
Shingo sugiere emplear un sistema de inventarios hasta optimizar los propios sistemas de control del JIT. Este sistema consiste en congelar los inventarios de seguridad actuales y evitar una transición traumática hacia el *cero inventario*. Naturalmente, este inventario debe ir desapareciendo a medida que alcancen mayores niveles de control con el JIT.

Fase 5: Relaciones con proveedores y clientes.

Aquí hay que aplicar los principios e ideas expuestas en el apartado anterior.

Es conveniente no implantar el JIT de manera apresurada, puesto que los cambios requeridos llevan tiempo para asimilarlos e incorporarlos a las actividades cotidianas. Se recomienda un año para implantar el JIT en una empresa¹ y procurar desarrollarlo casi paralelamente en el orden establecido.

¹ "Justo a tiempo: Una estrategia fundamental para los jefes de producción", de O'Grady, P.J. Página 109.



3.10.2 Dificultades comunes durante la implantación.

En la implantación de ideas de JIT es frecuente toparse con dificultades en los siguientes aspectos:

Reacción del personal.

La aceptación de los operarios al JIT suele ser una tarea difícil, pues se enfrentan a una forma de trabajo completamente distinta a la habitual. Se recomienda para solucionar este problema incentivarlos económicamente.

También hay que cuadrar la polivalencia de los trabajadores con la normatividad jurídica en materia laboral; los sindicatos pueden echar abajo las reformas.

Si en una empresa se observa que las causas de un problema operativo determinado se siguen presentando, lo más probable es que existe oposición por parte de los trabajadores.

Relación con los proveedores.

Algunos proveedores pueden pensar que el JIT disminuye inventarios de su cliente a costa de trasladarlos a ellos. Los datos de muchas empresas clientes y proveedoras con JIT, refutan este hecho.

Es conveniente aprovechar los sistemas informáticos para intercambiar información con los proveedores.

Finalmente, la lejanía y dispersión geográfica entre proveedores y clientes, puede dificultar la entrega frecuente de pequeños lotes.

El apoyo de los directivos.

Para una implantación exitosa debe existir un decidido compromiso de la alta dirección a la implantación del JIT; cualquier duda o vacilación puede poner en peligro la continuidad.

Suele suceder que al comienzo de la implantación los directivos se preocupen más por los beneficios que por las dificultades. El cuerpo directivo debe poseer una buena formación y conocimiento profundo del JIT para apoyar su implantación.

Por último, si una empresa consultora implanta el JIT, se puede presentar una dependencia excesiva entre ésta y la empresa cliente; la estrategia es formar equipos de implantación con el cliente y trabajar con él de manera participativa.



CAPÍTULO 4

ESTUDIO DE CASO: PRESENTACIÓN Y METODOLOGÍA

4.1 PRESENTACIÓN DEL CASO

El estudio de caso aborda una empresa que pertenece al sector industrial de la rama metalmecánica. Se conoce con el nombre de REMASA (Remaches de México S.A.) y lleva más de 40 años en nuestro país, aunque es propiedad de un grupo de empresarios extranjeros.

La actividad principal de la compañía es la producción de remaches y remachadoras de tipo industrial, aunque también se comienzan a fabricar ojillos y botones metálicos.

Su presencia en el mercado nacional es relativamente importante si se toma en cuenta que ha logrado que algunos de sus productos se consoliden como estándares en el medio. Posee una amplia cartera de clientes la cual está constituida por pequeños compradores hasta grandes empresas automotrices. Además comienza a exportar hacia los Estados Unidos y ya tiene algunos clientes en Centroamérica.

Esta empresa forma parte de un grupo de compañías con giros afines y algunas de las cuales utilizan algunos de sus productos como materia prima.

Sus plantas de fabricación se encuentran en la Ciudad de México y en el estado de Tlaxcala; cuenta además con varios centros de distribución en el interior de la República.

Los resultados que aquí se exponen son producto de una estancia profesional en la empresa descrita con el propósito de mejorar la producción de remaches y lograr entregas más oportunas a sus clientes.

T
FALLA DE ORIGEN

4.2 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Para el estudio del proceso productivo se utilizó una metodología clásica para resolver problemas operativos buscando soluciones en el menor tiempo posible (ver Figura 4.1).

El trabajo se concentró sólo a problemas de tipo operativo dado que el objetivo primordial era la mejora del desempeño de una parte de la organización (el departamento de producción), a partir de la detección de las causas o dificultades.

El enfoque es, por tanto, dirigido hacia el control de los problemas que se detectaran buscando, a partir de un diagnóstico, eliminarlos o atenuarlos mediante un plan integral y participativo de los demás departamentos. Finalmente, lo que se debería obtener es una mejora notable en el sistema productivo de la empresa.

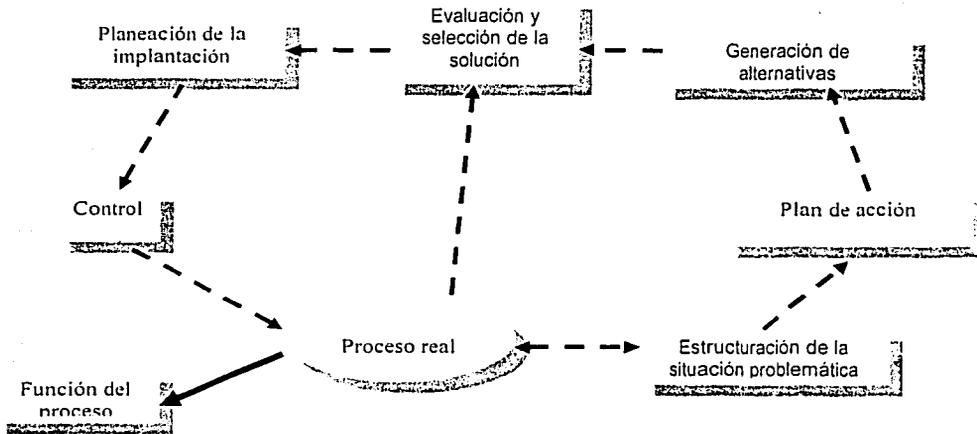


Figura 4.1
La metodología utilizada en el estudio de caso

¹ Adaptación de la Guía para el análisis de problemas operativos de Arturo Fuentes Zenón, "Un Sistema de Metodologías de Planeación", capítulo 6, 1994.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.2.1 Estructuración de la situación problemática.

La situación problemática requería de estructuración como un primer paso hacia la solución de la misma.

Con el fin de realizar un estudio sistemático del sistema productivo y de contar con información relevante y organizada, se siguió el siguiente procedimiento:

- a) Se estableció una fuerte relación con los directivos de la empresa. Este primer paso fue fundamental dado que se necesitaba información detallada y amplia sobre la situación de la compañía. Sobre todo, serían los directivos quienes tomarían las decisiones sobre la propuesta de mejora, e impulsarían los cambios en los demás departamentos.
- b) Se organizó un *Equipo de trabajo* para el análisis de los datos. Este grupo estuvo integrado por algunos responsables de la producción (ingenieros, jefes de línea, vendedores, almacenistas, programadores y operarios) y fue coordinado por el redactor de este trabajo de tesis. Este grupo de personas actuó directa o indirectamente en cada fase de esta metodología.
- c) Se determinó, en consecuencia, realizar tres estudios enfocados a:
 - Los clientes y los proveedores de la empresa.
 - El proceso productivo.
 - El personal del departamento de producción.
- d) Se ilustraron los problemas centrales del sistema productivo con un *Diagrama causa-efecto*. El Diagrama causa-efecto (o Diagrama de Ishikawa) es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad (un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyen a que exista. En otras palabras, es una gráfica que relaciona el problema con sus causas principales².
- e) Se definieron las restricciones y los márgenes de maniobra de acuerdo a los intereses de la empresa y las posibilidades de acción a corto y mediano plazo.
- f) Se identificó al personal involucrado en la situación problemática y las personas clave para impulsar una propuesta de solución de la misma, tanto en el Departamento de Producción como en el de Ventas e Ingeniería.

El objetivo fundamental de esta fase fue delimitar los problemas principales a resolver y reconocer las relaciones que tuvieran los elementos involucrados en el contexto problemático.

² Tomado de "Calidad Total y Productividad", de Humberto Gutiérrez, McGraw-Hill, página 113.

4.2.2 Plan de acción.

Teniendo la información más relevante de los procesos de producción en la empresa, se formuló un plan de acción encaminado a resolver el problema principal teniendo organizada la información de la fase previa.

El plan de acción definió básicamente, qué problemas serían abordados según la el margen de maniobra del grupo y de las restricciones que había sugerido la Alta Dirección.

Además, se organizó cómo buscar las opciones posibles de solución considerando las relaciones entre cada departamento en la empresa; esto cuidaría tener una visión sistémica del proceso estudiado. Asimismo, se establecieron tiempos para las dos fases siguientes, es decir, la búsqueda de opciones, sus correspondientes evaluaciones para finalmente definir una propuesta.

4.2.3 Generación de opciones.

Del diagnóstico obtenido a partir del análisis del sistema productivo, fue evidente que la técnica más indicada ante los problemas detectados era *establecer un sistema JIT*.

Otras razones apoyaron la idea del sistema JIT. Por un lado, la configuración del sistema productivo ya que era repetitiva tal y como se señaló en el apartado 2.1 dedicado al JIT. Por otro lado, los objetivos de la empresa coincidían con los que busca el JIT tal y como se indica en el apartado dedicado a los objetivos del JIT (2.2.3).

Esto llevó a la conclusión de concentrar esfuerzos para analizar cómo funciona un sistema JIT completo y cómo comenzar a adoptar esta filosofía en un determinado proceso de producción, por principio de cuentas.

Entonces, se buscó hacer participar a todo el personal del departamento a través del mismo Equipo de trabajo y de acuerdo a un programa que facilitara esta cooperación. Para esto resultaron importantes las guías que existen sobre cómo implantar el JIT de manera exitosa (ver Capítulo 2).

4.2.4 Planeación de la implantación y control.

Para implantar el proyecto JIT y dado que se tendría que hacer gradualmente se hizo lo siguiente:

a) Primero, se presentó un *anteproyecto* a la alta dirección para obtener su visto bueno y apoyo para cada una de sus etapas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

b) Se formó un *Equipo de Implantación del JIT*, el cual estuvo formado por los supervisores de las líneas de producción, los encargados de las áreas de Producción, de Almacén y de Ventas.

c) Se formaron círculos de calidad con los operarios a fin de conseguir el apoyo de éstos para optimizar la producción, lo cual permitiría, en concreto, incorporar un *sistema SMED*, un Programa de Sugerencias permanente y la Capacitación Polivalente de ellos.

d) Se intercambió información con las áreas encargadas de la materia prima, los almacenes y ventas, en reuniones de círculos de calidad a fin de fortalecer la relación con los clientes y proveedores.

4.3 ANALISIS DE LA PROBLEMÁTICA

4.3.1 Los productos de la empresa.

La empresa fabrica los siguientes productos:

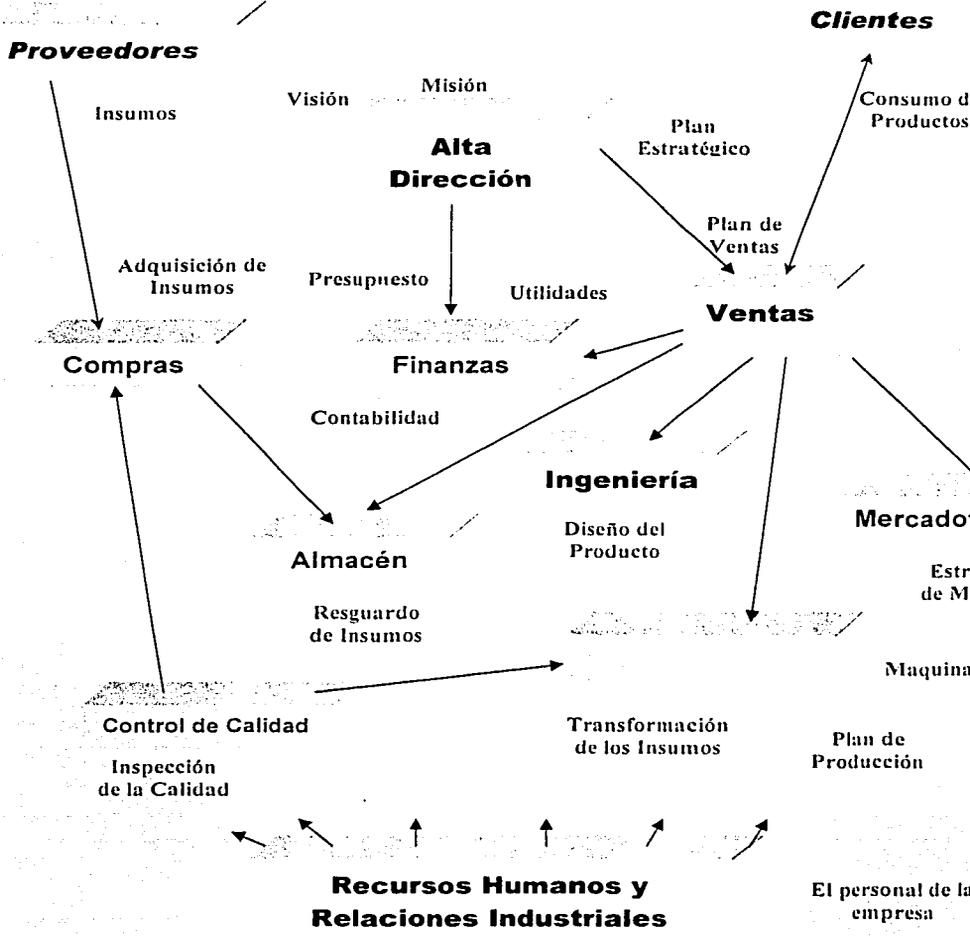
- Ojillos.
- Botones.
- Remaches.
- Máquinas remachadoras.
- Graseras.

El principal de ellos, es el de los *remaches* ya que la mayoría de las ventas de la compañía son de estos productos. Esto implica que se busque consolidarlo en el mercado a través de la búsqueda de ventajas competitivas.

4.3.2 La estructura organizacional de la empresa.

Antes de la realización de un diagnóstico de un proceso productivo en particular, resultó útil conocer la organización de toda la compañía.

Se partió de un organigrama que representaba las relaciones formales entre todo el personal de la planta y sus directivos. La Figura 4.2 muestra un esquema general de cómo funciona la compañía, y la Figura 4.3 detalla sólo el Departamento de Producción, la cual fue el área de interés en este trabajo aunque evidentemente existían problemas en otras áreas. Se pensaba que aquí debía encontrarse el punto medular de muchos problemas de la empresa, y tal como se verá más adelante, con razones justificadas.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

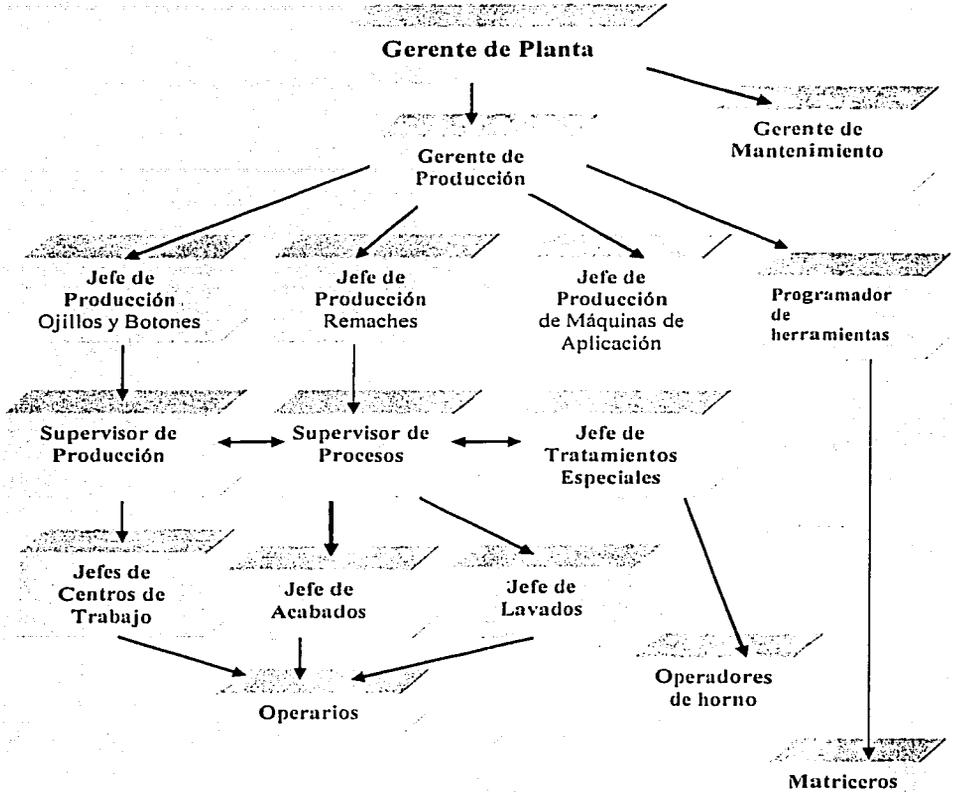


Figura 4.3
Organigrama del Departamento de Producción.

Cada uno de los empleados del Departamento de Producción tiene funciones definidas y deben interactuar con los empleados de otros departamentos, como en los casos de los mandos medios (ver Tabla 4.1)

Los operarios están agrupados en Centros de Trabajo y están adiestrados exclusivamente en una máquina.

Algunos productos requieren de procesos de fabricación especiales tales como tratamientos térmicos, secados, lavados, arenizados, etc. Tales centros de trabajo

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

están a cargo de un responsable obrero con amplia experiencia en ellos, coordinados por el Jefe de Tratamientos Especiales.

Puesto	Funciones
Jefe de Producción de Ojillos y Botones.	Responsable de la fabricación de los ojillos y botones, desde el pedido del cliente hasta su entrega.
Jefe de Producción de Remaches.	Responsable de la fabricación de los remaches desde el pedido del cliente hasta su entrega.
Jefe de producción de Maquinaria.	Responsable de la fabricación de las máquinas desde el pedido del cliente hasta su entrega.
Programador de herramientas.	Responsable de la existencia de todas las herramientas necesarias para la fabricación de ojillos (troqueles), remaches (cones, agujas, etc) y de máquinas remachadoras (electrodos, maquinados, etc.)
Operarios	Todo aquel personal que interviene directamente en el proceso de producción. Para el caso de los remaches, la maquinaria consistía en forjadoras, roladoras, barrenadoras, lavadoras, y tanques de acabados.
Matriceros	Todo aquel personal dedicado a maquinados de herramientas.

Tabla 4.1
La estructura del Departamento de Producción.

4.3.3 Los clientes y el procedimiento de los pedidos.

Como un primer acercamiento a la identificación de los problemas se consultó a los vendedores y al área de control de calidad con el fin determinar en qué productos los clientes no se encontraban satisfechos, particularmente en lo referente a la calidad y a la entrega de los mismos.

La información recabada apuntó a una *inconformidad generalizada por el servicio de entrega de los productos* lo cual había deteriorado en gran medida la imagen de la empresa, y la cartera de clientes comenzaba a disminuir pues algunos preferían comprar los remaches a empresas del norte del país, a pesar de que los precios de aquellos eran un poco mayores.

Era prioritario cuidar a los clientes más importantes, es decir, aquellos que tenían contratos a largo plazo y cuyos volúmenes de compra eran grandes y constantes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La empresa tenía dividida su cartera de clientes en dos tipos:

- Los clientes preferentes: aquellos de consumo fijo.
- Los clientes esporádicos: Los que solicitaban productos de manera irregular.

La Figura 4.4 es un ordinograma general que describe cómo trabaja el Departamento de Ventas, después de que es tomado un pedido.

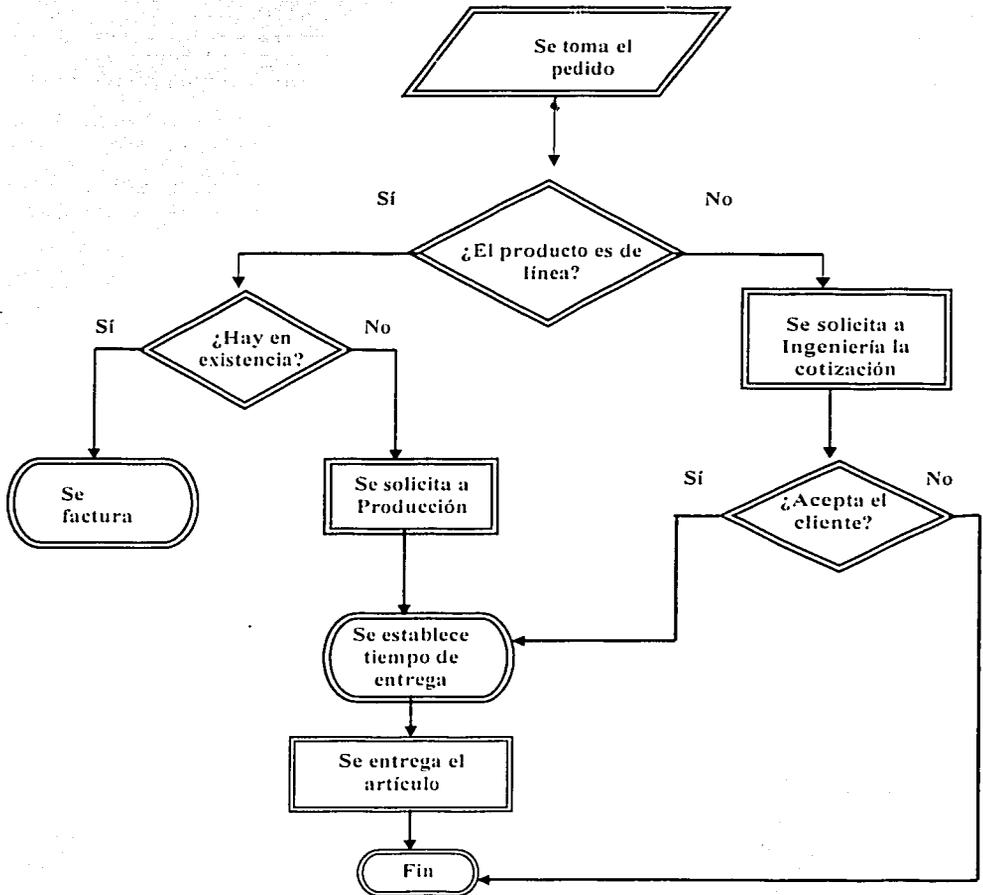


Figura 4.4. Determinación del tiempo de entrega

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

4.3.4 Los proveedores.

En la fabricación de los remaches se requiere de materia prima con especificaciones bien definidas. La Tabla 4.2 resume las características de los insumos, su procedencia, el porcentaje de volumen de compra y su correspondiente nivel de confiabilidad. Estos datos se basaron en un promedio histórico de 1993 a 1998.

Material	Origen	Porcentaje de Volumen de Compra	Nivel de Calidad
Alambre de acero	Gran Bretaña	63	88
	Japón	33	85
	México	3	50
	México	1	40
Alambre de aluminio	Canadá	95	95
	Estados Unidos	0	80
	Estados Unidos	5	60
	Eslovenia		
Latón	México	50	90
	Estados Unidos	50	100
	Estados Unidos		

Tabla 4.2
Los proveedores.

Cada embarque de materia prima se somete a un proceso de inspección. Los proveedores confiables se inspeccionan con muestreos de 25 %, los poco confiables con 50 % y los nuevos o no confiables se inspeccionan al 100 %. La Figura 4.5 describe cómo se realizaba este procedimiento.

La confiabilidad de la materia prima está en función de la calidad de la misma y no significa que la entrega se realice de manera oportuna. Esto sería importante para equilibrar las decisiones de su compra con determinado proveedor o la búsqueda de otro.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

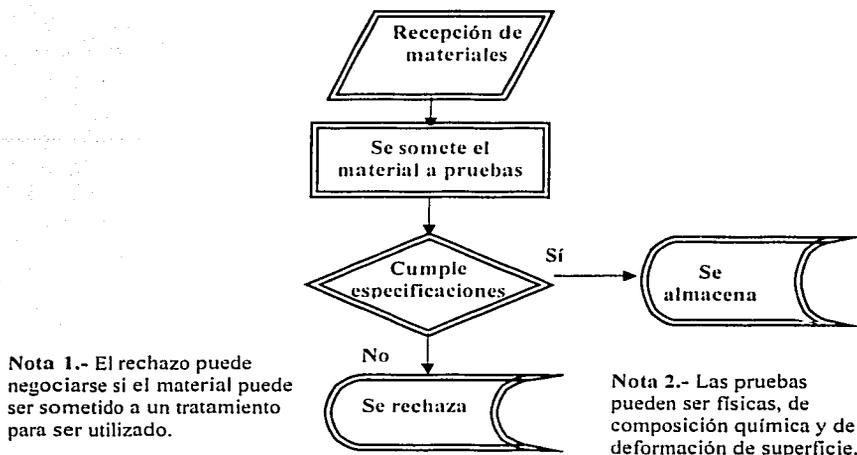


Figura 4.5
Los insumos se inspeccionan.

4.4 EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE REMACHES.

4.4.1 La distribución general de la planta.

El primer paso para estudiar el proceso productivo general fue contar con un plano de la distribución general de la planta. La Figura 4.6 representa un plano general y señala las áreas operativas de la compañía.

Este plano muestra las áreas de la empresa más importantes: Oficinas Administrativas, Centro de Trabajo, Área de Control de Calidad, Almacenes, etc. Esto permite visualizar el flujo los materiales al interior de la planta desde que se recibe la materia prima. Incluso, también se pueden representar los flujos de información que se realizan durante los procesos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

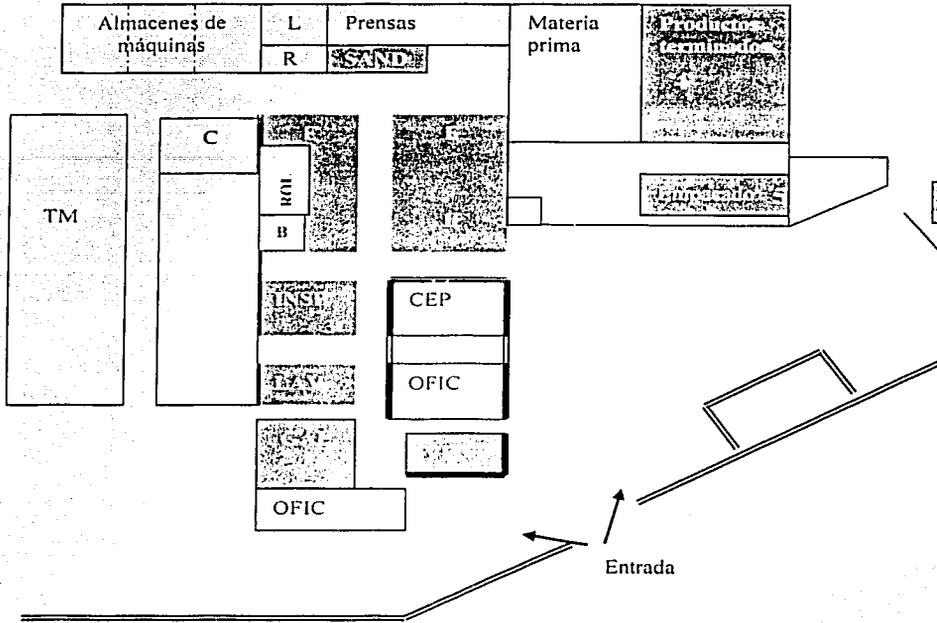


Fig. La distribución de la

Simbología y notas

- 1, 2, 3, 4 y 5 Ruta de fabricación de un remache estándar sin acabado
- Sin muro
- F FORJADO
- L LAVADO
- R ROLADO
- T TRATAMIENTOS TERMICOS
- C CAFETERAS
- VEN VENTAS
- GAL GALVANOPLASTIA
- OFIC OFICINAS ADMINISTRATIVAS
- ROL ROLADO
- CEP CONTR ESTAD
- SAND ARENIZ
- INSP INSPEC
- B BARRE

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

4.4.2 Información técnica del proceso.

Es importante conocer a detalle cómo es el producto, para qué se utiliza y cómo se fabrica; de esta manera, se pueden tener bases para realizar cambios en un proceso.

¿Qué es un remache? Un remache es una pieza para unir dos o más elementos.

Cualquier remache se compone de tres partes: *cabeza*, *vástago* y *barreno*.

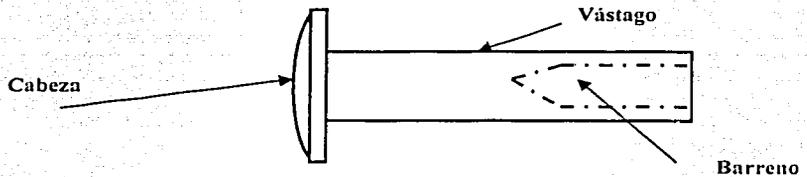
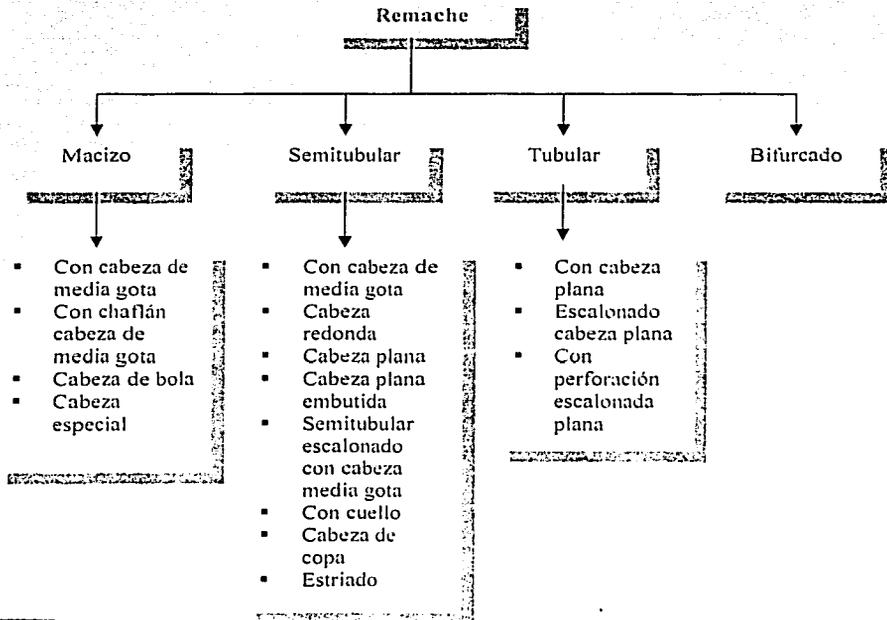


Figura 4.7 El producto típico.

Tipos de remache.

La siguiente figura muestra todos los tipos de remaches que se fabrican.



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

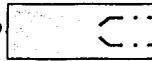
Figura 4.8 La familia de producto.

Los remaches pueden ser de cuatro tipos:

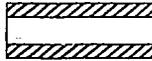
Macizos: no tienen barreno.



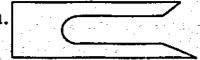
Semitubulares: llevan barreno



Tubulares: están barrenados de lado a lado.



Bifurcados: tienen un corte profundo en forma de cuchilla.



Además los remaches pueden tener cuatro tipos de cabeza:

Cabeza media gota



Cabeza plana



Cabeza embutida



Cabeza especial

Procesos de fabricación de remaches.

En la fabricación de remaches intervienen tres procesos básicos:

- Forjados
- Extruidos
- Estampados

El *forjado* es la deformación del material a base de golpes y es el primer paso para fabricar el remache.

El *extruido* es la deformación del material con golpes para disminuir el diámetro original del alambre.

El *estampado* es el proceso mediante el cual se graba un metal con alguna identificación (letras, figuras, números, etc.). Dicha identificación se imprime sobre la cabeza; por ejemplo la balata.

Maquinaria y equipo para la fabricación de remaches.

Las *máquinas de forja* son las que fabrican remaches. Dichas máquinas cuentan con tres sistemas de funcionamiento:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Sistema de alimentación y corte: Suministra el alambre para iniciar el proceso de fabricación. Consta de ruedas de alimentación, buje de corte y cuchilla.
- Sistema de barrenado y forjado: proporciona la forma al remache. Está integrado por la matriz, aguja, cone y martillo.
- Sistema de expulsión: se encarga de sacar al remache de la matriz donde fue formado.

Las capacidades de las máquinas varían según el modelo, algunas son sumamente rápidas y pueden fabricar miles de remaches por turno; otras se especializan en un remache específicamente.

Los tres sistemas anteriores son movidos en la máquina basándose en levas.

Las herramientas utilizadas en el forjado son:

- Buje de corte
- Cuchilla
- Cone
- Martillo
- Matriz
- Aguja

Usos y aplicaciones de los remaches.

La tabla siguiente muestra los usos principales de los remaches.

Tipo de remache	Usos
Macizos	Ensamblado de gran resistencia.
Escalonados	Ejes para la parte móvil de juguetes, bisagras, etc.
Bifurcados	Perforan materiales suaves como la madera, la piel y las fibras; con las puntas se asegura un buen agarre.
Semitubulares con cuello	El cuello puede ser utilizado como eje.
Rolados	Con las estrias aseguran un agarre a presión muy fuerte.
Postes de aluminio	Para juntar álbumes, carpetas, muestrarios, etc.
Cuchillería	Para juntar las cachas de los cuchillos, espátulas, etc.
Especiales	Según las necesidades del cliente.

Tabla 4.3
Los usos del producto.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Acabados metálicos.

El acabado metálico es el aspecto final que adquiere un producto de metal con tres fines:

- Proteger al metal base (generalmente acero) contra la corrosión.
- Dar aspecto agradable a las piezas.
- Abaratar los costos.

Existen tres tratamientos en la industria para evitar la corrosión del metal:

- Tratamientos químicos que no forman películas metálicas, como el decapado fosfórico, el fosfatizado y el pavonado.
- Electrólisis: como el zincado, tropicalizado, cobrizado, estañado, niquelado, etc.
- Pinturas.

4.4.3 El proceso de producción.

El proceso de producción de los remaches fue seleccionado para que funcionara mediante un sistema JIT y de ahí continuar su expansión a otras líneas y áreas de la empresa.

Después de observar la fabricación de cada tipo de remache (Figura 4.8) se logró resumir el ciclo de fabricación de cualquier remache. La Figura 4.9 representa los pasos a seguir desde que un cliente solicita un pedido de remaches.

La recepción del pedido.

El primer paso, la *recepción del pedido* se realiza generalmente mediante el teléfono, aunque ocasionalmente los clientes acuden a solicitar un remache u otro artículo directamente a la planta.

Después de tener un pedido, en el Departamento de Ventas se consulta la existencia del remache en los almacenes para darle respuesta al cliente sobre su facturación o la fecha en la que podría recoger el producto.

Puesto que la respuesta se da desde la recepción del pedido se cuenta con un sistema informático conocido en el medio industrial como MAPICS, el cual contiene información sobre todas las áreas de la empresa. No obstante, *debido a que el Departamento de Producción sólo actualizaba una vez al día la información de los procesos, ésta no era confiable totalmente* y podía provocar que:

- Se comprometiera producto sin estar fabricado o fabricado para otro cliente.

- Se perdiera tiempo en acudir a Producción o al Almacén para consultar directamente la información correcta.

La información sobre la existencia de los productos terminados en el Almacén podía ser modificada rápidamente por el Departamento de Ventas, lo cual permitía contar con datos bastante confiables. Sin embargo, el Departamento de Producción no podía informar sobre cualquier artículo en proceso de fabricación mediante el sistema MAPICS, debido a que el módulo para este fin sólo se basaba en la programación de los tiempos de entrega teóricos y no consideraba situaciones comunes en un proceso real (retardo en la materia prima, descompostura de maquinaria, etc.). De esta manera, *sólo podía localizarse los productos buscándolos físicamente dentro de toda la planta.*

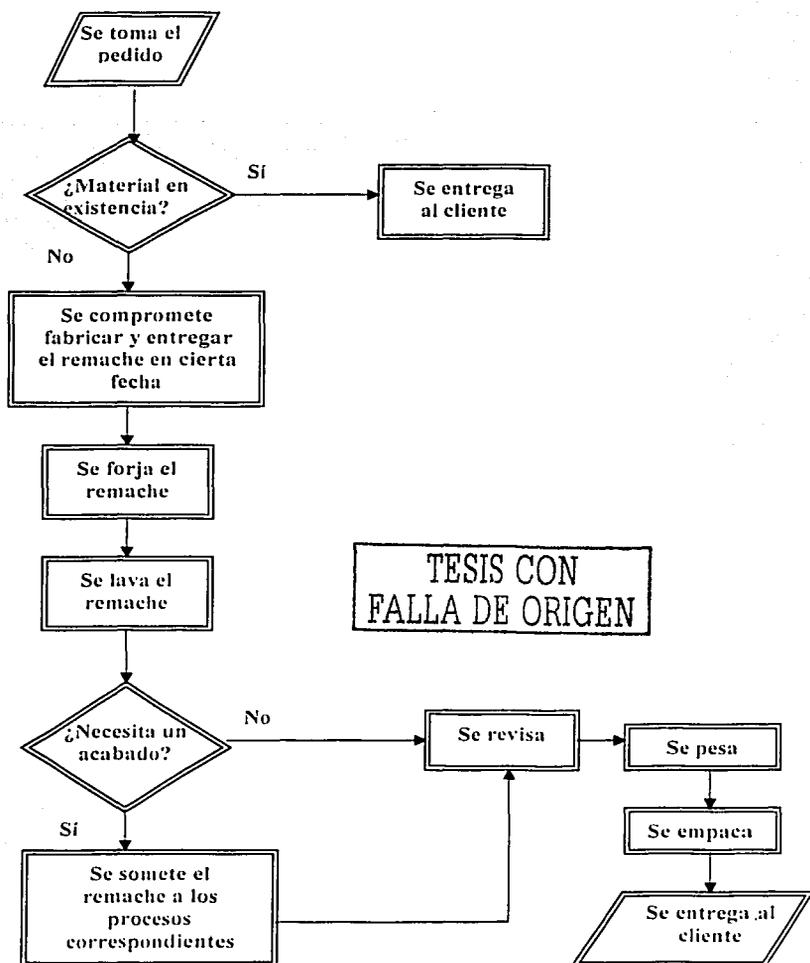


Figura 4.9 El ciclo de fabricación del remache.

La programación de la fabricación.

El Departamento de Ventas envía al de Producción los pedidos de artículos que no se tienen en existencia en el Almacén (pero que ya se había fabricado alguna vez o alguno similar). Si los remaches nunca antes se han fabricado o requieren de algún diseño especial, Producción debe consultar al Departamento de Ingeniería para su fabricación y cotización.

En el Departamento de Producción se establecen los tiempos de fabricación y las fechas de entrega con base al número de procesos que requería el artículo pedido y a la carga en cada Centro de Trabajo (Forjado, Lavado, Galvanoplastia, Hornos, etc.). Esta actividad llamada *Programación de la Producción* la realizaba un grupo de ingenieros.

Regularmente, y por políticas establecidas en la empresa, no se podían dar tiempos de entrega de un pedido mayor a un mes. El sistema MAPICS tenía bien definidos los parámetros y servía de apoyo para establecer dichas fechas.

El programador informaba por escrito a Ventas de las fechas de cada pedido y ésta se las comunicaba al cliente, agregando a las fechas un margen de error de algunos días.

Entonces se elaboraban las órdenes de fabricación y se repartían a cada máquina de forja. Las órdenes se hacían con impresiones hechas en el Departamento de Sistemas, ubicado en las Oficinas Administrativas, e incluían:

- Remache a fabricar.
- Pasos para fabricarlo asociados a sus respectivos Centros de Trabajo. El sistema no asignaba qué máquina o máquinas serían utilizadas.
- Cantidad total a fabricar.
- Materia prima y sus especificaciones.

Solamente en el primer centro de trabajo (el de Forjado) se tenían sobre las paredes *estantes* donde se colocaban las órdenes de fabricación. Allí los operarios acudían para saber si alguna de sus máquinas tenía que ser usada para algún remache.

Con cada orden de fabricación se entregaba un dibujo del remache que era proporcionado en fotocopias por el Departamento de Ingeniería (en caso de ser estándar) o se debían esperar algunos días para que dicho departamento los elaborara. *Esta actividad implicaba que los programadores debían acudir a dicho departamento a solicitar los dibujos y esperar hasta que se los entregaran.*

La Figura 4.10 resume la programación de un remache según el flujo de información que se produce en la Planta.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

El forjado.

El forjado del remache se realiza en el Centro de Trabajo de Forjado. (Ver F en la Figura 4.6). Cada máquina o grupo de máquinas está a cargo de un operario o sus ayudantes:

El forjado debería realizarse sin contratiempos siempre y cuando:

- Las máquinas forjadoras tuvieran suficientes herramientas.
- La materia prima fuera adecuada y se tuviera la cantidad necesaria.

Conforme se iban llenando los contenedores de remaches se iban trasladando al Centro de Lavado (Ver LAV en la Figura 4.6). Para transportar los remaches al Centro de Lavado o a cualquier otro centro de trabajo se contaba con un grupo de tres operarios que los movían mediante patines o diablos. Este grupo se conocía como grupo de Mesa de Control.

En caso de que sobrara *alambre* (la materia prima del remache) se tenía que llevar de regreso al almacén. Para realizar esto, cada operario llenaba un formato de material sobrante.

El lavado.

El segundo paso en la fabricación de todo remache es el lavado. Para lavar los remaches se cuenta con lavadoras industriales especialmente diseñadas para este tipo de artículos. El Centro de Lavado cuenta con un sistema de drenaje; tiene rejillas para evitar el paso de partículas grandes a la red pública.

Era frecuente observar una *excesiva acumulación de materiales en el Centro de Lavado* puesto que el área era sumamente reducida. También *era difícil localizar un determinado producto en esta área* porque los contenedores tenían que apilarse uno sobre otro; en este punto no se tenía alguna nota dentro de los contenedores que identificara a los remaches.

Lo anterior llevó a que se debía hacer una redistribución de este proceso en la planta o los subsiguientes.

Después de que un contenedor con remaches se lava, se depositaba en *otro contenedor* ya que al Centro de Lavado llegaban otros productos como ojillos y botones. Con esto se dificultaba aún más la localización de un producto en proceso.

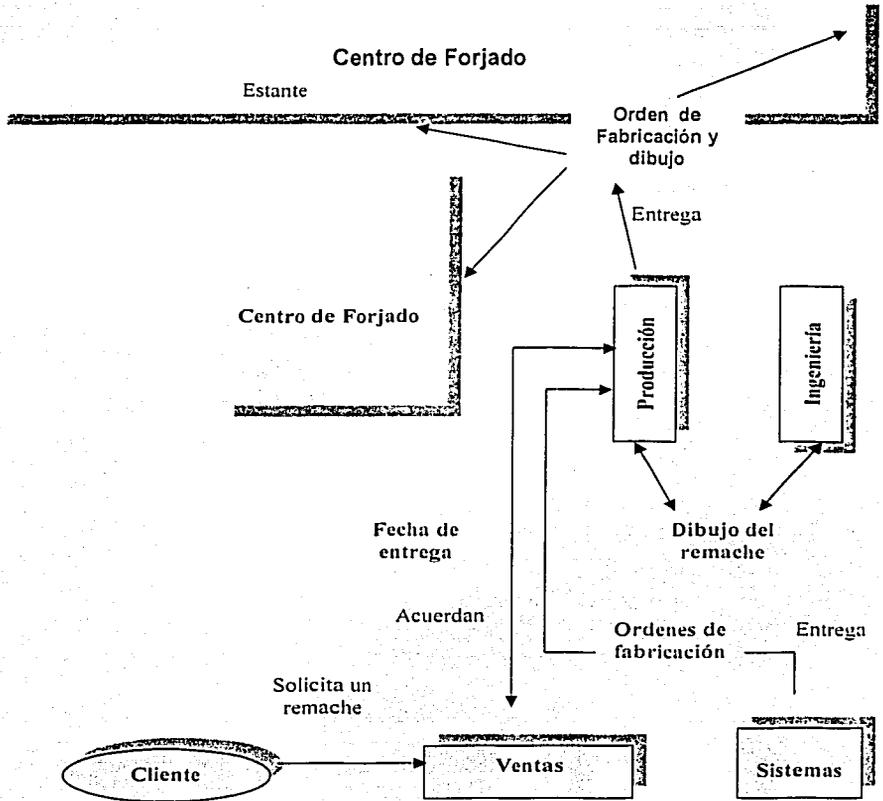


Figura 4.10
La programación dentro de la Planta.

Acabados.

Si el remache, conforme a la orden de fabricación, requiere de un acabado, el grupo de Mesa de Control lo trasladaba hacia los respectivos procesos.

Los acabados electrolíticos se realizan en el Centro de Galvanoplastia (ver GAL en la Figura 4.6) lo cual favorecía un cuello de botella aún mayor en este cuarto. Además existían olores penetrantes por el uso de químicos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

No obstante, algunos remaches deben ser tratados antes de un acabado electrolítico en otros centros de trabajo como el de Hornos (ver T en la Figura 4.6) o en el Arenizado (Ver SAND en la Figura 4.6).

La mayor complicación se presentaba cuando un remache tenía que ser enviado a un centro de trabajo en otra planta ubicada en otra ciudad con el fin de continuar con el proceso de fabricación de ese mismo artículo. Después de juntar un buen número de material, es decir, varios pedidos, se enviaba a dicha planta y ésta la regresaba en un plazo entre dos y tres semanas.

En ocasiones el remache debe tener algún barreno o cuerda. Esta operación la realizan máquinas roladoras o barrenadoras, las cuales se encuentran en dos centros de trabajo contiguos (ver ROL y B en la Figura 4.6). El tiempo que regularmente se emplea en este tipo de operaciones depende de la capacidad de la máquina roladora.

Como las operaciones que se realizan en los Centros de Rolado y Barrenado requieren de más tiempo que en el forjado, se otorgan tiempos extras a los operarios de dichos centros en caso de que los pedidos estén atrasados.

La revisión final.

Después de un acabado electrolítico se traslada el contenedor hacia el área de inspección (Ver INSP en la Figura 4.6). Aquí se revisaba el material de manera visual a fin de detectar los remaches defectuosos más evidentes.

La revisión final la realiza un grupo de veinte operarias, las cuales solían manipular contenedores de hasta 50 kilogramos. En caso de que los contenedores pesaran demasiado para que ellas los levantaran, tenían que solicitar ayuda a los operarios del Grupo de Control.

El Departamento de Control de Calidad tiene por función realizar muestreos de materia prima, en proceso o final para determinar su aceptación o rechazo. En caso de que un material se rechazara se seleccionaba los artículos que sí cumplían con las especificaciones y la cantidad faltante se cargaba como otra orden de fabricación.

El empaclado.

Después de pesar los contenedores cargados, se empaclan los remaches en bolsas gruesas de plástico y cajas de cartón, o se guardan en el Almacén como producto semiterminado o terminado, para ser vendido. Esto último se manejaba como nivel de inventario de seguridad y se tenía un almacén para ellos (ver Productos Terminados en la Figura 4.6).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

4.5 OTRAS CONSIDERACIONES ACERCA DE LA EMPRESA

4.5.1 La capacidad de respuesta a la demanda.

Se manejaba una producción con niveles de inventario basados en la experiencia y la intuición para responder a los pedidos de compradores seguros; los clientes esporádicos no se veían de importancia para la empresa. Sin embargo, el volumen de ventas hacia ellos reflejaba que ya consumían una parte importante de la producción de remaches. Cabe considerar que la opinión de un cliente insatisfecho se difunde a más potenciales consumidores.

Los niveles de inventario se mantenían sin cuestionamiento hasta que el espacio en almacenes, fue rebasado por la cantidad producida. La sobreproducción de remaches de clientes constantes se encontraba almacenada desde hacía algunos meses; en el caso de clientes esporádicos solía no contarse con la cantidad suficiente para venderles los remaches que ellos solicitaban.

No existía un plan de producción eficaz para atender las demandas del mercado y mucho menos si un pedido de un producto nuevo era requerido en un periodo corto de tiempo. La desorganización al interior del proceso y la falta de coordinación con los demás centros de trabajo involucrados en la manufactura también impedían respuestas inmediatas.

Algunos productos no podían fabricarse a tiempo debido a la falta de materia prima, principalmente en los casos de importación.

La cantidad de herramientas necesarias para operar las forjadoras era insuficiente y también la calidad de ellas originaba constantes reemplazos. Esto naturalmente ocasionaba paros seguidos en la línea, y en consecuencia se atrasaban todas las demás fases de fabricación, provocando cuellos de botella hasta en los pasos del lavado.

El sistema de información para el control de la manufactura, el MAPICS, no era de utilidad debido a la lentitud con que se obtenía la información sobre la producción y se observaba que estaba siendo aprovechado inadecuadamente; con ello se originaba un flujo de información muy lento hacia las demás áreas, y la toma de decisiones en la producción solía retrasarse y ser ineficaz.

La Gerencia de la Planta normalmente desatendía los problemas hasta que un cliente especial de la empresa sugirió entregas de los productos más rápidas, porque la línea de producción que requerían los remaches se paraba continuamente a falta de ellos, y ya también estaban perdiendo algunos clientes. La gerencia decidió enfrentar la situación y actuar de inmediato para detener este problema que conllevaba el descenso de ventas, y aunque ya había tomado una drástica decisión de recorte de personal, los problemas seguían agudizándose.

Era imperativo un cambio y una mejora sustancial en la actividad productiva para aprovechar mejor la maquinaria y los recursos materiales. Esto constituyó un factor a favor para impulsar un sistema JIT piloto dentro del Departamento de Producción.

4.5.2 Antecedentes de las ventas de la empresa.

Según datos proporcionados por el departamento de Ventas, al inicio de las operaciones la empresa tuvo un ritmo de crecimiento pequeño y modesto: desde los 80 la tasa promedio era casi de un 7 % anual. Posteriormente el crecimiento del mercado de los remaches permitió que pudieran alcanzar excelentes utilidades incluso se registró un crecimiento de 15 % en 1991¹.

Durante la crisis económica de mediados del 90, el mercado principal, el de los remaches a nivel nacional, se contrajo de tal manera que las ventas cayeron desde 1995 de manera significativa.

Esta situación provocó que no se garantizaran los sueldos de por lo menos 230 trabajadores que laboraban durante ese año. El recorte fue inminente a mediados de 1995, y posteriormente se realizó otro menor a principios de 1998. Básicamente la política fue reemplazar el segundo y el tercer turno por tiempos extras para el primero.

¹ Tomado de los registros contables de la empresa.

ESTUDIO DE CASO: RESULTADOS OBTENIDOS

5.1 EL PROBLEMA PRINCIPAL.

Se identificó como problema principal *el tiempo de respuesta a los pedidos de los clientes*. Mejorando el tiempo de respuesta se podrían resolver gran parte de los otros problemas identificados, ya que muchos de éstos derivan del problema principal. Además, la configuración productiva de la planta permitía la adopción de un sistema JIT.

La Figura 5.1 muestra el Diagrama de Causa-Efecto. Este gráfico representa por área (métodos de trabajo, mano de obra, maquinaria y materiales) las causas que provocan una *respuesta lenta a la demanda de los clientes*.

5.2 OBJETIVOS DEL EQUIPO DE TRABAJO.

Después de tener definido el problema principal, se concentró la atención en el proceso de producción más importante y con más problemas en la empresa, el de los remaches.

Si se diseñara idealmente el sistema de producción de los remaches, la situación de dicho sistema debería corresponder a la Figura 5.2.

Esto llevó a establecer como objetivo general del Equipo de Trabajo (el grupo de personas que participaría en la solución del problema principal); lo siguiente:

Mantener el liderazgo en el mercado de los remaches mediante una filosofía de mejora continua.

La meta principal implicaba que se tenían que consolidar otros propósitos y mantenerlos como parte de la filosofía durante todo el proceso de mejora:

- *Optimizar los procedimientos de fabricación de los remaches.*
- *Mejorar el servicio de entrega de los remaches.*
- *Promover una nueva imagen de la empresa.*
- *Establecer comunicación con los clientes sobre sus requerimientos futuros.*
- *Aumentar la satisfacción de los trabajadores.*
- *Incrementar la calidad de los productos (remaches).*

La Figura 5.2 representa el estado actual y los medios para alcanzar un estado deseado de la empresa, particularmente en el proceso de los remaches.

5.3 RESTRICCIONES PARA UNA INICIATIVA DE CAMBIO.

Los directivos establecieron una serie de condiciones para guiar el Plan de Acción y los alcances del Equipo de Trabajo:

- Realizar cambios en la distribución de la planta que no interrumpieran el desarrollo de las actividades productivas por más de un día.
- La solución basada en el JIT debería implicar costos bajos para la empresa, sobre todo se rechazarían propuestas que involucraran sistemas automatizados de control, debido a que representarían inversiones cuantiosas.
- Favorecer la participación de los empleados en el diseño de la propuesta, en su implantación y en su permanencia.
- Establecer un acuerdo en el que la Alta Dirección se comprometía a impulsar la propuesta JIT.
- Facilitar la certificación de las normas del ISO-9000 en el mediano plazo.
- Reducir los rechazos de productos y cumplir ampliamente las expectativas del cliente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

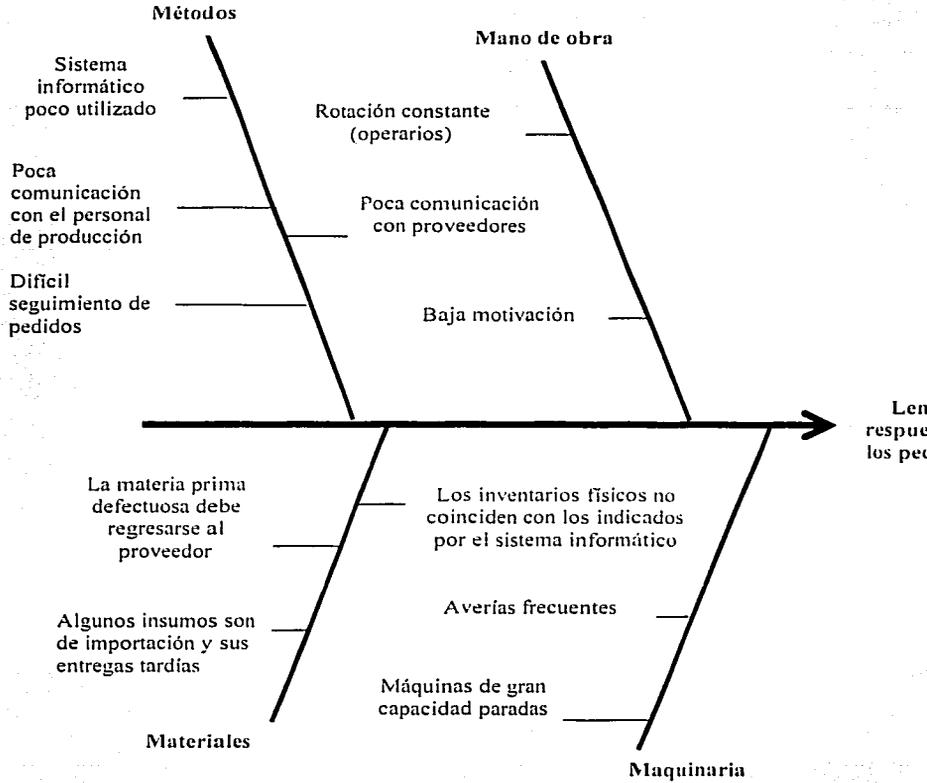


Diagrama Causa-Efecto del

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

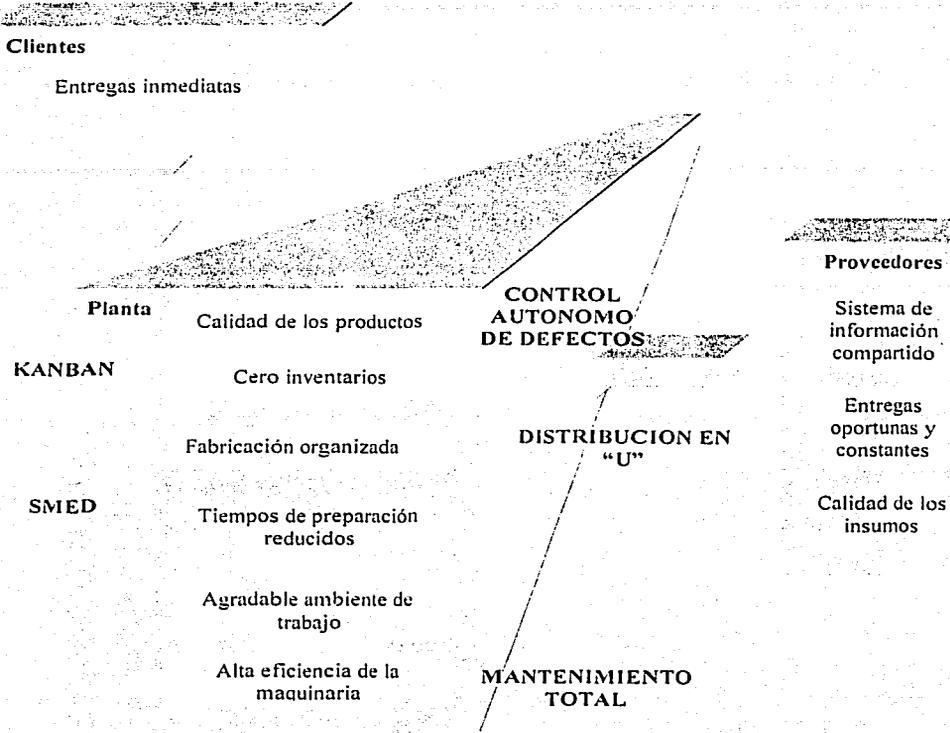


Fig. Estado ideal del sistema de producción de ren...

5.4 PREPARACION DEL PROYECTO PILOTO.

Un proyecto JIT sería, sin duda, la mejor opción ante una situación como la que describe el diagnóstico presentado en el Diagrama Causa-Efecto.

Se comunicó a la Alta Dirección de los problemas encontrados a partir del análisis y se propuso un **proyecto JIT piloto** para la planta, que involucraba sólo al Departamento de Producción. Finalmente se tuvo su aprobación para ponerlo en marcha.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

No obstante, la implantación del proyecto piloto tarde o temprano involucraría a los demás departamentos de la empresa (especialmente Almacenes, Compras y Ventas). La estrategia a seguir consistió en ganarse la confianza y aceptación del cliente interno y externo, mediante la realización de un proyecto piloto exitoso.

Se preparó entonces un equipo que buscaría una propuesta de implantación del JIT en el Departamento de Producción para la elaboración de remaches, el principal producto de la compañía.

El Departamento de Calidad se encargó sólo de vigilar el nivel de rechazos generados durante la fase de ejecución del proyecto.

Después de concretar lo anterior, se organizaron Círculos de Calidad que se llevarían a cabo durante el tiempo de vigencia del proyecto piloto, en los cuales participarían cada uno de los operarios y los mandos medios correspondientes.

Las primeras sesiones de los Círculos de Calidad se enfocaron a los siguientes aspectos:

- Los problemas tal y como se encontraban a partir del diagnóstico obtenido.
- La definición de Círculos de Calidad y el Plan de Sugerencias como herramientas para valorar las opiniones de los trabajadores, y efectivamente poner en práctica sus recomendaciones.
- La conveniencia para todo el Departamento de estar trabajando en equipo y con un mejor sistema de trabajo.

También se determinó tener *tres sesiones por semana* después de la hora de la comida.

5.5 EL PROYECTO JIT PILOTO.

Después de un mes de elaboración se consiguió consolidar un proyecto JIT piloto que fue presentado a la gerencia de la planta para su evaluación.

Se cuidó observar el marco jurídico laboral vigente, con el fin de respetar los derechos de los operarios participantes, y también evitar problemas con el sindicato.

La Gerencia de la Planta aceptó llevar a cabo una reunión con los directivos. Ante ellos se hizo una presentación sencilla sobre los objetivos buscados y los cambios y apoyos necesarios para conseguirlos. Fue importante la labor de convencimiento, haciendo énfasis en que la realización del proyecto significaba una gran opción de cambio para la empresa con desafíos para todos.

El proyecto piloto representaba una parte de una propuesta más amplia. En el siguiente apartado se describe en qué áreas se comenzaron a realizar los cambios iniciales, que conducirían hacia un sistema JIT.

5.5.1 Estructura general del JIT piloto.

El proyecto piloto se centraba en las ideas fundamentales del JIT y abarcaba los elementos básicos mostrados en la Figura 5.3.

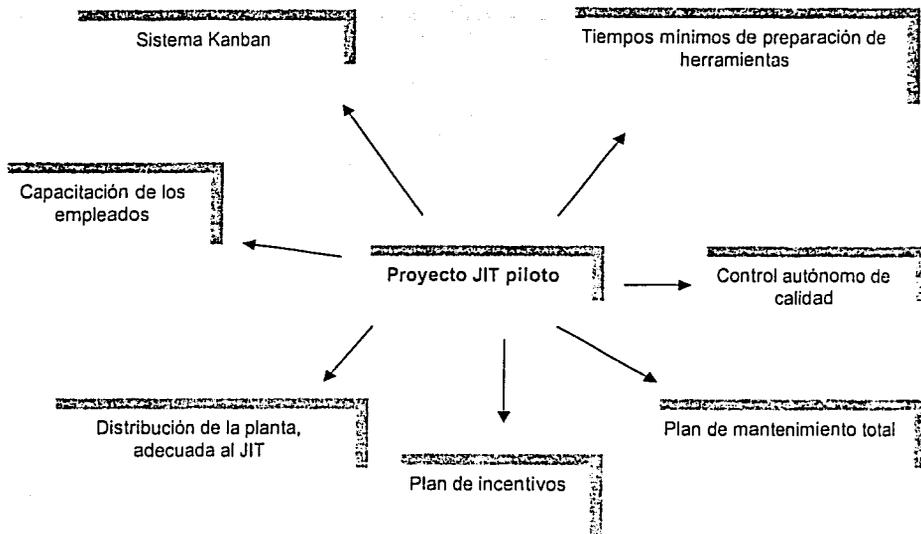


Figura 5.3
Componentes del proyecto piloto.

En esencia, el proyecto piloto con sus componentes buscaba ser *el inicio de una implantación JIT en el resto de las áreas de la compañía, a partir de la obtención de buenos resultados*. Por esa razón se definió de la siguiente manera lo que cada componente debería lograr:

- El *sistema de Kanban* permitiría controlar el proceso de fabricación de los remaches desde la llegada de la materia prima (proveedores) hasta su colocación en los almacenes. Con un sistema de control visual del flujo de la producción, se podría saber en qué etapa del proceso se encontraría un determinado producto. Fue igualmente importante explotar la aplicación informática MAPICS que contiene información de las operaciones de toda la compañía.
- Los *cambios en la distribución de la planta* facilitarían una posterior expansión del JIT a todo el Departamento de Producción.

- Los *Círculos de Calidad* con los operarios lograrían reducir los tiempos de preparación de las herramientas, a partir de una buena comunicación y relación con los operarios y sus jefes inmediatos.
- La capacitación a los operarios bajo un sistema JIT, buscaría sobre todo hacerlos *multifuncionales*, como por ejemplo capacitación para poder dar mantenimiento básico a la maquinaria.
- Se acordó un *Plan de Incentivos* con la Alta Dirección que apoyó a los participantes en el proyecto piloto mediante un estímulo económico en función de su puesto de trabajo.

5.5.2 El sistema de Kanban.

Información descentralizada.

Al inicio del proyecto, se vigiló estrechamente las diversas etapas por las que pasa la producción de remaches. Al llegar un pedido, se “cargaba” al Centro de Trabajo para iniciar la fabricación, y se comunicaba por escrito al operador la Orden de Trabajo, en hojas de computación, muy grandes. Esto retrasaba la comunicación y no permitía cambios en la demanda de algún tipo de remache.

Puesto que se tenían terminales en el Departamento de Producción, se utilizó una de ellas para una computadora con impresora, la cual además de tener acceso al servidor del sistema de Manufactura Integrado (MAPICS) de tal manera que se pudieran manejar otros tamaños de papel de impresión. Los archivos fueron manejados con formato Excel y se actualizaban inmediatamente. Con esto *se evitaría acudir al área de Sistemas para recibir las órdenes de fabricación impresas con aquellos formatos enormes.*

Para evitar pedir al Departamento de Ingeniería los dibujos de cada tipo de remache a fabricar, se *entregó a cada operario una carpeta con los dibujos de los remaches que con más frecuencia se solicitaban.* Así se eliminaba el procedimiento de solicitar los dibujos a Ingeniería, cada vez que llegaba una orden. No obstante, algunos remaches especiales requieren de dibujos avalados por el Departamento de Ingeniería, por lo que solamente en esos casos se mantuvo el procedimiento anterior.

Las tarjetas Kanban.

Se comenzaron a imprimir órdenes de fabricación adecuadas para los operarios.

Sin embargo, lo importante fue establecer el número de órdenes de fabricación mediante *tarjetas Kanban.* Para ello se programaron funciones que calculaban de inmediato el número de tarjetas a utilizar según el tipo de remache y la cantidad solicitada. La Figura 5.4 muestra la apariencia de la *tarjeta Kanban única,* usada.

Clave del producto	Forjado	Lavado	Acabado	No. De Tarjeta
SA1320544				3
	1	2	4	FOSFATIZADO
		5		
Observaciones				Cantidad de piezas del pedido
Fecha a entregar				

Figura 4
Tarjeta Kanban única

La *tarjeta Kanban única* tenía mica de plástico debido a que este material resiste mucho más que el papel los manejos bruscos de los contenedores, y cualquier líquido utilizado para el lavado del remache o en un tratamiento químico. Tenía además un hilo para que la tarjeta se pusiera y quitara fácilmente del contenedor.

La impresión de la información, no obstante, se realizó en una impresora del Departamento de Producción, utilizando un programa vinculado al servidor.

Con estas tarjetas se controló el flujo de materiales y se dispusieron áreas de almacenamiento para cada Centro de Trabajo. Es decir, a cada Centro llegaba la materia prima o los contenedores con una tarjeta Kanban, y el operario del mismo la revisaba para comenzar a fabricar los artículos.

De acuerdo al flujo de los materiales y los Centros de Trabajo, se obtuvieron las correspondientes Kanban.

La secuencia de los pedidos.

Como los pedidos se reciben los cinco días de la semana en horas hábiles, era necesario establecer algún criterio para la secuencia de fabricación. En realidad, no existe alguna técnica para optimizar la secuenciación en todos los casos. Por ello, las empresas prefieren utilizar métodos heurísticos que, además de proporcionar soluciones satisfactorias, son de bajo costo.

El sistema informático MAPICS no podía establecer la secuencia completa y solamente proporcionaba la ruta de procesos del artículo, su materia prima y su descripción.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Esto llevó a crear una hoja de cálculo que permitiera observar los pedidos llegados en un día, y las cargas de los centros de trabajo *en tiempo real*. Utilizando los datos y las posibilidades del MAPICS se llegó a la formulación de la Tabla 5.1, en la cual se apoyan los programadores de producción para elegir el orden de fabricación de pedidos en cada Centro de Trabajo.

Centro de Trabajo	C01	C02	C02	C03	C03
Pedido	20	18	12	11	14
Tiempo de proceso en centro actual (horas)	10	25	8	7	11
Orden según operación más corta	1	2	1	1	2
Orden según operación más larga	1	1	2	2	1
Tiempo de proceso restante (días)	4.5	3.5	6.2	2.1	3.9
Orden según trabajo más corto	1	1	2	1	2
Orden según trabajo más largo	1	2	1	2	1
Tiempo restante (días)	6	10	12	8	10
Orden según tiempo restante	1	-----	-----	-----	-----
Relación crítica = Tiempo restante/ Tiempo de proceso restante	0.44	1.71	1.29	1.9	1.54
Orden según relación crítica	1	2	1	2	1
Fecha de entrega planeada	20/02/02	25/02/02	19/02/02	30/02/02	23/02/02
Orden según fecha de entrega	1	2	1	2	1
Tiempo de holgura = Tiempo restante- Tiempo de proceso restante	2.5	6.5	5.8	5.9	6.1
Orden según tiempo de holgura	1	2	1	1	2

Tabla 5.1
Secuencia de ejecución de pedidos según prioridad.

La elección de un determinado criterio dependería del caso concreto, siendo seleccionado con base en el objetivo prioritario y en los resultados que según éste se vayan presentando.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para hacer uso de los criterios, el *programador de producción* deberá conocer las ventajas de cada uno de ellos para decidir el orden de los pedidos, y basarse en los objetivos a corto plazo del Departamento de Producción.

No se buscaría la solución óptima sino la más operativa en caso de que los pedidos sean muchos y de corta duración.

El sistema de control visual.

Se instalaron *focos rojos* en cada máquina para que los operarios avisaran de inmediato la interrupción de la producción debido a la existencia de algún problema en la producción del remache (calidad, por lo regular) y que requería tiempo para resolverlo. El tener el foco encendido era responsabilidad del propio operario y debía darle respuesta él mismo al problema en cuestión en caso de poder hacerlo. La responsabilidad era muy grande para el operario y se le proporcionó la capacitación para ello. No todos los problemas de calidad podían ser resueltos por el operario; algunos remaches después de ser lavados tienen que ser sometidos a un tratamiento térmico, con el fin de que llegue a tener ciertas propiedades mecánicas (mayor dureza, relevado de esfuerzos, etc.). Esto requiere necesariamente de una inspección bajo el Departamento de Control de Calidad mediante equipos especiales (microscopio, durómetros, etc.), por lo que se optó en conservar esta área de inspección.

5.5.3 Distribución de la planta.

Después de analizar el flujo del material en proceso, se observó a partir del plano de distribución (Figura 4.6) que podían realizarse adecuaciones a la planta con un bajo costo, tal y como lo promueve la filosofía JIT.

El área de Revisión se trasladó al lado de Empacado. Con ello, se pudieron acercar las máquinas y aproximarlas a una distribución en U. La Figura 5.5 compara los cambios adoptados.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

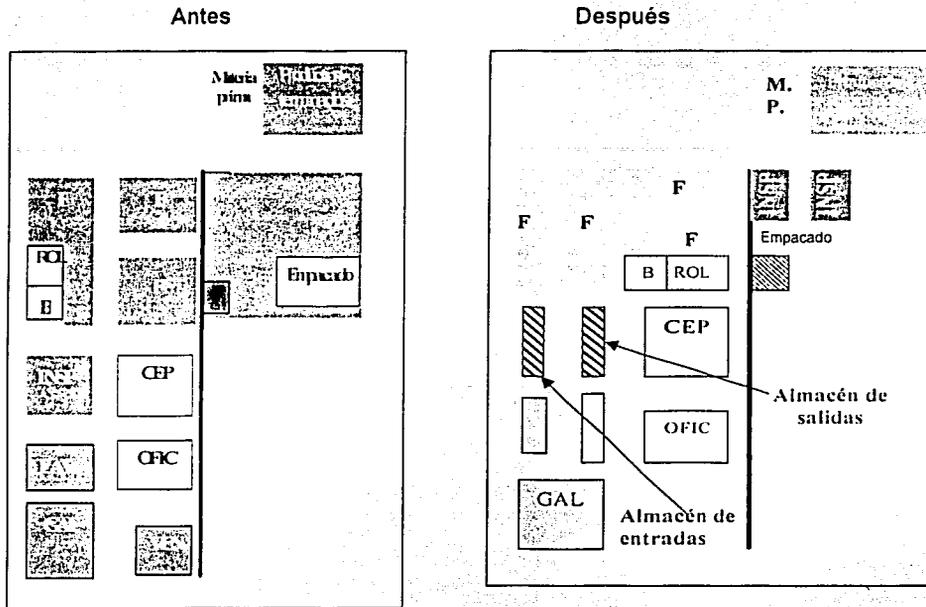


Figura 5.5
La redistribución en el Departamento de Producción.

Con la zona de almacenaje creada, se logró configurar el proceso en forma de U para agilizar los procesos siguientes al forjado. Se cambiaron al centro el barrenado (B) y el rolado (R), para integrarse a la distribución en U.

Adicionalmente, en cada Centro de Trabajo se pintaron *zonas de almacenamiento* para el material en proceso, lo cual no existía. De esta manera, al tener ordenado el material sería mucho más fácil localizarlo con las tarjetas Kanban puestas en el frente de los contenedores.

5.5.4 Los Círculos de Calidad.

Los círculos para discutir temas diversos sobre la producción de los remaches quedaron establecidos de manera permanente, con reuniones cada viernes, después de la hora de la comida. Se acordó con el sindicato que los operarios participantes recibirían una hora extra por cada reunión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

También se dispuso de un *Buzón de Sugerencias* permanente en cada Centro de Trabajo. Cada semana, el Gerente de Producción debía recogerlas, revisarlas y darlas a conocer en los Círculos de Calidad.

5.5.5 Trabajadores multifuncionales.

Con el propósito de establecer la rotación de puestos en la fabricación de los remaches, se acordó que cada trabajador estaría manejando una máquina durante dos meses, tiempo suficiente para ser diestro en ella. Sin embargo, cada uno contaría con una capacitación previa de una semana por el operario que manejaba la máquina tradicionalmente.

Se comenzó la rotación empezando por los Supervisores y Jefes de Línea, para que así los demás operarios siguieran el ejemplo. El tiempo estimado para que los trabajadores fueran completamente multifuncionales fue de medio año. Fue indispensable otorgar horas extras a los operarios para motivarlos.

5.5.6 Control de Calidad.

Si bien el JIT busca la eliminación de la inspección final, el proyecto piloto únicamente llegó a reducir actividades del Departamento de Control de Calidad.

La instalación de sistemas automáticos para detectar un defecto en un remache implica un fuerte gasto, por lo que no se propuso una inversión de tal magnitud.

En su lugar, se propuso que cada trabajador apoyaría la inspección de su producto en proceso. Control de Calidad coordinaría las pruebas de defectos y difundiría la información para Producción. Para facilitar esta inspección, se ideó un *dispositivo Poka-Yoke*¹, con el fin de observar a simple vista los remaches defectuosos de una muestra al azar.

El hecho de que un operario pasara por alto este procedimiento implicaría una sanción en el Plan de Estímulos.

5.5.7 Programa de mantenimiento.

Partiendo de la premisa que la causa principal de una producción ineficiente es la avería de una máquina, se logró delegar a los trabajadores que participaban en el Proyecto Piloto el mantenimiento de su máquina en lo referente a defectos y ajustes que podían realizar ellos mismos. Anteriormente, esta tarea estaba encomendada a un grupo del Taller Mecánico.

¹ El dispositivo no se muestra por razones de protección de derechos de autor.

Este programa de mantenimiento consistió en:

- Transferir a los trabajadores la responsabilidad del mantenimiento preventivo y correctivo básico a sus máquinas.
Se impartieron cursos de capacitación a los operarios de los centros de Forjado, Barrenado, Rolado y Amenizado. En algunos otros centros, como el de Lavado y Galvanizado, los trabajadores ya habían sido capacitados antes del proyecto piloto.
- Seguimiento de un calendario de mantenimiento.
Anteriormente, se le asignaba mantenimiento a una máquina cuando ésta ya estaba descompuesta, por lo que se definió con cada operario y supervisor un calendario que marcaba cuándo aplicar mantenimiento preventivo a cada máquina. Ver Figura 5.6.

Máquina	Centro de trabajo	Periodicidad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN
1-4	Forjado	3 MESES	✓			✓		
5-8	Forjado	3 MESES		✓			✓	
9-12	Forjado	4 MESES		✓				✓

Figura 5.6
El programa de mantenimiento preventivo.

Cada operario daría mantenimiento preventivo a su máquina durante el cambio de turno, para así no interrumpir la fabricación de los remaches.

Si una máquina se averiaba, cada operario debería arreglarla. Se acordó que el Taller Mecánico daría asesoría para las descomposturas durante los tres primeros meses, y las piezas que se necesitaran torner o comprar, las entregaría en un plazo máximo de una semana.

- El mantenimiento preventivo incluía el aseo diario del lugar de trabajo de cada operario. El personal de limpieza sólo atendería los pasillos.
- Los operarios de todos los Centros de Trabajo tenían estantes metálicos para guardar las herramientas. Se les pusieron chapas, y la llave quedó en manos de

cada operario; de esta manera, ellos *serían responsables de todo lo que sucediera con sus herramientas, utensilios y aparatos de medición.*

- Se colocaron carteles en cada Centro de Trabajo recordando a los operarios no descuidar el orden, la limpieza y el cuidado de sus máquinas. Todos los utensilios deberían estar colocados en su lugar correspondiente, antes y después de cada jornada.

5.5.8 Preparación de las herramientas.

Se implantaron las bases del sistema SMED después de un corto programa de capacitación a los Supervisores de Producción y Jefes de Línea.

Después de dicho programa, ellos serían los encargados de poner en marcha la reducción de los tiempos de preparación. Al final se concretó una propuesta que abarcaba los siguientes puntos:

- *La preparación paralela de las herramientas sería realizada por dos operarios a criterio del Jefe de Línea. La búsqueda de las mismas se realizaría mientras la máquina estuviera funcionando.* Aunque, esta última práctica ya era cotidiana en algunos operarios, se acordó convertirla en rutina para todos.
- Para eliminar los ajustes fue necesario reinventariar la existencia en el almacén del Taller Mecánico, de las herramientas para remaches (matriz, agujas, etc.). *Esto llevó a elevar el nivel del stock de seguridad para algunas herramientas y bajar el de otras de menor demanda.* Debido a que algunas herramientas eran de importación y tardaban en llegar al país hasta dos meses, se concertaron otros contratos con proveedores que pudieran hacer entregas más rápidas.
- Con el fin de lograr la flexibilidad en la ocupación de los trabajadores, se acordó *que los operarios sin actividad o sin orden de fabricación en su máquina apoyarían los centros de Barrenado, de Rolado, Lavado y el de Inspección,* los cuales podían tener cuellos de botella en la fase inicial de implantación del JIT piloto.

5.5.9 Relación con los proveedores.

No es conveniente exigir entregas Justo a Tiempo a los proveedores sin tener bien organizada la producción en la planta de la empresa cliente. Se pensó esperar los resultados iniciales para extender el sistema Kanban a ellos. Sin embargo, lo que se procedió a hacer fue evaluar a cada proveedor de materia prima de los remaches, comunicarles los objetivos de la empresa a mediano y largo plazo, para así fortalecer la relación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El sistema MAPICS permitía a los clientes el intercambio electrónico de información mediante un módulo de MRP, con el cual se podían realizar la llamada "explosión de materiales", una técnica para anticipar los volúmenes de insumos. Algunos programadores de Producción lo habían utilizado alguna vez, por lo que se optó estudiarlo a fondo determinando finalmente que era factible para planear los requerimientos futuros de materia prima.

Se realizó el cambio de algunos proveedores de materia prima que de acuerdo al Departamento de Ventas, eran incumplidos con frecuencia. Lo mismo ocurrió con algunas herramientas necesarias para la fabricación; en estos proveedores se consideró la capacidad de entrega frecuente, la distancia y la calidad de sus insumos. Estos cambios fueron realizados en consenso entre los Departamentos de Producción, Ventas y Contabilidad (Compras), tomando en cuenta los proveedores de los *todos los tipos de remaches de la empresa*.

5.6 PLANEACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN Y EL CONTROL

5.6.1 Fase educativa.

El personal del proyecto piloto debería estar convencido de que el JIT es una filosofía que funciona si los trabajadores lo quieren, de nada serviría si únicamente los directivos o gerentes están interesados en ponerlo en práctica. Debido a que los círculos fueron permanentes durante el proyecto piloto (seis meses), se incluyeron sesiones para reforzar los conceptos del JIT.

5.6.2 Fase de mejoras.

Los trabajadores tendrían un programa de mejora continua sobre el que comenzaron a optimizar el proceso de los remaches.

Por ejemplo, la redistribución de la planta y el Sistema Kanban, fueron algunos resultados. La polivalencia y el plan de incentivos comenzaron a favorecer un mejor ambiente de trabajo.

5.6.3 Fase de control.

La implantación del sistema Kanban fue el resultado fundamental del proyecto piloto. Su puesta en marcha fue paulatina tras irse calculando las tarjetas para cada proceso y de ahí los tamaños de los nuevos lotes. Su funcionamiento tuvo que ser vigilado físicamente con apoyo del MAPICS.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Los mandos medios del Departamento de Producción y los trabajadores del proyecto (programadores, gerentes, jefes, etc.) evaluaban y ajustaban las cantidades de las tarjetas durante cuatro semanas hasta lograr un flujo de material equilibrado.

La evaluación del proyecto piloto también la realizó la Alta Dirección y comunicaba sus opiniones a través del Gerente de la Planta, el Gerente de Producción y los programadores y supervisores.

La Figura 5.7 muestra un *gráfico de Gantt* que representa las fases de implantación del proyecto piloto; esto permitió administrarlo y ajustarlo conforme se fue desarrollando.

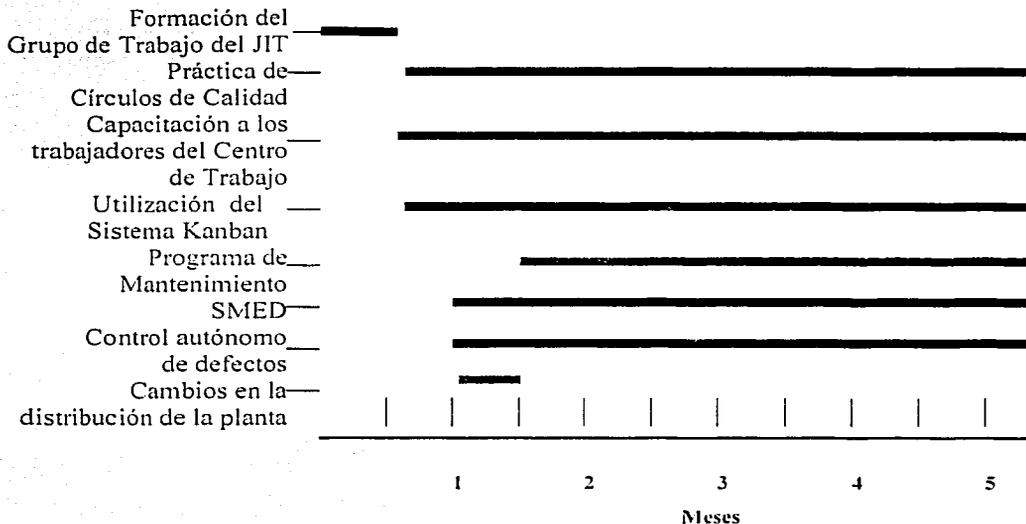


Fig. 5.7 La ejecución del p...

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

5.7 EVALUACION DEL PROYECTO JIT PILOTO

5.7.1 El remache de prueba.

Con el fin de medir los cambios logrados por el JIT piloto se seleccionó el proceso de producción de un remache estándar con la siguiente descripción:

Tipo: Semitubular.

Material requerido: alambre de acero (100 kg de alambre).

Dimensiones: 6/16 plg (diámetro de cabeza) por 13/32 plg (largo).

Procesos: Forjado-Lavado-Niquelado.

Nota: el niquelado se realiza sometiendo el material a un baño de níquel.

La comparación entre el proceso con JIT y sin él contempla un pedido con la misma cantidad para ambos casos de 150,000 piezas.

Dicho pedido puede entregarse en algunos intervalos más o menos constantes conforme el cliente lo vaya necesitando.

5.7.2 Indicadores medidos.

Las variables medidas se enlistan a continuación:

- **Cantidad promedio de inventario:** media aritmética del material almacenado y conservado en el almacén para ser vendido. Unidad de medición: miles de piezas.
- **Costo total de posesión:** costo anual por mantener el material en el almacén considerando una tasa de producción y una tasa de salida del almacén al cliente.
- **Tiempo del ciclo de fabricación:** lapso comprendido desde el momento de recepción del pedido en el Departamento de Ventas y el momento en que es entregado al almacén. Unidades de medición: horas y minutos.
- **Cantidad de material desperdiciado:** cantidad de material usado y que no es factible reprocesarlo debido a que perdió las características físicas adecuadas. Unidad de medición: kilogramo.
- **El número de rechazos durante cada etapa del proceso de fabricación (forjado, lavado, niquelado).**

Las variables críticas de calidad fueron:

Para el forjado:

- Cabeza chica.
- Grietas varias.
- Rebaba.
- Cabeza ovalada.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Corte defectuoso.
- Otros defectos.

Estas variables fueron combinadas para utilizar un plan de muestreo simple por atributos.

Para el niquelado:

- Composición de carbono.

Nota.- Las tolerancias en el forjado son: $\pm 1/32$ plg (para el diámetro), $\pm 1/64$ plg (para el largo); y en el niquelado, las tolerancias son ± 0.02 %².

*Plan de muestreo simple*³:

El plan de muestreo por atributos según la tabla militar MIL-STD-105D considerando un nivel de inspección II y tipo Normal (para efectos de comparación) arrojó los siguientes criterios para un Nivel de Calidad Aceptable de 1.5 %⁴.

Letra código: K.

Tamaño de la muestra: 125.

Acepta: 5.

Rechaza: 6.

Estos criterios fueron los mismos para el muestreo en el proceso con JIT y sin él.

Cabe mencionar que durante la evaluación, la carga de los centros de trabajo involucrados durante la misma, fue nula. Esto es, la prueba se realizó sin orden de trabajo previa en una máquina tipo Carlo Salvi (de las cinco de que se disponen). Esta forjadora tiene una capacidad máxima nominal de *50,000 piezas por turno* (8 horas).

Además, se supuso que no existía la probabilidad de una descompostura de alguna máquina durante el proceso de fabricación.

5.7.2 El proceso de producción del remache estándar sin JIT.

Cantidad de inventario.

El sistema informático MAPICS permite determinar la *cantidad óptima de pedido* mediante el modelo II EOQ con entregas graduales⁵.

² El porcentaje regular de Carbono en el acero resistente a la corrosión es de 1.76 %. Tomado de Mecánica de Materiales, de Singer.

³ Diseñado según Calidad Total y Productividad, de Humberto Gutiérrez Pulido, Páginas 344 a 348.

⁴ El Nivel de Calidad Aceptable de 1.5 % es el que comúnmente manejan las empresas cliente de REMASA con certificación ISO-9000.

⁵ El modelo EOQ permite conocer la cantidad más económica de un material. El modelo EOQ II con entregas graduales se enfoca a lotes de producción óptimos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Así, para el remache semitubular estándar que se está evaluando se obtuvieron los siguientes resultados:

Demanda (D) anual promedio = 750,000 piezas.

Tasa de uso (d) = 750000 piezas al año / 250 días laborables por año
= 3000 piezas diarias.

Tasa de suministro (p) = 5000 piezas diarias.

Costo por hacer el pedido (S) = \$320.00.

Costo de almacenar un pedido (C) = \$ Costo unitario * tasa de interés
= \$.05 * 25 %
= \$.0125

$$\text{Cantidad óptima (EOQ)} = \sqrt{\frac{2 * D * S * p}{C(p-d)}}$$

Sustituyendo se tiene:

$$\text{Cantidad óptima} = \sqrt{\frac{2 * 750000 * 320 * 5000}{0.0125 * (5000 - 3000)}} = 309839 \\ \approx 310,000 \text{ piezas.}$$

Para fines prácticos, se mantiene un nivel de 300,000 piezas. Esta cantidad implica que se mandarían tres órdenes de fabricación en el año para este remache y se mandarían a comprar 500 kg de alambre de acero durante el año.

Como el nivel promedio de inventarios (NPI) = $(EOQ / 2) \frac{p}{p-d}$ se tiene que

$$NPI = 310000/2 * \frac{5000}{5000 - 3000} = \underline{387,500 \text{ piezas.}}$$

Costo total de posesión del material.

El costo total de posesión al año (CTP) se obtiene con la fórmula

$$CTP = (EOQ / 2) \frac{p}{p-d} C + (D / EOQ) S \\ = (300\ 000/2) * \frac{5000}{5000 - 3000} * 0.0125 + (750000/300\ 000) * 320 \\ = 4687.5 + 800 \\ = \underline{\underline{\$5,487.50}}$$

Tiempo total del proceso de fabricación.

Con el Diagrama de Flujo de Proceso se pueden apreciar las actividades involucradas en la fabricación del remache seleccionado, así como también los detalles del tiempo de fabricación. (Ver Anexo).

El tiempo total del proceso fue de 3470 minutos, es decir, **57.83 horas**. Si consideramos que el turno tiene 6 horas hábiles, el material está listo en **9.638 días**. La política de entrega de pedidos de la empresa establece que a este tiempo de fabricación se le añadan otros 5 días de "tolerancia". Este tiempo previene algún contratiempo, por ejemplo, un posible retraso de la materia prima de un proveedor.

Así, el pedido sería prometido al cliente en **14.638 días**.

Nota: Suponiendo que el día de entrada del pedido es lunes. Como en la empresa se labora semana inglesa, el cliente tendría su pedido hasta el jueves de la tercera semana.

Obsérvese la excesiva cantidad de tiempo que se pierde en demoras.

La cantidad de material desperdiciado.

Como el material surtido fue de 100 kg y el desperdiciado de **11.5 kg**, *el porcentaje de desperdicio fue de 11.5 %*.

El número de rechazos durante cada etapa del proceso de fabricación.

En las tres operaciones necesarias para fabricar el remache se realizó un muestreo por atributos para medir el número de defectuosos siguiendo el procedimiento tradicional de fabricación.

Resultados obtenidos:

Los resultados del muestreo simple fueron:

Forjado: **9 rechazos**. Por lo tanto, se inspecciona el lote al 100 %.

Lavado: **2 rechazos**. Por lo tanto, se acepta el lote.

Galvanoplastia: **4 rechazos**. Por lo tanto, se acepta el lote.

Aunque las dos etapas posteriores al forjado fueron aceptadas en el plan de muestreo, *en una revisión final del lote, existe una alta probabilidad de no ser aceptado [el lote]*.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5.7.3 El proceso de producción con JIT.

Cantidad de inventario.

Los costos del remache (S y C) permanecieron iguales, al igual que la demanda anual D.

El número de tarjetas Kanban para este remache se calculó con la fórmula presentada en el apartado 3.2.5:

$$NK \geq (DMU * TR(1+CS))/CC$$

Como la capacidad de la máquina es de 50,000 piezas en 8 horas, se tiene que

$$DMU = 50000/8 = 6250 \text{ piezas/hora.}$$

El tiempo de reposición TR se calcula como la suma de los tiempos desde que sale el contenedor lleno (5000 piezas) hasta que regresa vacío.

El TR medido fue de 4.3 horas y considerando el factor de seguridad de 0.5, se tiene el número de tarjetas Kanban:

$$NK = (6250 * 4.3 * (1 + 0.5)) / 5000 = 8 \text{ tarjetas Kanban.}$$

Como la producción se administraba con estas tarjetas Kanban, el material sólo se mueve en la cantidad que necesita el cliente en un determinado momento. Esto permitió respuestas más rápidas que las que se alcanzan con los métodos anteriores de administración de la producción.

Supongamos que el pedido de los 150,000 remaches que el cliente solicitó fuera entregado en 5 partes. Esto implica hacer 5 entregas de 30,000 remaches y utilizar 6 tarjetas Kanban; estas tarjetas fabrican sólo las 30,000 piezas que necesita el cliente en ese momento y representarían el *tamaño del lote*.

Por consiguiente, **el nivel de inventario es nulo** ya que con el Kanban únicamente *se manda fabricar la cantidad que necesita el cliente*.

Costo total de posesión del material.

Dado que no hay material en almacén, los **costos de posesión también son nulos**. *Menos inventario, tanto en proceso como en almacén, significa menos dinero fijo en él.*

Cantidad de material desperdiciado.

El desperdicio de material registrado fue de **1 kg**.

Esta reducción se debió a que la máquina estaba mejor ajustada debido al Programa de Mantenimiento periódico, ya que los operarios son responsables de su Centro de Trabajo. Esta disminución en el desperdicio también se debe a que el número de pruebas de calidad de arranque es menor, así como las pruebas durante el proceso, porque están estandarizadas las operaciones.

Para asegurar que este nivel de desperdicio se mantenga constante, se acordó con los operarios un máximo de 5 % de desperdicio sobre la materia prima utilizada en el proceso de fabricación. Por ello, fue necesario establecer un Programa de Incentivos a la Productividad en función al nivel de desperdicio de cada uno, y de establecer un Programa continuo de mejora en los procedimientos.

Tiempo total del proceso de fabricación.

El Diagrama de Flujo de Proceso que se representa en la Figura 4.18 muestra la reducción en el tiempo total de fabricación del remache usando JIT en el proceso.

Aunque en un sistema JIT no debe existir la inspección final en el producto, para efectos comparativos se realizó para conocer el nivel de calidad de salida.

El tiempo total para fabricar el remache fue de 838 minutos, es decir, casi 14 horas. Suponiendo al igual que en el sistema sin JIT, un total de 6 horas hábiles por turno se tiene que el pedido estaría listo en 2 días y dos horas, lo cual representa una reducción en el ciclo de fabricación de 43.86 horas o 7.31 días (y sin tomar los otros 5 días de "tolerancia" del método tradicional).

Los tiempos de entrega para este remache *se podrían prometer a un plazo de 3 días como máximo, en vez de los 14.63 días hábiles.*

Resulta evidente que la productividad es mayor, ya que se podrían fabricar más remaches en menor tiempo y los costos por inventarios serían muy bajos.

El número de rechazos durante cada etapa del proceso de fabricación.

Dado que el tamaño del lote con el JIT fue de 30,000 piezas, el nuevo plan de muestreo también es más rápido y económico.

Los criterios del plan fueron los mismos para el proceso sin JIT:

Letra código: K.

Tamaño de la muestra: 125.

Acepta: 5.

Rechaza: 6.

Resultados obtenidos:

Forjado: 2 rechazos. Por lo tanto, se acepta el lote.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Lavado: 2 rechazos. Por lo tanto, se acepta el lote.

Galvanoplastia: 2 rechazos. Por lo tanto, se acepta el lote.

Los anteriores rechazos demuestran que *además de la reducción del tiempo conseguida, el nivel de calidad aceptable no sólo se mantuvo sino que también se incrementó ligeramente.*

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPÍTULO 6**CONCLUSIONES**

6.1 EL JIT COMO UNA HERRAMIENTA PARA SOLUCIONAR PROBLEMAS

El Justo a Tiempo demostró, tal y como se propuso inicialmente, una herramienta valiosa para planear y controlar el proceso productivo de la empresa manufacturera que fue abordada en este trabajo.

Cada elemento del JIT debe interrelacionarse dentro de la empresa y buscar la participación de sus clientes y proveedores. La cuestión fundamental es que la empresa gire en torno a sus clientes dentro y fuera de ella, así como también que busque integrar a los proveedores en su proceso productivo para responder con entregas oportunas.

El sistema Justo a Tiempo permite que la manufactura reaccione con rapidez ante los cambios ocurridos en la gama de los productos que se venden, siempre que la compañía tenga mano de obra flexible, y los empleados puedan ser reasignados según sea necesario para elaborar los productos solicitados. Esa flexibilidad de la mano de obra ofrece también protección contra el despido de los trabajadores. Es decir, cuando la demanda es baja o cuando la mayor productividad reduce el número necesario de trabajadores, éstos pueden ser reasignados en vez de despedirlos. Si la demanda sigue bajando, los despidos podrían ser obligados. Paradójicamente, el despido puede ocasionar que el trabajador piense que éste se debió a los aumentos de productividad asociados con la implantación del JIT, en el cual había participado. Los gerentes deberán ser muy respetuosos al dar de baja a algún trabajador, e insistir en la valía del mismo y la competencia alcanzada durante su entrenamiento con el JIT. Un trabajador preparado encuentra menos problemas en colocarse en una nueva empresa.

Cabe resaltar que durante una recesión económica es muy conveniente vigilar los proyectos JIT, ya que los aumentos de la productividad inducidos por este sistema harán evidente el exceso de mano de obra y provocarán los consecuentes despidos.

6.2 CAMBIOS LOGRADOS CON EL JIT

El estudio de caso presentado en este trabajo representa la primera etapa para convertir una empresa con un enfoque tradicional en la planeación y control de su proceso productivo, a un enfoque moderno con el uso del JIT.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Normalmente, es difícil anticipar escenarios con exactitud; habrá eventos y factores que no se logren considerar anticipadamente; por eso, fue necesario demostrar la efectividad de un sistema JIT en toda la empresa a través de un proyecto piloto. Si se hubiera intentado una transformación total sería muy probable la falta de apoyo en el proyecto, no sólo de los trabajadores de otras áreas sino incluso del propio Departamento de Producción.

El proyecto piloto se convirtió eventualmente en un modelo a seguir en las diversas áreas de la empresa hasta llegar a una integración de todo un sistema JIT. Aunque el proyecto piloto estuvo a cargo de un equipo del Departamento de Producción, fue muy importante que dicho grupo tuviera amplia capacidad en la toma de decisiones y pudiera intervenir en otros departamentos. Esta etapa de transición requirió, entonces, de hacer algunas adecuaciones en la estructura jerárquica de la empresa de tal manera que, el equipo responsable del JIT tuviera las facilidades necesarias para un resultado exitoso. La cooperación de los demás empleados en la empresa fue impulsada por los altos directivos y el JIT logró representar una opción real para hacer más competitiva esta compañía; así lo demuestran los resultados obtenidos. [con el JIT piloto.]

Con el fin de apreciar dichos resultados, a continuación se analizan los cambios del estado anterior al estado actual con el JIT, en cada una de las etapas del proceso productivo: entrada, conversión y salida.

6.2.1 Cambios logrados en la entrada del proceso.

1.- La búsqueda de nuevos proveedores de materia prima para fabricar los remaches permite[n] replantear la relación entre ellos y la empresa. Los contratos a largo plazo con los proveedores resultaron benéficos tanto para la empresa como para ellos, ya que la planeación de las compras de insumos se vuelve más confiable para ambos y se dispone[n] de esa materia prima más oportunamente.

2.- También se redefinieron los niveles de calidad aceptables para la materia prima que se utilizará durante el proceso de fabricación. Los defectos frecuentes en la calidad de los remaches se debían en parte a la calidad del alambre utilizado durante el forjado. El contar con proveedores con un alto nivel de calidad, como por ejemplo los que tienen un sistema de aseguramiento ISO, permite incluso reducir el número de ajustes en las máquinas en un porcentaje significativo.

3.- Las fechas de entrega de pedidos que se debían a falta de material se redujeron de tres meses hasta un mes. En esta situación se encontraban materiales de importación de Asia, como el latón. Esto contribuye a una mejor respuesta de la empresa a los clientes con necesidades especiales.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6.2.2 Cambios durante el proceso de transformación.

1.- El flujo de material en el proceso fue más ágil, lo cual permitió reducir los plazos de entrega de los remaches. Por ejemplo, la prueba realizada sobre el remache estándar semitubular demostró una reducción de un plazo de entrega de casi 15 días a sólo 3 días. Los almacenes entre los centros de trabajo para el material en proceso contribuyeron a este flujo más rápido.

2.- Los cambios en la distribución de algunos centros de trabajo también influyeron en la reducción de los plazos de entrega, sobretodo porque se pudo desplazar el material en proceso a distancias más cortas hacia los centros de trabajo subsecuentes y hacia el área de inspección.

3.- Se controló mejor el flujo del proceso a través del sistema Kanban. Además, la producción fue programada más fácilmente ya que solamente se movía material cuando se contaba con la información de que el cliente lo necesitaba. El sistema Kanban permitió que los clientes definieran las cantidades de los remaches y asumieran el compromiso de comunicarlo al menos con tres días de anticipación. Aunque, los clientes llegaran a tener un cambio en su consumo, la flexibilidad del sistema Kanban permite hacer frente a esa variación de una manera sencilla.

4.- La inspección de los remaches no fue eliminada, pero la calidad comenzó a asumirse dentro de los operarios de cada Centro de Trabajo. Esto sería importante como fase inicial de un sistema de aseguramiento de calidad en el corto plazo. Los resultados en la prueba del JIT piloto reflejan un nivel de calidad muy parecida a la que se tenía antes con inspección total de los lotes.

5.- Las ventas de remaches comenzaron a registrar un ligero incremento según información del Departamento de Ventas. Esto confirmó que la calidad puede ser un arma competitiva para recuperar mercado. Aunque no se contó con esta información mediante documentos, las opiniones de los vendedores y de los clientes fue un indicativo de que el JIT estaba funcionando bien.

6.- Se evitó la compra de un equipo automatizado para controlar el proceso de fabricación. Esta opción fue alguna vez considerada por la Alta Dirección y el costo que habrían invertido en él sería muy alto en comparación con un sistema visual para el control de la producción. No obstante, sería muy recomendable hacer uso de la tecnología, no necesariamente con el equipo automatizado, para hacer más rápido el intercambio de información entre las diversas áreas operativas.

7.- Se comenzó a estandarizar el proceso de fabricación. Por ejemplo, en algunos remaches, se definieron los procedimientos técnicos para hacerlos uniformes. De esta manera, los trabajadores seguirían los mismos pasos para fabricar un determinado remache, con lo cual la preparación de la maquinaria fue más rápida y eventualmente se podrían tener tiempos estándares de fabricación.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

8.- Fue posible realizar los cambios con el apoyo de los trabajadores. La conciencia de que su trabajo es importante en la empresa y de que se benefician todos con la búsqueda de la calidad en sus actividades laborales y personales, favoreció el trabajo en equipo. Al principio pareció difícil enfrentar este punto, pero el apoyo de los mandos medios y los más altos favorecieron [en] la unión de voluntades para un fin común.

6.2.3 Cambios en la salida del proceso.

1.- Se redujeron significativamente los espacios destinados para almacenar remaches. Esto implica que los costos de almacenamiento son menores y la empresa puede alcanzar una mejor tasa de retorno sobre la inversión.

2.- Aunque la distribución del material no fue tocada durante el proyecto, se programaron mejor las entregas de los pedidos. Si un cliente necesitaba alguna [algún] parte de su pedido antes de lo pactado, tenía la confianza de contar con él en un tiempo convenido, menor.

6.2.4 Las facilidades y dificultades del JIT piloto.

El JIT piloto tuvo una gran relevancia antes y después de implantarse. Sobre todo, si se considera que un proyecto de mejora continua no puede quedarse a medias; de suceder esto, para volver a motivar a los trabajadores y al demás personal en otro momento sería una labor sumamente difícil. El proyecto representó además de un reto un gran riesgo en este sentido.

Afortunadamente, los directivos asumieron esa responsabilidad al igual que todos los que estuvimos involucrados en esta iniciativa de cambio. Podría enumerar dos factores que favorecieron el resultado exitoso del JIT en esta compañía:

La actitud de mejorar, tanto del grupo encargado de la implantación como de todos los demás participantes (operarios, gerentes, vendedores, clientes, etc.).

- *La configuración repetitiva del sistema de producción*, la cual era muy adecuada para implantar el JIT. El saber que otras compañías con características similares habían logrado una exitosa implantación del JIT, dio una gran confianza de alcanzar buenos resultados.
- *La relación con los proveedores*, para hacer entregas de materia prima o de comenzar a organizarse para hacerlo. En los productos de material importado fue importante el contar con proveedores geográficamente más cercanos.
- *El programa de incentivos económico*, el cual permitió que se comprometieran los operarios en el proyecto y buscaran buenos resultados para seguir impulsándolo.
- *La demanda del remache*, la cual es relativamente muy estable. El JIT es

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

idóneo en este tipo de demanda.

En general, el cambio fue bien recibido en las diferentes áreas operativas de los procesos en que intervino el JIT piloto. Es conveniente resaltar que los operarios mostraron mucho sentido para desarrollar mejor su trabajo, y los incentivos fueron parte importante de la estrategia.

6.3 EVALUACIÓN DEL PROYECTO.

La suposición inicial de que el JIT lograría reducir los tiempos de entrega fue demostrada plenamente. Para fines de comprobación, se realizó una evaluación del proyecto JIT piloto tomando en cuenta los indicadores que permitieran apreciar en parte, el potencial del JIT en las demás áreas de la empresa.

Básicamente, los resultados reflejan que el JIT logró:

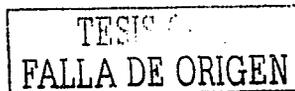
- Reducir el tiempo de entrega de casi 15 días hábiles a sólo 3.
- La calidad se mantuvo en un nivel similar al que se lograba en el enfoque tradicional. Esto es, se redujo el tiempo de entrega sin descuidar la calidad del producto.
- Reducir significativamente los inventarios. Aunque pudo comprobarse que no se requerían stocks de seguridad, éstos pudieran mantenerse en productos con la demanda más variable pero con niveles menores.
- Reducir el desperdicio de materia prima en cada artículo. Por ejemplo, en la prueba del remache estándar semitubular se redujo de 11 kg a sólo 1 kg. Esto se debió en buena medida al autocontrol de los operarios con su Centro de Trabajo respectivo.

Con el fin de completar la evaluación del proyecto, es posible añadir otras variables para detectar el impacto del JIT. Por ejemplo, la entrega más rápida del producto con un nivel de calidad similar o superior debe reflejarse finalmente en una *mayor volumen de ventas* con la estrategia de mercado adecuada, o un *mayor grado de satisfacción del cliente*.

6.4 OTRAS PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo pone al descubierto que existen otras áreas de oportunidad en la empresa donde pueden realizarse mejoras. Por ejemplo, en el caso de la salida del proceso, no se abordaron cuestiones de la *logística de la distribución*, aspecto que toma importancia en entregas a clientes geográficamente alejados. Incluso, un estudio logístico pudiera ser considerado en un proyecto donde se pretenda ampliar la capacidad exportadora de la compañía.

Sería recomendable también abarcar no sólo *el proceso de la implantación de un sistema de aseguramiento de calidad* en la empresa bajo la norma ISO 9000, sino



también de las normas que manejan sus principales y potenciales clientes, particularmente del sector automotriz y de manufactura.

El estudio de tiempos y movimientos es un área que pudiera ser actualizada (se sabe que ya se había hecho uno con anterioridad), ya que permitiría incrementar la productividad del proceso con el sistema JIT implantado. Con este análisis serían detectados los movimientos ineficientes del trabajador, no con el fin de incrementar su carga de trabajo, sino de [que] lograr hacer su trabajo más fácilmente y de estandarizar las actividades requeridas.

6.5 COMENTARIOS FINALES

Las dificultades en el proyecto piloto serán indudablemente mayores si se busca transformar las demás áreas de la empresa. Se requerirá de un mayor esfuerzo planeador, pero se tendrá mayor certeza de los resultados y se podrá manejar mejor el difícil cambio.

Aunque no se contó con un sistema de calidad en esta etapa inicial, se puede observar que existe disposición de la empresa para adoptar otras iniciativas de cambio que busquen formalizar sus procedimientos para asegurar la calidad en los remaches; esto será, lógicamente, el siguiente paso en la estrategia de los directivos. En el mismo plano, también se puede concluir que es posible cambiar el enfoque de cómo se administra un proceso de producción, así como también de orientar el factor humano hacia la búsqueda de la calidad y la mejora continua.

Por otra parte, resultó muy interesante analizar el caso de manera sistemática; permite visualizar la fábrica realmente como un sistema, sus objetivos, sus componentes y sus mutuas interrelaciones, así como también el entorno en que se mueve.

En lo personal, este trabajo constituye una experiencia que trae satisfacción profesional. Aunque se lograron los objetivos planteados inicialmente, existen otras áreas problemáticas que se irán transformando paulatinamente, tal es el caso de la fabricación de botones, un producto nuevo. Muy probablemente, la integración de proyectos piloto[s] futuros en la empresa para tener un JIT completo, será una labor con mayores retos y una mayor complejidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Checkland, Peter.
Pensamiento de Sistemas (práctica de sistemas).
Editorial Limusa, 1997.
367 páginas.
- Chase B. Richard y Aquilano Nicholas.
Dirección y Administración de la Producción y de las Operaciones.
Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
1065 páginas.
- Cox, James.
APICS Dictionary.
The Educational Society for Resource Management, 1988.
115 páginas.
- Domínguez Machuca, José Antonio.
Dirección de Operaciones (aspectos
tácticos y operativos).
McGrawHill, 1995.
503 páginas.
- Fuentes Zenón, Arturo.
Guía para el análisis de problemas operativos.
UNAM, 1994.
164 páginas.
- Gaither Norman y Greg Frazier.
Administración de Producción y de Operaciones.
Internacional Thompson Editores, 2000.
846 páginas.
- Humberto Gutiérrez
Calidad Total y Productividad
McGraw-Hill, 1998.
- May, Robert W.
Estrategias modernas de fabricación.
Tecnologías de Gerencia y
Producción, 1988.
286 páginas.
- Monden, Y.
Dirección japonesa de la producción.
Tecnología de Gerencia y Producción.
1989.
496 páginas.
- Murata, Kazuo.
Cómo implantar en Occidente los
métodos japoneses de gerencia.
Legis Editores.
1991.
294 páginas.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

- Nahmias, Steven.
Análisis de la Producción y las Operaciones.
Compañía Editorial Continental.
1999.
817 páginas.
- Narasimban Sim, Denis W. McLeavey y Meter Billington.
Planeación de la producción y control de inventarios.
Prentice-Hall Hispanoamericana,
1996.
716 páginas.
- O'Grady, P.J.
Una estrategia fundamental para los jefes de producción
McGrawHill, 1989.
382 páginas.
- Schonberger, Richard J.
Técnicas japonesas de fabricación.
Limusa, 1992.
356 páginas.
- Shingo, Shigeo.
El sistema de producción de Toyota desde el punto de vista de la Ingeniería.
McGrawHill, 1985.
361 páginas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE MATERIALES

No.	DETALLES DEL METODO (ACTUAL).	OPERACIÓN E INSPECCIÓN	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACÉN	DISTANCIA EN METROS	CANTIDAD DE MATERIAL (PZAS)	TIEMPO (MIN)
1	Espera de la orden de trabajo en el Departamento de Producción	☉	○	➡	□	⌒	▽			360
2	Carga de la orden en el sistema	☉	○	➡	□	⌒	▽			10
3	Espera del dibujo del remache	☉	○	➡	□	⌒	▽			20
4	Espera de la orden en el Centro de Forjado	☉	○	➡	□	⌒	▽			1140
5	Espera del alambre de acero	☉	○	➡	□	⌒	▽			120
6	Preparación de herramientas	☉	○	➡	□	⌒	▽			120
7	Pruebas de producción	☉	○	➡	□	⌒	▽		50	30
8	Forjado del alambre de acero	☉	○	➡	□	⌒	▽		300000	960
9	Transporte del Centro de Forjado al Centro de Lavado	☉	○	➡	□	⌒	▽	50	300000	30
10	Espera en el Centro de Lavado	☉	○	➡	□	⌒	▽			60
11	Lavado de los remaches	☉	○	➡	□	⌒	▽		300000	60
12	Espera en el Centro de Lavado	☉	○	➡	□	⌒	▽			30
13	Transporte del Centro de Lavado al Centro de Galvanoplastia	☉	○	➡	□	⌒	▽	10	300000	10
14	Niquelado	☉	○	➡	□	⌒	▽		300000	60
15	Espera en el Centro de Galvanoplastia	☉	○	➡	□	⌒	▽			30
	Transporte del Centro de Galvanoplastia al Centro de									

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

16	Galvanoplastia al Centro de Lavado							10		10
17	Espera en el Centro de Lavado									30
18	Lavado de los remaches								300000	60
19	Espera en el Centro de Lavado									30
20	Transporte del Centro de Lavado al Área de Inspección							10		30
21	Inspección final del remache								300000	240
22	Espera en el Area de Inspección									20
23	Transporte al Almacén							80	300000	10
								160		3470

Resumen	Número	Tiempo (min)	Símbolo.
Oper/Inspección	2	150	
Operaciones	5	1150.00	
Transporte	5	90	
Inspección	1	240	
Demoras	10	1840	
Almacén	0	0	
TOTAL	23	3470	
Distancia recorrida(m)	160		

REMASA, S.A. DE C.V.	
PLANTA CENTRAL	
REMACHE SA2215	
Operaciones básicas: Forjado, Lavado y Niquelado.	
Material: Alambre de acero	
El diagrama comienza en: RECEPCIÓN DEL PEDIDO	
El diagrama termina en: TRANSPORTE AL ALMACÉN	
FECHA:	07/12/2001
Realizado por:	Ing. Julio César Contreras Jiménez

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE MATERIALES

No.	DETALLES DEL METODO CON JIT	OPERACIONES						DISTANCIA EN METROS	CANTIDAD DE MATERIAL (PZAS)	TIEMPO (MIN)
		OPERACIÓN E INSPECCIÓN	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACÉN			
1	Espera de la orden de trabajo en el Departamento de Producción	☉	○	➡	☐	⊖	▽			10
2	Carga de la orden en el sistema	☉	○	➡	☐	⊖	▽			10
3	Espera del alambre de acero	☉	○	➡	☐	⊖	▽			10
4	Preparación de herramientas	☉	○	➡	☐	⊖	▽			20
5	Pruebas de producción	☉	○	➡	☐	⊖	▽		50	10
6	Forjado del alambre de acero	☉	○	➡	☐	⊖	▽		30000	288
7	Transporte del Centro de Forjado al Centro de Lavado	☉	○	➡	☐	⊖	▽	30	30000	10
8	Lavado de los remaches	☉	○	➡	☐	⊖	▽		30000	60
9	Transporte del Centro de Lavado al Centro de Galvanoplastia	☉	○	➡	☐	⊖	▽	10	30000	10
10	Niquelado	☉	○	➡	☐	⊖	▽		30000	60
11	Transporte del Centro de Galvanoplastia al Centro de Lavado	☉	○	➡	☐	⊖	▽	10		10
12	Lavado de los remaches	☉	○	➡	☐	⊖	▽		30000	60
13	Transporte del Centro de Lavado al Área de Inspección	☉	○	➡	☐	⊖	▽	10		30
14	Inspección final del remache	☉	○	➡	☐	⊖	▽		30000	240
15	Transporte al Almacén	☉	○	➡	☐	⊖	▽	80	30000	10
								140		838

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Resumen	Número	Tiempo (min)	Símbolo.
Oper/Inspección	2	30	□
Operaciones	5	478.00	○
Transporte	5	70	⇒
Inspección	1	240	□
Demoras	2	20	⊥
Almacén	0	0	▽
TOTAL	15	838	
Distancia recorrida(m)	140		

REMASA, S.A. DE C.V.	
PLANTA CENTRAL	
REMACHE SA2215	
Operaciones básicas: Forjado, Lavado y Niquelado.	
Material: Alambre de acero	
El diagrama comienza en: RECEPCIÓN DEL PEDIDO	
El diagrama termina en: TRANSPORTE AL ALMACÉN	
FECHA:	07/12/2001
Realizado por:	Ing. Julio César Contreras Jiménez