

G E R E N C I A

EDWARD J. HAY

# Justo a tiempo

La técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva

GRUPO  
EDITORIAL  
**norma**

9	Una nueva asociación: JAT y PRM	169
10	Implantación del JAT: Papel crucial de la administración	179
11	El porqué: Visiones y estrategias	197
12	Organización de la empresa para el JAT	219
13	Puesta en marcha del plan	241

## PREFACIO

LOS ESTADOS UNIDOS Y OTROS PAÍSES industriales del Occidente que pretenden transformarse en competidores de categoría mundial en los años 90, y posteriormente, tienen ante sí un número limitado de opciones.

Pueden aplicar con mayor empeño los métodos tradicionales de reducir costos a fin de lograr un sistema de fabricación menos dispendioso. Sin embargo, la reducción de costos ha resultado insuficiente para cerrar la brecha que en el aspecto de competitividad separa a los fabricantes occidentales de los de otros países.

Pueden incrementar su automatización, lo cual exige grandes inversiones de capital y lleva consigo los riesgos de inflexibilidad, complejidad y cuantiosos gastos generales.

O bien, pueden optar por una revolucionaria simplificación y racionalización del sistema actual de fabricación recurriendo a la filosofía de justo a tiempo (JAT) en producción y en compras. Aunque la modalidad JAT a prime-

ra vista parece ser la antítesis de los conceptos tradicionales occidentales en materia de fabricación, considero que es la mejor alternativa para las empresas occidentales y que es una opción que toda empresa debe sopesar.

La idea de que el JAT sí funciona se está extendiendo por todo el sector empresarial en los Estados Unidos y en otros países.

La fabricación justo a tiempo — producir el mínimo número de unidades en las menores cantidades posibles y en el último momento posible, eliminando la necesidad de inventarios — ya no se considera “una técnica japonesa de producción”, como la consideraban durante los primeros años 80 del siglo XX. No obstante, pocas personas, aun hoy, comprenden realmente los distintos aspectos de su aplicación práctica. Constantemente me dicen: “Conozco muy bien la filosofía JAT y las teorías que le sirven de base. Mi pregunta es: ¿cómo ponerla en práctica en mi empresa?”

El propósito de este libro es mostrarles a estas personas cómo analizar los aspectos relacionados con la implantación de la producción JAT en sus negocios y asegurarles que el JAT sí les dará resultados.

Los aspectos principales asociados con el JAT se pueden agrupar en dos categorías. Primero, hay aspectos técnicos: cómo nivelar la carga, establecer celdas de trabajo y agilizar el alistamiento de las máquinas. En segundo lugar, hay muchos aspectos administrativos, siendo el mayor de ellos cómo promover en la empresa un clima propicio para el cambio a la producción justo a tiempo. Esto exige que las directivas comprendan los beneficios del JAT para la empresa y que el personal administrativo y los trabajadores comprendan los beneficios del JAT para ellos mismos.

Se necesita rediseñar los sistemas de medición, recompensa e información a fin de ayudarle al personal de la empresa a deshacer las viejas maneras de pensar y de trabajar. El personal debe hacer una labor intelectual de “limpiar la casa” para que todos se sientan renovados.

Los hombres de negocios occidentales suelen quedarse perplejos ante el JAT porque lo perciben como algo relacionado con el Japón. No descomponen la filosofía en sus diversas partes, lo cual les permitiría ver que se trata poco más que de sentido común y conocimientos antiguos y sensatos, gran parte de los cuales tuvieron su origen en los Estados Unidos. Uno de los primeros pasos para implantar el JAT con éxito en los Estados Unidos y otros países occidentales es dejar de considerarlo como algo propio de los japoneses y pensar que se trata de volver a los principios básicos de la producción.

A partir de la Segunda Guerra Mundial, los fabricantes norteamericanos se han aficionado a un modo de hacer negocios en el cual planean, replanean y luego planean un poco más. La planeación es algo muy bueno, desde luego; pero, lamentablemente, se ha convertido en un fin en sí misma. Al tiempo que mejoramos nuestra capacidad para planear y replanear, hemos descuidado la manera de poner en práctica estos planes de fabricación. La filosofía JAT hace hincapié en poner bajo control el proceso de producción y en mantener ese control a fin de poder ejecutar el primer plan sin necesidad de trazar otros nuevos.

De esta forma, y de muchas otras, la filosofía JAT se convierte en un medio poderoso para mejorar la producción, algo muy distinto de una simple herramienta para reducir costos. Desaprovechar la oportunidad de ponerlo

en práctica sería, para los occidentales, no solamente una necesidad, sino un desastre.

He colaborado con empresas de todo tipo en la implantación de la producción justo a tiempo. El JAT ha ayudado a estas empresas a obtener los siguientes beneficios:

Aumentos del 20 al 50 por ciento en la productividad de la mano de obra directa e indirecta.

Aumentos del 30 al 40 por ciento en la capacidad de los equipos.

Reducciones del 80 al 90 por ciento en el tiempo de fabricación.

Reducciones del 40 al 50 por ciento en los costos por concepto de fallas (piezas por desechar o rehacer, y garantías).

Reducciones del 8 al 15 por ciento en el costo de materiales comprados.

Reducciones del 50 al 90 por ciento en inventarios.

Reducciones del 30 al 40 por ciento en requerimientos de espacio.

No todas las empresas obtienen todos los beneficios, pero abundan los ejemplos de empresas que logran adelantos notorios en dos, tres o más de estas áreas en pocos meses. Y mejor todavía: el JAT es una manera de lograr estas ganancias con poco o ningún costo.

Aunque el camino hacia un ambiente en el cual la fabricación y las compras JAT se logren de manera armoniosa no siempre es fácil, casi siempre está lleno de satisfacciones. Si se esfuerzan por tomar una serie relativamente pequeña de medidas sencillas y sensatas, las empresas fabriles

occidentales podrán alcanzar de nuevo la categoría mundial.

EDWARD J. HAY

*East Greenwich, Rhode Island*

*Octubre de 1987*



## INTRODUCCIÓN

JUSTO A TIEMPO (JAT). Las palabras andan en boca de los industriales occidentales desde comienzos de los años 80. Sin embargo, muchas personas siguen sin comprender exactamente qué es justo a tiempo. Piensan que es un sistema o un truco para reducir inventarios, para pasarles la responsabilidad a los proveedores, o simplemente una manera fácil de contrarrestar la fabricación ineficiente.

En realidad, la modalidad JAT es mucho más que eso. Es una filosofía industrial, de eliminación de todo lo que implique desperdicio en el proceso de producción, desde las compras hasta la distribución. Con una filosofía JAT bien ejecutada, la empresa puede hacer de su fabricación un arma estratégica.

Desde que el JAT llegó a tierras norteamericanas, muy a menudo las compañías lo han aplicado sólo para reducir sus costos y lograr mayores utilidades. Ésta es una visión a

corto plazo del potencial del JAT y, como todas las soluciones a corto plazo, con el tiempo fracasa.

La eliminación del desperdicio tiene como resultado a largo plazo un proceso fabril tan ágil, tan eficiente, tan orientado a la calidad y tan capaz de responder a los deseos del cliente, que llega a convertirse en un arma estratégica. Con un sistema de fabricación más eficiente y menos derrochador, las empresas ya no tendrán que depender del mercadeo y de la publicidad como únicos medios para hacer distinguir sus productos y captar una parte del mercado.

La modalidad JAT no sólo les ofrece a las empresas la oportunidad de mejorar notablemente la calidad de sus productos elaborados, sino que les permite reducir su tiempo de respuesta al mercado hasta un 90 por ciento. El tiempo necesario para lanzar al mercado productos nuevos o modificados de acuerdo con la petición de la clientela, se reduce a la mitad. Al mismo tiempo, se requerirán menos bienes de capital para llevar a cabo lo anterior y los inventarios se podrán recortar en forma drástica, o inclusive eliminar del todo.

Con una buena aplicación de los principios del JAT, empresas que antes tenían que presentarse en el mercado como empresas orientadas al servicio o a la calidad porque no podían competir en precios, pueden empezar a considerarse productoras de bajo costo. Esto puede abrirles mercados totalmente nuevos y distinguirlas de todas las demás compañías orientadas hacia el servicio o hacia la calidad.

Ante tales oportunidades, es imperativo que la empresa planee y aplique el JAT dentro del plan integral de

negocios o de mercadeo. En muchos casos, las metas estratégicas de la empresa determinarán la implantación de ciertos elementos del JAT desde un comienzo, mientras que otros elementos serán menos importantes. Por otra parte, algunas empresas, al considerar las posibilidades del JAT, optarán por modificar sus planes de negocios o de mercadeo, o inclusive replantearlos a fin de adaptarlos mejor a las oportunidades que el JAT ofrece.

## ELIMINACIÓN DEL DESPERDICIO

En la filosofía JAT hay tres importantes componentes básicos para eliminar el desperdicio.

El primer componente básico de la eliminación del desperdicio es imponer equilibrio, sincronización y flujo en el proceso fabril, ya sea donde no existan o donde se les pueda mejorar.

El segundo componente es la actitud de la empresa hacia la calidad: la idea de “hacerlo bien la primera vez”.

El tercer componente de la filosofía JAT es la participación de los empleados. Éste es un requisito previo para la eliminación del desperdicio. Cada miembro de la organización, desde el personal de la fábrica hasta los más altos ejecutivos, tiene una función por cumplir en la eliminación del desperdicio y en la solución de los problemas fabriles que ocasionan desperdicios. La única manera de resolver los centenares o hasta miles de problemas que surgen en un sistema de fabricación — desde los más pequeños hasta los más grandes — es asegurando la participación cabal de todos los empleados.

## EL ÉXITO

El siguiente es un caso de éxito: se refiere a Hutchinson Technology, Inc., una empresa cliente de Rath & Strong\*.

Hutchinson Technology, Inc. tenía un problema.

A comienzos de los años 80, la competencia extranjera — principalmente del Japón — era tan fuerte que la compañía se sentía presionada a reducir los costos en sus seis líneas de productos. Cierta firma llegó al extremo de presentarle a Hutchinson un ultimátum: o reducía el precio de cierto producto el 67 por ciento, en el plazo de 12 a 18 meses, o sufriría las consecuencias.

Hutchinson, empresa con 20 años de vida, se dedica a la fabricación sobre pedido de componentes para computadores y montajes electrónicos complejos. Tiene entre 1 000 y 1 200 empleados en seis instalaciones, todas bajo un mismo techo, en Hutchinson, Minnesota.

Hutchinson se hallaba ante el problema de reducir sus costos, y al mismo tiempo pretendía generar más ingresos con el mismo número de empleados. Es decir, necesitaba una operación más eficiente.

Encontró la solución a sus problemas en la producción JAT. Hutchinson pasó a la modalidad JAT por iniciativa de su presidente, Wayne Fortun, que viajó al Japón en 1983 con un grupo de ejecutivos auspiciados por Rath & Strong, con el fin de visitar varias empresas manufactureras y estudiar las prácticas de producción japonesas. A Fortun

---

\* La información específica de este caso fue suministrada por Wayne Fortun, presidente de Hutchinson Technology, Inc., Arnold Putnam, presidente emérito de la junta directiva y a la sazón presidente de Rath & Strong, Inc. y John Cingari, director de Rath & Strong, Inc.

le llamaron poderosamente la atención las operaciones JAT que vio y se propuso aplicar esas técnicas en su empresa.

“En ese momento estábamos aplicando los procesos fabriles más modernos, que nos daban un 55 por ciento de productos de buena calidad”, recuerda Fortun. “Comprendí que si no elevábamos considerablemente nuestros niveles de calidad, nos sería muy difícil poner en práctica el JAT”.

Para sentar las bases sobre las cuales se aplicaría el JAT, Rath & Strong trabajó en Hutchinson en un programa de mejoramiento de calidad encaminado a transformar las operaciones fabriles. Con miras a estabilizar el proceso y lograr una mayor proporción de productos de calidad, el programa incluyó un curso en videocinta sobre el tema de la calidad total, así como una sección sobre solución de problemas y capacitación general en el área de calidad.

Se presentaron cursos en videocinta a ocho grupos de trabajo multidisciplinario, que incluían empleados desde el nivel administrativo hasta el de operarios. Estos cursos se realizaron una vez a la semana, durante un período de 8 a 16 semanas.

A las sesiones sobre solución de problemas asistió un grupo más reducido, una vez cada 3 semanas, durante un período de 15 semanas. Estas sesiones se complementaron con proyectos en la fábrica.

La capacitación de gerentes y operarios en materia de calidad se efectuó durante varios meses. En conjunto, el programa de mejoramiento aumentó un 33 por ciento la producción de buena calidad, para un índice total por encima del 70 por ciento, incluidos diversos procesos muy actualizados.

Ante el éxito del programa, Hutchinson dio otro paso hacia la aplicación del JAT. En agosto de 1985, la empresa nos invitó a dictar un seminario de 2 días para sus empleados. El seminario, presentado a los gerentes y supervisores, esbozaba los principios del JAT, describía las técnicas de las operaciones JAT e incluía un examen de sus beneficios.

En septiembre, Hutchinson formó grupos encargados de poner en marcha el JAT en cada una de las seis divisiones fabriles: montaje electrónico, suspensión de película delgada, circuitos flexibles, fabricación de componentes, fabricación por pedidos y ensamble de cables.

Cada grupo incluía: el gerente de producción, un representante de calidad, un supervisor de producción, un ingeniero de procesos y un ingeniero industrial. Los primeros grupos que empezaron a trabajar fueron los de montaje electrónico y suspensión de película delgada: de inmediato implantaron celdas piloto de maquinaria en sus áreas como plan experimental de 30 días.

En octubre, John Cingari, mi colega de Rath & Strong, viajó a Minnesota con el fin de ayudarle a Hutchinson a implantar el JAT en todos los grupos de producción. Desde octubre hasta julio del año siguiente, Cingari pasó 2 días en el taller cada mes, asesorando a los seis grupos de implantación.

La labor de Cingari era servir como asesor en Hutchinson en el proceso de implantación de cuatro de las cinco técnicas básicas del JAT: celdas de maquinaria, sistemas de halar, reducción del tiempo de alistamiento y carga fabril uniforme.

Los grupos de montaje electrónico y ensamble de cables aplicaron los conceptos de celdas de maquinaria, sis-

temas de halar y carga fabril uniforme. Los grupos de suspensión de película delgada y circuitos flexibles aplicaron celdas de maquinaria, sistemas de halar, reducción del tiempo de alistamiento y carga fabril uniforme. Los grupos de fabricación de componentes y fabricación por pedidos aplicaron sistemas de halar, reducción del tiempo de alistamiento y carga fabril uniforme.

Específicamente, Cingari le ayudó a cada grupo a identificar sitios para la implantación piloto, lo capacitó en las cinco técnicas del JAT y sus principios, y ayudó a diseñar y revisar la disposición de las celdas de maquinaria en aquellos grupos que las utilizaron. En las primeras etapas, les enseñó a los miembros de los grupos JAT a trabajar con celdas de maquinaria y les ayudó a los gerentes de producción y a los ingenieros industriales a determinar la mejor manera de optimizar el tiempo de los trabajadores y a determinar el tamaño de las cuadrillas que les permitiría a éstas ser flexibles ante las fluctuaciones constantes de la demanda.

Después de 3 meses de aplicaciones piloto exitosas, Hutchinson integró el JAT en todas las funciones fabriles, y extendió para todas las funciones de la planta los proyectos piloto que originalmente existían sólo en áreas aisladas.

Hacia el final de 1986, cuando el esfuerzo JAT estaba todavía en la etapa de implantación, en poco más de un año la empresa había logrado avances notorios superiores a los realizados durante la campaña de calidad. Específicamente:

El tiempo de fabricación se redujo del 50 al 90 por ciento. La producción de buena calidad aumentó del 4 al 14 por ciento.

El tiempo de alistamiento de máquinas se redujo hasta un 75 por ciento.

La obra en proceso se redujo del 40 al 90 por ciento: esto representó 80 rotaciones del inventario de obra en proceso y 120 rotaciones del inventario de productos terminados.

Estas mejoras en los distintos aspectos de producción son apenas una parte del cuadro. Lo más importante es que en un momento en que la industria electrónica andaba mal, la filosofía JAT le sirvió a Hutchinson para mantener una posición competitiva y conservar su cuota del mercado. La empresa que había dado el ultimátum a Hutchinson un año atrás — reduzcan el precio un 67 por ciento, o contrataremos en el exterior — se quedó con Hutchinson y ahora, en 1987, es uno de sus principales clientes.

Además, Hutchinson pudo resistir la presión competitiva sobre su línea principal de productos (que corresponde a más de la mitad de sus ventas). Conservó su mercado reduciendo el precio un 30 por ciento *a la vez que aumentaba en un tercio sus utilidades porcentuales sobre cada unidad*. Y la calidad del producto es tan buena que ahora la empresa puede competir en el Lejano Oriente, exportando un 30 por ciento de su producción a fabricantes de aquella región.

Sin duda el JAT y la calidad han determinado el éxito de Hutchinson, y en muy corto tiempo. Hutchinson llegó a operar con la modalidad JAT en un plazo de 9 meses, mucho más rápidamente que casi cualquier otra empresa que hayamos asesorado.

Fueron dos los factores principales que le permitieron a Hutchinson implantar el JAT con éxito. Uno fue el esfuerzo previo que se había hecho en el programa de calidad. El otro factor, igualmente importante, fue la dedicación al JAT por parte de las directivas.

“Las directivas de Hutchinson son las abanderadas del JAT”, dijo Cingari. “Desde el comienzo, las directivas analizaron la idea conceptualmente y se dedicaron con ahínco a llevarla a la práctica; esta actitud se transmitió al personal en todos los niveles de la empresa.

“Desde antes de comenzar el esfuerzo, el grupo gerencial de Hutchinson había creado un ambiente en el cual la empresa se mostraba dispuesta a arriesgarse y a ensayar ideas nuevas. El mandato de cada grupo JAT era no estudiar el JAT sino experimentarlo dondequiera que le pareciera apropiado. Los grupos recibieron de las directivas un mensaje claro: la experimentación es muy conveniente. Por tanto, no hay temor de fracasar”.

El trabajo en equipo también fue factor importante del éxito en Hutchinson. El trabajo en equipo es esencial para la puesta en marcha del JAT y para el éxito constante de su operación.

Hutchinson no se da por satisfecha todavía, aunque el primer año de implantación y operación del JAT ha dado muy buenos resultados. Siguiendo el principio JAT, según el cual toda empresa debe buscar el mejoramiento continuo, Hutchinson piensa involucrar a sus proveedores en el esfuerzo JAT mediante la aplicación de la quinta técnica JAT: las compras justo a tiempo.

En este libro citaremos ejemplos como el anterior para hacer la primera descripción completa de la filosofía de

producción justo a tiempo en su versión occidental. Al hablar de descripción completa, me refiero a que no solamente describiremos los aspectos técnicos del JAT sino que dedicaremos igual tiempo y atención a los aspectos administrativos que determinan la implantación aiosa del JAT en las culturas occidentales. Los libros publicados hasta ahora tratan únicamente de los aspectos técnicos, y generalmente hacen referencia a un modelo japonés.

En este libro hablaremos de un modelo del JAT que les ha dado buenos resultados a Hutchinson y a otras empresas norteamericanas que he asesorado desde comienzos de los años 80. Es un modelo que ha servido a las divisiones norteamericanas, canadienses y europeas de esas empresas, ya desde 1981. A partir de 1985, dichas empresas comenzaron a aplicar algunas de estas técnicas también en sus divisiones mejicanas y suramericanas.

Ciertos puntos varían de un país a otro o de un continente a otro, pero muchos de ellos trascienden las fronteras nacionales dentro del mundo occidental.

El presente libro, pues, comprende dos funciones y dos partes principales.

Una es la explicación de los aspectos técnicos del JAT y cómo se logra que dichos aspectos técnicos funcionen.

La segunda parte, y la más compleja, es el análisis de los difíciles puntos administrativos que entran en juego al poner en marcha estos cambios técnicos. Algunas de estas dificultades de implantación se refieren al cambio de ambiente en la empresa y de actitudes hacia la producción, o bien se refieren a la participación de la gerencia media y de los trabajadores, o al replanteamiento de los sistemas de

medición y recompensas de la empresa. Estos tres elementos guardan una estrecha relación entre sí.

El ideal JAT, de la excelencia en la fabricación, se está filtrando lenta pero seguramente por el mundo. Esto va a acentuar la competencia, pero a la larga traerá mayor prosperidad a medida que los recursos se dediquen a la producción y no al desperdicio.

# 1

## PERO ¿SÍ FUNCIONARÁ EN MI EMPRESA?

UNA DE LAS PRIMERAS PREGUNTAS que hacen los ejecutivos al comenzar a interesarse en el JAT es: “Pero ¿sí funcionará en mi empresa?” Los ejecutivos y los gerentes suelen pensar que su empresa tiene características especiales que les obligan a trabajar de cierta manera. Muchas veces piensan que su manera de operar es única, pero en general se reduce a una variación sobre el tema de la fabricación al estilo occidental, y ese tema ha sido dictado por la cultura occidental y la que impera en cada empresa, por la tradición industrial y, en gran medida, por la naturaleza humana.

El mensaje que deseamos comunicarles a estos individuos y empresas es: la fabricación justo a tiempo puede dar buenos resultados en cualquier ambiente fabril, en cualquier industria. Más aún, ahora estamos viendo que también podemos aplicarlo en empresas no fabriles.

En palabras sencillas, la filosofía JAT consta de unas suposiciones básicas sobre la manera correcta de fabricar y la manera correcta de hacer negocios con los proveedores y los clientes, que conducen a una fabricación eficiente y productiva. No hay nada mágico en el JAT. En último térmi-

no, se reduce a algunos principios básicos aplicados correctamente.

## UN POCO DE HISTORIA

El concepto de justo a tiempo comenzó poco después de la Segunda Guerra Mundial como el Sistema de Producción Toyota. Hasta finales de los años 70, el sistema estuvo restringido a la Toyota y a su familia de proveedores clave.

A raíz de la segunda crisis mundial del petróleo en 1976, los japoneses empezaron a ver que su curva de crecimiento económico e industrial, que venía en ascenso desde hacía 25 años, comenzaba a resquebrajarse: además, que en el futuro se iban a presentar altibajos en la industria manufacturera, tal como sucedía en las naciones occidentales. Los dirigentes del mundo de los negocios comenzaron a buscar maneras de mejorar la flexibilidad de los procesos fabriles, y así descubrieron el sistema de la empresa Toyota.

A partir de 1976, la modalidad JAT se ha ido difundiendo por las empresas manufactureras del Japón, pero todavía no predomina en toda la industria japonesa. Muchas compañías japonesas cometen los mismos errores en la implantación del JAT que cometen las empresas occidentales, y esto refuerza el argumento de que el JAT no es algo "japonés" en sí mismo, sino que consta de unos principios universales de fabricación que han sido bien administrados por algunos fabricantes japoneses.

Alrededor de 1980 algunos individuos en los Estados Unidos se reunieron para estudiar el porqué del gran éxito de las principales empresas japonesas (especialmente

Toyota). En nuestro primer estudio identificamos 14 puntos. Siete de ellos se referían a lo que se llamó “respeto por la gente”. Los siete restantes, de índole más técnica, tenían que ver con la “eliminación del desperdicio”. Reflexionando y debatiendo sobre estos 14 puntos, los reunimos bajo la denominación: “enfoque japonés para la productividad”.

Luego estudiamos los 14 puntos en mayor detalle para determinar cuáles serían apropiados en el medio occidental y cuáles se podrían introducir en la industria occidental. En este análisis se acabó por señalar 7 de los 14 puntos como los más apropiados para el Occidente. Estos siete puntos componen los elementos esenciales que ahora se han llamado “justo a tiempo”. También nos dimos cuenta con sorpresa de que en una forma u otra, la mayoría de estos conceptos supuestamente japoneses tuvieron su origen en los Estados Unidos.

Esto nos hizo cambiar la denominación “enfoque japonés para la productividad” por la expresión “producción justo a tiempo”. No obstante, se seguía haciendo hincapié en el Japón porque en ese momento era el único país que ofrecía ejemplos del JAT con buenos resultados.

Las constantes referencias a la calidad japonesa, a la productividad japonesa, y ahora a la excelencia de la fabricación japonesa justo a tiempo, comenzaron a tener efectos negativos en algunos sectores: esto demuestra la verdad de una observación de Mark Twain: “Pocas cosas son tan insoportables como la irritación que causa un buen ejemplo”.

Este problema se ha mitigado a medida que el Occidente ha logrado producir también buenos ejemplos de éxito con el JAT.

El JAT comenzó a emplearse en los Estados Unidos, con la industria automotriz como catalizadora, por medio del Grupo de Acción de la Industria Automotriz (GAIA). Fuera de esta industria, las empresas norteamericanas más conocidas entre las primeras que aplicaron el JAT son Omark Industries, Black and Decker y Hewlett-Packard.

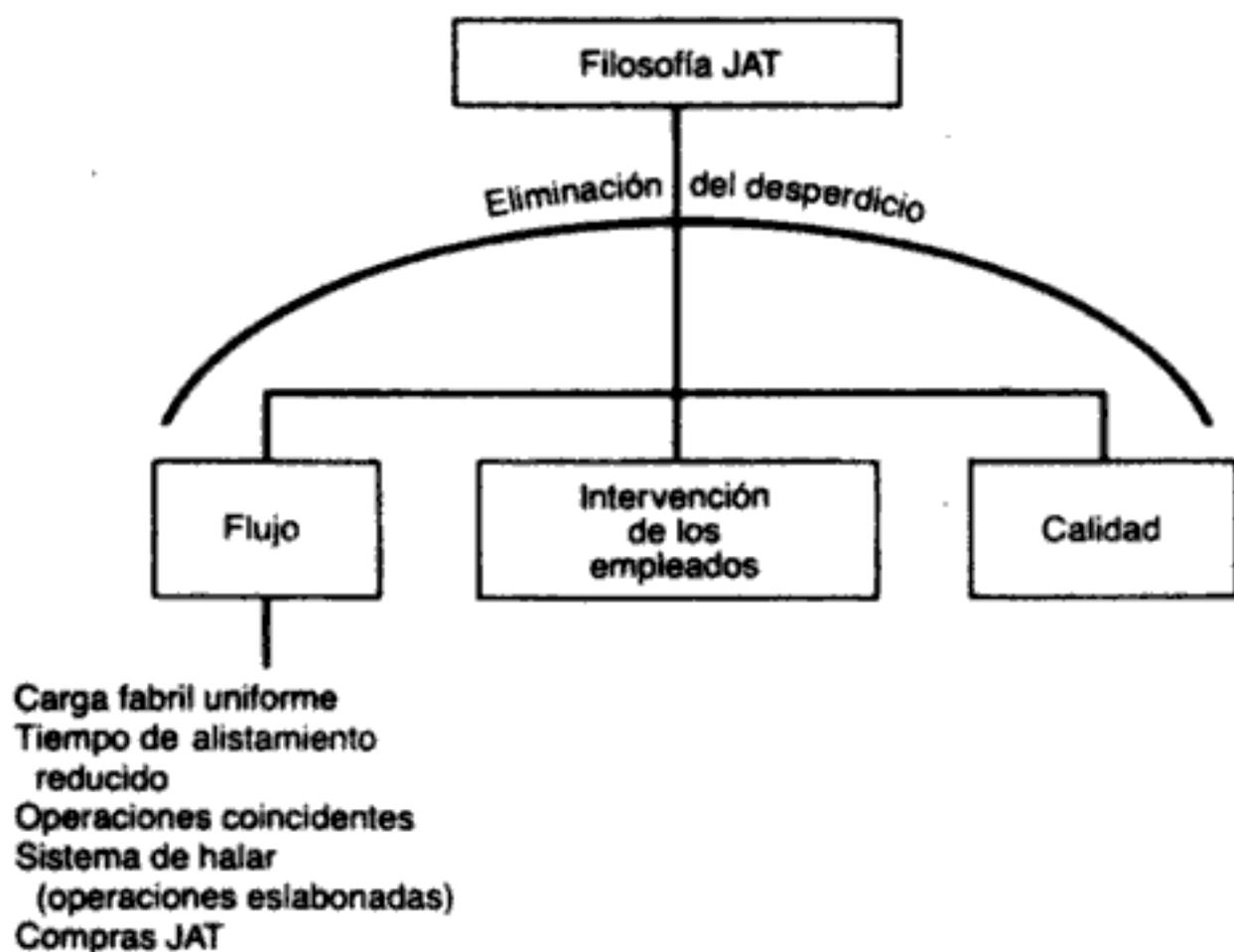
La filosofía JAT comenzó a filtrarse al Canadá y a Europa, especialmente por medio de divisiones de empresas norteamericanas, alrededor de 1982 o 1983, y aproximadamente en 1985 comenzó a aparecer en Centro y Suramérica, también por medio de divisiones de empresas norteamericanas.

Ya no es necesario citar exclusivamente los ejemplos de compañías japonesas. En realidad, se pueden ya eliminar, en lo posible, las referencias al Japón al hablar del JAT. Ésta es una filosofía industrial que realmente ha hecho su aparición en el Occidente.

## LOS SIETE ELEMENTOS DE LA FILOSOFÍA JAT

Hablemos un poco más de los siete elementos del enfoque japonés para la productividad que encontramos aplicables en el Occidente. Seis de ellos son elementos internos y el otro es externo. (Ver figura 1. 1.)

El primero de los elementos internos es la filosofía JAT en sí misma. El segundo es la calidad en la fuente. Hay tres elementos relacionados con ingeniería de producción: la carga fabril uniforme, las operaciones coincidentes (celdas de maquinaria o tecnología de grupo) y el tiempo mínimo de alistamiento de máquinas. El sexto elemento in-



**Figura 1.1. La filosofía JAT**

terno es un sistema de control conocido como sistema de halar, Kanban u operaciones eslabonadas.

El elemento externo son las compras JAT.

### **LA CREACIÓN DE UN JAT OCCIDENTAL**

Hasta ahora en el proceso norteamericano habíamos pasado de 14 elementos de la productividad japonesa a siete elementos centrados en el JAT. ¿Cómo pasamos de allí al concepto actual de que el JAT se compone de tres elementos básicos?

Primero, determinamos que la filosofía JAT — la eliminación del desperdicio — es en realidad el punto clave de todo el fenómeno JAT: por tanto, aquélla fue separada

de los siete elementos y se situó en la cima como una sombrilla que comprendía todo lo demás. Los seis elementos restantes son en realidad técnicas y modos para eliminar el desperdicio.

Segundo, comprendimos que no todos los seis elementos son de igual importancia.

La calidad es un tema principal. Sin embargo, como los fabricantes occidentales ya comenzaban a preocuparse por la calidad y ya habían sido adoctrinados con muchas de las técnicas relacionadas con ésta, no enumeramos cada técnica de la calidad como un elemento del JAT. La calidad, que ha sido tema separado tanto para los fabricantes japoneses como para los norteamericanos durante varios años, constituye el segundo componente básico necesario para el JAT. Ahora bien, aunque el JAT no es absolutamente necesario para la calidad, ésta ciertamente lo es para el JAT.

Los cinco elementos restantes: carga fabril uniforme, operaciones coincidentes, agilización del alistamiento de máquinas, compras JAT y un sistema de halar, son todos técnicos. Por tanto, se clasificaron dentro de un mismo grupo... pero el grupo carecía de tema.

Revisando nuestra ecuación en este punto, vimos que teníamos un concepto distorsionado: un tema sin elementos y cinco elementos sin tema.

Para organizar mejor el planteamiento, pensamos que las cinco técnicas se podían clasificar juntas como técnicas de flujo; es decir, la manera como el proceso fabril avanza de una operación a la siguiente.

Con esto, nuestros siete elementos del JAT quedaron organizados de una manera más lógica. Sin embargo, algo parecía faltar. Ese algo era una parte del JAT que no podía-

mas aislar como elemento porque lo inundaba todo: tenía que estar presente en cada elemento del JAT para que éste funcionara. Este ingrediente que todavía faltaba tenía que ver con los recursos humanos: la intervención de los empleados.

Nos habíamos demorado en caer en cuenta de su ausencia porque en la cultura japonesa la intervención de los empleados es algo que se da por sentado, algo en lo cual los gerentes de producción japoneses ni siquiera tenían que pensar al trabajar con el JAT. En el Occidente, en cambio, se hace necesario crear en la empresa una cultura de intervención de los empleados, del trabajo en equipo, para que el JAT funcione.

Los dos primeros componentes del JAT — flujo y calidad — se tratarán en la primera parte del libro. Cada elemento que se ha incorporado dentro del componente de flujo se analizará en su respectivo capítulo. Aunque la calidad constituye un tema tan amplio como el flujo, sólo le dedicaremos un capítulo porque ya existen muchos libros sobre el tema de la calidad.

La intervención de los empleados se analizará principalmente en la segunda parte del libro, en los cuatro capítulos que hablan de la implantación.

## **LO MEJOR DEL ORIENTE, LO MEJOR DEL OCCIDENTE**

Con tantas deliberaciones respecto de los métodos japoneses de producción, y la creación de lo que ojalá sea un JAT auténticamente occidentalizado, resulta claro que los fabricantes occidentales no deben imitar ciegamente al Ja-

pón, sino que deben aprovechar lo mejor del Oriente y lo mejor del Occidente, a fin de generar una nueva filosofía industrial que no sólo les dé mayor capacidad competitiva a los fabricantes occidentales sino que los convierta en los mejores del mundo.

Los japoneses, y en especial las empresas JAT, se destacan por la ejecución perfecta de sus planes. Los occidentales se destacan por su rapidez para reaccionar, para pensar al vuelo y para replanear. Sin embargo, una de las cosas que nos hace sobresalir como replaneadores es que solemos fallar en la ejecución del plan original.

Si la industria occidental logra acercarse un poco a la japonesa en lo que respecta a la ejecución de planes y al refinamiento de este equilibrio y flujo, mientras conserva su capacidad para pensar al vuelo, podrá aprovechar mejor su ventaja. Éste es el verdadero objetivo del JAT en el medio occidental: conseguir lo mejor de lo japonés sin renunciar a ninguno de los aspectos positivos de la fabricación occidental.

## **¿QUÉ SIGNIFICA JUSTO A TIEMPO?**

### **La producción JAT en sus términos más sencillos**

Ejecutada correctamente, la filosofía JAT reduce o elimina buena parte del desperdicio en las actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación (actividades de oficina) en un negocio de manufactura. Esto se logra utilizando los tres componentes básicos: flujo, calidad e intervención de los empleados. Primero, necesitamos una definición práctica de desperdicio. La empresa Toyota, que

dio origen a la modalidad JAT, define como desperdicio “todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción”.

He reflexionado largamente sobre la manera de “occidentalizar” el concepto de eliminación del desperdicio para hacerlo más comprensible dentro del medio cultural occidental. La solución que encontré es la idea norteamericana de agregar valor, que se introdujo en el mundo de la fabricación mediante el análisis del valor y la ingeniería del valor. Los fabricantes deben preguntarse: ¿qué es lo que agrega valor a un producto?

El motivo para hablar del valor agregado es que nos ayuda a eliminar el aspecto subjetivo de la expresión “absolutamente esenciales” en la definición dada por Toyota. El concepto de agregar valor nos da una referencia concreta que reemplaza el término “absolutamente esenciales para la producción”. Siempre puede haber desacuerdo respecto de qué es esencial. Si todos los japoneses pueden ponerse de acuerdo sobre qué es esencial, será maravilloso ... pero creo que la dificultad con que han tropezado tantas empresas japonesas en la implantación del JAT es muestra de que no pueden llegar a un acuerdo sobre qué es esencial.

### **Valor agregado: la definición norteamericana**

La definición norteamericana de desperdicio, que he formulado modificando la definición de Toyota para incluir el concepto del valor agregado, es: “Todo lo que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto”.

## **Recursos mínimos absolutos**

La mayoría de los fabricantes occidentales creen que ya están trabajando con los recursos mínimos: despiden personal en época de poco movimiento y tienen procesos de justificación para aprobar la adquisición de nuevos equipos. Éste es el concepto norteamericano de recursos mínimos. Pero no corresponde a recursos mínimos tal como se emplea el término en esta definición. La fabricación puede hacerse realmente eficiente sólo si se emplean recursos mínimos absolutos.

¿Qué quiere decir la expresión recursos mínimos absolutos? Algunos ejemplos serían los siguientes:

Un solo proveedor, si éste tiene capacidad suficiente.

Nada de personas, equipos ni espacios dedicados a rehacer piezas defectuosas.

Nada de existencias de seguridad.

Ningún tiempo de producción en exceso.

Nadie dedicado a cumplir tareas que no agregan valor.

La idea occidental de fabricación eficiente comienza con la rapidez. Se piensa que cuanto más rápidamente se produce algo, más barato tiene que ser. Por tanto, los occidentales buscamos más rapidez y más caballos de fuerza, en vez de recursos mínimos absolutos.

Los occidentales también insisten en el margen de seguridad para contingencias que les permita seguir despachando y mantener ocupados a sus trabajadores incluso cuando las cosas marchen mal. A los occidentales les gusta pensar que si algo anda mal — y es inevitable que ello su-

ceda — los empleados y las máquinas podrán seguir ocupados en algo mientras se soluciona el problema. Por esta razón, la industria occidental requiere existencias, capacidad y mano de obra adicionales. Esto la lleva en dirección diametralmente opuesta a los recursos mínimos absolutos.

### **El valor agregado**

La segunda parte de la definición, quizá más importante que la primera, es el valor agregado. *Las únicas actividades que agregan valor son las que producen una transformación física del producto.*

En el labrado a máquina, por ejemplo, cada corte que se le hace a la pieza le agrega valor. El enchape y el tratamiento térmico agregan valor. El ensamblaje agrega valor. En otras industrias, mezclar, fundir, moldear, soldar, tejer y esterilizar son procesos que agregan valor. En los negocios de ventas al consumidor, empacar agrega valor pues aumenta el valor del producto ante los ojos del cliente.

¿Y qué de las otras cosas que tradicionalmente suceden dentro del proceso fabril? Contar un producto no le agrega valor. Mover un producto no le agrega valor. Por el contrario, mover un producto abre la posibilidad de que pierda valor si sufre algún daño. Almacenar cosas no les agrega valor. Traspasar algo de un recipiente grande a uno pequeño no agrega valor.

Si recordamos la norma sobre la transformación física de un artículo, comprenderemos que ni siquiera la inspección le agrega valor. La inspección podrá decirnos si se ha realizado correctamente algún paso que agrega valor, pero la acción en sí no agrega valor. De igual manera, programar algo no es una acción que le agregue valor al producto.

Todas estas cosas agregan costos pero no valor. Son desperdicios. Todo aquello que se identifique como desperdicio, puesto que no agrega valor directamente al producto, se deberá incluir en una lista y ésta se deberá fijar en el muro. Éstas son cosas para eliminar. Con ello no queremos decir que el JAT haya perfeccionado métodos para eliminar todo este desperdicio. Pero sí sorprende ver cómo las empresas están aprendiendo a reducir o eliminar muchas de estas actividades, una vez que han sido definidas como desperdicio.

## ANÁLISIS DEL VALOR AGREGADO

El análisis del valor agregado es una herramienta importante para saber qué beneficios derivará una empresa de la fabricación JAT. Para muchas personas, el ejercicio es verdaderamente revelador. El análisis del valor agregado les muestra, quizá por primera vez, cuán ineficiente es el proceso tradicional de fabricación.

La manera correcta de hacer un análisis del valor agregado es tomar lápiz y papel y salir al taller. No se consulta una hoja de flujo para saber cuál debe ser la trayectoria del proceso, sino que se elige un producto y se le hace seguimiento a lo largo de todo el proceso fabril, anotando cada actividad que se realiza con el producto.

La muestra 1-1 es una hoja de operaciones para una pieza trabajada a máquina, en la cual aparecen ocho operaciones. Después de la octava operación, que es almacenar el artículo como pieza en bruto, sale de la bodega, pasa por siete operaciones más para convertirse en una de seis piezas posibles, vuelve a almacenarse y luego sale del almacén para

incorporarse dentro de uno de varios montajes posibles. En total, se le hacen 19 operaciones a la pieza antes de empacarla y despacharla. Aquí nos concentraremos en las ocho primeras, anteriores al almacenamiento inicial.

**MUESTRA 1-1**  
**Hoja de operaciones**  
**Pieza trabajada a máquina**

Operación

No.	Descripción
1	Perfilar, taladrar, hacer rosca y recortar
2	Inspeccionar
3	Taladrar y hacer rosca superior
4	Desengrasar
5	Taladrar y hacer rosca inferior
6	Desengrasar
7	Inspeccionar
8	Almacenar

La muestra 1-2 es un análisis del valor agregado, en el cual aparecen no sólo las ocho operaciones sino 75 actividades. Solamente tres de estas actividades (en realidad, sólo tres de las ocho operaciones) agregan valor, de acuerdo con la definición JAT. Las demás son desperdicio.

Aunque este ejemplo se refiere a un proceso de trabajo en metal, lo mismo se aplica a todas las industrias. La muestra 1-3 trae ejemplos tomados de nuestra lista de clientes.

Las técnicas de la fabricación JAT no sólo ayudan a eliminar algunos de los pasos que no agregan valor en cualquiera de estas industrias sino que funcionan en cualquier medio, sea un taller de fabricación repetitivo, una indus-

**MUESTRA 1-2**  
**Análisis de actividades del valor agregado**  
**Pieza trabajada a máquina**

Actividad No.	Operación No.	Descripción	Agrega valor
1	1	Perfilar, taladrar, hacer rosca, recortar dejando caer en la cubeta	X
2		Esperar (hasta llenar cubeta)	
3		Colocar cubeta en corredera	
4		Esperar (hasta el fin del lote o del turno)	
5		Pasar a zona de aseo	
6		Esperar	
7		Pasar a canastilla de lavado	
8		Lavar	
9		Pasar a cubeta de transporte	
10		Colocar en corredera	
11		Esperar (resto del lote)	
12		Pasar a área de pesar-contar	
13		Esperar (hasta el fin del turno)	
14		Cargar en la balanza	
15		Pesar-contar	
16		Volver a corredera	
17		Documentar	
18		Esperar (resto del lote)	
19		Pasar a zona de inspección	
20		Esperar	
21	2	Inspeccionar	
22		Documentación	

**MUESTRA 1-2 (continuación)**

Actividad No.	Operación No.	Descripción	Agrega valor
23		Esperar	
24		Pasar a dept. 16	
25		Esperar	
26		Pasar a máquina G&D	
27		Cargar máquina G&D	
28	3	Taladrar y hacer rosca superior	X
---		...	
42	4	Desengrasar	
---		...	
50	5	Taladrar y hacer rosca inferior	X
---		...	
64	6	Desengrasar	
---		...	
70	7	Inspeccionar	
---		...	
75	8	Almacenar	

tria de proceso o un taller de fabricación por pedidos. También se logran resultados en las áreas de apoyo a la fabricación (oficinas) de compañías manufactureras, lo mismo que en empresas de índole no fabril.

Si parece crítico el hecho de que sólo del 8 al 11 por ciento de los pasos en cualquier operación fabril agregan valor, es todavía peor la proporción del tiempo utilizado dentro del proceso fabril para agregar valor, en comparación con el tiempo dedicado a actividades de desperdicio.

El JAT ayuda a eliminar pasos que no agregan valor,

**MUESTRA 1-3**  
**Lista de actividades del valor agregado**  
**Siete industrias**

Industria	Pasos	Pasos que agregan valor	% pasos que agregan valor
Cristalería	72	6	8
Alimentos (proc. de ingredientes)	37	4	11
Textiles (fabricación de hilazas y tejido)	105	11	10
Metálica (cilindro de rueda)	187	13	7
Electrónica (ensamble de cables)	239	19	8
Productos de consumo (cuchillas de afeitar desechables)	105	10	10
Apoyo a fabricación (entrada de pedidos)	98	15	15

para que así aumente el porcentaje de los pasos fabriles que sí agregan valor; asimismo, ayuda a asegurar que se dedique una mayor parte del tiempo de fabricación a tareas que realmente agregan valor. La mayoría de las empresas encuentran que los pasos fabriles que agregan valor consumen menos del 0.5 por ciento del tiempo que transcurre mientras la pieza dura en el proceso.

Hay una prueba sencilla que cualquier empresa puede realizar para indicar cuánto tiempo dedica a agregar valor a sus productos.

Por ejemplo, nosotros hicimos esta prueba en una empresa que fabrica ejes para uno de nuestros clientes, Xerox.

El costo de cada eje se descompone así: \$5\* para materiales comprados y \$5 de costo agregado por la empresa en el proceso fabril. Supongamos que todo el costo agregado corresponde a valor agregado, aunque en la realidad puede no ser así.

El tiempo de producción de este artículo es de 2 semanas — un lapso no del todo irracional. Esto significa que la empresa toma materiales por valor de \$5 y les agrega \$5 de valor en el lapso de 2 semanas. Se trabaja en dos turnos, lo cual significa que la pieza está en la instalación durante 160 horas — 40 horas semanales multiplicado por dos turnos semanales (80 horas) multiplicado por 2 semanas (160 horas). El salario de los obreros en esta empresa es aproximadamente de \$8 por hora. Esto significa que el valor agregado (\$5) representa menos del equivalente de 40 minutos de trabajo remunerado. La filosofía JAT plantea la siguiente pregunta: ¿Por qué se necesita que la fábrica opere durante 160 horas para agregar el equivalente de 40 minutos de trabajo? Cuarenta minutos son menos del 0.5 por ciento del tiempo que transcurre mientras la pieza se encuentra en el proceso fabril.

No es extraño, pues, que las compañías que implantan el JAT y que tienen por meta eliminar los pasos en que no se agrega valor logren reducciones del 80 al 90 por ciento en el tiempo de producción. En teoría, deberían poder reducir el tiempo de fabricación de la pieza un 99.5 por ciento.

El concepto de agregar valor es parte tan integral del JAT que lo citaré repetidas veces en este libro. Al final de varios de los capítulos técnicos en la primera parte del libro

---

\* Todas las cifras monetarias de esta obra representan dólares. (N. del E.)

haré un análisis del valor agregado para un caso real — sin indicar el nombre de la empresa — para mostrar cómo un cliente de Rath & Strong ha eliminado los pasos inútiles al implantar algunas de las técnicas JAT.

### BENEFICIOS DEL JAT

Hemos hablado de los beneficios del JAT en términos abstractos. La muestra 1-4 señala algunos de sus resultados más tangibles y la eliminación del desperdicio en el proceso fabril. Las cifras representan la magnitud del mejoramiento logrado por nuestros clientes en diversas industrias. Algunas de estas mejoras se convierten directamente a dólares, y otras tienen que ver más obviamente con el mejoramiento del servicio a los clientes.

#### MUESTRA 1-4 Oportunidades JAT

	Magnitud del mejoramiento %
Reducción en tiempo de producción	83-92
Aumento de productividad	
Mano de obra directa	5-50
Indirecta/salarial	21-60
Reducción en costo de calidad	26-63
Reducción en precios de material comprado	6-45
Reducción de inventarios	
Materiales comprados	35-73
Obra en proceso	70-89
Productos terminados	0-90
Reducción tiempo de alistamiento	75-94
Reducción de espacios	39-80

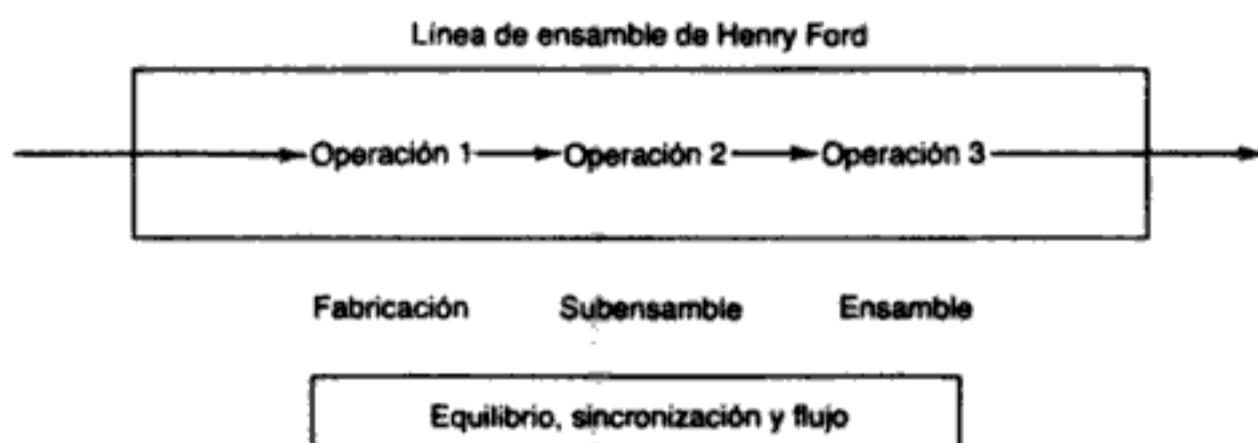
## 2

### DESPERDICIO: IMPORTANCIA DEL FLUJO Y DE LA CALIDAD

UNO DE LOS PRINCIPIOS CENTRALES de la filosofía JAT — el flujo — confirma que Henry Ford tenía razón. No su modelo T sino el concepto de la línea de ensamble. Henry Ford y sus colaboradores idearon la línea de ensamble hacia comienzos del siglo 20. El nombre “línea de ensamble” se le dio más tarde, y se originó en el hecho de que las piezas y los componentes se unían en secuencia; es decir, se “ensamblaban” al armazón mientras éste se desplazaba por una línea en que había equilibrio, sincronización y un flujo ininterrumpido.

El concepto de Henry Ford sobre equilibrio, sincronización y flujo se puede aplicar a toda una línea de ensamble, a una celda de maquinaria o incluso al flujo de trabajo administrativo en una oficina.

La línea de ensamble creada por Henry Ford se aproxima mucho a la producción JAT perfeccionada por la empresa Toyota. El manual para empleados de Toyota incluye un capítulo entero dedicado a Ford y al concepto de línea de ensamble que él formuló para la Ford Motor Company. (Ver figura 2. 1.)



**Figura 2.1. Línea de ensamble de Henry Ford**

Hacia los años 60, Toyota se propuso encapsular e integrar este concepto de Henry Ford en una definición. También aquí he alterado la definición original de Toyota a fin de adaptarla mejor tanto a la gramática occidental como a las condiciones del Occidente. Mi versión modificada de la definición de producción JAT (o línea de ensamble) según la empresa Toyota es: “La cantidad mínima posible en el último momento posible y la eliminación de existencias”.

La línea de ensamble emplea la cantidad mínima posible. Aunque la cantidad de un pedido sea un millón de unidades, y aunque la línea de ensamble esté en proceso de fabricar ese millón de unidades, las va trasladando unidad por unidad, de una operación a otra, y cada operación tiene una sola unidad.

La línea de ensamble trabaja en el último momento posible. La operación dos está completa y lista para pasar a la operación tres exactamente cuando la operación tres la necesita. Si la operación tres deja de necesitar esa unidad, entonces la operación dos deja de producirla.

Es preciso eliminar las existencias pues constituyen el principal obstáculo para el flujo ágil.

Se debe tener en cuenta que lo que se está presentando aquí es una imagen de lo perfecto. Ninguna empresa ha alcanzado tal nivel de perfección — ni siquiera Toyota — en todo su proceso fabril. Sin embargo, cualquier empresa puede alcanzar la perfección en algunas partes de su proceso fabril si aplica la filosofía, los conceptos y las técnicas JAT.

Aunque parezca utópico hablar de la perfección, es necesario comprender en qué consiste ésta para saber hacia dónde debe dirigirse una empresa. Entonces se pueden tomar, paso a paso, las medidas prácticas que conduzcan a ese objetivo, para acercarse así cada vez más a la perfección.

Una línea de ensamble — o una secuencia cualquiera de hechos o de operaciones — que tenga equilibrio, sincronización y flujo incluirá poca o ninguna actividad de desperdicio. No se hace recuento de los productos entre operaciones. Tampoco se colocan en recipientes. No se trasladan recipientes a bodegas ni se almacenan, porque no hay recipientes como tales. No es preciso sacar artículos de sus recipientes y devolverlos a la línea de ensamble para la próxima operación puesto que no se habían colocado en recipientes. En la línea de ensamble no se realizan las faenas que suelen asociarse con la producción por lotes, excepción hecha de las operaciones en sí mismas.

Una de las maneras más singulares de eliminar el desperdicio, y que se asocia con la línea de ensamble, tiene que ver con la escasa necesidad de programar. En la producción por lotes es necesario programar cada operación. En cambio, la línea de ensamble se programa como un todo, generalmente por medio de una programación maestra conforme a las necesidades del cliente. Cada operación den-

tro de la línea de ensamble se programa a sí misma, o, mejor dicho, se controla a sí misma si la línea permanece equilibrada y sincronizada.

Buena parte de este libro se dedica al análisis y a la explicación de este concepto y a las técnicas que el mismo encierra.

### RAPIDEZ

Consideremos por un momento el impacto que sobre una línea de ensamble tiene el factor rapidez. Pensemos qué ocurriría si fuera posible acelerar un 40 por ciento alguna de las operaciones hacia la mitad de la línea. ¿Qué motivo habría para hacerlo? Si ello fuera un fin en sí mismo, ¿qué se ganaría? Sencillamente, al encargado de esa operación le sobraría el 40 por ciento de su tiempo. ¿Para hacer qué? ¡Nada! Y en total, la línea no produciría más unidades.

Ahora pensemos en acelerar la primera operación. Suponiendo que sea posible suministrarle material suficiente para que se mantenga ocupada, esta primera operación produciría demasiado rápidamente — un 40 por ciento de exceso — para el resto de la línea, y pronto la situación sería de desequilibrio.

El sobrante producido por esta operación tendría que sacarse de la línea, almacenarse, manejarse, contabilizarse, programarse para volver a la línea, amén de otras tareas administrativas. Al final, habría que retirar esta operación de la línea para darle un espacio propio que antes no necesitaba, así como recipientes, manejadores de materiales y administradores que antes eran innecesarios.

## EQUILIBRIO Y SINCRONIZACIÓN

Es fácil ver lo que ha sucedido. Al acelerar una de las operaciones en la línea para que esa operación sea más eficiente, el costo real del producto al pasar por la totalidad de la línea de ensamble aumentaría, y al final de la línea no saldría más cantidad de producto.

El hecho de acelerar una operación dentro de la línea de ensamble ocasiona trastornos grandes en el equilibrio, la sincronización y el flujo en la línea. Es fácil comprender que el equilibrio, la sincronización y el flujo son benéficos y que no deben trastornarse, pues a la larga nos conviene más una serie de operaciones que se perfeccionen continuamente a medida que el proceso se va refinando y mejorando. No es difícil ver y comprender que si algo ya está equilibrado no conviene perturbar ese equilibrio.

La filosofía JAT dice que la línea de ensamble es la manera más eficaz (no necesariamente la más eficiente, término que implica rapidez) de producir cosas. También dice que los principios que rigen los procesos de línea de ensamble deben aplicarse a todo el proceso de producción y operaciones: al departamento de ensamble, subensamble, al proceso de fabricación e incluso al proceso de adquisición y distribución, haciendo que los proveedores de la empresa y sus clientes principales sean partícipes directos del proceso de la empresa.

La filosofía JAT podría describirse como una colección de viejas ideas y nuevas técnicas que las empresas occidentales han de aplicar en forma combinada a fin de imponer equilibrio, sincronización y flujo en aquellas áreas del proceso fabril en las cuales todavía no existen.

Si se trata de un taller de fabricación por pedidos, el proceso puede fluir en ciertas partes como si se tratara de un fabricante repetitivo. Si la empresa es fabricante repetitivo, partes del proceso pueden fluir como una industria de proceso. Para aquellas empresas que ya sean industrias de proceso, el flujo puede hacerse más completo y más flexible gracias a la aplicación de los principios del JAT.

Cierto folleto sobre la Ford Motor Company publicado en 1924 describe el proceso de producción. Explica cómo el barco que traía mineral de hierro atracaba el lunes por la mañana en la planta de River Rouge en Detroit, cómo el mineral se fundía para sacar el hierro, cómo se volvía a fundir con chatarra para producir acero, y luego se vertía en moldes para formar los bloques de motores. Éstos se enfriaban, se trabajaban a máquina, se ensamblaban al motor, se probaban, se transportaban al taller de ensamble de automóviles, se ensamblaban en un automóvil y se despachaban. En 1924 el tiempo de fabricación desde la etapa de mineral de hierro hasta la entrega del automóvil era de 48 horas. ¿Qué le ha sucedido a la industria manufacturera norteamericana?

Uno de los efectos de la modalidad JAT es devolverle a la fabricación aquel flujo, aquel equilibrio y aquella sincronización a pesar de que los años 80 no son como los años 20. Los fabricantes ya no cuentan con un mercado que les permita decir: "Les daremos cualquier color que deseen, siempre y cuando que sea negro". En los años 80 se exige una corriente sostenida de productos nuevos y una enorme gama de opciones, todo esto con escaso inventario y un tiempo de producción corto.

En los cuatro capítulos que siguen, integraré las diversas técnicas del flujo: carga fabril uniforme, agilización

del alistamiento de máquinas, operaciones coincidentes en celdas de maquinaria, y el eslabonamiento de operaciones dentro de un sistema de halar. Estos son los elementos técnicos internos de la modalidad JAT.

## **CALIDAD**

Hay otro concepto que no sólo es tan importante como el equilibrio, la sincronización y el flujo, sino que se considera casi tan importante como la filosofía JAT. Es el concepto de calidad en la fuente, que consiste en hacer las cosas bien la primera vez en todas las áreas de la organización.

La producción JAT exige calidad. Son palabras fuertes, pero sin calidad en forma de prevención de hechos nocivos no pueden lograrse en grado significativo el equilibrio, la sincronización y el flujo. No se puede producir en el último momento posible y, por tanto, no hay posibilidad de alcanzar aquella visión del futuro que la filosofía JAT ofrece.

## **EXISTENCIAS**

Parte de la definición de la producción JAT tiene que ver con la eliminación de existencias. Esta parte de la definición ha contribuido tanto como cualquier otro factor a generar la idea errónea de que el JAT es un programa de reducción de inventarios.

La verdadera pregunta subyacente en la eliminación de existencias es: "¿Por qué?"

La empresa deberá comprender la importancia de eliminar existencias y entonces sí podrá pensar en cómo eliminarlas.

Muchos piensan que la razón para eliminar existen-

cias es que éstas cuestan. Ciertamente es costoso mantener existencias, y a la empresa le conviene reducir tales costos. Muchos datos indican que los costos de mantener las existencias generalmente equivalen del 25 al 30 por ciento del valor total de las mismas.

Sin embargo, aunque la reducción de costos reales es una meta importante de la modalidad JAT, no es ésta la razón por la cual se busca reducir o eliminar las existencias.

La razón es que las existencias son *malas en sí mismas*. Son malas para el proceso de fabricación.

¿Por qué son malas las existencias?

*Porque las existencias esconden problemas.* Los fabricantes tradicionales siempre han pensado que las existencias reguladoras los protegen a ellos y a sus clientes contra problemas: pero la filosofía JAT les demuestra que sucede todo lo contrario.

*En realidad, las existencias protegen los problemas, impidiendo que alguien los resuelva.* Al proveer amortiguadores en la operación y existencias reguladoras en todo el proceso — y en los bienes determinados — los fabricantes impiden que se resuelvan problemas. Tales existencias sirven para ocultar los problemas y ofrecen a los fabricantes otras maneras de adaptarse a los problemas sin necesidad de resolverlos. En la industria fabril tradicional, se ha entronizado el empleo de existencias reguladoras en vez de resolverse los problemas que hicieron necesarias las existencias.

## ROCAS Y AGUA

Quienes implantan la filosofía JAT, tanto en el Japón como en el Occidente, suelen hablar de “rocas y agua”. Las rocas

son el símbolo de todos los problemas; el agua representa las existencias empleadas por los tradicionalistas para protegerse y amortiguar estos problemas: las existencias reguladoras que ocultan los problemas.

Como ejemplo, pensemos en una máquina que se descompone dos o tres veces al día, quedando fuera de servicio durante 10 a 15 minutos cada vez; este problema ocurre desde hace mucho tiempo. Años atrás, era un verdadero obstáculo para las operaciones. En esa época se estableció la política de proteger aquella máquina, y otras similares, con unas existencias reguladoras para que los obstáculos no perjudicaran ni interrumpieran el resto del proceso.

Hoy, años más tarde, la máquina sigue descomponiéndose tres o cuatro veces al día durante 10 a 15 minutos cada vez. Pero ahora nadie cae en cuenta salvo el operario que pretende trabajar con la máquina, y el personal de mantenimiento que debe acudir repetidas veces a arreglarla. Las existencias reguladoras se han institucionalizado; ya son un modo de vida que protege u oculta el problema ante los ojos de todos, salvo el operario y el encargado de la reparación.

Nadie más se percata del problema porque éste no tiene repercusiones visibles en el resto del proceso. En tales condiciones el problema no se resolverá jamás. El proceso se mantendrá a su nivel actual de costo y eficiencia, sin aprovechar al máximo los equipos ni el personal, y precisará atención constante para las reparaciones y existencias a fin de proteger el resto del proceso contra demoras y paralizaciones.

Ahora multipliquemos lo anterior por el número de operaciones que hay en toda la instalación, y tendremos

una idea de la magnitud de las existencias necesarias para fines de regulación, el tiempo que duran ociosas estas existencias a la espera de reingresar en el proceso, y las oportunidades que habría disponibles si se resolviera el problema y se eliminaran las causas de un inventario tan grande.

Dados estos antecedentes de existencias artificialmente elevadas para regular y protegerse contra los problemas, la empresa deberá estudiar cuidadosamente la manera de comenzar a reestructurar sus operaciones de modo que se reduzcan estas existencias.

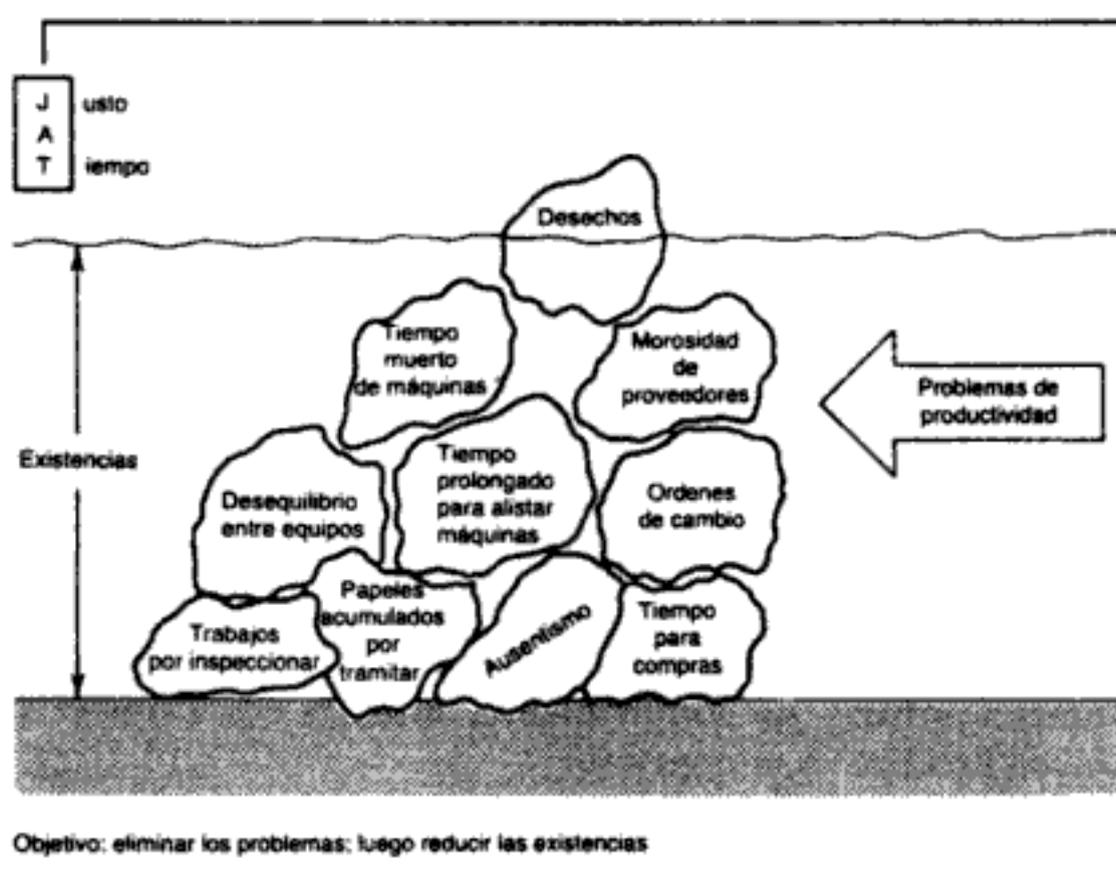
Algunas personas que visitan el Japón y observan las operaciones fabriles allá regresan diciendo que lo indicado es reducir el nivel del agua — o sea arbitrariamente las existencias — para que los problemas queden expuestos y se pueda proceder a resolverlos.

Quienes opinan así están pasando por alto un punto muy importante: que los japoneses le llevan mucha ventaja al resto del mundo en materia de resolver problemas. Los occidentales tienden a olvidar que los japoneses han estado resolviendo problemas de calidad y otros desde hace más de 25 años. Los japoneses pueden darse el lujo de reducir las existencias para ver qué sucede, pues sus problemas son relativamente pequeños y, por tanto, esa medida no perjudica ni las operaciones ni las relaciones con los clientes.

Si las empresas occidentales, con su administración tradicional, disminuyeran súbitamente el nivel de existencias para revelar los problemas, la mayoría encontraría problemas arrolladores hasta el punto de ocasionar suspensiones masivas de la producción.

Los fabricantes occidentales llevan años aumentando sus existencias cada vez que surgen problemas. Lo que hay

que hacer es todo lo contrario; cuando aparecen problemas, éstos deben resolverse de una vez por todas de tal manera que sea posible reducir las existencias. (Ver figura 2.2.)



**Figura 2.2.** Objetivo de la producción JAT: eliminar los problemas; luego reducir las existencias

# 3

## EQUILIBRIO EN EL PROCESO: IMPORTANCIA DE UNA CARGA FABRIL UNIFORME

UNO DE LOS TRES COMPONENTES BÁSICOS para eliminar el desperdicio — actividades que no agregan valor — es exclusivo del JAT: el concepto de equilibrio, sincronización y flujo. La filosofía JAT dice que se necesita equilibrio para que haya flujo y que, por tanto, el equilibrio es de importancia primordial, incluso más que el factor rapidez. Entonces surge la siguiente pregunta lógica: ¿Qué se debe equilibrar con qué? La respuesta la encontramos en el concepto de carga fabril uniforme.

Este concepto de carga fabril uniforme introduce dos ideas: una es el “tiempo de ciclo”, que se refiere al ritmo de producción. La otra es la “carga nivelada”, que se refiere a la frecuencia de la producción.

En el JAT, el tiempo de ciclo no significa lo mismo que significaría para un ingeniero industrial: el tiempo necesario para que una máquina cumpla su trabajo. El tiempo de ciclo en el JAT es una medida del índice de la demanda, que muchas veces se mide por el índice de ventas.

El principio del tiempo de ciclo dice que el ritmo de producción debe ser igual al índice de la demanda.

Cuando hago esta afirmación, la mayoría de los gerentes de producción responden: “¿Qué más hay de nuevo? Eso lo estamos haciendo ya. A veces nos adelantamos, producimos más de lo que vamos a necesitar, más de lo que podemos vender. Nos estamos preparando para un período de suspensión o para el ímpetu de la temporada. Tenemos un problema de capacidad. Pero la mayor parte del tiempo nuestro ritmo de producción se ajusta al índice de la demanda”.

Pero, en realidad, estas empresas no están produciendo de acuerdo con la demanda. Están produciendo de acuerdo con la rapidez de la máquina (lo más rápidamente posible). Luego hacen un ajuste único de acuerdo con el índice de la demanda, apagando la máquina cuando han producido lo suficiente.

El concepto de tiempo de ciclo dice que la producción no debe ser equivalente a la capacidad para producir, sino que debe adaptarse a lo que se necesita.

Imaginemos que pudiéramos colocar un reóstato en cada pieza de equipo, en cada línea de ensamble, en cada operación, en cada máquina. Los reóstatos se pueden graduar por medio de un botón. Cuando el índice de la demanda se fija de acuerdo con la demanda de los clientes o con la programación maestra, es casi como si alguien en la empresa pudiera ir de un reóstato a otro ajustando cada línea y operación para hacerla producir el número correcto de piezas por hora: se gradúa un reóstato para que aumente la producción, otro para que disminuya y así sucesivamente.

Lo anterior es, naturalmente, un ejercicio ficticio, una imagen de la perfección. Sin embargo, sí se puede aproximar esta perfección imaginaria, y no es difícil lograrlo si procedemos paso a paso.

### **COMENZAR CON LA ÚLTIMA OPERACIÓN**

El ciclo de tiempo se pone en marcha comenzando con la última operación. El índice de la demanda en la última operación será, en la mayoría de los casos, la cantidad solicitada por los clientes. Graduado el reóstato imaginario, el ritmo de producción correspondiente a la última operación se convierte en el índice de la demanda para las operaciones que alimentan ésta última. Si continuamos retrocediendo en el proceso, podemos examinar cada operación alimentadora y graduar sus reóstatos. El objetivo es mantener un flujo sostenido, produciendo solamente al ritmo necesario para alimentar el siguiente paso del proceso.

Cuando las empresas analizan sus índices de demanda y producción en los diferentes pasos del proceso fabril, generalmente encuentran que están haciendo todo lo contrario.

### **EL ANÁLISIS YOYO**

La manera de medir las necesidades que existen a diferentes niveles del proceso — la variabilidad de la demanda — es lo que se ha llamado el “análisis yoyo”.

Las solicitudes que llegan del cliente, quienquiera que éste sea, presentan variaciones de un período a otro. Medimos las solicitudes según una programación maestra y en-

contramos que la variación se ha ampliado en el proceso de ensamble/subensamble. En la fabricación de componentes se encuentra todavía más ampliada, todo esto a partir de las necesidades del cliente.

Muchas veces sucede que el cliente utiliza un artículo diariamente, pero éste se ensambla y se despacha semanalmente, sus componentes se fabrican mensualmente y las materias primas se compran por trimestres.

El pedido se amplía al pasar por los diversos procesos de la fábrica y según las cosas que la empresa considere económicas: cumplir cada operación con la mayor rapidez posible, producir lotes económicos (grandes), acumular existencias de seguridad y programar tiempo para contingencias en la producción. Así, lo que es una demanda sencilla en la última operación, se convierte en una demanda desigual y frecuentemente imprevisible en la primera operación.

En la producción JAT se trata de tomar una demanda que cubre determinado lapso de tiempo — puede ser un mes, una semana o dos semanas, pero generalmente hablamos de un mes —, hacer el mejor análisis posible de esa demanda, dividirla por el número de días hábiles en el período, y determinar cuál es la demanda promedio para cada día. Idealmente, para cada día del período será entonces igual.

Al introducir, pues, el concepto de tiempo de ciclo en el ensamble, la fabricación JAT asegura que la demanda en el subensamble tampoco tendrá altibajos a lo largo del período. Si esto se puede hacer en el subensamble, entonces el efecto de halar — o demanda — de los componentes será exactamente igual. Aplicando esto en todo el proceso,

la demanda será tan pareja como sea posible al llegar al proveedor. De esta manera, una demanda razonable puede seguir siendo razonable en todos los niveles de distribución, fabricación y compras.

### DETERMINACIÓN DEL RITMO DE PRODUCCIÓN

Este ritmo se puede expresar en términos tradicionales, como unidades por hora, o en segundos por unidad si se trata de un artículo de bajo volumen. El ejemplo de la figura 3.1 muestra ambas: 200 unidades por hora y una unidad cada 18 segundos.

Se trata, en esencia, de volver a la línea de ensamble de Henry Ford, pero imaginándose que la última operación es la caja registradora. Si ésta opera a razón de 200 ventas por hora — o una venta cada 18 segundos — no se le agrega valor al proceso ni a la organización por el hecho de acelerar la línea de ensamble para que produzca más

<u>Modelo</u>	<u>Demanda en febrero</u>
A	16 000
B	10 000
C	4 000
D	2 000
	<hr/>
Total	32 000
	$\div 20 \text{ días} = 1\,600/\text{día}$
	$\div 8 \text{ horas} = 200 \text{ /hora}$
	o sea, 1 cada 18 segundos

**Figura 3.1. Tiempo de ciclo en una línea de ensamble**

rápidamente. Por el contrario, tal medida le añadiría desperdicio al proceso y costo al producto.

Examinemos un ejemplo, aplicando el concepto de tiempo de ciclo a la última operación, típicamente una línea de ensamble, para un período de producción de un mes (figura 3.1).

La figura 3.1 muestra la demanda para febrero: 32 000 unidades distribuidas en cuatro productos. Al final de la figura 3.1 aparece el tiempo de ciclo calculado para ese mes: 200 unidades por hora o una unidad cada 18 segundos.

Este ejemplo corresponde a una línea de ensamble que se diseñó originalmente con la capacidad de producir 400 unidades por hora, o sea una cada 9 segundos. Normalmente opera con una cuadrilla de 10 personas (figura 3.2, renglón 1).

Lo ideal en la producción JAT es que la empresa rediseñe la línea para que solamente produzca 200 unidades por hora — una cada 18 segundos — a fin de amoldarse a la demanda (figura 3.2, renglón 2).

Como el rendimiento de esta línea se está reduciendo a la mitad, a fin de ajustarlo a la demanda de febrero, el número de operarios debe reducirse proporcionalmente (a cinco) para que los costos laborales sigan constantes.

Esto parece difícil, pero aun así es apenas el comienzo. Hay que repetir los mismos cálculos cada mes. La filosofía JAT busca que la empresa diseñe una línea tan flexible que pueda producir exactamente la cantidad necesaria cada mes, aumentando o disminuyendo los operarios de modo que el costo laboral por unidad siga constante aunque la demanda varíe.

**Figura 3.2:**  
**Matriz de tiempo de ciclo/tamaño de cuadrilla — tres meses**

	Demanda por mes	Demanda por hora	Tiempo de ciclo	Tamaño de cuadrilla	Contenido mano de obra
Norma original	64 000	400	9.0	10	90
Febrero	32 000	200	18.0	5	90
Marzo	38 400	240	15.0	6	90
Abril	25 600	160	22.5	4	90

El número de operarios se calcula de acuerdo con la norma actual: en este caso una unidad cada 9 segundos, o 400 unidades por hora con 10 operarios. Cada unidad consume 90 segundos de mano de obra directa (400 unidades por hora equivalen a una unidad cada 9 segundos multiplicado por 10 personas, igual a 90 segundos de mano de obra directa por unidad). Para un ritmo de producción de 200 unidades por hora — 18 segundos por unidad — se producirá cada unidad con 90 segundos de mano de obra directa si la cuadrilla consta de cinco personas. El contenido de mano de obra deberá permanecer sin cambio.

Si para el mes siguiente se necesita producir 240 unidades por hora — ni más ni menos — se necesitarán seis operarios para atender la demanda y mantener inalterado el contenido de mano de obra directa (90 segundos) por cada unidad.

Esto es bastante más fácil de hacer en teoría que en la práctica. No es nada fácil en la mayoría de las líneas de producción actuales. Para que haya suficiente flexibilidad, es preciso que la línea esté ordenada de cierta manera que le permita acomodar cuadrillas de tamaño variable de acuerdo con la demanda, de modo que el costo laboral por unidad permanezca constante. Examinaremos los principios de tal ordenamiento en el capítulo 5.

### **TRES PREGUNTAS**

Cuando se piensa en rediseñar las líneas de manera que permitan variar el ritmo de producción y el tamaño de las cuadrillas, surgen tres preguntas importantes.

1. ¿Qué se hace con los operarios?
2. ¿No hay una manera más eficiente que las demás para equilibrar determinada línea?
3. ¿Qué pasa con la absorción de costos fijos si las máquinas operan a velocidad menor?

Tomemos estas preguntas una por una, comenzando con la última.

*¿Que pasa con la absorción de costos fijos si las máquinas operan a velocidad menor?* La respuesta es sencilla: ¡No cambia absolutamente nada! Los costos fijos siempre se recuperan con los artículos que se producen y se venden. Aplíquese o no la modalidad JAT, el volumen producido y vendido en febrero será de 32 000 unidades.

Ahora bien, si el sistema de contabilidad de costos mide la absorción de costos fijos por hora o por unidad, la operación desacelerada ciertamente dará la impresión de que hay un problema: parecerá que los costos fijos no se absorben totalmente y los informes sobre el rendimiento indicarán variaciones negativas. En cambio, si la contabilidad mide la absorción de costos fijos con base en el período — si los costos del período se miden no por hora ni por unidad sino por período — no habrá problema. Los costos fijos quedarán absorbidos adecuadamente.

*¿Hay un equilibrio óptimo?* La respuesta, naturalmente, es negativa. En la producción JAT no hay un equilibrio que sea el óptimo. Nuestra experiencia como asesores nos ha demostrado que con una disposición física correcta, la línea de producción puede tener distintos equilibrios igualmente eficaces.

Aunque hubiera un equilibrio más eficiente que los

demás en lo relacionado con el uso de mano de obra, ciertamente no sería la norma original en el ejemplo citado: 10 personas operando a razón de 400 unidades por hora. La razón es que los fabricantes norteamericanos no asignan operarios a las líneas según su aprovechamiento más eficaz: más bien, los asignan para lograr un rendimiento máximo por hora. En una palabra, no debemos preguntar cuántas personas hay que destacar en una línea para que ésta opere con máxima rapidez, sino con qué rapidez debe andar la línea y cuántos operarios necesita para fabricar el número de unidades pedidas por el cliente en este mes.

*¿Qué se hace con los operarios?* Esta pregunta encierra dos partes.

La primera tiene que ver con el rediseño: ¿Qué sucede con las cinco personas que siempre han trabajado en la línea pero que no estarán allí en febrero?

La segunda parte tiene que ver con los cambios mensuales: ¿A dónde van los operarios y de dónde vienen cada mes, a medida que varían las necesidades de producción? Al aplicar el concepto de tiempo de ciclo, ¿habrá que contratar y despedir empleados con más frecuencia que ahora?

### **El rediseño: ¿Qué se hace con los cinco operarios?**

Recordemos que la línea se ha diseñado para producir a un ritmo que duplica el ritmo de consumo. Por tanto, la línea bien puede operar sólo la mitad del tiempo ahora y sus respectivos operarios solamente se necesitarán durante la mitad del tiempo.

La verdadera pregunta, pues, viene a ser: ¿Qué se hace con las 10 personas durante el 50 por ciento del tiempo, cuando no están en la línea?

¿Trabajan en la línea por la mañana y se asignan a otra parte por la tarde? ¿Alternan su trabajo en la línea cada día con trabajo en otra parte? Tal vez trabajen 3 meses en la línea y acumulen existencias para 3 meses, luego quedan cesantes durante otro trimestre. Hágase lo que se haga, los operarios solamente estarán en la línea la mitad del tiempo.

El ajuste de la línea a la demanda mediante el concepto de tiempo de ciclo convierte a los 10 empleos de medio tiempo en cinco empleos de tiempo completo. Lo que esas 10 personas hacían durante la mitad del tiempo lo pueden hacer ahora las cinco personas que resultan innecesarias en la línea en febrero.

### **La segunda parte: necesidades mes a mes**

La respuesta a la segunda parte de la pregunta es: no, el concepto de tiempo de ciclo en el JAT no exige mayor frecuencia de contratación y despidos. Pero sí exige que los operarios se asignen y se reasignen con mayor frecuencia — en este caso, cada mes — a las diferentes faenas, según la necesidad, de manera que la productividad se conforme a la demanda, para que no haya existencias y que los costos laborales permanezcan constantes.

Me refiero aquí no a cambios en la fuerza laboral de toda la fábrica, sino únicamente de la línea. El objeto es adaptarse a los cambios no en el volumen de negocios sino en la combinación de productos. El JAT pretende mantener estable la fuerza laboral global. Una de las mejores maneras de lograrlo es con flexibilidad, con la capacidad para asignar y reasignar personal, de modo que los empleados se trasladen allí donde se necesita producir.

La flexibilidad no ha sido, ni es ahora, característica sobresaliente de la fuerza laboral norteamericana. En el último medio siglo, las relaciones obrero-patronales y el estilo gerencial tradicional han creado una fuerza laboral bastante rígida, inflexible y muchas veces “protegida” contra la necesidad de cumplir faenas diversas mediante normas laborales negociadas dentro de los contratos colectivos, o mediante viejas tradiciones y precedentes en la industria. Los fabricantes tradicionales poco han hecho por promover la flexibilidad, prefiriendo mantener la situación actual y ojalá lograr así alguna medida de paz laboral.

El concepto de flexibilidad de la fuerza laboral — que una persona pueda cumplir trabajos diversos, aplicando incluso habilidades básicas diferentes — encierra dos aspectos. El primero es generar entre los empleados una actitud favorable hacia adquirir capacitación y ser más flexibles. La filosofía JAT busca fomentar en la fuerza laboral una actitud positiva hacia la necesidad de que una persona trabaje en una faena un mes y en otra al mes siguiente.

Lo anterior exige formular una nueva serie de relaciones obrero-patronales. También significa imponer nuevas normas laborales en relación con temas como la descripción de cargos, la escala salarial, los cambios de personal, los traslados, etc. Las empresas deben perseguir el ideal de una sola descripción de cargos, una clase y una escala salarial para todos los empleos: algo así como una fuerza laboral igualitaria, pero fomentando y premiando la creatividad y la participación individual.

El segundo aspecto de la flexibilidad de la fuerza laboral es la capacidad de los individuos para cumplir bien diversas tareas en áreas que exigen diferentes destrezas. Esto

incluye la capacidad de cumplir físicamente las faenas sin ocasionar problemas de calidad, y sin dañar herramientas, máquinas o equipos ni aumentar el costo real del producto.

Por ejemplo, los ensambladores de maquinaria pesada como moldeadoras, troqueladoras o cribas de minería tendrán que capacitarse en las áreas de partes eléctricas, electrónicas, soldadura, mecánica, hidráulica y trabajo en metal a fin de ser ensambladores. Hoy, la fabricación ocupa individuos que son ensambladores eléctricos, ensambladores electrónicos o ensambladores mecánicos, limitando el trabajo de cada persona a aquella área específica de destreza. Para alcanzar el nivel deseado de flexibilidad en la fuerza laboral, se necesitará una labor constante de capacitación y recapitación durante un período largo.

La esencia de la flexibilidad de la fuerza laboral radica en el traslado de los empleados a medida que cambia la combinación de productos por fabricar dentro de la demanda global — incrementando una línea y disminuyendo otra — ya sea pasándolos de un cargo a otro o modificando el contenido de un mismo cargo.

### **NIVELACIÓN DE LA CARGA**

Supongamos que la línea de ensamble en nuestro ejemplo, diseñada para producir al doble del ritmo necesario, se ha rediseñado de modo que ahora opera en el tiempo de ciclo: produce al ritmo de la demanda, 200 unidades por hora o una cada 18 segundos. ¿Qué sucede con cada uno de los cuatro modelos del producto que se fabrican en la línea? ¿Se está produciendo cada modelo sin altibajos y al ritmo de su respectiva demanda? Probablemente no.

En la fabricación tradicional se observaría que el modelo A representa el 50 por ciento de lo que se necesita de esa línea; por tanto, se prepararía la línea para fabricar el modelo A durante el primer 50 por ciento del mes a fin de producir la cantidad necesaria para un mes del modelo A. Luego se harían los cambios pertinentes en la línea a fin de fabricar la cantidad necesaria para un mes del modelo B, luego la cantidad necesaria para un mes del modelo C, y así sucesivamente.

Si se procediera así, entonces el modelo A no se estaría produciendo a medida que se necesitara. La empresa estaría produciendo el modelo A en 10 días para venderlo en 20 días, o sea una fabricación dos veces más rápida de lo necesario. El modelo B probablemente se estaría produciendo con una rapidez seis o siete veces mayor de lo que se necesita.

Esto introduce el concepto JAT de carga nivelada (ver figuras 3.3 y 3.4), que se centra en el producto mismo. Teniendo en cuenta el tiempo de ciclo, las máquinas se hacen funcionar con la rapidez adecuada, de acuerdo con la demanda. La nivelación de la carga tiene que ver con la producción de artículos a la *frecuencia correcta*. El principio de carga nivelada dice que los artículos han de producirse a la frecuencia que el cliente los pida. Yendo al extremo, si el artículo se vende todos los días debe fabricarse todos los días.

En nuestro ejemplo, esto significaría que se debe fabricar cada día la cantidad necesaria para un día del modelo A, luego la cantidad necesaria para un día del modelo B, luego la cantidad necesaria para un día del modelo C y, por último, la cantidad necesaria para un día del modelo D. Al

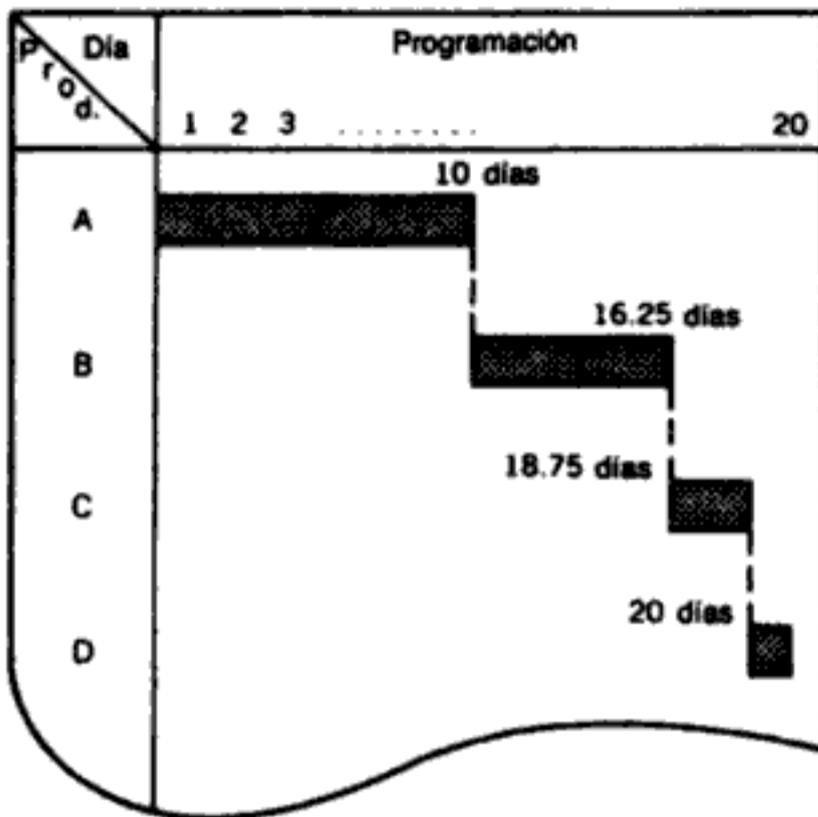


Figura 3.3. Nivelación de la carga

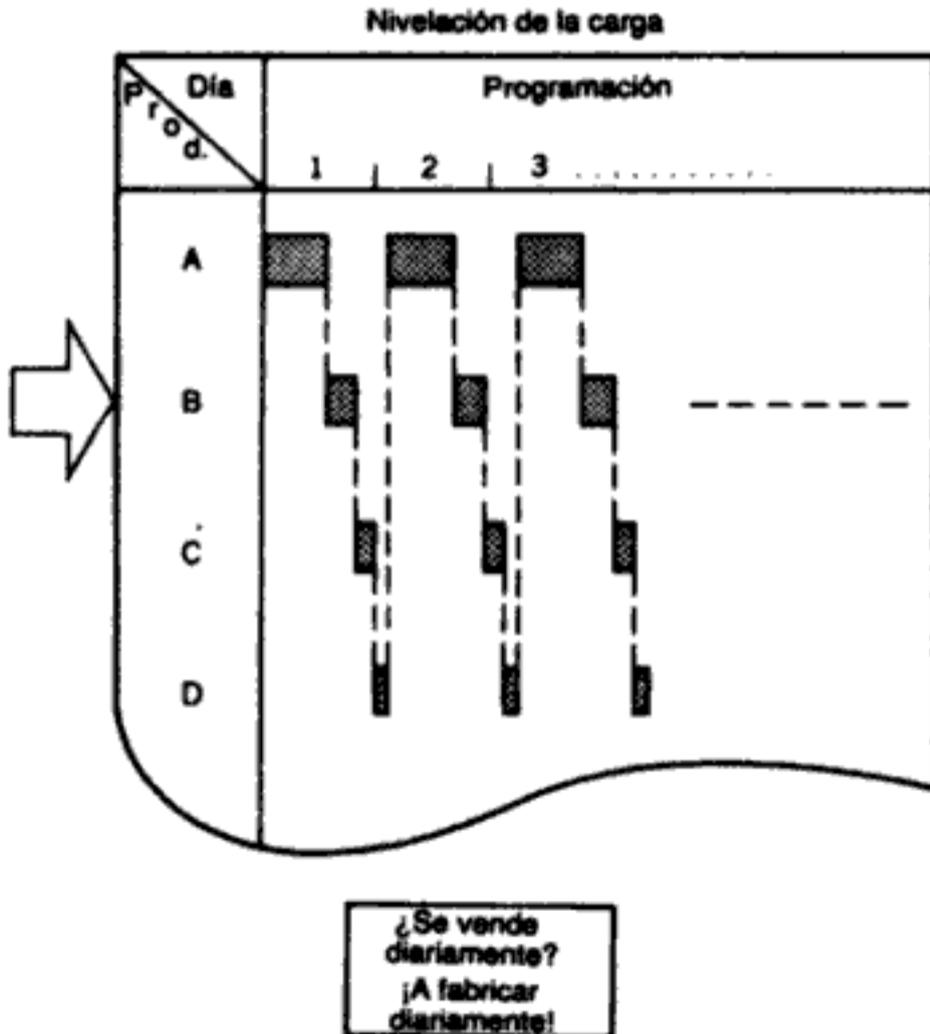


Figura 3.4. Nivelación de la carga

día siguiente, la línea haría lo mismo otra vez. Obviamente, es un cambio radical: algo que nos aleja completamente de los conceptos tradicionales de la producción, pero se puede hacer. La pregunta es cómo. La meta es producir lotes cada vez más pequeños, por lo cual se hace necesario cambiar las máquinas con mayor frecuencia sin incurrir en costos adicionales por concepto de alistamiento o pérdida de capacidad en los equipos.

La manera práctica de pasar de fabricar cada mes la cantidad necesaria para un mes a fabricar cada día la cantidad necesaria para un día consiste en aprender a reducir el tiempo de cada alistamiento de máquinas y luego reinvertir el tiempo ahorrado en alistamientos más frecuentes.

La línea de nuestro ejemplo está cambiando cuatro veces al mes. Cada cambio toma  $x$  horas (en promedio). Si se pudiera reducir el tiempo de cada alistamiento a la mitad, entonces (pero no antes) se procedería a duplicar la frecuencia de los cambios en la línea.

Al duplicarse estos cambios, el tamaño de los lotes se puede reducir a la mitad. En vez de fabricar la cantidad necesaria de cada modelo para un mes, la línea puede producir la cantidad necesaria para 2 semanas. Si ahora se reduce nuevamente a la mitad el tiempo de alistamiento, entonces se podrá cuadruplicar la frecuencia de cambios de la línea y reducir nuevamente a la mitad el tamaño de los lotes. Nótese que en todo el ejercicio la utilización de los equipos permanece igual. Aquella máquina o línea seguiría produciendo durante el mismo número de horas al mes, pero en el tiempo que antes dedicaba a fabricar la cantidad de un artículo que se consume en un mes, ahora fabricaría las cantidades de cuatro artículos que se consumen en una

semana. Las proporciones no han empeorado: nadie se sacrifica por el bien común; la reducción de existencias no se logra a costa de prolongar el tiempo de alistamiento de las máquinas.

La carga de trabajo, tanto para el operario como para quienes alistan las máquinas, sigue igual; pero en el tiempo que antes necesitaban para hacer un cambio ahora pueden hacer cuatro cambios.

El mejoramiento continuo significa que no es necesario hacer cambios radicales de una vez. No importa que la fábrica demore un año en pasar poco a poco de producir cada mes la cantidad necesaria para un mes a fabricar cada día la cantidad necesaria para un día.

La idea del mejoramiento continuo es parte integral de la filosofía JAT. Por naturaleza, a los norteamericanos les gustan las medidas correctivas radicales. Les gusta fijar un objetivo, trabajar como locos para cumplirlo y luego pasar al siguiente gran objetivo, al siguiente proyecto en otra área. Pero se observa una tendencia: tan pronto como dejan de trabajar como locos, las cosas empiezan a deteriorarse hasta regresar a su estado original.

## **EL MEJORAMIENTO CONTINUO**

Pasar de producir cada mes la cantidad necesaria para un mes a producir cada semana la cantidad necesaria para una semana es un paso que exige reducir el tiempo de alistamiento de las máquinas un 75 por ciento. Para llegar a la producción diaria habrá que disminuirlo un 95 por ciento. Reducciones tan drásticas exigen aplicar cabalmente el principio JAT del mejoramiento continuo.

El hábito del mejoramiento continuo es algo así como fijarse el objetivo de recorrer la mitad del camino hacia la perfección. Tan pronto como se logre esto, fíjese un nuevo objetivo que será llegar a la mitad de lo que resta. En matemáticas, esto se conoce como la paradoja de Xenón: si una persona camina hacia un muro y cada paso que da equivale a la mitad del paso anterior, nunca llegará al muro. Quizá yo nunca logre el objetivo, pero sigo intentándolo y pensando en cómo mejorar el proceso. Sería conveniente que los fabricantes occidentales modificaran su concepto de solucionar los problemas aplicando el concepto de Pareto — alcanzar el 80 por ciento aunque ello implique dejar el otro 20 por ciento — y que adoptaran el de Xenón: recorrer cada vez la mitad del camino hacia la meta.

Como consecuencia de este principio del mejoramiento continuo, la empresa asume la actitud de mejorarlo todo constantemente. Para hacerlo, es necesario que participen más personas; esto se hace posible gracias a la participación del personal y a la creación de muchos grupos de empleados en los diversos niveles de la organización que trabajan en la solución de problemas. Así, muchas personas trabajan en concierto para resolver problemas y la empresa puede aprovechar todos sus recursos. Se hace posible fijar un objetivo, cumplirlo y fijar otro en seguida.

### **BENEFICIOS DE NIVELAR LA CARGA**

La principal ventaja de reducir el tamaño de los lotes es que con ello se sientan las bases para el flujo y el equilibrio nivel por nivel, pues cada artículo se produce en la forma

más fácil y predecible. Además, la empresa puede derivar otros cinco beneficios importantes:

Mejoras en la curva de aprendizaje

Mayor flexibilidad para combinar productos

Reducción del inventario

Tiempos de producción más cortos

Mejoramientos de la calidad

### **Mejoras en la curva de aprendizaje**

A medida que la empresa se acerca a la meta de producir diariamente el volumen para un día, se genera un cambio en la curva de aprendizaje. Por ejemplo, un operario que fabrica determinada pieza durante 3 días y luego deja de verla durante 17 días, en su curva de aprendizaje muestra 3 días de ascenso y luego 17 días de descenso. Al producir aquella pieza todos los días, prácticamente se elimina toda la parte descendente de la curva.

Además, al fabricar cada día el volumen de un día se genera un ritmo de producción totalmente diferente. Ya no se adopta una rutina durante varios días, para luego sufrir un cambio en la vida, y luego adaptarse a otra rutina seguida de otro cambio, sino que todos los días son iguales. Cada día es más complicado en sí mismo, pero todos son iguales. Cierta volumen de A para un día, cambio, cierto volumen de B, de C y de D para un día. Al día siguiente se hace exactamente lo mismo. Hay una curva de aprendizaje única para pasar de la vieja modalidad a la nueva, pero una vez logrado el paso, la curva de aprendizaje día a día casi desaparece.

### **Mayor flexibilidad para combinar productos**

Cuando se está a medio camino en el proceso de producción, y ya se han fabricado todos los modelos A y B para el mes, y dice que necesita menos A y más B, es muy difícil acomodarse al cambio. Es fácil despachar menos unidades del modelo A, pero ya es tarde para producir menos. Y es muy difícil producir más unidades del modelo B. Si se producen más unidades del B, esto no será a expensas del A sino a expensas del C y del D. Habrá que suspender la producción del C y llenar la línea con materiales para fabricar más unidades del B.

En cambio, si cada día se está produciendo la cantidad de cada modelo para un día, la empresa puede reaccionar casi de inmediato cuando se le pida una combinación diferente.

### **Reducción del inventario**

El inventario de trabajo en proceso guarda una relación directa con el tamaño de los lotes. Cada vez que los lotes se reducen a la mitad, también se reduce a la mitad el inventario de trabajo en proceso.

El inventario de productos terminados también se reduce considerablemente. En muchas empresas, la mayor parte del inventario de productos terminados se refiere a existencias de seguridad, que protegen contra las alteraciones de la demanda entre series de producción. Al irse reduciendo de un mes a un día el lapso entre series de producción, también se reduce notoriamente la cuantía de los cambios que se puedan solicitar.

### **Tiempos de producción más cortos**

Al disminuirse el tiempo de alistamiento de las máquinas, lo cual se refleja en lotes de menor tamaño, también se reduce el tiempo de producción. El tiempo de producción depende no solamente del tiempo necesario para fabricar algo desde la primera operación hasta la última. Un factor igualmente importante es cuántas veces se produce un artículo. Si la empresa produce cierto artículo una sola vez al mes, medirá su tiempo de producción en meses. Si produce el artículo cada semana, medirá el tiempo de producción en semanas.

### **Mejoramientos de la calidad**

Los mejoramientos de la calidad surgen tanto al agilizar el alistamiento de las máquinas como al disminuir el tamaño de los lotes.

Es un hecho reconocido que el alistamiento es mejor cuanto más rápido se haga — es mejor su ingeniería y es más fácil su repetición. La producción es más pareja de un lote a otro y dentro del mismo lote. Las series de producción se realizan con menos contratiempos y precisan muchos menos ajustes durante la operación, y la calidad es más previsible.

Al reducir el tamaño de los lotes se reducen los costos por concepto de artículos para desechar o rehacer debido a un defecto que no se detectó hasta después de producido el lote. El beneficio se presenta en una relación directa: cada vez que se reduce el lote a la mitad, el posible costo de una falla se reduce también a la mitad.

Los dos conceptos de la carga fabril uniforme — operación del equipo al ritmo de la demanda y producción del artículo a la frecuencia con que se necesita — son quizá los conceptos JAT más radicalmente distintos. Son claves esenciales para imponer, nivel por nivel en todo el proceso fabril, el equilibrio, la sincronización y el flujo que son tan imprescindibles cuando se quiere eliminar el desperdicio.

## REQUISITO BÁSICO: IMPORTANCIA DE UN TIEMPO MÍNIMO DE ALISTAMIENTO

UN REQUISITO BÁSICO DE LA PRODUCCIÓN JAT es agilizar considerablemente el alistamiento de las máquinas. Esto prepara el camino para los demás elementos del JAT, desde la nivelación de la carga hasta las operaciones coincidentes, los sistemas de halar e incluso la calidad en la fuente.

En 1980 viajé al Japón y observé en detalle los medios que utilizaban, y siguen utilizando, las empresas japonesas para reducir los tiempos de alistamiento. Documenté la modalidad y la traje a Norteamérica para ensayarla. Tenía que averiguar primero si funcionaba con todas las máquinas y, segundo, si podría aplicarla una persona no técnica, como yo mismo. La respuesta en ambos casos fue afirmativa.

Como resultado de estos experimentos, he efectuado varias mejoras técnicas y algunas modificaciones de índole no técnica, con miras a occidentalizar el método y formalizarlo como un proceso específico. Tras varios años de éxito rotundo con todo tipo de máquinas, tengo ahora suficiente confianza para lanzar un reto y dar una garantía:

*Garantizo que toda empresa que aplique este proceso puede reducir el tiempo de alistamiento de cualquier pieza de maquinaria el 75 por ciento sin incurrir en gastos cuantiosos.* La máquina en cuestión puede ser de las estandarizadas que figuran en los catálogos, o puede ser la única de su tipo en el mundo. Tampoco importa si actualmente se está alistando en 24 horas o en 12 minutos. El reto y la garantía se sostienen.

Hubo dos ocasiones a partir de 1980 en que no sostuve ese reto.

La primera vez fue cuando me enfrenté con el alistamiento de una operación orientada a procesos que tardaba 240 horas — 24 horas diarias durante 10 días — lapso en el cual la empresa tenía que seguir produciendo el artículo y luego desecharlo. Consideré que más valía la discreción que el arrojo, pues difícilmente podía garantizarle a esa empresa una reducción del 75 por ciento sin obligarla a gastar una gran cantidad de dinero. Entonces ni siquiera lo intentamos. Hoy, la empresa evita estos alistamientos comprándole artículos de bajo volumen a un competidor.

La segunda vez que me eché para atrás fue con una empresa que ya había reducido un alistamiento de 16 horas a  $6\frac{1}{2}$  horas, antes de consultarme. No me sentí bastante seguro como para garantizarles una reducción del 75 por ciento además del 60 por ciento que ya habían logrado. En total, esto habría sido una reducción del 90 por ciento. Solamente les garanticé reducir las  $6\frac{1}{2}$  horas a 3 horas (el 54 por ciento además del 60 por ciento anterior, o sea un total de aproximadamente el 78 por ciento).

Incluso en este caso, yo habría podido garantizar el 75 por ciento, pues la empresa ha logrado reducir el tiem-

po de alistamiento a menos de una hora y media. Yo subestimé las posibilidades del proceso y las capacidades de las personas que conformaban el grupo de reducción de alistamientos, y que generaron y pusieron en práctica las ideas de ahorro de tiempo gracias a las cuales se logró el éxito en ese esfuerzo.

### **REGLAS BÁSICAS PARA AGILIZAR EL ALISTAMIENTO**

Observemos el proceso de agilización del alistamiento, que tan buenos resultados ha tenido. Comienza con un conjunto de reglas básicas acordadas por la administración, y luego encierra una serie de pasos específicos.

Las reglas básicas se refieren a tres áreas, y se plantean en forma de preguntas. La primera es: ¿Qué se está haciendo? La segunda es: ¿Por qué se está haciendo? La tercera es: ¿Quién lo está haciendo?

La administración tiene que estar de acuerdo con estas reglas básicas, respaldándolas incluso con su firma. Algunas son fáciles de concertar, otras no. Las empresas que busquen agilizar el alistamiento por motivos tradicionales de reducción de costos, probablemente no podrán concertar algunas de estas reglas. Pero las empresas que estén reduciendo el tiempo de alistamiento dentro del proceso JAT no tendrán dificultad con ellas. Una vez acordadas las reglas básicas, es indispensable mantenerlas como fundamento y como garantía para las personas que están realizando el proyecto de agilización del alistamiento.

### ¿Qué se está haciendo?

La definición de agilización del alistamiento incluye cuatro partes. La primera dice que el objetivo es simplificar los alistamientos, no evitarlos. No se trata de acudir al departamento de proyección y programación para que permita operaciones más prolongadas a fin de evitar los alistamientos.

El mercado sencillamente ya no permite tal cosa. El objetivo es simplificar el acto físico de alistar las máquinas.

La segunda parte es medir el tiempo de alistamiento, concentrándose primero en el tiempo muerto de la máquina y luego en el costo. El costo es importante, pero el factor primordial es el tiempo muerto.

Tercera, la definición del tiempo de alistamiento — y es una definición estricta — es el tiempo que se requiere para pasar de un producto de calidad a otro producto de calidad. Esto significa que el reloj comienza a marcar cuando sale de la máquina la última pieza buena y sigue marcando el tiempo hasta que esa máquina funcione de nuevo produciendo piezas buenas. El desmonte, la limpieza, el cambio a la nueva operación, el tiempo para que funcione correctamente, la inspección de la primera pieza y el tiempo para alcanzar la velocidad de operación estándar son todos elementos que se incluyen en el tiempo de alistamiento para esa operación.

Cuarta, el objetivo debe ser una reducción mínima del 75 por ciento sin *costos* o con *costos bajos*. Esto podría hacerse en dos pasos, aplicando nuevamente la idea de recorrer la mitad del camino hacia el muro: se empieza redu-

ciendo un 50 por ciento del tiempo, y al tiempo restante se le reduce otro 50 por ciento.

### **¿Por qué se está haciendo?**

El segundo conjunto de reglas básicas se refiere al porqué. La primera regla es una de las difíciles y se plantea en forma negativa: el tiempo de alistamiento no se reduce con el fin de reducir el personal. Es preciso que la gerencia lo acuerde así desde el comienzo a fin de que esta norma quede incluida entre las reglas básicas oficiales para los individuos participantes en el trabajo.

Antes del JAT la mayoría de las empresas norteamericanas — si hubiesen sabido cómo agilizar el alistamiento — habrían reducido el tiempo de alistamiento un 50 por ciento a lo largo y ancho de la fábrica, habrían despedido al 50 por ciento del personal encargado de alistar las máquinas y habrían continuado su negocio como siempre. Esto es un error.

La norma de no reducir el personal no es una regla para el JAT en general, sino únicamente para el alistamiento. Algunas empresas están implantando el JAT a fin de sobrevivir, y se ven obligadas a reducir el personal. Pero incluso éstas deben aceptar que la reducción del tiempo de alistamiento no tiene como objetivo reducir el personal.

La segunda regla bajo el “porqué” también es difícil, y se complica más por el hecho de que solamente es aplicable el 90 por ciento de las veces: el tiempo de alistar máquinas no se reduce con el fin de producir más. El 10 por ciento de los casos en que esto no ocurre, es cuando la empresa no da abasto para atender los pedidos. Si no está

rechazando pedidos, es porque ya está fabricando en cantidades suficientes. Tal vez no esté produciendo en forma tan rápida ni tan eficiente como quisiera, pero está fabricando la cantidad suficiente. Ahorrar una hora en el alistamiento y convertirla en una hora más de producción significaría simplemente poner esa producción en el inventario, y esto es precisamente lo que queríamos evitar.

Entonces, ¿para qué reducir el tiempo de alistamiento? Para reinvertir el tiempo ahorrado en alistamientos más frecuentes a fin de poder reducir el tamaño de los lotes. Estos lotes de tamaño reducido, a su vez, ayudan a sentar las bases para la aplicación del JAT, primero acercando la fábrica a la meta de producir el artículo de acuerdo con la frecuencia de la demanda y, segundo, logrando una producción tan pareja y reproducible como sea posible a fin de alcanzar el equilibrio, la sincronización y el flujo que se necesitan para eliminar las actividades de desperdicio.

Esta reducción en el tamaño de los lotes deberá efectuarse sin incurrir en mayores costos de alistamiento que los actuales: no puede haber más tiempo muerto de las máquinas, ni pérdida adicional de material (desechos del alistamiento) ni más personas para el alistamiento.

### **¿Quién lo está haciendo?**

Una regla básica absolutamente vital en este proceso es comprender quiénes están participando y quién ejerce el máximo control. Primero, la agilización del alistamiento no es un proyecto de ingeniería. Es un proyecto en el cual participen los empleados, trabajando en equipo. Lo anterior no es una crítica contra los ingenieros. Comprendo perfecta-

mente que en nuestra competencia con el Japón, los Estados Unidos no tienen suficientes ingenieros.

Sin embargo, cuando se trata de agilizar el alistamiento, sigo pensando que el camino de la ingeniería es errado. Por su formación y experiencia, los ingenieros tienden a concentrarse en la mecánica del cambio: la máquina misma o el mecanismo de montaje de la herramienta o el accesorio. Pero lo que realmente consume tiempo en el proceso de cambiar las máquinas es el “papeleo administrativo” o “trabajo previo” que se realiza mientras la máquina está inactiva, amén de los problemas constantes que interrumpen el proceso de alistamiento.

Un análisis de los elementos que consumen el tiempo de alistamiento muestra que la mayor parte del tiempo usado no se relaciona con la máquina ni con el método de montaje de los accesorios. Se relaciona con la organización y la programación: no se puede encontrar al encargado del alistamiento, o si se encuentra no sabe cuál es su próxima labor: o el encargado halla que las herramientas para el alistamiento no están en su lugar; o tiene que esperar al conductor del camión elevador de carga. Se relaciona con cosas que no se hacen bien la primera vez, como empezar a trabajar con una herramienta y descubrir que ésta no tiene filo o que está rota y necesita reparación, o que los accesorios no tienen pernos del tamaño correcto.

Entre los ingenieros también se observa la tendencia a querer agilizar el alistamiento mediante recursos técnicos: comprar cosas como cojinetes de rodillo, dispositivos de sujeción hidráulicos o protectores de rayos infrarrojos. Esto contraviene la regla básica de bajo costo/ningún cos-

to. La meta es organizar y sincronizar cosas, arreglar e inventar cosas, antes que salir a comprar cosas.

Por estas razones, el camino de la ingeniería sola no funciona. Pero mucho más importantes son las razones por las cuales sí funciona el camino de la participación de empleados/trabajo en equipo.

La primera razón es que se aprovecha mejor a los verdaderos expertos: el personal de alistamiento o los operarios, que son los que mejor conocen el proceso y sus máquinas. No es que estén haciéndolo todo correctamente ahora, pero sí son los que tienen más experiencia y los más conocedores de los problemas actuales.

La segunda razón es que entre dicho personal se genera la sensación de que el proceso de agilización del alistamiento es algo propio.

La tercera razón es que al participar más personas se cuenta con más recursos que cuando la reducción del tiempo queda sólo en manos de los ingenieros.

Sin duda estos expertos de la planta tienen ya flotando en la mente la mitad de las ideas necesarias para reducir el tiempo de alistamiento de las máquinas el 75 por ciento. Algunas son ideas que ellos podrían explicar hoy mismo; otras no las pueden expresar claramente todavía. Pero las ideas están allí, esperando que alguien las ponga en práctica. Si se necesitan ideas adicionales, la administración debe ayudarles a estos expertos a generarlas, haciéndoles sentir que el proceso es algo suyo. Al fin y al cabo, son ellos quienes decidirán si una idea es buena o no y si da resultados o no. Cuando estos expertos conceptúen que una idea va a funcionar, vencerán los factores que obstaculicen su ejecución.

Si alguien de afuera, como un ingeniero, les lanza ideas, incluso buenas ideas, su primera reacción será: ¿Éste quién es? ¿Qué sabe él de mi máquina y de cómo alistarla?

Por tanto, hay que ayudarles a estas personas a generar sus propias ideas, y la administración deberá comunicarles el mensaje de que sus ideas no solamente son valederas sino que se pondrán en práctica para bien de todos.

Los fabricantes norteamericanos tienen que sobreponerse a la creencia tradicional de que las buenas ideas para resolver problemas son exclusividad de los gerentes, los supervisores y el personal técnico. Los problemas son muchos para que los resuelvan únicamente los gerentes y los técnicos. Es necesario aplicar todos los recursos humanos disponibles a la solución de estos problemas, especialmente las personas que más los conocen.

## **COMPOSICIÓN DE LOS GRUPOS DE AGILIZACIÓN DEL ALISTAMIENTO**

Un grupo usual para un proyecto comienza con dos a cuatro alistadores, de manera que son mayoría dentro del grupo. Éstos tendrán el apoyo de uno o dos representantes del personal técnico o de ingeniería.

Elegida una máquina para reducir su tiempo de alistamiento, la compañía deberá determinar qué miembro del personal técnico conoce mejor esa pieza de maquinaria. Puede ser un ingeniero de proceso, o un ingeniero de diseño de herramientas, o alguien del depósito de herramientas o de mantenimiento, o una combinación de todo lo anterior.

Es necesario señalar que, al fin y al cabo, ingeniería no puede perder el control de lo que sucede en la fábrica.

Cuando se considera que una idea generada por los expertos de la planta es buena y que merece ponerse en práctica, se requiere el concurso de los ingenieros para asegurar que se aplique conforme a los mejores principios de ingeniería y de diseño de herramientas, y que ninguno de los cambios que se vayan a hacer comprometa las normas de seguridad o calidad. Sin embargo, es esencial que estas personas apoyen, pero no dominen. Tienen que saber formular las preguntas apropiadas y orientar a los expertos de la fábrica hacia las respuestas acertadas, en vez de plantear sus propias ideas y defenderlas hasta la muerte.

Para completar el grupo, se necesita un jefe de grupo (o facilitador), y para el primer proyecto o para los dos primeros proyectos, un guía: alguien que lo haya hecho antes y que conozca el proceso.

El jefe de grupo, o facilitador, debe establecer buenas relaciones con los encargados del alistamiento; asimismo, debe tener una idea clara de cómo son los procesos administrativos y políticos dentro de la empresa, de tal manera que se puedan vencer ciertos obstáculos a la buena implantación del proceso.

El supervisor de área también debe ser partícipe integral del proceso, aunque su inclusión como miembro oficial del grupo suele depender de su personalidad y de la situación particular. Hay dos motivos por los cuales los supervisores a veces no deben constituirse en miembros de tiempo completo de un grupo de agilización del alistamiento.

Uno es que la presencia del supervisor puede llevar al personal de alistamiento a cruzarse de brazos esperando que él tome las riendas y se convierta en punto local, y esto les inhibe la generación de sus propias ideas.

Un segundo problema de los supervisores es que suelen faltar a las reuniones más que cualquier otro miembro del grupo por estar ocupados en otras cosas; no pueden asistir a las reuniones del grupo o continuamente tienen que salirse de éstas para atender una cosa u otra. Esto trastorna el proceso y le da a entender al resto del grupo que la administración no apoya el esfuerzo lo suficiente como para hacer que el supervisor se dedique a él.

Si estos dos aspectos no constituyen tropiezos graves en una empresa dada, entonces los supervisores sí deben ser miembros de tiempo completo. Cuando no lo son, el facilitador, o jefe del grupo, tiene la obligación adicional de mantenerlos perfectamente bien informados y actualizados: debe presentarles un resumen, después de cada reunión, sobre lo hecho allí; debe invitarlos a participar en las reuniones clave o solicitarles constantemente su ayuda y su aporte y mantenerlos integrados al proceso.

Periódicamente puede ser necesaria la participación de personas de otras funciones tales como contabilidad de costos, finanzas, control de producción, ingeniería en general o ventas y mercadeo; estas personas deben ser invitadas según la necesidad.

Este grupo deberá ser de actuación más que de estudio. Si se le ha asignado la tarea de reducir el tiempo de alistamiento para determinada máquina el 75 por ciento o más, debe estar capacitado para proceder a hacerlo. Debe tener una pequeña financiación propia, sujetándose a la idea de bajo costo o ningún costo. Este dinero no es para comprar soluciones sino para hacer las cosas y para ensayar y probar ideas.

Si el grupo dice: "esta carreta no debe tener cuatro

ruedas sino tres; debe haber un portaherramientas allá; debe haber un gabinete diferente”; o bien: “queremos ensayar un método de sujeción diferente”, entonces el grupo debe estar en capacidad de expresar estas ideas en el papel — un dibujo, un diagrama, una orden de trabajo — a fin de que se haga algo en el depósito de herramientas o en el taller de metales.

El grupo siempre debe tener en cuenta su misión, que es la de actuar en vez de limitarse a estudiar y a hacer recomendaciones. Por ser un grupo de acción, la función del jefe es llevar las ideas a la práctica ayudando a decidir cuáles son los siguientes pasos y qué miembro del grupo será responsable de qué y para cuándo. El jefe controla las asignaciones, hace contacto con personas fuera del grupo, mantiene la actividad entre reuniones, documenta el progreso y sirve de vocero del grupo.

### LA SERIE DE PASOS

El proceso de reducir el tiempo de alistamiento incluye siete pasos. Primero, la administración deberá aceptar, con su firma, todas las reglas básicas. Segundo, se elige un alistamiento: tanto la máquina como el cambio que es necesario mejorar. Tercero, se eligen los miembros del grupo y su jefe. Cuarto, capacitación del grupo. Quinto, se documenta en videocinta la manera actual de alistar la máquina. Sexto, el grupo analiza la cinta en detalle. Séptimo, se ponen en práctica las ideas para agilizar el cambio; tales ideas generalmente surgen durante el análisis de la cinta.

La firma de aceptación de las reglas básicas es un paso de importancia obvia. Ya hemos dicho que si la adminis-

tración no acepta y suscribe todas las reglas básicas, el proceso no saldrá adelante.

Al elegir el equipo cuyo alistamiento se va a mejorar, se procurará cumplir dos requisitos. Primero, que la empresa derive un beneficio obvio al reducir el tiempo de alistamiento para ese equipo en particular. Segundo, igualmente importante, que entre los alistadores se elijan los mejores para formar parte del grupo (receptivos e imparciales, respetados por los colegas).

Al elegir el alistamiento que se va a modificar, es preferible tomar uno complejo, no sencillo, pues el complejo generalmente incluye todos los elementos de los sencillos.

La elección de grupos y sus jefes se analiza en detalle en la sección de este libro dedicada a temas administrativos.

Examinaremos ahora las partes del proceso que tienen que ver con la videocinta y el análisis.

## **GRABACIÓN DEL ALISTAMIENTO EN VIDEOCINTA**

Nuestra experiencia nos ha demostrado que la mejor manera de documentar y analizar el alistamiento es mediante una videocinta. Nada reemplaza a la videocinta como registro permanente de lo que sucede, y para que el grupo la consulte una y otra vez. Los deportistas y los bailarines suelen observar cintas de sus actuaciones. Los equipos profesionales de fútbol americano se reúnen todos los lunes durante el otoño para ver las películas de los partidos del domingo.

Una descripción verbal del alistamiento o un estudio formal de tiempo y movimientos difícilmente muestran los detalles necesarios.

Es posible que los encargados de alistar las máquinas no entiendan el objetivo de la videocinta y que protesten. Por tanto, las reglas básicas para el empleo de este medio deberán ser claras y todos deben entender por qué se está grabando la cinta.

Cierta empresa con la cual trabajamos constituye un ejemplo extremo de los problemas que surgen en algunas compañías en relación con la videocinta. Los empleados del taller abrigaban básicamente tres temores.

El primero era que el departamento de estudios de tiempo utilizara la cinta para fijar nuevas normas.

El segundo era el temor de quedar mal, que la cinta los pusiera en ridículo ante los demás.

El tercero era que la cinta se empleara para enseñarles a otros a alistar el equipo. Este temor se vio acentuado por los rumores de que la empresa pensaba hacer una transferencia de tecnología y trasladar el trabajo a una planta de otro país.

Para demostrar que estos temores no tenían fundamento, ofrecimos hacer una videocinta que fuera propiedad exclusiva del grupo. Algún miembro del grupo estaría presente al filmarse el alistamiento y en seguida tomaría posesión de la cinta. El grupo decidiría cuándo y a quiénes se les proyectaría la cinta. Después de cada reunión del grupo, la cinta se entregaba a un miembro para que la guardara bajo llave o se la llevara a casa.

Bastaron dos semanas de reuniones para que los miembros del grupo (y sus colegas en la fábrica) entendieran la verdadera razón de ser de la cinta y su utilidad, y para que estas normas se suavizaran.

En otros casos, basta invitar al presidente del sindica-

to o a un representante suyo a asistir a las reuniones del grupo en calidad de observador hasta que se convenza de que el proceso es bueno para todas las partes. El representante sindical nunca ha necesitado más de dos reuniones para salir convencido.

No es fácil filmar una videocinta de la vida real. El problema más obvio se debe al llamado principio de Heisenberg, que toma su nombre de un físico alemán; según este principio, un fenómeno bajo observación se altera por el hecho mismo de ser observado.

La alteración más frecuente que vemos es que el amor propio de las personas las lleva a comportarse como si se tratara de una competencia olímpica. Hacen preparativos que normalmente no harían. Se valen de atajos. Esto frustra el propósito y no le da al grupo una idea veraz del tiempo que se toma y de los problemas que surgen constantemente en el alistamiento de las máquinas.

Existen técnicas para minimizar este efecto.

Una es hacer filmaciones de ensayo. Éstas tienen un doble efecto: la gente se acostumbra a las cámaras y los encargados de la filmación tienen la oportunidad de aprender sobre ángulos, luz y distancias.

Otra técnica es no anunciar cuál es el alistamiento que se va a filmar. La cámara se saca y se monta antes de terminarse la operación anterior, lo cual no deja tiempo para que el personal haga preparativos especiales.

La videocinta ideal mostraría la última pieza buena de la operación anterior al salir de la máquina. En seguida se pondría en funcionamiento el reloj para marcar el cambio y la videocinta seguiría registrándolo todo desde ese momento.

Una vez que se tenga la videocinta, el siguiente paso es que el grupo empiece sus reuniones para analizarla. Generalmente hay numerosas reuniones al comienzo, para capacitación en formación de equipos, conocerse mejor, conocer los estilos de análisis de cada uno así como su propensión a correr riesgos, y otros aspectos. Luego el grupo dedica algunas reuniones al análisis de la cinta en gran detalle y a la elaboración de una lista de problemas por resolver y de ideas por ensayar. Después de eso, los grupos suelen establecer una rutina de una reunión a la semana.

## ANÁLISIS DEL ALISTAMIENTO

En su análisis de la videocinta, el grupo busca cuatro tipos de actividad:

- Interna-externa
- Ajustes
- Sujeción
- Problemas

### **Interna-externa**

En este paso, cada actividad de la videocinta se clasifica como actividad interna o externa. El trabajo interno se define como aquél que solamente puede cumplirse con la máquina detenida. El trabajo externo se define como aquél que se realiza mientras la máquina está ociosa, aunque no hay motivos técnicos para detenerla.

Luego aplicamos una regla que dice: toda actividad que se pueda cumplir con la máquina andando (y produ-

ciendo) se hará mientras la máquina esté andando: encontraremos la manera.

Habrán actividades externas obvias, tales como preguntar cuál es la siguiente operación, buscar los accesorios apropiados o ir a la caja de herramientas para traer lo necesario.

También habrá actividades externas menos obvias, tales como limpiar y guardar las piezas o accesorios de la operación anterior, o apartarse de la máquina porque alguien se ha llevado una boquilla, porque una abrazadera no tiene pernos del tamaño apropiado, o porque una herramienta está roma. Todas estas actividades se clasifican como externas, y se identifican como algo que debe hacerse con anticipación o después que la máquina esté lista y andando.

Este análisis de las actividades externas no necesariamente reduce la cantidad de trabajo por hacer, pero sí cambia la programación cuando se hace trabajo para reducir el tiempo muerto de la máquina. Recuérdese la regla básica: el costo es importante, pero el elemento que más atención requiere es el tiempo muerto de la máquina.

Una vez que esta regla se ha aplicado exitosamente, quedan solamente las actividades puramente internas: actividades que únicamente se pueden realizar mientras la máquina está ociosa. La siguiente meta es procurar convertir parte de las actividades internas en externas para que se puedan cumplir mientras el equipo está en funcionamiento.

Un ejemplo obvio de conversión de una actividad interna en una externa es la precalibración de las herra-

mientas para los equipos de control numérico. Antiguamente, las herramientas sólo se calibraban en sus portaherramientas durante el período de alistamiento con la máquina detenida. Ahora se hace fuera de línea y con anticipación.

### Ajustes

La segunda categoría grande que se debe examinar es la de ajustes. Bajo este rubro hay cuatro o cinco cosas por buscar, y la meta es eliminar todos los ajustes de cualquier tipo.

En primer lugar, muchas veces se necesita muy poco tiempo para acabar una operación y pasar a otra, pero un tiempo muy largo para lograr que las cosas anden bien. Todo este lapso es el período de ajuste. Se hace una pieza y se descubre que no sale bien. Se hace un ajuste y se fabrica otra pieza para ver si sale mejor. Esta labor de producción e inspección pieza por pieza continúa hasta que la máquina saque un buen producto.

En nuestro programa de agilización del alistamiento, semejante práctica queda prohibida. Durante el alistamiento no se debe dañar ni una sola pieza. En un mundo ideal, la primera pieza siempre saldría perfecta.

Una prensa nos ofrece el ejemplo de otro tipo de ajuste. Colocar el troquel en la base de la máquina puede tomar poco tiempo, pero colocarlo en la posición correcta (bien centrado, etc.) para sujetarlo puede ser mucho más demorado. Todo esto es ajuste. Queremos que el primer movimiento, el de poner el troquel en la base, sea el único, es decir, que el troquel mismo se sitúe en la posición correcta.

Un tercer tipo de ajuste se debe a que la mayor parte

de los equipos se diseñan con capacidad de ajuste infinito dentro de cierto ámbito. La persona afloja una pieza, la mueve a otra posición, mide, la mueve un poquito y la sujeta.

Las máquinas se diseñan con ajuste infinito porque nadie sabe exactamente para qué se van a utilizar. Si analizamos el uso que se le da a determinado equipo, puede ser que solamente se necesiten unas pocas posiciones. En tal caso, el ajuste infinito podría convertirse a topes positivos. Para ello, podemos recurrir a una amplia gama de mecanismos, como topes, ganchos, muescas o pasadores de resorte, y unas instrucciones que digan: para fabricar la pieza A, B o F, pase a la muesca número 4.

Otro problema es que a menudo hay diversas maneras de efectuar un ajuste determinado. Hay una verdad constante según la cual, si algo se puede ajustar, tarde o temprano alguien lo ajustará. Una de las técnicas que empleamos es fijar una posición de base permanente para algunos de estos ajustes y jamás volverlos a mover durante el alistamiento ni la producción.

### **Sujeción**

La tercera categoría importante es la sujeción. Si la videocinta muestra que se pierde mucho tiempo aflojando, apretando, sujetando y soltando, habrá que analizar los métodos de sujeción.

Los ingenieros norteamericanos parecen conocer un solo método para unir dos cosas: los pernos. Y si hay espacio suficiente, el número mágico parece ser 16 pernos para que la cosa quede bien. Esto probablemente alcance a resistir 15 000 kilogramos de fuerza.

Me parecen totalmente inconvenientes las roscas — pernos, tuercas y tornillos — cuando se trata de hacer cambios en una máquina.

Respecto de las roscas, solamente se me ocurren dos cosas positivas: primero, que son de una fuerza formidable y, segundo, que no ocupan mucho espacio. Por tanto, son ideales para fijar permanentemente. Pero para sujetar algo temporalmente y después cambiarlo, son quizá el método más ineficaz que se pudiera idear.

Pensemos en lo que es una rosca. Colocar un perno en un agujero con rosca o ponerle una tuerca a un perno es una operación muy precisa. Si no se hace con exactitud y suavidad, el resultado será roscas cruzadas y problemas o daños. En la rosca se introduce polvo, las roscas se atascan, las roscas se desgastan.

Cuando hay roscas, se necesitan herramientas — y todos sabemos lo que les pasa a las herramientas: se pierden, se caen, son objeto de hurto, se las lleva alguien en préstamo, y no aparecen en su sitio. Las herramientas se resbalan y lastiman los nudillos. Las herramientas son demasiado largas y no dan la vuelta, de modo que las quitamos y las volvemos a poner. Las herramientas son demasiado cortas y no hacen suficiente efecto de palanca si no agregamos otro dispositivo — otra herramienta. Los pernos se rompen. Uno de los 16 pernos se reemplaza con otro, y ¡oh sorpresa! La cabeza es de diferente tamaño. Ahora se necesita otra herramienta.

Además, la última media vuelta del perno, la tuerca o el tornillo es lo que realmente sujeta la pieza. ¿Cuántas veces tenemos que dar 20 vueltas (40 medias vueltas) hasta llegar a la última media vuelta que es la importante?

Inversamente, la primera media vuelta es la que afloja la pieza.

Si la videocinta nos dice que se está gastando mucho tiempo sujetando y soltando, debemos buscar alternativas. Primero analizamos las fuerzas que entran en juego. ¿Cuál es la fuerza descendente, la fuerza ascendente, la fuerza lateral, la fuerza de torsión? ¿Cuánta fuerza tiene que vencerse? ¿Qué métodos existen, fuera de las roscas, para vencer esta fuerza?

Existen las palancas, las abrazaderas con acción de leva, las contraclavijas, los pestillos, las cuñas e incontables métodos más. En la selección de otro método, pretendemos lograr dos cosas:

Eliminar las herramientas.

Encontrar un método que exija un solo movimiento, o dos como máximo.

### **Problemas**

La cuarta área, titulada problemas, abarca todo aquello que obstaculizaría un alistamiento perfecto, ininterrumpido y sin contratiempos. Generalmente se trata de las decenas de problemitas que ya ni siquiera se notan. La gente los ha experimentado tanto tiempo que ya los considera parte de la manera de hacer las cosas.

No basta buscar maneras de facilitar el alistamiento a pesar de los problemas, sino que debemos buscar, en primer lugar, maneras de impedir que el problema ocurra.

La técnica más eficaz consiste en llegar a la raíz de estos problemas y preguntarse: ¿Por qué? La pregunta se debe formular, no una vez, sino cuatro o cinco veces, ahon-

dando en el problema capa por capa para acercarnos más y más a la causa original.

La gente suele mostrarse airada y a la defensiva cuando se le pregunta ¿por qué? ¿por qué? ¿por qué? ¿por qué? ¿por qué? La manera de evitar que las personas se enojen o que se pongan a la defensiva es decirles previamente que ésta es la técnica que empleamos, incluso tratando de convertirla en un juego. Preguntar por qué y responder solamente a la primera capa de problemas; luego volver a preguntar por qué y procurar que la respuesta ahonde más.

Con el tiempo la gente aprende a no subestimar la eficacia de la pregunta ¿por qué? en todas las áreas del negocio. Cuando una empresa empieza a cuestionar cualquiera de sus prácticas o todas ellas, suceden cosas asombrosas.

Ya debe ser claro que la reducción del tiempo de alistamiento constituye un primer paso esencial para que luego se puedan poner en marcha otros aspectos de la metodología JAT.

Agilizar el alistamiento es algo mucho más fácil y barato de lo que pensarían quienes no han aplicado personalmente este procedimiento. Recuérdese que para lograr una reducción del 75 por ciento en el tiempo de alistamiento sin costo o a costo muy bajo, lo único que se necesita es persistencia.

## TECNOLOGÍA DE GRUPOS: IMPORTANCIA DE LAS OPERACIONES COINCIDENTES

LA EXPRESIÓN “TECNOLOGÍA DE GRUPOS” se emplea en relación con el ordenamiento físico, la disposición y la localización de las máquinas en una instalación fabril. Es un término rebuscado que nos llega principalmente de la industria europea, y trae a la mente imágenes de codificaciones especiales y programas de computador muy particulares con capacidad para clasificar millares de piezas y componentes en grupos o familias lógicas de productos.

En la filosofía JAT, el término “tecnología de grupos” tiene un significado mucho menos complejo. Una definición más apropiada de tecnología de grupos, para el ordenamiento y la disposición de la maquinaria que se plantean en la producción JAT, incluiría las palabras “operaciones coincidentes” y “celdas de trabajo” o “celdas de maquinaria”.

La manera tradicional de organizar una instalación fabril es por departamentos especializados, cada uno de ellos

especializado en un tipo de equipo o de tecnología. (Ver figura 5. 1.) Todas las máquinas de tornillo están en un departamento, todas las rectificadoras en otro, el fresado se hace en otra zona y el trabajo de taladro y rosca en otra zona diferente. El ejemplo es tomado de un taller de fabricación de metales, pero la misma situación existe en la industria electrónica, en la farmacéutica, en la de textiles, en la de alimentos — prácticamente en todas.

Cuando una fábrica está organizada por departamentos funcionales, la empresa siempre termina produciendo artículos por lotes. La operación 1 suele completarse para todo el lote antes de que el lote pase a la operación 2. Esto se contrapone a la manera como el JAT afirma que se deben producir los artículos. (Ver figura 5.2.)

Ante todo, en la producción JAT es necesario que la fábrica se organice físicamente no por funciones sino por productos. La maquinaria se debe dedicar total o parcialmente a una familia de productos y se debe disponer en el

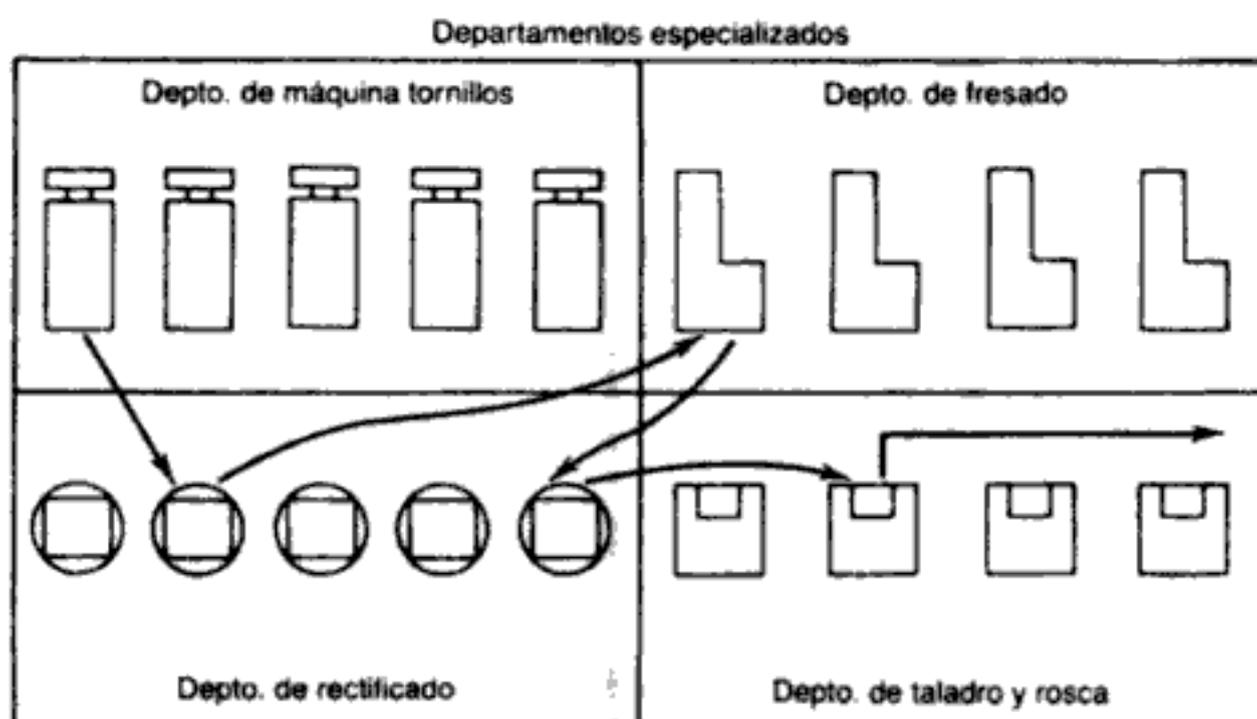
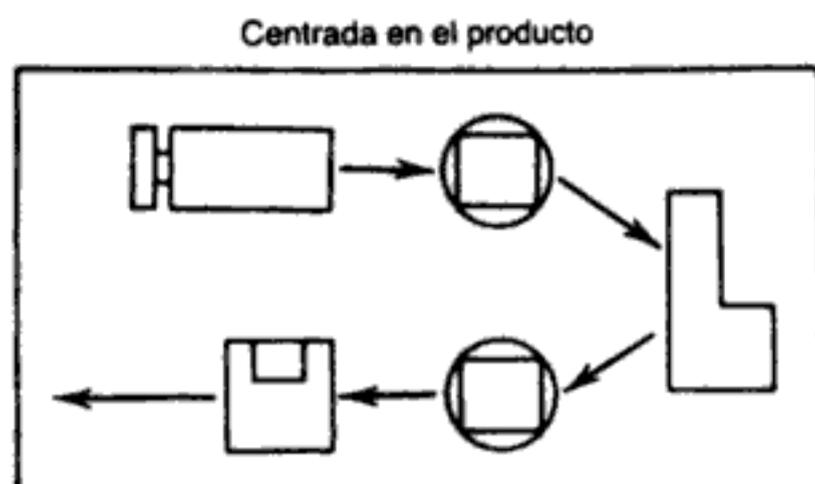


Figura 5.1. Departamentos especializados



**Figura 5.2. La producción de artículos justo a tiempo**

orden en que van a cumplirse las operaciones para esa familia de productos.

### **LAS VERDADERAS CELDAS DE TRABAJO JAT**

Los términos “tecnología de grupos” y “celdas de maquinaria” anteceden al JAT. El JAT fija límites muy estrictos para una celda de maquinaria correctamente formada. En la mayoría de los casos, lo que en el pasado se ha organizado como celda de maquinaria no cumple los requisitos del JAT.

Para saber si existe una verdadera celda JAT, se pueden efectuar dos pruebas.

La primera prueba es si el producto va fluyendo uno cada vez de una máquina a otra. Muchas celdas de maquinaria en sus versiones más antiguas no pasaban esta prueba. Es cierto que el equipo estaba dedicado a una familia de productos y que físicamente se hallaba reunido; pero el artículo a menudo pasaba de una operación a la siguiente en lotes.

La insistencia absoluta en la producción de un artículo cada vez concuerda con nuestro tema repetitivo de la

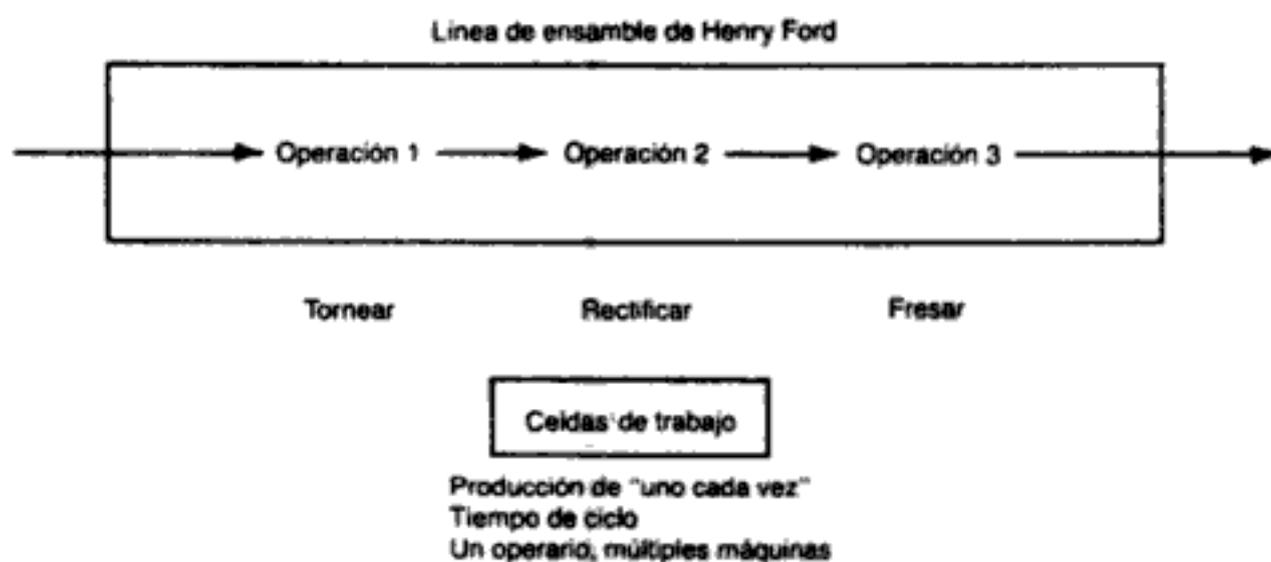
línea de ensamble de Henry Ford (ver figura 5.3), aplicando en este caso los principios de la línea de ensamble a operaciones de maquinaria o fabricación.

Este flujo de un artículo cada vez es lo que da lugar a las operaciones coincidentes. Se genera un flujo en que la operación 2 comienza tan pronto como sale la primera pieza de la operación 1. En realidad, el "lote" se reduce a una pieza.

La segunda prueba para saber si una celda de maquinaria es realmente una celda JAT es si tiene la flexibilidad para operar a distintos ritmos de producción y con cuadrillas de diferentes tamaños (tiempo de ciclo).

Las celdas de maquinaria tradicionales rara vez han tenido en cuenta la flexibilidad. Se han ordenado y operado a un mismo nivel de producción: el máximo por hora que el equipo es capaz de producir.

Es necesario que las celdas de trabajo JAT sean ajustables para que puedan producir al ritmo exigido por la operación o por el cliente que ellas alimentan, reconocien-



**Figura 5.3. Línea de ensamble de Henry Ford**

do que el cliente va a reajustar su reóstato imaginario cada mes.

Una vez establecida la celda de trabajo JAT, es preciso formular dos preguntas:

1. ¿Qué necesitamos que la celda de trabajo entregue durante este período de producción?
2. ¿Cuántos operarios se necesitan en esa celda de trabajo a fin de obtener exactamente el volumen de producto que se requiere?

Obsérvese que ninguna de estas preguntas es la tradicional: ¿Esta celda de trabajo con qué rapidez puede producir?

Si esta celda de trabajo, por ejemplo, produce un componente para la línea de ensamble que mencionamos en el capítulo 3, entonces la respuesta a la pregunta ¿qué necesitamos que la celda de trabajo entregue durante este período de producción? sería: una pieza cada 18 segundos.

El siguiente paso sería determinar cuántos operarios se necesitan para producir una pieza cada 18 segundos.

## MÚLTIPLES MÁQUINAS

Al preguntar primero qué se necesita y luego cuántos operarios son necesarios en determinado mes para cumplir los requisitos de producción de ese mes, establecemos el concepto JAT de “un operario, múltiples máquinas”.

A primera vista, esto no parece apartarse mucho de la fabricación tradicional. Actualmente hay muchas empresas en los Estados Unidos en las que cada uno de sus operarios tiene a su cargo más de una máquina. Sin embar-

go, en la mayoría de los casos la costumbre es que el operario maneje dos, tres o cuatro máquinas análogas, y por lo general cada máquina se dedica a fabricar una pieza distinta.

En una celda de trabajo JAT, un operario maneja dos, tres o cuatro máquinas diferentes que hacen operaciones en la misma pieza, pasando la pieza de una operación a otra en secuencia de una cada vez.

Una de las preguntas que más se escuchan respecto de las celdas de trabajo JAT es si la formación de tales celdas exige dedicación exclusiva de las máquinas. En teoría, la respuesta es afirmativa: una máquina en una celda de trabajo se halla dedicada a esa celda. Pero en la práctica hay maneras de evadir la dedicación exclusiva de una máquina a determinada celda, si esa dedicación implica la necesidad de comprar máquinas adicionales para hacer otros trabajos.

Una manera de evitar este problema es mediante la dedicación parcial de determinada máquina a una celda de trabajo. Esto significa colocar físicamente esa máquina en una celda de trabajo, pero usar esa máquina como celda de trabajo durante una parte del día solamente. El resto del día, la máquina puede programarse independientemente, como si no formara parte de una celda de trabajo.

La segunda manera de mantener la flexibilidad de los equipos es crear celdas de trabajo temporales; se forman para cumplir requerimientos específicos o esporádicos, y se deshacen cuando se hayan cumplido esos requerimientos.

Obviamente, esto resulta práctico solamente si los equipos en cuestión son pequeños y fáciles de trasladar.

Cuando realmente no hay suficientes máquinas para todo, se puede aplicar otra técnica JAT: el sistema de halar

o de las operaciones eslabonadas (capítulo 6), de tal modo que una máquina parece estar en dos o tres celdas.

### EL OPERARIO EN MOVIMIENTO

Cuando el operario pasa el producto uno cada vez de una operación a la siguiente, necesariamente él tiene que estar-se moviendo (ver figura 5.4). El concepto del operario en movimiento origina varios beneficios. Por una parte, la salud mejora y la mente se conserva más despierta.

De ordinario los operarios permanecen sentados. No obstante, los estudios demuestran que la salud y la viveza mental se benefician cuando los operarios permanecen de pie o, mejor aún, cuando pueden dar uno o dos pasos. El estado de alerta mental repercute en la seguridad y en la calidad del producto.

Además, el operario sentado solamente alcanza cosas dentro de un radio muy pequeño. Al estar de pie, aumenta considerablemente su alcance. Al poder moverse un paso o

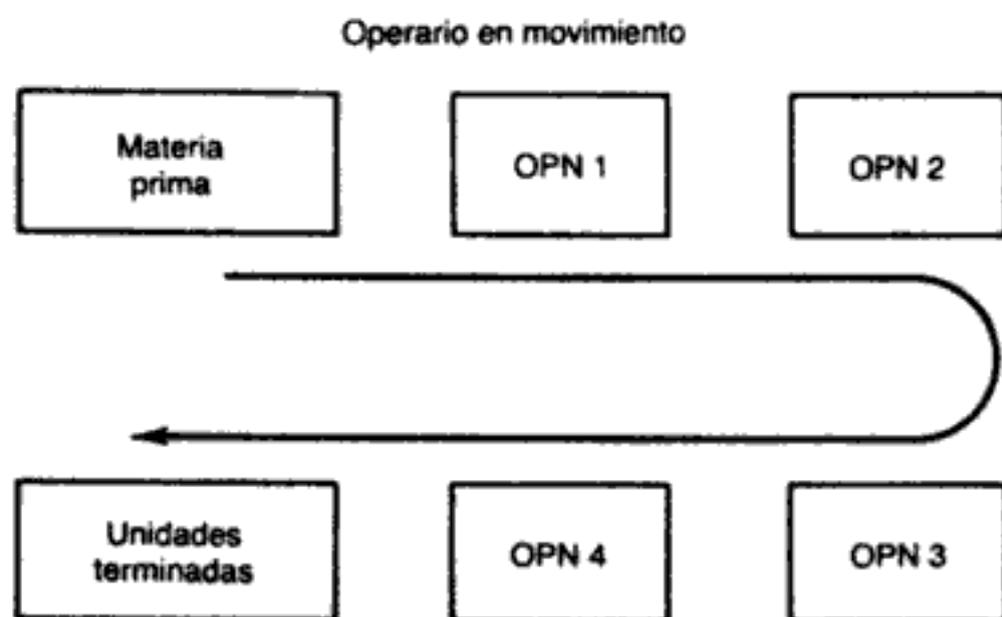


Figura 5.4. Operario en movimiento

dos en cada dirección, el operario alcanza un área mucho más grande. Dar el paso y alargar la mano suceden simultáneamente, por lo cual no se incurre en pérdida de tiempo aunque sí se aumenta la flexibilidad.

El operario en movimiento también trae otros beneficios.

En la producción típica por lotes, se le paga a un operario para que coloque artículos en un recipiente después de cada operación. Cuando el recipiente se llena o cuando se acaba el lote, se le paga a un conductor de camión montacargas para que lo traslade a otro lugar de la instalación, donde se someterá a la siguiente operación. Luego se le paga a otro operario para que lo saque del recipiente y lo pase a la siguiente operación.

En la celda de trabajo JAT, el operario saca el material de la primera máquina y lo coloca directamente en la siguiente. No hay camión, y no hay que pagarles a otros empleados para que pongan el material en recipientes o para que lo extraigan.

Otro beneficio grande — y es gratuito — es que cada operación sucesiva suele constituir una inspección 100 por ciento de la operación anterior, con lo cual se elimina la necesidad de pagarle a alguien para que realice la operación de inspección.

## **ORDENAMIENTO FLEXIBLE**

Como dijimos en el capítulo 3, la clave para poner en marcha el concepto de ciclo de tiempo está en hacer flexible el tamaño de la cuadrilla. Hay, a su vez, dos claves para lograr esta flexibilidad sin tener que sacrificar la eficiencia. Una

de estas claves, la flexibilidad de la fuerza laboral, ya se analizó en el capítulo 3. La otra tiene que ver con un ordenamiento específico y flexible.

## ORDENAMIENTOS DE LÍNEA EN U

El principio del ordenamiento flexible se aplica igualmente al rediseño de líneas de ensamble y a la formación de celdas de trabajo con operaciones que nunca antes se habían reunido.

La figura 5.5 ofrece el ejemplo más conocido de este tipo de ordenamiento: la línea en U.

La magia del ordenamiento de línea en U no radica en la forma de U, sino en el hecho de que los operarios se sitúan físicamente juntos: lado a lado, espalda contra espalda. La cercanía entre unos y otros no es tanta como para que se irriten o se obstaculicen, pero sí están físicamente cerca, sin barreras entre ellos. Todo el trabajo que ha de cumplirse en esta línea o celda se encuentra disponible en un área central delimitada. De esta manera, el número de operarios que se necesitan para cumplir ese trabajo es flexible.

En cada período de producción se puede formular de nuevo la pregunta: ¿Cuántos operarios hay que asignar a esta área central delimitada a fin de obtener la producción necesaria? En esta línea, si en determinado mes se necesita la producción equivalente de seis operarios y el mes siguiente sólo se necesita el volumen de tres operarios debido a un cambio en la demanda, entonces se pueden asignar tres personas a la misma línea para que hagan el trabajo, porque todo está disponible en un área central. La idea es

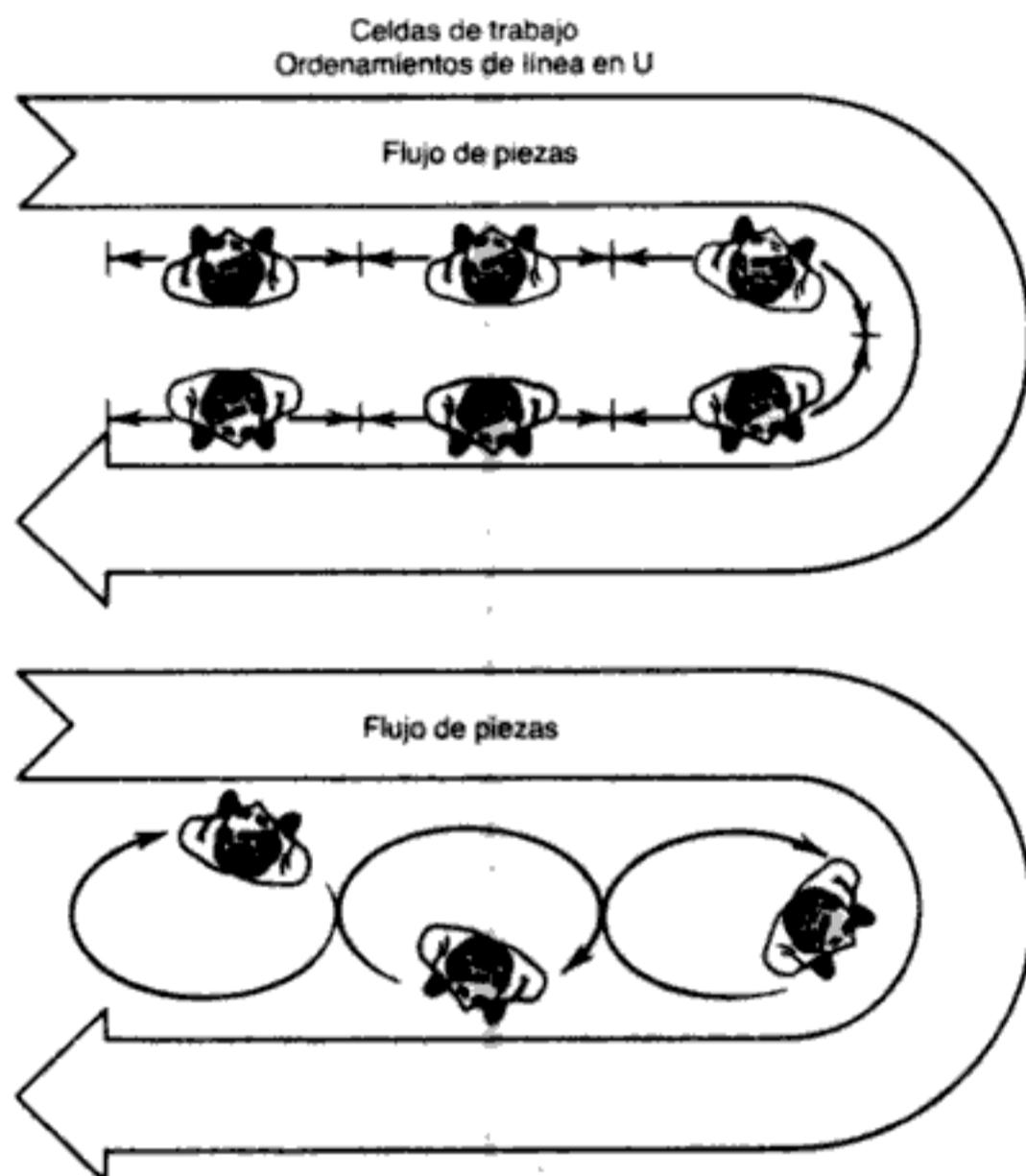


Figura 5.5. Celdas de trabajo: ordenamientos de línea en U

que cada persona en la celda tenga la oportunidad de alcanzar el máximo de trabajo posible.

En una línea recta, es difícil repartir entre tres operarios el trabajo de seis. Al trabajar éstos apenas lado a lado, la única opción es que el operario 1 cumpla el trabajo de los operarios 1 y 2, en cuyo caso regresaría con las manos vacías a comenzar el siguiente ciclo, y esto es ineficiente.

Si el ordenamiento es tal que los operarios también pueden colocarse espalda contra espalda, se abre una opción mejor. El operario puede cumplir la operación 1 y luego dar media vuelta y cumplir la operación 6.

Muy pocas personas buscan alternativas fuera de los textos tradicionales de ingeniería, y no se dan cuenta de las ventajas del trabajo espalda contra espalda. Si una operación no ocupa toda la carga de trabajo de un individuo, lo primero que se piensa es que pase a la operación anterior o a la siguiente.

En una línea en U, el operario no está limitado a la operación anterior o a la siguiente. Su movilidad de 360 grados le permite asumir la totalidad o una parte de cualquier tarea que esté a su alcance dentro del círculo completo.

La figura 5.6 muestra otro ordenamiento que ofrece el mismo grado de flexibilidad. Se compone de dos líneas rectas dispuestas espalda contra espalda, con líneas de flujo que en este caso son contrarias. Aquí también los operarios están juntos, lado a lado y espalda contra espalda. Las personas de cada línea tienen una amplitud de movimiento de 360 grados, lo mismo que en la línea en U.

Las líneas pueden fabricar piezas similares o pueden ser totalmente disociadas. A menudo se juntan labores o líneas disímiles con el fin de agrupar a los operarios de una manera flexible. Si hay una sola persona encargada de operar una celda de trabajo, esto no da mayor flexibilidad para aumentar o disminuir la producción en incrementos pequeños, por ejemplo del 20 por ciento. Las únicas opciones son agregar otro operario (lo que aumenta el volumen de producción el 100 por ciento) o apagar la máquina (lo que disminuye el volumen en igual porcentaje). Para tener flexibilidad es necesario que la cuadrilla cuente con cinco o seis personas, aunque esto signifique agrupar los trabajos artificialmente a fin de formar cuadrillas más grandes.

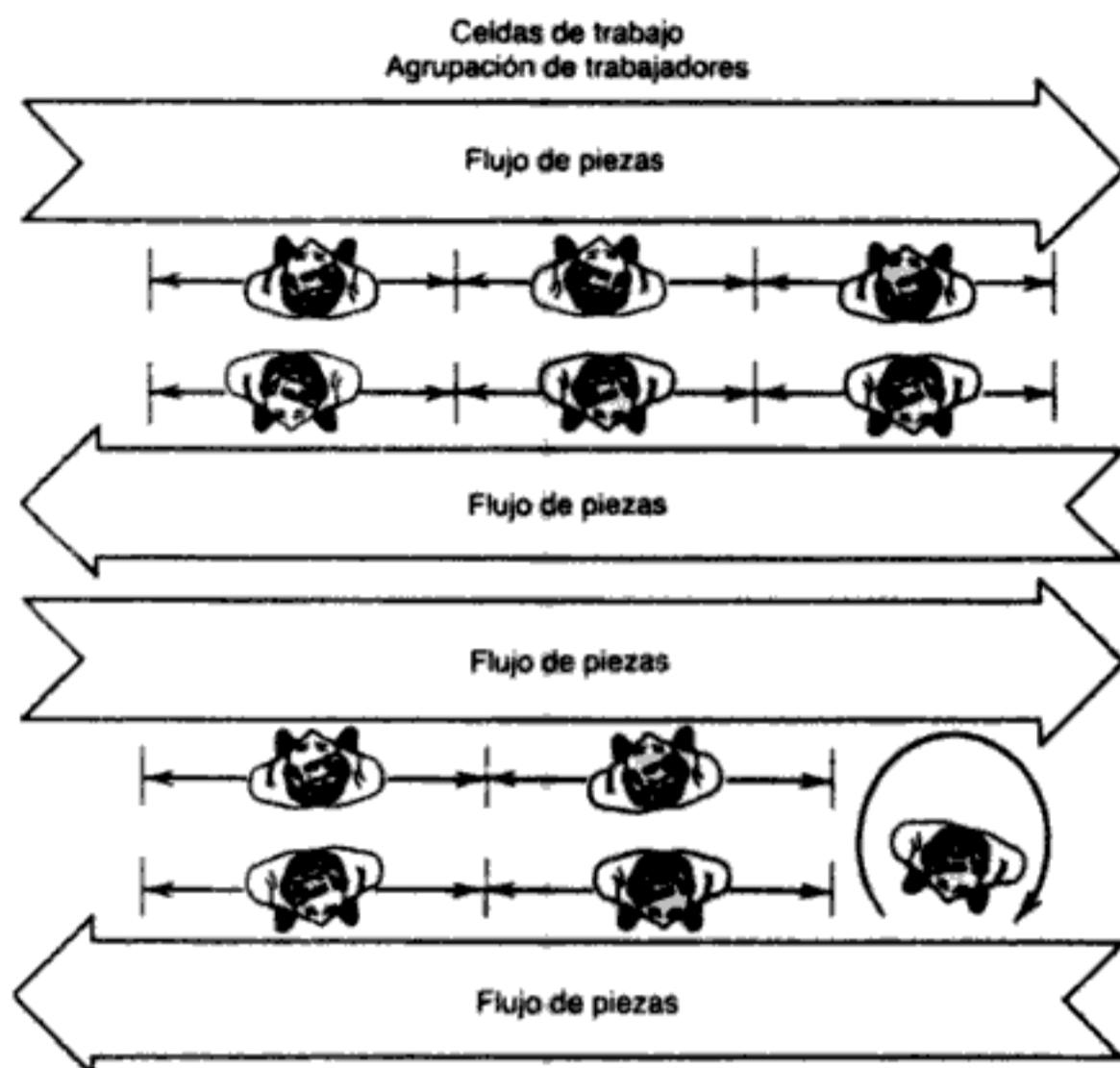


Figura 5.6. . Celdas de trabajo: agrupación de trabajadores

Ninguna de estas modalidades es típica de lo que uno ve al visitar una instalación fabril.

El ordenamiento más usado en la industria hoy, bien sea en una línea de ensamble o en una celda tradicional de maquinaria, es una larga línea recta con los operarios distanciados. El distanciamiento de los operarios genera barreras de espacio entre ellos y dispersa el trabajo.

Los operarios están intercalados a lado y lado de la línea. En tal caso, la línea en sí viene a ser una barrera que separa físicamente a las personas. Entre una persona y otra se colocan máquinas, o cajas de existencias y mesas de trabajo. En una palabra, las personas no solamente están dis-

persas sino que físicamente se encuentran aisladas unas de otras. En tal situación, si al mes siguiente se requiere un volumen de producción disminuido en lo que produce un trabajador, es imposible eliminar a ese trabajador. El trabajo se ha dividido en cierto número fijo de áreas separadas y tiene que haber una persona en cada área para que la línea o la celda funcione. Esto no es flexible.

### **ORDENAMIENTO Y CELDAS DE TRABAJO: ESTUDIO DE UN CASO**

En cierta ocasión, colaboré con una empresa a la cual hacía mensualmente una visita de dos días. No estaban poniendo en marcha una metodología JAT en gran escala, sino que estábamos ensayando diferentes técnicas JAT. Habíamos hecho algo en materia de agilizar el alistamiento de las máquinas, un sistema de halar y otras cosas. Entonces quisieron ensayar celdas de trabajo. La empresa era de orientación tradicional, en el sentido de que tenía todo el fresado en un departamento, el taladrado y la formación de roscas en otro, etc. Se quería allí comenzar a aprender, de la mejor manera posible, cómo formar celdas de trabajo JAT.

Como yo conocía sus operaciones, les advertí que si bien había especialidades por departamentos, también había muchas máquinas dedicadas a hacer piezas o familias de piezas específicas. Les aconsejé que buscaran ejemplos de piezas para las cuales ya se estuvieran cumpliendo cuatro o cinco operaciones en secuencia con equipos dedicados a aquella pieza o familia.

Ésta es la manera más fácil de comenzar, sin tener que preocuparse por competir por la capacidad.

Me ausenté durante un mes pensando que no harían otra cosa que identificar esas máquinas y que a mi regreso hablaríamos de los siguientes pasos, que serían cambiar el sitio de las máquinas, disponerlas de otra manera, etc. Pero se trataba de una empresa muy activa y llena de vitalidad. Fueron mucho más allá de lo que yo esperaba, y en corto tiempo ya tenían tres celdas de trabajo operando en cierta forma.

Cuando regresé, algunas personas salieron a recibirme a la entrada de la fábrica. Tenían buenas noticias. Pero también tenían problemas. Necesitaban ayuda.

La primera noticia buena era que el manejo de materiales se había reducido de tal manera, gracias a las tres celdas de trabajo, que la empresa iba a vender un camión montacargas. La segunda noticia buena se refería concretamente a una de las celdas de trabajo que se habían formado. Me llevaron a la fábrica a ver su funcionamiento.

La empresa se había dado cuenta de que al separar las máquinas en diferentes departamentos, el tiempo necesario para que las piezas pasaran por todas estas operaciones era de tres semanas. Lo descubrieron porque al ir a mover las máquinas y colocarlas en una celda de trabajo, encontraron un inventario de trabajo en proceso para tres semanas. Con las celdas de trabajo habría mucho menos, pero todavía no sabían cuánto menos.

La celda de trabajo que me mostraron (figura 5.7) comenzaba con tres máquinas, cada una con su operario. Las piezas bajaban por una canaleta desde la primera máquina hasta la segunda y, por otra canaleta, desde ésta hasta la tercera. En la tercera máquina, las piezas se acumulaban en un arcón. Cuando éste se llenaba, se trasladaba a una

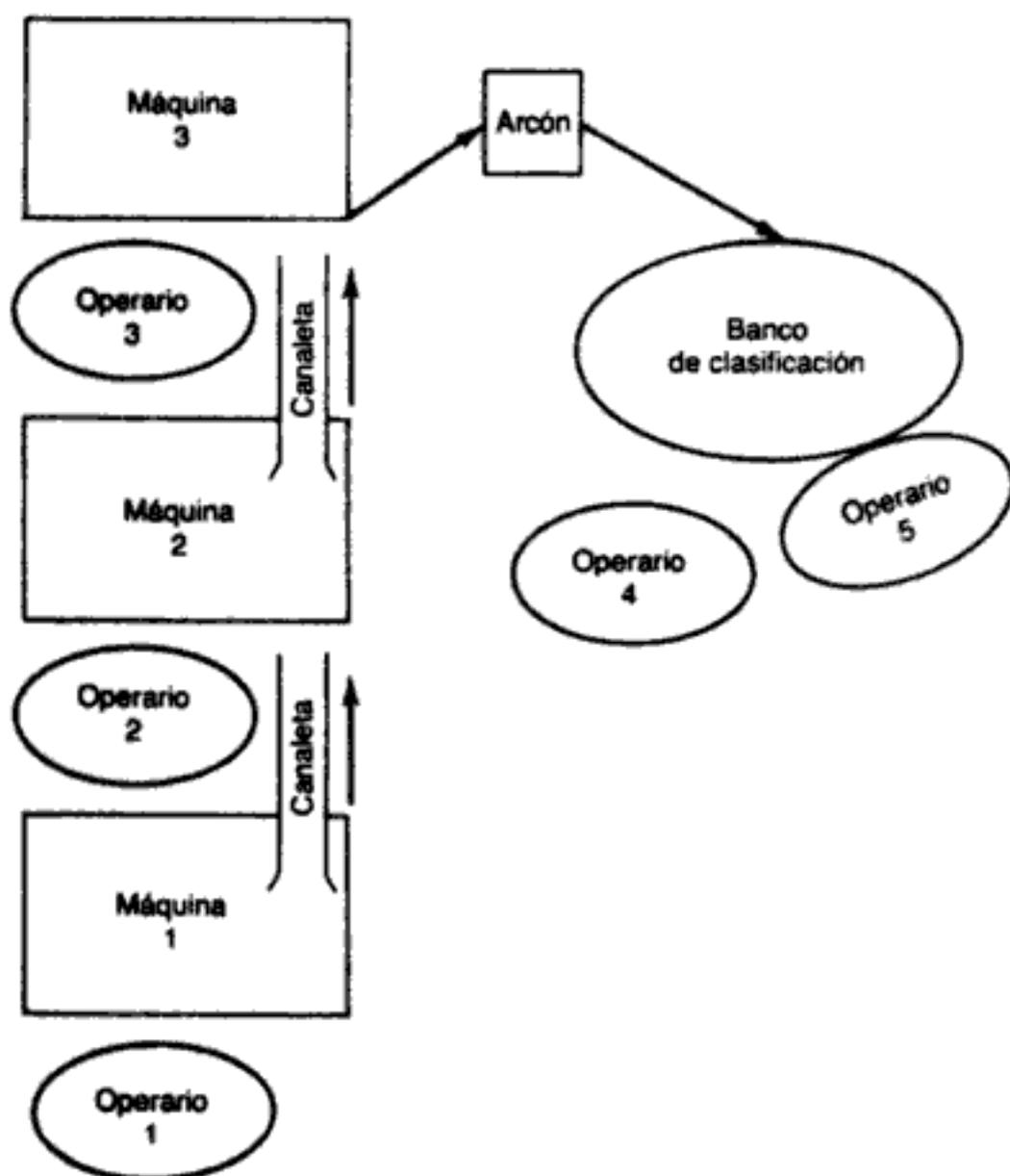


Figura 5.7

cuarta máquina, que era un banco de clasificación. Este banco estaba a un lado, con un operario que cumplía la operación de ensamble y otro que hacía inspección del 100 por ciento.

La primera noticia mala venía del departamento de contabilidad de costos. Sus funcionarios se quejaban de que los costos se habían enloquecido. Se había sacado una máquina del departamento 1, donde el índice de gastos generales era del 320 por ciento. Se había sacado otra del departamento 6, donde el índice de gastos generales era del 480

por ciento. Estas dos máquinas, junto con dos más, se habían colocado en una zona con gastos generales del 800 por ciento. El departamento de contabilidad de costos temía que la operación perdiera dinero.

Este problema, naturalmente, no me incumbía a mí. Me niego a tomar en serio la afirmación de que al levantar una máquina y correrla unos metros más allá, se produce un cambio en los costos. Lo que se necesitaba era simplemente que la fábrica instruyera al departamento de contabilidad de costos. Pero quisieron informarme.

El verdadero problema, según me dijeron, era de equilibrio. Como se ve en la figura 5.8, las dos primeras máquinas producían a razón de 700 por hora, la tercera a 600 por hora y la cuarta a 450 por hora. A los operarios de las dos primeras les iba muy bien, pero la operaria de la tercera máquina estaba trabajando a su máxima velocidad, mirando constantemente tras de sí la pila de piezas que se iba acumulando. Y ella, a su vez, estaba abrumando a la cuarta máquina. Necesitaban saber qué referencia tomar para establecer el equilibrio.

La respuesta, desde luego, tiene que ver con el ciclo de tiempo.

Esa noche, el capataz se fue a repasar el folleto sobre ciclo de tiempo.

Al día siguiente informó que necesitaba 20 000 piezas semanales y que la mejor manera de conseguirlas era con el equipo funcionando en dos turnos. Según el principio del ciclo de tiempo, esto significaba producir 250 piezas por hora ó, para estar seguros, 300 piezas por hora: una cada 12 segundos. Al desacelerar el banco de clasificación a

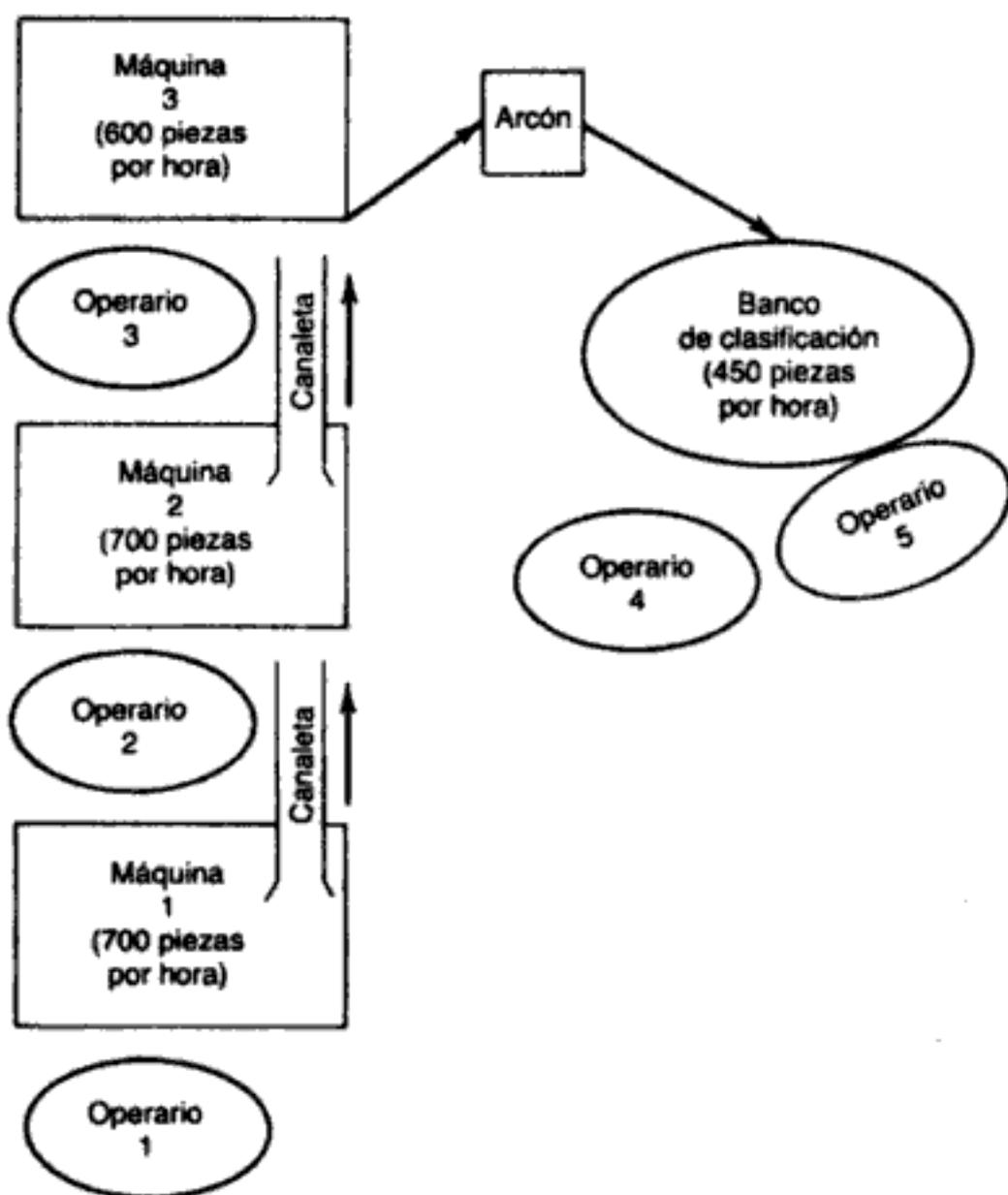


Figura 5.8

300 piezas por hora, bastaría un operario para realizar tanto el ensamble como la inspección en 12 segundos.

El siguiente paso era juntar las tres máquinas restantes en forma de U y reducir también su ritmo a 300 piezas por hora. Pero un operario no alcanzaba a efectuar las tres operaciones en 12 segundos.

Además, el banco de clasificación todavía estaba demasiado lejos de las otras tres máquinas. Propuse que acercaran lo más posible el banco de clasificación y que situa-

ran a la operaria hacia el centro de la celda de trabajo (figura 5.9). El trabajo en el banco de clasificación seguía siendo fácil, por lo cual la operaria podía tomar las piezas de la tercera máquina: esto reducía el trabajo del primer operario y le permitía a éste cumplir las demás labores en 12 segundos.

El último paso era asegurar que hubiese cooperación. Si los dos operarios tenían flexibilidad, podrían intercambiar labores de vez en cuando, alternando así el trabajo fácil con el más exigente.

Me ausenté durante un mes. Cuando regresé, me estaban esperando con la misma historia: buenas noticias y malas noticias.

Las buenas noticias: en el mes en que la celda de trabajo había estado funcionando, los problemas de calidad y los costos se habían reducido un 80 por ciento. Anterior-

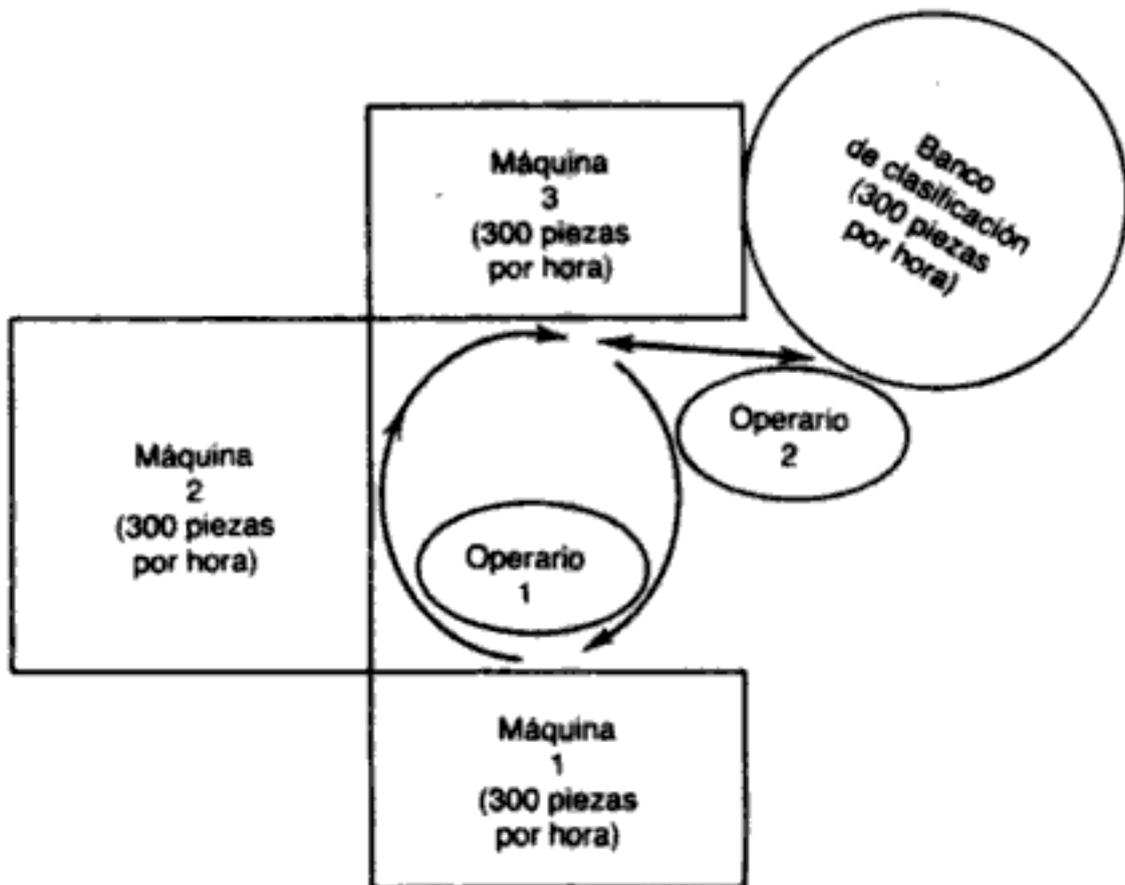


Figura 5.9

mente, los problemas de calidad de la operación 1 pasaban inadvertidos hasta llegar al procedimiento del banco de clasificación tres semanas más tarde, y para entonces ya había entre 20 000 y 60 000 piezas en proceso que tenían que seleccionarse, rehacerse o quizá desecharse.

Ahora estos problemas de calidad se detectaban a los 24 segundos y ya no había un inventario de 60 000 piezas dudosas, sino dos o tres como máximo.

Había más noticias buenas: el tiempo de producción de un artículo disminuyó de 3 semanas a 24 segundos. En realidad, éste es un juego de números. El tiempo de producción fue en verdad de una semana: el tiempo necesario para producir la cantidad para una semana. Pero había más noticias buenas respecto del tiempo de producción y sus repercusiones en el inventario. El inventario en cualquier momento dado se había reducido a media semana (10 000 piezas) en vez de 3 semanas (60 000 piezas).

Otra noticia buena era que el principal cliente de la empresa había solicitado la entrega justo a tiempo: entrega diaria de la cantidad de artículos necesaria para cada día. La empresa ya estaba fabricando cada día, pero hacía los despachos una vez a la semana. El comprador, pues, había aceptado eliminarle una buena parte de sus existencias. Ahora el inventario al final de cada día no es de 60 000 piezas ni de 10 000, sino de cero.

El departamento de compras y el de programación también estaban de plácemes, pues ya no tenían que entregar 20 000 piezas cada lunes por la mañana. El departamento de compras tenía flexibilidad para conseguir la cantidad de cada día, siempre y cuando que encontrara una manera económica de hacerlo.

Sin embargo, también había algunas malas noticias. Algunos miembros del departamento de producción dudaban de la eficiencia de la celda. Por ejemplo, el gerente del departamento 1, al cual antes pertenecía la primera máquina, andaba refunfuñando: "Cuando la máquina era mía, yo producía 700 por hora. Ustedes no producen sino 300. Me parece un desperdicio".

Cuando se preguntaba si todos estaban recibiendo lo necesario de la máquina, la respuesta — a regañadientes — era afirmativa. Les molestaba que la máquina estuviera trabajando a menos de su capacidad. Les era difícil acomodarse a la idea de producir al ritmo de la demanda y no al ritmo de la capacidad de la máquina, como suele sucederle a la gente que tiene la mentalidad tradicional del fabricante.

El departamento de producción también expresó su inquietud porque con la interdependencia de las máquinas en la producción uno cada vez, una falla de una máquina significaría la paralización de toda la celda.

En realidad, ésta no es una mala noticia; es parte de la filosofía justo a tiempo. Si una máquina falla, es preciso darle solución permanente al problema. De acuerdo con el sistema de fabricación tradicional en el Occidente, los problemas no se resuelven sino que se amortiguan por medio de existencias. A la máquina se le "aplican paños tibios", y pronto vuelve a fallar.

Ahora bien, la mayoría de las personas piensan que lo peor que se puede hacer es detener una línea. Pero, en realidad, hay dos cosas peores que detener una línea.

Lo peor que se puede hacer es fabricar otra pieza defectuosa.

Lo segundo es que suceda algún problema, por ejemplo una falla, y que no se aproveche la oportunidad para resolver el problema permanentemente.

Si lo tercero tiene que suceder para que el asunto duela tanto que obligue a la administración y a los técnicos a prestar atención a las dos cosas más graves, entonces que así sea: el JAT obligará a tomar medidas para darle solución permanente a cualquier problema.

### **Contabilidad de costos y normas**

Las malas noticias no habían terminado. Ahora venían otra vez del departamento de contabilidad de costos. Este amenazaba con registrar variaciones desfavorables porque la celda de maquinaria estaba fabricando 300 piezas por hora con una máquina que tenía un estándar de 700. Tuvimos que convencerlos de que era necesario revisar su sistema de medición y sus estándares, mas no las variaciones de la celda de trabajo.

Les dimos un breve seminario sobre producción justo a tiempo, y luego los llevamos a ver la celda de trabajo. Les dijimos que les daríamos buenas razones para demostrar que la unidad que empleaba esa celda debería tener variaciones favorables. La demostración fue de seis partes.

Primero, se había vendido un camión montacargas. Segundo, el costo de calidad se había reducido el 80 por ciento para la pieza en cuestión. Tercero, el tiempo de fabricación se había rebajado de tres semanas a 24 segundos. Cuarto, el inventario de trabajo en proceso se había reducido de 60 000 piezas a cero. Quinto, los inventarios de materiales comprados estaban bajando aproximadamente un

80 por ciento. Sexto, sumando el contenido laboral del estándar original — dos personas haciendo operaciones a razón de 700 por hora, una a 600 por hora y dos a 450 por hora — y comparando esto con el nuevo método en que dos personas hacían todas las operaciones a razón de 300 por hora, se veía que el contenido de mano de obra directa había disminuido más del 25 por ciento.

¡Les advertí que no registraran variaciones desfavorables de ninguna clase para nadie! No había nada desfavorable: ¡todo era favorable!

Este ejemplo muestra con toda claridad que el JAT no es nueva serie de concesiones y ventajas relativas. Si se aplica adecuadamente, el JAT no empeora nada y sí lo mejora todo.

### **ANÁLISIS DEL VALOR AGREGADO**

A continuación hay un ejemplo real de una celda de trabajo establecida recientemente por una empresa en el negocio del postmercado automovilístico. La celda incluye operaciones de maquinado, así como de ensamble, prueba y empaque.

Como esta celda de trabajo fue organizada por una empresa de éxito, que tenía un programa de incentivos para trabajos a destajo bien concebido y estrictamente controlado, algunas personas no creían que se pudieran lograr mejoras en la mano de obra directa, e incluso pensaban que los cambios que haríamos al instituir una celda de trabajo podrían disminuir la eficiencia de la mano de obra directa.

Pero la empresa tuvo el valor de experimentar, y los resultados fueron realmente asombrosos.

Comenzamos por hacer un cuadro detallado del valor agregado (muestras 5-1 y 5-2), el cual mostró que de un total de 187 pasos, solamente 13 — alrededor del 7 por ciento — realmente agregaban valor.

De los 146 pasos originales hasta este punto en el proceso, se eliminaron 108 directamente gracias a la organización de una celda de trabajo y a la fabricación uno cada vez en esa celda. (Ver muestra 5-3.)

Como la celda de trabajo redujo el tiempo de paso (ver muestra 5-4), no se siguió fabricando el artículo según las proyecciones sino según los pedidos, y se eliminaron otros 22 pasos del proceso de almacenamiento y selección de pedidos.

Además de reducir los pasos, las distancias recorridas, el inventario y el tiempo de fabricación, también se redujo la mano de obra directa el 36 por ciento, gracias a la simplificación de métodos (algo casi automático cuando se elabora un artículo cada vez), y al descubrimiento de que dos operaciones (cepillado/lavado e inspección/empaque) ya eran innecesarias. La mano de obra indirecta se eliminó, a excepción de los pasos de recepción y despacho.

## MUESTRA 5-1

Actividad	Agrega valor	Distancia de traslado (pies)
1. Descargar del camión		20
2. Esperar en el muelle		
3. Pasar a la balanza		100
4. Pesar		
5. Pasar a almacenamiento		50
6. Almacenar		
7. Pasar a operación de doble extremo		325
8. Almacenar en cola		
9. Doble extremo	X	10
10. Apartar a cubeta en banda transportadora		2
11. Esperar		
12. Pasar a taladrado profundo		30
13. Esperar		
14. Piezas al lugar de trabajo		5
15. Esperar		
16. Taladrado profundo	X	1
17. Apartar 90° al lugar de trabajo		3
18. Pulir	X	1
19. Apartar 90° a cubeta en banda transportadora		3
20. Esperar		
21. Pasar a primer <i>Scholin</i>		12
22. Esperar		
23. Taladrado y rosca agujero de entrada	X	10
24. Apartar a cubeta en banda transportadora		3
25. Pasar a segundo <i>Scholin</i>		12
26. Esperar		
27. Taladrado y rosca agujero purgador	X	10
28. Apartar a cubeta en transportadora de rodillos		3

**MUESTRA 5-1 (continuación)**

Actividad	Agrega valor	Distancia de traslado (pies)
29. Esperar		
30. Pasar a almacenamiento temporal		15
31. Almacenar		
32. Pasar a tablado de lavadora		190
33. Esperar		
34. Pasar a zona de trabajo		15
35. Esperar		
36. Pasar piezas a mesa de cepillo ( $\pm 150 = 2$ capas)		5
37. Esperar		
38. Apartar separadores capas		10
39. Cepillar para quitar polvo y virutas (primera)		3
40. Apartar a banda transportadora		1
41. Esperar		
42. Cepillar para limpiar (segunda)		1
43. Apartar a banda transportadora		1
44. Transportar por lavadora		50
45. Esperar		
46. Inspección del 100%		2
47. Apartar a caja pequeña		1
48. Esperar		
49. Pequeña caja llena a recipiente en el piso		10
50. Esperar a llenar recipiente (primera capa = $\pm 500$ piezas)		
51. Obtener y colocar separador entre capas		
52. Esperar a llenar recipiente (segunda capa = $\pm 500$ piezas)		
53. Esperar camionero		
54. Pasar a almacenamiento temporal		20

**MUESTRA 5-1 (continuación)**

Actividad	Agrega valor	Distancia de traslado (pies)
55. Almacenar		
56. Hacer y fijar etiqueta de tránsito producción		
57. Esperar		
58. Pasar a montacargas de gancho		25
59. Esperar		
60. Colocar sobre montacargas		5
61. Esperar gancho		
62. Colocar recipiente en el gancho		5
63. Mover en gancho a banda transportadora		80
64. Colocar en banda transportadora		5
65. Esperar		
Demoras hasta llenar banda transportadora		
Interferencia de otros componentes		
66. Pasar a entrada almacenamiento en volumen		90
67. Esperar		
68. Recoger recipiente lleno con FLT		
69. Pasar al pasillo		15
70. Colocar en el pasillo		
71. Devolver a la banda transportadora		15
72. Recoger segundo recipiente lleno		
73. Pasar a primer recipiente lleno		15
74. Colocar sobre primer recipiente lleno		
75. Recoger ambos recipientes		
76. Pasar a almacenamiento en volumen (punto medio)		95
77. Colocar en almacenamiento		15
78. Almacenar		

**MUESTRA 5-1 (continuación)**

Actividad	Agrega valor	Distancia de traslado (pies)
79. Obtener recipiente lleno		15
80. Pasar a tablado de ensamble		250
81. Almacenar		
82. Pasar a zona de trabajo		80
83. Esperar		
84. Llenar cuba con $\pm$ 40 piezas		1
85. Cuba a lugar de trabajo y descargar en arcón		6
86. Esperar		
87. Ensamblar tornillo purgador	X	1
88. Apartar a cubeta		1
89. Esperar		
90. Cubeta llena a ensamble de inserción		3
91. Esperar		
92. Ensamblar inserción	X	1
93. Apartar a cubeta		1
94. Esperar		
95. Apartar cubeta llena a recipiente en transportadora de rodillos		4
96. Esperar		
97. Pasar a tablado		30
98. Almacenar		
99. Pasar a lugar de trabajo de ensamble		60
100. Esperar en cola		
101. Pasar piezas a mesa de trabajo		6
102. Esperar en cola		
103. Primer ensamble	X	3
104. Apartar a mesa		1
105. Esperar en cola		
106. Pasar piezas a segundo ensamble		2

**MUESTRA 5-1 (continuación)**

Actividad	Agrega valor	Distancia de traslado (pies)
107. Esperar en cola		
108. Segundo ensamble	X	3
109. Apartar a cubeta (UDULA = una dirección, un lado arriba)		4
110. Esperar en cola		
111. Pasar a prueba		4
112. Esperar en cola		
113. Probar		2
114. Apartar a lugar de trabajo		1
115. Esperar en cola		
116. Apartar a recipiente (UDULA) en capas		5
117. Esperar		
118. Colocar separadores entre capas		
119. Esperar		
120. Pasar a almacenamiento en volumen		150
121. Colocar en almacenamiento		15
122. Almacenar		
123. Obtener recipiente lleno		15
124. Pasar a zona de empaque		150
125. Almacenar		
126. Pasar al final de fila de empaque		30
127. Esperar		
128. Pasar a banda transportadora		10
129. Esperar		
130. Colocar en banda transportadora		5
131. Pasar a zona de trabajo		10
132. Esperar		
133. Empacar uno por caja	X	2
134. Colocar en banda transportadora de empaque		1

**MUESTRA 5-1 (continuación)**

Actividad	Agrega valor	Distancia de traslado (pies)
135. Transportar por impresora a la mesa (imprimir extremo de la caja)	X	15
136. Esperar en la mesa		
137. Empacar en caja grande (10 o 20)	X	1
138. Esperar hasta llenar caja		
139. Colocar caja en banda transportadora para colocar cinta		1
140. Asegurar caja con cinta	X	2
141. Esperar		
142. Pasar a transportadora de rodillos		1
143. Transportar a la mesa		15
144. Esperar en la mesa		
145. Pasar caja grande a la plataforma de carga		6
146. Retocar impresión con marcador		
147. Esperar hasta llenar plataforma		
148. Pasar a tablado		30
149. Esperar		
150. Pasar carga de la plataforma a las balanzas		100
151. Colocar en las balanzas		5
152. Pesar		
153. Quitar de las balanzas		5
154. Carga de la plataforma a almacenamiento en volumen		150
155. Colocar en almacenamiento		15
156. Almacenar		
157. Tomar carga de la plataforma		15
158. Pasar a estación de verificación #3		325
159. Esperar en cola		
160. Papeleo		

**MUESTRA 5-1 (continuación)**

Actividad	Agrega valor	Distancia de traslado (pies)
161. Esperar		
162. Pasar a almacenamiento FG		215
163. Colocar en niveles 3-4-5 del estante		18
164. Almacenar		
165. Tomar carga de la plataforma		18
166. Colocar en niveles 1-2 del estante		6
167. Almacenar		
168. Escoger pedido para corredera		75
169. Esperar hasta llenar corredera		
170. Pasar corredera a tablado		80
171. Esperar a escoger pedido		
172. Conteo de verificación		
173. Cajas de plantillas		
174. Esperar		
175. Pasar pedido a tablado de despachos		80
176. Esperar		
177. Pasar pedido a envoltura elástica		50
178. Esperar		
179. Envoltura elástica		20
180. Esperar hasta completar envoltura elástica		
181. Pasar a muelle de despachos		50
182. Esperar		
183. Organizar pedido		20
184. Esperar hasta completar organización pedido		
185. Cargar en camión		50
186. Esperar a cargar pedido		
187. Despachar		

**MUESTRA 5-2**

**Resumen**

	Número	% del total
Actividades que agregan valor	13	7
Traslados	88	47
Espera/Almacenamiento	69	37
Otros	17	9
<b>Total actividades</b>	<b>187</b>	<b>100</b>
Distancia recorrida	3 519 pies	
Inventario de trabajo en proceso	11 500 piezas	
Tiempo de tránsito		
Normal	4-6 semanas	
Acelerado	2 semanas	

Una vez implantada la celda de maquinaria, el proceso quedó como indica la muestra 5-3.

**MUESTRA 5-3**

Actividad	Agrega valor	Distancia de traslado (pies)
1. Descargar del camión		20
2. Esperar en el muelle		
3. Pasar a la balanza		100
4. Pesar		
5. Pasar a almacenamiento		50
6. Almacenar		
7. Pasar a operación de doble extremo		325
8. Almacenar en cola		
9. Doble extremo	X	10

**MUESTRA 5-3 (continuación)**

Actividad	Agrega valor	Distancia de traslado (pies)
10-15 (Eliminados)		
16. Taladrado profundo	X	1
17. Apartar 90° al lugar de trabajo		3
18. Pulir	X	1
19-22 (Eliminados)		
23. Taladrado y rosca agujero de entrada	X	1
24-26 (Eliminados)		
27. Taladrado y rosca agujero purgador	X	2
28. Lavar		3
29-86 (Eliminados)		
87. Ensamblar tornillo purgador	X	1
88-91 (Eliminados)		
92. Ensamblar inserción	X	1
93-102 (Eliminados)		
103. Primer ensamble	X	3
104-107 (Eliminados)		
108. Segundo ensamble		3
109. Apartar a cubeta		4
110. Esperar en cola		
111. Pasar a prueba		4
112. Esperar en cola		
113. Probar		2
114-132 (Eliminados)		
133. Empacar uno por caja	X	2
134. Colocar en banda transportadora de empaque		1
135. Transportar por impresora a la mesa (imprimir extremo de la caja)	X	15
136. Esperar en la mesa		
137. Empacar en caja grande (10 o 20)	X	1

**MUESTRA 5-3 (continuación)**

Actividad	Agrega valor	Distancia de traslado (pies)
138. Esperar hasta llenar caja		
139. Colocar caja en banda transportadora para colocar cinta		1
140. Asegurar caja con cinta	X	2
141. Esperar		
142. Pasar a transportadora de rodillos		1
143. Transportar a la mesa		15
144. Esperar en la mesa		
145. Pasar caja grande a la plataforma de carga		6
146. Retocar impresión con marcador		
147-168 (Eliminados)		
169. Esperar hasta llenar corredera		
170. Pasar corredera a tablado		80
171. Esperar a escoger pedido		
172. Conteo de verificación		
173. Cajas de plantillas		
174. Esperar		
175. Pasar pedido a tablado de despachos		80
176. Esperar		
177. Pasar pedido a envoltura elástica		50
178. Esperar		
179. Envoltura elástica		20
180. Esperar hasta completar envoltura elástica		
181. Pasar a muelle de despachos		50
182. Esperar		
183. Organizar pedido		20
184. Esperar hasta completar organización pedido		
185. Cargar en camión		40
186. Esperar a cargar pedido		
187. Despachar		

### MUESTRA 5-4 Resumen (antes y después)

	Antes	Después	Mejora
Actividades que agregan valor	13	13	—
Traslados	88	11	88%
Espera/Almacenamiento	69	18	74%
Otros	<u>17</u>	<u>15</u>	<u>12%</u>
Total actividades	187	57	70%
Distancia recorrida	3 519 pies	618 pies	82%
Inventario de trabajo en proceso	11 500 piezas	11 piezas	99% +
Tiempo de tránsito			
Normal	4-6 semanas	2.4 minutos	99%+
Acelerado	2 semanas	2.4 minutos	99%+

# 6

---

## ADELANTAR DANDO MARCHA ATRÁS: IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS DE HALAR

EN EL CAPÍTULO 5 VIMOS EL CONCEPTO de las operaciones coincidentes, que se refiere a la manera ideal de ejecutar una serie de operaciones en un producto. En el mundo del JAT perfecto, las familias de productos se fabricarían en celdas de maquinaria y pasarían de una operación a otra. En la práctica todavía no podemos, en muchos casos, resolver todos los problemas que impiden producir un artículo cada vez y tenemos que seguir fabricando por lotes. En tales casos, las operaciones coincidentes no funcionan y tenemos que optar por la siguiente alternativa: operaciones eslabonadas dentro de un sistema de halar.

Un sistema de halar es una manera de conducir el proceso fabril en tal forma que cada operación, comenzando con el muelle de despachos y remontándose hasta el comienzo del proceso, va halando el producto necesario de la operación anterior solamente a medida que lo necesite. Esto contrasta con el ciclo industrial tradicional que fabri-

ca un producto y lo empuja hacia la siguiente operación aunque ésta no esté lista para recibirlo.

Toyota le puso a esta técnica el nombre de Kanban, y durante algún tiempo Kanban fue sinónimo de JAT. Kanban es una palabra japonesa, uno de cuyos significados es “tarjeta”.

Varias razones me mueven a desear que la palabra Kanban desaparezca de los tratados sobre producción justo a tiempo en el medio norteamericano. Primero, al término se le han atribuido varios significados diferentes y sigue causando confusión. Segundo, yo preferiría verlo reemplazado por una palabra occidental. Tercero, el término Kanban no goza de aceptación universal ni siquiera en el Japón. Dentro de la misma empresa Toyota hay quienes emplean la expresión “sistema de supermercado” porque, según nos dicen, el concepto nació de la observación de los supermercados norteamericanos por parte de los japoneses.

Se dice que un grupo de ejecutivos de Toyota viajó a los Estados Unidos en los años 50 para ver cómo funcionaban las fábricas. Su conclusión, luego de las visitas, fue que los norteamericanos procuraban manejar sus fábricas más o menos de la misma manera como se hacía en el Japón. Los japoneses lo describieron como un sistema de empujar.

Un sistema de empujar comienza con un programa de ensamble o un calendario de despachos que se introduce en el computador. Entonces el computador “fracciona” el programa hacia atrás al siguiente nivel en el proceso fabril, y lo ajusta según el tiempo de producción a fin de informarles a quienes fabrican los subensambles qué subensambles se necesitan y en qué momento. Los requisitos para

el subensamble, que están igualmente en el computador, se fraccionan hacia el nivel de sus componentes, con sus respectivos tiempos de fabricación, y así sucesivamente por todo el proceso fabril hasta llegar a las materias primas.

A lo largo de este proceso se genera papeleo para decirle a cada persona qué debe fabricar y para qué fechas. Los programas o los pedidos al taller se envían a la fábrica, y las órdenes de compra o de entrega van a los proveedores.

Ahora se empieza a empujar. Cada operación en la cadena hace su propia parte y pasa el trabajo (empuja) a la siguiente operación dentro de determinado plazo. Esta operación sabe que le llegará el trabajo, hace su parte y lo pasa a la siguiente dentro del respectivo plazo. Se espera que todas estas cosas que se van empujando lleguen al mismo tiempo en determinada fecha, para que el ensamble o el despacho se efectúen de acuerdo con el programa.

Una semana más tarde se vuelve al computador para ver hasta qué punto todo esto se cumplió de acuerdo con las fechas programadas, qué cambios hubo y qué cosas habrá que reprogramar o planear de nuevo como resultado de lo que no sucedió a tiempo. Luego se genera papeleo para instaurar dichos cambios y el proceso comienza de nuevo. Esto, en palabras sencillas, es un sistema de empujar.

En su viaje a los Estados Unidos para estudiar los sistemas fabriles norteamericanos, los japoneses visitaron algunos supermercados. Se dieron cuenta de que el supermercado funciona en forma muy distinta de la fábrica, y de estas observaciones del supermercado y su operación, los japoneses aprendieron algo que luego adaptaron a sus operaciones fabriles.

En un supermercado, quien determina lo que va a suceder es el cliente. Los clientes llegan al supermercado sabiendo que en todo momento encontrarán en los estantes pequeñas cantidades de los artículos que necesiten. Como confían en que siempre habrá lo que necesiten, les basta tomar una pequeña cantidad y se van con su compra.

Los clientes saben que al regresar dos o tres días más tarde, el supermercado habrá repuesto los artículos comprados y que nuevamente encontrarán en los estantes pequeñas cantidades de cada cosa que necesiten. No sienten, pues, la necesidad de acumular, de llevarse la cantidad suficiente para un año.

Un empleado del supermercado pasa con regularidad a ver qué se han llevado los clientes. Se repone exactamente la misma cantidad que se ha quitado de cada estante. En el supermercado no hay papeleo; no hay órdenes de compra o de entrega que le indiquen al empleado qué artículos debe colocar sobre los estantes. En realidad, al retirar los artículos, los clientes mismos le han dicho al empleado lo que éste debe colocar allí.

Éste es un sistema de halar, pues el cliente es quien ha determinado lo que va a suceder en seguida. El cliente es quien va halando el sistema al comunicarle al negocio una demanda específica.

Los japoneses tomaron el concepto y lo convirtieron en algo que pudieran utilizar para controlar las operaciones en la fábrica. Crearon dos tipos de señales, o Kanban. Suponiendo que el cliente en este caso es el departamento de ensamble, la primera señal constituiría una autorización — dinero, por así decirlo — para que el departamento de ensamble acuda a su supermercado de materiales — suben-

sambles, componentes, materias primas — y tome un recipiente de cada cosa que necesite. Estos recipientes son muy pequeños, con capacidad para una cantidad medida (generalmente la cantidad necesaria para una hora o menos). En la empresa Toyota, todo recipiente que contenga más de la décima parte de la cantidad necesaria para un día requiere aprobación de la gerencia.

Dentro de cada recipiente se encuentra el segundo tipo de Kanban: una autorización de producción. Al retirarse un recipiente del “supermercado” — y no antes — esta autorización de producción retrocede a la operación proveedora, trátase de otro departamento o de un proveedor, y le dice: esta señal es su autorización para producir otro recipiente de piezas. Ni más, ni menos. Tiene determinado plazo para hacerlo.

Un proceso fabril accionado enteramente por señales de halar sería como el que aparece en la figura 6. 1. El proceso es como los eslabones de una cadena. Ensamble va a su pequeño supermercado y toma un recipiente de lo que

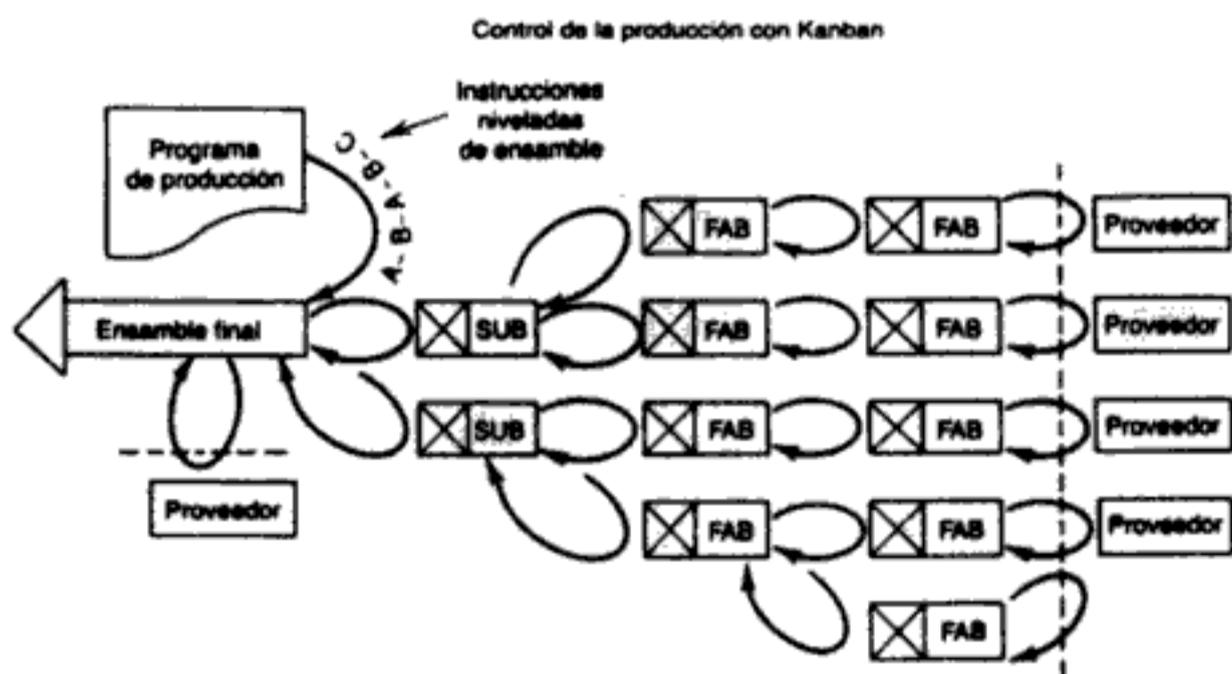


Figura 6.1. Control de la producción con Kanban

necesite, emitiendo con ello una autorización de producción al departamento anterior: subensamble. Esta señal viene a ser el “dinero” que permite al departamento de subensamble ir a su propio supermercado y tomar de allí los componentes que necesite. Esto genera autorizaciones para el departamento anterior como un eslabón más de la cadena.

Teóricamente, la única hoja de papel que se utiliza en el proceso — fuera de las tarjetas Kanban en sí mismas — es el programa maestro de ensamble para el departamento de ensamble. Considerando que todo el proceso funciona con una sola hoja de papel, es necesario que dicho programa sea muy, muy coordinado.

En este caso concreto, el programa maestro de ensamble implica fabricar la cantidad de piezas A para una hora, la cantidad de B para una hora, la cantidad de A para otra hora, la cantidad de B para otra hora y, por último, la cantidad de C para una hora. Éste es un ciclo, y ésta es la combinación necesaria para este período: 40 por ciento de A, 40 por ciento de B y 20 por ciento de C. Es un programa muy bien coordinado.

Debe ser claro que se precisa nivelación de la carga como base apropiada para el buen funcionamiento del sistema Kanban. Cada cliente le dice a cada proveedor lo que debe hacer cada hora. El proceso funciona como los eslabones de una cadena. Para que la cadena no se rompa, la producción tiene que ser siempre continua y regular. Si un cliente llegara adonde el proveedor y se llevara algún artículo en cantidad suficiente para un año, el sistema entero quedaría desincronizado.

## **FLEXIBILIDAD**

Este sistema ofrece muchísima flexibilidad. Supongamos que un cliente, o que el mercado en general, necesita una combinación diferente: más piezas A y menos B. (Puede tratarse de un cambio en el mercado actual o en el proyectado.)

Para efectuar este cambio en un sistema de halar, el único papel que requiere modificación es el programa maestro de ensamble. Cuando el ensamble final ha terminado con las piezas A para la primera hora, la línea regresa al supermercado, no a tomar la cantidad necesaria de B para una hora sino a tomar lo que necesita de A para una hora. La línea envía más señales A por la cadena con destino a subensamble. Subensamble fabrica más piezas A y envía por la cadena más señales para recibir componentes de A.

No se necesita buscar todas las órdenes de entrega porque no las hay. No se necesita alterar las prioridades porque nunca las hubo. Por tratarse de un sistema de halar, cada operación alimentadora espera hasta saber, hora por hora, qué necesita su cliente.

## **EL JAT PERFECTO NO TIENE SEÑALES KANBAN**

Muchos fabricantes norteamericanos se han apresurado a establecer un sistema Kanban diciendo: "Esto es justo a tiempo". Una razón para esto es que las personas más a menudo responsables de introducir el concepto de JAT en las empresas han sido de las áreas de manejo o producción de materiales o de control de inventarios. Estas personas ven el Kanban como un sistema de control de producción,

y quizá incluso como el sistema máximo de control sin papeleo en la fábrica.

Es importante comprender que un ambiente fabril JAT perfecto no tiene señales Kanban. Lo anterior no quiere decir que el JAT perfecto no sea un sistema de halar. En un sistema JAT perfecto, en el cual fluye un artículo cada vez, cada operación seguiría halando a la operación anterior, haciéndola producir solamente al ritmo deseado. Pero si el flujo fuera tan perfecto, no habría necesidad de señales. La señal Kanban es una concesión que se utilizará solamente cuando sea imposible alcanzar el flujo perfecto de un artículo cada vez.

## EL JAT PERFECTO

¿Cómo se podría describir una fábrica JAT perfecta?

La figura 6.1 muestra las operaciones fabriles unidas como eslabones por sistemas de halar. En un mundo ideal, todas esas operaciones fabriles se cumplirían en una celda de trabajo. Un componente empezaría en la operación 1 y pasaría de una máquina a otra, uno cada vez, hasta que estuviera terminado y listo para su cliente, subensamble.

En una celda de trabajo no hay necesidad de que las máquinas se comuniquen por medio de señales Kanban. Son coincidentes y las piezas fluyen de máquina a máquina una cada vez. En un mundo perfecto, la celda de trabajo anda precisamente a la velocidad requerida por el cliente (tiempo de ciclo) y puede variar los modelos o piezas con la frecuencia necesaria para amoldarse a las necesidades del cliente (nivelación de la carga). Entonces podría integrarse plenamente con su cliente — en este caso el departamento

de subensamble — suministrando componentes al cliente uno cada vez. Otra vez, en un mundo perfecto esta línea integrada produciría precisamente a la velocidad y a la frecuencia requeridas por el cliente, ensamble final; entonces podría alimentar el ensamble final directamente, creando así un proceso de producción totalmente integrado en el cual todas las cosas se mueven una cada vez.

En un mundo de tal perfección no se necesitarían señales Kanban.

### **CUÁNDO SE NECESITA UN SISTEMA KANBAN**

En el mundo real hay muchas áreas en las cuales es imposible resolver todos los problemas y llegar a la producción absoluta de un artículo cada vez. En tales casos nos vemos obligados a seguir produciendo o moviendo lotes y la señal Kanban se emplea como concesión útil, ojalá mientras se encuentren las soluciones definitivas. Algunas circunstancias que hacen necesarias las señales Kanban son las siguientes:

1. Cuando el ensamble final se efectúa en una edificación y el subensamble en otra. Desde el punto de vista físico, no resulta práctico transportar productos uno cada vez a esas distancias.
2. Cuando una operación alimentadora gasta mucho más tiempo en alistar sus máquinas para un cambio que el departamento usuario. No es posible lograr el flujo de un artículo cada vez, cuando hay grandes discrepancias en el tiempo necesario para modificar las máquinas. La operación que alimenta debe ser más veloz que el departamento usuario a

fin de adelantarse y acumular el tiempo necesario para sus cambios.

3. Cuando una empresa quisiera montar varias celdas de trabajo pero tiene una sola máquina disponible para cierta operación incluida en cada celda de trabajo. Dicha máquina deberá situarse a un lado y enlazarse con las celdas de trabajo por medio de señales Kanban para que las distintas celdas de trabajo puedan indicarle qué debe fabricar y cuándo. Con este método, la máquina parece ser parte integral de cada celda de trabajo, pues envía con frecuencia pequeños lotes a cada una de ellas.
4. Cuando una empresa no se atreve a poner una máquina dificultosa en una celda de trabajo debido a problemas de mantenimiento crónicos que paralizarían toda la celda. Mientras no se haya resuelto el problema de mantenimiento, la máquina deberá andar sola a su propio ritmo y enlazarse con las demás operaciones por medio de señales Kanban.
5. Cuando existen problemas de calidad, cuellos de botella o problemas de capacidad que obstaculizan el flujo ágil de las operaciones.

### **LAS TARJETAS KANBAN**

Las señales Kanban son de diversos tamaños y formas. La señal tradicional es una tarjeta que contendría esta información: número de la pieza, tipo o tamaño del recipiente, número de piezas que debe haber en el mismo, localiza-

dados, la señal sería la autorización para enviar lo que siga en la línea.

Mientras que la unidad de medida en la producción repetitiva simple suele ser un número de referencia de una pieza y una cantidad, en la producción compleja o por pedidos el artículo que va a controlarse puede expresarse en horas de trabajo o en pedidos de clientes. La señal sería: "Acaba de retirarse el producto equivalente a una hora de trabajo; ésta es la autorización para colocar en el supermercado el producto equivalente a la siguiente hora", o bien: "Se acaba de tomar otro pedido de un cliente; ésta es la autorización para preparar el siguiente pedido en la cola".

Cualquiera que sea la expresión de la señal, el principio sigue siendo el mismo: el departamento usuario le indica al departamento proveedor lo que éste debe hacer hora por hora.

## ANÁLISIS DEL VALOR AGREGADO

La figura 6.2 muestra cómo una serie de señales de halar eliminó el desperdicio en el proceso de producción de un montaje de cable electrónico.

Las señales de halar fueron una concesión, pero con ella se logró eliminar la mitad de los pasos en el proceso de fabricación, de 18 pasos a 9. Cuando se instituya aquí la verdadera fabricación de un artículo cada vez, el proceso se volverá a reducir, ahora a su tercera parte: de nueve pasos a tres.

La figura 6.2 muestra siete circuitos, cada uno representativo de operaciones que se han eslabonado mediante una señal de halar. En cada uno de esos siete circuitos, la

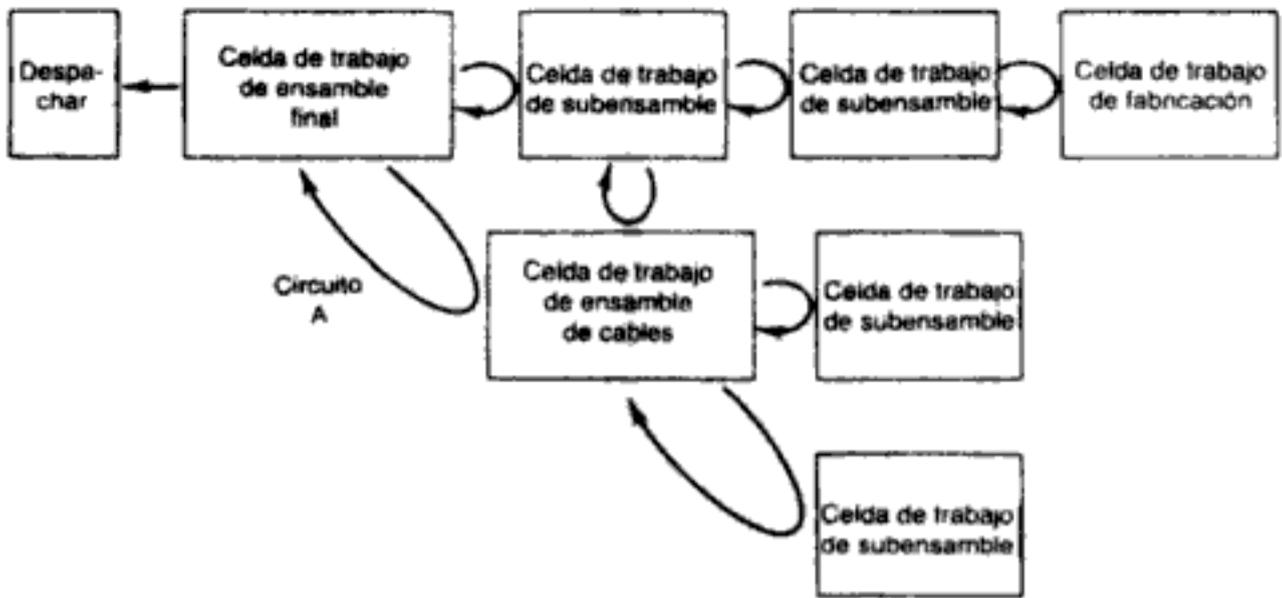


Figura 6.2

empresa ha derivado importantes beneficios en materia de reducción de inventarios y del tiempo de producción. En seis de los siete circuitos, hubo originalmente actividades de almacén que requerían funciones de programación y entrega.

Hemos escogido el circuito A, entre el subensamble de cables y el ensamble final, como representativo del cambio en alguno de los siete circuitos. Las muestras 6-1 y 6-2 presentan el análisis del valor agregado en el proceso antes de instituirse las señales de halar: 18 actividades, de las cuales solamente dos agregan valor.

Las muestras 6-3 y 6-4 indican que al reducir el tamaño de los lotes a un solo recipiente y enlazar las operaciones con una señal de halar, la mitad de las actividades desaparecen. Como el ensamble de cables está programado y controlado por el ensamble final, las actividades del departamento de programación desaparecen. Como el tamaño de los lotes se ha reducido a un solo recipiente, se eliminan el almacenaje en volumen en bodega y el manejo de

material en volumen. Además, el estante de entrada del ensamble final ha quedado tan pequeño que se ha trasladado y ahora está adyacente a la mesa de ensamble, con lo cual se elimina otra actividad de colocación intermedia.

Además de eliminar nueve actividades que no agregaban valor, así como sus costos, esta empresa obtuvo reducciones drásticas en el inventario y en el tiempo de fabricación. En el sistema antiguo, cada uno de los siete circuitos de la figura 6.2 representaba un inventario equivalente a un período de 1 a 3 semanas, y un tiempo de fabricación similar. Hoy estos circuitos representan un inventario de una hora cada uno y una hora de tiempo de fabricación. Esta empresa se precia de rotar su inventario de trabajo en proceso más de 120 veces al año.

Por extraordinarios que parezcan estos resultados, la empresa reconoce que todavía no ha alcanzado la perfecta producción de un artículo cada vez, y que su sistema de halar es una solución temporal de concesión. Cuando logre el flujo unitario, eliminará seis de los nueve pasos que actualmente conforman cada uno de sus circuitos. El ensamble de cables se integrará con el ensamble final y los pasos serán:

1. Terminar cable
2. Colocar en el lugar de trabajo de ensamble final
3. Ensamblar

**MUESTRA 6-1****Operaciones eslabonadas con una señal de halar**

Actividad	Agrega valor
1. Terminar cable	X
2. Colocar dentro del recipiente en la mesa	
3. Esperar (hasta terminar el lote)	
4. Pasar a estante de salida	
5. Esperar	
6. Empleado lo pasa a bodega, área de entrada	
7. Esperar	
8. Colocar en su sitio	
9. Esperar	
El departamento de programación planea entrega y emite orden de trabajo	
10. Sacar de su sitio	
11. Colocar en carreta	
12. Esperar	
13. Pasar a ensamble final (estante de entrada)	
14. Esperar	
15. Pasar al lado de la mesa de ensamble	
16. Esperar	
17. Pasar a lugar de trabajo	
18. Ensamblar	X

**MUESTRA 6-4**  
**Resumen del valor agregado**

Tipo de actividad	Antes	Después	Mejora
Valor agregado	2	2	—
Esperar	7	3	57%
Trasladar	5	3	40%
Otros	4	1	75%
Total	<u>18</u>	<u>9</u>	<u>50%</u>

# 7

## COMPRAR CALIDAD: IMPORTANCIA DE LAS COMPRAS JAT

EL TÍPICO DETALLE DE COSTOS para un fabricante norteamericano es un 70 por ciento de materiales y componentes comprados, un 10 por ciento de mano de obra y un 20 por ciento de gastos generales. Esto significa que el departamento de compras gasta más del doble de dinero que todas las demás funciones de la empresa sumadas. También significa que una reducción del 5 por ciento en los precios de compra tendría las mismas repercusiones sobre las utilidades finales que una eliminación del 35 por ciento de la mano de obra directa.

Sin embargo, los costos no son el único aspecto en que los proveedores influyen de manera importante en las empresas. De la calidad de sus materiales depende el éxito o el fracaso de un producto. Además, el tiempo necesario para atender la demanda de la clientela suele depender más de los tiempos de producción de los proveedores que de la empresa misma.

Una compañía no puede llegar a ser fabricante de categoría mundial mientras no haya formado una verdade-

ra sociedad con sus proveedores y mientras no haya logrado sólidos adelantos con ellos en materia de calidad, tiempo de producción y costos. El sistema de compras JAT ofrece un marco de referencia para tal sociedad.

Las compras JAT difieren de las compras tradicionales tanto como la fabricación JAT difiere de la fabricación tradicional. Y la meta buscada es exactamente la misma: eliminar desperdicios.

Existen tres categorías de desperdicios en las cuales deberá ocuparse una empresa que desee aplicar debidamente la producción JAT.

Primero, hay desperdicios en el proceso fabril de la misma empresa: recuentos, almacenamiento, traslados, inspecciones, programación, repetición de piezas defectuosas y en las demás cosas que hemos tratado en los seis capítulos anteriores. Estos desperdicios, como hemos visto, ocupan el 99 por ciento del tiempo total de fabricación.

Segundo, hay desperdicios en el proceso de compras, en las relaciones y en los mecanismos de control que rigen entre comprador y vendedor.

Tercero, hay desperdicios en el proceso fabril de los proveedores de la empresa. Este desperdicio es análogo al que existe en el proceso fabril de la empresa misma.

Considerando que el 70 por ciento de los costos de una empresa fabril norteamericana corresponden a materiales y a componentes comprados, es preciso que tarde o temprano cada empresa le dedique atención a esa tercera categoría de desperdicios y que les ayude a sus proveedores a eliminar tales desperdicios en sus procesos de fabricación.

Mas para ayudarles a los proveedores a eliminar el desperdicio en sus procesos, la empresa deberá primero eli-

minar el desperdicio en su propio proceso fabril y en segundo término dedicarse a eliminar el desperdicio en el proceso de compras.

## **ELIMINACIÓN DEL DESPERDICIO EN EL PROCESO DE COMPRAS**

Una vez que la empresa cuenta con una fuente de suministro y un precio acordado, suceden varias cosas en el proceso de compra que no agregan valor al producto. Una orden de compra no agrega valor al producto. Una enmienda a la orden de compra no agrega valor. Las remisiones y los informes de recibo y las facturas no agregan valor. Sacar algo de un camión y colocarlo en un muelle central de recepción no agrega valor, como tampoco el traslado a una zona de espera. La inspección no agrega valor, como tampoco su colocación en un depósito. Los recuentos no agregan valor. Sacar el artículo de un recipiente grande y colocarlo en uno pequeño no agrega valor. Trasladarlo al punto donde se va a utilizar no agrega valor. Los costos de transporte no agregan valor.

Ninguna de estas cosas agregan valor y, sin embargo, forman parte de los mecanismos de control entre comprador y vendedor. El objeto de las compras JAT es eliminar estos desperdicios.

La gran pregunta es: ¿Cómo ponerlo en práctica?

Hay un solo punto de partida: la calidad.

Es preciso eliminar la necesidad de hacer inspecciones de llegada. En un reciente seminario, alguien me dijo: "Las compras JAT aumentan el riesgo mío porque su objetivo es eliminar la inspección de artículos a su llegada". Mi

respuesta fue: "Tendremos que modificar algunas de las palabras que usted acaba de emplear. Las compras JAT reducen el riesgo suyo porque su objetivo es que la calidad no dependa de la inspección de llegada. Es necesario que la empresa tenga asegurada la calidad mucho antes de la inspección de llegada".

Ahora bien, la inspección de llegada no se elimina por el hecho de redactar un memorándum que diga: A partir de mañana no habrá más inspecciones. Lograr que la inspección resulte innecesaria es una tarea laboriosa. Hay que solucionar problemas. Hay que dedicar gente a trabajar con el personal del proveedor, para asegurar que entiendan el proceso y que resuelvan los problemas de producción. El resultado mínimo de todo aquello es que la empresa quede satisfecha con los procedimientos de inspección del proveedor, de modo que no tenga que repetirlos.

Un resultado mucho mejor es que los proveedores comprendan su propio proceso y que lo controlen de tal manera que hagan las cosas bien la primera vez y reemplacen la inspección con vigilancia.

## CAMBIOS EN LAS RELACIONES

Lamentablemente, tanto esfuerzo y tanto trabajo son impracticables mientras imperen las relaciones tradicionales de las compañías en materia de compras. Por tanto, para poner en marcha las compras JAT, hay que comenzar por forjar una nueva serie de relaciones.

La relación tradicional entre comprador y vendedor ha sido antagónica. La empresa pide tres cotizaciones y, excepto si puede justificar muy bien otra forma de proce-

der, tiene que elegir la más baja. Quiere asegurarse de que los proveedores se cuiden, porque dentro de 6 meses la empresa va a salir nuevamente en busca de cotizaciones, y si el proveedor actual no hace el ofrecimiento más bajo, muy posiblemente perderá el negocio durante los seis próximos meses.

Y la empresa quiere conocer los costos del proveedor, pues salta a la vista que éste está recibiendo utilidades desmesuradas. La empresa quisiera, mediante negociación, hacer desaparecer una parte de aquellas utilidades desmesuradas convirtiéndolas en reducción o eliminación de costos.

La relación, empero, es bilateral. Los proveedores están pensando más o menos lo mismo: es posible que en los próximos 6 meses ese cliente elija otro proveedor. No vale la pena entonces invertir mucho en ese negocio ni correr riesgos. Los proveedores quieren asegurar una buena utilidad ahora porque dentro de 6 meses tal vez no haya nada.

En 1957, Ernest Anderson ideó el concepto de contratación de sistemas, modalidad que era, y es, muy semejante a lo que hoy llamamos compras JAT. Anderson lleva más de 20 años ayudándole a la gente a poner en marcha la contratación de sistemas. Pero ha recibido muchísimo menos reconocimiento del que debiera merecer porque las empresas que lo implantan lo hacen en renglones no productivos — cosas que típicamente vendrían de distribuidores de bodega, como suministros de mantenimiento o de plomería, suministros eléctricos y lápices y bolígrafos.

Algunas empresas han instituido la contratación de sistemas para materias primas y componentes comprados, con resultados extraordinarios, pero en escala demasiado pequeña para que tenga mucha resonancia.

La contratación de sistemas constituyó el primer reconocimiento de que en el proceso de compras no tiene que haber una relación antagónica entre vendedor y comprador sino que ambos pueden beneficiarse. En las compras JAT buscamos que dicha relación avance un paso más.

La nueva relación que buscamos debe ser duradera y mutuamente benéfica con proveedores mejores pero en menor número. Esta relación lleva consigo cuatro elementos:

Largo plazo

Mutuo beneficio

Menos proveedores

Mejores proveedores

Esta idea nos trae de nuevo a la eliminación del desperdicio. Para eliminar el desperdicio de una inspección de llegada, la empresa deberá invertir mucho esfuerzo, recursos y dinero en la solución de problemas y formar unas bases de confianza mutua con los proveedores. Esto sencillamente no se puede hacer con miles de proveedores, ni se puede hacer si los proveedores varían cada 6 meses, cuando la empresa vuelve a pedir cotizaciones. Solamente es posible si la compañía tiene uno o dos proveedores de cada artículo. Es preciso forjar relaciones que sean de largo plazo, de mutuo beneficio y con menos pero mejores proveedores.

De largo plazo, porque se necesita mucho tiempo para resolver los problemas.

De mutuo beneficio, porque es la única manera de que sean duraderas.

Menos proveedores, porque ninguna empresa dispo-

ne de recursos para hacer tal cosa con muchos proveedores.

Mejores proveedores, porque todo el proceso se basa en la calidad.

### **XEROX: UN EJEMPLO PERFECTO**

Una vez que la empresa ha comenzado a resolver los problemas de la inspección de llegada, no hay límite para la eliminación de otros desperdicios. Se pueden hacer arreglos especiales para eliminar el papeleo y para reducir los costos de transporte, el manejo y los inventarios.

Permítaseme citar a la empresa Xerox como abanderada de las compras JAT. En 1985, la revista *Purchasing Magazine* le confirió la medalla anual de excelencia profesional, en reconocimiento de sus 5 años de duros esfuerzos durante los cuales agilizó notablemente su proceso de compras y modificó sus relaciones con los proveedores.

En 1980, Xerox centralizó su operación de compras y encontró que tenía 5 000 proveedores. En 1985, había reducido esta cifra a 300; a comienzos de 1987 se acercaba a 260, y dicen que la cifra de 150 les parece todavía mejor.

Xerox comenzó a trabajar con sus proveedores en el área de calidad de los procesos de ellos en 1980 o 1981. En 1985, aproximadamente el 75 por ciento de los proveedores de Xerox estaban certificados, indicativo de que ya no era necesario hacer inspecciones de llegada al material. Este 75 por ciento de sus proveedores suministraban más del 90 por ciento de los productos comprados por Xerox.

Xerox también ha llevado registros detallados sobre los problemas de ensamble causados por piezas que todavía

de 5 000 a 300 y de certificar unas 225 de estas compañías, estaba también agilizando su propia operación, de modo que hacia 1985 tenía ya una demanda pareja y repetitiva para sus componentes comprados.

Las cantidades que se recogen cada día son pequeñas: 40 de esto, 60 de aquello. Esto no significa que cada proveedor esté produciendo cada artículo diariamente: algunos sí, pero muchos no.

Sin embargo, a Xerox no se le puede acusar de hacer recaer el inventario sobre sus proveedores; está trabajando activamente con ellos a fin de que produzcan diariamente la cantidad para ese día. Xerox quiere que sus relaciones con estos proveedores sean duraderas y de mutuo beneficio.

Xerox recoge por la tarde aquello que utilizará en la producción del día siguiente y que se despachará al tercer día en forma de bienes terminados.

Considérese cuán sencilla puede ser la vida con estos 110 productos. El camión llega todos los días y se dirige inmediatamente a la zona donde se utilizan las partes. Ya no hay necesidad de un muelle de recepción central ni de una zona de espera. Ya no es preciso inspeccionar las piezas a su llegada; Xerox y sus proveedores han invertido largo tiempo para hacer innecesario este paso. No se necesita depósito ni un sistema de localización. No es necesario escoger y transportar.

El siguiente paso para Xerox era darse cuenta de que el empaque no agrega valor. La empresa solía recibir los productos en cajas corrugadas que se abrían o se rompían y se desechaban. Entonces instituyó el uso de recipientes plásticos que se podían devolver y reciclar — recipientes apro-

be por la tarde, se utiliza al día siguiente y se despacha un día después como bienes terminados, podría aprovecharse el propio computador de la empresa para proceder inmediatamente a tramitar el pago de las 110 partes para los 25 proveedores. El pago dependería del despacho: si Xerox despachó un producto, éste necesariamente tenía sus partes completas.

Xerox está todavía sólo considerando este paso. Es posible que haya aspectos legales y tributarios por allanar antes de que sea posible tomar la medida descrita.

Lo que se debe tener en cuenta, sin embargo, es que Xerox no podría siquiera estar considerando este paso si todavía estuviera tratando con 5 000 proveedores. No podría estar pensando en esto si todavía estuviera recibiendo el producto por cargamentos mensuales, inspeccionándolo, rechazando una parte y guardando otra, almacenándolo en bodegas y sacando cada día la cantidad para ese día; y cuando al quedar sólo las existencias para 2 semanas, llega otro cargamento suficiente para un mes y el proceso comienza de nuevo.

El resultado neto de toda esta actividad ha sido una reducción del 40 al 50 por ciento en general en el precio de los productos comprados. Al mismo tiempo, Xerox ha reducido más del 60 por ciento el costo de las funciones de compra y control de materiales.

Xerox ha ido tan lejos en su razonamiento que está suscitando temor en muchas personas.

El razonamiento es más o menos el siguiente: en 1980 había 5 000 proveedores que presentaban facturas. A comienzos de 1987 había solamente 260. Pronto, quizá habrá apenas 150. Para 25 de los proveedores actuales, se ha

En este punto entra en juego la relación de compras JAT para asegurar que el proveedor siempre ofrezca el mejor precio. Ésta es una de las diferencias más grandes con las compras tradicionales. En el modelo tradicional, el funcionario comprador procura defenderse contra el inevitable intento por aumentar el precio; en la relación JAT, el comprador y el vendedor colaboran activamente para rebajar continuamente el costo del material comprado. Esto debe lograrse sin reducir el margen de utilidad del proveedor, y puede hacerse de varias maneras.

El comprador puede aprovechar los conocimientos técnicos del proveedor sobre su propio proceso para reexaminar la tolerancia y las demás especificaciones a fin de que el producto sea más fácil o más barato de fabricar.

El comprador puede ayudarle al proveedor a poner en marcha la fabricación JAT con el objeto de reducir el desperdicio en su proceso.

El comprador y el proveedor pueden colaborar para que éste participe oportunamente en el diseño de nuevos productos — aprovechando aquí también los conocimientos del proveedor — a fin de diseñar productos que aprovechen materiales y procesos nuevos o más baratos.

Las relaciones ininterrumpidas que se necesitan para resolver problemas y reducir costos y precios en forma tal que se alcancen estas mejoras constantes son algo imposible de lograr si se trabaja con millares de proveedores. Tampoco se pueden establecer tales relaciones si los proveedores cambian cada 6 meses de acuerdo con las nuevas

cotizaciones. Sí se pueden establecer con uno o dos proveedores para cada artículo que la empresa compra.

Lo que se necesita son relaciones a largo plazo y de beneficio mutuo con menos pero mejores proveedores.

### EL MOMENTO OPORTUNO

Las compras JAT deberán involucrarse dentro del proceso de implantación del JAT en un momento específico.

Lo primero es la calidad. El avance desde calidad en la inspección de llegada hasta calidad en la planta de producción del proveedor — certificación — debe comenzar de inmediato, lo mismo que la reducción en el número de proveedores.

Pero el esfuerzo por lograr entregas JAT de los proveedores debe ser lo último, sólo después de que la empresa haya avanzado considerablemente en la implantación del JAT en el interior de sus cuatro muros. La característica clave que una empresa debe lograr antes de proceder a las entregas JAT es una demanda pareja, previsible y segura.

A más de la calidad y la relación con los proveedores, la clave para que Xerox pudiera poner en marcha su ruta de autobús era poder decirles a sus proveedores: recibiremos de ustedes la misma cantidad todos los días durante los próximos 20 días. Para llegar a este punto, una empresa tiene que poner en práctica casi todos los elementos de la producción JAT. La empresa tiene que:

Resolver los problemas de calidad internos y los problemas de averías o fallas de las máquinas.

**MUESTRA 7-1**  
**Análisis del valor agregado**  
**Componente comprado por Xerox**

Actividad	Agrega valor	Distancia de traslado (pies)
1. Pasar al muelle		
2. Esperar en el camión (para verificar recuento de paquetes)		
3. Pasar de camión a carril de flujo (a plataforma de carga)		25
4. Flujo (automático) a la última plataforma de la línea		15
5. Esperar, mover, esperar (distancia de una plataforma cada vez)		20
6. Pasar a empleado de recepción		5
7. Esperar		
Entrada al sistema		
Instrucciones de inspección		
Recibo de papeles		
8. Pasar a estación		25
9. Retirar caja de la plataforma		
10. Abrir caja		
11. Sacar muestra de la caja		
12. Empacar muestra nuevamente		
13. Colocar en plataforma de inspección		
14. Esperar (2-3 horas o hasta llenar plataforma)		
15. Mover (automáticamente) a la banda transportadora de salida del área (lote principal enviado a área de espera)		65
16. Esperar (al camionero)		
17. Mover con montacargas al camión en el muelle de recepción		25

**MUESTRA 7-1 (continuación)**

Actividad	Agrega valor	Distancia de traslado (pies)
18. Esperar		
19. Conducir hacia el edificio 208		3 000
20. Pasar del camión a estante de localización		150
21. Esperar (hasta que la lista de prioridad pida inspeccionar)		
22. Pasar caja a mesa del inspector		50
23. Inspección		
24. Esperar		
Ingreso al sistema		
Entrega del lote original		
25. Devolver a estante de localización		50
26. Esperar (hasta las piezas requeridas)		
27. Pasar al camión		150
28. Esperar		
29. Conducir al muelle de recepción		3 000
30. Pasar a carril de flujo (a plataforma de carga)		25
31. Pasar (automáticamente) a banda transportadora de salida del área		55
32. Esperar (llegada del tren automatizado)		
33. Pasar de banda transportadora al piso		10
34. Apilar de dos en dos		
35. Pasar del piso al tren automatizado		20
36. Esperar (que el tren esté lleno y programado)		
37. Pasar (automáticamente) a estación de ensamble		600
38. Esperar (el montacargas)		
39. Descargar a zona reguladora		25
40. Esperar		
41. Pasar a banda transportadora para entrada a zona de eliminación de basura		120

**MUESTRA 7-3 (continuación)**

Actividad	Agrega valor	Distancia de traslado (pies)
41. Pasar a banda transportadora para entrada a zona de eliminación de basura		120
42. Esperar		
43. Enviar a estación del operario		40
44. Levantar a estación de trabajo		5
45. Eliminar basura y determinar localización		
46. Pasar a la carreta correcta		10
47. Esperar (hasta llenar carreta)		
48. Empujar carreta a borde externo del área		10
49. Esperar (al despachador)		
50. Pasar carreta a pasillo de acceso del carril de flujo		100
51. Pasar caja a sitio correcto en carril de flujo		5
52. Esperar (hasta que el operario lo necesite)		
53. Ensamblar	X	
Distancia de traslado total: 1 065 pies		

**MUESTRA 7-4**

**Resumen del valor agregado después de eliminada la inspección (Certificación)**

Actividad	Número (antes)	Número (después)
Valor agregado	1	1
Esperar	18	11
Trasladar	23	13
Otros	<u>11</u>	<u>5</u>
Total	53	30

**MUESTRA 7-6**  
**Resumen del valor agregado**  
**después de eliminada la inspección y**  
**con ruta de autobús**

Actividad	Número inicial	Número después de calidad	Número después de ruta de autobús
Valor agregado	1	1	1
Esperar	18	11	2
Trasladar	23	13	3
Otros	11	5	0
Total	53	30	6



## CÓMO SE HACE POSIBLE EL JAT: CALIDAD EN LA FUENTE

LA HISTORIA DE HUTCHINSON TECHNOLOGY en la introducción de este libro encierra una lección importante respecto de la calidad. El presidente de Hutchinson conceptuó que el JAT no podría prosperar sino cuando la empresa hubiera mejorado drásticamente su calidad.

La lección es sencilla pero profunda. El JAT solamente podrá tener éxito en una empresa que fabrique artículos de calidad. El JAT no se puede desligar de la calidad en ningún momento. La calidad es lo que hace posible el JAT.

Recuérdese la definición y el propósito del JAT: producción de la cantidad mínima posible en el último momento posible, utilizando un mínimo de recursos, y eliminación del desperdicio en el proceso de producción.

Una empresa que pretenda lograr la fabricación perfecta de un artículo cada vez no tendrá tiempo para rehacer piezas. Si no se fabrica una pieza buena la primera vez, y todas las veces, entonces la producción se detendrá. Sin

producción de calidad, no hay manera de eliminar inventarios.

Como dijimos en el capítulo 1, la eliminación del desperdicio encierra dos facetas: una es el flujo, y la otra es la calidad.

En un ambiente JAT se necesita calidad en la fuente, haciendo hincapié en la necesidad de hacer las cosas bien la primera vez. Hacerlo bien la primera vez no es la manera tradicional de buscar calidad.

La manera tradicional — conocida como evaluación *a posteriori* — consiste en producir un artículo, luego inspeccionarlo, separar los buenos de los malos con la esperanza de que haya suficientes buenos para satisfacer al cliente, y esperar que los malos se puedan salvar. En esta modalidad tradicional, la fuente de calidad estaría en la mesa de inspección.

En la producción JAT, la calidad que se exige es calidad en la fuente, o prevención *a priori*. Ésta hace hincapié en la calidad allí donde está el operario, ante la máquina y en el proceso; calidad donde está el operario del proveedor, la máquina del proveedor o el proceso del proveedor.

Para pasar de la evaluación *a posteriori* a la prevención *a priori* hay que seguir tres pasos. El primero es definir los requisitos. El segundo es controlar el proceso. Y el tercero es mantener el control del proceso.

## **PASO NÚMERO 1: DEFINIR LOS REQUISITOS**

Considero que el principal aporte de Phil Crosby, uno de los gurús de la calidad, es su concepto de cómo los fabricantes occidentales se han desviado en sus ideas de calidad.

Para Crosby, los occidentales definen la calidad erróneamente como perfección, como redondez o belleza, o como algo que realmente no se puede medir y ni siquiera alcanzar. Crosby sostiene que la verdadera definición de calidad es el cumplimiento de los requisitos.

Toda empresa asegura que tiene especificaciones buenas y claras, pero la mayoría no las tienen. Cada vez que alguien diga: "Esto está bastante bueno", debe sonar una señal de alarma. Se trata de una especificación vaga.

Por especificaciones claras no queremos decir que todo deba ceñirse a las mismas especificaciones. El concepto es difícil. Significa que si un Ford Pinto cumple los requisitos de sus clientes tan bien como un Cadillac cumple los suyos, entonces el Pinto es un automóvil de calidad tanto como el otro.

Una vez que se ha aceptado la definición de calidad como cumplimiento de requisitos y no como perfección, se modifica totalmente el concepto de cero defectos. La pregunta ya no es: ¿Es posible elaborar este artículo siempre perfecto, sino que sería: ¿Es posible elaborar este artículo siempre conforme a los requisitos? De esta manera, la calidad se sale del reino de lo casi imposible y se convierte en algo perfectamente accesible.

Hay dos tipos de clientes, y cada uno tiene su propia serie de requisitos. Los consumidores finales, que pagan por los bienes y servicios, constituyen la clientela externa. Pero igualmente importante es la numerosa clientela interna dentro del proceso.

La calidad total es más que la calidad de un producto despachado al cliente. La calidad total es el resultado final de toda una serie de actividades. Para asegurar que el pro-

ducto despachado sea bueno siempre, es necesario que existan relaciones de calidad total entre empleados y clientes, así como entre empleados y proveedores, y, lo que es igualmente importante, entre empleados y empleados.

La calidad debe ser la meta final de todos los funcionarios: del vendedor, del representante de servicios al cliente, del ingeniero de diseño, del gerente de mercadeo y del gerente de recursos humanos.

Un aspecto principal de la implantación de un programa de calidad es establecer vínculos de trabajo más estrechos entre un departamento y otro. Los departamentos no suelen comunicarse con frecuencia entre ellos y no hay confianza mutua. A veces los ingenieros fijan tolerancias y especificaciones más rígidas porque no creen que el departamento de producción se esforzará plenamente por cumplirlas. Por su parte, producción recuerda las ocasiones en que no ha cumplido las especificaciones y las cosas han salido bien. La tendencia natural en este caso es tomarse libertades adicionales incumpliendo las especificaciones actuales.

Este conflicto entre ingeniería y producción es común en el Occidente. Hay un muro casi palpable entre los dos departamentos: esto lleva a la idea de que los ingenieros diseñan un producto y lo lanzan sobre el muro para que se fabrique. El departamento de producción se enoja por las especificaciones de diseño irrazonables, y el de ingeniería se enoja igualmente con los "tontos" del departamento de producción que no son capaces de fabricar algo de acuerdo con sus especificaciones.

Los japoneses han resuelto el problema dándole la vuelta: asignándole la carga de la prueba a ingeniería, por

así decirlo. Los japoneses dan por sentado que cuando algo resulta difícil de fabricar, es porque ha sido mal diseñado. Otra práctica japonesa es que cuando se está introduciendo un producto nuevo, los encargados de su desarrollo acuden a la instalación fabril durante los primeros 90 días, y sólo abandonan el producto cuando el proceso fabril es aceptable, se han identificado las características clave, y se han establecido y están bajo control los cuadros de verificación del proceso sobre las características clave. En realidad, producción e ingeniería son clientes recíprocos y deben conocer los verdaderos requisitos del otro a fin de poder diseñar o fabricar el artículo correctamente desde la primera vez.

## **PASO NÚMERO 2: CONTROLAR EL PROCESO**

El segundo paso en el camino hacia la prevención es lograr el control sobre el proceso. Este control encierra dos elementos. El primero es la participación del operario, porque éste es clave para la calidad. El segundo elemento es la solución de problemas. La solución de problemas comienza con la recopilación de datos, a fin de conocer la verdadera magnitud del problema. La participación del operario comienza cuando se logra que éste sea su propio inspector y que intervenga en la recopilación de datos para identificar problemas. Como en todo proceso se presentan problemas, siempre habrá necesidad de resolverlos.

Para resolver problemas hay una manera correcta y una manera incorrecta.

La manera correcta es utilizar todos los medios de diagnóstico que sean necesarios para hallar la causa o cau-

sas fundamentales del problema, de modo que el paso final en la solución sea preguntar: ¿Qué se puede hacer para que nunca se necesite resolver este problema de nuevo? La prueba de que se ha encontrado la causa fundamental es que sea posible eliminar y generar de nuevo el problema. La naturaleza humana es renuente a generar el problema nuevamente, pero si la empresa no puede hacerlo, jamás sabrá si llegó a la causa fundamental.

La manera incorrecta, y mucho más común, de resolver un problema es a escopetazos, procurando por todos los medios que el problema desaparezca; pero incluso si éste desaparece, nadie sabe qué lo hizo desaparecer. La empresa se contenta con poder reanudar la producción.

Existen diversos medios y técnicas de diagnóstico para encontrar las causas fundamentales. En 1986, el autor y sus colegas, en una reunión de trabajo, señalaron casi 100 técnicas suficientemente formales como para tener una denominación.

Dichas técnicas van desde lo muy sencillo, como análisis ABC y análisis de matrices, hasta lo muy complejo, como experimentos diseñados.

En la mayoría de las industrias, nuestra experiencia ha sido que aquellas técnicas que están al alcance de los empleados de la fábrica serán apropiadas para aproximadamente el 85 por ciento de los problemas. Solamente el último 15 por ciento de los problemas precisarán el concurso de ingenieros de calidad, estadísticos y otros especialistas.

definir los requisitos, omiten el paso de controlar el proceso mediante la solución de problemas, y se precipitan de inmediato al CEP. Terminan así tratando de mantener bajo control algo que desde el principio nunca lograron controlar.

El CEP también resulta sumamente apropiado cuando se trata de problemas de dimensión: problemas fáciles de medir, como longitud, tamaño o tolerancia. La mayoría de las empresas encuentran muchos problemas de calidad que no son de índole dimensional sino que se refieren más a calidad de elaboración o que son problemas esporádicos, como piezas identificadas incorrectamente, falta de alguna operación, rebabas, contaminación o montaje incorrecto de los equipos.

La autoprotección, el tercer método para mantener controlado el proceso, es más apropiada para este tipo de problemas de calidad.

La autoprotección es encontrar cómo facilitar la elaboración correcta de algo, y dificultar o imposibilitar la elaboración incorrecta. Hace mucho tiempo, los científicos sociales demostraron experimentalmente que, dado un procedimiento correcto y otro incorrecto, la gente invariablemente elige el correcto *si es tan fácil de cumplir como el incorrecto*. La autoprotección se puede aplicar en la etapa de inspección, en el proceso mismo o en el diseño del producto.

Una inspección autoprotegida detectaría un defecto y accionaría señales — luces o un timbre — para advertir que se ha producido una pieza defectuosa.

Un proceso autoprotegido es el que se verifica a sí mismo antes de comenzar una operación o durante el proceso, a fin de evitar los defectos antes que ocurran. Hay

accesorios de autoverificación que no se apagan si el montaje no está correcto. Cierta compañía que produce artículos de consumo colocó mecanismos sensibles al tacto debajo de cada una de las cuatro pilas de documentos que tenían que empacarse con cada artículo, de modo que si el operario no tomaba un documento de cada pila la caja no continuaba su ciclo hacia la siguiente operación.

La autoprotección en el diseño del producto consiste en diseñarlo de manera que sea "fabricable". Todos los artículos se diseñan con el cliente en mente. La autoprotección tiene en cuenta también a los operarios y al proceso fabril, y diseña un producto fácil de fabricar correctamente.

Hace algunos años, cierto fabricante de automóviles tuvo que recoger sus vehículos porque en varios de ellos se había instalado al revés un deflector del tanque de gasolina. La empresa aprovechó la oportunidad para autoproteger el tanque con un nuevo diseño. Rediseñó las orejas de instalación haciéndolas asimétricas, de modo que un deflector colocado al revés no entraría.

En muchas empresas, la autoprotección se convierte en elemento casi igualitario con el CEP.

## **LA RELACIÓN ENTRE JAT Y CALIDAD**

Si bien el JAT no es imprescindible para que haya calidad, sí mejora los resultados de cualquier esfuerzo en pro de la calidad, tanto en los aspectos conceptuales como en los prácticos. Todo aquello que logra el JAT en cuanto a equilibrio y flujo, eliminación de desperdicios y fomento del principio del mejoramiento continuo, le ayudará a la empresa a lograr la calidad total más pronto.

El lema tradicional de la calidad total ha sido: hacerlo bien la primera vez. Ahora se está pensando que esto no basta, y la gente está modificando el lema para decir: hacer bien lo apropiado la primera vez. Sin embargo, no parece haber seguridad sobre qué es lo apropiado.

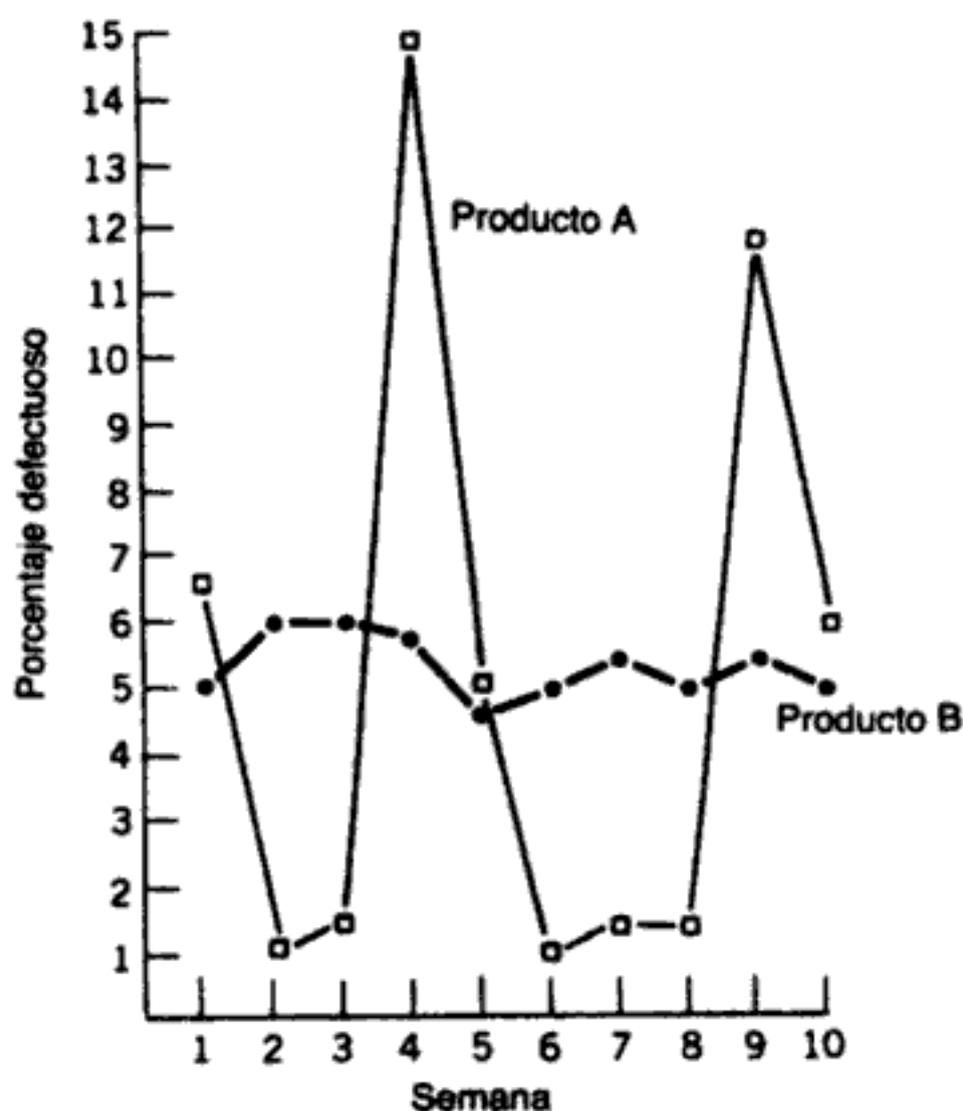
Aquí es donde el JAT puede hacer un importante aporte a la calidad total: define lo apropiado como aquello que agrega valor. Por ejemplo, en el análisis reciente de cierto proceso se había determinado que entre el 18 y el 20 por ciento de las actividades y del costo de cierto proceso se debían a que no se había hecho bien la primera vez. La oportunidad total de calidad era del 18 al 20 por ciento.

El análisis del mismo proceso desde el punto de vista del JAT mostró que las actividades que no agregaban valor eran nada menos que el 80 por ciento. El JAT serviría para eliminar cuanto fuera posible de aquel 80 por ciento, y con el concepto de calidad total se trataría luego de hacer correctamente la primera vez el 20 por ciento restante.

## DÍA A DÍA

Para su implantación día a día en la fábrica, el JAT necesita que la calidad le dé un proceso previsible. A la larga, para que el JAT sea perfecto, la empresa necesitará una calidad perfecta. Mas para su implantación inicial, lo que el JAT necesita es no tanto un proceso perfecto sino uno previsible.

La figura 8.1 muestra lo que es un proceso previsible. Tanto el producto A como el producto B tienen ciertos defectos que sumados llegan a generar una pérdida aproximada del 5 por ciento.

**Figura 8.1**

El producto B no es perfecto, pero sí es previsible, pues sus pérdidas siempre son de un 4 1/2 a un 6 por ciento, mientras que el producto A no es previsible, porque sus pérdidas en promedio son del 5 por ciento, aunque hay períodos de pérdidas bastante mayores.

El JAT se puede implantar en torno al producto B gracias a que éste es previsible. Todo intento por establecer el JAT alrededor del producto A acentuaría las dificultades y los problemas asociados con los períodos de grandes pérdidas. En el caso del producto A, será preciso resolver primero los problemas de calidad, aplazando el JAT hasta que se haya logrado cierto grado de previsibilidad.

Este ejemplo se vale del rendimiento para demostrar el argumento, pero también se requiere previsibilidad en otros aspectos, como el tiempo activo de las máquinas y el proceso mismo.

Las compañías que tengan problemas de calidad que exigen solución antes de poner en marcha el JAT deberán cuidarse de no insistir en la calidad perfecta antes de implantar el JAT. Recuérdese que solamente se necesita que el proceso sea previsible. Además, no es necesario que todo el proceso sea previsible para implantar el JAT en una parte del mismo.

## **LO QUE EL JAT APORTA A LA CALIDAD**

Específicamente, el JAT aporta varios elementos especiales a un ambiente de calidad total/JAT. Estos elementos reducen el índice de defectos y el costo de la calidad, y generan un ambiente más propicio para la solución permanente de problemas. Dichos aportes del JAT son:

Retroinformación inmediata

Operación más lenta

Interrupción del proceso

### **Retroinformación inmediata**

Para entender el concepto de retroinformación inmediata, piénsese en la línea de ensamble de Henry Ford antes de que fuera una línea de ensamble. La operación 1 se cumplía dos semanas antes de la operación 2, y ésta se cumplía el día anterior a la operación 3. Cada operación está produciendo artículos en cantidad para un mes.

Si la operación 3 encuentra que las primeras piezas que trata de utilizar están defectuosas, y que el defecto ocurrió durante la operación 1, tendrá dos problemas.

Uno es que tendrá la cantidad de piezas equivalentes a un mes de trabajo para inspeccionar, y luego rehacer o desechar.

El otro es que ya se han borrado las huellas. El defecto surgió dos semanas antes, y la operación 1 ya ha cambiado y está fabricando otro artículo. Resulta sumamente difícil averiguar exactamente qué pasó y llegar a la raíz del problema.

Ahora bien, una vez aplicado el JAT, este tipo de problema de calidad no se detecta a las dos semanas ni al día siguiente, sino en cuestión de minutos. Ahora, en vez de un lote completo de piezas con defectos, solamente habrá defectos en las pocas piezas que se fabricaron en unos minutos. Además, al detectar los problemas pocos minutos después de que surgen (y mientras siguen ocurriendo), en vez de semanas más tarde, es más fácil llegar a la causa fundamental de los mismos y hallar soluciones permanentes con las cuales no volverá a ser necesario resolver los mismos problemas.

Por otra parte, en un ambiente JAT, como cada operación sucesiva constituye en potencia una inspección del 100 por ciento de las operaciones anteriores, se pueden eliminar las operaciones de inspección realizadas separadamente después de las otras operaciones. Con esto se elimina no solamente el costo de las actividades que no agregan valor, sino que se logra una revisión de calidad más completa.

### **Operación más lenta**

Como se ha demostrado, un ingrediente principal del JAT es la operación de la maquinaria no a su velocidad máxima sino al ritmo de la demanda del producto. La desaceleración de los equipos casi siempre hace más previsible el proceso.

Estos beneficios se derivan tanto al reajustar las velocidades y la alimentación, como cuando la máquina espera determinado tiempo entre ciclos sin modificación de las velocidades ni de la alimentación.

Dichos beneficios toman las siguientes formas:

Menor índice de defectos

Menos variabilidad (producción dentro de límites de control más estrechos)

Mayor duración de las herramientas

Menos fallas de los equipos

Esto contribuye a hacer más previsible el proceso, característica esencial para el éxito sostenido del JAT.

### **Interrupción del proceso**

Otro ingrediente principal del JAT es la interrupción del proceso cuando surgen problemas. Como se ha dicho antes, detener el proceso no es lo peor que puede suceder, como lo ha creído la industria tradicional. Hay dos cosas aun peores, que son fabricar una pieza defectuosa y dejar que suceda otro problema sin encontrarle solución permanente.

La interrupción del proceso debe utilizarse para crear la suficiente molestia que asegure que al problema se le presta la atención adecuada, de manera que las “dos cosas aun peores” mencionadas antes no vuelvan a ocurrir.

## **EL JAT IMPONE NUEVAS PRÁCTICAS DE MANTENIMIENTO**

Un elemento clave para asegurar que el proceso sea previsible es el buen funcionamiento de los equipos. Las empresas que se proponen implantar el JAT se dan cuenta de que sus actuales prácticas de mantenimiento no lo están fomentando. Muchas firmas han buscado en el mantenimiento preventivo el medio para resolver sus problemas de funcionamiento de las máquinas.

Sin embargo, el mantenimiento preventivo es sólo una parte de lo que se necesita, que es mantenimiento productivo total (MPT). Quienes piensan que pueden resolver todos los problemas de seguridad de la maquinaria por medio del mantenimiento preventivo son como las empresas convencidas de que el CEP sirve para resolver todos los problemas de seguridad del producto. El mantenimiento preventivo es frente al mantenimiento productivo total lo que el CEP es frente a la calidad total.

El JAT obliga a la empresa a hacer mantenimiento productivo total, a fin de imponer un ambiente previsible en lo relacionado con la maquinaria. Mantenimiento productivo total es una expresión que fue ideada por General Electric en los años 50, pero que desde entonces se ha descuidado lamentablemente en Norteamérica. Algunas empresas japonesas de avanzada sí la han acogido.

La filosofía es paralela a la de calidad total. Mientras que la calidad total pasa de hacer énfasis en la inspección, la selección y la repetición de piezas defectuosas a hacer énfasis en la prevención, el mantenimiento productivo to-

costos de mantenimiento y de alistamiento sumados a los costos generales de la máquina a lo largo de su vida útil.

### **Mantenimiento correctivo**

El mantenimiento correctivo se refiere a la modificación de la máquina una vez recibida, según el uso que se le va a dar en la empresa; también se refiere a la aplicación del concepto del mejoramiento continuo. Si al equipo se le hace mantenimiento correctivo cada año, entonces el equipo debe ser mejor y más eficiente cada año. Según el concepto tradicional, los equipos se deterioran año por año hasta que se vuelven inutilizables y es necesario reponerlos.

### **Mantenimiento preventivo**

El concepto de mantenimiento preventivo debe ser claro para todos. Pero en un medio en que hay mantenimiento productivo total, el mantenimiento preventivo es apenas uno del total de seis componentes que forman el todo.

### **Mantenimiento contra averías**

Respecto del mantenimiento contra averías, hay dos puntos principales.

Uno se refiere a la participación significativa de los operarios. Para cumplir el requisito de que los operarios participen cada vez más en el mantenimiento contra averías, es preciso que haya un fuerte componente de capacitación. Los operarios tienen que aprender técnicas de primeros auxilios y, con el tiempo, técnicas más complejas de mantenimiento contra averías.

El otro aspecto del mantenimiento contra averías es la insistencia en la solución permanente de los problemas.

Se trata de hacer siempre la pregunta: ¿Qué hay que hacer para que la falla nunca vuelva a presentarse? Éste es un aspecto principal de la filosofía según la cual el equipo irá mejorando con el tiempo.

### **Registros**

El componente final del mantenimiento productivo total es llevar registros. Los operarios participan activamente en la tarea de registrar datos sobre problemas, averías y costos. Estos registros serán la base para tomar decisiones sobre selección de equipos nuevos, pues ayudan a identificar los problemas existentes que hacen necesario el mantenimiento preventivo, y a analizar qué tipos de problemas justifican un nuevo diseño o el mejoramiento de parte del equipo.

Debe ser claro que entre la calidad total y la filosofía JAT existe una relación singular. El alcance y la rapidez con que una empresa puede implantar las técnicas JAT dependen de la previsibilidad del proceso. Por este motivo, muchas veces se necesita un esfuerzo de calidad total que haga previsible — no necesariamente perfecto — el proceso fabril para que se pueda poner en marcha la producción JAT. Afortunadamente hay un acuerdo recíproco: el JAT agiliza y facilita muchísimo la implantación de la calidad total.

# 9

## UNA NUEVA ASOCIACIÓN: JAT Y PRM

LA PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS de material (PRM) y luego la planeación de recursos fabriles (PRF) venían evolucionando en los Estados Unidos desde 1960. Mientras tanto, las empresas de avanzada en el Japón impusieron un concepto más integrado del JAT. Lamentablemente, muchas personas han pensado que la PRM y el JAT son dos cosas que compiten y chocan entre sí. Conviene dejar a un lado las controversias. Lo que interesa ahora es entender qué hay detrás de estas dos ideas y reconocer que una y otra son aportes valiosos a una estrategia de producción coherente, y que son conceptos y técnicas enteramente compatibles que bien pueden unificarse para lograr resultados todavía mayores que cuando se aplican aisladamente.

Mientras los japoneses reunían los conceptos JAT en una estrategia de producción coherente, la sociedad APICS en los Estados Unidos reunió las herramientas desintegradas de su disciplina — punto de nuevo pedido (PNP), cantidad de pedido económico (CPE), planeación de requerimientos de material (PRM), planeación de requerimientos

de distribución (PRD), planeación de requerimientos de capacidad (PRC), control en la fábrica (CF) y otras — dentro de una estrategia coherente de plantación, programación y control (PRF).

Pero antes del advenimiento del JAT en el escenario occidental, no había una estrategia de producción paralela para implantar los rápidos avances en las estrategias de mercadeo y productos. Como consecuencia, no había un marco de producción en el cual se pudiera colgar la PRF. El personal de recursos técnicos que se ha puesto a disposición del departamento de producción ha sido, con demasiada frecuencia, personal constituido por mecánicos tecnistas que ven las partes del todo pero que no comprenden el tema globalmente ni logran ajustar todas las técnicas y toda la mecánica dentro de un marco conceptual que conduzca a la operación más rentable.

El conflicto entre la PRM y el Kanban (operaciones eslabonadas) es un ejemplo: los planificadores discuten sobre técnicas, dejando de lado el proceso fabril, y no captan cuándo está indicado lo uno o lo otro.

Hay quienes sostienen que el JAT debe suplantar a la PRF. Sin embargo, la PRF no debe desecharse sino aprovecharse más inteligentemente en relación con el JAT. Gran parte de la PRF se puede simplificar desde su concepción original en los talleres de fabricación por pedidos, a fin de amoldarla al ambiente JAT. La PRF representa la estrategia de planeación y programación más completa que se haya desarrollado hasta la fecha, y es un complemento necesario para la implantación de una estrategia de producción. Además, muchas funciones de la PRF se necesitan como puentes hacia el ambiente JAT.

1975 formularon una serie integral de técnicas con ayuda del computador. Estas técnicas se integraron luego dentro de una estrategia de planeación y programación para todo tipo de industria.

La planeación de recursos de producción consta de tres actividades:

Administración de la demanda

Administración de la oferta

Administración de la capacidad

Estas actividades se cumplen en dos fases: planeación y ejecución.

La función básica de la administración de la demanda es controlar las proyecciones de ventas y los pedidos de los clientes.

La función básica de la administración de la oferta es controlar la planeación y la programación tanto en las fases de planeación como de ejecución. La administración de la oferta abarca tres niveles de programación:

Planeación de la producción

Programación maestra

Planeación de requerimientos de material (PRM)

La administración de la oferta incluye el control en la fábrica y el control de los proveedores en el cumplimiento de los plazos.

La función básica de la administración de la capacidad es identificar y resolver las restricciones a la capacidad dentro de las fases de planeación y ejecución.

La figura 9.1 representa la PRF como una matriz de estas funciones, dividida en las fases de planeación y ejecución.

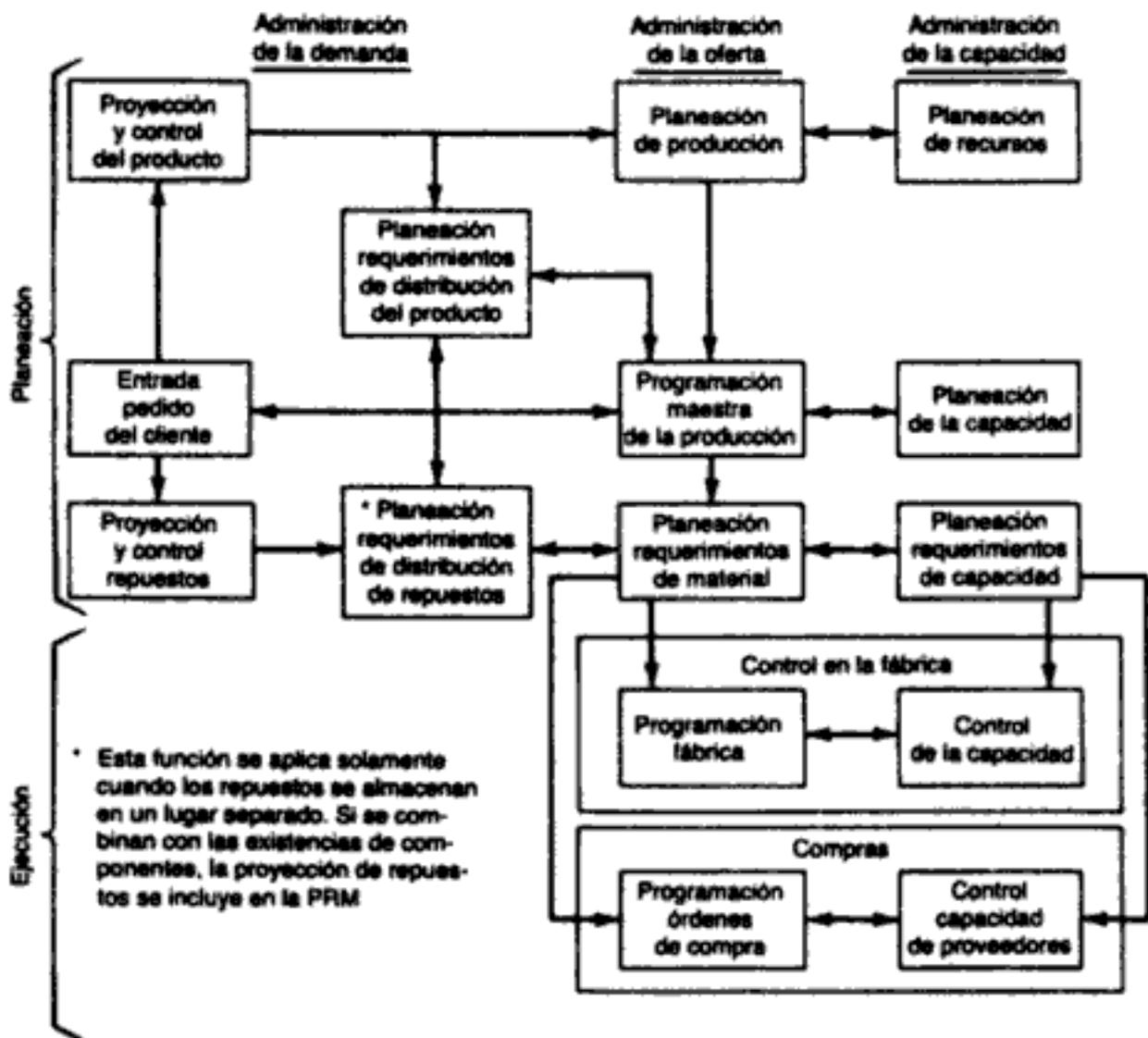


Figura 9.1

La mayoría de las publicaciones que tratan del JAT omiten estas actividades, tal vez dando por supuesto que existen. Sin embargo:

La administración de la demanda es una necesidad en toda estrategia de producción, cualquiera que sea el sistema de programación utilizado.

Igualmente, toda operación fabril tiene que contar con un plan de producción y con un programa maestro.

La planeación de la capacidad es de importancia creciente para sincronizar mejor las operaciones con la carga impuesta a la producción por el programa maestro.

La unión crítica de la planeación y la ejecución se sitúa en la función PRM. Si la PRF se reconoce como una estrategia de planeación y el JAT como una estrategia de ejecución, entonces la PRM viene a ser la unión JAT/PRF.

En la PRM hay seis elementos:

Saldo disponible

Tamaño de lotes

Existencias de seguridad

Tiempo de producción

Requerimientos brutos (plan de demanda)

Recibos programados/pedidos planeados (plan de oferta)

La figura 9.2 muestra un resultado típico de la PRM, que en el concepto PRF tradicional es un sistema de planeación y programación de material. No solamente planea los requerimientos de material sino que mantiene la fecha de entrega para cada pedido de componentes, de tal modo que cada pedido llegue “justo a tiempo” para que lo utilice el siguiente nivel, que al final es el artículo programado por el programa maestro de producción.

En los conceptos PRF tradicionales hay tres niveles de programación:

Programa maestro: cantidad y fecha para terminar los artículos finales.

Planeación de requerimientos de material: programación de fechas de comienzo y finalización de componentes y materias primas que dependen del programa maestro.

## Resultados de PRM

Planeación requerimientos brutos a netos: ensamble de lentes

DISP. = 30 ES = 10 TP = 4 semanas TC = 9 semanas CP = 4 periodos

	En mora	1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimientos dependientes				60				50	
Requerimientos independientes		10	10	10	10	10	10	10	10
Requerimientos brutos		10	10	70	10	10	10	60	10
Recibo pedido			100*				90**		
Disponible proyectado	20	10	100	30	20	10	90	30	20
Entrega pedido			90				100		

\* Recibo programado

\*\* Pedido planeado

Figura 9.2

Control en la fábrica: programación de las operaciones que se le hacen a un componente entre las fechas de comienzo y finalización de la PRM; también se denomina secuencia por prioridades.

Ahora bien, el JAT hace innecesario ejercer control en la fábrica, pues las piezas van del comienzo al final en menos de un día. La programación maestra no sólo sigue siendo necesaria en el JAT sino que se hace más refinada. La PRM no desaparece pero sí se hace cada vez más sencilla.

En la producción JAT se tiene un programa dedicado a:

Eliminar el saldo disponible, pasando los componentes acabados directamente al siguiente usuario sin que entren ni salgan del almacén.

Eliminar la determinación de tamaños de lotes, reduciendo el almacenamiento hasta el punto en que un lote formado por una unidad no genere cargas por concepto de tiempo de fabricación.

Eliminar las existencias de seguridad, al quitar todas las causas que las hacían necesarias.

Reducir el tiempo de producción, acelerando el paso del producto por la fábrica y eliminando las causas que generan tiempo de traslado y de espera.

Emparejar los requerimientos brutos, fabricando solamente lo que se necesita.

Eliminar cualquier diferencia entre los requerimientos (demanda) y los pedidos (oferta), al eliminar los tamaños de lotes y sincronizar la producción con el programa maestro.

La figura 9.3 muestra los resultados de la PRM luego de que el JAT ha producido sus efectos. La eliminación de los tamaños de lote en el programa maestro ha emparejado la demanda dependiente. La línea de la demanda (requerimientos brutos) será igual a la línea de la oferta (recibos programados), y los “requerimientos netos” desaparecen.

Al desaparecer el tiempo de producción, la PRM es demasiado lenta para programar, y entra en juego el eslabonamiento de las operaciones — en el cual las operaciones se programan unas a otras —. ¿Sigue siendo necesaria la PRM?

Desde luego que sí. Primero, porque se necesitarán

**Resultados de PRM  
en la producción JAT**

Planeación requerimientos brutos a netos: ensamble de lentes

DISP. = 0    ES = 0    TP = 1 día    TC = 2 semanas    CP = 1 pieza

	En mora	1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimientos dependientes		15	15	15	15	14	13	12	12
Requerimientos independientes		10	10	10	10	10	10	10	10
Requerimientos brutos		25	25	25	25	24	23	22	22

**Figura 9.3**

años para alcanzar una eficiencia total (Toyota demoró 15 años), y en ese tiempo se necesitará una buena metodología de programación (PRF).

En donde el JAT pueda aplicarse completamente, la PRM se simplifica más y sirve de instrumento de transición hasta que su función de programación desaparezca al hacerse factible el eslabonamiento de operaciones. Pero incluso con una producción JAT completa, siempre será necesario generar requerimientos brutos, fraccionando el programa maestro de producción mediante una lista de materiales, con el fin de planear materiales (proveedores) y como aporte a la planeación de la capacidad (producción).

Además, la PRM se diseñó para los talleres de fabricación por pedidos, mientras que el JAT se generó en un ambiente de fabricación repetitivo. Algunas instalaciones o productos que tienen características de los talleres de fabricación por pedidos quizá nunca resulten adecuados para la aplicación plena del JAT.

Todos los programas de computador que se consiguen hoy para PRM precisarán modificaciones. El sistema

tendrá que considerar días u horas en sus análisis, y tendrá que calcular los tiempos de producción en otra forma. Tendrá que trabajar sin órdenes de producción y sin depósitos como puntos de control. También tendrá que poder distinguir entre las piezas o productos JAT y los que todavía no lo son.

A fin de integrar la producción JAT con la PRF, los fabricantes tendrán que continuar las actividades de planeación que son parte de la PRF.

Cuando el JAT y la PRF se pongan en práctica conjuntamente, la programación maestra será más refinada. La planeación de requerimientos de material se simplificará. Además, el control en la fábrica será innecesario. Recuérdese que ni siquiera un JAT perfecto hará nula la utilidad de la PRM.

## IMPLANTACIÓN DEL JAT: PAPEL CRUCIAL DE LA ADMINISTRACIÓN

ENTENDEMOS YA LOS ELEMENTOS técnicos de la producción JAT; ahora la pregunta es cómo hacerla realidad. Las empresas occidentales presentan muy diversos grados de éxito en sus esfuerzos por implantar el JAT. Entre las empresas con las cuales trabajamos en Rath & Strong vemos dos variables principales que señalan la diferencia entre el éxito total, el éxito parcial y el fracaso. Una es la razón por la cual se adopta el JAT en una empresa. La otra es si la compañía aborda el proceso de implantación en una forma estructurada.

Las empresas con mejores resultados son las que procuran imponer el JAT para responder a los desafíos externos: ganar o conservar una participación en el mercado, mejorar la calidad y reducir el precio. Estas compañías buscan que su fabricación sea un arma estratégica en el mercado.

Otras empresas piensan en el JAT como una herramienta para reducir costos, agilizar el proceso fabril y, por

consiguiente, aumentar sus márgenes de utilidad. Éstas logran algún éxito en la implantación del JAT, pero notoriamente menor que las firmas que buscan un arma de fabricación verdadera.

Las empresas con los peores resultados son aquéllas que piensan en el JAT simplemente como un método para reducir inventarios.

¿Por qué las empresas que consideran el JAT como un medio de hacer de la fabricación un arma estratégica tienen más éxito que otras compañías?

Porque este modo de ver las cosas genera un ambiente mucho más positivo para todos los que participan en el proceso. Si el objetivo es lograr una ventaja en el mercado — en realidad, aumentar el mercado al convertir la fabricación en un arma estratégica — los beneficios del JAT son más obvios y el clima más propicio para hacerlos realidad. Si las motivaciones son reducir el inventario y disminuir los costos, las personas suelen ver en el JAT una amenaza para su cargo y para su posición en la empresa.

Recomendamos la implantación del JAT en una forma específica y estructurada, en tres fases y seis pasos; este proceso comienza al llegar a una decisión sobre por qué se adopta el JAT. Esta fase, que tiene que ver con la importantísima pregunta del porqué, la llamamos fase de preparación.

De allí, el proceso pasa a definir cómo se va a estructurar y a administrar su implantación. Esta es la fase que llamamos de organización. Por último, el proceso sirve de guía para la implantación paso por paso mediante la realización de proyectos experimentales; más tarde, para la implantación proyecto por proyecto, para la educación y, por

- Una visión del proceso físico
- Una visión del clima organizacional
- Una visión del mercado

Para la visión del proceso físico, las directivas deben formular una idea de cómo podría y debería ser la empresa dentro de 3 a 5 años en el ordenamiento físico de la instalación fabril y en el flujo de los materiales por los procesos de compra, fabricación y distribución. Esta visión debe ser lo bastante específica para poderse cuantificar; las directivas deben ser capaces de responder preguntas como las siguientes:

- ¿Qué desperdicios actuales se van a eliminar? ¿Qué costos se reducirán y en qué valor? ¿Cómo fluirá el producto?
- ¿Dónde habrá celdas de maquinaria, sistemas de hilar, etc. ?
- ¿Cuáles serán los tiempos de alistamiento de máquinas? ¿Cuáles serán los tiempos de fabricación? ¿Cuántos proveedores clave habrá? ¿Con qué frecuencia harán entregas ellos? ¿En cuánto tiempo entregarán?
- ¿Qué artículos se recibirán directamente en el punto de utilización?
- ¿Con qué rapidez se atenderán los pedidos de los clientes? ¿Qué artículos podremos producir cada día, cada dos días, cada semana?

La visión del clima organizacional es una idea de cómo tendrá que ser éste para que el JAT se haga realidad.

En la visión del mercado, las directivas deberán convertir su visión cuantificada del proceso físico en un esque-



**Figura 10.3**

ma mental de una serie de posibles oportunidades en el mercado para adelantarse a la competencia. Éstas incluyen:

- Entregas más rápidas
- Entregas más frecuentes
- Mejor servicio al cliente
- Más variedad de productos
- Menor precio
- Mejor calidad

Luego, la empresa deberá efectuar la transición desde estas visiones hasta una estrategia coherente para desarrollar su potencial de manera selectiva. Deberá analizar qué capacidades de las que adquirirá con el JAT podrá aprovechar en el mercado, y qué capacidades son más importantes para qué clientes o para qué mercados.

vo debe dirigir. Debe convertir los temas de la visión en prioridades de más corto plazo; debe garantizar que se formulen y se ejecuten las directrices y los programas apropiados, y medir los resultados. El grupo debe fijar un plan para los 12 a 18 meses siguientes, que guíe a la organización hacia las oportunidades indicadas en la evaluación JAT.

2. El facilitador debe ser una persona accesible y de confianza, cuya función principal sea garantizar que el esfuerzo JAT siga su marcha y que se alcancen tanto los objetivos a corto como a largo plazo. El facilitador debe ser facultado por las directivas para garantizar que el JAT despegue sobre bases sólidas y positivas.

Considerando el papel especial que corresponde al facilitador, esta persona debe tener ciertas características como la capacidad para poner en marcha una cosa, para dejar que otros ejerzan influencia y la lleven adelante, y que no se preocupe por que le reconozcan su mérito.

3. Es preciso formar grupos de proyecto que se encarguen de cada proyecto piloto, y que luego se encarguen de cada uno en la implantación del JAT proyecto por proyecto. Cada grupo tendrá una carta constitutiva específica que defina su tarea dentro de la implantación del JAT. Los grupos deben estar compuestos por miembros de la administración superior e intermedia, así como por empleados de la fábrica — los que pondrán en práctica los cambios.

Cada grupo debe tener una meta específica y de límites definidos: cambiar una técnica o resolver un problema. Se escogerán inicialmente proyectos que le ofrezcan al grupo la mejor oportunidad para aprender y la mayor posibilidad de éxito. Si el proyecto arroja resultados significativos por el tiempo y la energía invertidos, y si se refieren a una necesidad urgente, tanto mejor.

4. Los jefes de grupos de proyectos tendrán que servir tanto de administradores del grupo como de enlaces con el comité directivo. Aunque los grupos generalmente se reunirán sólo una vez a la semana durante un par de horas, el jefe deberá tener disponibles unas 6 horas adicionales para trabajar por el grupo, de tal manera que su próxima reunión sea productiva y que el proceso siga su marcha.

### **La tercera fase: puesta en marcha del plan**

Las dos primeras fases del proceso JAT han de ser impulsadas por el más alto de los funcionarios ejecutivos. La responsabilidad no se puede delegar. Pero en esta tercera fase, las cosas son diferentes. A medida que el comité directivo se afirma y cumple su misión, la fase restante de la implantación del JAT tomará forma. En esta fase final, el papel de las directivas se modifica. Aquí les corresponde guiar y no dirigir, facilitar y no impulsar, a medida que el personal de toda la organización va haciendo suyo el esfuerzo.

La tercera fase comprende tres pasos:

Proyectos piloto e implantación proyecto por proyecto.

menta la actividad individual a expensas de la colaboración y del trabajo en equipo, el JAT no será duradero.

Esto significa también que será preciso adaptar las normas comerciales, aquellas declaraciones de principios y políticas que tienden a fomentar o a debilitar determinados comportamientos, para que se amolden a los principios del JAT.

## LÍNEAS Y CÍRCULOS

Cuando se empezó a diseñar este proceso de tres fases y seis pasos para la puesta en marcha de la metodología JAT, lo visualicé como un proceso lineal en el cual era preciso completar una fase antes de emprender la siguiente. Pero este esquema mental pronto me planteó un problema.

Hay dos razones principales por las cuales el esquema lineal de la implantación del JAT resulta insuficiente. (Ver figura 10.4.)

Una es que la progresión lineal implica que al llegar al final el proceso habrá terminado. Con el JAT, esto no es así. El ideal del mejoramiento constante no se aplica solamente a un proceso físico sometido al JAT, sino también a la puesta en marcha del JAT.



Figura 10.4. El proceso JAT

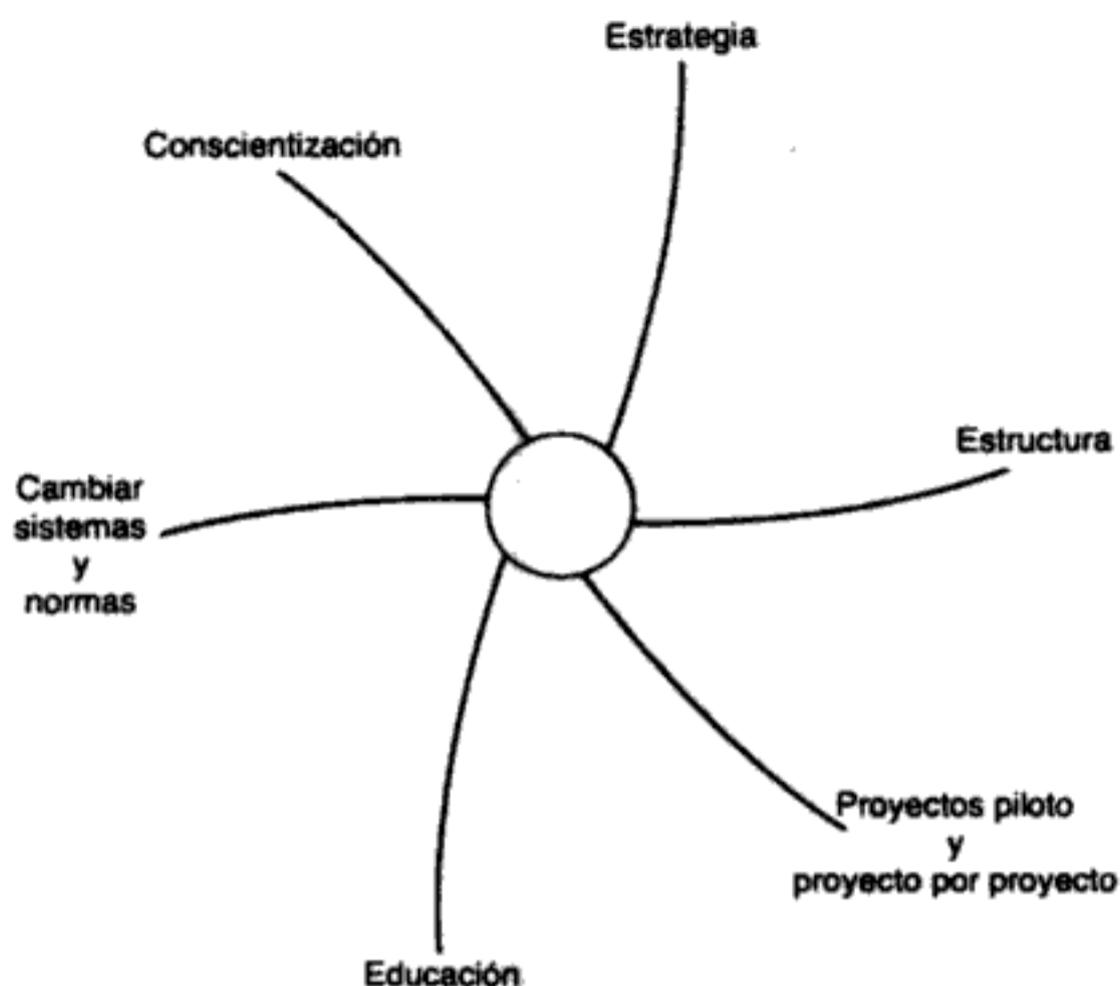
Recuérdese que los pasos de educación e institucionalización son en realidad el paso de conscientización para la siguiente generación de empleados de la empresa que se vinculen al proceso JAT.

Nótese que al final del sexto paso — la institucionalización — dijimos que una de las metas es lograr que más personas en la organización piensen cómo el JAT podría ayudar a las estrategias de la compañía. Si esto se logra, entonces el siguiente paso en el proceso viene a ser estrategia otra vez.

Una vez reexaminada la estrategia, el comité directivo y el jefe del proyecto (que la mayoría de las veces seguirá allí) podrán ejecutar otra serie de proyectos (que tal vez no se llamarán proyectos piloto). La tarea educativa probablemente será continua, al menos durante algún tiempo, y en ella se pueden incorporar los resultados del siguiente grupo de proyectos. Los cambios efectuados por estos proyectos también deberán institucionalizarse, y esto nos trae nuevamente a la conscientización y estrategia.

En realidad, pues, el proceso es circular, casi como un molinete (ver figura 10.5). Cuando la rueda ha girado una vez, se elimina la conscientización. Después de tres o cuatro vueltas, quizá la fase educativa se haya completado y se elimine también. La organización estará afirmada en alguna forma y constituirá una parte semitransparente del proceso. Pero el molinete seguirá girando, de estrategia a proyectos y capacitación, a institucionalización de los beneficios de los últimos proyectos y nuevamente a estrategia.

Independientemente de que la visualización sea lineal o circular, lo importante es que se trata de un proceso.



**Figura 10.5**

Aunque no existe una manera específica de cumplir cada una de las tres fases y de los seis pasos, sí es necesario establecer algún mecanismo formal y ceñirse al proceso. Éste ofrece integridad y continuidad en la implantación del JAT. La empresa que no se ciña al proceso corre varios peligros.

Aunque Rath & Strong, como firma consultora, podría vincularse al proceso de la empresa en cualquier fase de la implantación, siempre volvemos a la fase primera y verificamos que se hayan seguido todos los pasos. Con frecuencia, las empresas se lanzan precipitadamente a la producción JAT sin analizar bien todas sus implicaciones.

Muchas veces un funcionario, después de adquirir una conscientización mínima de lo que es el JAT en alguna conferencia o seminario, vuelve a su empresa y convence a

plantación puede ocasionar grandes tensiones que trasciendan las fronteras de los departamentos. Es de esperarse que el más alto funcionario esté por encima de tales tensiones y que pueda tender puentes y establecer nexos para corregirlas.

En un nivel muy básico, los empleados suelen mostrarse renuentes a modificar las cosas que llevan años haciendo. Se han acomodado a las viejas maneras. Detrás de la fachada, podemos encontrar algún temor al fracaso frente a la solicitud de que se ensaye algo nuevo. El temor de que las nuevas prácticas comerciales sean una amenaza para su empleo que quizá lo hagan innecesario — también es muy real. Y especialmente en los Estados Unidos, donde se valora tanto el individualismo, los supervisores y administradores suelen oponerse a las prácticas de coordinación entre departamentos, las cuales son cruciales para el éxito de la producción JAT.

El clima organizacional necesario para poner en marcha el JAT se compone de cuatro partes:

Un fuerte liderazgo del presidente (u otro alto funcionario).

Una ética en toda la empresa que sea propicia para la innovación y haga sentir a los empleados que su aporte es importante.

El trabajo en equipo dentro de los departamentos en todos los niveles de la empresa, así como la cooperación entre departamentos.

Personas cuyas destrezas sean acordes con los requerimientos del cargo y que se sientan motivadas a contribuir al mejoramiento de su empresa.

## EL PORQUÉ: VISIONES Y ESTRATEGIAS

AL PREPARARSE PARA IMPLANTAR la modalidad JAT, la meta es llevar a la empresa al punto en que las directivas estén impulsando el cambio y que toda la fuerza laboral sepa la razón o las razones que hacen necesario el cambio. Para prepararse cabalmente, es necesario que las directivas tengan una visión de cómo se verá la compañía cuando se haya implantado el JAT y cómo el JAT puede ayudarle a ésta a aumentar o conservar su participación en el mercado. En síntesis, mientras las directivas no hayan formulado una estrategia comercial que incorpore los principios del JAT, difícilmente podrán comunicar la necesidad del JAT a la fuerza laboral.

La preparación para el JAT es en gran parte parecida a la de cualquier cambio planeado de gran escala. Al fin y al cabo, el JAT es una filosofía que exige que la gente adopte actitudes y comportamientos diferentes. Cualquier cambio de este tipo puede suscitar resistencias si quienes lo impulsan dan a entender que el comportamiento y las actitudes anteriores eran erradas o inadecuadas.

Muchos científicos del comportamiento afirman que todo cambio debe ir precedido de un descongelamiento del clima organizacional existente que sirve de base al comportamiento y a las actitudes actuales. Kent Lewin citó hace más de 30 años la analogía de convertir algo del estado sólido al estado líquido a fin de poder moverlo. Al avanzar este proceso, es crucial que las directivas tengan presente que en todo proceso de descongelamiento el cambio representa una amenaza.

Para algo como el JAT, que depende tanto de la dedicación de la gente y de cambios en su modo de pensar conducentes a generar cambios en su comportamiento, semejante amenaza podría frustrar los esfuerzos para su implantación.

Hay varios obstáculos que naturalmente surgirán durante la implantación del JAT. En la fase de preparación, las directivas deberán reconocer estos obstáculos y comenzar a formular soluciones. Entre los obstáculos se cuentan:

1. *Los sistemas de medición, recompensa e información.* Las directivas pueden decir lo que quieran sobre la calidad, el equilibrio y la conveniencia de los lotes pequeños, pero si cada día no hay ningún cambio en los sistemas de medición y recompensa, si las máquinas se siguen midiendo según su rapidez, y si se envían variaciones negativas a las líneas que están equilibradas pero que andan lentamente, el comportamiento no va a cambiar.

De igual manera, es necesario que el sistema de información también apoye al JAT. Si las directivas dicen una cosa acerca de mediciones y de

lo que debe medirse, pero otras son las mediciones que se hacen y que sirven de base para las decisiones, entonces la empresa correrá el riesgo de malograr sus esfuerzos por el JAT.

2. *Prácticas laborales inflexibles.* Las descripciones de cargos y las prácticas laborales suelen ser contrarias a la buena implantación del JAT y dificultan seriamente la organización de éste. Aquí es muy importante hacer una distinción: no estamos hablando de una falta de flexibilidad inherente a la fuerza laboral. Si el comportamiento de la gente es inflexible, esto suele obedecer a algo. La mayoría de las veces encontramos que se le obliga a trabajar bajo normas y reglas que son inflexibles.
3. *La estrategia misma del negocio.* Si la estrategia del negocio es interna — busca aferrarse a lo que ya tiene y aumentar sus utilidades — la implantación del JAT no merecerá la atención necesaria para garantizar el éxito del esfuerzo. Para que la estrategia de la empresa sea consecuente con la filosofía JAT, es esencial que la empresa dirija su atención correctamente: hacia el mercado.
4. *El clima organizacional.* El JAT no funcionará si el clima organizacional de la empresa propicia procedimientos contrarios al trabajo en equipo; si no motiva a la gente a identificar problemas y a proponer ideas nuevas. El clima organizacional de la empresa es una de las variables más importantes en la puesta en marcha del JAT. Es preciso medirlo y, donde sea necesario, modificarlo.

En el clima organizacional de la empresa hay otro aspecto que se debe evaluar: si el JAT se considera apenas como un proyecto más. En muchas ocasiones se nos ha pedido que evaluemos esfuerzos para implantar el JAT que han dado resultados malos o mediocres, y al estudiarlos encontramos que tienen un aire como de "el proyecto para este mes". Este problema refleja muy específicamente la falta de capacidad de las directivas para instituir cambios y manejar la transición.

5. *Motivación.* Ésta reviste especial importancia para los administradores del nivel intermedio. Los del nivel superior suelen estar motivados por lo que ven como posibles resultados finales de su nueva estrategia de producción. Pero los administradores del nivel intermedio tienen inquietudes personales más urgentes respecto del JAT, por ejemplo cómo influirá éste en la estabilidad de sus cargos, en su prestigio y poder y en sus salarios.

### **LLEVARLO A LOS NIVELES SUPERIORES**

La mayoría de las veces, el conocimiento del JAT entra en la compañía por debajo del nivel superior de la administración, a menudo a través de un departamento de operaciones. El interés por el JAT suele originarse con el gerente de materiales, el vicepresidente de producción o el experto en productividad, cualquiera que sea el título de su respectivo cargo.

Independientemente del nivel de entrada, es necesario que el JAT ascienda lo más pronto posible hasta el fun-

## MANOS A LA OBRA

Supongamos que las directivas han dicho: "Pongamos a funcionar el JAT en esta empresa". Entonces es hora de comenzar seriamente la fase de preparación.

Esta fase tiene que ver con el desarrollo de tres visiones de cómo será la empresa en el futuro: una visión del proceso físico, una visión del clima organizacional y una visión del mercado. Luego estas tres visiones se convertirán en una estrategia. Por último, las visiones y la estrategia deben ser compartidas con toda la empresa. En esta etapa, las directivas tienen que lograr que todos los funcionarios clave colaboren para desarrollar estas visiones.

Una de las bases más importantes que se deberán incluir en este punto es la participación y el sentido de entrega por parte de los líderes en cada función. Algunas compañías cometen el error de dejar que el JAT sea un esfuerzo exclusivo del departamento de producción. Esto es tan peligroso como dejar que se formule la estrategia comercial sin tener en cuenta las necesidades y las capacidades de producción, error que cometieron muchas empresas antes de los años 80.

Mercadeo, finanzas, recursos humanos, ventas, ingeniería, calidad, materiales, sistemas de información gerencial, así como investigación y desarrollo son todos departamentos que tienen gran interés en el JAT, y es preciso que participen estrechamente en su formulación. Esto significa que deberán colaborar en el desarrollo de las visiones y la estrategia de la empresa.

### **La visión del proceso físico**

Este grupo deberá desarrollar su conocimiento del JAT en grado significativamente mayor del que se necesitó para motivar al presidente. Es preciso que conozca bien cada una de las técnicas JAT a fin de poder dar ideas sobre dónde y cómo aprovecharlas dentro de la empresa. Deben hacerse preguntas como las siguientes:

1. ¿Qué desperdicios actuales se van a eliminar? Cada técnica JAT busca eliminar desperdicios en el proceso fabril. Es necesario ver cómo encajan todas las piezas y dónde se eliminarán todos los desperdicios al implantar el JAT. Un corolario a esta pregunta es: ¿Qué costos se reducirán y en qué cuantía?
2. ¿Cómo fluirá el producto? Es necesario analizar en detalle los sistemas de halar o dónde se localizarán las celdas de maquinaria. Es preciso determinar los tiempos reales de alistamiento de las máquinas y del proceso de fabricación.
3. ¿Cuántos proveedores clave habrá? Es necesario determinar la frecuencia y el tiempo de las entregas, y qué artículos se entregarán directamente en el punto de uso.
4. ¿Cuán rápido se atenderán los pedidos de los clientes?

Por último, el calendario de fabricación debe ser muy claro: qué productos se podrán fabricar cada día, cada dos días o cada semana.

Para hacer esto, es mejor ver que leer. Por tanto, ade-

más de asistir a seminarios y leer libros, los altos ejecutivos deben efectuar visitas a empresas en las que se esté utilizando el JAT con buenos resultados. El Japón sigue siendo el país donde más impresionan los resultados alcanzados con el JAT: también hay varias empresas norteamericanas que sirven de modelos, aunque no hayan incorporado todos los elementos del JAT. En una segunda ronda de seminarios, visitas y deliberaciones, las presentaciones deben entrar en mucho mayor detalle que en las primeras etapas, cuando sólo se buscaba conscientizar a las directivas. Quizá el grupo quiera dividir la tarea y que sus miembros se especialicen en una u otra técnica del JAT.

El medio más eficaz para adquirir una visión de cómo debe ser el proceso físico es la prueba del valor agregado.

El grupo debe ir a su propia fábrica y hacer una prueba de valor agregado. Se elige un producto corriente y se le sigue a lo largo de todo el proceso fabril. No basta tomar una hoja de flujo y leer allí lo que se supone que debe sucederle al producto: materialmente es necesario seguir el camino que éste toma.

Se comienza con una materia prima o con un componente principal que llega al muelle de recepción. Se le sigue a lo largo del proceso físico, anotando cada cosa que le sucede: cada sitio adonde va, cada vez que espera, cada mano que lo toca. Esto prosigue hasta que el artículo terminado se despache al cliente.

Una vez elaborada esta lista de actividades, cada actividad se debe verificar con dos preguntas. Primera, ¿es una actividad que agrega valor directamente al producto? Segunda, ¿se está haciendo bien desde la primera vez?

Toda actividad que falle en alguna de estas dos prue-

bas es un desperdicio y se convierte en candidata para la eliminación mediante las diversas técnicas JAT o mediante la solución de problemas de calidad.

Una vez señaladas para su eliminación las actividades que no agregan valor, el grupo debe analizar en concreto a fin de decidir qué técnica sería la más indicada para eliminar cada desperdicio.

El proceso debe considerarse globalmente antes de fraccionarlo en sus componentes y de pensar en la acción que se tomará con cada componente. Al observar un proceso de fabricación por lotes, a menudo se detectan pasos repetidos que podrían eliminarse con pequeñas modificaciones en los pasos anteriores; o se pone de manifiesto que la alteración de algún paso al comienzo haría innecesarios ciertos pasos posteriores.

El siguiente paso es buscar dónde será posible alcanzar la meta final — la producción de un artículo cada vez:

Mediante la dedicación y reubicación de equipos  
Haciendo que las máquinas funcionen a la velocidad apropiada  
Agilizando el alistamiento de las máquinas

Varios pasos desaparecen cuando se efectúan operaciones muy estrechamente unidas, tales como:

Limpieza  
Selección por orden de prioridad  
Inspección  
Recuento por peso

Por ejemplo, al establecer una celda de trabajo generalmente se eliminan diversos pasos de inspección y lim-

pieza que se han involucrado en el proceso, dada la suposición de que los lotes quedarán algún tiempo sin uso. La limpieza tiene por fin eliminar el polvo y la suciedad que se van acumulando. La inspección es necesaria porque los artículos no se van a utilizar inmediatamente. Con una celda de trabajo y con la producción de un artículo cada vez, las piezas no permanecen ociosas — se elimina el paso de la limpieza — y en la producción continua, las operaciones siguientes constituyen una inspección completa de las operaciones anteriores — se elimina el paso de la inspección por separado.

Ahora bien, hay situaciones en que no es posible llegar a la producción de un artículo cada vez. Tal vez sea imposible dedicar maquinaria dada la amplia gama de productos que se fabrican. Tal vez las máquinas sean demasiado grandes para moverlas. Tal vez su funcionamiento no sea confiable — demasiado tiempo muerto por averías. Quizá sea preciso resolver antes algún problema de calidad.

Cuando no es todavía posible alcanzar la meta final de producir un artículo cada vez, el grupo debe pensar en las técnicas JAT de segunda opción, especialmente los sistemas de halar. El sistema de halar reduce siempre las existencias y elimina algunos de los pasos que no agregan valor, así como la mano de obra indirecta y los demás costos que con ellos se asocian.

El grupo tendrá que pensar en términos específicos. Tendrá que decidir qué problemas pueden resolverse en el lapso de 3 a 5 años — entre ellos deben estar el funcionamiento confiable de los equipos y la calidad — y cuáles no tienen solución: quizá el tamaño, la movilidad y la variedad de productos.

En la primera parte de la trayectoria del material se podrían eliminar varios pasos mediante las compras JAT: inspección de entrada, manejo, recuento, papeleo, cambio de recipientes e introducción y extracción del depósito. Si los proveedores son muchos y si cambian constantemente, casi inevitablemente habrá muchos pasos que no agregan valor y que son necesarios para controlar el medio siempre cambiante.

Es cuestión de criterio decidir cuántas líneas de productos deben someterse al proceso a fin de determinar la visión del proceso físico. Algunas empresas desean hacerlo con todas las líneas, mientras que otras lo hacen con una o dos para luego extrapolar los resultados a las demás.

Es preciso crear una imagen detallada, tanto gráficamente como con palabras, de lo que podría ser el proceso fabril en un ambiente JAT dentro de 3 a 5 años. Determínese cómo sería el proyecto en relación con espacio, inventario, mano de obra directa e indirecta, gastos generales (incluyendo personal asalariado) y tiempo de respuesta a los clientes.

### **Visión del clima organizacional**

Como subproducto del análisis detallado de cómo será el lugar de trabajo, surge la segunda visión necesaria para poner en marcha el JAT: una visión del clima organizacional propicio para realizar los cambios necesarios en el marco de los 3 a 5 años siguientes. Son tres las áreas principales que deben explotarse:

#### **1. Flexibilidad de la fuerza laboral**

Descripción de cargos, prácticas laborales

- Capacitación cruzada (para varios cargos)
- Trabajo en equipo en vez de individual
- 2. Participación de los empleados
  - Autoinspección
  - Solución de problemas (por equipos)
  - Mejoramiento continuo
- 3. Trabajo en equipo
  - Correr riesgos, voluntad para experimentar
  - Cooperación entre departamentos

Además, es preciso reconocer que se necesitará una combinación de destrezas a fin de poder variar el contenido de los cargos. Los empleados tendrán que ser capaces de adquirir nuevas destrezas y estar dispuestos a hacerlo, y los empleadores tendrán que desear y poder ayudarles a adquirir esas destrezas. Como corolario, será preciso modificar los sistemas de medición y recompensa.

### **Visión del mercado**

La tercera visión que se debe desarrollar en la empresa es la del mercado. En esta visión, el grupo debe determinar cuáles serán las oportunidades, dada la visión de las nuevas capacidades fabriles, para satisfacer mejor que antes los requerimientos de los clientes y para satisfacer los que no podía cumplir en el pasado. Las nuevas capacidades fabriles traerán, entre otros, los siguientes beneficios para la empresa:

Entrega más rápida, gracias al proceso de fabricación acortado y simplificado, y a las compras JAT que reducen el tiempo de producción de los proveedores.

Los factores más importantes en la conservación de la clientela actual son la calidad y el cumplimiento en la entrega. Los clientes nuevos suelen atraerse con precios y tiempos de producción cortos.

Las empresas también encuentran que la respuesta varía según los productos. Algunos se despachan desde los anaqueles; en este caso, una reducción en el tiempo de producción, aunque sea del 80 por ciento, no significa nada. Para otra línea, esa reducción podría acortar la entrega en varias semanas, ofreciendo una ventaja inmediata sobre la competencia. En algunos productos, el precio no es un factor crítico; pero, en otros, habrá una relación directa entre el precio y la capacidad de quitarle mercado a la competencia.

Algunos mercados son sensibles a los cargos mínimos. La reducción del tiempo de alistamiento del 75 por ciento o más, prácticamente eliminaría estos cargos mínimos y permitiría ofrecer descuentos por cantidades más pequeñas. Hay mercados sensibles a las condiciones de pago o a otros flujos de fondos positivos. En tales casos, la empresa encontrará que puede aprovechar el flujo de fondos de su inventario reducido para ofrecer plazos de financiación más largos. Esto incrementa las cuentas por cobrar, pero en realidad sólo convierte un activo contable (inventario) en otro activo (cuentas por cobrar) que es más importante en el mercado.

### **LA ESTRATEGIA: ARGUMENTO CONVINCENTE**

Una estrategia específica que indique los mercados que la empresa busca conquistar, los medios y las técnicas que

utilizará para lograrlo, y cómo la empresa va a crecer, es un argumento importante para convencer a toda la organización acerca de la conveniencia del JAT. Es preciso mencionarles a los empleados de cada nivel aquellos detalles de la visión que tengan sentido para ellos; esto sólo es posible si el grupo ha hecho un análisis pormenorizado de la empresa y de cómo será cuando se haya implantado el JAT.

En esencia, el JAT se puede incorporar en dos estrategias. Una es la estrategia de crecimiento: el JAT se utiliza para aumentar la participación en un mercado actual o para adquirir nuevos nichos o suplir mejor las necesidades del mercado. La segunda estrategia es de supervivencia: conservación de la cuota actual del mercado o intento por detener su erosión.

Si la empresa está realmente en condiciones que piden una estrategia de supervivencia, las directivas deben ser sinceras con sus empleados. El JAT se debe considerar entonces como una reestructuración necesaria en un momento de apuro. El personal, con JAT o sin él, probablemente se reducirá. Pero el JAT le ofrece a la empresa la oportunidad de sobrevivir como un negocio más eficiente y sin excesos superfluos.

La estrategia de crecimiento justifica que los administradores de la empresa garanticen que los cargos eliminados con la implantación del JAT se compensarán con el aumento de empleos, debido a mayores ventas y a una mayor participación en el mercado.

En el resto de este capítulo nos referiremos a una estrategia de crecimiento, situación ideal para la puesta en marcha del JAT.

Aunque la estrategia sea de crecimiento, es necesario

des y necesidades enteramente distintas: ellos tienen que creer que las directivas realmente desean ver estos cambios y que las directivas conocen los problemas de la administración intermedia y están dispuestas a ayudarle a ésta a resolverlos. Los gerentes del nivel intermedio se sienten amenazados en relación con la estabilidad de sus cargos y la categoría de los mismos. Quieren saber qué cargos tendrán, cómo funcionarán, qué facultades tendrán. Estos funcionarios no suelen expresar sus temores tan abiertamente como los trabajadores de la fábrica; prefieren confiar en las directivas, pero tienen dudas. Los administradores del nivel intermedio suelen tener cinco tipos de interrogantes:

1. ¿Cómo se afectará el papel del administrador del nivel intermedio en relación con su importancia y su prestigio? Por ejemplo, si un cambio va a ser la eliminación de inspectores, dado que los operarios harán su propia inspección, ¿qué será de los actuales supervisores y gerentes de inspección?
2. ¿La intervención de los empleados irá en menoscabo de la administración intermedia, haciéndola parecer débil?
3. ¿Tienen los administradores del nivel intermedio la flexibilidad suficiente para aprender nuevas destrezas y cambiar su manera de proceder — pasar de dar órdenes a fomentar la participación de los empleados, pasar de capataz a entrenador? Las directivas tendrán que comprometerse a ayudar a la administración intermedia a adquirir y refinar estas destrezas.

4. ¿Van las personas que trabajan para el administrador intermedio o para el supervisor a aprender destrezas que el administrador intermedio no ha aprendido? Los administradores tendrán que aprenderlas.
5. ¿Son realmente factibles en mi área los milagros atribuidos al JAT? ¿O se mostrarán las directivas exigentes en caso de que ciertas cosas resulten ser técnicamente imposibles?

Estos administradores de nivel intermedio tienen que conocer los detalles prácticos del JAT, de tal modo que no vivan con el temor constante de hallarse entre la espada y la pared: blanco del enojo de los empleados por querer imponerles cosas que técnicamente no son factibles, y del enojo de las directivas por no poder hacerlas.

En cuanto a los trabajadores de la fábrica, un obstáculo principal para la motivación tiene que ver con la estabilidad del cargo; tan pronto como empiezan a experimentar el JAT, comprenden que éste significa hacer más con menos, y entonces preguntan: ¿Por qué he de participar en un programa que aumentará la productividad y que podría costarme mi empleo? Es importante que la administración tenga una visión del crecimiento a fin de darles respuestas positivas pero sinceras de manera clara y concisa.

Se le pedirá a la fuerza laboral que entre en sociedad con la administración para bien de la empresa — una sociedad que solamente puede ser creada por la administración. Las directivas también tienen que estar dispuestas a celebrar un acuerdo y a cumplirlo. Si la estrategia es de crecimiento, habrá que explicar cuidadosamente el balance

entre productividad aumentada y mayor participación en el mercado.

Si es posible, debe extenderse una garantía de que no habrá despidos. Toda disminución de la fuerza laboral se efectuará por el desgaste natural. En cuanto al cambio de destrezas necesarias, esto deberá afrontarse con una estrategia de recapitación.

Si una visión de la empresa dentro de un lustro implica que los operarios harán el alistamiento de sus propias máquinas, ¿qué será del personal encargado hoy de esta labor? Es posible capacitarlos para que se conviertan en técnicos de mantenimiento o especialistas en depósitos de herramientas.

Si otra visión implica que los operarios harán su propia inspección, ¿qué será de los inspectores de hoy? Pueden convertirse en especialistas de aseguramiento de calidad que trabajarán con los operarios en técnicas de prevención o con los proveedores para eliminar la necesidad de inspecciones de llegada.

Si la empresa quiere obtener un verdadero compromiso por parte de sus trabajadores para que sean flexibles y modifiquen las viejas prácticas y normas laborales, es imprescindible que la gerencia se comprometa también con ellos.

### **Mediciones y recompensas**

Aunque las mediciones y las recompensas inadecuadas influyen negativamente sobre los empleados de la fábrica, el mayor efecto es sobre la administración intermedia. Hasta “el día del juicio final” las directivas podrían hablarles a los administradores del nivel intermedio acerca de nuevos prin-

experimentado ya la inconstancia de las directivas, entonces el camino del JAT estará lleno de escollos.

Es preciso que el JAT se ponga en práctica de tal manera que no deje dudas sobre el compromiso a largo plazo de la administración, y que nadie pueda pensar que es sólo "el proyecto de este mes". Por ejemplo, si las directivas mostraron gran entusiasmo por algún procedimiento nuevo — digamos, calidad total — pero la primera vez que se vieron exigidas dijeron: "Despáchenlo, de todas maneras", los empleados comprenderán muy pronto que, a pesar de las bellas palabras, los despachos tienen mayor prioridad que la calidad.

Los más afectados con esto son los administradores del nivel intermedio, pues se hallan entre la necesidad de cumplir las órdenes de las directivas y la mala voluntad que esa decisión ha suscitado entre los encargados de producir los bienes.

Si las directivas han procedido así en el pasado, los empleados estarán atentos para ver si resultan igualmente inconstantes respecto del JAT.

Este obstáculo también podrá superarse solamente si la empresa cuenta con un conjunto coherente y confiable de visiones y una estrategia que sea fidedigna para los trabajadores y que constituya para las directivas un firme propósito generador de un comportamiento constante, aun en períodos de presión.

Si todos los pasos se manejan con el debido cuidado, de todo este proceso deben surgir una visión y una estrategia realistas, factibles, de beneficios obvios para todo el personal de la empresa y, quizá más que todo, para sus clientes.

## ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA PARA EL JAT

UNA VEZ REALIZADOS LOS PREPARATIVOS para el cambio a un ambiente JAT, la empresa deberá cumplir varios pasos organizacionales para su implantación. Proponemos una metodología que se vale de un comité directivo para guiar los esfuerzos de implantación, y grupos de trabajo para poner en práctica los proyectos piloto tales como agilización del alistamiento, celdas de maquinaria o sistemas de halar.

Este tipo de estructura sirve para manejar cualquier clase de cambio grande. Varias empresas han utilizado el proceso en la implantación de la calidad total. Otras han incorporado este diseño en sus planes para realizar un estudio sobre el clima organizacional y tomar medidas basadas en sus resultados. A menudo, estos cambios exigen aplicar métodos no tradicionales para lograr la cooperación interdisciplinaria en la solución de problemas.

En este capítulo analizaremos el proceso de manera general y en sus aplicaciones específicas a las transformaciones sustanciales que son necesarias para implantar la producción JAT.

En el manejo de un cambio planeado, como el JAT, hay cuatro protagonistas clave:

1. *El comité directivo.* El comité directivo deberá analizar los aspectos de implantación y los obstáculos que se oponen al cambio; luego deberá formular una estrategia de implantación y los planes para vencer los obstáculos. Deberá elegir, auspiciar y facilitar los grupos de trabajo, guiarlos y mediar en sus dificultades durante la implantación, y actuar con base en sus recomendaciones o conclusiones. El comité directivo también se ocupa de la comunicación global de las actividades de los grupos de trabajo: entre grupos de trabajo, de los grupos a las directivas, y de los grupos de trabajo a todo el personal de la empresa.
2. *El facilitador.* Es importante que el proyecto de implantación del JAT cuente con un facilitador, alguien que se dedique de tiempo completo o casi completo a asegurar que la implantación tenga lugar. Esta persona es casi como el secretario ejecutivo del comité directivo, un administrador sin voto, ayudante del almirante, jefe de estado mayor y activador.
3. *Los grupos de trabajo.* Cada grupo de trabajo tiene como meta asegurar que se lleve a cabo su parte de la implantación del JAT. Ante todo, el grupo deberá aclarar su carta constitutiva, su alcance y sus objetivos: identificar y recomendar proyectos prioritarios; y determinar cómo se va a documen-

tar la implantación y cómo se presentará al comité directivo y a las directivas de la empresa.

4. *Los jefes de grupo de trabajo.* Los jefes le sirven al grupo de trabajo como gerentes de proyecto para ayudar a planear, organizar, delegar, coordinar y documentar su trabajo.

Frecuentemente, el jefe del grupo es quien se comunica con el comité directivo para mantenerlo al tanto de su progreso.

### EL COMITÉ DIRECTIVO

El comité directivo para la puesta en marcha del JAT a menudo está compuesto por algunos miembros de las directivas y por representantes influyentes de otros niveles de la empresa. La composición del grupo orientador determinará en muchos casos que haya resistencia al cambio o un amplio apoyo para el mismo. Sin embargo, este comité no debe ampliarse a mucho más de ocho personas.

Si el comité directivo está constituido por miembros de la administración superior, tiene la ventaja de haber cumplido ya los preparativos y de entender las razones del cambio, las metas propuestas, las visiones de la empresa después del cambio y los obstáculos que se oponen al mismo. En realidad, cuando las directivas de la empresa no tienen que convencer al comité directivo sobre estos puntos, se elimina todo un nivel de comunicación y educación.

Al mismo tiempo, puede ser muy positivo que el personal de alto nivel deba orientar a otros miembros del co-

mité directivo que no pasaron por la experiencia de clarificar visiones. Esto les permite a las directivas de la empresa ejercer influencia en un ambiente más propicio para los acuerdos que el medio de trabajo cotidiano. Por otra parte, la tarea de persuadir a los empleados en general es más fácil si personas de diferentes niveles organizacionales y sus esferas de influencia están convencidas de que las directivas se han empeñado en el JAT por motivos valederos.

Es posible que en el aspecto de su composición, el comité directivo resulte parecido a las directivas de la empresa; en este caso se debe evitar que los miembros del comité directivo actúen en las reuniones de éste tal como lo harían en las reuniones gerenciales normales.

Aunque no es realista — ni aconsejable — pretender que la gente actúe de manera completamente distinta cuando entra a formar parte del comité directivo del JAT, no es menos cierto que para guiar un movimiento JAT se necesita que haya desacuerdos. Si el grupo no está acostumbrado a discutir las cosas abiertamente, a cuestionar las ideas imperantes y a presentar dudas constructivas sobre conceptos arraigados, probablemente no habrá suficiente desacuerdo; y si no hay desacuerdo constructivo y suficiente, no se tomarán decisiones acertadas.

Este principio es de importancia crítica en el manejo del cambio planeado. La habilidad del jefe para el trabajo en equipo entra en juego aquí más que en cualquier otro momento del proceso de implantación del JAT.

Muchas veces, los verdaderos avances en el movimiento JAT se producen cuando los miembros del comité directivo aprenden a funcionar en forma diferente de la usual. Al mismo tiempo, rara vez es necesario que den una vuelta

ción en el proceso pidiéndoles que completen la carta constitutiva y las metas. Asegurar, además, que haya algún mecanismo formal para la comunicación directa entre los jefes de los grupos de trabajo y el presidente de la empresa, que también es jefe del comité directivo. El jefe de cada grupo deberá sentir que tiene acceso directo al presidente de la empresa, de modo que los problemas y escollos se ventilen prontamente.

5. Junto con los jefes de grupo, esbozar un programa de sucesos importantes. Elaborar y poner en secuencia el plan de adoctrinamiento, capacitación, implantación y comunicación.
6. Comunicar las necesidades, los objetivos, los planes, las expectativas de trabajo y los avances de cada grupo. Dar la capacitación necesaria a los jefes y miembros de los grupos de trabajo. Vigilar, motivar y guiar las actividades de los grupos.
7. Proseguir el esfuerzo. Aprovechar el éxito del proyecto de implantación realizado por un grupo, para diseñar nuevos proyectos. Cuando los grupos de trabajo presenten informes o recomendaciones, se debe actuar en algún sentido.

El comité directivo es el principal responsable de que los pasos fijados se lleven a la práctica. La composición del comité puede variar con el tiempo; la determinación del cómo y el cuándo de tales cambios cae dentro de las actividades del paso 7.

## **PAPEL DEL COMITÉ DIRECTIVO EN UN AMBIENTE JAT**

Para que la empresa funcione dentro de un ambiente JAT, su estructura debe ser tal que la obligación de resolver problemas y de ejecutar los planes recomendados vaya descendiendo por la organización. A los grupos de trabajo se asignan operarios, supervisores, individuos que puedan aportar y otros miembros de la planta de personal a fin de resolver problemas de índole operativo.

A partir de esta fase, el comité directivo se convierte en componente clave para el éxito de la implantación del programa JAT. Su indefectible apoyo subraya la importancia del JAT ante los ojos de todo el personal. Este comité tiene varias funciones. Casi siempre se necesita alguna orientación y capacitación especializada a fin de preparar a los miembros del comité directivo para asumir sus funciones y realizar sus labores. Se debe hacer hincapié en los siguientes temas:

- Planeación de grupos de proyectos JAT
- Principios sobre administración del cambio planeado
- Estrategias de comunicación
- Dirección de grupos
- Solución de problemas

Cuando llevamos a cabo esta capacitación especializada, la sesión de orientación suele durar 1 o 2 días: esta sesión le ayuda al comité directivo a concentrarse en la tarea que tiene por delante y a organizarse para cumplirla. Como los grupos de trabajo van a recibir una capacitación

similar, habrá entre ellos y el comité directivo un lenguaje común y unas experiencias análogas. El éxito en la implantación del JAT guarda relación con el papel del comité directivo en la revisión y en la implantación de los planes.

El comité directivo deberá:

1. Seleccionar los problemas JAT por resolver.
2. Seleccionar a los jefes de grupo.
3. Nombrar un grupo de trabajo para ocuparse de cada problema.
4. Cerciorarse de que periódicamente se efectúen reuniones para evaluar el progreso: esas reuniones pueden ser mensuales o más frecuentes, según lo indiquen los plazos o programas.
5. Brindar orientación e instrucción a los grupos.  
Cerciorarse de que los grupos:  
Comprendan de qué trata el esfuerzo y qué busca.  
Sean diestros e instruidos en la solución de problemas.  
Nombren un secretario registrador.
6. Revisar periódicamente las labores de los grupos de trabajo.  
Evaluar sus logros.  
Ayudar a resolver problemas.  
Resolver los conflictos que se les presenten a los grupos o individuos.  
Deshacer los grupos de trabajo, reformarlos para cumplir nuevas tareas.
7. Estudiar las necesidades de información en el ambiente JAT.  
¿Qué medidas deben establecerse? ¿Qué formato

- y suministrando constantemente material informativo impreso.
2. Comprender las implicaciones del esfuerzo de cambio hacia el JAT y ayudarle al comité directivo a entender su propio papel.
  3. Reforzar el JAT como un esfuerzo de abajo hacia arriba, sin desconocer que al mismo tiempo es un esfuerzo de arriba hacia abajo.
  4. Asesorar a los grupos de trabajo y especialmente a sus jefes, interviniendo con tacto en las reuniones del grupo para que los trabajos no se desvíen, y colaborar individualmente con los miembros del grupo de trabajo.

El facilitador del JAT cumple un papel especializado. Quien lo desempeñe no debe buscar aplausos; más bien, debe apoyar a los demás y ser oportuno en sus intervenciones y en sus ofrecimientos de ayuda.

Otra función que le corresponde a este individuo es asegurar que todas las habilidades necesarias para el éxito del JAT estén reunidas y alineadas. El aspecto de cambio cultural propio del JAT hace necesaria cierta capacidad para la instrucción y el desarrollo organizacional: el facilitador debe acudir al departamento de recursos humanos o más allá en busca de tal ayuda.

## LOS GRUPOS DE TRABAJO

Los grupos de trabajo, también llamados grupos de proyectos, son grupos con un objetivo determinado, que se organizan en torno a problemas específicos. Cada grupo

aporta destrezas y capacidades concretas que contribuyen a alcanzar objetivos definidos de la puesta en marcha del JAT. Cuando se ha alcanzado un objetivo, el grupo deja de existir o se reorganiza para atacar otro objetivo. Los grupos de trabajo JAT se dedican a resolver problemas o a implantar procedimientos determinados. Estos problemas o procedimientos suelen trascender las fronteras de los departamentos. El proceso general seguido por el grupo de trabajo en el cumplimiento de sus labores es:

Identificar objetivos.

Determinar qué será responsabilidad del grupo.

Fijar un plazo para la implantación.

Elaborar un plan de acción con los pasos que se seguirán. Analizar las repercusiones de los pasos de acción sobre los problemas previstos.

Jerarquizar los pasos de acción.

Identificar a quiénes afecta cada paso de acción.

Identificar las repercusiones sobre los actuales procesos, procedimientos y sistemas.

Determinar cómo manejar el cambio.

Idear procedimientos de comunicación.

## **ADMINISTRACIÓN DE LOS GRUPOS DE TRABAJO**

El éxito de los esfuerzos de un grupo de trabajo depende de cómo se manejan sus actividades. Todo grupo de trabajo tiene tres protagonistas clave:

El auspiciador, que puede ser un ejecutivo o (como es más frecuente en el caso del JAT) el comité directivo.

El jefe del grupo de trabajo.  
Cada miembro.

Cada uno cumple un papel específico e importante. Además de estos protagonistas clave, otros miembros de la organización pueden acrecentar o inhibir las probabilidades de éxito del grupo. Entre éstos están los supervisores de los miembros del grupo, quienes tienen información o recursos necesarios para el grupo y quienes tienen algún interés especial en los resultados de las labores del grupo.

Una de las primeras tareas del grupo de trabajo es identificar a quiénes interesan en forma especial los resultados de su esfuerzo y elaborar un plan para que participen constructivamente en el proyecto.

### **EL JEFE DE GRUPO DE TRABAJO**

El jefe de un grupo de trabajo es a la vez facilitador del grupo y gerente de proyecto.

Como gerente de proyecto deberá planear y organizar las reuniones del grupo y otras actividades, vigilar la implantación de tareas, cerciorarse de que se lleven registros de las actuaciones y decisiones, y coordinar todas las comunicaciones relativas a la labor del grupo. Este aspecto de su trabajo se manejará mejor y más eficientemente si como jefe aprovecha cabalmente los recursos individuales y colectivos del grupo en el cumplimiento de su mandato. Responsabilizarse de algo no significa necesariamente hacerlo uno mismo.

La función del jefe como facilitador del grupo es aquí muy importante. Como facilitador, la tarea del jefe de gru-

G E R E N C I A

## EDWARD J. HAY

Edward J. Hay es una autoridad mundial en el campo del mejoramiento de la productividad y de la calidad mediante la aplicación de la filosofía de justo a tiempo. Fue una de las primeras personas que realizó estudios concienzudos de las compañías japonesas líderes en el uso del JAT y, significativamente, una también de las primeras en adquirir experiencia real sobre la manera más acertada de adaptar e implantar estos conceptos a las culturas y a los estilos administrativos de Occidente.

Esta obra es una guía única que les muestra a los gerentes cómo resolver problemas prácticos tales como nivelar cargas de trabajo, establecer celdas de maquinaria y reducir el tiempo de aislamiento de las máquinas. En el aspecto administrativo, el autor les ayuda a los gerentes a crear un clima en que se pueda llevar a cabo el cambio con pleno éxito en todos los niveles – desde la junta directiva hasta la fuerza laboral de planta, pasando por la administración intermedia. Considerado en sus comienzos como una técnica japonesa de producción, el enfoque del JAT hace hoy día parte del know-how occidental de producción. Actualmente el JAT se aplica en muchas compañías en el mundo entero. Este libro muestra cómo llevar a cabo el gran cambio en los procesos de fabricación.

**GRUPO**  
**EDITORIAL**  
**norma**

[www.norma.com](http://www.norma.com)

CC 06113  
ISBN 958-04-7027-8



7 706894 061136