



Justo a tiempo y manufactura modular: una alternativa para mejorar la competitividad en plantas de confecciones

William Ariel Sarache Castro
Nelson Javier Tovar

RESUMEN

La **competitividad** se ha convertido en objetivo y condición de la supervivencia para la empresa contemporánea en los mercados globalizados, que caracterizan el entorno en que ésta se desempeña. En la actualidad, uno de los sectores productivos de la economía colombiana que ha visto afectada mayormente su participación en el mercado, es de la confección textil. En el presente artículo, se expone y demuestra la necesidad de adoptar **nuevos sistemas de fabricación**, acordes con las exigencias actuales que impone la competencia tales como los planteados en la filosofía Justo a Tiempo (J.A.T.) y en específico, los sistemas de manufactura modular.

INTRODUCCIÓN

Durante las décadas de los años 60's y 70's las estrategias competitivas de las empresas industriales estaban orientadas a la fabricación en masa con el ánimo de lograr mejoras sustanciales y diferenciación en costos. Actualmente, aunque reducir costos es una condición necesaria para poder ser competitivo, esto no es suficiente, dadas las características y evolución en el comportamiento de los consumidores contemporáneos y la creciente competencia proveniente de otros países, a raíz del fenómeno de globalización de la economía.

Dentro de este marco de referencia, es importante diferenciar los conceptos de competitividad estratégica y operativa (Gabiña, 1995, p. 184), planteados en las expresiones (1) y (2).

**Competitividad estratégica =
Innovación + Anticipación + Velocidad (1)**

**Competitividad operativa =
Costos + calidad + flexibilidad + plazos de entrega (2)**

Con respecto a esta última y en aproximación al concepto de varios autores (Umble & Srikanth, 1995, p. 34); (Russell & Taylor, 1998, p. 26), es posible concluir que, actualmente para que una empresa se considere competitiva desde el punto de vista operativo, debe diseñar su estrategia, para cumplir las siguientes condiciones: **precios competitivos, productos de excelente calidad y un alto nivel de servicio al cliente (velocidad y flexibilidad).**

Dentro de este marco y en específico para la **industria de la confección**, resulta importante, dadas sus características, entrar a considerar la adopción de nuevas estrategias que

WILLIAM ARIEL SARACHE CASTRO. MSc. Ingeniero Industrial y profesor de tiempo completo de la Corporación Universitaria de Ibagué. Máster en Producción, Universidad Central de Las Villas.

email: wsarache@nevado.cui.edu.co

NELSON JAVIER TOVAR. Ingeniero Industrial de la Corporación Universitaria de Ibagué.

le permitan alcanzar mayores niveles de competitividad que el mercado exige actualmente.

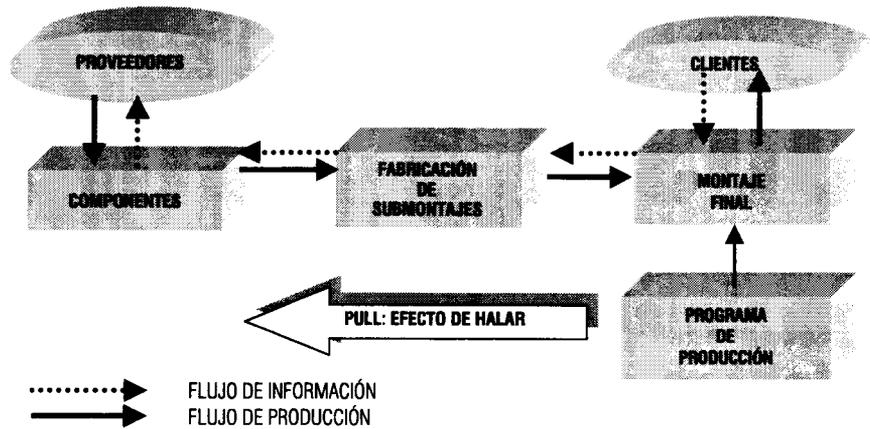
Para que una empresa se considere competitiva desde el punto de vista operativo, debe diseñar su estrategia, para cumplir las siguientes condiciones: precios competitivos, productos de excelente calidad y un alto nivel de servicio al cliente.

Una de las posibilidades que se presenta como alternativa viable para este sector productivo, la constituyen las técnicas de **manufactura modular**, las cuales se fundamentan en los principios de la filosofía JIT.

LA FILOSOFÍA JUSTO A TIEMPO, UNA ALTERNATIVA PARA EL AUMENTO DE LA COMPETITIVIDAD

Esta filosofía de producción, desarrollada inicialmente en las empresas japonesas, persigue como principal estrategia competitiva, la reducción de los ciclos de fabricación, el aumento de la flexibilidad, de la calidad y la reducción de costos, a través de un sistema logístico de "halar" (ver figura 1). En pocas palabras, la filosofía Justo a Tiempo (JAT) tiene como principio básico: "que los clientes sean servidos justo en el momento preciso, exactamente en la cantidad requerida, con productos de máxima calidad y mediante un proceso de producción que utilice el mínimo de inventario posible y que se encuentre libre de cualquier despilfarro o costo innecesario" (Domínguez Machuca, 1995, p.202).

FIGURA 1. Sistema de «halar»

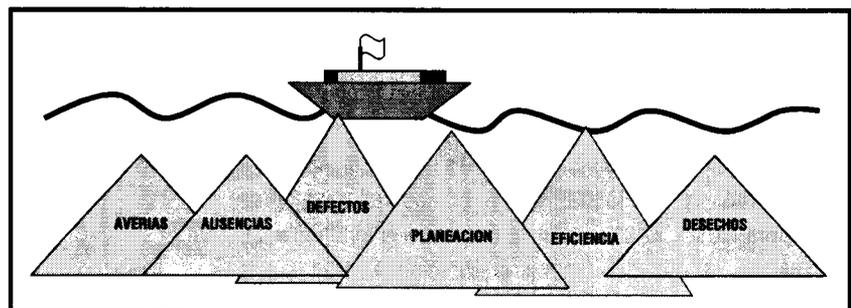


En el sistema J.A.T., el tamaño ideal del lote es una pieza y para alcanzarlo, necesita un sistema de producción estructurado, de tal forma que la distribución de planta facilite el manejo de lotes de este tamaño. La idea es aproximar a cero las acumulaciones de piezas en espera de ser procesadas y de esta manera poder lograr :

- Invertir lo mínimo en inventarios
- Reducir los tiempos de entrega de la producción
- Reaccionar más rápidamente ante los cambios de la demanda
- Descubrir cualquier problema en la calidad.

Dentro de este propósito, uno de los aspectos interesantes es la forma cómo la filosofía JAT visualiza el problema de los inventarios. En la **figura 2**, se muestra al sistema productivo como un barco que navega tranquilamente por un río cuyo fondo está lleno de rocas filosas que representan las causas de los problemas que, por efecto de la cantidad de agua o profundidad del río (inventarios), no pueden ser detectadas por éste.

FIGURA 2. Analogía de rocas y agua para visualizar el problema de exceso de inventarios.



Bajo este esquema, las empresas japonesas (pioneras en la aplicación del JAT) reconocen al exceso de inventario como "el enemigo número uno" de la productividad, pues, generalmente, los procesos manufactureros se "cubren" o protegen contra contingencias, usando este. Es así como algunos problemas, tales como el índice de piezas rechazadas, se solucionan produciendo algunas unidades de más; el problema de las fallas mecánicas se prevé con un aumento en la capacidad productiva o con inventarios de seguridad en proceso, la incertidumbre en la demanda se soluciona produciendo para inventario, los pedidos a los proveedores se hacen con una anticipación y en una cantidad mayor a la necesaria, etc.

La industria de la confección, resulta importante, dadas sus características, entrar a considerar la adopción de nuevas estrategias que le permitan alcanzar mayores niveles de competitividad que el mercado exige actualmente.

Por las razones antes expuestas, los esfuerzos para alcanzar mejores niveles de competitividad, deben enfocarse en "reducir la profundidad del río" (bajar el nivel de inventarios) y así poder empezar a visualizar los verdaderos problemas de la empresa (rocas); esto, por supuesto, se debe hacer a través de un proceso gradual en un ambiente de mejoramiento continuo.

Esta forma de gestionar el sistema productivo, unido al cumplimiento de una serie de elementos necesarios para su implantación, han llevado a los productores japoneses a convertirse en fabricantes de categoría mundial. Sin embargo, cabe preguntarse: ¿Qué factores dificultan su aplicación en el medio colombiano?

La respuesta, de acuerdo con algunas experiencias de los autores, posiblemente se centre en los aspectos siguientes:

1. El factor humano: El esquema de organización "occidentalizada", basada en la asignación de tareas y pago de incentivos de manera individual, exige una concientización previa a nivel de directivos, organizaciones sindicales y trabajadores individuales para llevar a cabo los cambios, los cuales exigen una forma de trabajo radicalmente distinta, que en primera instancia podría recibir el rechazo propio de todo proceso que implique modificar las estructuras existentes.

2. La cultura empresarial y el apoyo decidido de la alta dirección: El Justo a Tiempo, como filosofía, se soporta en

una cultura de mejoramiento continuo, basada en un profundo respeto por el ser humano, cuyas acciones deben orientarse hacia el aumento del nivel de servicio al cliente y esto requiere, como primera medida, un apoyo decidido y participativo de la alta dirección, lo cual, en gran parte de las empresas colombianas, es difícil de lograr a causa de los esquemas organizativos piramidales que mantienen alejados a los directivos del sistema productivo y a la ausencia de liderazgo para gestionar los procesos de cambio. Al respecto, Uribe Macías (Uribe Macías, 1998, p.73), citando los resultados de recientes estudios señala que, uno de los problemas que restringe la competitividad en Colombia, lo constituye el estilo de dirección enfocado hacia el corto plazo, rígido y con planificación insuficiente, sumado entre otros, a la baja cualificación profesional del talento humano.

3. Relación con los proveedores: No es fácil encontrar proveedores que estén dispuestos a entregar pequeños lotes de materiales de manera continua que permitan sostener el sistema logístico de un cliente que trabaje con JAT; así mismo, las distancias y otros problemas propios de la infraestructura vial y la ausencia de alternativas de transporte de carácter multimodal, sumadas a las características topográficas de la geografía colombiana, dificultan las entregas justo a tiempo. Lo ideal sería, tener una pequeña base de proveedores que realicen pequeñas entregas de manera continua, pero esto exigiría reducir distancias, lo cual no siempre es posible.

No obstante, a través de la incursión en procesos de mejoramiento y sabiendo adaptar los aportes del JAT a la solución de problemas de competitividad, es posible alcanzar niveles de excelencia en las organizaciones. En el caso específico de la industria de la confección, aparecen los denominados **sistemas de manufactura modular**, los cuales se convierten en una alternativa viable de mejoramiento para este tipo de empresas, que hoy por hoy enfrentan una grave crisis y que por tanto deben adoptar medidas radicales que les permitan mejorar su capacidad competitiva.

EL CONCEPTO DE MANUFACTURA MODULAR

De acuerdo con Rubinfeld (Rubinfeld, 1990, p. 51-52), la manufactura modular se define como un cambio profundo en la naturaleza técnico-filosófica en la forma de operar una empresa, que nace a partir de las nuevas necesidades del mercado y que implica una nueva actitud de todos los

integrantes de la empresa sin importar su nivel jerárquico, tendiente a crear un marco de mejora continua y un sistema flexible orientado hacia las necesidades del cliente.

Desde el punto de vista filosófico, acoge los conceptos **Justo a Tiempo (JAT)**; desde del punto de vista técnico, exige la desintegración de las líneas rígidas de producción y la adopción de un sistema de trabajo en equipo, bajo la conformación de grupos de trabajo polivalentes y autónomos, que trabajan bajo los criterios de **calidad total** (Castillo, 1993, p.44).

No obstante, a través de la incursión en procesos de mejoramiento y sabiendo adaptar los aportes del JAT a la solución de problemas de competitividad, es posible alcanzar niveles de excelencia en las organizaciones. En el caso específico de la industria de la confección, aparecen los denominados sistemas de manufactura modular, los cuales se convierten en una alternativa viable de mejoramiento para este tipo de empresas, que hoy por hoy enfrentan una grave crisis y que por tanto deben adoptar medidas radicales que les permitan mejorar su capacidad competitiva.

CONCEPTO DE MÓDULO Y REQUISITOS PREVIOS

Un módulo, es un equipo de trabajadores asignados a la fabricación de un producto específico, organizados de tal forma que

el producto fluya de forma rápida y sincronizada de acuerdo al orden de sus operaciones. Para lograrlo, es necesario previamente estimar los tiempos de producción por cada operación y mediante la aplicación de expresiones matemáticas, llegar a un modelo de distribución de cargas de trabajo o balanceo modular, buscando el aprovechamiento del factor humano, las máquinas y el espacio.

Uno de los requisitos fundamentales para el éxito en el funcionamiento de un módulo, lo constituye la integración de sus componentes como un verdadero equipo de trabajo, con una alta conciencia de calidad y actitud de mejora continua, que permita acercarse a niveles de cero defectos en el corto plazo, con altos indicadores de eficiencia en la operación.

Lo anterior, hace imprescindible que la alta gerencia esté convencida de la necesidad del cambio y de las ventajas que este traería, así como de las medidas a tomar para evitar el fracaso. Posteriormente, es necesario capacitar al nivel medio de la organización, especialmente en las técnicas de organización modular y coordinación de grupos de trabajo, para finalmente, concientizar y hacer partícipe del cambio al personal de planta, que es quien determina el éxito o fracaso de su funcionamiento. El siguiente paso, consiste en diseñar y conformar cada uno de los grupos de trabajo de acuerdo con las necesidades del programa de producción.

Es importante aclarar, que el cambio hacia un esquema de producción grupal, genera una reacción de reserva en los empleados, necesitándose un tiempo prudencial para su asimilación, el cual depende, en gran medida, del esfuerzo de los directivos y del clima organizacional existente en ese momento. Por ello, se recomienda comenzar con la creación de un módulo piloto, que permita afianzar los

conocimientos en la aplicación de la técnica y a la vez vencer la resistencia al cambio del resto de los empleados.

VENTAJAS COMPETITIVAS DE LA MANUFACTURA MODULAR

Los aportes importantes, que los sistemas de la manufactura modular ofrecen se evidencian en la mejora de los siguientes aspectos:

- Reducción de costos de producción, representado en el aumento de la eficiencia de la mano de obra, reducción del inventario en proceso y la disminución de los gastos por concepto de manejo de materiales.
- Aumento en el servicio al cliente ya que se reduce el ciclo de fabricación.
- Mejora la calidad debido a que es posible implantar sistemas autocontrolados y además, porque es más fácil la detección temprana de errores debido al bajo nivel de inventarios.
- Mejor aprovechamiento de la superficie de la planta, dado que el reordenamiento de los equipos y la disminución de los niveles de inventario, elimina recorridos innecesarios y la necesidad de espacios para el almacenaje.
- Disminuyen los índices de rotación y ausentismo de personal creando un mejor clima laboral.

LA FABRICACIÓN MODULAR FRENTE AL SISTEMA DE FABRICACIÓN EN LÍNEA. (Resultados de un caso de estudio mediante técnicas de simulación).

Con el ánimo de comprobar las ventajas competitivas que ofrecen los sistemas de

fabricación modular, frente a los sistemas clásicos de fabricación en línea utilizados en la industria de la confección, se tomó como base la simulación de estos dos sistemas fabricando una camiseta tradicional tipo T-shirt, cuya secuencia de operaciones y tiempos estándar de producción por unidad se presentan en la **tabla 1**.

TABLA 1: Tiempos estándar para las operaciones de la camiseta

Operación	Nombre	Tiempo por operación (Ti) (Min./Unid.)
1	Cerrar Hombros (CH)	0.290
2	Dobladillar Falda (DF)	0.306
3	Dobladillar Mangas (DM)	0.384
4	Cerrar manga (CM)	0.244
5	Pegar Cuello (PC)	0.442
6	Pegar Sobrecinta (SC)	0.506
7	Pegar Mangas (PM)	0.647
TOTAL		2.819

Para el desarrollo de la simulación, en primera instancia, se presenta en la **tabla 2** el diseño de la línea de fabricación, la cual con una asignación de 10 operarios y 10 máquinas, se espera que produzca de acuerdo con el balanceo de cargas de trabajo, un total de 1250 camisetas en un turno de 8 horas.

TABLA 2: Balanceo de la línea de producción para 1250 unidades/ turno de 8 horas

No.	Operación	NTO	NRO*	Operario	Producción esperada
1	Cerrar Hombros (CH)	0.75	1	A	1655
2	Dobladillar Falda (DF)	0.80	1	B	1568
3	Dobladillar Mangas (DM)	1.00	1	C	1250
4	Cerrar manga (CM)	0.63	1	D	1967
5	Pegar Cuello (PC)	1.15	2	E+F	2171
6	Pegar Sobrecinta (SC)	1.32	2	G+H	1897
7	Pegar Mangas (PM)	1.68	2	I+J	1483
		7.33	10		

NRO*: Número real de operarios.

Eficiencia del balanceo: $(7.33 \cdot 10) / 10 = 73.3\%$

Producción máxima esperada: 1250 unidades por turno.

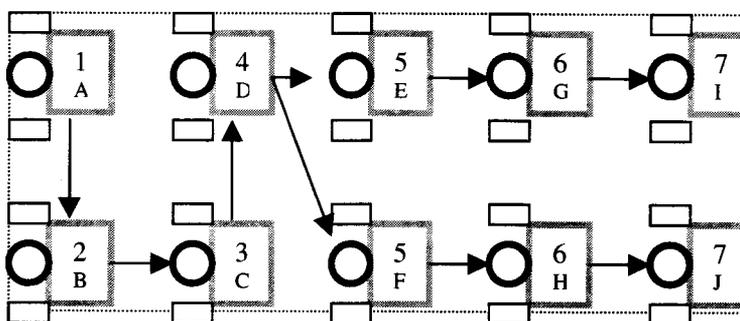
El cálculo del número teórico de operarios para cada operación se realizó mediante la aplicación de la expresión 3.

$$NTO = \frac{PxTi}{TD} \quad (3)$$

Donde: NTO: Número teórico de operarios. P: Producción planeada para el turno.
TD: Tiempo disponible en el turno. Ti: Tiempo por operación.

El *lay-out* correspondiente al diseño de la línea en mención se presenta en la **figura 3**. Así mismo, cada centro de trabajo posee un área de entrada y una de salida para el material en curso. El área ocupada para la configuración mostrada corresponde a 34.5 m².

FIGURA 3. Distribución en planta para la línea de producción de camisetas (área ocupada: 34.5 m²)



Así mismo, el módulo para la fabricación de este mismo producto, se diseñó para el empleo de 9 operarios (uno menos que la línea) y 11 máquinas (una más que la línea) y se espera que, de acuerdo con la asignación de cargas de trabajo, la producción total del turno sea de 1483 unidades. El balanceo de cargas de trabajo y el *Lay-out* propuesto se presenta en la **tabla 3** y la **figura 4** respectivamente.

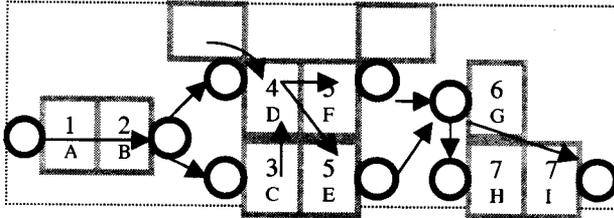
TABLA 3. Balanceo del Módulo de producción para 1483 unidades/ turno de 8 horas

No.	Operación	NTO	Operario	Producción esperada
1	Cerrar Hombros (CH)	0.90	A	1655
2	Dobladillar Falda (DF)	0.94	B	1568
3	Dobladillar Mangas (DM)	1.19	C + D	1488
4	Cerrar manga (CM)	0.75	D	1495
5	Pegar Cuello (PC)	1.37	E + F	1487
6	Pegar Sobrecinta (SC)	1.57	G + F	1489
7	Pegar Mangas (PM)	2.00	H + I	1483
TOTAL		8.72	9	

Eficiencia del balanceo: $(8.72 \cdot 100) / 9 = 96.9 \%$

Producción máxima esperada: 1483 unidades por turno.

FIGURA 4. Distribución en planta para el sistema de fabricación modular. (Área ocupada: 20.1 m²)



Hasta el momento, con base en los cálculos de diseño, se puede inferir, que si los resultados de la capacidad calculada se dan, la eficiencia en lo que respecta a la utilización del recurso humano, será de 96.8% en el módulo, frente a un 73.44% esperado para la línea. Sin embargo, en lo que respecta a la utilización de la maquinaria, en el módulo el valor esperado es del 79%, frente a un 73.44% de la línea, lo cual deja entrever, que si bien existe una diferencia notoria en el aumento esperado de la eficiencia de la mano de obra en un sistema modular, en lo que respecta a la maquinaria, esta diferencia no es tan grande. Con respecto a la utilización del espacio ocupado, en el ahorro con el sistema modular, en este caso específico es de un 20.1 m², es decir, se reduce la necesidad de espacio en un 41.73 %.

Es importante aclarar, que el cambio hacia un esquema de producción grupal, genera una reacción de reserva en los empleados, necesitándose un tiempo prudencial para su asimilación, el cual depende, en gran medida, del esfuerzo de los directivos y del clima organizacional existente en ese momento. Por ello, se recomienda comenzar con la creación de un módulo piloto, que permita afianzar los conocimientos en la aplicación de la técnica y a la vez vencer la resistencia al cambio del resto de los empleados.

DISEÑO DEL EXPERIMENTO DE SIMULACIÓN

Para corroborar el grado de cumplimiento de los cálculos anteriores y en aras de comprobar las bondades de la reducción de inventarios presentada en la analogía de rocas y agua del

JAT, se realizó una simulación de los dos sistemas de fabricación con la ayuda del paquete computacional **SIMUL8**®, a través del cual se corrieron los siguientes experimentos:

1. Experimento 1: Sistema de fabricación en línea con lanzamiento de lotes de 50 unidades entre cada operación.
2. Sistema de fabricación en línea con lanzamiento de lotes de 25 unidades entre operaciones.
3. Sistema de fabricación en línea con lanzamiento de lotes de una unidad entre operaciones.
4. Sistema de fabricación modular, con lanzamiento de lotes de una unidad.

Las variables a comparar entre los distintos experimentos son:

- Producción por semana.
- Productividad de la mano de obra.
- Tiempo de cargue del sistema.
- Inventario promedio en el sistema.

Los resultados del análisis estadístico de las operaciones del proceso se presentan en la **tabla 4**.

TABLA 4. Distribución de probabilidad del tiempo de fabricación de las operaciones de la camiseta

Operación	Tipo de distribución	Parámetros
Cerrar Hombros (CH)	Uniforme	0.216, 0.303
Dobladillar Falda (DF)	Uniforme	0.266, 0.322
Dobladillar Mangas (DM)	Uniforme	0.375, 0.403
Cerrar manga (CM)	Uniforme	0.200, 0.236
Pegar Cuello (PC)	Uniforme	0.400, 0.466
Pegar Sobrecinta (SC)	Uniforme	0.491, 0.533
Pegar Mangas (PM)	Uniforme	0.633, 0.658

RESULTADOS DEL EXPERIMENTO DE SIMULACIÓN

Una vez desarrollado el programa de simulación, se realizaron 5 corridas en cada experimento planteado, las cuales

corresponden al número óptimo de los cálculos estadísticos, para un tiempo de trabajo de una semana de 5 días hábiles, encontrándose los resultados que se muestran en los anexos 1 y 2 y que se resumen en la en la **tabla 5**.

A los resultados obtenidos, se les aplicó las pruebas estadísticas necesarias para demostrar su confiabilidad.

TABLA 5. Resultados de la simulación del modulo frente al sistema en línea para una semana de trabajo.

Variable	Sistema en línea (lote de 50)	Sistema en línea (lote de 25)	Sistema en línea (lote de 1)	Sistema modular
Producción promedio	5810	5990	6159	7266
Productividad de la mano de obra	581	599	615	807
Inventario en proceso	2610	2455	2274	179
Tiempo de cargue	141.6	70.4	6.8	3.8

Tal como lo evidencian los resultados de los **anexos 1 y 2** y de la **tabla 5**, queda demostrada la ventaja competitiva de los sistemas de fabricación modular, en lo referente a las variables estudiadas. Así mismo se puede apreciar, como en la medida que se reducen los tamaños de lote en cada uno de los sistemas simulados, todas las variables analizadas mejoran, lo cual corrobora los efectos de la aplicación de la analogía de rocas y agua del JAT, mencionada con anterioridad. Con respecto al espacio ocupado y de acuerdo con el *lay-out* mostrado en los **figuras 3 y 4**, el área ocupada de 34.5 m² en el sistema en línea, frente a sólo 20.1 m² del sistema modular. Esta notoria diferencia, se ve reflejada en el hecho de que, dado el alto nivel de inventarios que se acumulan en una línea, surge la necesidad de calcular y prever espacio para su almacenamiento temporal, lo cual no sucede con el sistema modular, tal como lo evidencian los resultados de la simulación.

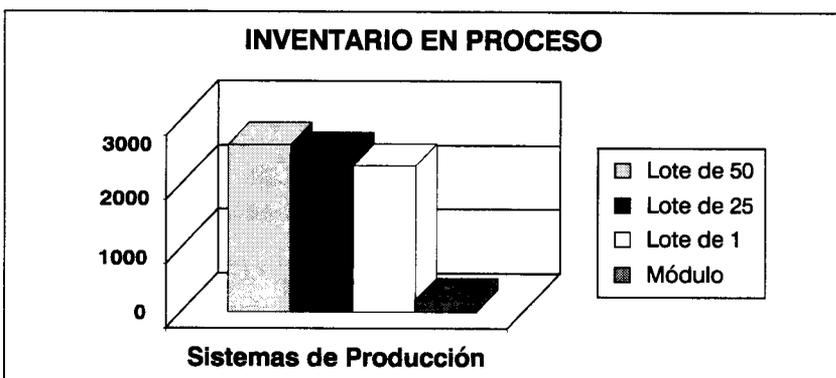
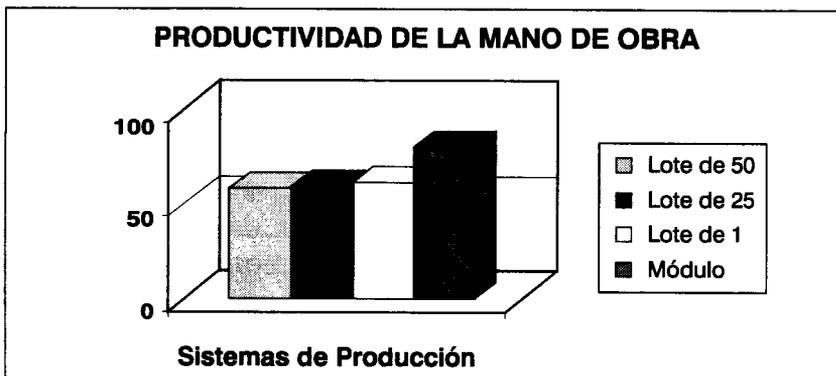
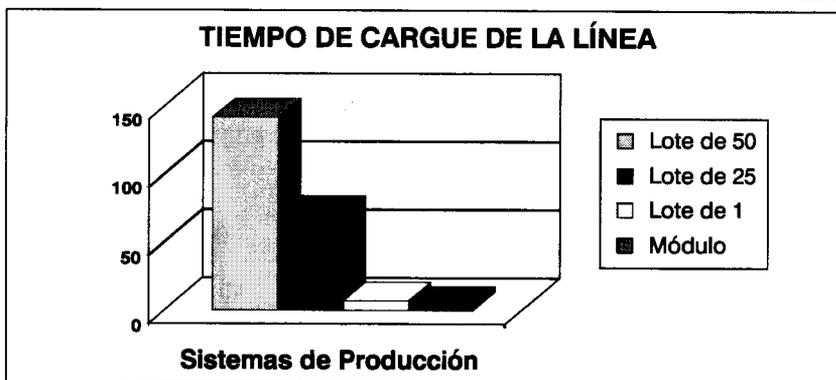
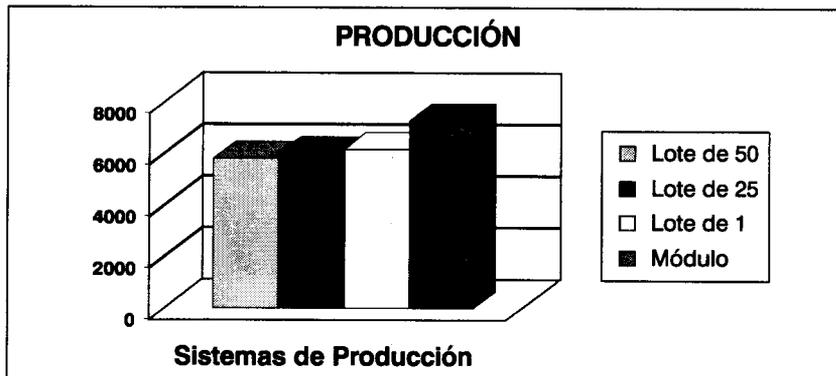
CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados, se demuestra la ventaja competitiva que conlleva la adopción de un sistema de manufactura modular, reflejada en el aumento de la productividad de la mano de obra, la reducción de inventarios en proceso, la reducción del ciclo de fabricación y la economía en el espacio necesario para su operación; sin embargo, vale la pena aclarar que la adopción de este sistema exige un cambio profundo en la filosofía y en la forma de operar de la organización, la cual debe comenzar por cambiar los antiguos esquemas de producción e incentivos individualizados y tender hacia la promoción del trabajo en equipo bajo una cultura de calidad total, donde el **recurso humano** represente un aspecto de máxima importancia y sobre el cual se deben iniciar programas de capacitación en todos los niveles jerárquicos, que les permita conocer la técnica y la filosofía que lleva implícita la manufactura modular. Una vez se lleve a cabo su implantación, la organización se acercará a mayores niveles de competitividad, que le permitirán entrar a nuevos mercados con productos no sólo de excelente calidad, sino además de bajo precio y con entregas rápidas.

ANEXO 1. Datos de salida de las corridas de simulación

Sistema	Lote	Variable	Número de la corrida					Promedio
			1	2	3	4	5	
L Í N E A	50	Producción	5800	5850	5800	5850	5800	5810
		Productividad (unid/persona)	580	585.5	580	585	580	581
		Inventario	2600	2650	2600	2600	2600	2610
		Tiempo de cargue (min)	140	142	145	139	142	141.6
L Í N E A	25	Producción	6000	6000	5971405	5975	6000	5990
		Productividad (unid/persona)	600	600	597.5	597.5	600	599
		Inventario	2525	2425	2475	2400	2450	2455
		Tiempo de cargue (min)	71	70	72	69	70	70.4
L Í N E A	1	Producción	6160	6159	6157	6160	6160	6159
		Productividad (unid/persona)	616	615.9	615.7	616	616	615.9
		Inventario	2265	2275	2268	2285	2280	2274
		Tiempo de cargue (min)	8	7	6	5	8	6.8
M Ó D U L O	1	Producción	7255	7275	7240	7235	7273	7266
		Productividad (unid/persona)	806.11	808.3	804.4	803.8	808.1	807.3
		Inventario	155	129	299	172	138	179
		Tiempo de cargue (min)	3	4	4	3	5	3.8

ANEXO 2. Gráficos comparativos de los resultados obtenidos



BIBLIOGRAFÍA

Castillo, J. (1993): "La implementación de sistemas de producción modular". En: *La bobina Notivest*. No. 55, p.44.

Domínguez Machuca, J.A. et al (1995): Dirección de operaciones. Aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. Madrid: Editorial Mc Graw Hill.

Fraser, A. (1992): La puesta en práctica del sistema modular. En: *Revista Apparel Industry Internacional*, p.32.

Gabiña, J. (1996): El futuro revisitado. La competitividad estratégica, Vol.1, pp. 179.

Rubinfeld, H. (1990): Aplicación de líneas modulares. En: *La Bobina Notivest*, p. 51-52.

Russell, R. & Taylor, B. (1998): Operations Management. Focusing on quality and competitiveness. 2th ed. New Jersey: Ed. Prentice Hall.

Umble, M. & Srikanth, M.L. (1995): Manufactura sincrónica. Principios para lograr una excelencia de categoría mundial. México: Editorial CECSA.

Uribe Macías, Mario E (1998): Productividad y competitividad en las organizaciones latinoamericanas. En: *Revista temas y reflexiones*, No. 2, Abril, p. 73.