

La simulación como herramienta de apoyo en la toma de decisiones estratégicas: el caso de un instalador de “pisos móviles”

Frederic Marimon Viadiu

Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad Internacional de Cataluña. Calle Inmaculada, 22
08017 Barcelona, fmarimon@uic.es.

Resumen

El trabajo analiza de qué manera una simulación de un proceso productivo ayuda a tomar decisiones de carácter estratégico. El caso analizado es un instalador de “pisos móviles” para semi-remolques. Mediante un modelo se simula el comportamiento de la línea de montaje. Se presentan varios escenarios con la finalidad de proveer de información suficiente que sirva a la dirección para definir su estrategia. En efecto, la empresa se plantea la posibilidad de rediseñar el proceso para obtener lead time más cortos y mejorar el flujo en la planta.

El trabajo analiza el impacto de las distintas alternativas (escenarios) sobre plazos de entrega (lead time), variable crítica en este sector. Algunas de las alternativas son de política comercial, como por ejemplo el mix de productos o la fijación de precios; otras están más ligadas al campo de las operaciones y afectan a la capacidad del proceso.

Finalmente se realiza un análisis competitivo de los distintos escenarios que han ayudado a tomar decisiones de carácter estratégico.

Palabras clave: simulación, decisiones, política estratégica.

1. Introducción

Este trabajo describe el papel de la simulación como herramienta de apoyo en el diseño de la política estratégica de una empresa del sector metalúrgico. En efecto, la simulación del flujo de material en el proceso permite describir varios posibles escenarios. La comparación de los parámetros operativos de estos escenarios permitieron tomar decisiones con implicaciones de carácter estratégico, tales como el *mix* de productos, el tipo de mercado hacia dónde orientarse o el perfil idóneo de las personas de la empresa.

Varios autores discuten sobre la finalidad de la simulación. Es una herramienta muy versátil que se utiliza en ámbitos muy diversos, tanto en ciencias de tipo experimental como en ciencias sociales. En el área de conocimiento de administración de empresas se viene utilizando con intensidad, tanto desde la vertiente académica como empresarial. La prueba del éxito de este tipo de simulaciones es la proliferación de diferentes paquetes de software: Extend, Modsim, Witness, MAP, Slam, Simfactory, Arena, Micro Saint, Taylor, PSPS...

En todo caso, la simulación es especialmente útil en el análisis de problemas de singular complejidad matemática, ya que permite una aproximación alternativa al problema (Heizer y Render, 2001). Para nosotros, el principal propósito de la simulación que se presenta aquí es hacer que el decisor entienda mejor el proceso (Riverola y Cuadrado, 2003).

2. Descripción de la actividad de la empresa

La empresa está localizada en España y tiene como actividad principal la instalación de “pisos móviles” en tráileres. Un “piso móvil” es un mecanismo que facilita el trasiego de material en el interior del camión. La máquina que activa el sistema se compra a un proveedor americano. El

resto de material necesario para la instalación del sistema en el camión se compra a proveedores de ámbito nacional. La empresa inició su actividad ofreciendo únicamente el servicio de instalación de la máquina. Más adelante, para atender requisitos especiales de sus clientes, la empresa empezó a ofrecer el *carrozado* completo del trailer en aluminio. De esta manera la empresa añade más valor al producto - horas de operario especializado en soldadura de aluminio-.

El carrozado se opera en un departamento de reciente creación, que vamos a denominar "*carrozar*". Está constituido por personal especializado en soldadura con aluminio. La contratación de estos soldadores ha aumentado la capacidad tecnológica de la empresa, así como el nivel salarial. El incremento de coste laboral se ha transferido al cliente, que paga la actividad extra de carrozar su trailer.

La empresa se plantea la posibilidad de aumentar el porcentaje de pedidos de camiones a carrozar. Esto supone un incremento en la facturación, pero supone también un cambio en la política de recursos humanos de la empresa. Será necesario atraer operarios cualificados y especializados en la soldadura de aluminio, así como un plan de formación específica en soldadura de aluminio. Por otra parte, se hará necesaria una reestructuración del departamento de marketing para orientarse hacia este mercado.

Esta decisión entraña algunos riesgos. Por una parte se apuesta por un mercado que está claramente en fase de maduración -el sector del "transporte por carretera"-, y por tanto sin capacidad de crecimiento. Por otra parte, hay que tener en cuenta que algunos clientes que tan sólo demandan la instalación de la máquina son al mismo tiempo carroceros, y por tanto competidores directos.

Todavía hay otra consideración ligada a esta decisión. Si se refuerza el departamento de carrozar, la empresa sigue dependiente a nivel tecnológico de su proveedor de máquinas.

En el momento en que se inició el análisis, la empresa recibía unos 40 pedidos que sólo requerían la instalación del sistema, y otros 40 que además pedían la carrocería completa en aluminio. Este era su único negocio. Como es sabido, el sector del transporte pasa por ciclos bastante acusados y la empresa buscaba fórmulas para independizarse de estos vaivenes. Además, la empresa detectó la entrada de nuevos instaladores de sistemas parecidos, y por tanto con capacidad de arrebatarse algunos pedidos. Hasta este momento, la ventaja competitiva era la calidad ofertada, sustentada por el equipo de soldadores de la empresa. Desde luego era una barrera de entrada, pero no infranqueable. En todo caso, se pensaba que la diferenciación podía venir por la operación de carrozar (Porter, 1985). Todo ello hacía prever posibles dificultades en el futuro y se pensaba en qué medidas operativas permitirían mantener la ventaja competitiva.

En ese momento, la configuración del proceso correspondía al tipo "*taller*", siguiendo la notación de Hayes Wheelwright (1984). Por otra parte, el producto tiene un grado medio-alto de estandarización (tanto para aquellos pedidos que sólo requieren la instalación de la máquina, como para aquellos que además solicitan la carrocería en aluminio). En la matriz producto-proceso (tabla 1), la empresa está emplazada en la zona central, justo por encima de la diagonal.

Tabla 1. Matriz producto – proceso. Adaptación de Hayes Wheelwright (1984)

		PRODUCTO					
		Volumen bajo, fabricación a medida, producto único	Volumen bajo, estandarización baja, producto único en ocasiones	Productos múltiples, volumen de producción bajo	Pocos productos similares, volumen de producción alto	Alto volumen y estandarización, productos primarios	
PROCESO	Proyecto	Construcción de un edificio					Flexibilidad elevada
	Taller	Taller reparación automóviles					
	Fabricación por lotes	Industria del mueble					
	Línea de fabricación	Fabricación automóviles					
	Producción continua	Refinería					Flexibilidad baja
		Coste unitario elevado					Coste unitario reducido

Recordamos que la zona de máxima eficiencia se encuentra en la diagonal de la matriz. Por tanto, la empresa debería hacer un esfuerzo para desplazarse hacia abajo en la matriz producto – proceso (figura 1).

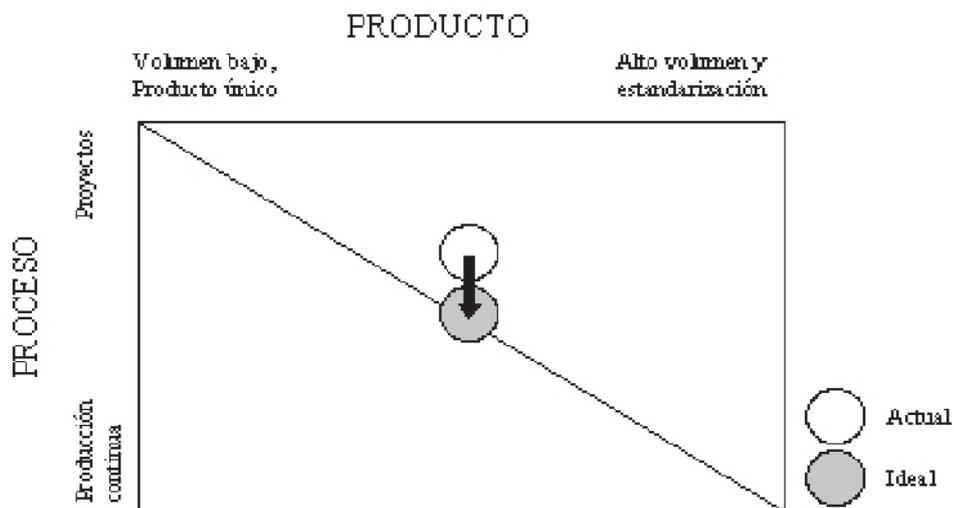


Figura 1. Situación actual y óptima de la empresa en la matriz producto – proceso (Instalación de máquinas en trailers y carrozar en aluminio)

El desplazamiento sugerido por la figura 1 requiere un esfuerzo básicamente en rediseño de procesos, para pasar de la configuración actual de *taller* a una configuración de *fabricación por lotes*. También será necesario conseguir una mayor estandarización en el producto, sin perder por ello la capacidad de satisfacer los requerimientos de clientes.

3. Simulación

Para tomar esta decisión se modeló el proceso para simular el flujo de material en la planta (escenario A). Se distinguieron dos tipos de pedidos:

- 1) Tipo “bed”, que son los camiones que sólo requieren la instalación del sistema.
- 2) Tipo “carrozar”, que además precisan añadir la carrocería en aluminio.

Se agruparon las distintas operaciones que se realizan en el taller en tres departamentos:

- 1) Departamento “bed”: instalar las barras móviles del suelo.
- 2) Departamento “carrozar”: son todas las operaciones relacionadas directamente con la confección de la carrocería de aluminio.
- 3) Departamento “hidráulica”: operaciones precisas para instalar la máquina y conectarla con las barras móviles instaladas en el primer departamento. Así queda asegurada la funcionalidad del sistema.

La figura 2 muestra este escenario. Se representan los tres departamentos y el flujo de material y de información. A medida que llegan los pedidos hacen cola, esperando a que el taller pueda iniciar la confección de ese trailer. Los pedidos tipo “bed” sólo pasan por dos departamentos, mientras que los tipo “carrozar” además pasan por la operación propia de carrozar. La operación de “carrozar” hay que hacerla después de instalar las barras móviles en el suelo (operación “bed”).

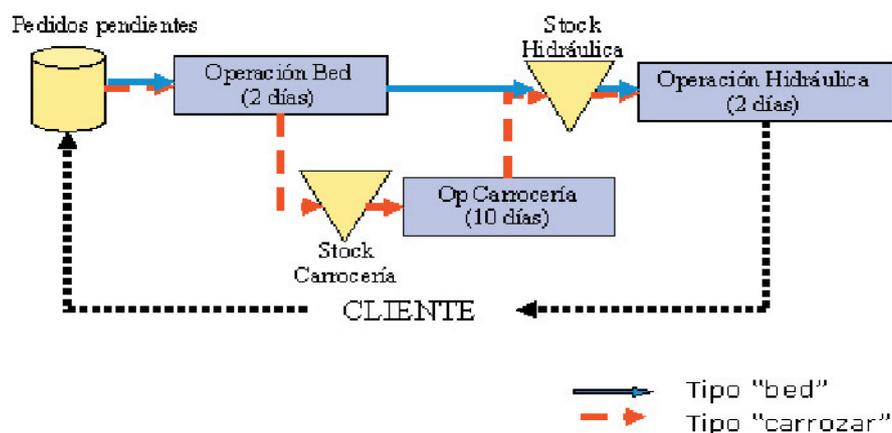


Figura 2. Diagrama de flujo del taller (escenario A)

Según la información proporcionada por la empresa, el tiempo necesario para la operación *bed* era de dos días, el de la operación *carrocería* diez días y el de *hidráulica* 2 días. Por otra parte se disponía también de información acerca del *lead time* medio: unas cinco semanas.

El modelo se construyó sobre el paquete de software Witness, según los siguientes parámetros:

1) Los pedidos de tipo *bed* llegan a un ritmo de uno cada 9 días, según una distribución Poisson. Los pedidos de tipo “carrocería” también llegan con el mismo ritmo. No disponemos de información para contrastar si realmente la distribución de las llegadas sigue este patrón, pero como no hay indicios para suponer que sigan otra distribución, nos inclinamos por la Poisson. En efecto, no podemos sospechar que haya causas que expliquen otro comportamiento (Pazos, J. J. *et al.*, 2003)

2) Las funciones de densidad de la duración de las operaciones son de tipo exponencial negativa con las siguientes medias: operación *bed* 2 días; operación *carrozar* 10 días; operación *hidráulica* 2 días. Tampoco tenemos información para contrastar que el patrón realmente sea de tipo exponencial, pero no hay ninguna razón para rechazar esta hipótesis (Pazos, J. J. *et al.*, 2003).

3) Se ha impuesto una restricción de espacio: no puede haber más de tres camiones esperando para la operación *hidráulica*, ni más de tres esperando para *carrozar*. En efecto, el espacio físico disponible en el taller impone esa restricción.

El modelo arroja unos resultados operativos muy cercanos a los reales: un *lead time* para los camiones que sólo requieren la instalación del sistema (los tipo *bed*) de 29 días, una larga cola delante de la operación *carrozar* (de 25 días), un rendimiento bajo de la operación *bed* (30%) y muy alta de la operación *carrozar* (95%). Estos resultados reflejan bastante bien la situación en la que se encontraba el taller en el momento del estudio. Se podía servir con un plazo razonable a los clientes que tan sólo quería montar el sistema, pero el plazo se hacía muy largo para los pedidos que requerían carrocería (58 días). El cuello de botella quedaba localizado en la operación *carrozar*.

4. Evaluación de escenarios alternativos

A partir de aquí, se simularon varios escenarios que mostraban los efectos de distintas medidas sobre los parámetros operativos del taller. Las medidas que se contemplaron fueron de dos tipos:

1) Medidas internas.

Instalar dos *stands* para *carrozar*. Esto permitiría repartir los recursos del departamento sobre dos pedidos, de forma que se podría trabajar simultáneamente sobre dos camiones.

Aumentar la capacidad del departamento de *carrozar*. Esto significa básicamente contratar más operarios especializados en soldadura de aluminio. Es una alternativa complicada, ya que en la zona escasea este tipo de personal.

Aumentar el espacio físico para estocar camiones delante de la operación de *carrozar*. También es una decisión que requiere una inversión.

2) Medidas externas.

Aumento de la demanda. Para ello habrá que hacer un esfuerzo comercial.

Variación del *mix* de producción. También se consigue con acciones comercial dirigidas.

Aplicando estas medidas, se generaron siete escenarios distintos:

Escenario A. Replicar la situación actual ya comentada.

Escenario B. Rediseñar el *lay out* del departamento de carrocería para albergar dos *stands*.

Escenario C. Aceptar menos pedidos de los que están llegando en este momento. Esto debería provocar una reducción en el plazo de entrega y por tanto exigir un precio más alto.

Escenario D. Situación actual doblando la capacidad del departamento de carrozar.

Escenario E. Aumentar la demanda de los pedidos tipo *carrozar* al mismo tiempo que se dobla la capacidad del departamento de *carrozar*.

Escenario F. Situación de E y además disponer de espacio delante de la operación *carrozar* para una cola de 10 camiones.

Escenario G. Situación F y además volver a doblar la capacidad de *carrozar*, (tener una capacidad cuatro veces superior a la actual en *carrozar*).

La tabla 2 muestra una comparación de las simulaciones de los siete escenarios. Se hizo en cada caso una simulación de un año de funcionamiento del taller.

Tabla 2. Comparación de los escenarios simulados

Escenario	DEFINICIÓN ESCENARIO				RESULTADOS DEL ESCENARIO						
	Dem bed	Dem carroz	Canales carrozar	Capac carroz	Lead time "bed"	Lead time "carr"	Cola pedid (días)	Cola carroz (días)	Rdto bed	Rdto hidr	Rdto carr
A	40	40	1	Actual	29	58	22	25	30%	35%	95%
B	40	40	2	Actual	19	58	14	25	30%	35%	93%
C	30	35	1	Actual	13	45	8	24	26%	32%	94%
D	40	40	1	Doble	4	18	0	6	38%	50%	70%
E	10	60	1	Doble	12	32	6	13	31%	37%	95%
F(*)	10	60	1	Doble	4	32	0	21	31%	37%	95%
G	10	60	1	Cuatr.	5	9	0	1	31%	38%	52%

(*) La diferencia entre E y F es que éste último dispone de espacio físico suficiente delante del del departamento de carrozar para diez trailers.

El análisis de la tabla sugiere varias conclusiones. En primer lugar, observamos que el escenario B mejora sustancialmente el *lead time* de los pedidos tipo *bed*. Obsérvese que la inversión para pasar del *lay out* actual al que exige el escenario B es mínima. Se tiene la misma capacidad. Tan sólo se ha equipado el departamento de *carrozar* para poder atender a dos pedidos simultáneamente. Esto genera una mejora en el plazo de entrega muy notable. Se pasa de 29 días a tan solo 19 días. Si se decide finalmente una estrategia de posicionamiento en este sector,

esta es una medida que puede ofrecer una ventaja competitiva, ya que el plazo de entrega es un factor importante cuando el cliente elige proveedor. Evidentemente, los rendimientos de las distintas operaciones permanecen iguales, ya que se sirve exactamente a la misma demanda en ambos casos.

El escenario C demuestra que un criterio restrictivo en la aceptación de pedidos mejora sustancialmente los tiempos de entrega de los dos tipos de *trailers*. Habría que analizar hasta qué punto esta reducción en el plazo se puede traducir en una mayor facturación seleccionando aquellos clientes que están dispuestos a pagar esta disminución del plazo. Hay que tener en cuenta que cada día de reducción en el plazo es un día más que dispone el cliente puede operar con el camión.

El escenario D evalúa el impacto del aumento de capacidad del departamento de carrozar. Se obtienen unas reducciones muy importantes en ambos *lead time*. Además, se equilibran los rendimientos de los departamentos. Se consigue que el flujo sea mucho más fluido.

Los últimos tres escenarios muestran una situación en la que la demanda de “carrozados” es mucho mayor, y por otra parte se disminuye la producción de camiones tipo *bed*. Son escenarios que requieren una acción comercial dirigida hacia el sector de carrozados. Se consiguen también buenos plazos de entrega.

El último escenario muestra una situación que ofrecería una ventaja competitiva realmente alta. La entrega de un pedido tipo *bed* es de una semana y el de un pedido que además requiere carrocería se puede entregar en dos semanas. Como se observa en los rendimientos de las tres operaciones, el sistema está más relajado y permite que el material fluya con rapidez, sin formar retenciones de stock en curso en ningún sitio.

5. Decisión final

A la vista de la comparación de estos escenarios se decidió elegir el escenario F. Esto supone una política comercial orientada hacia la demanda de carrozados y disminuir la cantidad de pedidos en el que tan sólo se instalaba la máquina. Por otra parte, supone también un esfuerzo para aumentar la capacidad de carrozar. Por tanto implica el diseño de una política de formación de nuevos operarios y de incentivos para crear vínculos a largo plazo. Este escenario también requiere de la adecuación de una zona amplia capaz de albergar hasta diez trailers.

6. Conclusiones

La modelación y simulación del taller ayudó a la dirección a tomar decisiones de carácter estratégico. Durante el proceso de construcción y validación del modelo, la dirección mejoró la comprensión del flujo del taller. Entre otras cosas, pudo precisar hasta qué punto el cuello de botella (departamento de carrocería) gobernaba la productividad del taller. Evidentemente, se sabía que *carrocería* era el eslabón de menos capacidad, pero el modelo permitió examinar qué impacto producían las distintas decisiones consideradas (escenarios) sobre los indicadores de competitividad de la empresa (básicamente los plazos de entrega).

Referencias

Hayes, R. H., Wheelwright, S. C. (1984). *Restoring our competitive edge: competing through*

Manufacturing. Ed. John Wiley and Sons.

Heizer, J.; Render, B. (2001). *Dirección de la producción: decisiones tácticas*. Ed. Pearson / Prentice Hall

Meredith, J.; Mantel, S. (2000). *Project Management. A managerial approach*. Ed. John Wiley and Sons.

Pazos Arias, J. J., Suárez González, A., Díaz Redondo, R. (2003). *Teoría de colas y simulación de eventos discretos*. Ed. Pearson Prentice-Hall.

Porter, M. E. (1985). *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. N.Y.: Free Press.

Riverola, J.; Cuadrado, B. (2003). *Arte y Oficio de la Simulación*. Ed. EUNSA.

Womack, J.; Jones, D. (1996). *Lean thinking*. Ed. Touchstone Books.