

APLICACIÓN DEL MODELO DE PLANEACIÓN DE LAS CAPACIDADES PRODUCTIVAS EN EMPRESAS MANUFACTURERAS EN UNA PYME DEL SECTOR CALZADO

Óscar Javier Herrera Ochoa¹
Leila Nayibe Ramírez Castañeda²,
Óscar Mayorga Torres³,

RESUMEN

Este artículo presenta la aplicación del modelo de planeación de las capacidades productivas en empresas manufactureras en una PYME del sector calzado en Bogotá D.C. con el fin de determinar los requerimientos y especificaciones de la organización en términos de unidades de tiempo del recurso maquinas y equipos. Con la aplicación del modelo, se genera información para determinar cuellos de botella del proceso productivo, ampliación de la capacidad instalada y disponible de los recursos e indicadores de gestión que miden la eficiencia y eficacia de la organización en términos de productividad operativa. Otra ventaja de la aplicación del modelo es la facilidad del proceso planeación y programación de la producción, que dependiendo de los requerimientos del recursos maquinas y equipos y, aportando grandes conclusiones para la toma de decisiones en referencia a estrategias y tácticas de producción, ampliación de la capacidad de los recursos y confiabilidad en desempeño del sistema.

Por último, el artículo hace un análisis del proceso productivo de la empresa haciendo énfasis en la capacidad del recurso máquina y equipos y sugiere recomendaciones para aumentar la productividad operativa.

Palabras claves: Capacidad teórica, instalada, disponible, optimización, recurso maquina.

ABSTRACT

This paper presents the application of the model of planning of the productive capacities in manufacturing companies in a PYME of the sector worn in Bogota D.C. with the purpose of determining the requirements and specifications of the organization in terms of units of time of the resource machines and equipment. With the application of the model, information is generated to determine necks of bottle of the productive process, extension of the capacity installed and available of the resources and indicators of management that measure the efficiency and effectiveness of the organization in terms of operative productivity. Another advantage of the application of the model is the facility of the process planning and programming of the production, that depending on the requirements of the resources machine and equipment and, contributing to great conclusions for the decision making in reference to strategies and tactics of production, extension of the capacity of the resources and trustworthiness in performance of the system.

Finally, the article does an analysis of the productive process of the company doing emphasis in the capacity of the resource machine and equipment and suggests recommendations to increase the productivity operative.

¹Ingeniero Industrial Universidad Distrital FJC. Tesista de la Maestría en Ingeniería Industrial Universidad Distrital FJC. Docente de planta de la Universidad Cooperativa de Colombia UCC. Docente de la Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI, integrante de los Grupos de Investigación de Competitividad en la Industria Colombiana GICIC de la UDFJC e Ingenio IndusPYME de la UCC. ojavierho@yahoo.com.ar

²Ingeniera Industrial, Universidad Libre de Colombia. Magíster en Ingeniería Industrial Universidad de los Andes. Docente de planta Universidad Manuela Beltrán UMB. Ha sido docente de la Universidad Militar Nueva Granada UMNG, Universidad Distrital FJC, Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI. lei-rami@uniandes.edu.co

³Ingeniero Industrial Universidad Distrital FJC, Especialista en Ingeniería de Producción Universidad Distrital FJC. Estudiante de la Maestría de Ingeniería Industrial Universidad Distrital FJC. Docente de planta Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI. Ha sido docente de la Universidad Distrital FJC y actualmente integra el grupo de investigación de Diseño, manufactura y Automatización DIMA. omayorgat@ecc.edu.co

Key words: Theoretics capacity, installed, available, optimization, machine resource.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, una proporción de empresas manufactureras (especialmente las pequeñas y medianas) desconocen la capacidad productiva teórica, instalada, disponible, necesaria y utilizada; esta es una debilidad organizacional y especialmente del proceso ya que ignoran las potencialidades de los recursos, no determinan los cuellos de botella y no tienen base de datos para la toma de decisiones. El modelo de planeación de las capacidades productivas en empresas manufactureras es una herramienta que valida este concepto y busca optimizar el proceso desde la planeación como respuesta organizacional a las exigencias del mercado.

El presente trabajo muestra la aplicación del modelo en una PYME del sector calzado con el fin de determinar los requerimientos y especificaciones de la organización en términos de unidades de tiempo del recurso maquinas y equipos, a su vez se valida el modelo en organizaciones pequeñas y medianas y proporciona información del proceso para responder variables de capacidad productiva.

Por ultimo, se hace un análisis del proceso productivo de la empresa haciendo énfasis en la capacidad del recurso máquina y equipos y sugiere recomendaciones para aumentar la productividad operativa.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. PLAN DE CAPACIDADES PARA EL DISEÑO DEL PROCESO

La capacidad productiva, su análisis, planeación, programación y control, constituyen actividades críticas que se desarrollan paralelamente con las actividades de programación y planeación de materiales, representando esta (la capacidad) la cantidad de productos o servicios destinados a satisfacer las necesidades del individuo y/o sociedad que puede ser obtenida por unidad productiva durante un determinado periodo de tiempo [Domínguez, Machuca 1995]. La capacidad de los medio de trabajo se puede expresar en las siguientes unidades:

Unidades de tiempo: Miden el consumo de tiempo de los medios de trabajo o de las unidades producidas, se expresan en (Horas-Máquina; Horas-Unidad; Horas-Hombre).

Unidades Energéticas: Miden el gasto o consumo de energía, se expresan en (HP; Kw-hora).

Unidades Monetarias: Miden el impacto económico, se expresan en (US\$; \$).

Unidades Naturales: Determinan unidades del proceso productivo, se expresan en (unidades; longitudes; superficies; masa; peso).

De todas las unidades en que se puede expresar la capacidad, de acuerdo con el caso que se trate, las fundamentales son las de tiempo, ya que a partir de estas se pueden expresar las restantes [Mileusnic 1987].

2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS CAPACIDADES

La capacidad de los medios de trabajo, en general, puede también diferenciarse, en función de su disponibilidad, necesidad y utilización temporal en:

2.2.1. Capacidad Instalada C_i : Aquella que esta potencial y totalmente disponible para alcanzar los resultados productivos máximos especificados por su fabricante. La magnitud de esta capacidad se ve disminuida solo por razones de mantenimiento de los medios de trabajo para garantizar su propia disponibilidad y utilización normal (racional). A su vez, la capacidad instalada puede ser sostenida para muy cortos periodos de tiempo, así como pocas horas al día o pocos días al mes [Krajewski & Ritzman 1996].

2.2.2. Capacidad Disponible C_d : Es menor que la capacidad instalada y depende de las condiciones de producción, administración y organización en que se esta se desempeña. En comparación con la capacidad instalada, la disponible se ve disminuida en relación con los días hábiles del año, el número de turnos y su duración, las horas perdidas por ausentismo de los trabajadores, las perdidas originadas por factores organizacionales y por otros factores influyentes externos, analizados casuísticamente.

2.2.3. Capacidad Necesaria C_n : Es aquella que se debe utilizar, para aprovechar las posibilidades y las

exigencias del mercado; o sea, indica cuánto se debe utilizar la capacidad en un determinado periodo de tiempo para realizar un plan de producción. La capacidad necesaria puede ser mayor, igual o menor que la capacidad instalada o disponible.

2.2.4. Capacidad Utilizada Cu: Refleja su real utilización para un determinado periodo de tiempo; es decir, la producción realizada, expresada en las mismas unidades de medida en que se han calculado, la capacidad instalada, disponible y necesaria a los efectos de comparación y correspondencia con los factores perturbantes [Kalenatic & Blanco Rivero 1993]

2.3. CÁLCULO DE LAS CAPACIDADES

2.3.1. Capacidad Instalada Ci: El calculo de la capacidad instalada, integrada en los modelos de optimización de planes de producción, se realiza como se muestra en la expresión [1] [Zelenovic 1987; Mileusnic 1985; Petric 1986 y Todorovic 1995]

$$C_i = \sum_{i=1}^m n_i \times h_d \times d_h - \sum_{i=1}^m n_i \times g_i \frac{\text{HORAS}}{\text{PERIODO}} \quad [1]$$

Donde:

i: Sitios de trabajo o unidades tecnológicas tipo i

m: Sitios de trabajo agrupados por tipo; i=1,2,3,...,m

n_i: Cantidad de sitios de trabajo o de unidades tecnológicas tipo i

g_i: Pérdidas estándar por mantenimiento preventivo y correctivo de los sitios de trabajo de las Unidades Tecnológicas tipo i (hora/medio de trabajo)

h_d: Horas día (24)

d_h: Días hábiles en el año (365)

G₁: Pérdidas estándar totales por mantenimiento preventivo de todos los sitios de trabajo activos en el sistema. A su vez, para el cálculo de estas pérdidas, es válida la expresión [2].

$$G_1 = \sum_{i=1}^m n_i \times g_i \frac{\text{HORAS}}{\text{PERIODO}} \quad [2]$$

2.3.2. Capacidad Disponible Cd: Se calcula mediante la expresión [3] [Radovic 1980; Mileusnic 1985; y Todorovic 1995]

$$C_d = \sum_{i=1}^m n_i \times h_t \times n_t \times d_h - (G_1 + G_2 + G_3 + G_4) \frac{\text{HORAS}}{\text{PERIODO}} \quad [3]$$

Donde:

d_h: Días hábiles en el año que se labora en el sitio de trabajo tipo i (días/año)

h_t: numero de horas turno que se labora en el sitio de trabajo tipo i

n_t: Numero de turnos de trabajo que se labora en el sitio de trabajo tipo i, según las condiciones de producción

G₂: Pérdidas estándar totales por la no asistencia de los trabajadores debido a vacaciones, incapacidades, permisos y otras ausencias justificadas y no justificadas (horas/año)

G₃: Pérdidas estándar totales por factores externos organizacionales en el proceso de producción (horas/año)

G₄: Pérdidas estándar totales por factores externos naturales, técnicos y económicos que conducen a paradas y esperas en los puestos de trabajo y que no dependen de los productores, sino de causas de fuerza mayor (falta de energía eléctrica, agua)

2.3.3. Capacidad Necesaria Cn: El calculo de la capacidad necesaria (o carga) asociada a la ejecución de un determinado plan de producción, determina según [Radovic 1980; Mileusnic 1985; y Todorovic 1995] por la expresión [4]

$$C_n = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{p_{ij}} \times N_{r_{ij}} \pm INR_{ij} \frac{\text{HORAS}}{\text{PERIODO}} \quad [4]$$

Donde:

j: Líneas de producción y/o productos tipo j

n: Líneas de producción y/o productos agrupados $j=1,2,3,\dots,n$

Q_{pij} : Cantidad planeada de productos tipo j que se elaboran el sitio de trabajo tipo i (unidades/año)

N_{rij} : Norma técnica de trabajo para el producto tipo j en el sitio de trabajo tipo i

INR_{ij} : Ejecución Estándar de la Norma Técnica de producción del producto tipo j en el sitio de trabajo tipo i, representada como la diferencia entre las horas de trabajo dadas como norma y las realmente ejecutadas. Este tiempo de ejecución de la norma técnica puede ser también expresado en forma de coeficientes [Kalenatic & Blanco Rivero 1993]

2.3.4. Capacidad Utilizada C_u : La capacidad utilizada (o carga real ejecutada), en un periodo de tiempo dado (ejecución de un plan) se determina, según [Radovic 1980; Mileusnic 1985; y Todorovic 1995] por la expresión [5]

$$C_u = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n Q_{r_{ij}} \times T_{r_{ij}} \frac{\text{HORAS}}{\text{PERIODO}}$$

[5]

Donde:

Q_{rij} : Cantidad real fabricada del producto tipo j que se proceso en el sitio de trabajo tipo i (unidades/año)

T_{rij} : Horas de trabajo promedio realmente utilizadas por unidad de producto tipo j en el sitio de trabajo tipo i (horas/unidad)

Cuando la capacidad se utiliza en la producción de diversas clases de productos en diferentes cantidades, entonces el equilibrio entre la capacidad necesaria y disponible se puede calcular mediante métodos de programación lineal ; existen varios criterios (funciones objetivo), a partir de los cálculos es posible optimizar el volumen y la mezcla de productos, entre estos, los más usuales son: la máxima utilización de la capacidad disponible, el máximo ingreso, el mínimo costo, la máxima utilidad [Everet 1991; Hiller & Liberman 1992; Schroeder 1992; Taha 1995, Todovic 1995 y Meredith 1996]

3. MARCO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del modelo se identificaron, clasificaron y analizaron las variables en la PYME, con el fin de determinar las capacidades de la organización. Posteriormente se empezaron a realizar, evaluar y validar los cálculos de cada una de las capacidades en el proceso productivo y por ultimo se diseñaron y analizaron las graficas de Capacidad Vs Tiempo (por área tecnológica).

3.1 IDENTIFICACIÓN, CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LAS VARIABLES

El siguiente cuadro resume las variables que se identificaron en la PYME.

Tabla No 1: Identificación, clasificación y análisis de las variables.

Variables	Identificación		Clasificación	Análisis
Sitios de trabajo	ni	26	Maquinaria: Unidades tecnológicas de transformación de los materiales	Se analizo el conjunto de maquinarias y equipos.
Numero de turnos	nt	2	Tiempo dispuesto para el proceso productivo. Se descontaron dominicales y feriados (2006) no se planean horas extras	De 6:00 a.m. a 2:00 p.m. y de 2:00 p.m. a 10:00 p.m. (turnos/día)
Horas turno	ht	8		(horas/turno)
Días hábiles	dh	291		(días/año)
Mantenimiento por sitio de trabajo	gi	0.25	Por sitio de trabajo	(horas/mes)
Mantenimiento	G1	78	Por todos los sitios de trabajo.	(horas/año)

Total (maquinaria)			Expresión [2]	
Ausentismo laboral	G2	125	Por todos los operarios. Registros RR.HH (2006).	(horas/año)
Factores organizacionales	G3	25	Por baja capacidad de gestión administrativa y financiera. Registro administración (2006)	(horas/año)
Factores externos	G4	48	Influye paro de transporte y cortes de energía eléctrica. Registro producción (2006)	(horas/año)

Fuente: Registros de RR.HH, de producción y administrativo 2006.

3.2 CALCULO DE CAPACIDADES

A continuación se muestran las capacidades calculadas en la PYME para la aplicación del modelo, en un periodo de seis (6) meses (julio-diciembre):

Tabla No 2: Cálculo de las capacidades

Capacidad	Expresión	Cálculo (horas-máquina/año)	Notas
Instalada Ci	[1]	113841	[a]
Disponibile Cd	[3]	60390	[b]
Necesaria Cn	[4]	758940	[c]
Utilizada Cu	[5]	57850	[d]

Fuente: Los autores

[a] Los datos se calcularon para un semestre (150 días/año)

[b] Los datos se calcularon para un semestre (150 días/año)

[c] Dato sectorial: Demanda mensual de calzado para hombres por referencias (para el caso referencia No 2). Para el caso la elaboración de un par de zapatos requiere 0.128 (horas-máquina/semanales) como dato estándar de la empresa. de Fuente DANE, encuesta anual manufacturera.

[d] Dato real de las unidades producidas por mes (calzado para hombres referencia No 2 tallas 25-37)

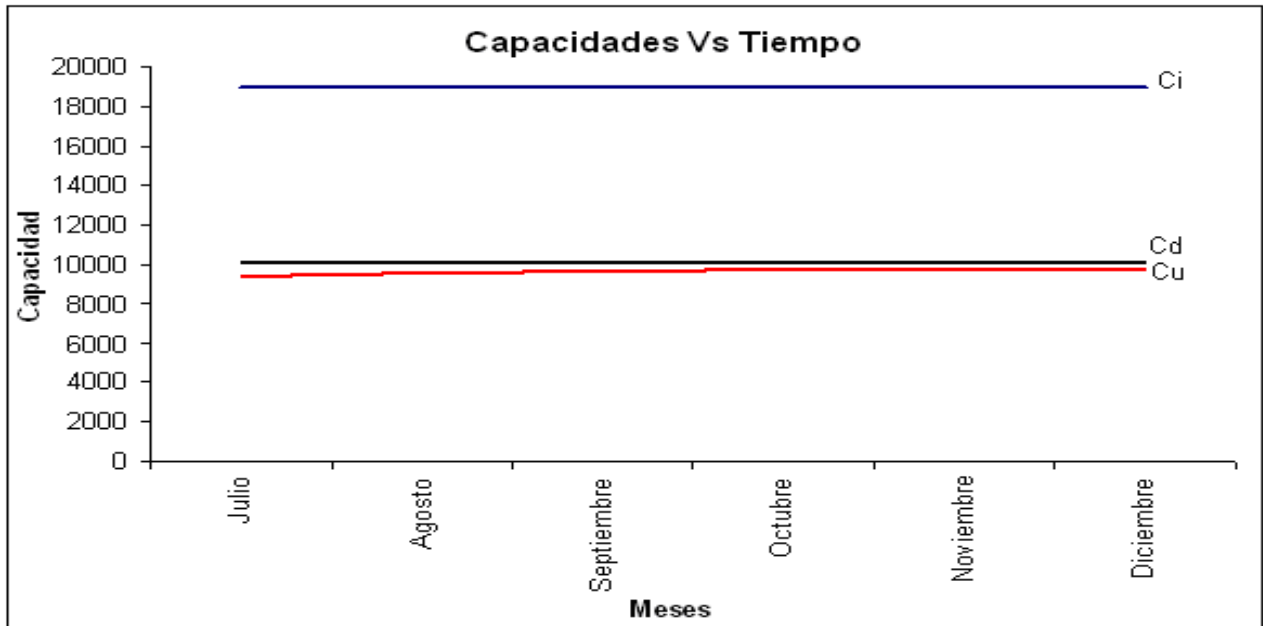
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados demuestran que la empresa actualmente se encuentra en una producción del 95.79% de la capacidad disponible, esto indica que aunque se acercan al programa de producción; aún existen pérdidas de tiempo las cuales bajan el volumen de producción y la efectividad del sistema, haciendo que se pierda productividad y competitividad.

En este periodo no se programaron horas extras, no se estimó comprar maquinaria ya que el programa de producción se cumplió con éxito y el tiempo de atención de los pedidos fue del 96% (Fuente: La empresa).

La siguiente gráfica muestra el comportamiento de la capacidad instalada, disponible y utilizada en el periodo de seis meses, no se grafica la necesaria puesto este dato es grande en comparación a las graficadas, sin embargo se analiza como referente del sector calzado de la ciudad de Bogotá.

Gráfica No 1: Comparación de las capacidades Vs Tiempo



Fuente: Los autores

La diferencia porcentual entre la capacidad disponible y la utilizada es de 4.21%, es importante reducir esta diferencia optimizando la línea de producción. Esta optimización debe empezar a generar mejoramiento continuo en la línea de producción y se deben utilizar indicadores de gestión que permitan medir, monitorear y controlar los procesos productivos con el fin de minimizar las pérdidas de tiempo y producto.

5. CONCLUSIONES

En el proceso de la planeación de las capacidades de planta es importante proyectar los recursos que van a intervenir en el proceso productivo con el fin de estimar requerimientos y especificaciones de manufactura al corto, mediano y largo plazo.

Este desarrollo fortalece la toma de decisiones, reflejándose en los indicadores de gestión y desempeño de la organización y la imagen corporativa ante sus clientes competidores y proveedores.

Es evidente que para que el modelo de planeación de las capacidades productivas en empresas manufactureras, muestre una información confiable se debe estimar mas variables del programa de producción que exige el modelo para su aplicación, por lo cual se debe determinar las perdidas de tiempo internas y externas de la organización, las especificaciones del programa de producción (numero de turnos, horas turno, días hábiles), el numero de equipos y maquinaria disponible para el proceso productivo, la demanda general de producción y la producción de unidades en un periodo específico.

Se considera en un siguiente paso estimar la fuerza laboral, los costos asociados a la producción, el ocio productivo, los cuellos de botella del proceso y los tiempos de abastecimiento, alistamiento y manufactura; con el fin de optimizar la producción bajo un análisis multicriterio y dinámico; permitiendo que la organización alcance la productividad y competitividad.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Kalenatic, Dusko. . 2001. Modelo integral y dinámico para análisis, planeación, programación y control de las capacidades productivas en empresas manufactureras. Universidad Distrital FJC. Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico. Bogotá-Colombia.
- [2] Domínguez, Machuca J.A. et al. 1995. Dirección de Operaciones, aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios. Ed. Mc Graw Hill Interamericana. Madrid-España.
- [3] Chiavenato, Adalberto. 1994. Iniciación a la planeación y control de la producción.
- [4] Kalenatic, Dusko & Blanco, Ernesto. 1993. Aplicaciones computacionales en producción. Biblioteca de

catedráticos Universidad Distrital FJC. Bogota-Colombia.

[5] Kalenatic, Dusko; López, César A., González, Leonardo J. 2006. Modelo integral de producción en empresas manufactureras. Ediciones y publicaciones Universidad Católica de Colombia. Bogotá-Colombia.

[6] Kalenatic, Dusko; López, César A., González, Leonardo J. 2006. Modelo de medición, análisis, planeación y programación de las capacidades en un contexto de múltiples criterios de decisión. Revista Ingeniería de la Universidad Distrital FJC. Vol 10 No 2. Bogotá-Colombia.

Artículo recibido abril 2007

Aprobado mayo de 2007.