

## Planificación agregada de la producción, la plantilla, el tiempo de trabajo y la tesorería

**Orlando Boiteux**

Universitat Politècnica de Catalunya  
(Spain)

[orlando.boiteux@upc.edu](mailto:orlando.boiteux@upc.edu)

**Albert Corominas**

Universitat Politècnica de Catalunya  
(Spain)

[albert.corominas@upc.edu](mailto:albert.corominas@upc.edu)

**Amaia Lusa-Garcia**

Universitat Politècnica de Catalunya  
(Spain)

[amaia.lusa@upc.edu](mailto:amaia.lusa@upc.edu)

**Carme Martinez-Costa**

Universitat Politècnica de Catalunya  
(Spain)

[mcarme.martinez@upc.edu](mailto:mcarme.martinez@upc.edu)

*Received May, 2009*

*Accepted July, 2009*

### **Resumen:**

Potencialmente la planificación agregada es un instrumento de coordinación de las decisiones tácticas en las diversas áreas funcionales de la empresa. Este potencial se ha visto limitado por razones técnicas y metodológicas, pero actualmente es posible resolver modelos muy complejos que integran, con mayor detalle, un mayor número de decisiones de varias áreas funcionales y que permiten incorporar nuevas modalidades de gestión. Se introduce un modelo de planificación de la producción, la plantilla, el tiempo de trabajo y la tesorería.

**Palabras clave:** planificación agregada, planificación de la producción, gestión de la tesorería, organización del tiempo de trabajo, planificación integral.

**Código JEL:** D24

**Title:** Production, staff, working time and financial planning.

**Abstract:**

Aggregate planning can be a tool for coordinating the tactical decisions belonging to some functional areas of a company. This potential has been limited due to methodological and technical reasons, but nowadays it is possible to solve very sophisticated models integrating, with a high level of detail, a great number of decisions of several functional areas and that permit to include new management schemes. In this paper, a production, staff, working time and cash management model is introduced.

**Keywords:** aggregate planning, production planning, cash Management, working time organisation, integrated planning.

**JEL CODE:** D24

## 1. Introducción

El concepto de planificación agregada (PA) aparece por primera vez, hasta donde alcanza nuestra información, en Rathenau (1918), citado en Urwich y Brech (1984), donde dice: "todo el que esté familiarizado con la industria apreciará la enorme ventaja que se obtiene de un análisis de las necesidades, si es posible, para todo el año. Cuando uno conoce, a intervalos regulares, la cantidad y la actualidad de los carriles, hilado, cadenas [...] que serán demandadas, es posible redactar programas de alto alcance para fabricar y distribuir el trabajo, con el resultado de que todas las fábricas trabajen permanentemente a pleno rendimiento, la producción se abarate enormemente, que no sean necesarios por más tiempo los grandes almacenes [...] y que, en general, aumente la eficacia".

Es decir, se trata de prever con antelación suficiente las necesidades de recursos para poder tomar en el momento oportuno las decisiones adecuadas para tenerlos a su debido tiempo y todo ello con la mayor eficiencia posible.

Posteriormente, el concepto se encuentra incluso en uno de los primeros manuales profesionales (Alford, 1945), pero los trabajos que se consideran seminales en

cuanto a la formalización de la PA son los de Holt, Modigliani, Muth y Simon (Holt *et al.*, 1955, 1956, 1960), a partir de los cuales el tema se incluye en los libros de texto en materia de dirección de operaciones (Buffa, 1968; Hax, 1978) y proliferan artículos que proponen modelos o que describen aplicaciones de la planificación agregada. La PA aparece como el instrumento principal del proceso que se ha dado en denominar S&OP (*Sales and Operations Planning*), cuyo concepto se remonta al menos a Ling y Goddard (1988) y que recientemente se ha puesto de actualidad por la promoción de que ha sido objeto por parte de alguna consultora y de APICS (*American Production and Inventory Control Society*).

Habitualmente el proceso de planificación de actividades se lleva a cabo de una forma jerárquica: en el nivel de planificación estratégica se adoptan, entre otras, las decisiones de inversión relativas a la capacidad productiva; el nivel siguiente, la planificación agregada, corresponde al medio plazo (un año, por ejemplo) dividido en períodos (meses o tal vez semanas) y en el que se trabaja con agregados de productos y de recursos. La planificación estratégica corresponde a la dirección general y la PA y los niveles que se sitúan por debajo de la misma se inscriben en el área de producción, la cual recibe, procedente del área comercial, una previsión de demanda a la que intenta ajustar la producción con el menor coste posible, considerando como variables, generalmente, la dimensión de la plantilla, las horas extras y los niveles de producción y de inventarios en cada período; el resultado afecta al área de personal y a la de tesorería y finanzas.

Esta forma de implantar la PA es coherente con el título del libro de Holt, Modigliani, Muth y Simon (Holt *et al.*, 1960), que se refiere a la planificación de la producción, los inventarios y la plantilla, y ha configurado la visión predominante de la planificación agregada, denominada incluso “planificación agregada de la producción” en muchos libros de texto, con un enfoque, por consiguiente, de alcance limitado a esta área funcional. Por ejemplo, en un libro de amplia difusión (Heizer y Render, 2001) se define la PA como “un método para determinar la cantidad de producción y su desarrollo en el tiempo a medio plazo”.

Pese a esta vinculación preferente con el área de producción, el proceso de elaboración de la planificación agregada obliga a poner en contacto a responsables de las áreas de aprovisionamiento, comercial, producción, personal, tesorería y finanzas y a armonizar las decisiones correspondientes a las mismas. De hecho,

Singhal y Singhal (2006) indican que la PA puede cumplir una función de coordinación de las decisiones tácticas correspondientes a las diversas áreas funcionales de la empresa.

Pero, por lo dicho, la PA sólo cumple esta función de forma limitada, ya que las decisiones correspondientes a las diversas áreas funcionales no se determinan simultáneamente, sino que se parte de la previsión de demanda para tomar las decisiones sobre producción y tiempo de trabajo que finalmente repercuten en aprovisionamiento, en personal y en finanzas.

La preocupación por integrar en la PA áreas distintas de la de producción no es nueva. Charnes *et al.* (1959) mencionan una posible integración de la planificación de la producción y de las finanzas. Damon y Schramm (1972) extienden el modelo de Holt, Modigliani, Muth y Simon incorporando variables que representan al área comercial y a la gestión financiera, para integrar las decisiones correspondientes a estas áreas. Kirca y Köksalan (1996), en esta misma línea, desarrollan un modelo de planificación agregada que incorpora decisiones de producción y de finanzas. Chien y Cunningham (2000) proponen un procedimiento basado en hojas de cálculo para integrar decisiones de diversas áreas funcionales de la empresa. Pero todas estas propuestas han tenido poca repercusión.

Las limitaciones en el enfoque de la PA pueden explicarse por la escasa eficiencia de los medios de cálculo disponibles en la época en que se estableció el concepto de la misma. La integración en un solo proceso de las decisiones correspondientes a todas las áreas funcionales de la empresa quedaba claramente fuera y muy lejos del alcance de dichos medios. Así se explica también, en parte, la jerarquización rígida del proceso de planificación y la agregación muy acusada de productos, recursos e intervalos temporales.

Pero los enormes progresos que han tenido lugar en los medios de cálculo (algoritmos, hardware y software) permiten ahora la resolución eficiente de modelos que integren las decisiones de áreas diversas, con una agregación mucho menor que la tradicional (por ejemplo: períodos de semanas, y no de meses) e incluso incorporando algunas decisiones que se suelen considerar propias de otros niveles en la jerarquía de planes.

Por otra parte, los modelos que se han ido transmitiendo desde hace décadas en los libros de texto responden a supuestos específicos que muchas veces no reflejan modalidades de gestión que actualmente son habituales. Por ejemplo, la consideración de las horas extras como única posibilidad de disponer de tiempo de trabajo de forma flexible, sin tener en cuenta modalidades como la anualización de jornada o las bolsas o cuentas de horas.

Este trabajo se inserta en una línea de investigación cuyos objetivos son ampliar las posibilidades de utilización práctica de la planificación agregada y el alcance de la misma mediante la elaboración de modelos que incorporen progresivamente decisiones de todas las áreas funcionales de la empresa. Concretamente, se centra en un modelo que integra las decisiones relativas a la producción y a la plantilla (en los supuestos de utilización de cuentas de horas y plantilla variable) con las relacionadas como la gestión financiera a corto plazo. El resto de este artículo está organizado como sigue. La sección 2 contiene una síntesis de los instrumentos que han sido propuestos para la elaboración de planes agregados; la sección 3, una descripción sucinta del modelo junto con los resultados obtenidos con el mismo en un ejemplo representativo y el artículo termina con la sección 4, que contiene las conclusiones y las líneas de trabajo futuras.

## **2. Figuras, tablas y ecuaciones. Instrumentos para la elaboración de planes agregados**

Los instrumentos para la elaboración de planes agregados pueden clasificarse en tres grupos, a saber, gráficos y hojas de cálculo para comparar alternativas; reglas de decisión y programación matemática.

- Gráficos y hojas de cálculo pueden utilizarse para generar planes alternativos y seleccionar uno en función de uno o más criterios. Alford (1945) presenta ya un método gráfico para planificar la producción a nivel agregado; los libros de texto suelen incluir presentaciones análogas.
- Los métodos con reglas de decisión proporcionan un plan agregado a partir de los datos (pronósticos de demanda, costes, stock actuales, etc.), mediante un conjunto de expresiones matemáticas. Holt *et al.* (1955) formalizan la PA mediante el método de la regla de decisión lineal (LDR), el cual se basa en el desarrollo de una función cuadrática de los costes, de la

cual se obtienen, derivando e igualando a cero para minimizar el coste total, dos reglas de decisión lineales para calcular el nivel de producción y el tamaño de la plantilla del siguiente período, usando pronósticos agregados de ventas. El procedimiento proporciona resultados óptimos para funciones de costes cuadráticas y sin presencia de restricciones, supuestos que pueden estar alejados de la realidad en muchos casos. El modelo de Holt, Modigliani, Muth y Simon (HMMS) dio lugar a extensiones, como el modelo LDR y la capacidad de la planta (Sypkens, 1967), el método SDR o de la regla de decisión por búsqueda (Taubert, 1968) o el método LDR con múltiples productos y ciclos largos de producción (Chang y Jones, 1970). Por otra parte, en Bowman (1963) se propone el denominado modelo de los coeficientes de la dirección.

- El primer modelo de programación matemática para PA es el de Bowman (1956), en el que se asimila la PA a un problema de transporte. Hanssmann y Hess (1960) construyen un modelo de programación lineal para la planificación agregada que es equivalente al modelo LDR en su estructura general. Para la PA se han propuesto numerosos modelos de programación matemática: de programación lineal (PL), de programación lineal entera mixta (PLEM) y de programación no lineal (PNL).

Después de la década de los 70s no se han publicado enfoques esencialmente nuevos para la PA, pero han tenido lugar progresos muy importantes en las técnicas de programación matemática, gracias a los cuales es posible actualmente resolver de forma eficiente modelos que hace unas décadas se consideraban inabordables.

### **3. Un modelo de planificación agregada de la producción, la plantilla, el tiempo de trabajo y la tesorería**

Siguiendo la línea integradora que se apuntaba en la introducción, se ha elaborado un modelo de optimización para la planificación agregada (PA) que incorpora, junto a la planificación de la producción, la gestión de la tesorería y las finanzas, a corto plazo, la organización flexible del tiempo de trabajo, con un sistema de cuentas de horas (Lusa, Martínez y Olivella, 2007; Corominas, Lusa y Olivella, 2008) y la

gestión de las contrataciones y los despidos, tanto de personal de plantilla fija como de plantilla temporal.

Mediante el sistema de cuentas de horas los miembros de la plantilla pueden trabajar más o menos horas según convenga al nivel de actividad de la empresa; si trabajan más horas de lo normal, se les añaden horas a la cuenta de horas de trabajo, mientras que si trabajan menos horas se les sustraen horas de la cuenta. En todo momento, los saldos de las cuentas de horas de trabajo deben estar comprendidos entre unos valores mínimo y máximo que se establecen mediante negociación.

Para la producción, se considera un sistema en el que la relación entre el tamaño de la plantilla (compuesta por la plantilla fija y la temporal) y la capacidad de producción es no lineal. Este tipo de sistemas son frecuentes en la industria; las líneas de montaje constituyen un claro ejemplo: al aumentar el número de estaciones de trabajo (i.e., trabajadores), se puede conseguir un decremento en el tiempo de ciclo, lo que equivale a decir que la capacidad productiva aumenta. Sin embargo, es bien sabido que la relación entre el número de estaciones de trabajo y el tiempo de ciclo es no lineal (y, de hecho, llega un momento en el que un aumento en el número de estaciones no modifica el tiempo de ciclo). Sistemas en los que un conjunto de recursos (por ejemplo, máquinas) están a cargo de un grupo de trabajadores también presentan una relación no lineal entre el número de personas y la capacidad de producción.

Por otra parte, los modelos tradicionales que incluyen la posibilidad de contratación y despido asumen que todos los trabajadores realizan las tareas con idéntica eficiencia. En general este supuesto no es realista, puesto que cualquier persona necesita un cierto período de aprendizaje antes de llegar a un nivel óptimo de eficiencia. En el modelo, se ha tenido en cuenta la experiencia de los trabajadores asignando una eficiencia (no superior a 1) a cada uno de ellos, en función del número de periodos durante los que ha trabajado.

Para los despidos se ha tenido en cuenta, por una parte, la indemnización que corresponde a la persona despedida en función de sus características y, por otra, el pago de las horas de más que haya podido realizar hasta el momento de la baja (al trabajar con un sistema de cuentas de horas, es posible que al causar baja tenga un saldo positivo, que se le debe remunerar).

En relación con la gestión de la tesorería se han incluido los aspectos siguientes:

- Gestión de cobros: cobros de clientes (incluyendo la posibilidad de financiación mediante *factoring*)
- Gestión de pagos: pagos a proveedores (incluyendo la posibilidad de descuentos por pronto pago), pagos de impuestos (IVA, IRPF de los trabajadores e Impuesto de Sociedades), pagos de personal (nóminas, seguridad social, contrataciones y despidos), pagos fijos que se consideran independientes del nivel de actividad (salarios de mano de obra indirecta, alquileres, etc.).
- La gestión de las necesidades de financiación: se incluyen los préstamos y las cuentas de crédito (y se considera un nivel de endeudamiento máximo por banco y global).
- La gestión de la colocación de excedentes: para ello se consideran títulos al descuento, fondos de inversión y depósitos a plazo.
- Gestión de entradas y salidas de dinero mediante una cuenta corriente que proporciona interés (cuando el saldo medio es superior a un cierto valor) y con penalizaciones por descubierto (máximo y medio).

Para cada uno de los productos mencionados (préstamos, fondos de inversión, etc.), se considera que la empresa puede elegir entre varios, con distintas características entre unos y otros.

La función objetivo del modelo, que se pretende maximizar, se corresponde con el beneficio obtenido al final del horizonte de planificación.

La consideración de un sistema de cuentas de horas, unida a la de una relación no lineal entre la dimensión de la plantilla y la capacidad de la planta por unidad de tiempo, implica una relación entre producción y horas de trabajo disponibles más compleja y realista que la asumida en los modelos tradicionales de PA. Por otra parte, la integración de la gestión de la tesorería, de forma que el modelo incorpore explícitamente las principales decisiones relativas a la misma, constituye una novedad en el campo de la PA (los pocos trabajos que consideran la tesorería lo hacen de una forma muy simplificada). El modelo resultante incluye un gran



número de tipos de variables y de restricciones, por lo que su mera formulación, junto a la explicación correspondiente, excedería con mucho la extensión normal de un artículo. El modelo detallado de planificación agregada de la producción, la plantilla, el tiempo de trabajo y la tesorería puede ser consultado en Boiteux *et al.* (2008) y, en este trabajo se describe su funcionamiento mediante su aplicación a un ejemplo.

Horizonte de planificación	52 semanas
<b>Número de familias de productos</b>	40 familias
<b>Demanda</b>	Demanda ligeramente estacional, con dos picos.
<b>Número de familias de materiales</b>	60 familias
<b>Plantilla inicial</b>	40 trabajadores (con diversos valores de saldo de cuenta de horas y antigüedad)
<b>Máxima dimensión de la plantilla</b>	70 trabajadores
<b>Máximo número de trabajadores temporales que se pueden contratar</b>	10 trabajadores por período
<b>Número de bancos con los que trabaja la empresa</b>	4 bancos (con cada uno de ellos tiene un límite máximo de endeudamiento)
<b>Préstamos</b>	1 tipo de préstamo por banco. Cada préstamo puede solicitarse en diversos períodos del horizonte de planificación
<b>Cuentas de crédito</b>	1 tipo de cuenta de crédito por banco. Cada cuenta de crédito puede solicitarse en diversos períodos del horizonte de planificación. Se incluyen además 2 cuentas ya abiertas, con vencimiento dentro del horizonte de planificación y con posibilidad de renovación.
<b>Títulos al descuento</b>	4 tipos de títulos: dos con fecha de inicio anterior al inicio del horizonte de planificación y fecha de vencimiento anterior al final del horizonte de planificación; uno con fechas de inicio y de vencimiento dentro del horizonte de planificación; y uno con fecha de inicio dentro del horizonte y fecha de vencimiento posterior al fin del horizonte de planificación.
<b>Fondos de inversión</b>	3 tipos de fondos de inversión con vencimiento fuera del horizonte de planificación. Uno de ellos con una cantidad ya invertida al inicio del horizonte de planificación.
<b>Depósitos a plazo</b>	3 tipos de depósito (tres bancos diferentes).
<b>Cuenta corriente</b>	Se considera una cuenta corriente con la que se realizan los cobros y pagos de tesorería.
<b>Intereses préstamos (4 tipos de producto)</b>	7.28%, 7.38%, 7.80%, 8.06%
<b>Intereses cuentas de crédito: por el dinero disponible utilizado (7 tipos de cuenta de crédito)</b>	8.32%, 8.84%, 9.10%, 8.58%, 9%, 8.20%, 9.40%
<b>Intereses cuentas de crédito: por el dinero disponible no utilizado (7 tipos de cuenta de crédito)</b>	0.88%, 0.96%, 0.88%, 0.99%, 0.83%, 1.10%, 0.78%
<b>Intereses títulos al descuento (4 tipos de títulos al descuento)</b>	5.00%, 5.20%, 5.36%, 4.68%
<b>Rendimiento fondos de inversión (3 tipos de fondos de inversión)</b>	5.20%, 5.72%, 5.62%
<b>Depósitos a plazo (3 tipos de depósito)</b>	6.00%, 5.82%, 6.10%

Tabla 1. "Datos principales del ejemplo". Fuente: Elaboración propia

El modelo ha sido resuelto con diversos juegos de datos con el fin de comprobar su aplicabilidad así como analizar su comportamiento, a partir de los resultados obtenidos. Para la resolución del modelo se ha utilizado un software comercial de uso estándar y un PC de sobremesa, por lo que se demuestra que, pese a su dimensión y complejidad, constituye un instrumento totalmente operativo para las empresas.

Los datos con los que se debe alimentar al modelo incluyen información sobre los productos o familias de productos cuya producción se ha de planificar así como sobre los materiales necesarios para su producción, la plantilla inicial y su evolución prevista (considerando las altas y bajas ya programadas), las características del sistema de organización del tiempo de trabajo y, finalmente, los productos financieros a los que puede recurrir la empresa (préstamos, cuentas de crédito, títulos al descuento, fondos de inversión, depósitos a plazo, etc.) junto con las características relevantes para cada uno de ellos. En la Tabla 1 se resumen los datos principales del ejemplo.

A continuación se incluyen y comentan los resultados más relevantes: evolución de la producción y el stock; evolución de la plantilla; distribución de las jornadas de trabajo; y evolución de la tesorería, incluyendo la previsión de cobros y pagos (considerando la posibilidad de adelantar parte de los cobros a través de *factoring* y de obtener descuentos por pronto pago), la financiación externa (préstamos y cuentas de crédito) y la colocación de excedentes (títulos al descuento, fondos de inversión y depósitos a plazo).

En la Figura 1 se ha representado, para la solución óptima obtenida, la evolución de la demanda, la producción y el stock, agregando todas las familias de productos.

La capacidad productiva para alcanzar la carga de trabajo necesaria es función del número de trabajadores y del número de horas de trabajo. Así, para modificar la capacidad se puede recurrir a nuevas contrataciones (fijas o temporales) o despidos y/o a jornadas de trabajo más cortas o más largas (recuérdese que se ha considerado un sistema flexible de cuentas de horas).

En el ejemplo, se da el caso que la mayoría de los miembros de la plantilla fija tienen, al inicio del horizonte de planificación, un saldo positivo en sus cuentas de

horas (la empresa les debe horas). Cuando la carga de trabajo para llevar a cabo el plan de producción es elevada, conviene que la plantilla trabaje un número de horas también elevado. Sin embargo, para mantener los saldos de las cuentas de horas dentro de los límites establecidos es necesario que en algunos períodos el número de horas de trabajo sea bajo (de este modo se compensan los períodos de jornadas largas con otros de jornadas cortas). Lógicamente, la única forma de mantener la capacidad productiva necesaria cuando las jornadas son más cortas es incrementando el tamaño de la plantilla (plantilla fija y/o temporal).

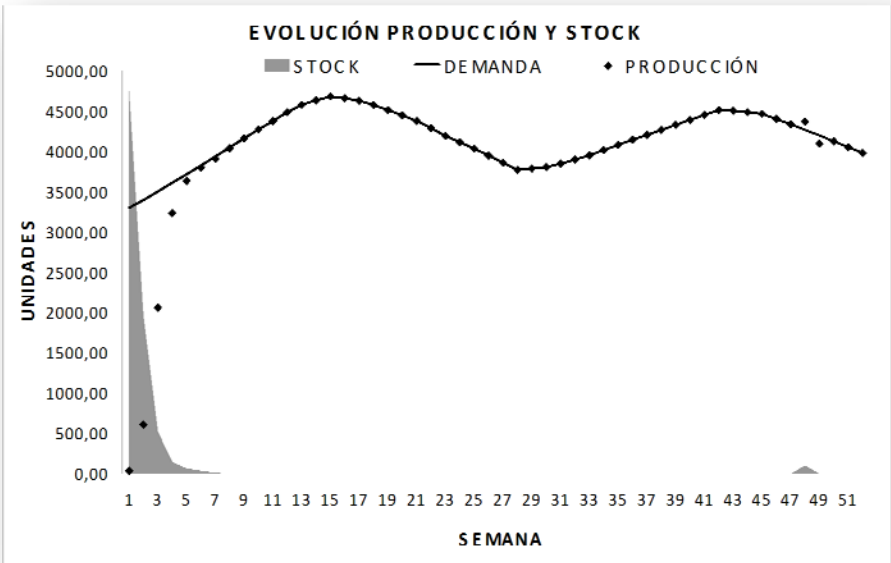


Figura 1. “Evolución de la producción y del stock”. Fuente: Elaboración propia

Nótese que la elección de los períodos en los que resulta más interesante proceder a la disminución en la jornada de trabajo y, a la vez, a este aumento de la plantilla, es una decisión compleja que depende de múltiples factores (costes de contratación, disponibilidad de efectivo, posibilidades de financiación, etc.) y que difícilmente se podría realizar con acierto sin una herramienta como el modelo de planificación que se propone en este trabajo y que se detalla en Boiteux *et al.* (2008). El modelo determina, en cada período, los valores óptimos para cada una de las posibles decisiones.

La Figura 2 incluye la evolución óptima de la plantilla; la Figura 3 indica el número de horas de trabajo, para cada período. En la Figura 2 puede apreciarse que la

plantilla efectiva es, en general, inferior al tamaño de la plantilla real (compuesta por la plantilla fija y la temporal). Esto es debido al efecto del aprendizaje, que ha sido incluido en el modelo considerando que la eficiencia ( $\leq 1$ ) de cada miembro de la plantilla es función de su experiencia (i.e., del número de períodos trabajados).

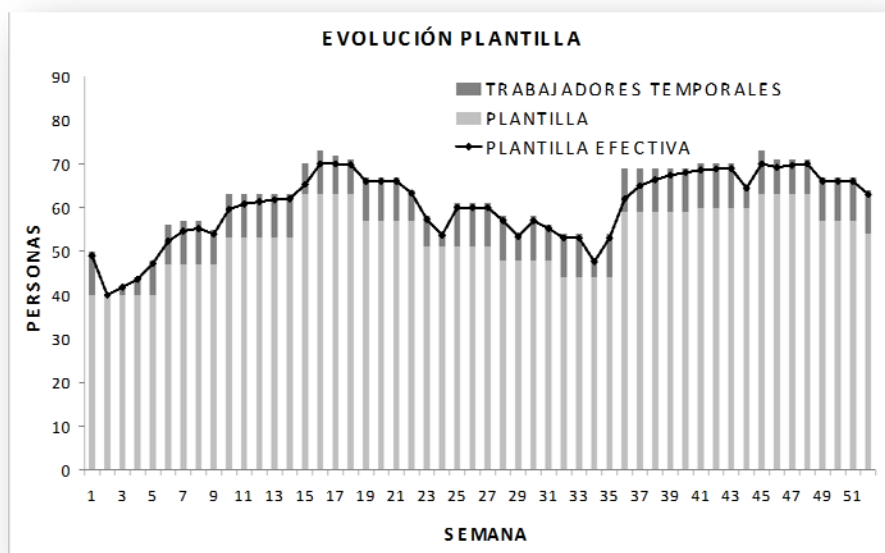


Figura 2. "Evolución de la plantilla". Fuente: Elaboración propia

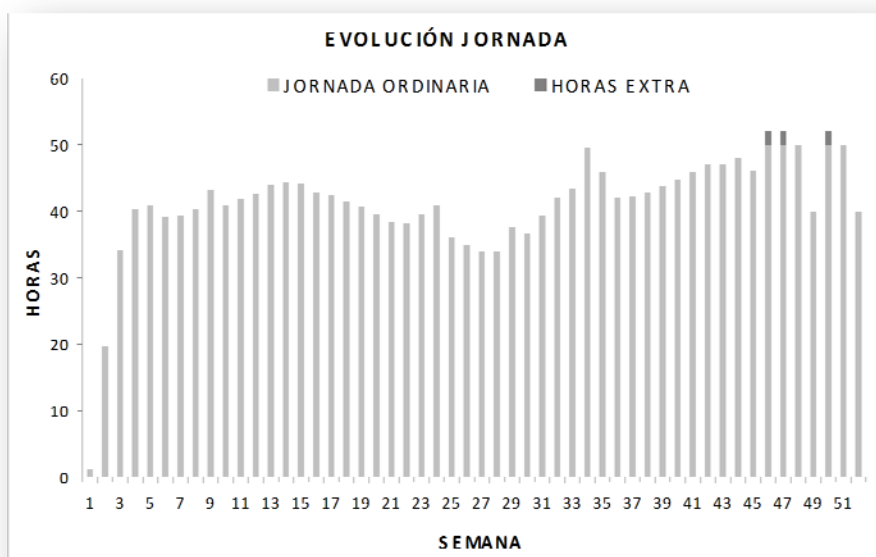


Figura 3. "Evolución de la jornada de trabajo". Fuente: Elaboración propia

La Figura 4 incluye la evolución de los pagos a proveedores y de los cobros de clientes. Puede observarse que, mientras los cobros tienen lugar desde el primer momento, los pagos empiezan a realizarse al cabo de un cierto número de períodos. En este caso, la empresa estaría adelantando los cobros por medio de *factoring* y, en cambio, pagaría a los proveedores en el momento en que las facturas vencen. De esta forma garantiza la disponibilidad de liquidez para colocarla en determinados productos financieros con los que consigue mayor rentabilidad que si esperara el cobro total de sus clientes en las fechas de vencimiento.

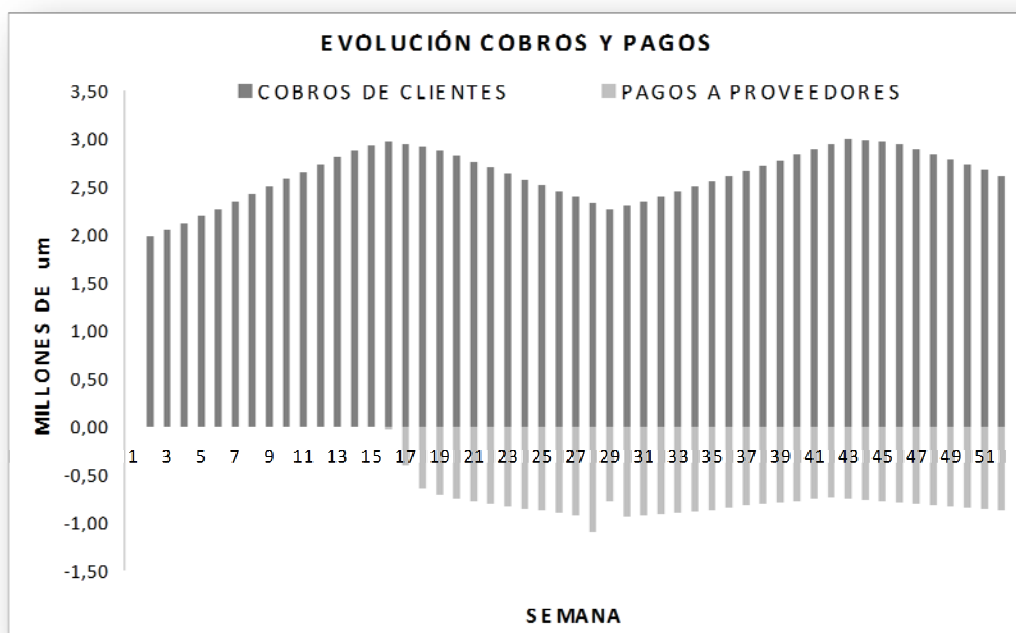


Figura 4. "Evolución de los cobros y pagos". Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5 se incluye la financiación externa (préstamos y cuentas de crédito). En este caso se observa que sólo en un período se recurre a un préstamo, mientras que en el resto del horizonte la necesidad de financiación se cubre mediante cuentas de crédito. Esto se explica por el hecho que las cuentas de crédito son la forma más económica de tener crédito (considerando que el interés sobre el dinero disponible pero no utilizado es muy bajo), a la vez que proporcionan una elevada liquidez. Por ejemplo, el dinero que se obtiene de las cuentas de crédito en los periodos 7 y 20 se utiliza, además de para hacer frente a los pagos

correspondientes a dichos periodos, para invertir en un depósito a plazo que se abre en esos periodos; en los periodos siguientes (el 8 y el 21, respectivamente), se utiliza el dinero de los cobros de los clientes por adelantado (*factoring*) para devolverlo a las cuentas de crédito y así evitar pagar altos intereses. En el periodo 14 se debe pagar, además de los salarios y otros gastos, algunos impuestos como el IVA, el IRPF y el primer pago a cuenta del Impuesto de Sociedades; por ello en el periodo 14 se retira efectivo de las cuentas de crédito, el cual es devuelto durante los periodos 15 y 16.

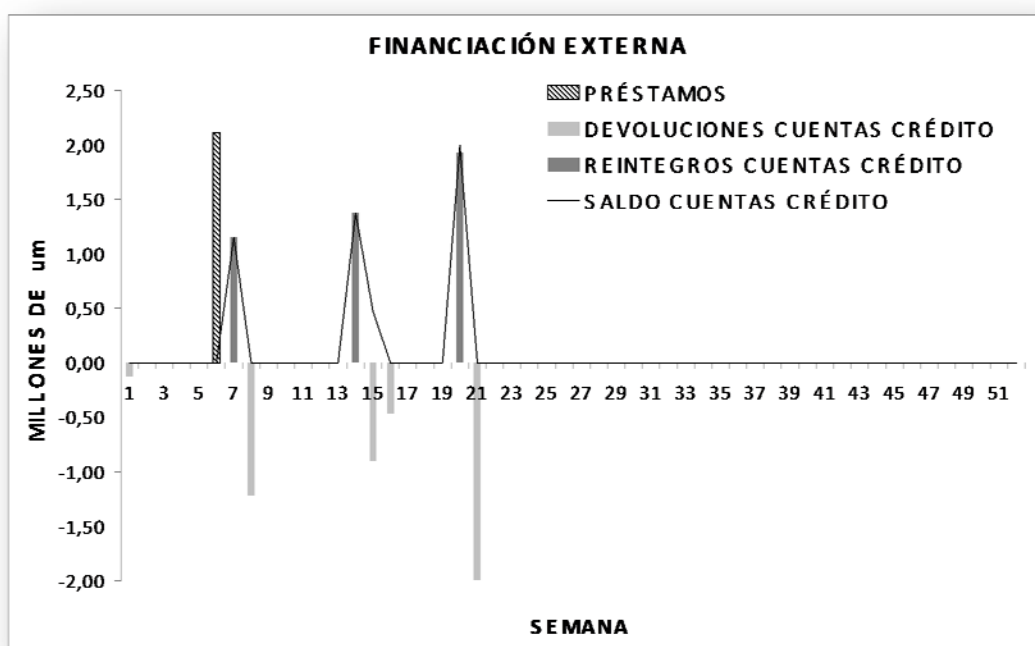


Figura 5. "Evolución de la financiación externa". Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 6 se incluye la colocación de excedentes de tesorería en los diversos productos financieros considerados (títulos al descuento, fondos de inversión y depósitos a plazo). Como se puede apreciar en la Tabla 1, el rendimiento asociado a los fondos de inversión es, en general, un poco mayor que el correspondiente a los títulos al descuento. Por ello, en general la mayor inversión se realiza en fondos, excepto en unos periodos en los que aún no se han abierto algunos fondos o cuando ya se ha invertido el máximo posible en el fondo de inversión disponible (en ese caso el excedente se invierte en títulos al descuento).

En el periodo 7 se invierte en un depósito a plazo que se inicia en ese periodo En los periodos 20 y 40 se venden los títulos al descuento (en su fecha de vencimiento) e, inmediatamente, el excedente es invertido en un depósito a plazo y en un fondo de inversión, respectivamente. En el último período del horizonte se recupera parte del capital invertido en fondos para cumplir con un saldo final de tesorería establecido.

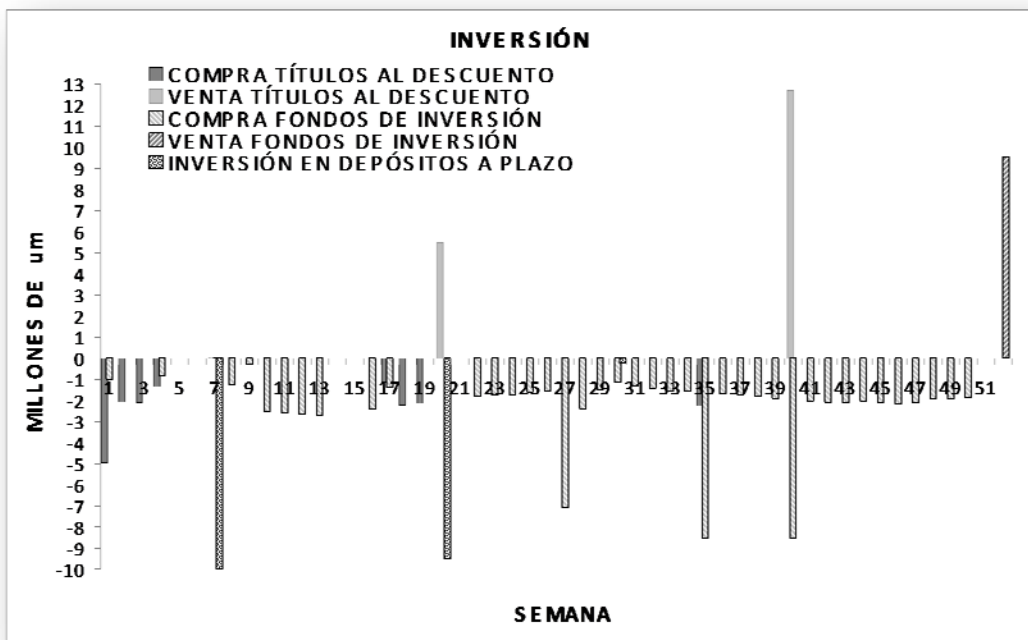


Figura 6. “Evolución de las inversiones”. Fuente: Elaboración propia

#### 4. Conclusiones y perspectivas

Son diversos los autores que destacan la necesidad de coordinar las distintas funciones de la empresa, orientando las decisiones de cada una de ellas de manera coordinada, teniendo en cuenta los intereses globales de la organización y evitando conflictos entre los objetivos funcionales.

Algunas de las causas de estos conflictos están relacionadas en cómo se evalúa y recompensa a cada una de las áreas funcionales; en la complejidad inherente a cada función; y en las diferencias culturales entre el personal y la dirección de cada departamento.

Potencialmente, la planificación agregada es un instrumento de coordinación de las decisiones tácticas en las diversas áreas funcionales de la empresa. Al integrar en un único modelo las variables de producción y gestión financiera hace posible una toma de decisiones más eficaz que permite alcanzar mayores beneficios y evitar resultados sub-óptimos que se obtendrían al modelizar por separado cada una de las áreas. Algunos estudios demuestran los beneficios que se obtienen al optimizar de forma simultánea decisiones correspondientes a diferentes funciones en lugar de hacerlo de forma secuencial.

No obstante, este potencial sólo se ha realizado muy parcialmente, por limitaciones metodológicas y por la insuficiente eficiencia de los métodos de cálculo disponibles.

Las mejoras espectaculares que dichos medios han experimentado en las últimas décadas han abierto la posibilidad de resolver modelos, mucho más complejos que los tradicionales, que integran, con mayor detalle, un mayor número de decisiones de varias áreas funcionales y que permiten incorporar nuevas modalidades de gestión o relaciones más realistas entre las variables.

En este artículo se introduce un modelo de planificación de la producción, la plantilla, la gestión de la tesorería y las finanzas, a corto plazo, con un sistema de cuentas de horas y la consideración de una relación no lineal entre la dimensión de la plantilla y la capacidad de la planta. El uso del modelo se ilustra con un ejemplo representativo en el que se puede apreciar el impacto que tienen las diversas decisiones en las áreas funcionales consideradas.

Cabe destacar que el gran número de decisiones involucradas en el problema de planificación agregada que se plantea, junto con las relaciones y las restricciones que es necesario considerar, harían del todo inviable cualquier intento de llevar a cabo dicha planificación (aún de forma no óptima) sin los instrumentos adecuados. El modelo que hemos desarrollado y que se presenta en este artículo, junto con el software de optimización y los medios de cálculo disponibles en la actualidad, permiten llevar a cabo la planificación de forma integrada y, además, maximizar el beneficio de la empresa.

Actualmente y en un futuro próximo nuestra línea de trabajo, en el ámbito de la planificación agregada, se orienta a la modelización de las decisiones de las áreas comercial y de compras.



## Agradecimientos

Trabajo financiado por el proyecto DPI2007-61588 del MEyC y FEDER

## Referencias

- ALFORD, L. P. (1945). *Production Handbook*. The Ronald Press Co.
- BOWMAN, E. H. (1956). Production scheduling by the transportation method of linear programming. *Operations Research*, 4: 100-103.
- BOWMAN, E. H. (1963). Consistency and optimality in managerial decision making. *Management Science*, 9: 310-321.
- BOITEUX, O. D.; COROMINAS, A.; LUSA, A., MARTÍNEZ, C. (2008). *Modelo de planificación agregada de la producción, la plantilla, el tiempo de trabajo y la tesorería*. Working Paper IOC-DT-P-2008-6.
- BUFFA, E. S. (1968). *Operations management; Problems and models*. Jhon Wiley & Sons.
- CHANG, R. H.; JONES, C. M. (1970). Production and workforce scheduling extensions. *AIIE Transactions*, 2: 326-333.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; MILLER, M. H. (1959). Application of linear-programming to financial budgeting and the costing of funds. *Journal of Business*, 32: 20-46.
- CHIEN, Y. I.; CUNNINGHAM, W.H.I. (2000). Incorporating production planning in business planning: a linked spreadsheet approach. *Production Planning & Control*, 11: 299-307.
- COROMINAS, A.; LUSA, A.; OLIVELLA, J. (2008). Planificación del tiempo de trabajo con cuentas de horas: el caso industrial. *Dirección y Organización*, 35: 110-115.
- DAMON, W. W.; SCHRAMM, R. (1972). A simultaneous decision model for production, marketing and finance. *Management Science*, 9: 161-172.
- HANSSMANN, F.; HESS, S. W. (1960). A linear programming approach to production and employed scheduling. *Management Technology*, 1: 46-54.

- HAX, A. C. (1978). *Handbook of operations research. Models and applications*. Litton Educational Publishing ed.
- HEIZER, J.; RENDER, B. (2001). *Dirección de la producción- Decisiones tácticas*. (6ª ed). Prentice-Hall Iberia.
- HOLT, C. C.; MODIGLIANI, F.; MUTH, J. F. (1956). Derivation of a linear decision rule for production and employment. *Management Science*, 2: 159-177.
- HOLT, C. C.; MODIGLIANI, F.; MUTH, J. F.; SIMON, H. A. (1960). Planning production, inventory and workforce. New York: Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- HOLT, C. C.; MODIGLIANI, F.; SIMON, H. A. (1955). Linear decision rule for production and employment scheduling. *Management Science*, 2: 1-30.
- KIRCA, Ö.; KÖKSALAN, M. M. (1996). An integrated production and financial planning model and application. *IIE Transactions*, 28: 677-686.
- LING, R.C.; GODBARD, W. E. (1988). Orchestrating success – Improve control of the business with sales and operations planning. New York: Wiley.
- LUSA, A.; MARTÍNEZ, C.; OLIVELLA, J. (2007). Gestión de los horarios de trabajo en presencia de cláusulas de flexibilidad pasiva. *Universia Business Review*, 14: 10-25.
- RATHENAU, W. (1918). *Die neue wirtschaft*. Berlin: Fischer.
- SINGHAL, J.; SINGHAL, K. (2007). Holt, Modigliani, Muth and Simon's work and its role in the renaissance and evolution of operations management. *Journal of Operations Management*, 25: 300-309.
- SYPKENS, W. H. (1967). Planning of optimal plant capacity. Tesis de Maestría inédita, Sloan School of Management, MIT.
- TAUBERT, W. H. (1968). A search decision rule for the aggregate scheduling problems. *Management Science*, 14: 343-359.
- URWICK, L.; BRECH, E. F. L. (1984). La historia del management. Orbis.

---

©© Intangible Capital, 2009 ([www.intangiblecapital.org](http://www.intangiblecapital.org))



El artículo está con Reconocimiento-NoComercial 2.5 de Creative Commons. Puede copiarlo, distribuirlo y comunicarlo públicamente siempre que cite a su autor y a Intangible Capital. No lo utilice para fines comerciales. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/es/>