

DIRECCIÓN DE OPERACIONES

Manual de ejercicios

José M.^a Castán Farrero
Laura Guitart Tarrés

Departamento de Economía y Organización de Empresas

DIRECCIÓN DE OPERACIONES

Manual de ejercicios

José M.^a Castán Farrero

Laura Guitart Tarrés

Departamento de Economía y Organización de Empresas

*En recuerdo de Francesc Ragué Arias y Carlos Cabañero Pisa.
Excelentes profesores y compañeros que, por su bondad,
sentido de la ética y responsabilidad,
serán siempre un referente para todos nosotros.*

Índice

PRÓLOGO	13
Capítulo 1	
PLANIFICACIÓN AGREGADA	17
Introducción.....	17
Preguntas test.....	18
Ejercicio 1.1.....	20
Ejercicio 1.2.....	21
Ejercicio 1.3.....	22
Ejercicio 1.4.....	23
Ejercicio 1.5.....	24
Capítulo 2	
PLANIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DE MATERIALES CON MRP	27
Introducción.....	27
Preguntas test.....	28
2.1. <i>Materials requirements planning</i> (MRP).....	32
Ejercicio 2.1.1.....	32
Ejercicio 2.1.2.....	34
Ejercicio 2.1.3.....	36
Ejercicio 2.1.4.....	38
2.2. Técnicas de dimensionado del lote.....	40
Ejercicio 2.2.1.....	40
Ejercicio 2.2.2.....	40
Ejercicio 2.2.3.....	40
Capítulo 3	
PLANIFICACIÓN Y CONTROL A MUY CORTO PLAZO	41
Introducción.....	41
Preguntas test.....	42
3.1. Asignación de carga a talleres.....	45
Ejercicio 3.1.1.....	45
Ejercicio 3.1.2.....	45
3.2. Secuenciación de n pedidos en dos máquinas con flujo lineal.....	46
Ejercicio 3.2.1.....	46
Ejercicio 3.2.2.....	46
3.3. Secuenciación de n pedidos en tres máquinas.....	47
Ejercicio 3.3.1.....	47
Ejercicio 3.3.2.....	47
3.4. Secuenciación de n pedidos en dos máquinas con flujo no lineal.....	47
Ejercicio 3.4.1.....	47
Ejercicio 3.4.2.....	48

Ejercicio 3.4.3.....	49
Ejercicio 3.4.4.....	49
3.5. Ordenamiento de la producción	51
Ejercicio 3.5.1.....	51
Ejercicio 3.5.2.....	52
Capítulo 4	
DISTRIBUCIÓN EN PLANTA	55
Introducción.....	55
Preguntas test.....	56
Ejercicio 4.1.....	59
Ejercicio 4.2.....	59
Ejercicio 4.3.....	60
Ejercicio 4.4.....	61
Capítulo 5	
EQUILIBRADO DE PUESTOS DE TRABAJO.....	63
Introducción.....	63
Preguntas test.....	64
Ejercicio 5.1.....	67
Ejercicio 5.2.....	68
Ejercicio 5.3.....	69
Ejercicio 5.4.....	70
Ejercicio 5.5.....	71
Capítulo 6	
JUST IN TIME Y TEORÍA DE LAS LIMITACIONES	73
Introducción.....	73
Preguntas test.....	74
Capítulo 7	
CONTROL DE CALIDAD	77
Introducción.....	77
Preguntas test.....	78
7.1. Herramientas básicas de Ishikawa.....	81
Ejercicio 7.1.1.....	81
Ejercicio 7.1.2.....	82
Ejercicio 7.1.3.....	83
Ejercicio 7.1.4.....	83
Ejercicio 7.1.5.....	84
Ejercicio 7.1.6.....	85
Ejercicio 7.1.7.....	86
7.2. Muestreo de aceptación.....	87
Ejercicio 7.2.1.....	87
Ejercicio 7.2.2.....	88
Ejercicio 7.2.3.....	88

SOLUCIONES DE LAS PREGUNTAS TEST Y EJERCICIOS	89
Capítulo 1	89
Preguntas test	89
Ejercicios	89
Ejercicio 1.1.	89
Ejercicio 1.2.	92
Ejercicio 1.3.	94
Ejercicio 1.4.	97
Ejercicio 1.5.	98
Capítulo 2	100
Preguntas test	100
Ejercicios	100
Ejercicio 2.1.1.	100
Ejercicio 2.1.2.	102
Ejercicio 2.1.3.	103
Ejercicio 2.2.1.	106
Ejercicio 2.2.2.	107
Ejercicio 2.2.3.	107
Capítulo 3	108
Preguntas test	108
Ejercicios	108
Ejercicio 3.1.1.	108
Ejercicio 3.1.2.	109
Ejercicio 3.2.1.	110
Ejercicio 3.2.2.	110
Ejercicio 3.3.1.	111
Ejercicio 3.3.2.	112
Ejercicio 3.4.1.	114
Ejercicio 3.4.2.	115
Ejercicio 3.4.3.	116
Ejercicio 3.4.4.	117
Ejercicio 3.5.1.	119
Ejercicio 3.5.2.	124
Capítulo 4	129
Preguntas test	129
Ejercicios	130
Ejercicio 4.1.	130
Ejercicio 4.2.	131
Ejercicio 4.3.	132
Ejercicio 4.4.	133
Capítulo 5	135
Preguntas test	135
Ejercicios	135
Ejercicio 5.1.	135
Ejercicio 5.2.	136
Ejercicio 5.3.	138
Ejercicio 5.4.	140
Ejercicio 5.5.	145

Capítulo 6	147
Preguntas test	147
Capítulo 7	148
Preguntas test	148
Ejercicio 7.1.1.	149
Ejercicio 7.1.2.....	150
Ejercicio 7.1.3.....	151
Ejercicio 7.1.4.....	152
Ejercicio 7.1.5.....	153
Ejercicio 7.1.6.	154
Ejercicio 7.1.7.....	155
Ejercicio 7.2.1.....	157
Ejercicio 7.2.2.	158
Ejercicio 7.2.3.....	158

Prólogo

La Dirección de la Producción, hoy Dirección de Operaciones (DO), considerada como una de las áreas funcionales de la empresa, no había sido objeto tradicionalmente de una atención relevante ni había formado parte de las estrategias básicas de la dirección de empresas. Además, desde el mundo académico, se había venido contemplando, especialmente, con un enfoque optimizador dominado por la Investigación Operativa, en el que solía imperar una orientación analítica alejada de las características reales de los procesos productivos que se dan en las empresas.

Sin embargo, la creciente e imparable internacionalización de la Economía, la cual ha llevado a las empresas a un nivel de competencia desconocido en el pasado, ha supuesto un acicate para la Dirección de Operaciones.

La erosión provocada por la competencia internacional tuvo efectos muy importantes sobre el desempleo y las balanzas comerciales, hechos, entre otros, que obligaron tanto a los países como a las empresas a cambiar de estrategia, con un enfoque decidido a ganar la batalla competitiva a partir de instrumentos tales como: mejoras de los sistemas productivos, nuevos métodos de dirección, planificación y control de operaciones, trabajo en equipo, gestión integrada y especial atención al factor humano.

Una observación a las variaciones en las características del entorno empresarial refleja la relevancia, profundidad y amplitud del cambio que se ha producido en todo el ámbito productivo hasta el punto de que los centros modernos de producción son totalmente distintos a los convencionales, tanto en sus instalaciones como en su organización y métodos de trabajo. Esta situación ocasiona que las empresas puedan llevar a cabo una variada oferta de bienes y servicios capaz de satisfacer cualquier demanda que se genere. El consumidor se encuentra en un estado ideal para la elección del producto o servicio que mejor satisfaga sus necesidades.

Un breve recorrido sobre la historia del campo de la Dirección de Operaciones muestra lo rica e interesante que ha sido su evolución, en un camino de mejora labrado mediante las innovaciones y las contribuciones de numerosas personas, algunas de las cuales referenciamos a continuación. Se atribuye a Eli Whitney la primera popularización (hacia 1800) de la fabricación de las partes (piezas) intercambiables para la obtención de armas de fuego, lo que consiguió a través de la estandarización y el control de la calidad. Frederick W. Taylor (1881), precursor de la Dirección Científica, realizó importantes contribuciones en la selección del personal, planificación y control, y estudio de movimientos. El matrimonio Frank y Lillian Gilbreth (1885) se halla entre los primeros que estudiaron de manera científica la mejor forma de realizar el trabajo, completando los estudios de Taylor sobre los tiempos de ejecución con otro profundo estudio acerca de los movimientos. Henry Ford y Charles Sorensen (1913) crearon el concepto revolucionario de la cadena de montaje, donde lo que se movían eran las piezas y no los operarios. Otra importante contribución es atribuida a Walter Shewhart (1924), quien aplicó sus conocimientos de estadística a la necesidad de controlar la calidad, estableciendo las bases del muestreo estadístico en dicho control. Para W. Edwards Deming (1950), la dirección de la empresa debía mejorar el entorno del trabajo y los procesos productivos para mejorar la calidad. Taiichi Ohno, como responsable de fabricación y montaje

de Toyota Motor Company (1959), comienza a utilizar el *Kanban* como método para controlar el sistema de producción Just in Time (Justo a tiempo, JIT), sistema también ideado por Ohno, cuya filosofía de producción se basa en la mejora continua, y que junto a la automatización inteligente de los equipos dará origen a la producción ajustada –*Lean Manufacturing*–, orientada a utilizar el mínimo de recursos productivos.

La Dirección de Operaciones seguiría progresando con la contribución de otras disciplinas como la ingeniería industrial y la investigación operativa. Estas disciplinas, junto con la estadística, la dirección de empresas y la economía, han contribuido sustancialmente a incrementar la productividad de las empresas. Una contribución especialmente importante a la DO proviene de las ciencias que estudian los sistemas de información, así como de Internet y el comercio electrónico, que están contribuyendo en gran medida a mejorar la productividad, a la vez que proporcionan gran diversidad de bienes y servicios.

El motivo por el cual la Dirección de Operaciones debe tener relevancia en las empresas se debe a que es en los procesos de producción donde la empresa suele generar su mayor valor añadido. Estos conceptos han adquirido recientemente gran protagonismo ya que aportan una visión que mejora los flujos de trabajo para hacerlos más eficientes y adaptados a las necesidades de los consumidores. En este sentido, los nuevos sistemas de gestión de la producción, desarrollados en la segunda mitad del siglo xx, se apoyan muy directamente en la gestión de procesos, frente a la forma tradicional, que lo hacía mediante operaciones aisladas orientadas a optimizar el valor añadido de cada una de ellas por separado. Estos nuevos enfoques han demostrado que, con la adecuada estrategia que involucre al sistema productivo, pueden alcanzarse niveles muy elevados de eficiencia y por tanto de competitividad.

Como hemos indicado en líneas precedentes, el motor de la innovación que se ha dado en la organización y gestión de los sistemas productivos en el último cuarto de siglo ha sido impulsado por el conjunto de cambios estructurales de nuestra sociedad y, en especial, de los mercados, y el comportamiento de los consumidores. Estos cambios han supuesto la introducción paulatina de nuevos planteamientos en la organización de los sistemas productivos, su gestión y estrategia, de forma que se ha evolucionado de un enfoque tradicional, basado en grandes volúmenes de productos homogéneos (cuya productividad se fundamentaba esencialmente en la obtención de economías de escala), a un enfoque denominado de producción ajustada, en la que los bienes se obtienen con la mínima utilización de recursos de todo tipo y cuya eficiencia resulta tanto de producir lo que el mercado demanda en cada momento, como de la eliminación de despilfarros o del consumo innecesario.

Los sistemas de organización y gestión de la producción en la actualidad se derivan de los trabajos de Taiichi Ohno y la empresa automovilística Toyota, que han dado lugar a esta filosofía, de la que se nutre de manera eficiente la gestión actual de la empresa industrial, aunque también cada vez más la de la empresa de servicios. De ello se deriva, además, que los sistemas productivos se caracterizan cada vez más por una mayor flexibilidad en lo relativo a la gama de productos y por unos volúmenes de producción que se adaptan de manera progresiva a las exigencias cambiantes del mercado. Esta orientación, basada en la producción ajustada y flexible, ha demostrado un nivel de eficiencia realmente notable y, por tanto, no es extraño que en la actualidad se esté aplicando en la mayoría de los procesos de la empresa y no sólo a la producción.

La Dirección de Operaciones es una disciplina orientada a la toma de decisiones y en consecuencia no puede quedarse en planteamientos abstractos, sino que debe incorporar elementos prácticos y casos concretos que los alumnos deben desarrollar, a partir de las explicaciones efectuadas en la clase por los profesores que imparten la materia. Bajo la metodología docente «aprender a aprender», el alumno debe ser el protagonista de su proceso de aprendizaje.

A la necesidad de un libro como éste, se añade la exigencia de los nuevos planes de estudio sustanciados en los grados de las diferentes universidades que, como la nuestra, han dotado de una parte práctica a esta asignatura para cumplir con los propósitos de la reforma impulsada por el Espacio Europeo de Educación Superior. Así, nos hemos propuesto la elaboración de la presente obra como complemento a diferentes manuales de Dirección de Operaciones ya publicados –varios de ellos por profesores de universidades españolas–; con ella estimamos alcanzar los objetivos de aprendizaje expresados en líneas precedentes.

El libro se estructura en siete apartados (temas), los cuales nos permitirán tener una visión cercana de cómo se implementan las decisiones tácticas y estratégicas referentes a la Dirección de Operaciones.

Así, el primer tema analiza la planificación a medio plazo a fin de elaborar el denominado Plan Agregado de Producción y de determinar las cantidades de productos (agrupados en familias) que es necesario producir para satisfacer la demanda.

El segundo tema se centra en el cálculo de los materiales (materias primas o componentes) necesarios para satisfacer, sin retraso, la demanda de productos terminados. Su objetivo es, pues, determinar las órdenes de fabricación o compra (en qué momento hay que lanzarlas y en qué cantidades) para todos los artículos necesarios.

A continuación, el tercer tema se dedica a resolver los problemas de la programación de operaciones (o planificación y control a muy corto plazo), que consiste en asignar y secuenciar las operaciones que debe realizar cada centro de trabajo para llevar a cabo las órdenes de producción. Después de aplicar algunas técnicas de asignación de pedidos a máquinas y de secuenciación, se analiza también el denominado problema de ordenamiento de la producción.

El cuarto tema se dedica a optimizar el diseño de la distribución en planta (o *layout*) de las instalaciones productivas, para determinar la mejor ubicación posible de todos los elementos necesarios para llevar a cabo la actividad productiva dentro de una fábrica o taller. Se analiza la técnica de las gamas ficticias para la disposición de los equipos productivos para un tipo de configuración productiva en línea o por producto (fabricación con analogías).

El equilibrado de puestos de trabajo se aborda en el quinto tema con el propósito de asignar tareas a las estaciones de trabajo, en configuraciones productivas continuas (distribución en cadena), al objeto de minimizar los tiempos inactivos y establecer una distribución racional de las cargas en cada estación.

El sexto tema recoge algunas preguntas test sobre las principales características de la filosofía *Just in Time* (JIT), desarrollada inicialmente por la empresa japonesa Toyota, y sobre la denominada teoría de las limitaciones (TOC), ideada por Eliyahu Goldratt.

Finalmente, el último tema se dedica al control de calidad, necesario para garantizar los mínimos defectos en los productos o servicios finales y para satisfacer las necesidades de los clientes.