

DIRECCIÓN DE OPERACIONES

*Henry Marcelino Pinargote Pinargote
Pablo Edison Ávila Ramírez
Tito Alexander Cedeño Loor
Martha Margarita Minaya Macías
Renelmo Wladimir Minaya Macías
Alexandra Auxiliadora Mendoza Vera*

Economía, Organización y Ciencias Sociales



DIRECCIÓN DE OPERACIONES

Henry Marcelino Pinargote Pinargote

Pablo Edison Ávila Ramírez

Tito Alexander Cedeño Loor

Martha Margarita Minaya Macías

Renelmo Wladimir Minaya Macías

Alexandra Auxiliadora Mendoza Vera



Editorial Área de Innovación y Desarrollo,S.L.

Quedan todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, distribuida, comunicada públicamente o utilizada, total o parcialmente, sin previa autorización.

© del texto: **los autores**

ÁREA DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO, S.L.

C/Alzamora, 17- 03802- ALCOY (ALICANTE) info@3ciencias.com

Primera edición: **julio 2020**

ISBN: **978-84-121459-9-1**

DOI: <https://doi.org/10.17993/EcoOrgyCso.2020.58>

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORES.....	9
CAPÍTULO I: LA DIRECCIÓN DE OPERACIONES EN LAS EMPRESAS DE SERVICIO..	11
1.1. Introducción	11
1.2. La Historia de la dirección de operaciones.....	12
1.3. La función de operaciones.....	13
1.4. El sistema de operaciones	14
1.5. Las decisiones de la dirección de operaciones	16
1.6. Las decisiones en la dirección de operaciones en las empresas de servicio y fabricación.....	18
CAPÍTULO II: EL DISEÑO DEL SERVICIO	21
2.1. Definición del paquete de servicio	21
2.3. Las características de los servicios.....	23
2.4. El proceso de desarrollo de nuevos servicios	26
CAPÍTULO III: LA PLANIFICACIÓN DEL PROCESO Y SELECCIÓN DEL EQUIPO	31
3.1. Definición y tipología de los procesos o sistemas de prestación.....	31
3.2. Las etapas en el desarrollo del proceso.....	35
CAPÍTULO IV: LA SELECCIÓN DE LA LOCALIZACIÓN	41
4.1. Introducción	41
4.2. Etapas en la localización de los servicios	42
4.3. Métodos cuantitativos de localización	45
CAPÍTULO V: LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	53
5.1. Introducción	53
5.2. Según el flujo de trabajo	54
5.3. Layout según la función que realiza	61
CAPÍTULO VI: LA PLANIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD L/P	65
6.1. Introducción	65
6.2. Estrategias de capacidad	66
6.3. Etapas en la planificación de la capacidad	70
CAPÍTULO VII: LA PLANIFICACIÓN AGREGADA DE LA CAPACIDAD	75
7.1. Introducción	75
7.2. Opciones y estrategias básicas para la planificación agregada.....	76
7.3. Un ejemplo cuantitativo de la planificación agregada en servicios.....	82
CAPÍTULO VIII: LA PROGRAMACIÓN DE LA CAPACIDAD	87
8.1. Introducción	87
8.2. Tipos de programaciones	88
8.3. Aplicaciones de los modelos de cola a la programación	90
CAPÍTULO IX: GESTION DE PROYECTOS	99
9.1. Introducción	99

9.2. Técnicas de gestión de proyectos: PERT y CPM	99
9.3. Ventajas e inconvenientes del PERT y CPM	106
CAPÍTULO X: LOS SISTEMAS DE INVENTARIOS EN LOS SERVICIOS	109
10.1. Introducción	109
10.2. Los sistemas de control de inventario en los servicios	111
10.3. Modelo de cantidad económica de pedido (EOQ)	113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Productividad de los recursos.	16
Figura 2. Comparación de diferentes paquetes de servicio	22
Figura 3. Tipos de sistemas de prestación.	32
Figura 4. Símbolos de los diagramas del flujo.....	38
Figura 5. Blue para una operación de limpieza de zapatos.	38
Figura 6. Etapas en el análisis de la localización.	42
Figura 7. Layout Inicial del hospital.	55
Figura 8. Gráfico de grupo interdepartamental.	56
Figura 9. Matriz general de costo primera solución.	57
Figura 10. Solución final.	57
Figura 11. Planificación sistemática de Layout.	58
Figura 12. Gráfico de secuencias.	60
Figura 13. Ejemplo de layout de almacén, almacenamiento en bloques rectangulares (a) y en diagonal (b).	63
Figura 14. Planificación a largo plazo.	65
Figura 15. Estrategias de capacidad.	67
Figura 16. Gantt Chart an Interior Decorating Firm.	88
Figura 17. Trade- off entre los costes de espera y los costes de capacidad.	90
Figura 18. Diferentes estructuras posibles de sistemas de colas.	94
Figura 19. Actividades y sucesos.	101
Figura 20. Actividades y sucesos ficticios.....	101
Figura 21. Actividad ficticia, tiempo de realización de cero.	102
Figura 22. ES y EF.	104
Figura 23. Present of inventory ítems.	111
Figura 24. Nivel de inventario.	112
Figura 25. Tiempo de uso del inventaría.....	114
Figura 26. Nivel de pedido.	115

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1. Métodos cuantitativos de localización.	46
Fórmula 2. Métodos cuantitativos de localización.	46
Fórmula 3. Método del centro de gravedad.	47
Fórmula 4. Probabilidad de que un consumidor procedente del punto de Origen.....	50
Fórmula 5. Número esperado de consumidores.	50
Fórmula 6. Gastos medios por unidad de consumo.	51
Fórmula 7. Costo de movimiento.....	54
Fórmula 8. Tiempo del ciclo.....	60
Fórmula 9. Número teórico.....	60
Fórmula 10. Eficiencia.	61
Fórmula 11. Probabilidad de llegadas.....	91
Fórmula 12. Probabilidad de que el sistema se encuentre vacío.....	96
Fórmula 13. Tiempo esperado.....	102
Fórmula 14. El tamaño económico de pedido.....	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Historia de la Dirección de Operaciones.	12
Tabla 2. Las tres funciones básicas de cualquier tipo de Empresa.....	14
Tabla 3. Clasificación funcional y estratégica de las decisiones en la DO.....	17
Tabla 4. Las decisiones de la D.O en las empresas de servicio y fabricación.....	18
Tabla 5. Ejemplos de especificaciones de la función y de sus especificaciones de diseños alternativos.	28
Tabla 6. Análisis comparativo de los diferentes tipos de procesos.	33
Tabla 7. Función de intereses políticos.	48
Tabla 8. Matriz de costo.	48
Tabla 9. Aumento de clientes.	49
Tabla 10. Diseños básicos de Layout.	53
Tabla 11. Matriz Origen- Destino.	55
Tabla 12. Tiempo necesario para cada tarea elemental.....	59
Tabla 13. Número de estaciones de trabajo reales.	61
Tabla 14. Métodos de pronóstico.	72
Tabla 15. Necesidades actuales.	84
Tabla 16. Primera alternativa de trabajo.....	84
Tabla 17. Segunda alternativa de trabajo.	85
Tabla 19. Comparación de costos totales.	86
Tabla 20. Cargas semanales de 1 a 6 de Agosto.	89
Tabla 21. Requisitos de materiales y cantidades.	89
Tabla 22. Cuadro de resultados de ambas alternativas.	97
Tabla 23. Estimación de tiempo.	103
Tabla 24. Tiempos y varianzas esperadas.	103
Tabla 25. ES y EF para cada actividad.....	104

Tabla 26. Cálculos EF sumando t a ES para cada actividad.....	105
Tabla 27. Cálculos de ES, EF, LS, LF y S (1).....	105
Tabla 28. Cálculos de ES, EF, LS, LF y S (2).....	106
Tabla 29. Materiales de input y de output en los servicios.....	110
Tabla 30. La caducidad.....	110
Tabla 31. La mayor fragmentación de materiales de input.....	110

AUTORES

Henry Marcelino Pinargote Pinargote

E-mail: henrrypinargote@gmail.com

ORCID: [0000-0001-8871-3651](https://orcid.org/0000-0001-8871-3651)

Telf.: [+593995868260](tel:+593995868260)

Docente investigador de la ULEAM Extensión en El Carmen, de la carrera de Ingeniería en Contabilidad y Auditoría, con estudios de postgrado realizados en la Universidad Tecnológica Equinoccial, UTE-UIO, Ingeniero en Administración de Empresas, docente investigador calificado por el SENESCYT N.º REG-INV-19-03847. Doctorante en la Universidad del Zulia en Ciencias Sociales Mención Gerencia, consultor de empresas públicas y privadas, exdocente de varias Universidades e Institutos de Educación Superior.

Pablo Edison Ávila Ramírez

Ingeniero Comercial, Diploma Superior en docencia universitaria por competencias, Magister en Administración de empresas, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, Doctorante en la Universidad del Zulia en Ciencias Sociales Mención Gerencia, consultor de empresas pública y privadas.

Tito Alexander Cedeño Loor

E-mail: toti_cede01@hotmail.com

ORCID: [0000-0001-6583-1233](https://orcid.org/0000-0001-6583-1233)

Telf.: [0993798689-0993298361](tel:0993798689-0993298361)

Docente Titular Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí ext. El Carmen, en la Carrera de Contabilidad y Auditoría, Docente titular a medio tiempo de la Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES Santo Domingo, en la Carrera de Administración de Empresas y Negocios, Doctorando de Ciencias Sociales, Económica y Empresariales con especialidad en Economía de la Universidad de Córdoba España, Magister Universitario en investigación en economía de la Universidad de Valladolid España, Magister en Tributación y Finanzas, Economista.

Martha Margarita Minaya Macías

Docente de la ULEAM Extensión en El Carmen, de la carrera de Ingeniería en Contabilidad y Auditoría, con estudios de postgrado realizados en la Universidad de Especialidades Espíritu Santo y en la Universidad del Azuay. Con formación de tercer nivel en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, con una amplia experiencia en la docencia de 10 años en el nivel superior. Ingeniería Comercial, Licenciada en

Ciencias de la Educación Especialidad Periodismo, Diplomado en Educación Superior por Competencia, Magister en Administración de empresas, participación en varios Cursos, Seminarios y Congresos en Educación Superior e Investigación.

Renelmo Wladimir Minaya Macías

E-mail: wladimirminaya@yahoo.com

Docente de la ULEAM Extensión en El Carmen, de la carrera de Ingeniería en Sistemas con estudios de postgrado realizados en la Universidad del Sur de Manabí, en la Universidad de Especialidades Espíritu Santo y en la Universidad del Azuay. Con formación de tercer nivel en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, con una amplia experiencia en la docencia de 17 años en el nivel superior, participación en varios Cursos, Seminarios y Congresos en Educación Superior e Investigación.

Alexandra Auxiliadora Mendoza Vera

Ingeniera Comercial, Diploma Superior en docencia universitaria por competencias, Magister en Marketing, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Extensión El Carmen, Doctorante en la Universidad del Zulia en Ciencias Sociales Mención Gerencia, consultor de empresas pública y privadas.

CAPÍTULO I: LA DIRECCIÓN DE OPERACIONES EN LAS EMPRESAS DE SERVICIO

1.1. Introducción

En el sentido más amplio la Dirección de Operaciones se ocupa de las actividades relacionadas con la creación de bienes y/o servicios. Las actividades para la creación de bienes y / o servicios se producen en todo tipo de empresa, tanto de fabricación como de servicios. En las empresas de fabricación, los inputs de materia prima, energía y mano de obra y capital se transforman en productos acabados. En las operaciones de servicio los mismos tipos de inputs se transforman en servicios acabados. El gestionar el proceso de transformación de manera eficiente y eficaz es la tarea del director de operaciones en cualquier tipo de organización.

Durante muchos años, cuando el área de conocimiento se relacionaba principalmente con la fabricación, la Dirección de Operaciones se denominó Dirección de Producción. Después se amplió la denominación a Dirección de Operaciones/Producción para incluir también a las empresas de servicio. El término de Dirección de Operaciones es el que utilizaremos durante este módulo, para referimos tanto a las empresas de servicio como de fabricación.

Las ideas anteriores las podemos resumir en la siguiente definición:

Los directores de operaciones son los responsables de la producción de los bienes o servicio de las organizaciones. Los directores de operaciones toman decisiones que se relacionan con la función de operaciones y los sistemas de operaciones que se utilizan. La dirección de operaciones es el estudio de la toma de decisiones en la función de operación.

Existen tres puntos en la definición que merecen un mayor énfasis:

1. La función de operaciones. Como se ha indicado, los directores de operaciones son responsables de aquellas funciones de las organizaciones que producen bienes y servicios. Sin embargo, estos departamentos con frecuencia tienen nombres distintos en distintos sectores. En las empresas de fabricación, la función de operaciones podría denominarse departamento de producción. En las de servicio, la función de operaciones puede denominarse departamento de operaciones o también puede recibir algún nombre peculiar como director de proyecto en las empresas bancarias. Al considerar la dirección de operaciones de esta manera, como función organizacional, se les coloca junto a las demás funciones empresariales de marketing y finanzas como veremos a continuación.

2. El sistema de operaciones. La definición anterior se refiere a sistemas de transformación que producen bienes y servicios. El enfoque de sistemas proporciona no sólo una base común para definir las operaciones de servicio y fabricación como sistema de transformación, sino también una base poderosa para el diseño y el análisis de las operaciones, el utilizar el enfoque de sistemas que se describirá más adelante, implica considerar a los directores de operaciones como administradores del proceso de transformación de la empresa.
3. Las decisiones de la DO/P, Por último, la definición anterior considera a la toma de decisiones como un elemento importante en la dirección de operaciones. Como todos los gerentes toman decisiones, resulta natural enfocar la toma de decisiones como tema central de las operaciones. Siguiendo este enfoque vamos a dividir las decisiones en cinco áreas:

Producto- proceso, capacidad, inventario, recursos humanos y calidad. Estas áreas de decisión proporcionan la estructura necesaria para organizar el módulo y describir las tareas de los directores de operaciones.

Antes de tratar con mayor detalle estos tres elementos de la definición de la Dirección de Operaciones, haremos un breve estudio histórico de la Dirección de Operaciones.

1.2. La Historia de la dirección de operaciones

En la Tabla 1 organizamos la historia de la Dirección de Operaciones en cuatro eras (manual, dirección científica, investigación operativa e información), destacando las contribuciones más importantes en cada una de ellas (Abrahamson, 1996).

Tabla 1. Historia de la Dirección de Operaciones.

AÑO APROX.	INDIVIDUO O GRUPO	CONTRIBUCIÓN
ERA MANUAL		
1776	Adan Smith	División del trabajo
1832	Eli Whitney	Piezas intercambiables
1800s	Charles Babbage	Diferencias salariales en función de las habilidades requeridas
ADMINISTRACIÓN CIENTÍFICA		
1890	Frederik W. Taylor	Padre de la administración científica, estudios de métodos y medición del tiempo
1905	K. Eriang	Aplicación de la Teoría de cola a la industria telefónica
1913	Henry Ford, Charles Sorenson	Cadenas de montajes para la producción en serie
1914	F. W. Harris	Modelo de stock de cantidad Óptima de pedido

AÑO APROX.	INDIVIDUO O GRUPO	CONTRIBUCIÓN
1916	H. L. Gantt	Introducción de los gráficos Gantt a la programación
1922	Frank y Lilian Gilbreth	Estudio de movimientos
1924	Walter Shewart	Control estadístico de la calidad
1933	Elton Mayo	Los factores del comportamiento
INVESTIGACIÓN OPERATIVA		
1947	George B. Dantzing	Aplicación de la programación lineal a la Economía de la Empresa
1957	J. E. Kelly y M. R. Walker de Dupont Corp.	El método del camino crítico (CPM)
1958	Booz, Allen y Hamilton	Desarrollo de PERT
ERA DE LA INFORMACIÓN		
1960	Joseph Orlicky	La planificación de requerimientos de materiales
1961	Elwood Buffa	La consideración de la función de Operaciones como un sistema
1980s	A. V. Feigenbaum, J. M. Juran, W. E. Deming, K. Ishicawa Taguchi	Sistema de Calidad Total
1980s	McDonald's Corp. y Grupo Harvard (Sasser, Olsen Wyckoff, Heskett)	La Dirección de Operaciones en las empresas de servicio

1.3. La función de operaciones

En esta sección ampliaremos la idea que la Dirección de Operaciones es un área funcional de las empresas. Cualquier empresa, ya sea una fábrica de automóviles, un restaurante de comidas rápidas una universidad, una iglesia, realiza tres funciones básicas necesarias para su supervivencia (ver Tabla 2): marketing, financiera/contable y operaciones.

- a) La función de Marketing: que se ocupa de la creación de una demanda y de la generación de ventas, o al menos tomar los pedidos para un bien o servicio. “Nada sucede hasta que se produce una venta”.
- b) La función Financiera/Contable: que es responsable de la adquisición y distribución del capital, y de recoger los datos para analizar el funcionamiento de la organización.
- c) La función de Operaciones: que tiene la responsabilidad de las actividades necesarias para la creación de bienes o servicios (generar la oferta).

Un examen del organigrama de cualquier organización nos viene a demostrar que las empresas se encuentran organizadas para realizar estas tres funciones básicas.

Tabla 2. Las tres funciones básicas de cualquier tipo de Empresa.

Organización	Marketing	Operaciones	Finanzas
Iglesia	Visitar a los nuevos. Apostolizar	Conducir bautizos, bodas, confesiones, funerales, misas, etc.	Recaudar las contribuciones, limosnas, pagar facturas.
Comida rápidas	Anuncios en TV. Vallas etc. Regar artículos en promoción.	Cocinar hamburguesas, patatas, etc. Mantenimiento y renovación de equipos.	Pagar a empleados proveedores, créditos, etc. Cobrar por los servicios.
Universidad	Mandar guías y folletos a sus futuros estudiantes. Charlas en los institutos.	Impartir docencia.	Pagar a empleados proveedores, personal de admón., etc. Recaudar tasas y matriculas
Fabricante de Automóviles	Anunciarse en TV: periódicos, revistas, etc. Patrocinar carreras	Diseñar coches, fabricar piezas y componentes, ensamblar coches .	pagar proveedores créditos dividendo, elaborar presupuestos.

1.4. El sistema de operaciones

También hemos definido la Dirección de Operaciones con la gestión de los sistemas de operaciones. Para nuestros fines, un sistema de operaciones debe considerarse como un conjunto de recursos cuya función es la de transformar cierto número de inputs deseado. Por lo que el sistema de operaciones está formado por tres elementos: inputs, procesos y outputs.

- a) Los inputs: son los ingredientes necesarios para que las operaciones se lleven a cabo. Pueden ser tangibles (personas, materiales y equipos) o intangibles (información, tiempo).
- b) Los outputs: resultan de la transformación de los inputs mediante el proceso. Puede ser bienes o servicios, o también tangibles (coche, ropa, comida) o intangibles (los huéspedes de un hotel, la comunicación de un mensaje por una compañía publicitaria). La mayoría de las empresas procuran bienes y servicios a la vez, ya que los bienes físicos como mínimo necesitan su transporte, mantenimiento y reparación. Por ejemplo, el sistema de matriculación de una universidad procura tanto un servicio (i.e., matriculación de los estudiantes en los diferentes cursos) como bienes físicos (impresos cumplimentados, carnet, un registro en el ordenador) (Álvarez, 1996).

- c) Los procesos: los tipos de procesos o transformación que se producen en los sistemas de operaciones lo podemos clasificar en cinco categorías:
- Producción: cuya característica principal es la creación de un producto físico; el output consiste en bienes que difieren físicamente (en forma y contenido) de los inputs incorporados al sistema. Este tipo de proceso puede suponer fabricar bienes (fabricación de automóviles) o también fabricar sobre papel (un paquete turístico para un operador turístico).
 - Transporte: su característica principal es el traslado de personas, cosas e información de un lugar a otro. Por ejemplo, el servicio de taxis, el servicio de ambulancias, empresas de mudanzas, el servicio telefónico.
 - Intercambio o suministro: la característica principal es el cambio que se produce en la propiedad o posesión de los bienes y/o información. Por ejemplo, los comercios y grandes almacenes, estación de servicio, el consejo de un abogado.
 - Almacenamiento: cuya característica más importante es el cambio de disponibilidad de algo o alguien para ser consumido en un período posterior. Por ejemplo, un almacenista, una casa de empeño.
 - Servicio en sentido más estricto: su característica principal es el trato o contacto directo con los clientes, ya sean personas (servicio de urgencia de un hospital, hotel, dentista) o cosas (bombero, lavandería).

Esta clasificación y otras parecidas de los tipos de procesos son totalmente perfectas, ya que se producen solapamientos. Por ejemplo, un gran almacén no sólo permite a sus clientes comprar precios y calidad (intercambio de información), y mantiene artículos en existencia hasta el momento que se necesiten (almacenamiento), sino que efectúan las ventas (intercambio físico).

También se da cierta similitud entre transporte, servicio en s.e., ya que el transporte trata o sirve directamente a los clientes procurándoles un desplazamiento.

En cuanto a los objetivos del sistema de operaciones son dos: la satisfacción de los clientes y la productividad de los recursos:

- a) La satisfacción de los clientes: que consiste básicamente en procurar bienes y servicios que satisfagan las necesidades y gustos de los clientes a un precio competitivo y en un margen de tiempo razonable.

- b) La productividad de los recursos: que consiste en la obtención del máximo output con la utilización del mínimo input:

$$\text{MÁX. PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{UDS. PRODUCIDAS}}{\text{INPUTS UTILIZADOS}}$$

Figura 1. Productividad de los recursos.

1.5. Las decisiones de la dirección de operaciones

Como la Dirección de Operaciones (DO) se relaciona con la toma de decisiones para el sistema de operaciones y la función de operaciones, se necesita una estructura que establezca las categorías y defina las decisiones en la Dirección de Operaciones. La estructura teórica para agrupar las decisiones que proponemos en este módulo es el enfoque funcional y estratégico. De acuerdo con su función o propósito las decisiones de la DO se pueden dividir en cinco áreas de importantes decisiones:

- a) Decisiones de diseño del producto y selección del proceso. Las decisiones de esta categoría son aquellas relacionadas con el diseño de nuevos bienes / servicio y la selección del proceso e instalación física que se utiliza para producir el bien o servicio. Las decisiones incluyen el diseño del bien o servicio, su lanzamiento y modificación; la selección del proceso, equipo, tecnología, el flujo del proceso y la distribución en planta.
- b) Decisiones de capacidad. Las decisiones de capacidad se dirigen al suministro de la cantidad correcta de capacidad en el lugar y momento oportuno. La capacidad a largo plazo la determina la localización y tamaño de las instalaciones físicas. A medio plazo se puede aumentar la capacidad por medio de la subcontratación, turnos adicionales o alquiler de espacio. A corto plazo, la capacidad disponible debe asignarse a tareas específicas y puestos de trabajo mediante la programación del personal, equipo e instalaciones.
- c) Decisiones de inventario. Las decisiones sobre inventario determinan cuánto pedir y cuándo solicitarlo y dónde colocarlo. Los sistemas de control de inventario se utilizan para gestionar el flujo de los materiales dentro de la empresa, desde los inventarios de materia prima, pasando por los inventarios de productos en proceso, hasta llegar a los inventarios de productos acabados.

- d) Decisiones de recursos humanos. Gestionar los recursos humanos de manera productiva y humana es una tarea clave para la función operaciones. Las decisiones sobre la mano de obra incluyen la selección, contratación, formación, supervisión y motivación. Estas decisiones toman los directores de operaciones, con frecuencia con la asistencia del departamento de personal.
- e) Decisiones de calidad. La función de operaciones es casi siempre responsable de la calidad de los bienes y servicios producidos. Decisiones sobre calidad abarcan tres procesos (la planificación, el control y la mejora) necesarios para obtener un resultado de calidad.

Otra manera de clasificarlas decisiones de la DO que se complemente con la anterior es el enfoque estratégico que establece dos categorías de decisiones: decisiones estratégicas y decisiones tácticas. Las decisiones estratégicas afectan al diseño de la función de operaciones y son decisiones a largo plazo e irreversibles, requieren fuertes inversiones y la responsabilidad pertenece a la alta dirección. En cambio, las decisiones tácticas pueden ser modificadas a corto plazo, se relacionan con la utilización de una operación existente y su responsabilidad pertenece a la dirección media. La Tabla 3 es una matriz que muestra la manera en que las cinco categorías de toma de decisiones anteriores se relacionan con las decisiones estratégicas y tácticas. Cada categoría de decisión incluye algunas decisiones de ambos tipos (Amoako-Gyampah y Meredith, 1989).

Tabla 3. Clasificación funcional y estratégica de las decisiones en la DO.

Clasificación funcional	Decisiones estratégicas	Decisiones tácticas
Producto/proceso	Diseño del bien o servicio. Selección del tipo de proceso. Distribución en planta. Localización.	Analizar el flujo del proceso. Mantenimiento del equipo.
Capacidad	Determinar la capacidad a L/P. fijar el nivel de personal.	Planificación agregada (horas extras subcontratación). Programación (asignar la capacidad disponible).
Inventario	Fijar el modelo global de inventario. Diseñar el sistema de control de inventarios. Decidir dónde se va a almacenar.	Decidir cuándo realizar el pedido y cuanto pedir.
Recursos humanos	Diseñar el método de trabajo. Selección del sistema de motivación.	Establecer los estándares del trabajo. Realizar la supervisión.
Calidad	Establecimiento de los estándares de calidad. Definición de la organización para la calidad.	Decidir sobre la cantidad de inspecciones. Control de calidad para satisfacer los estándares.

1.6. Las decisiones en la dirección de operaciones en las empresas de servicio y fabricación

Antes de comenzar a tratar con detenimiento las decisiones de operaciones en los servicios, resulta útil establecer una comparación entre las decisiones de operaciones en las empresas de servicio y fabricación. Chase (1980) nos ofrece un excelente resumen en la siguiente Tabla 4.

Tabla 4. Las decisiones de la D.O en las empresas de servicio y fabricación.

DECISIONES	EMPRESAS DE SERVICIOS	EMPRESAS DE FABRICACIÓN
Diseño del paquete de servicios	El entorno tanto como producto físico sí hay uno, define la naturaleza del servicio	El cliente no se sitúa en el entorno, por tanto, el producto es definido con menos atributos.
Diseño del proceso	Las distintas etapas del proceso de prestación tienen un efecto inmediato sobre el cliente.	El cliente no está implicado en la mayoría de las etapas del proceso de prestación.
Predicciones	Son a corto plazo, orientadas en tiempo.	Son a largo plazo, orientadas al output.
Planificación de la capacidad	Para evitar pérdidas de oportunidades de ventas la capacidad se diseña según la demanda pico.	El output al ser inventariado permite diseñar la capacidad al nivel medio.
Localización	Las instalaciones deben estar cerca del cliente.	Las instalaciones deben estar cerca de la materia prima, mano de obra.
Distribución en planta	Debe tener en cuenta las necesidades y las expectativas psicológicas y físicas de los clientes.	Tiene que estar dispuesta de manera que facilite la producción.
Calificación de los trabajadores	Debe tener en cuenta las necesidades y las expectativas psicológicas y físicas de los clientes. Capacidad de relación.	El personal solo necesita la formación técnica.
Tiempo estándar	El tiempo necesario para la prestación de un servicio depende mucho del cliente, y por lo tanto, son holgados.	El trabajo realizado sobre sustitutos del tiempo (e.g., formularios), por lo que los tiempos son ajustados.
Sistema de remuneración	Una producción variable por naturaleza implica salarios por tiempo	Una producción regular por unos salarios ligados a las cantidades y calidades producidas
Programación	El cliente tiene que estar presente durante la producción, por lo que se debe tener en cuenta sus horas y días de disponibilidad	El cliente está preocupado principalmente por la fecha de finalización, y la programación se adaptará en función del personal
Inventario	Los pedidos al no poder ser almacenados y al no ser el flujo productivo constante se perderá ventas.	Stock de seguridad y flujo de producción constantes son posibles.

DECISIONES	EMPRESAS DE SERVICIOS	EMPRESAS DE FABRICACIÓN
Calidad	Los estándares de calidad son variables y se aplican métodos para controlar el proceso.	Los estándares de calidad son más fácilmente medibles.

Lectura 1.1: Telepizza

Para ilustrar el uso del esquema de decisiones, describiremos una empresa en términos de las cinco categorías de decisiones. El ejemplo es una descripción simplificada de una cadena de franquicia de pizzerías, Telepizza, que produce y comercializa pizza a nivel nacional. La cadena está formada por más de cien tiendas que son propiedad de la empresa o están en concesión. La función de DO de esta empresa se presenta a dos niveles: el nivel corporativo y el nivel del establecimiento individual. Las decisiones de operaciones más importantes en Telepizza se describen como sigue:

Decisiones Producto-Proceso. Como se desea una uniformidad entre los distintos establecimientos, la mayor parte de las decisiones relacionadas con el producto-proceso las toma el personal corporativo. Estos desarrollaron una instalación estándar con un diseño simple que puede acoplarse a una ubicación en particular. La instalación estándar incorpora un menú limitado con equipo para alto volumen de producción. Los clientes pueden observar cómo se producen las pizzas, esto entretiene tanto a los niños como a los adultos mientras esperan que se sirva su pedido. Como se trata de una instalación de servicio se tiene un cuidado especial para que la distribución en planta sea atractiva y cómoda para los clientes.

Decisiones de Capacidad. Telepizza se enfrenta a unas series de decisiones que se relacionan con el nivel máximo de producción. Primero, cuando toma la decisión inicial de localización utiliza un modelo matemático para pronosticar los ingresos y costes en cada uno de los puntos potenciales, y segundo, cuando el personal corporativo fija la capacidad física de cada instalación. Los gerentes de tienda, a escala individual, efectúan la planificación de las fluctuaciones anuales, mensuales y diarias en la capacidad de servicio dentro de la instalación física disponible. Durante los períodos pico, los trabajadores a tiempo parcial y en las temporadas bajas utilizan la publicidad para tratar de elevar la demanda. A corto plazo, se programa el personal en turnos de manera tal que se satisfaga la demanda de los distintos horarios.

Decisiones de Inventario. Los gerentes de cada tienda, a escala individual, compran a los proveedores oficiales los ingredientes que se requieren para preparar las recetas que proporciona el personal corporativo y deciden la cantidad de harina,

salsa de tomate, etc., que van a pedir, así con hacer los pedidos. Los gerentes de las tiendas deben integrar con las decisiones relacionadas con compras e inventarios con el controlar el flujo de materiales en relación con la capacidad.

Decisiones de Recursos Humanos. Los gerentes de tiendas responsables de la contratación, formación, supervisión y, si es necesario despido de los trabajadores. Deben tomar decisiones, responsabilidades exactas que tendrá cada puesto de trabajo, así como sobre los trabajadores que se necesitan para operar la tienda. Además, conocer las vacantes, revisan las solicitudes, entrevistan a los clientes, toman las decisiones de contratación. Deben medir la cantidad de trabajo necesaria en relación con la producción y además evaluar el desempeño de cada individuo.

Decisiones de Calidad. Por último, el personal corporativo ha fijado estándares de calidad que deben satisfacer todas las tiendas. Los patrones estándares incluyen los procedimientos necesarios para mantener de servicio y asegurar la calidad de las pizzas que se sirven (la temperatura al momento de servir, la cantidad de materia prima necesaria, etc.). En Telepizza cada gerente de tienda debe controlar con calidad para asegurarse que cumpla con los estándares de la misma.

Las cinco categorías de toma de decisiones proporcionan conceptualmente para describir las decisiones importantes de operaciones que se toman en Telepizza. Debe reconocerse, sin embargo, que estas de decisiones no se pueden tomar por separado; se les debe cuidado, así como con las otras decisiones que se toman en las demás funciones de la empresa (Bahl, 1989).

CAPÍTULO II: EL DISEÑO DEL SERVICIO

2.1. Definición del paquete de servicio

El primer punto que tratar en este capítulo es la definición de paquete de servicio o producto de las empresas de servicio. Resulta difícil definir lo que se entiende por paquete de servicio. La mayoría de los servicios vienen “atados” con bienes. Un viaje en un taxi es un servicio, transporte de un punto a otro. Sin embargo, el servicio del taxi se proporciona por medio de un bien que lo permite, el taxi mismo. De igual manera, la compañía telefónica utiliza bienes (e.g., teléfonos, cables y equipos) y lo mismo hacen la mayoría de las empresas de servicio.

Otro hecho que dificulta aún más la definición del paquete de servicio es que el producto en la mayoría de las empresas de servicio no sólo consiste en un único servicio sino en un número determinado de ellos. Por lo que muchas veces resulta difícil establecer el servicio individual que un cliente desea comprar. Por ejemplo, si el cliente de un hotel utiliza los servicios de alejamiento, comida, lavandería y piscina, el núcleo del servicio sería el uso de la habitación y los otros serían periféricos. En cambio, si otro cliente viene al hotel sólo a comer, la comida sería el núcleo del servicio.

De todas las definiciones encontradas en una revisión de la literatura de los servicios, las dos que estimamos más completas son tratadas a continuación.

La primera definición de Sasser, Olsen y Wyckoff (1978) nos dice que: “El paquete de servicio consiste en una mezcla de ítems físicos (atributos intangibles)”. Los ítems físicos de un paquete de servicio se dividen en 4 grupos:

- Ítems físicos que son comprados por el cliente (e.g, la comida en un restaurante, los objetos en un comercio), o ítems que son procurados gratis (e.g., muestras, obsequios).
- Ítems físicos que son alterados en el curso de la prestación del servicio. Por ejemplo, las actividades de reparación llevadas a cabo sobre bienes físicos propiedad del cliente (e.g., reparación del coche), o alteraciones en el propio cliente (salón de belleza).
- Otros ítems físicos asociados con el paquete de servicio en un sentido operacional que no forman parte del paquete de servicio principal, por lo que no son comprados por sí mismo (e.g., el ticket para entrar al cine).

- Ítems físicos que forman parte del medio donde se realiza la prestación (e.g., en un hotel serían los muebles, los uniformes del personal etc.) Los elementos del servicio son los asociados con:
- La naturaleza del contacto en la prestación del servicio, que puede ser personal o directa o no personal (e.g., máquina expendedora).
- La atmósfera creada por los sentidos, es decir, la visión, el sabor, el sonido, el olor, la sensación creada en el cliente (e.g., la seguridad, el estatus, etc.)

Siguiendo esta última definición podemos clasificar a los servicios en una línea continua, donde en un extremo estarían los servicios que no tuvieran contenido en ítems físicos y en el otro extremo los servicios de un alto contenido en ítems físicos (ver Figura 2).

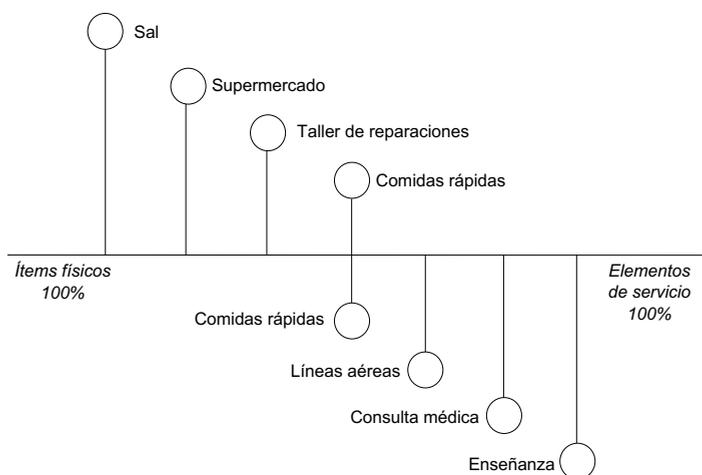


Figura 2. Comparación de diferentes paquetes de servicio
Fuente: (Sasser, Olsen y Wyckoff, 1983; Lynn Shostack, 1987).

La segunda definición es la de Fitzsimons y Sullivan (1982) que definen el paquete de servicio como:

“El conjunto de beneficios explícitos, o susceptibles de percepción sensorial, e implícitos, de carácter psicológico, procurado con el uso de unas instalaciones de apoyo y unos bienes facilitadores”.

Procedamos a definir claramente cada uno de sus componentes:

- a) Las instalaciones de apoyo son los recursos físicos que deben estar presentes antes de que un servicio sea ofrecido.

- b) Los bienes facilitadores, son el material utilizado o consumido por el cliente en la prestación del servicio.
- c) Los beneficios sensoriales o explícitos son los beneficios que son observables por los sentidos y que forman las características esenciales o intrínsecas del servicio.
- d) Los beneficios implícitos, son los beneficios psicológicos que el cliente puede sentir vagamente o las características extrínsecas unidas al servicio.

En el caso de un restaurante, las instalaciones de apoyo es el local, los bienes facilitadores son los alimentos, bebidas, cubiertos, vajilla, etc.; los beneficios sensoriales son el sabor, el servicio de los camareros, el aroma de los alimentos y los sonidos y vista de la gente; y los beneficios psicológicos incluyen la condición social, la sensación de bienestar, etc.

Podemos concluir en este apartado, que la clave a la hora de diseñar el paquete de servicio es definir la mezcla apropiadas de ítems/elementos de servicio (instalaciones de apoyo, bienes facilitadores, beneficios explícitos e implícitos) que se ajuste a las expectativas y deseos de los clientes, y no centrarse exclusivamente a un grupo de ellas. Por ejemplo, un restaurante que ofrece unas comidas excelentes pero sus camareros son poco amables, no va a alcanzar mayor éxito que otro restaurante que sus comidas sean pésimas pero que tengan un ambiente agradable; o bien, puede que la dirección de ese mismo, restaurante concentre sus esfuerzos en la elaboración de los mejores platos, pero los clientes lo que desean es una noche de esparcimiento.

2.3. Las características de los servicios

Un servicio es intangible por naturaleza, se produce y se consume de manera más o menos simultánea, es heterogéneo y perecedero. Y aunque no todos los servicios deben poseer cada una de las anteriores características, si muestran algunas en cierto grado.

- a) **Output intangible.** Algunos servicios, como el asesoramiento de un abogado, puede que no presente ningún output tangible. No obstante, la mayoría de los servicios combinan el output intangible con el output tangible, como es el caso del restaurante. Aunque también es cierto que el output de fabricación puede también incluir un elemento importante. No obstante, otras alternativas

pueden ser: llevar al cliente a las instalaciones de servicio (e.g., los viajes en el paquete turístico) o llevar las instalaciones al cliente (e.g, el banco en casa mediante el uso del ordenador).

- b) Output heterogéneo.** Generalmente resulta difícil, sino imposible, estandarizar el output de las empresas de servicio, ya que cada cliente va a variar en términos de expectativas y necesidades.

Por otro lado, muchos servicios son intensivos en mano de obra, siendo normalmente difícil estandarizar el output generado por una variedad de procuradores del servicio en localizaciones dispersas. Algunas de las consecuencias de esta característica son:

- **Alto juicio personal.** En muchos servicios el diseño del paquete de servicio es determinado por la persona que realmente procura el servicio de un abogado o el servicio de un peluquero. El procurador del servicio debe adaptar el servicio a los deseos del cliente. En cambio, en otros tipos de servicio, como restaurante de comidas rápidas, el servicio supone poca discreción. El juicio personal se encuentra obviamente relacionado con el grado de personalización o adaptación del servicio al cliente.
- **No se puede producir en masa.** Para la mayoría de los servicios profesionales (e.g., médicos, abogados) es cierto, puesto que cada cliente tiene diferentes necesidades; pero también existen servicios masivos como el comercio, los restaurantes de comidas rápidas etc. Pero incluso algunos servicios profesionales, pueden ser producidos instantáneamente para su consumición en masa (e.g., entrevista por la radio a un experto financiero que procure respuestas a las cuestiones planteadas por el público, pudiendo servir su contestación a miles de personas).
- **Nuevas tecnologías son difíciles de implantar manteniendo una atmósfera personalizada.** La aplicación de nuevas tecnologías y la rutinización de los servicios aparte de que pueden disminuir la motivación de los trabajadores va a ocasionar en muchos casos que el cliente perciba el servicio de forma negativa, es decir, que vean el servicio deshumanizado y sin la singularidad y el trato diferenciado que por él están pagando.
- **El alto nivel de contacto entre el cliente y el personal.** En la mayoría de los servicios se necesita un contacto directo entre el personal y los clientes. Esta falta de elementos amortiguador entre el cliente y el procurador del servicio va a originar una serie de implicaciones para los directivos que se presentan

en forma de amenazas y oportunidades. Las amenazas surgen porque las personas no siempre reaccionan de una forma consistente, esto aplicado tanto al cliente como al personal de servicio, por lo que se introduce una cantidad importante de incertidumbre en el sistema respecto al tiempo de servicio, personal que se va a necesitar, costes de procurar el servicio, etc. las oportunidades surgen de la utilización del cliente como productor de parte del paquete de servicio (e.g., transporta un carrito en el supermercado); como promotor o vendedor del servicio, puesto que muchas de las expectativas sobre un servicio nos la formamos en las charlas con amigos y parientes; y como controlador de la calidad ofrecida a través de sus quejas y sugerencias.

- **Intensivos en mano de obra.** Aunque se tiende a ver los servicios como intensivos en mano de obra este no es siempre el caso. Por ejemplo, un cirujano es un caso que no permite mucha automatización dados los requerimientos físicos y mentales del trabajo, así como la infinita variedad de problemas con los que se pueden encontrar. Por otro lado, la educación, los servicios bancarios o alquiler de coches pueden automatizarse cada vez más. También la intensidad en capital y en recursos humanos no es siempre una dicotomía, por ejemplo, los hospitales son intensivos tanto en equipos como en recursos humanos.
- **Las funciones de marketing y operaciones no pueden ser separadas.** En las organizaciones de servicio, las funciones de operaciones y marketing tienen una tendencia a relacionarse íntimamente debido a que los empleados realizan ambas funciones conjuntamente. Por ejemplo, el cajero en un restaurante de comidas rápidas realiza simultáneamente las actividades de marketing y producción, vende un servicio al mismo tiempo que lo procura.
- **Instalaciones descentralizadas próximas a los clientes.** Para los servicios que supongan alto contacto personal con los clientes (e.g., comercios, bancos, etc.), la cercanía a los clientes y el alto flujo de clientes potenciales hacen de la localización cercana a los clientes sea.
- **Los sistemas de control de la calidad son difíciles de establecer.** En la mayoría de las empresas de servicio nos encontramos con que el cliente participa, y por lo tanto no se tiene la oportunidad de detectar y eliminar los fallos de servicio que no cumpla un determinado estándar de calidad antes de que sea entregado al cliente. Por ejemplo, consideremos una simple transacción financiera en la un cliente hace efectivo un talón, el cliente puede haber

recibido una cantidad equivocada de dinero, ¿En qué punto el cajero puede hacer una corrección? En estos casos el control del servicio tiene que ocurrir antes o durante del proceso de servicio. No obstante, existen algunos servicios donde se pueden realizar control de aceptación (e.g., el arquitecto que tiene un equipo para revisar los planos).

- **Output perecedero.** Las habitaciones de un hotel, los asientos de un avión, una hora de un abogado no pueden ser almacenadas para su uso posterior. No obstante, la caducidad puede ser diferente desde el punto de vista M cliente: aunque este no pueda llevarse a casa el servicio después de producido, puede disfrutar de los efectos del servicio después de un largo tiempo después de haberse prestado (e.g., el cirujano que realiza un trasplante de corazón no procura sólo una operación quirúrgica sino más bien un beneficio que es disfrutado por el paciente durante el resto de su vida).
- **La demanda de los servicios es inestable, sigue patrones semanales, diarios o incluso horarios.** La demanda en las empresas de servicio suele ser más difícil de pronosticar que la demanda de un bien físico. Por ejemplo, predecir el índice de llegadas de clientes a un banco, supermercado, restaurante, etc., resulta muy difícil, pues la demanda va a variar de forma importante a lo largo del día, semana y mes. También la proporción entre la demanda alta y baja supera frecuentemente la proporción de 8 a 1, como así ocurre para los servicios de urgencia como bomberos y ambulancias. La caducidad de los servicios junto con los patrones de demanda muy variable que presentan la mayoría de los requiere que los directivos de operaciones distribuyan la capacidad del servicio cuidadosamente y dirijan la demanda del servicio activamente.

2.4. El proceso de desarrollo de nuevos servicios

Básicamente, el diseño de bienes y servicios es una respuesta de las empresas para adaptarse a los cambios continuos que suceden en su entorno de índole: económico, sociológico, demográfico, tecnológico, político, diversos cambios originados por sus competidores, proveedores, clientes, etcétera. El desarrollo de nuevos servicios lo podemos resumir en las siguientes etapas:

- a) **La acumulación de ideas.** El departamento de marketing normalmente sirve como la principal fuente de ideas, siendo otras posibles fuentes el departamento de I+D, el departamento de nuevos productos, el sistema de sugerencias, los clientes, proveedores y fuentes externas como competidores,

gobierno o público en general. Pero independientemente del origen de la idea, en la mayoría de los casos es el departamento de marketing el responsable de determinar las expectativas y necesidades de los clientes (mediante un proceso formal, como estudios de mercado, o informal y definir o refinar las nuevas ideas en lo que llamamos especificaciones de la función, en la que se describe qué clase de cosas el bien o servicio debe hacer y en qué medida debe hacerlas. Por ejemplo, el cliente puede desear un transporte por la ciudad para tres personas con una velocidad mínima de 60 km/h, esta serían las especificaciones de la función. Otras informaciones necesarias aparte de las especificaciones de la función para el diseño del servicio son el conocimiento de estado de la tecnología, la disponibilidad de los recursos humanos, y las opciones de equipos, entre otras.

- La corporación Marriott es un buen ejemplo de una compañía que acumula gran cantidad de información de la mayoría de sus competidores cuando diseñan nuevos servicios. Cuando Marriott quiso introducirse en los hoteles de negocio, envió equipos de marketing, finanzas, recursos humanos y personal de operación a cerca de 400 hoteles de la competencia para comprobar sus instalaciones (i.e., tamaño de las camas, habitaciones, grosor de las paredes, etc.) y sus servicios (reservas, atención del personal, políticas de habitación). Los directores de esos hoteles fueron entrevistados sobre las operaciones, precios y política del personal. Además, Marriott contrató un equipo de caza-talento que entrevistó a 15 directores regionales que trabajaban para las 5 mayores cadenas de hoteles. Como resultado, la línea de hoteles de negocios de Marriott fue eficientemente diseñada y bien recibida por los consumidores.

b) El desarrollo de alternativas conceptuales. Luego estas especificaciones de la función pasan al departamento de diseño. En las grandes empresas, existe normalmente un departamento de diseño que es el responsable de la creación de nuevos productos o servicios. Sus miembros suelen denominarse diseñadores, en la industria del vestido, o directores de proyecto, en los bancos. Más recientemente se ha optado por equipos o grupos de personas con diferentes antecedentes (procedentes de los departamentos de marketing, operaciones, finanzas, grupos de consumidores, proveedores, etc.) para diseñar los productos y servicios. Este último enfoque fue el utilizado por la cadena de hoteles Marriott en el diseño de sus hoteles.

En el departamento de diseño se transforman las especificaciones de la función en especificaciones de diseños alternativos conceptuales, es decir, en diferentes diseños alternativos de bienes o servicios que cumplan con estas especificaciones de la función. Por lo tanto, las especificaciones de la función deben contener la información suficiente para asegurar que las especificaciones de diseño den lugar a un producto o servicio satisfactorio para el cliente a un precio adecuado, en términos de alternativas competitivas. Los diseños alternativos en esta etapa son llamados conceptos, porque esencialmente son ideas que no han sido implantadas o definidas en detalle aún.

En el desarrollo de diseños alternativos conceptuales la creatividad es lo más importante, y es el momento en que resulta más económico cambiar, reordenar, y probar todos los tipos de ideas prometedoras. La Tabla 5 nos ofrece algunos ejemplos de especificaciones de funciones y especificaciones de diseños alternativos para alcanzarlas.

Tabla 5. Ejemplos de especificaciones de la función y de sus especificaciones de diseños alternativos.

SERVICIO	ESPECIFICACIÓN DE LA FUNCIÓN	ESPECIFICACIONES DE DISEÑOS ALTERNATIVOS
Sala de cine	La espera en la cola no supere los cinco minutos.	<ul style="list-style-type: none"> Múltiples taquillas. Entrada que funciona con monedas o billetes. Compra por adelantado por teléfono con tarjeta de crédito.
Transferencia bancaria	Suministra a los clientes un Servicio de transferencia de Fondo con Disponibilidad en 24 horas.	<ul style="list-style-type: none"> Múltiples taquillas. Entrada que funciona con monedas o billetes. Compra por adelantado por teléfono con tarjeta de crédito.
Transporte público	Desplazar a los clientes de forma rápida por la Ciudad.	<ul style="list-style-type: none"> Taxi. Autobús. Metro.

c) El diseño y prueba de prototipos. Después de la selección de un diseño de servicio entre las diferentes alternativas conceptuales, un prototipo o muestra del bien y/o servicio es construida y probada. En algunos casos, como en la implantación de una nueva línea de autobús, puede ser comprobada sobre una base de prueba y error. En otros casos puede ser bastante caro construir un prototipo. Pero afortunadamente existen algunas técnicas estadísticas, como la simulación, que permite ver la operación de un sistema propuesto

desde un punto de vista hipotético. Otra alternativa para las organizaciones de servicio que funcionan en cadenas es contar con algunos establecimientos “laboratorio” donde los diferentes prototipos sean probados.

- d) El diseño final.** La elección del diseño final del servicio se hará en función de la tecnología existente y de las preferencias del mercado. Por lo tanto, el resultado de las investigaciones sobre las necesidades de los clientes, actitudes y preferencias junto con los resultados de las pruebas del mercado va a ser importante para la decisión del diseño final.

Por último, se prepara una narración descriptiva de los elementos intangibles del paquete de servicio, y planos y dibujos para los elementos tangibles que complementen la narración descriptiva, de tal forma que la misma experiencia de servicio pueda ser replicada por diferentes operarios y en diferentes localizaciones. Por ejemplo, el diseño de un multicine debe incluir:

- Una narración de las principales características experimentadas por los clientes, como tiempos de operación, características y procedimientos operativos del personal.
- Un dibujo de la distribución en planta que muestre el grado de comodidad, amplitud y accesibilidad de butacas, ubicación del restaurante, servicios, salidas, etc.
- Un modelo tridimensional, que nos muestra el ambiente que el cliente experimentaría. Estas especificaciones elaboradas en forma de descripciones narrativas, dibujos, planos, lista de materiales, etc., son trasladadas al sistema de prestación donde se producirá el bien y/o se prestará el servicio.

CAPÍTULO III: LA PLANIFICACIÓN DEL PROCESO Y SELECCIÓN DEL EQUIPO

3.1. Definición y tipología de los procesos o sistemas de prestación

El proceso de prestación de servicio se refiere a como un servicio es procurado o prestado a un cliente. Podemos definir un proceso como el conjunto de métodos y procedimientos a través de los cuales los inputs son transformados en outputs cuyo valor para la organización es mayor que los inputs originales. Considerarnos algunos ejemplos de proceso. En una compañía aérea, los inputs son bienes del equipo que, en forma de aviones y equipos de tierra, trabajo en forma de tripulación de vuelo, personal auxiliar de tierra y de mantenimiento y energía en forma de kerosene y electricidad. Estos inputs se transforman en un servicio, específicamente, en un medio de transporte entre puntos alejados.

Una definición más formal del proceso sería la siguiente: un proceso es el conjunto de tareas conectadas mediante un flujo de bienes e información que transforma distintos inputs en outputs útiles, teniendo el proceso capacidad para almacenar tantos bienes como información durante la transformación.

Los procesos o sistemas de prestación los podemos clasificar en cuatro categorías en función de (Schmenner 1986):

- El nivel de intensidad de la mano de obra, que se calcula como el cociente entre los costes laborales y el valor total de los edificios y equipos.
- El nivel de interacción con el cliente y grado de adaptación al cliente; la interacción es alta cuando el cliente puede intervenir en el proceso y requiere un tratamiento especial, y la adaptación es alta cuando la empresa proporciona servicios diseñados para el cliente.

De la aplicación de estas dos dimensiones resultan cuatro grupos que se denominan (ver Figura 3).

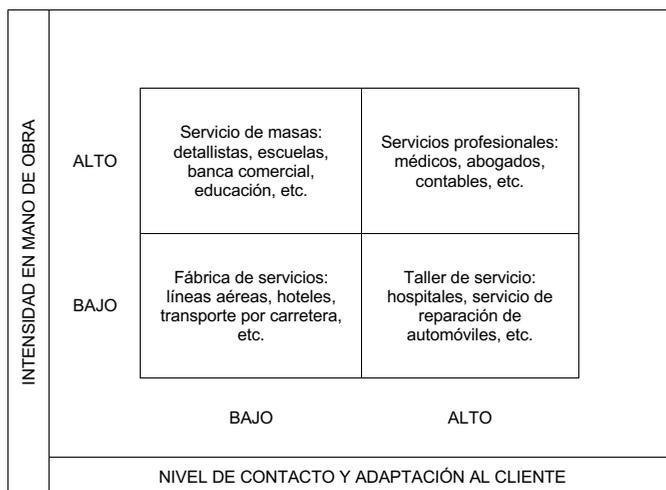


Figura 3. Tipos de sistemas de prestación.

- a) Servicio Profesional. Son los servicios intensivos en mano de obra y con alta interacción y adaptación al cliente. Por ejemplo, la mayoría de los servicios procurados por los doctores y abogados son intensivos en mano de obra y son servicios con una fuerte adaptación interacción, están abiertos a la retroalimentación y dispuestos a modificar el servicio en respuesta a las necesidades del mismo.
- b) Taller de Servicio. Son los servicios altamente automatizados, aunque con cierto grado de adaptación. Estos servicios incluyen hospitales, reparaciones de automóviles, y de otros artículos.

Aunque el taller de servicio está altamente automatizado, es lo suficientemente flexible como para satisfacer a una gran variedad de servicios.

- c) Servicio de Masas. Son los servicios con alta intensidad en mano de obra y una baja interacción-adaptación. En estos servicios se utilizan un formato altamente estandarizado como en el comercio, las escuelas y la banca, además se producen en forma masiva.
- d) Fábrica de Servicios. Son los servicios con baja intensidad de mano de obra y baja interacción-adaptación. La mayoría de los restaurantes de comidas rápidas proporcionan un bajo nivel de adaptación e interacción, el cliente debe seleccionar un menú prescrito y la interacción es limitada, aun cuando estos servicios tengan un alto nivel de contacto con el cliente.

Las características principales de los cuatro tipos de procesos son recogidas en la Tabla 6.

Tabla 6. Análisis comparativo de los diferentes tipos de procesos.

	Fabricar De Servicio (Ej.: Restaurante de comidas rápidas)	Taller De Servicios (Ej.: Taller de reparaciones)	Servicios De Masas (Ej.: Granja, almacén)	Servicio Profesionales (Ej.: Consultora)
Características del servicio				
Mix Combinación	Limitado	Diversificado	Limitado	Diversificado
Volumen	Alto	Medio- Bajo	Medio- Alto	Bajo
Características del proceso				
Intensidad Del Capital	Alta	Alta	Baja	Baja
Intensidad- Adaptación	Baja	Puede ser Grande	Escasa	Típicamente Muy Grande
Flujo Del Proceso	Rígido	Adaptable	Rígido	Muy Flexible
Ritmo	Alto	Medio- Bajo	Medio Alto	Bajo
Distribución En Planta	En Línea	Proceso O Posición Fija	Normalmente Por Proceso	Generalmente por Posición Fija o por Proceso
Cuellos De Botella	Algunas Veces Repentinos, pero Generalmente Predecibles	Frecuentes y Cambiantes	Predecibles y Perfectamente Conocidos	Unas Veces Predecibles otras Inciertas
Equipos	Propósitos Específicos	Propósitos Generales	Propósitos Específicos	Propósitos Generales
Importancia Del Flujo Material Para La Provisión Del Servicio	Stock y Flujo son Importantes	Stock Importantes, no tanto el Flujo	Los Stock son Frecuentemente Importantes	Incidental en la Mayoría de los Casos
Facilidad De Programación	Fácil de Programar	Programación menos Difícil	Programación Fácil	Difícil de Programar

Los sistemas de prestación y las decisiones importantes en las empresas

La matriz de servicio también la podemos utilizar para ilustrar como las tareas directivas críticas en la empresa varía con los distintos tipos de proceso:

- a) Dirigir servicios intensivos en mano de obra (servicio profesional y servicio de masa). En estos servicios se dedica mucho tiempo y esfuerzo en dirigir y controlar la fuerza de trabajo.

También tiende a estar descentralizados en localizaciones separadas geográficamente, por lo que sus directivos deben tratar de dirigir esta red de sucursales, así como la introducción de nuevas unidades en el sistema. Algunos de los puntos más importantes para la dirección de estos servicios son:

- La contratación, formación y programación de la mano de obra.
 - Las decisiones de localización, el control de localizaciones dispersas, y dirigir el crecimiento con la apertura de nuevas unidades.
- b) Dirigir servicios con baja intensidad en mano de obra (fábrica de servicio y taller de servicio). Los directivos de estos servicios se concentran sobre un conjunto de problemas diferentes. Se preocupan más del control de sus equipos y planta y en la evaluación de nuevas tecnologías. Dado que su capacidad está orientada hacia los equipos es menos flexible que la de los servicios intensivos en mano de obra, por lo que deben programar la prestación de servicio con más precisión e intentar dirigir la capacidad, suavizando los períodos de demanda alta y promocionando el servicio en los períodos de baja demanda. Los desafíos más importantes para la dirección en este tipo de servicios son:
- Las decisiones de capital y la evaluación de los avances tecnológicos.
 - Dirigir la capacidad y programar el sistema de prestación.
- c) Dirigir los servicios con baja interacción con los clientes (servicios de masas y fábricas de servicio). Si el servicio es muy estandarizado el director debe poner mucha atención en los aspectos de marketing para hacer que el servicio no parezca frío e impersonal y que las instalaciones parezcan atractivas. Este tipo de servicio se presta al establecimiento de un conjunto de procedimientos operativos y a una jerarquía organizacional rígida. Los puntos más importantes son:
- El marketing para que el servicio no parezca frío e impersonal y la atención al medio físico.
 - Dirigir una jerarquía organizacional rígida que necesita procedimientos operativos estándares.
- d) Dirigir servicios con alta interacción con el cliente (servicio profesional y taller de servicio). Los directivos suelen tener dificultades en controlar el coste y mantener altos niveles de calidad. Los empleados de contacto tienen un fuerte

impacto en el éxito de las operaciones y necesitan tener una buena formación y estar motivados. Las relaciones dirección-subordinado son menos estrictas. Las decisiones básicas son:

- Luchar contra los incrementos en costes, manteniendo la calidad.
- Dirigir una estructura organizacional plana con relaciones subordinado-superior no estricta, obteniendo la lealtad de los empleados.

3.2. Las etapas en el desarrollo del proceso

Las etapas del desarrollo del proceso van a consistir en la elección de los métodos y procedimientos a través de los cuales los inputs son transformados en outputs de mayor valor para la organización.

Las etapas en el desarrollo del proceso son cuatro: la elección tecnológica primaria; la elección del proceso de transformación y materiales, la elección del equipo y la elección del flujo del proceso.

- a) La elección tecnológica primaria.** La decisión tecnológica primaria implica la respuesta a las siguientes cuestiones: ¿Está la tecnología necesaria disponible, o puede ser desarrollada para procurar los materiales, procesos y equipos para realizar el producto o prestar el servicio? Por ejemplo, la transmisión vía satélite fue concebida mucho tiempo antes de que se tuviera la capacidad de construirlos. En el campo de la medicina, muchos servicios tales como trasplantes de órganos han tenido que esperar a que se produzca los avances en la tecnología que lo hicieran factibles. En muchos casos la tecnología primaria existe, pero no en su forma comercial.

Por ejemplo, el teléfono fue inventado en 1876 y no fue ampliamente aceptado por el público hasta 15 años después, cuando se desarrolló el dial, que hizo el uso de la nueva tecnología más accesible para los clientes.

- b) La elección del proceso de transformación y materiales.** La elección entre tecnologías de transformación alternativas es compleja debido a que depende de los factores tecnológicos, económicos y de mercado. Normalmente suele haber muchos procesos de transformación alternativos y materiales que satisfacen las especificaciones de diseño. Un ejemplo extraído del sector sanitario es el diagnóstico por imagen en los hospitales, donde a finales de los años 70 existían cuatro tecnologías disponibles para realizar el diagnóstico por imagen: rayos X, tomografía (consiste en unir una máquina de rayos X a un

ordenador), ultrasonido y nuclear. Cada una de las tecnologías o combinaciones entre ambas habían sido adoptadas por los diferentes hospitales. La sección entre las diferentes alternativas de procesos de transformación estará basada en factores como el coste, tiempo de entrega, calidad, facilidad de utilizar o preferencia del cliente.

c) La elección del equipo. Suele ser una decisión estratégica importante que se ha de tomar los niveles más altos de la dirección, pues normalmente supone una gran inversión en capital de la que es muy difícil, sino imposible, volver atrás. La selección del equipo en una organización de servicio debería tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **El volumen y variedad del trabajo realizado.** La selección del equipo normalmente supone elegir entre equipos de propósito general o específico. Esta elección va a depender del volumen y variedad de trabajo realizado. El equipo de propósito general se caracteriza por su flexibilidad y por su polivalencia, por lo tanto, si la variedad del trabajo es alta y el volumen bajo sería valioso invertir en un equipo de propósito general; y el equipo de propósito específico es diseñado para realizar una mínima variedad de operaciones, pero a un ritmo de ejecución alto, el equipo de propósito específico sería el idóneo desde el punto de vista coste eficiencia.
- **La capacidad del equipo.** Se presenta en este punto un dilema entre tener un solo equipo de gran capacidad parcialmente ocioso hasta que la demanda en un futuro aumente, o tener varios equipos con pequeñas capacidades en un futuro, una y otras alternativas han de estudiarse desde el punto de vista de su coste y del servicio que se procura.
- **El estado de la tecnología.** Otro tipo de conflicto que se presenta a la hora de adquirir el equipo es el de comprar el equipo en su presente estado de desarrollo tecnológico o esperar a que salga un modelo más avanzado tecnológicamente que nos permita obtener unos costes operativos más bajos y hagan obsoleto el primero. La decisión es arriesgada, pero en muchos casos no es posible retrasar por mucho tiempo.
- **Las necesidades operacionales.** Cada servicio tiene sus propias necesidades que a veces pueden aconsejar el diseño de un nuevo equipo más que la selección entre los equipos existentes en el mercado.

- **El ciclo de vida económico.** El coste del equipo incluye el precio inicial de compra, la instalación y puesta en marcha y los costes operativos como mano de obra, materiales, mantenimiento, energía.

Para calcular la rentabilidad de un equipo se ha de analizar los costes del equipo teniendo en cuenta su valor residual y el coste de capital. A veces puede resultar muy difícil predecir la rentabilidad del equipo puesto que no se sabe cuándo surgirá una nueva tecnología que haga obsoleta la actual.

d) Elección del flujo del proceso. Consiste en determinar la secuencia de operaciones, para plantearnos seguidamente las siguientes cuestiones: ¿Por qué se realiza una determinada actividad? ¿Puede ser eliminada, mejorada, simplificada o combinada? Para facilitar el análisis y la reflexión sobre estas cuestiones y así mejorar el proceso de prestación se utilizan distintos gráficos y diagramas, como el diagrama de flujo y diagrama azul.

- **El diagrama del flujo del proceso.** Consiste en símbolos conectados por líneas, y su propósito es mostrar la secuencia de operaciones, flujo de materiales, flujo de información y movimiento de personas. Procura dos tipos esenciales de información sobre el proceso de prestación.
- Las acciones realizadas sobre las personas, materiales o información durante la prestación del servicio.
- Las relaciones entre las acciones, es decir, el orden en que las acciones han de ser realizadas, qué acciones han de ser realizadas primero, cuáles pueden ser realizadas en paralelo y cuáles han de ser completadas antes que las siguientes etapas puedan comenzar.

En el diagrama del flujo del proceso se utilizan 5 símbolos estandarizados para describir las acciones. Estos son:

(1) operaciones (2) transportes (3) inspecciones (4) almacenamiento (5) demora, como se muestra en la Figura 4.

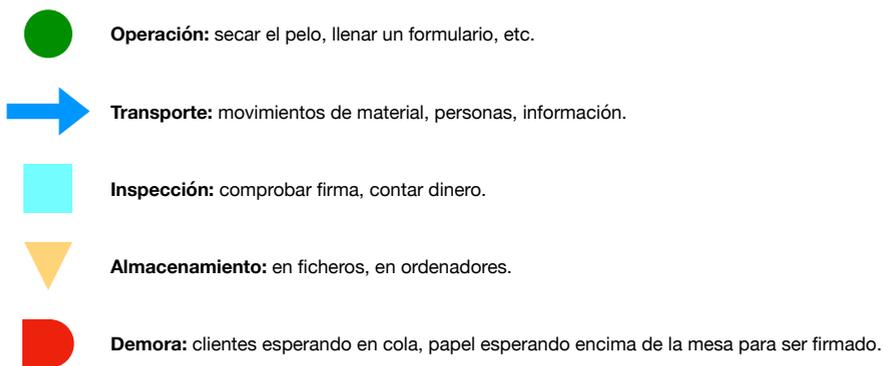


Figura 4. Símbolos de los diagramas del flujo.

El diagrama del flujo puede seguir el flujo de productos, clientes o información y normalmente incluyen datos sobre las distancias recorridas por el cliente o producto, el tiempo requerido para procesar el cliente o producto y el tiempo que el cliente o producto espera para ser procesado. Esta información adicional ayuda a los directivos a analizar la eficiencia de una determinada secuencia de operaciones, para así proceder a la eliminación, simplificación, combinación, re-secuenciación del proceso. El diagrama del flujo del proceso se suele representar sobre el layout o plano de las instalaciones como una ayuda para mejorar el layout y eliminar cuellos de botellas.

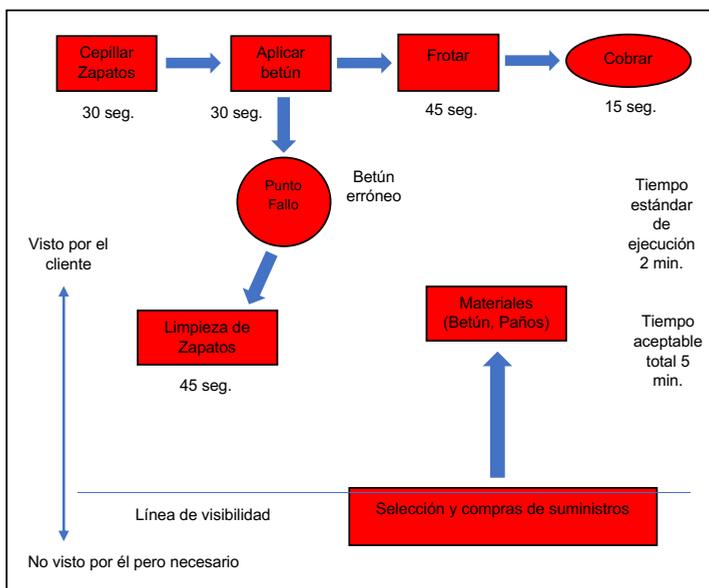


Figura 5. Blue para una operación de limpieza de zapatos. **Fuente:** Shostack (1984).

- El diagrama azul o “blue-print”. Es otra versión de los diagramas del flujo tradicional desarrollado por Shostack (1984). Las etapas que siguen para su elaboración son las siguientes:
- Identificación de las siguientes operaciones. La Figura 5 recoge una limpieza de calzado en este caso, al ser el servicio sencillo, la representación es simple y directa, pero en muchos casos identificar las operaciones puede resultar muy difícil y complicado, dentro de esta etapa es importante observar aquellas partes del servicio que el consumidor no ve, es decir aquellas actividades realizadas en el back-room (trastienda), como podría ser la compra de suministros en nuestro ejemplo, que se encuentra por debajo de la línea de visibilidad. Aunque invisibles, estos procesos son importantes ya que un cambio puede originar una alteración en la forma en que los consumidores perciben el servicio.
- Aislar los puntos de fallo. Una vez representado el proceso, el diseñador puede estudiar los puntos donde el sistema puede fallar. En nuestro ejemplo, el limpiabotas puede aplicar un color de betún equivocado. En este caso debemos diseñar un subproceso para corregir estos posibles errores.

Identificación de los puntos de fallo y el diseño de subproceso de seguridad es necesario para que los posibles fallos del servicio puedan ser reducidos en la etapa de diseño.

- Establecimiento del tiempo. Ya que todos los servicios dependen del tiempo y que este es normalmente el mayor determinante de él costes, el diseñador debería establecer un estándar para los tiempos de ejecución. El diseñador debería tener en cuenta ciertas desviaciones en los tiempos estándar originadas por las diferentes condiciones de trabajo y por la complejidad de la prestación.
- Analizar la rentabilidad. Por último, el diseñador del proceso debe establecer un tiempo estándar de ejecución del servicio para que el servicio sea rentable. En nuestro ejemplo, si un limpiabotas comete algún error o si realiza el proceso o parte de él más lentamente los beneficios se verían afectados.

Finalmente queremos dejar claro que tanto los blue-print como los diagramas de flujos del proceso no son técnicas que optimizan las etapas de un proceso, por sí mismo, aunque si recogen la información en una forma que ayuda a los directivos a: analizar el modo en que el servicio está siendo prestado; estandarizar las

operaciones, sobre todo cuando el servicio se presta en localizaciones dispersas (red de sucursales); y formar el personal entrante en los procedimientos operativos.

CAPÍTULO IV: LA SELECCIÓN DE LA LOCALIZACIÓN

4.1. Introducción

La selección de la localización consiste en la determinación de aquel lugar que, considerados todos los factores ocasiona el máximo beneficio posible, proporcionado, a su vez, la máxima satisfacción a los clientes. En una economía competitiva, la elección de una mala localización resulta difícil de compensar, dependiendo de la eficacia de dicha decisión incluso la existencia misma de la empresa. Una vez que la empresa se encuentra situada en un punto determinado, gran parte de su estructura de costos- ingresos pasan a ser fijas e imposibles de reducir, y no podrá cambiar su localización sin que ello implique graves consecuencias para la empresa.

El enfoque en la selección de la localización en las empresas de servicios y fabricación presenta algunas diferencias tanto en su problemática como objetivo:

- **Problemática:** En las empresas de servicio dada gran variedad y el costo relativamente bajo de establecer una empresa de servicio, la localización de nuevos servicios es mucho más común que la localización de nuevas fábricas y/o almacenes. No obstante, también es muy frecuente en las empresas de servicios la decisión de localizar instalaciones adicionales o sucursales, debido a su necesidad de mantener un contacto directo con la clientela.
- **Objetivo:** En las empresas de servicio, la decisión de localización está muy unida a la selección del mercado objetivo. Es decir, si su mercado objetivo es la población en edad escolar, localización en una comunidad con alto índice de población jubilada, aunque fuera deseable en términos de costos, disponibilidad de los recursos, etc., no supone una alternativa viable, ya que deben estar en contacto directo con sus clientes, siendo el ingreso potencial del negocio una buena variable para medir accesibilidad al servicio. Por otro lado, las empresas de servicio también suponen que una vez elegida la localidad donde situarse, los costos van a variar muy poco dentro de dicha localidad, en cambio, los ingresos sí lo van a hacer dependiendo del sitio o local específico donde se localice. En cambio, en las empresas de fabricación debido a que su mercado objetivo es mucho más amplio que la localidad donde decide ubicarse, pues no necesita un alto contacto con sus clientes, la elección se plantea en términos de una región u otra, siendo los costos regionalmente variables. Por tanto, la mayoría de las empresas industriales toman su decisión de localización basándose en la minimización de sus costos.

4.2. Etapas en la localización de los servicios

Las etapas que se siguen en la selección de una localización son: elegir el mercado regional (e.g., país); elegir la subregión (e.g., comunidad autónoma); elegir el municipio (e.g., ciudad o pueblo); elegir el lugar específico (planta, local, etc.). El director de operaciones va pasando de una etapa a otra estrechando la búsqueda, analizando múltiples factores en cada una de las etapas (ver Figura 6). Las etapas de selección de país, región dentro de un país y localidad dentro de una región es denominada conjuntamente macro- análisis, y la evaluación de la propiedad específica (solar, local, planta, edificio), microanálisis.

La selección de la localización, aunque normalmente depende de múltiples factores, puede haber un determinado factor que domine el proceso de selección y limite el número de posibles localizaciones a ser evaluadas (e.g., la localización de las estaciones esquí).

Análisis de localización

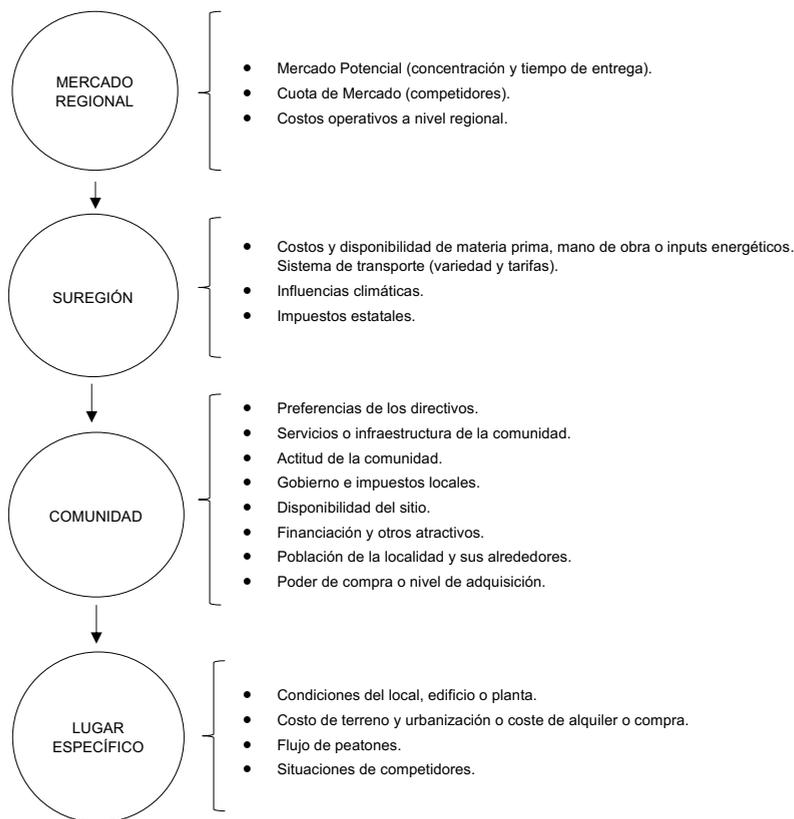


Figura 6. Etapas en el análisis de la localización.

- a) Elección del mercado regional: En muchos sectores de la actividad económica un ahorro de hasta un 10% en los costos totales puede lograrse simplemente mediante una decisión óptima a nivel regional. Los principales factores en el análisis regional son:
- Mercado potencial. Desde el punto de vista de la concentración y tiempos de entregas.
 - Cuota de mercado. En función del número de competidores en la zona.
 - Costos operativos a nivel regional.
- b) Elección de la subregión. Además de los incluidos anteriormente al nivel de subregión serían:
- Costos y disponibilidad de materias primas, mano de obra e inputs energéticos tanto en la actualidad como en el futuro.
 - Sistema de transporte. Muchas empresas se localizan en áreas donde disponen de una buena red de transporte, por ejemplo, para Euro Disney, la localización en las afueras de París fue dominada por la existencia de un buen sistema de transporte aéreo y por carretera.
 - Influencias climáticas. Sobre todo, aquellas que afectan a los costos de construcción, costos de calefacción y refrigeración e influencias sobre el personal.
 - Políticas impositivas y otras influencias legales. Las diferentes comunidades autónomas suelen atraer a las empresas creando zonas industriales y ofreciendo terrenos a precios atractivos y exenciones fiscales.
- c) Elección del municipio. Los factores que afectan a la selección del municipio incluyen, además de los descritos anteriormente pero especificado a nivel de comunidad, los siguientes:
- Preferencias de los directivos. En la actualidad muchas empresas están localizadas en determinadas localidades porque sencillamente es el lugar donde vivía el fundador y donde dio comienzo su actividad empresarial.
 - Servicios de infraestructura de la localidad. La lista de factores que deben ser considerados incluye: iglesias, escuelas centros comerciales,

hospitales, alojamientos, oportunidades para el ocio, protección policial, bomberos, oportunidades culturales, universidades, etc.

- Actitudes de la localidad. No todas las localidades aceptan con agrado, interés y cooperación la instalación de una nueva empresa, a pesar de reportarle beneficios económicos. El grado de sindicalismo y las actitudes de los trabajadores también suelen ser consideradas eligiéndose normalmente zonas con un bajo índice de afiliación sindical y donde los índices de absentismo y rotación sean óptimos.
 - Gobierno e impuestos de la localidad. El gobierno y los impuestos son factores que pueden cambiar con el transcurrir de los años. Por lo tanto, se ha de reconocer la situación actual y prever las condiciones futuras. En cuanto a los impuestos, se debe realizar un análisis donde se convine la estructura impositiva en relación a los servicios proporcionados por la localidad, recogida de basuras, alumbrado público, suministro de agua y luz, transportes públicos, etc.
 - Disponibilidad de sitio. La disponibilidad de un buen solar, local o edificio, tanto por su buena localización como por sus condiciones, puede influir en la elección de la comunidad.
 - La financiación y otros atractivos. Muchas localidades ofrecen también atractivos financieros a las empresas para incentivar su asentamiento.
 - Población de la localidad y sus alrededores. Factor muy importante para las empresas de servicios (restaurantes, comercios, supermercados, bancos, etc.). Puesto que, la población de la localidad más sus visitantes va a representar su clientela potencial.
 - Poder de compra o nivel adquisitivo de la población. Es otro factor que hay que considerar conjuntamente con el anterior en la elección de la localidad para una empresa de servicio.
- d) Elección del lugar específico dentro de la localidad. Al elegirse el local, edificio o planta específico para localizar la empresa deben estudiarse los factores siguientes:
- Condiciones de local, edificio o planta. Las condiciones que debe cumplir son: poseer las dimensiones adecuadas; Amplia fachada para asegurarse una visibilidad máxima; altura del techo, ventilación,

columnas, que puedan soportar las estructuras, edad del edificio; accesos, aparcamientos para el personal y la clientela; espacio disponible para almacenamiento; que necesite pocas modificaciones estructurales.

- Costo del terreno y urbanización en el caso de construcción; y el costo de alquiler o compra en el caso de que el local o planta ya exista. En la práctica los costos del terreno son uno de los factores de menor importancia en la toma de decisiones sobre la localización. Los costos de urbanización del terreno suelen ser más importantes que el costo del terreno. Por lo general se deben hacer gastos de excavación, nivelación, relleno, construcción de caminos, cimientos y alumbrado. En cuanto al costo de alquiler o compra, se debe analizar los ingresos potenciales de dicha localización y en función de ellos establecer la cantidad máxima a pagar por la compra o alquiler.
- Flujo potencial de peatones. Entre los factores que influyen sobre el flujo de peatones podemos enumerar los siguientes: importancia de la calle o área comercial; edificios colindantes (e.g., oficinas, organismos públicos, museos, oficinas de correos, bingos, teatros, salas de fiestas, salas de cines, etc.); proximidad a estación o paradas de autobuses, trenes, metros, pasos de peatones, semáforos, calle peatonal, etc.
- Situación de los competidores: tanto para evitarlos, en el caso de que su cercanía nos pueda restar clientela; como para aproximarnos en el caso de que la concentración de empresas de un mismo sector ocasione ventajas, como, por ejemplo: mayor facilidad en la contratación de mano de obra especializada, centro de investigación conjunta, atracción de mayor número de clientes (creación de un centro o zona comercial).

4.3. Métodos cuantitativos de localización

Una forma de combinar los factores tangibles o intangibles consiste en desarrollar una escala de categorías para cada uno de ellos, que reduzca el juicio directivo a una escala cuantificable. De este modo, los factores sin costos asociados pueden combinarse con los factores que si los incluyen para llegar a un valor global para cada alternativa. Los pasos que seguir en este modelo son cinco:

- Preparar una lista de los factores relevantes en la decisión de localización a evaluar.

- Asignar una ponderación a cada factor para indicar su importancia relativa (por ejemplo, las ponderaciones pueden sumar 1).
- Asignar una escala común a cada factor (por ejemplo, de 1 a 10) estableciendo un mínimo.
- Multiplicar las calificaciones por las ponderaciones.
- Sumar o multiplicar los puntos de cada ubicación y escoger la ubicación que tenga más puntos.

El procedimiento que se ha descrito puede resumirse en la siguiente ecuación:

Fórmula 1. Métodos cuantitativos de localización.

$$V_j = P_j^m F_{ij} \quad j = 1, \dots, n$$

Donde:

V_j = Valor total para la localización j .

P_i = ponderación para el factor i .

F_{ij} = valor para el factor i en localización j .

n = Número de localizaciones

m = número de factores.

En algunos tipos de decisiones es muy importante que todos los factores tengan valores relativamente altos para la alternativa seleccionada. En este caso un modelo exponencial podría ser más apropiado que un modelo aditivo de valores. Así el valor para el factor j puede calcularse de la siguiente manera:

Fórmula 2. Métodos cuantitativos de localización.

$$V_j = P_j^m F_{ij} \quad j = 1, \dots, n$$

Método del centro de gravedad. Es una técnica de localización que se emplea para añadir nuevas instalaciones, almacenes a la red de distribución ya existentes. El método del centro de gravedad asume que los costos de transporte son directamente proporcionales a la distancia y el volumen, siendo la localización ideal aquella que minimiza las distancias ponderadas por los volúmenes entre el almacén y los establecimientos. En su forma más simple supone que los costos de transporte de las entradas y salidas son iguales, y no contemplan los costos de transporte superiores para cargas menores a la carga completa.

El método de centro de gravedad comienza recogiendo los siguientes datos la

localización de las instalaciones ya existentes, en el volumen de bienes que necesita ser transportados entre esas instalaciones, y los costos de transporte, si varían. El siguiente paso sería situar las instalaciones existentes en un sistema de coordenadas. El origen del sistema de coordenadas y la escala es totalmente arbitraria, ya que lo que se pretende es recoger las distancias relativas entre las localizaciones. Ello puede realizarse fácilmente colocando sobre un mapa una hoja cuadrículada transparente. Por último, calcula las coordenadas x e y del centro de gravedad, que son aquellas que minimizan el costo de transporte, mediante la siguiente formulas:

Fórmula 3. Método del centro de gravedad.

$$C_x = \frac{\sum d_{ix} \cdot v_i}{\sum v_i} \quad C_y = \frac{\sum d_{iy} \cdot v_i}{\sum v_i}$$

Donde:

C_x = Coordenada x del centro de gravedad.

C_y = Coordenada y del centro de gravedad.

d_{ix} = Coordenadas x de localización i .

d_{iy} = Coordenadas y de localización i .

V_i = Cantidad de bienes transportados a o desde la localización i .

Modelo heurístico de Ardalan. Un método heurístico es un modelo sencillo, más bien intuitivo, que con un número reducido de cálculos llega a una solución satisfactoria, que no ha de ser necesariamente la óptima.

Un problema muy común en las organizaciones de servicio es decidir cuantos establecimientos de servicios localizar dentro de una determinada área geográfica y donde localizarlos. El problema puede resultar muy complejo incluso para casos muy sencillos, como el elegir entre uno, dos o tres establecimientos para servir a cuatro poblaciones de clientes geográficamente dispersas, lo que supone evaluar 243 posibles soluciones.

Debido a su complejidad lo que se trata es de llegar a una solución satisfactoria empleando modelos heurísticos. El modelo heurístico que vamos a aplicar para resolver este problema es el desarrollado por Ardalan (1984).

Supón que se desea localizar dos clínicas para procurar asistencia médica a la población de la isla de Gran Canaria. Asumiendo que los terrenos están disponibles en cada comunidad y que su población está distribuida de forma constante dentro de los límites de dicha comunidades, se procede a recoger el número potencial

de paciente en cada comunidad, así como distancias y un factor de ponderación que refleja la importancia relativa de servir a los miembros de cada comunidad (en función de intereses políticos, de la mayor necesidad de asistencia, etc.), ver la siguiente tabla.

Tabla 7. Función de intereses políticos.

Desde/a	A	B	C	D
A	0	121	88	132
B	123,2	0	112	78,4
C	112	140	0	126
D	114	84	108	0
TOTAL	349,2	345	308	336,4

Paso 3: Hallar la matriz costo-ajustada. Para cada fila comparar el costo de cada entrada con el costo de la entrada de la comunidad ya seleccionada.

- Si el costo es menor, no cambiarlo.
- Si el costo es mayor, sustituir el costo de dicha entrada por el costo de la entrada de la comunidad ya seleccionada.

Ello es así porque una vez que se elige una localización ningún miembro racional de la comunidad viajaría a cualquier otra comunidad que fuera más costosa. Por ejemplo, en nuestro caso los residentes de la comunidad A preferiría ir a la clínica ya localizada en la comunidad C (88) que ir a B (121) o D (132). Por lo que la distancia-población-ponderada de los residentes en A es 88. En cambio, si la clínica estuviera localizada en A, los residentes en A utilizarían su propia clínica (0). Los residentes en la comunidad B prefirieran C (112) o A (123,2) pero no a B (0) o a D (78,4). Por tanto, el costo de 123,2 es reducido a 112 pero 0 y 78,4 permanecen.

Tabla 8. Matriz de costo.

Desde/a	A	B	C	D
A	0	88	88	88
B	112	0	112	78,4
C	0	0	0	0
D	108	84	108	0

Una vez que la localización de la primera clínica es seleccionada y se ha obtenido la matriz costo-ajustada la comunidad ya elegida puede ser eliminada (en nuestro caso la columna C), ya que los costos de esa columna ya no son relevantes.

Paso 4: si se desea localizar otra clínica adicional se vuelve a sumar las columnas y se elige la de menor costo, en nuestro caso D.

Tabla 9. Aumento de clientes.

Desde/a	A	B	D
A	0	88	88
B	112	0	78,4
C	112	0	0
D	0	84	0
TOTAL	220	172	166,4

Paso 5: si se quiere localizar una tercera clínica calcular el matriz costo ajustada y sumar las columnas (paso 3 y 4).

Modelo de Huff. El modelo de Huff trata de buscar el lugar específico dentro de una localidad, y sus etapas son las siguientes:

Paso 1: recogida de los siguientes datos.

- Número total de competidores (e.g., centros comerciales en la zona).
- Espacio de ventas (m²) que tiene cada uno de los competidores.
- Localizaciones posibles para establecer nuestro comercio.
- Espacios de ventas (m²) posibles para cada una de las posibles localizaciones (nivel inicial; incrementos y nivel máximo).
- Zonas geográficas de población (barrios, sectores).
- Número total de unidades de consumo (familias) localizadas en cada zona.
- Gasto medio por unidad de consumo en los diferentes tipos de servicios/ productos.
- Tiempo de viaje desde cada zona a cada uno de los centros comerciales existentes, así como a una de las localizaciones posibles.

Paso 2: estimar los beneficios totales esperados para cada una de las posibles localizaciones y espacios de venta. Para ello debemos:

- Estimar la demanda e ingresos: basado en otros trabajos Huff (1964) llegó a las siguientes conclusiones:

“La probabilidad de que un determinado consumidor procedente de un punto de origen “i” viajes a un centro comercial “j” va a depender de:

(1) la variedad y cantidad de mercancías ofrecidas en cada centro comercial (S_{ij} área de venta en m^2); (2) distancias a cada centro comercial o tiempo de viaje (T_{ij}), y a su vez la distancias que están dispuestos a viajar van a variar con las diferentes clases de productos (λ). (Un estudio piloto de Huff constato que λ era 2,7 para los viajes de compra de muebles y de 3,2 para los viajes de compra de ropa, mientras mayor sea el valor λ menor será el tiempo que se está dispuesto a viajar); (3) así como de la atracción que ejerce, o proximidad, los otros centros comerciales competitivo (denominador de la expresión).

Por lo que la probabilidad de que un consumidor procedente de una zona de origen i compre en un centro comercial j es expresado como:

Fórmula 4. Probabilidad de que un consumidor procedente del punto de Origen.

$$P_{ij} = \frac{\frac{S_{ij}}{\mu i^\lambda}}{\sum_{-n}^n \left(\frac{S_{ij}}{T_{ij}^\lambda} \right)}$$

Donde:

P_{ij} = probabilidad de que un consumidor procedente del punto de origen i viaje a un determinado centro comercial j.

S_{ij} = tamaño del centro comercial (medido en m^2 de área de venta para una determinada clase de producto).

T_{ij} = tiempo de viaje de un consumidor en i para alcanzar j.

λ = parámetro que es estimado empíricamente para reflejar el efecto del tiempo de viaje para las distintas clases de productos.

Por lo tanto, el número esperado de consumidores procedentes de un lugar de origen i que compran en un determinado centro j es igual a:

Fórmula 5. Número esperado de consumidores.

$$E_{ij} = P_{ij} * C_j$$

Donde:

E_{ij} = número esperado de consumidores en i que probablemente viajen al centro comercial j.

C_i = números de consumidores en i.

Y si queremos obtener los ingresos de un determinado centro comercial multiplicaremos el número esperado de consumidores de las diferentes áreas por su gasto medio:

Fórmula 6. Gastos medios por unidad de consumo.

$$I_j = G_i - \Sigma E_{ij}$$

Donde:

G_i = Gastos medios por unidad de consumo

Paso 3: Estimarlos costos para cada posible localización y diferentes espacios de ventas.

Paso 4: se dispondrá de una lista de las distintas localizaciones posibles y tamaños con sus respectivos beneficios asociados. Con esta lista se podrá empezar a negociar el alquiler o compra de las distintas localizaciones.

CAPÍTULO V: LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

5.1. Introducción

El problema de Layout consiste en la búsqueda de la mejor ordenación posible de los componentes físicos (personas, equipos, materiales, etc.) del sistema de operaciones dentro de las limitaciones de tiempo, costo y situación tecnológica. Por lo tanto, los objetivos de un buen diseño de Layout son:

- Minimizar el flujo de personas, materiales, papel, etc., entre los diversos departamentos o áreas de la empresa.
- Alta utilización del espacio disponible, equilibrando este objetivo con la necesidad de espacio para su expansión en un futuro.
- Flexibilidad, que se pueda adaptar fácilmente a los cambios en los bienes/ servicios y procesos.
- Equilibrar el sistema de operaciones, de tal forma que el trabajo este distribuido de forma equitativa y se evite los cuellos de botella.
- Comodidad y estética, que la ordenación sea cómoda y atractiva tanto para los clientes como para los trabajadores.

Para lograr estos objetivos de la distribución en planta se han desarrollado una serie diseños básicos.

Tabla 10. Diseños básicos de Layout.

	Fijo	Proceso	Producto	Comercio	Almacén	Oficina
Ejemplos	Contrucción de Edificios	Hospital	Cafetería en Línea	Supermercado	Distribución	Ca. Seguro
Problema	El movimiento de material en áreas limitadas	El flujo de los diferentes servicios varia con cada paciente	Equilibrar el flujo de clientes de una estación de servicio a la siguiente	Maximizar la exposición de los productos con altos márgenes	Minimizar los costos de almacenamiento y manipulación	Localizar lo más cerca posible empleados que tienen un frecuente contacto

5.2. Según el flujo de trabajo

a) Layout por proceso. En el Layout por proceso los componentes físicos hayan agrupados de acuerdo a la función general que cumple, sin consideración especial hacia ningún servicio en particular. El Layout por proceso es la estrategia típica de los sistemas de prestación de servicios profesional y taller de servicios, en los que se maneja una gran variedad de servicios (e.g., hospital, gran almacén, etc.). El problema que presenta el Layout por proceso es que el flujo de clientes/materiales/trabajadores varía con cada servicio. Por ejemplo, en un hospital el flujo de pacientes, cada uno con sus necesidades específicas, realizan diferentes rutas a través de las áreas de admisión, rayos X, quirófanos, UVI, etc...

La gran ventaja del Layout por proceso es su flexibilidad en la asignación de equipo y empleados, por lo que la avería en una máquina o la ausencia de un empleado no da lugar a la paralización de todo el proceso ya que el trabajo es transferido a otro empleado o equipo dentro del mismo departamento. Las desventajas del Layout por procesos están relacionadas con su menor eficiencia, con la necesidad de más tiempo para la producción (aumentando los stocks o tiempo de esperas) y la cualificación de la mano de obra debe ser alta.

En la distribución por proceso, la táctica más común consiste en ubicar los centros de trabajos o departamentos que tenga mayor interacción (i.e., mayor flujo de personas, materiales) juntos, lo que dará lugar a un flujo mínimo de personas y/o materiales entre los centros de trabajos que estén alejados. Es decir, consiste en minimizar esta función:

Fórmula 7. Costo de movimiento.

$$\text{Min. Costo movimiento} = \sum N_{ij} * C_{ij} * D_{ij}$$

Donde:

N_{ij} = Número de personas, documentos que se trasladan entre los departamentos "i" y "j" durante un período de tiempo determinado.

C_{ij} = Costo por unidad de distancia.

D_{ij} = Distancia entre "i" y "j".

n = Número de departamentos.

La mejor forma de entender los pasos del Layout por procesos es mediante un ejemplo.

Supongamos un pequeño hospital de urgencia cuyo gerente decide reorganizar utilizando el método de Layout por proceso.

El Layout actual de Hospital que cuenta con ocho departamentos es la única limitación física encontrada por el administrador es que el departamento de admisión debe estar situado en la actual localización ya que es la entrada del edificio. (Restricción necesaria de mantener una ubicación fija para ciertos departamentos).

Paso 1: Determinar las necesidades de espacio para cada departamento. Vamos a suponer que todos los departamentos tienen necesidad de espacio (12m x12m), por lo tanto, disponemos de una sola planta con una anchura de 24m. Y una longitud de 48m (ver Figura 7).

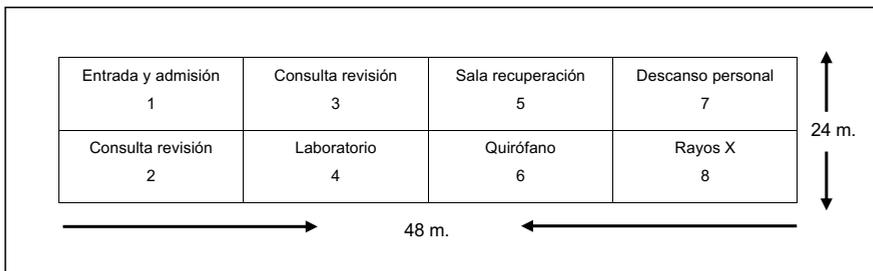


Figura 7. Layout Inicial del hospital.

Paso 2: Construir un matriz origen destino, mostrando el flujo de pacientes, personal, información, etc., desde un departamento a otro. Lo siguiente, por tanto, sería averiguar el flujo medio de pacientes al mes entre los departamentos. Estos datos son mostrados en la Tabla 11.

Tabla 11. Matriz Origen- Destino.

Dep	1	2	3	4	5	6	7	8
1		175	50	0	30	200	20	25
2			0	100	75	90	80	90
3				17	88	125	99	180
4					20	5	0	25
5						20	180	187
6							375	103
7								7
8								

Paso 3: Desarrollo de un gráfico del flujo interdepartamental que muestre el número de viajes o cargas (ver Figura 8).

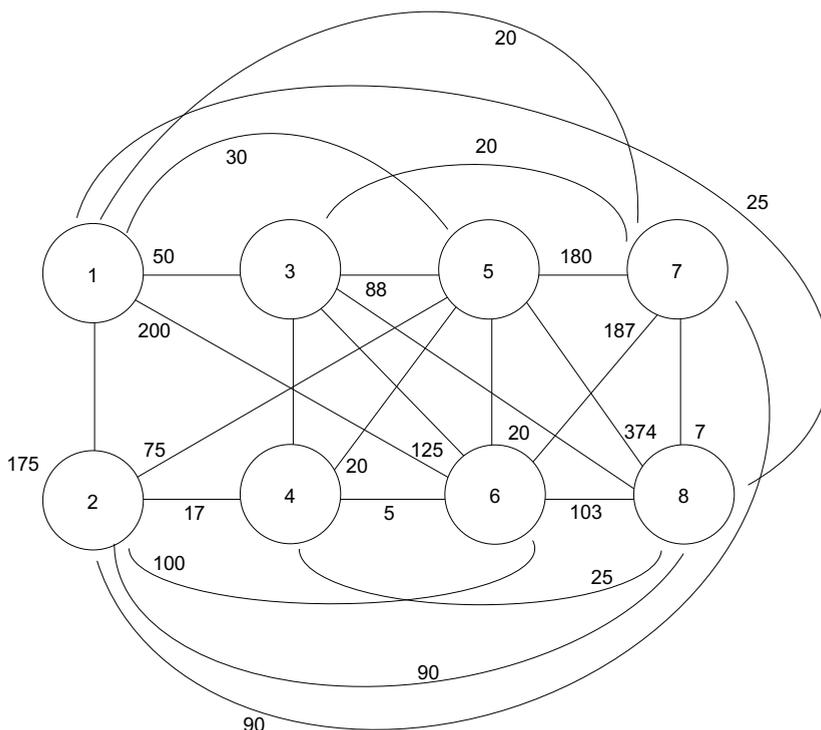


Figura 8. Gráfico de grupo interdepartamental.

Paso 4: Se determina los CT para la solución inicial de la distribución, mediante la matriz general de costos. Para ello suponemos que los costos son de 1u.m entre departamentos contiguos y de 1u.m. extra por cada departamento intermedio.

Paso 5: Mediante un procedimiento de prueba y error o mediante programas informáticos (e.g., CRAFT, SPACECRAFT) se intenta mejorar la solución inicial. En nuestro problema, los posibles cambios departamentales para reducir los costos se elevan a 8 factorial (40.320).

Supongamos no obstante que llegamos a una buena solución con un costo de 3.244\$ como aparece en la figura.

La planificación sistemática del Layout. En nuestro anterior ejemplo podemos apreciar algunos problemas en solución como son:

- Que los departamentos que la sala quirófano y reanimación se encuentran en puntos opuestos, lo que origina que se pierda el tiempo y vidas por el desplazamiento de los pacientes, cirujanos y enfermeras de un lugar a otro.

1		175	50	0	60	400	60	75
2			0	100	150	180	240	270
3				17	88	125	198	300
4					20	5	0	50
5						20	180	187
6							374	103
7								7
8								

Costo total: \$3494

Figura 9. Matriz general de costo primera solución.

El departamento de admisión se haya situado en el centro del hospital, una solución que no es aceptable.

Para mejorar las soluciones e introducir factores cualitativos, como los anteriormente citados, que pueden ser cruciales para la elección del Layout final se utiliza la planificación sistemática del Layout. Las etapas para la aplicación de la planificación sistemática del Layout son:

Paso 1: Se elabora una matriz de relaciones, también llamada matriz de Muther, donde se recoge la importancia de que dos departamentos estén próximos mediante un código de letra (índice de proximidad).

Paso 2: De esta matriz de relaciones se obtiene un diagrama de relaciones similar al diagrama de flujo (ver Figura 10).

Sala de recuperación 5	Rayos X 8	Entrada y admisión 1	Quirófano 6
Consulta revisión 3	Consulta revisión 2	Laboratorio 4	Descanso personal 7

Figura 10. Solución final.

Paso 3: Se elabora un Layout inicial, basado en el diagrama de relaciones ignorando las necesidades y limitaciones de espacio.

Paso 4: Se obtiene el Layout final ajustando cada departamento a las necesidades y limitaciones del edificio (ver Figura 11).

b) Layout por producto. En el Layout por producto los diversos componentes se ordenan de acuerdo con la secuencia de operaciones a través de las cuales avanza

el cliente y/o sustituto del cliente (e.g, una póliza). El Layout por producto es aplicado a los procesos de servicios de masas y fábricas de servicios, es decir, a servicios de gran cantidad y poca variedad (e.g., cafetería en línea, la revisión médica en el ejército). El objetivo del Layout por producto consiste en equilibrar la línea, es decir crear un flujo continuo y estable a lo largo de la línea, con una utilización óptima del personal y de las instalaciones, sin tiempos ociosos, y una equidad entre las cargas de trabajo de los empleados.

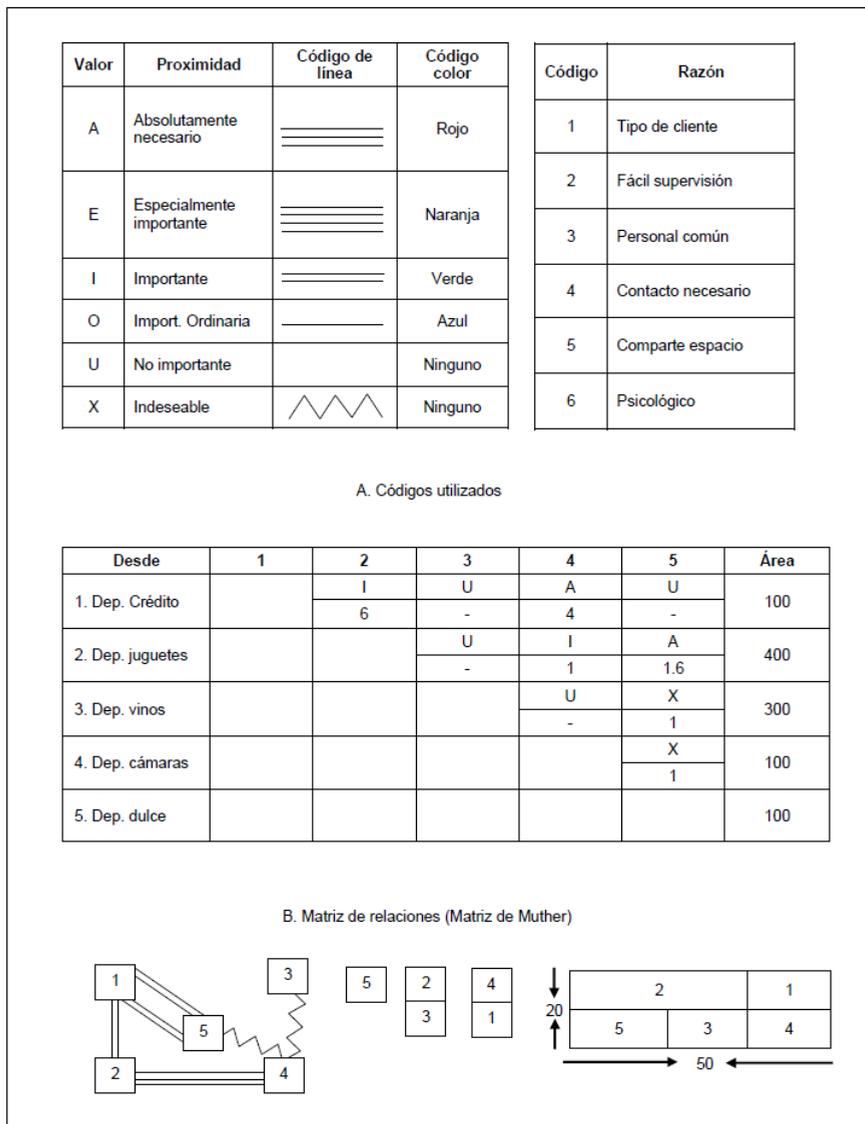


Figura 11. Planificación sistemática de Layout.

c) Diagrama inicial de relaciones

d) Layout inicial

e) Layout teniendo en cuenta las de relaciones limitaciones de espacio

Las principales ventajas de este tipo de distribución el bajo costo unitario asociado a la producción de servicio estandarizados en grandes y stocks en curso; la formación y supervisión de los empleados es más simple. Estas ventajas son a menudo sopesadas por las desventajas de la distribución por producto, entre ellas las más importantes son: se necesita producir gran cantidad debido a que son necesarias grandes inversiones; cualquier avería o ausencia de empleados paraliza la totalidad del proceso: la falta de flexibilidad en manejar variedad de servicios en distintas cantidades.

Veamos los pasos necesarios para el equilibrado de la línea mediante un ejemplo práctico.

Paso 1: Se descompone el trabajo en tareas, elementales, se calcula el tiempo necesitado para cada una de ellas, y se determina las relaciones de precedencia o secuencia en la que se ejecuta cada tarea. En la siguiente tabla se muestra una lista completa de las tareas que exige el procesamiento de una póliza de seguro, el tiempo para cada una y la secuencia en la que se realiza.

Tabla 12. Tiempo necesario para cada tarea elemental.

Tarea elemental	Tiempo estándar	Operación precedente
A	45	-
B	11	A
C	9	B
D	50	-
E	15	D
F	12	C
G	12	C
H	12	E
I	12	E
J	8	F,G,H,I
K	9	J

Paso 2: Elaboramos un gráfico de secuencia con los datos anteriores (ver Figura 12).

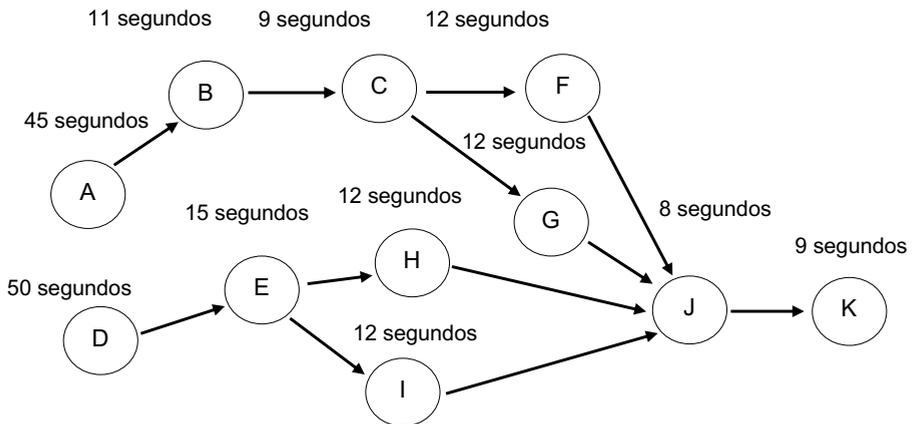


Figura 12. Gráfico de secuencias.

Paso 3: Obtenemos el tiempo del ciclo. El tiempo del ciclo sería el tiempo que transcurre entre la salida de la línea de dos unidades consecutivas, y por lo tanto sería el tiempo máximo disponible en una estación de trabajo.

El tiempo del ciclo va a variar entre:

$$\begin{aligned} \text{Max}(t_i) &\leq \\ &\leq TC \quad \sum^n \end{aligned}$$

Y se calcula dividiendo el tiempo disponible al día entre la demanda o producción diaria.

Fórmula 8. Tiempo del ciclo.

$$T_c = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda}} = \frac{25 * 200}{500} = 50,4 \text{ seg / ud}$$

Paso 4: Se calcula el número teórico mínimo.

Fórmula 9. Número teórico.

$$N_{min} = \sum \frac{t_i}{T_v} = \frac{195}{(50.4)} = 4$$

Paso 5: Se procede a calcular el número de estaciones de trabajo reales. Se asigna las diferentes tareas a las estaciones de trabajo siguiendo ciertos criterios (actividad de mayor duración complementado con actividad con mayor número de actividades subsiguientes) de tal forma que se cumpla con la demanda.

Tabla 13. Número de estaciones de trabajo reales.

Puesto de trabajo	Operación Factible	Mayor duración	Mayor nº subsiguiente	Operación seleccionada	Tiempo	Tiempo ocioso
1	A,D	D	-	D	50	0,4
2	A,E	A	-	A	45	5,4
3	B,E	E	-	E	15	35,4
	B,H,I	H,I	H,I	H	12	23,4
	B,I	-	-	I	12	11,4
4	B	-	-	B	11	0,4
	C	-	-	C	9	41,4
	F,G	F,G	F,G	F	12	29,4
	G	-	-	G	12	17,4
	J	-	-	J	8	9,4
	K	-	-	K	9	0,4

El tiempo ocioso para este equilibrado es de 6,6 segundos, y su eficiencia de:

Fórmula 10. Eficiencia.

$$Eficiencia = \sum \frac{ti}{(N * Tc)} = \frac{195}{(4 * 50.4)} = 96.7\%$$

Los problemas de equilibrado son complejos de resolver manualmente cuando se trabaja con demasiadas tareas, no obstante, existen programas de ordenador que pueden manejar más de 100 tareas, algunos de los más utilizados son el COMSOAL y ASYBL.

5.3. Layout según la función que realiza

a) Layout de comercio. En las organizaciones de ventas (tiendas, supermercado, grandes almacenes, etc.) el objetivo del Layout consiste en maximizar el beneficio neto que cabe alcanzar por unidad de superficie ocupadas por los géneros o productos expuestos. Se parte de la hipótesis, ampliamente aceptada, de que las ventas varían directamente con la exposición del producto, Operacionalmente este objetivo se traduce con frecuencia en maximizar la exposición del producto, para así aumentar las ventas y obtener una mayor rentabilidad sobre las inversiones. Las variables a manipular por el director de operaciones la podemos clasificar en dos grupos, variables relacionadas con:

- **La ordenación general o modelo de flujo del establecimiento.** A su vez dentro de esta variable se estudia la distribución de los pasillos y los puntos calientes y fríos.

- **Pasillos.** Hay que determinar su número, anchura y disposición (rectangular, angular, circular, etc.). Por ejemplo, la disposición rectangular requiere unas instalaciones menos costosas y permite disponer de mayor espacio para exponer producto. La angular, por su parte, permite al cliente disponer de una visión más amplia de los productos y ofrece un ambiente de venta más agradable.
- **Puntos calientes y fríos.** Los puntos fríos son aquellos lugares del establecimiento cuyo rendimiento al nivel de ventas está por debajo de la medida general, debido a las circunstancias diversas como la orientación del flujo del público, zonas muy cerca de la entrada y a la izquierda, zona de poca luz, etc. Los puntos calientes son los emplazamientos donde la venta de cualquier producto expuesto es mayor por metro de lineal que la venta media del establecimiento (e.g., ejemplo, área de parada (cajas registradoras, cabeceras de estanterías). Algunas directrices que seguir con relación a los puntos calientes y fríos son:

Distribuir los ítems de poder, es decir, aquellos que puedan dominar un viaje de compra (azúcar, café, leche, pan, etc.) a ambos lados de un pasillo y dispersos, para incrementar la vista de otros ítems; utilizar los puntos calientes para los productos, alto impulso y margen (e. g, cosméticos, champús, etc.)

La distribución de lineal entre varios productos. La seguridad de la fase de marketing layout consiste en disminuir el espacio o lineal de las estanterías, entre los diversos productos o familia de productos. Evitando que cualquier producto ocupe proporcionalmente demasiado espacio en el lineal, puesto que, al ocupar mayor espacio, mayor será el costo de ocupación y menor su beneficio, a no ser que una rotación muy rápida pueda compensar el exceso de carga soportado por el producto. Algunos aspectos para tratar en esta segunda fase son:

- **Familias del lineal.** Las familias de producto (productos de limpieza, conservas, etc.) pueden presentarse vertical u horizontalmente. Aunque existan defensores de ambos tipos de presentaciones la más utilizada es la vertical por tener mayor grado de visibilidad y comodidad.
- **Niveles de explosión.** Existen tres niveles de explosión de los productos en una estantería: nivel de los ojos, niveles de las manos, nivel de suelo. Según diferentes estudios, los productos situados en el primer nivel son los que más posibilidades tienen de venta; después los del nivel de las manos y por último el del tercer nivel.

Existe una gran variedad de programas informáticos (e.g., SLIM o el COSMOS) que ayudan a la búsqueda de una distribución óptima relacionando las ventas de los productos con el espacio ocupado en el lineal.

b) Layout de almacenamiento. El objetivo del Layout del almacenamiento es encontrar el óptimo entre el costo de manipulación y el costo de almacenamiento. Entendiendo por costo de manipulación los costos relacionados con el movimiento de materiales (incluyendo los costos del equipo, personal, supervisión, daños y roturas, costo de colocación y búsqueda de la mercancía, etc.), y por costo de almacenamiento los costos del suelo, construcción y seguros.

La diversidad de productos almacenados tiene una relación directa con el Layout óptimo, puesto que un almacén con pocos artículos puede mantener una mayor densidad que un almacén con gran variedad de artículos. En la Figura 13 se muestran dos distribuciones tipos, una con pasillo diagonal y otra con pasillos rectangulares. La diagonal dará lugar a unos costos totales menores cuando el número de artículos es reducido y/o el costo de almacenamiento es alto en comparación con el de manipulación.

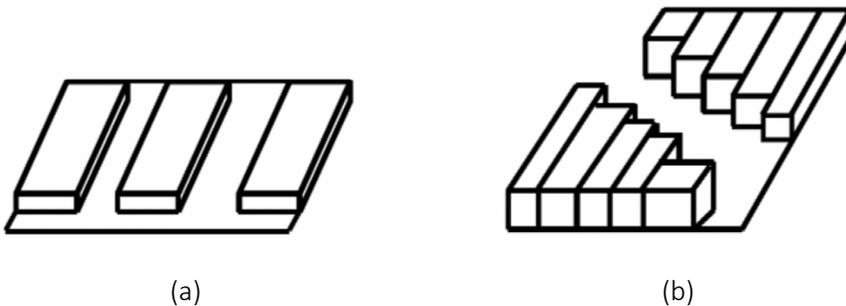


Figura 13. Ejemplo de layout de almacén, almacenamiento en bloques rectangulares (a) y en diagonal (b).

c) Layout de oficina. El Layout de oficina se preocupa del movimiento de información. El movimiento de información es llevado a cabo por: conversaciones cara-a-cara, correspondencia o documentos escritos, conversaciones por teléfono, correo electrónico, etc.

Si todos los intercambios de información fueran realizados por teléfonos y telecomunicaciones el problema de Layout de oficina se simplificaría bastante. Son el flujo de personal y documentos los que dictan en gran medida la naturaleza del Layout de oficina.

Una lista de comprobación o aspectos importantes a considerar en el Layout de oficina incluiría los siguientes puntos:

- Los trabajadores dentro de los grupos de trabajo que mantengan contactos frecuentes entre sí, así como determinados grupos que interactúan frecuentemente entre ellos, se han de disponer en puntos próximos.
- Algunos trabajos se realizan mejor en oficinas privadas, mientras que otros, como procesamiento rutinario, se realizan mejor en áreas abiertas.
- Los pasillos deben diseñarse de tal forma que todas las oficinas sean accesibles, y eviten un alto tráfico de personas por delante de las oficinas privadas.
- Las instalaciones y equipos compartidos como ordenadores, archivos, copiadores deben tener un acceso cómodo para sus usuarios.
- Las oficinas individuales deben reflejar el estatus del trabajador normalmente a través del tamaño, localización, espacio y/o existencia de ventana a exterior.
- Las áreas de recepción, así como las visitadas por los clientes deben cuidar la estética.
- Algunas empresas, sobre todo aquellas que suministran servicios profesionales necesitan una sala de conferencias.
- Normalmente se necesita un almacén para los suministros y una habitación de descanso y ropería para los empleados.

CAPÍTULO VI: LA PLANIFICACIÓN DE LA CAPACIDAD L/P

6.1. Introducción

En la decisión de capacidad se da contestación a tres preguntas cruciales:

¿Cuánta capacidad se necesita? Y ¿Cuándo se necesita la capacidad?

La capacidad en un sentido estricto se puede definir como la cantidad de veces que por unidad de tiempo se podrá repetir la prestación de un servicio o la obtención de un producto.

En un sentido amplio, la capacidad es la habilidad de una empresa para satisfacer la demanda de sus clientes, es decir consiste en el reto de dirigir la oferta y la demanda para que se ajusten durante un período de tiempo determinado.

La planificación se realiza en tres niveles que van desde el largo plazo hasta el corto plazo.

- a) **La planificación de la capacidad a largo plazo.** Que es la determinación de los recursos (instalaciones, equipo, personal, fondos I+D) necesarios para satisfacer su demanda a largo plazo. Se lleva a cabo para un período de 1 a 3 años, y se basa en los planes estratégicos y predicciones de la demanda a largo plazo.

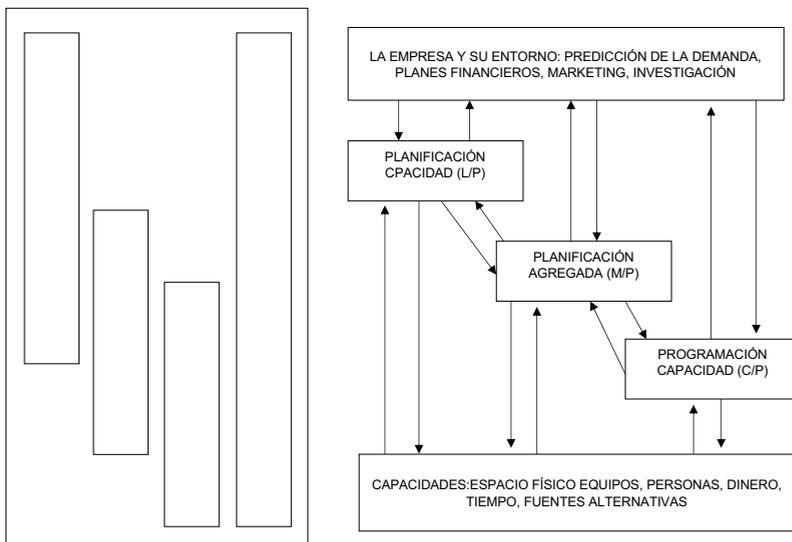


Figura 14. Planificación a largo plazo.

b) La planificación de la capacidad a mediano plazo (Planificación Agregada).

Dentro de las limitaciones establecidas por la planificación a largo plazo, abarca decisiones acerca de cómo la capacidad global será limitada o expendida y la demanda dirigida para un horizonte temporal de 3 meses a un año.

c) La planificación de la capacidad a corto plazo (programación de la capacidad).

Desagrega la planificación a medio plazo en programas para cada tipo de servicio y períodos de tiempo (horario a trimestral) para ajustar la capacidad y la demanda a corto plazo (e.g., decisiones sobre el inventario de materias primas, decisiones sobre asignación de turnos y trabajos a los empleados, etc.).

Si superponemos al gráfico organizacional de una empresa las actividades de planificación (ver Figura 14) veríamos que los altos niveles dentro de la organización son responsables de las decisiones de capacidad a largo plazo, dado su impacto estratégico y financiero, y que las decisiones a corto plazo son tomadas por los niveles bajos. En este capítulo estudiaremos la planificación de la capacidad a largo plazo, la planificación a medio y corto plazo se estudian en los dos capítulos siguientes.

6.2. Estrategias de capacidad

Determinadas actitudes estratégicas pueden llevar a una empresa a comportarse de una forma u otra. Así, nos podemos encontrar empresas que, en entornos iguales o similares y que compitan entre sí, perciban el futuro y sus oportunidades en él de forma distinta y, por tanto, sus decisiones como consecuencia de sus actitudes sean, asimismo, distintas.

Las estrategias de capacidad a largo plazo la podemos clasificar en:

- a) Según la cantidad de capacidad a ser añadida en relación con la demanda pronosticada.
- b) El momento de la ampliación de la capacidad.
- c) La capacidad total de las unidades.

a) En función de la cantidad de capacidad. Aumentar la capacidad en las empresas intensivas en mano de obra con una gran plantilla puede ser llevada a cabo mediante pequeños incrementos o porcentaje de la mano de obra, pero en las pequeñas empresas de servicio, de cinco o menos empleados, la contratación de una persona más representa un gran salto en su capacidad. De igual forma ocurre en las empresas intensivas en capital que utilizan

grandes y pocos equipos, la necesidad de aumentar su capacidad sólo puede ser satisfecha mediante grandes saltos incrementales. Así mismo, muchos pequeños comercios sólo pueden expansionarse mediante la compra de un espacio próximo o mediante su traslado a un local mayor. En otras palabras, el incremento de la capacidad muchas veces sólo es alcanzable de forma escalonada. Este escalonamiento es mostrado por la Figura 15 y supone la selección entre diferentes estrategias básicas para poder ajustar la capacidad y demanda.

- **Colchón positivo de capacidad.** En este caso la empresa construye y mantiene un exceso de capacidad sobre la demanda pronosticada, es decir, la empresa incurre en costos ociosos al utilizar parcialmente sus instalaciones, equipos y recursos humanos (ver Figura 15). Esta estrategia resulta apropiada cuando hay un mercado en expansión, puesto que les permite capturar participación en el mercado adelantándose a sus competidores, o cuando el costo de construcción y operación de la capacidad es bajo con relación al costo que implicaría la demanda insatisfecha.

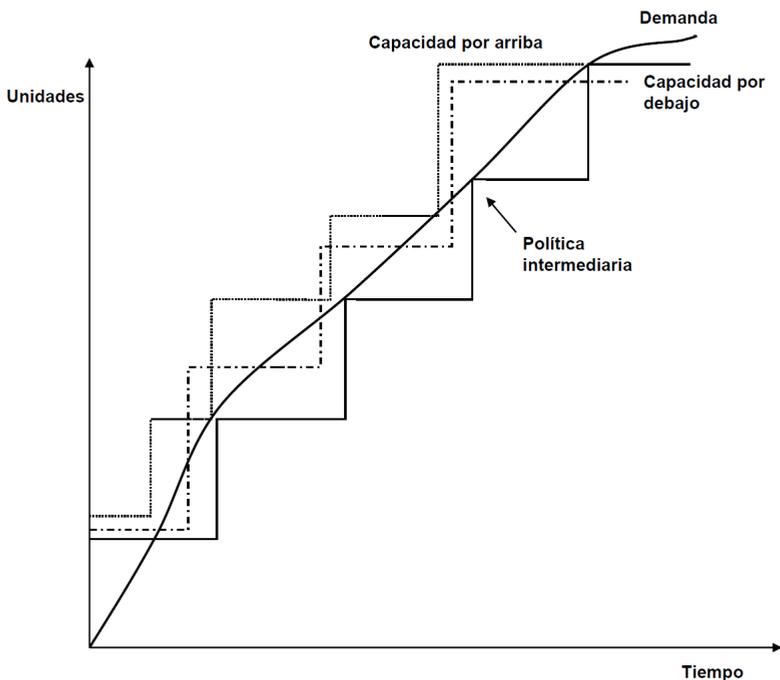


Figura 15. Estrategias de capacidad.

Las empresas de suministro eléctrico parecen adoptar este enfoque, puesto que los apagones no son aceptables. Otro ejemplo lo tenemos en los clubs deportivos-culturales que para atraer a sus futuros socios presenta unas instalaciones completas desde su inicio (chanchas de tenis, pistas de Squash, sala de musculación, piscinas, restaurantes, bibliotecas, etc....), aunque la utilización de algunas de sus instalaciones sea marginal inicialmente, ya que construir una capacidad ociosa es una alternativa menos costosa que añadir una capacidad extra posteriormente.

- **Colchón negativo de capacidad.** En este aspecto se planifica un margen negativo de capacidad para maximizar su utilización. Esta estrategia resulta apropiada cuando la capacidad es muy costosa en relación con la pérdida de ventas y la empresa prefiere no tomar decisiones por adelantado y aumentar su capacidad cuando la demanda exista. También es adoptada en los servicios de alto standing como residencias lujosas para ancianos, centros médicos, clubs exclusivos, donde el costo adicional es asumido por los clientes.
 - **Posición intermedia.** Entre las dos políticas anteriores existe una multitud de combinaciones. Un caso intermedio es, por ejemplo, una empresa que contrata a una persona sólo cuando necesita la mitad de su tiempo para satisfacer la demanda, ya que muchas veces contratar a tiempo parcial no es la respuesta cuando se necesita contratar a un profesional o especialista.
- b) En función del momento.** Otro elemento de la estrategia de capacidad es el momento más conveniente para la ampliación de la capacidad. Aquí existen básicamente dos grupos de estrategias.
- **Ampliar en el momento que se necesita o seguir una estrategia contra cíclica.** Si adoptamos la primera opción ocurre que estamos aumentando la capacidad al mismo tiempo que nuestros competidores, con el consiguiente peligro de sobrecapacidad y disminución de los precios. En cambio, en la segunda opción se decide ampliar la capacidad antes que la competencia y por lo tanto se podrían obtener ventajas en cuanto a menores costos de construcción, menores costos de los equipos y tiempos de entrega, y la posibilidad de aprovechar los desequilibrios entre la oferta y la demanda. Pero también es obvio el mayor riesgo que se corre si la demanda no se comporta como se tiene previsto.

- **Ser líder o seguir al líder.** Ser el líder consiste en utilizar la capacidad de forma agresiva, aumentándola a un ritmo fuerte para desanimar a los posibles competidores, menos agresivo, que temen a una guerra de precios. En cambio, seguir al líder consiste en incrementar la capacidad cuando el líder la incrementa; de tal forma que, si ellos aciertan los seguidores también lo harán, y por lo tanto se beneficiarán; y si fracasa, fracasarán juntos, por lo que ninguno lograría una ventaja competitiva. Téngase en cuenta que el líder puede responder a su mala fortuna incrementando los precios cuando la capacidad está por debajo de la demanda, o simplemente no bajándolos cuando hay un exceso de capacidad puesto que el resto del mercado no tiene la capacidad suficiente como para restarle una cuota importante. Por lo tanto, un seguidor se podría cobijar bajo este paraguas de precios.

c) En función del tamaño de las unidades la estrategia de capacidad también debe tratar la cuestión de elegir el tamaño de las unidades de capacidad.

Esta cuestión implica los conceptos de economía y des economías de escalas.

- **Economías de escalas.** Cuando se aumenta la capacidad de la empresa se producen disminuciones en costes debido a tres conceptos.
 - Economías de capacidad (L/P). La podemos dividir en estática y dinámica. Las estáticas se derivan de que los costes de construcción y operación no se incrementan linealmente con el volumen (e. g. la programación de las operaciones permite mantener proporcionalmente menos stocks). Las dinámicas o efecto experiencia son las mejoras que se producen en el coste marginal que resultan de la práctica y experiencia acumulada por la organización.
 - Economía tecnológica (L/P). Son los ahorros en costes que se producen de la sustitución de trabajo por capital (i.e, utilización de tecnologías y equipos más automatizados y rápidos).
 - Economías de volumen (C/P). Los ahorros por volumen se basan en el concepto de que las unidades más grandes resultan más económicas debido a que los costes fijos pueden distribuirse entre más unidades de producto.
 - Des economías de escala. El aumento de la capacidad de una empresa también puede hacer que otros costes aumenten por diversas razones.

- Des economías de distribución. Se debe al hecho de que la empresa tiene que comercializar sus productos en un área geográfica mayor, por lo tanto, sus costes de distribución aumentan.
- Des economías de burocratización. Al aumentar la capacidad de la empresa, el número de niveles jerárquicos también lo hacen, produciendo un aumento de los costes de coordinación, supervisión y dirección en el tiempo de respuesta, pérdida o distorsión de la información y aumento de la conflictividad laboral.
- Des economías de la vulnerabilidad al riesgo. Al colocar la compañía un mayor número de recursos en una sola instalación, se produce un mayor número de recursos en una sola instalación, se produce un incremento del riesgo asociado, lo que supone que se incremente el coste de la financiación del proyecto.

6.3. Etapas en la planificación de la capacidad

Hayes y Wheel Wright (1984) proponen las siguientes etapas para la planificación de la capacidad:

Paso 1: Desarrollar una medida de capacidad. Como unidad de medida de la capacidad se suele utilizar tanto unidades de servicio/producto acabado por unidad de tiempo (por ejemplo, número de pólizas/semanales en una compañía de seguro, números de extractos/mes en una compañía de crédito); Como unidades de inputs (horas- hombres/semana u horas- máquinas/semana, en un taller de reparaciones) o unidades monetarias (pesetas por m² al año en un supermercado). Cada una de estas tres medidas tiene sus ventajas e inconvenientes que a continuación pasamos a ver.

- Unidades de servicio acabado durante un periodo determinado. La ventaja de la medida en output es que nos permite hacernos una idea clara del negocio y de las posibilidades de acceder a un mercado. En cambio, no constituye una medida estable, ni homogénea pues depende del mix (combinación) de servicios, es decir si la empresa produce diversas líneas de servicios resulta difícil seleccionar una medida de output común. Por lo tanto, la empresa podrá variar su medida de la capacidad en output simplemente cambiando de servicio/producto, sin que ello represente una modificación de sus instalaciones, ni eficiencia. En otros casos y a pesar de la diversidad de servicio producto es posible encontrar una medida de output común, por ejemplo,

un intermediario financiero puede expresar su capacidad como el número de transacciones al año sin diferenciar entre acciones, obligaciones u otros instrumentos financieros.

- Unidades de inputs. En aquellos casos donde el mix servicio es diverso, siendo difícil encontrar una medida de output común que tenga sentido, se suele utilizar una medida de la capacidad expresada en términos de input. Esta medida permite tener una idea de la capacidad por el lado de la oferta o medio de producción en su acepción más pura, sin involucrarla en la posible utilización de un tipo u otro de servicio o producto. Pero no llega a dar una idea clara de negocio. Por ejemplo, un despacho de abogados puede expresar su capacidad en términos de números de horas de abogados/año. Una línea aérea número de asientos disponibles-kilómetros/año, etc.
- Unidades monetarias. Aunque constituye una medida de capacidad utilizada en algunas ocasiones es afectada, además de la indefinición del negocio, por las variaciones monetarias como la inflación y tipos de cambios, que obliga a reducir esta medida a unidades monetarias constantes. Es utilizada pocas veces debido a la escasa ayuda que aporta al negocio.

La enumeración y consideraciones realizadas sobre los tres grupos de medidas posibles indican las posibles imprecisiones en que se incurren fácilmente al mencionar estos temas.

Las cifras siempre han de ir acompañada de aspectos circunstanciales que les den valor, por ejemplo, la capacidad es de 100 millones/año de pesetas del año 90, o que es de 15 buques al año del tipo similar a los del año pasado. Y también incluir la dimensión tiempo, pues la capacidad es un concepto dinámico no estático como el tamaño.

Paso 2: Pronosticar la demanda futura. El segundo en la planificación de la capacidad toma la unidad de medida de la capacidad definida y procede a pronosticar la demanda, (intentando conocer los servicios que estarán en el mercado en el horizonte de planificación, 1 a 3 años, y la estimación de las ventas (pesimista, optimista y más probable), de tal manera que pueda evaluarse el riesgo de la decisión).

La Tabla 14 nos procura un resumen de los métodos de pronóstico a largo, medio y corto plazo, así como sus costos relativos. Las predicciones a largo plazo son lógicamente más difíciles de determinar que las a corto plazo, debido a la incertidumbre existente

frente a un largo horizonte temporal y, como se puede apreciar en la tabla, utilizan sobre todo los métodos cualitativos y causales.

Tabla 14. Métodos de pronóstico.

Métodos opinión y juicio (cualitativos)	Tiempo	Costo relativo
Delphi	LP	M-A
Analogía histórica	CP-LP	B-M
Investigación de mercado	MP-LP	A
Métodos de series (temporales cuantitativo)	Tiempo	Costo relativo
Medias móviles	CP	B
Alisado exponencial	CP	B
Extrapolación tendencia	MP-LP	B
Descomposición	CP-LP	B
Box- Jenkins	MP-LP	M-A
Métodos causales (cuantitativo)	Tiempo	Costo relativo
Métodos de correlación	CP-LP	M-A
Métodos de relación	CP-LP	M-A
Métodos econométricos	CP-LP	A

Paso 3: Determinar las necesidades de capacidades. Esta necesidad puede considerarse como la separación entre la capacidad requerida y la disponible en el futuro. Para la determinación de la variación de capacidad necesitada habría que tener en cuenta y equilibrar los siguientes factores de demanda y oferta que afectan a la utilización de la capacidad.

En cuanto a la demanda, la utilización de la capacidad va a depender de la velocidad, cantidad e imprevisibilidad de las fluctuaciones de la demanda. Cuando se producen cambios rápidos e imprevisibles de la demanda resulta difícil sino imposible equilibrar la oferta y demanda de los servicios. En cambio, cuando las fluctuaciones son lentas y previsibles, las empresas pueden ajustarse a la demanda más fácilmente. (La infrautilización de la oferta) tiene un efecto perjudicial no sólo sobre el beneficio, al ser infrautilizado el personal, equipos y demás recursos, aumentando los costos unitarios, sino sobre la calidad de la experiencia que obtiene el cliente. Un restaurante casi vacío pierde dinero y falla en prestar un elemento importante del servicio como es el ambiente procurado por los otros clientes; además de producir el desánimo en el personal cuyo salario depende de las comisiones y propinas, lo que lleva inexorablemente al deterioro de la calidad del servicio.

La sobreutilización de la oferta puede tener consecuencias graves para muchos negocios, ocasionando costo de sobreutilización (e.g; excesivas horas extras, mantenimiento inadecuado), y costos de calidad, etc. Siendo las consecuencias más adversas cuando las instalaciones se encuentran operando continuamente por arriba de la capacidad del sistema (i.e., capacidad que se tiene bajo condiciones normales y de forma sostenible). Los costos de oportunidad se dan debido a una oferta inferior a la demanda que expone al servicio a una pérdida permanente de clientes potenciales.

En las líneas aéreas la capacidad óptima suele encontrarse entre un 65% y 75% de la capacidad del sistema. Por debajo del 40% de la capacidad del sistema, aumentan los costos ociosos. Pero por arriba del 75% el deterioro de la calidad de servicio, pero en algunos servicios la capacidad óptima y la capacidad del sistema puede coincidir (un estadio de fútbol).

Paso 4: Generar alternativas. Una vez determinado las necesidades futuras de capacidad se debe identificar alternativas para igualar la oferta y la demanda. Las alternativas a largo plazo son básicamente: para aumentar la capacidad, ampliar las instalaciones actuales o abrir una nueva instalación; y para disminuir la capacidad, cerrar total o parcialmente las instalaciones o buscar un uso alternativo.

El proceso de generación de alternativas es un proceso muy creativo y pueden llegar a ser muy complejo, pues debe contestar a tres preguntas básicas (cuánto, cuándo y dónde). Por ejemplo. En una situación particular podrían considerarse las siguientes alternativas:

- Construir una instalación con capacidad para 40.000 Uds. anuales en Madrid.
- Construir una instalación con capacidad para 40.000 Uds. anuales en Barcelona.
- Construir una instalación con capacidad para 20.000 Uds. ahora y ampliar 20.000 unidades más dentro de dos años.
- Construir dentro de un año una instalación de 30.000 unidades en Bilbao.

Cuando se consideran muchas alternativas se suele utilizar modelos probabilísticos (teoría de la decisión) que proporcionan una estructura para la evaluación formal de las alternativas en la siguiente etapa.

Paso 5: Valoración económica y cualitativa de cada alternativa. En esta etapa se realizará un análisis sistemático de los factores cuantitativos y cualitativos de las

diferentes alternativas que nos permitan reducir los riesgos e incertidumbres de la decisión a tomar.

- **Criterios cuantitativos.** Habida cuenta de que las decisiones de capacidad conllevan a inversiones a menudo cuantiosas, deben aplicarse criterios cuantitativos de análisis de inversiones. los más utilizados son:
 - Período de recuperación de inversiones (Pay- back). Pretende medir el tiempo necesario para que los flujos positivos de fondos permitan recuperar la inversión inicial.
 - Valor Actual Neto (VAN). Pretende dar un valor global a una inversión y sus flujos esperados, aplicándoles una tasa de descuento o rendimiento esperada o deseada.
 - Tasa Interna de Rentabilidad (TIR). Pretende encontrar una tasa TIR que iguale el valor actual de los flujos positivos el valor actual de los flujos negativos o inversiones.
 - Criterios Cualitativos. Donde se tienen en cuenta los criterios que puedan limitar algunas de las opciones como, por ejemplo: dificultades de financiación del proyecto, la política de diversificación de la empresa, el nivel de competencia, las capacidades y conocimientos necesarios, etc.

Paso 6: La selección alternativa más adecuada para alcanzar los objetivos de la empresa. Después del estudio sistemático y los diagnósticos adecuados, la alta dirección elegirá la mejor alternativa. Pero ésta decisión estará enormemente influenciada por las actitudes que frente a las incertidumbres existan en la propia empresa. Ante un mismo problema no hay una sola respuesta, pero sí respuesta con más riesgo que otras.

CAPÍTULO VII: LA PLANIFICACIÓN AGREGADA DE LA CAPACIDAD

7.1. Introducción

La planificación agregada busca la adecuación de la oferta y la demanda a medio plazo, de 3 meses a 1 año, y se construye con cifras agregadas (para una sola medida o conjunto de servicios). El problema de la planificación agregada tiene las siguientes características:

- Una demanda que fluctúa, es poco cierta o tiene estacionalidad. La planificación agregada de la capacidad sería un proceso sencillo si la demanda fuera relativamente estable, en dicho caso la capacidad puede ser fijada al nivel de demanda promedio y las ligeras variaciones en la demanda sería tratada con horas extras o tiempos ociosos.
- La posibilidad de cambiar tanto las variables de oferta como la de demanda. Como resultado de la planificación agregada deben tomarse decisiones que van a influir en la demanda, así como en la oferta (precios, número de trabajadores a tiempo completo o parcial a contratar, etc.).
- Aunque sus decisiones se encuentran limitada por la planificación de la capacidad a largo plazo, pues las instalaciones y equipos no podrán ser variados a medio plazo.
- A su vez la planificación agregada limita las decisiones de programación a corto plazo, puesto que la programación debe asignar los recursos adquiridos por la planificación agregada.
- La planificación agregada de la capacidad tiene sus peculiaridades en las empresas de servicio debido a los siguientes factores:
- La mayoría de los servicios son intangibles y perecederos y por lo tanto no pueden ser inventariados.
- La demanda de los servicios es normalmente difícil de pronosticar y sus variaciones son mayores y más frecuentes.
- Debido a la variedad y naturaleza personalizada de los servicios, la capacidad requerida para satisfacer la demanda también es difícil de pronosticar en los servicios.

- Y dado que la mayoría de los servicios se producen y consumen simultáneamente, estos no pueden ser transportados por lo que la capacidad debe estar disponible en el lugar y momento oportuno.

En vista de estas dificultades, la capacidad en los servicios es generalmente alterada mediante cambios en la mano de obra y mediante la dirección de la demanda.

7.2. Opciones y estrategias básicas para la planificación agregada

La capacidad del sistema a medio plazo se considera fija, pues muy raras veces se puede abrir o cerrar instalaciones durante periodo cortó. No obstante, se dispone de muy diversas opciones para variar la capacidad a medio plazo que se dividen: (1) dirigir la oferta (o pasivas), que no tratan de influir sobre la demanda sino absorber las fluctuaciones modificando la oferta; y dirigir la demanda (o activas), cuando la empresa intenta influir sobre la demanda.

I) Dirigir la oferta o pasivas. Algunas estrategias pasivas son las siguientes:

1. Contratación y despido de empleados. Consiste en contratar personal cuando la demanda es alta y despedir personal cuando la demanda es baja. La principal desventaja es que se incurre en costes de contratación y despido que pueden llegar a ser muy elevados, a parte de los costes necesarios en aquellos puestos claves para la calidad del servicio. Se aplica sobre todo a aquellos trabajos que requieren escasas cualificación y en sectores donde existe una gran demanda de empleos temporales, especialmente en comercios al detalle, bancos y restaurantes.
2. Contratación de empleados a tiempo parcial. Los empleados a tiempo parciales son esenciales en muchas operaciones de servicio como restaurantes, hospitales, supermercados y centros comerciales, pues deben utilizar empleados a tiempo parcial durante los periodos de demanda pico.

Esta opción puede ser particularmente atractiva debido a que con frecuencia a los empleados a tiempo parcial se les paga significativamente menos en sueldos y prestaciones. Su principal ventaja es el menor coste salarial y la mayor flexibilidad y sus inconvenientes son los altos costes de formación y la alta rotación que puede afectar a la calidad del servicio.

3. Horas extras y días de operación. Las horas extras y días de operación es una estrategia muy común en los grandes almacenes en las épocas de fuertes ventas. También se da con frecuencia en organizaciones profesionales como consultorías, agencias de publicidad, banco de inversión, donde los servicios son realizados a la orden del cliente. A estas empresas le resulta prácticamente imposible contratar

temporalmente personal altamente calificado por lo caro y escaso, y tiene que pedir a su personal que realicen horas extras. Su ventaja es que permite ajustarse a las fluctuaciones estacionales sin costes de contratación y formación. Su desventaja es el coste elevado de las horas extras, casi el doble de la hora normal, y la baja productividad debido al cansancio de los trabajadores.

4. Formación cruzada de los trabajadores. Consiste en la formación de los trabajadores en varias tareas de forma que puedan rotar por diferentes puestos (e.g., los empleados de almacén en un supermercado pueden ser preparados para trabajar como cajero cuando aumentan las colas), como alternativa a despedir y contratar personal según las habilidades necesitadas. La formación cruzada no sólo permite a las empresas realizar múltiples actividades con poco personal, sino además es origen de una mayor motivación de los empleados a enriquecer horizontal y / o verticalmente sus tareas.
5. Maximizar la eficiencia durante los períodos de alta demanda. Consiste en concentrarse en aquellas actividades que son críticas para la calidad en los momentos de alta demanda, retrasando aquellas actividades que pueden ser propuestas para los períodos de baja demanda. Por ejemplo, las principales empresas de asesoría fiscal-contable, en la medida de sus posibilidades, realizan las actividades de preauditoría (e. g., Inspección del sistema de registro) por adelantado a la preparación de las cuentas anuales e impuesto, ya que casi todas las empresas tienen el mismo calendario fiscal.
6. Aumentar la participación del cliente. El autoservicio consiste en emplear a los clientes como parte del sistema de prestación. Esta opción resulta eficaz cuando los clientes son debidamente instruidos sobre cómo obtener las máximas prestaciones del servicio, y se les procura incentivos en forma de precios más bajos y tiempos de espera menores. Esta alternativa aumenta la velocidad de servicio y procura una capacidad extra, al liberal a los empleados de sus tareas en los momentos en que se necesita.
7. Utilizar inventarios. Consiste en mantener el nivel de producción constante y utilizar el inventario para absorber las fluctuaciones de la demanda. Esta estrategia no siempre resulta factible para todas las empresas de servicio, tal como una línea aérea donde resulta imposible inventariar una plaza de avión para su uso posterior. Su ventaja principal es que no se necesitan cambios bruscos en el nivel de producción, y su mayor desventaja es el coste de mantener inventario.
8. Alquiler, su contratación y capacidad compartida. Un estudio de las posibilidades y grado de subcontratación permite una mejor utilización de la capacidad. El

alquiler de equipos en los momentos de alta demanda ha sido una práctica muy generalizada en las empresas de transporte de mudanzas, que contratan a otras empresas independientes en los períodos de alta demanda.

Otra posibilidad es compartir la capacidad, que se da con cierta frecuencia en las líneas aéreas en sus rutas transoceánicas en la temporada de verano. Su principal ventaja, ahorro en costes en decisión versus comprar, y desventajas es el riesgo de pérdida de Negocios futuros a favor del subcontratista.

9. Rediseño del proceso. Consisten en cambios en los métodos de trabajo para así aumentar la capacidad de la empresa.
10. Inversiones pequeñas en cuellos de botella. Téngase en cuenta que la capacidad de producción de un proceso determinado viene condicionada por la sección de menor capacidad; por lo tanto, un correcto equilibrio del proceso puede, con poca inversión, incrementar en una gran proporción la capacidad.

II). Dirigir la demanda o activas. Las alternativas para dirigir las demandas incluyen las variables usuales de las estrategias de Marketing (i.e., producto, comunicación, distribución y precio). Para que estas opciones sean eficaces deben cumplir tres condiciones:

- a) Que el comportamiento de la demanda sea lo suficientemente predecible para sugerir cuando dichos esfuerzos deben ser realizados.
- b) El nivel de disposición de los clientes a alterar sus patrones de conducta para acomodarse a la disponibilidad de servicio sea alta (e.g., pocas personas estarían dispuestas a almorzar a las cinco de la tarde por muchos incentivos que se les procuren.
- c) Y la intensidad de la lealtad con respecto a los competidores sea baja.

La dirección de la demanda puede ser utilizada tanto para incrementar los niveles de utilización de la capacidad infrautilizada como para reducir la demanda en los casos de excesos de demanda (e.g., las empresas de suministro de energía eléctrica cobran a los usuarios más por el mismo servicio prestado durante las horas de alta demanda). Algunas de las formas de influir en la demanda son presentadas a continuación.

1. Fijación de precio. El precio es quizás el esfuerzo de Marketing más común para influir sobre la demanda. Los precios pueden ser elevados en los momentos de alta demanda y reducidos en los momentos de baja demanda, pero para que esta política sea eficaz se necesita conocer la cantidad de incentivo necesaria para

alterar el comportamiento de los clientes. Las estrategias de fijación del precio están influidas de forma importante por: la estructura de costo de la empresa, la proporción de costes fijos y variables (e.g., en las empresas con alto coste variable se puede fijar de forma que exceda los costes fijos a corto plazo), y la posibilidad en que los diferentes precios puedan ser confinados a ciertos períodos de tiempo, ciertos clientes, o determinadas instalaciones de servicio.

2. Servicio contra cíclicos. El servicio en sí mismo puede ser alterado para atraer diferentes clientes durante los períodos de baja demanda. Se pueden encontrar numerosos ejemplos de ellos, como en los hoteles de ciudad, con altos costes fijos de inventario de habitaciones e incapaces de atraer a los ejecutivos durante los fines de semana, han diseñado en su lugar paquetes de fin de semana para atraer a las parejas residentes ofreciendo otros servicios tales como desayuno con champán flores en la habitación, entrada para el teatro y otros espectáculos. Sin embargo, las empresas que siguen estas estrategias pueden verse fuera de su área de experiencia o alejada de su mercado objetivo. La principal ventaja de esta opción es la completa utilización de los recursos que permite una fuerza de trabajo estable. Su principal desventaja es que puede requerir habilidades fuera del área de conocimiento de la empresa.
3. Servicios complementarios. La pérdida de clientes debido a las largas colas de espera puede ser reducida dirigiendo a los clientes hacia otros servicios complementarios. Así un restaurante puede tener una barra o salón con un vídeo donde el cliente puede esperar a que quede un asiento libre en el comedor; o un campo de golf puede tener un Green para mantener ocupado a los golfistas cuando el tiempo de comienzo se demore.
4. Comunicación (publicidad y promociones). La simple comunicación mediante una campaña publicitaria puede ser suficiente para trasladar la demanda sin requerir cambios en la oferta de servicio. Pero curiosamente muy pocas empresas procuran información a sus clientes sobre los mejores periodos para utilizar o comprar sus servicios. Esta información procura un beneficio mutuo, ya que no solo expande la demanda a lo largo del tiempo, sino que también permite a las empresas ofrecer una alta calidad de servicio.
5. La distribución. Otro medio de alterar la demanda es considerar el lugar como una variable, por ejemplo: procurar una localización alternativa de servicio, como las cadenas de hoteles que construyen más de una sola instalación en una zona turística para poder trasladar a sus clientes cuando existe *overbooking*; o en los

restaurantes de comidas rápidas que ofrecen comidas para llevar; a los cuidados médicos a domicilio.

6. Inventariar la demanda. Cuando se producen excesos de demandas periódicamente en los servicios con una capacidad relativamente fija, la única alternativa posible es intentar inventariar la demanda mediante los sistemas de citas, reservas, listas de espera y colas. Con los sistemas de citas, reservas y listas de espera la empresa consigue demorar la prestación de un servicio a un periodo posterior en el que sí exista capacidad disponible, evitando la pérdida de cliente. El problema principal que se da con los sistemas de citas, reservas y listas de espera es que muchos clientes no acuden. Las líneas aéreas tratan de evitar esto mediante el pago de una penalización por cancelar la reserva o mediante el *overbooking*. Las colas o tiempos de espera son normalmente menos deseables que las reservas y citas como método para inventariar la demanda porque llegan a producir mayor incomodidad y ansiedad en los clientes.
- Las estrategias básicas para la planificación agregada.

Para satisfacer las fluctuaciones de demanda en el tiempo se puede utilizar dos tipos de estrategias:

- Estrategias puras: Las estrategias puras son aquellas que manipulan un solo tipo de las variables anteriores para equilibrar la oferta con la demanda.
- Estrategias mixtas: Consiste en una combinación de dos o más estrategias puras.

Las estrategias para la planificación agregada van a diferir según el tipo de servicio. No todas estas opciones son adecuadas o factibles para todos los servicios (e.g., es imposible inventariar asiento en un avión para un uso posterior). Podemos considerar cuatro escenarios de servicios que nos sirve para ilustrar los diferentes tipos de estrategias utilizadas en las empresas de servicio:

- a) Producción de gran volumen de output tangible. Producir alta cantidad de output tangible utilizando un considerado número de máquinas es más típico de empresas de fabricación, pero se aplica también a algunos servicios (e.g., fábricas de servicio). La planificación agregada en este caso estos servicios trata de: (1) tener un nivel constante de producción, (2) encontrar el tamaño de la fuerza laboral a ser empleada, (3) intentar dirigir la demanda para mantener el equipo y los empleados trabajando, (4) acumular inventarios durante los períodos de baja demanda y vender el inventario durante e los períodos de

alta demanda. Debido a que es muy similar a la fabricación, los métodos tradicionales de planificación agregada pueden ser aplicados a los servicios tangibles con alta demanda. Una diferencia que debe ser tomada en cuenta en los servicios con respecto a las empresas de fabricación, es que su inventario suele ser más perecedero (e.g., los restaurantes de comidas rápidas, la hamburguesa solo puede ser almacenada durante 10 min.).

- b) Producción de gran volumen de output intangible. La mayoría de los servicios (servicios, financiero, hospitales, servicios de transporte, etc.) procuran outputs altamente intangibles. La planificación agregada para estos servicios se basa principalmente en la planificación de los recursos humanos y en la dirección de la demanda. Su objetivo suele ser establecer la capacidad al nivel demanda pico y buscar actividades para complementar la utilización de los recursos durante los períodos de baja demanda. Por ejemplo, la baja demanda durante distintas horas del día en las instalaciones deportivas puede ser compensada mediante ofertas especiales que incentiven a los socios a utilizar las instalaciones en las horas libres; la baja demanda durante los días de la semana o estaciones del año puede ser compensada en los hoteles ofreciendo habitaciones al precio más bajo o incluyendo entradas a espectáculos.
- c) Instalaciones dependientes dispersas. Con el surgimiento de las cadenas nacionales de pequeños negocios de servicios tales como funerarias, restaurantes de comidas rápidas, lavandería, la cuestión de planificación agregada versus su planificación independiente de cada negocio se convierte en una cuestión en componente de la planificación agregada para una cadena de servicio es la compra centralizada, que tiene muchas ventajas, pues se obtienen importantes descuentos por volumen, y la compra de grandes cantidades puede permitir a la cadena dictar variaciones especiales en el diseño o calidad para lo que es normalmente considerado como un artículo estandarizado. También se puede planificar el output centralmente cuando la demanda es influida mediante campañas de publicidad y promociones conjuntas, que resultan muy ventajoso debido a que se reducen los costos de publicidad.
- d) Instalaciones dispersas interconectadas. Instalaciones dispersas interconectadas puede ser ilustrada por una sociedad intermediaria de valores con su sede central en la ciudad de Nueva York, pero con oficinas dispersas por varios países. El número de empleados en cada una de las oficinas tiende a variar con las condiciones económicas del mercado. No obstante, el número de empleados en el centro informático situado en la sede de Nueva York,

varía muy poco debido a la potencia de los ordenadores para manejar gran número de transacciones. La planificación agregada en este tipo de empresa consiste en un plan del número de transacciones a ser realizadas y el número de personas requeridas en cada sucursal para el siguiente año. Otro ejemplo más común de instalaciones dispersas interconectadas * son las líneas aéreas *. Estas suelen tener una sede central, varios “hub” o centro de comunicación y oficinas en los diversos aeropuertos. Su planificación agregada consiste en programar los horarios, número de vuelos que entra y sale de cada centro, número de vuelo en todas las rutas, números de pasajeros en cada uno de los vuelos, número de personal de aire y de tierra requerido en cada centro y aeropuerto, y determinar el porcentaje de asiento a ser distribuidos entre los diferentes tipos de tarifas en orden a maximizar la rentabilidad.

7.3. Un ejemplo cuantitativo de la planificación agregada en servicios

Este ejemplo muestra como la concejalía de parques, jardines, cultura y deportes del ayuntamiento.

Tucson utilizó las alternativas de empleados a tiempo completos, empleados a tiempo parciales y subcontratación para realizar sus servicios.

La concejalía de parques y jardines – cultura y deporte de Tucson tiene un presupuesto de operación y mantenimiento alrededor de los \$10.000.000, y es responsable de desarrollar y mantener los espacios abiertos, todos los programas de festejos públicos, y actividades deportivas como cursillo y torneos municipales. En la actualidad emplea 336 empleados equivalentes a tiempo completo (EETC). De los cuales 216 son personal fijo a tiempo completo que realizan las labores de administración y mantenimiento de todas las áreas; y las 120 EETC restantes son empleos a tiempo parcial, casi tres cuartas partes de ellos son contratados durante el verano y la cuarta parte restante son contratadas durante la estación de otoño, invierno y primavera. Las tres cuartas partes (o 90 EETC) representan 800 empleos a tiempo parcial como socorristas, instructores, árbitros. En la actualidad el trabajo subcontratado asciende a menos de 100 000 pesos, que consiste en el mantenimiento del campo de golf, las canchas de tenis y bibliotecas.

La opción de contratar y despedir trabajadores a tiempo completo de forma diaria, semanal o mensualmente en orden a cumplir la demanda estacional está fuera de consideración. No obstante, la contratación de trabajadores temporales a tiempo parcial está autorizado y es corriente. Es virtualmente imposible tener empleados

a tiempo completo en todos los trabajos de verano debido a que se requieren una gran variedad de habilidades que no pueden ser esperadas de empleados a tiempo completo (e.g., árbitros, entrenadores, salvavidas y profesores de cerámica, guitarras, Karate, baile y yoga) y la mayoría de los programas se realizan simultáneamente, por lo que se tienen que contratar aproximadamente 800 empleados tiempo parcial. También se prohíben niveles de programación por arriba de las 40 horas semanales.

Hay tres estrategias que la concejalía de parques y jardines – cultura y deporte y festejos está considerando en su planificación agregada:

1. Puede mantener su actual estrategia, que consiste en tener un nivel medio de personal a tiempo completo, programar trabajo durante el tiempo fuera de temporada (e.g. instalaciones durante los meses de invierno) para mantenerla ocupada, y usar trabajadores a tiempos parcial durante los períodos de demandas alta.
2. Pueden mantener un nivel bajo de personal a tiempo completo durante el año y subcontratar todo el trabajo adicional actualmente realizado por personal a tiempo completo, además de utilizar los trabajadores a tiempo parcial.
3. Puede mantener un mínimo de personal a tiempo completo para realizar los trabajos administrativos y subcontratar todo el trabajo restante, incluyendo el trabajo que realizaba los empleados a tiempo parciales. Esto supondría contratar a empresas de jardinerías, compañías de piscinas, y empresas creadas para emplear y suministrar trabajo a tiempo parcial.

La unidad común de medida de trabajo en todas las áreas es equivalente empleado a tiempo total (EETC). Por ejemplo, supongamos que en una determinada semana 30 socorristas trabajan 20 horas cada uno, 40 instructores trabajan 15 horas cada uno, y 35 árbitros trabajan 10 horas cada uno. Esto es equivalente a $(30 \times 20) + (40 \times 15) + (35 \times 10) = 1\ 550$ horas de trabajo. Luego, $1550 / 40 = 39.75$ EETC, o posiciones equivalentes a tiempo completo para esa semana. Aunque una considerable cantidad de carga de trabajo puede ser trasladada fuera de temporada, la mayoría del trabajo debe ser realizado cuando es requerido.

Los empleados a tiempo completo se dividen en tres grupos: (1) el grupo base del departamento de personal que realiza labores de coordinación, establece las políticas, elabora los presupuestos y mide la actuación; (2) un grupo de supervisores y personal administrativo; y (3) la fuerza laboral directa con 116 posiciones equivalentes a tiempos completo, que realiza los diversos trabajos como limpieza, segar el césped

del campo de golf, podar árboles y regar las plantas. Los costos necesarios para la terminación de la mejor estrategia son:

Tabla 15. Necesidades actuales.

Necesidades actuales de demanda de empleados directos a tiempo completos y empleados a tiempo parcial equivalente a tiempo completo (EFFECT.)													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días	22	20	21	22	21	20	21	21	21	23	18	22	252
Empleados a tiempo completo	66	28	130	90	195	290	325	92	45	32	29	60	
Días a tiempo completo	1.452	560	2.730	1.980	4.095	5.800	6.825	1.932	945	736	522	1.320	
Empleados a tiempo parcial	41	75	72	58	72	302	576	72	0	68	84	27	
Días a tiempo parcial (EFFECT.)	902	1.500	1.512	1.496	1.512	6.040	12.096	1.512	0	1.564	1.512	594	

Notas: Días a tiempo completo se obtiene de multiplicar el número de días en cada mes por el número de empleados.

Tabla 16. Primera alternativa de trabajo.

Alternativa 1: Mantiene 116 empleados directo regular. La programación del trabajo fuera de temporada para equilibrar la carga de trabajo durante el año. Continúa utilizando 120 ETC de empleados a tiempo parcial para satisfacer los periodos de alta demanda					
Costes	Días por año	Horas	Salarios	Plus adicionales	Coste administración
116 empleados regulares a tiempo completo	252	233.856	1040.659	176.912	208.132
120 empleados a tiempo parcial (EETC)	252	241.920	974.938	107.243	243.735
Coste Total = 2.751.619	-	-	2.015.597	284.115	451.867

Tabla 17. Segunda alternativa de trabajo.

Alternativa 2: Mantiene 50 empleados directo regular y los actuales 120 ETC empleados a tiempo parcial. Subcontratar trabajos despidiendo a 66 empleados regulares a tiempo completo. EL coste de subcontratación es de 1.100.000						
Costes	Días por año	Horas	Salarios	Plus adicionales	Costes administrativos	Costes subcontratación
50 empleados regulares a tiempo completo	252	100.800	448.560	76.255	89712	1.100.000
120 empleados a tiempo parcial (EETC)	252	241.920	974.938	107.243	243.712	-
Coste Total = 3.040.443	-	-	1.423.498	183.498	333.447	1.100.000

Tabla 18. Tercera alternativa de trabajo.

Alternativa 3: Mantiene 50 empleados directo regular y los actuales 120 ETC empleados a tiempo parcial. Subcontratar trabajos despidiendo a 66 empleados regulares a tiempo completo. EL coste de subcontratación es de 1.100.000	
Coste	Costes subcontratación
0 empleados regulares a tiempo completo	-
0 empleados a tiempo parcial (EETC)	-
Subcontratación – trabajos tiempo total	1.600.000
Subcontratación – trabajos tiempo parcial	1.850.000
Coste Total	3.450.000

Notas: (a) Empleados x días x 8 horas; (b). Tiempo completo, 4,45\$ y Tiempo parcial 11%; d. Tiempo completo 20%; tiempo parcial 25%.

Tucson. La Tabla 15 muestra unas necesidades altas de personal para junio y julio. El personal a tiempo parcial alcanza 575 posiciones equivalentes a tiempo completo en julio, aunque en números reales es de aproximadamente 800 trabajadores distintos. Después de un descenso en otoño e invierno en el nivel d personal, la tabla muestra como la demanda de mano de obra directa a tiempo completo alcanza 130 EETC en marzo, cuando los terrenos son replantados y fertilizados, hasta llegar a un máximo en julio de 325. El método actual equilibra esta demanda variable durante el año a una media de 116 trabajadores a tiempo completo mediante una programación por anticipado del trabajo. Como previamente mencionamos, no se toma en consideración la alternativa de contratar y despedir trabajadores a tiempo completo para ajustarse a esta demanda variable.

La tabla siguiente compara los costos totales para cada alternativa. De este análisis parece desprenderse que la concejalía de parques y jardines – cultura y deporte está utilizando la estrategia de más bajo coste (Alternativa 1), por lo que debería continuar operando como lo ha hecho hasta ahora.

Tabla 19. Comparación de costos totales.

	Alternativa 1: 116 trabajadores a tiempo completo, 120 equivalente a tiempo completo de empleado a tiempo parcia	Alternativa 2: 50 trabajadores a tiempo completo, 120 equivalente a tiempo completo de empleado a tiempo parcial y subcontratación	Alternativa 3: subcontratar los trabajadores realizando anteriormente por 116 trabajos a tiempo completo y 120 ETC por trabajadores a tiempo parcial
Salarios	2.015.597	1.423.498	-
Plus	284.155	183.498	-
Costos administrativos	451.867	333.447	-
Subcontratar trabajos a tiempo completo	-	1.100.000	1.600.000
Subcontratar trabajos a tiempo parcial	-	-	1.850.000
Total	2.751.619	3.040.443	3.450.000

CAPÍTULO VIII: LA PROGRAMACIÓN DE LA CAPACIDAD

8.1. Introducción

En este capítulo exploraremos las tácticas para mejorar el servicio mediante el ajuste de la capacidad a corto plazo. En el corto plazo, es decir en el día a día, semana a semana, e incluso hora a hora, ajustes en las instalaciones, equipos y recursos humanos a medio o largo plazo no pueden (o no deberían) ser utilizados para ajustarse a las fluctuaciones a corto plazo de la demanda. Es necesario pues, asignar los recursos disponibles (equipo, mano de obra y espacio) a las actividades, tareas o clientes a lo largo del tiempo. Con la programación asignamos los recursos que las decisiones de planificación de la capacidad y planificación agregada han adquirido.

En la práctica la programación da como resultado un plan proyectado o programa de actividades en el tiempo, que indica lo que debe hacerse, cuando debe hacerse, quién lo debe hacer y con qué equipo. La programación puede variar de acuerdo a tipo de empresa de servicios que estemos considerando.

- a) Empresas con múltiples servicios versus un único servicio. La mayoría de las empresas de servicios suministran una variedad de servicio. Los restaurantes, por ejemplo, sirven diferentes comidas normalmente agrupadas en diferentes momentos del día. La planificación agregada para este tipo de servicio se preocupa de la planificación de número total de comida al mes. La planificación desagregada se preocupa de la programación de los tipos de comidas para el siguiente día y para la semana. Una consideración muy importante al programar operación de múltiples servicios es el modo de prestación. Es decir ¿Puede una persona suministrar todos los servicios o cada servicio requiere un especialista? En un taller de reparaciones, por ejemplo, un especialista de frenos puede estar preparado para reparar un motor o hacer un diagnóstico del sistema eléctrico.
- b) Servicios de corta vida e inventario. La programación de su capacidad es muy parecida a la de los productos manufacturados. La diferencia se encuentra normalmente en la corta vida de los productos de servicio (e.g., periódicos). En los servicios de corta vida, podemos programar a corto plazo la oferta para ajustarla a la demanda a la misma vez que tomamos en cuenta los inventarios. La desagregación puede estar basada en el tiempo que el stock ha estado inventario.

Por ejemplo, un comercio de alquiler de videos puede desagregar el alquiler de películas en películas de actualidad y películas antiguas, ya que el alquiler de películas

recientes tiene una mayor probabilidad de salida y de volumen de negocios que las películas antiguas.

8.2. Tipos de programaciones

Podemos diferenciar cuatro tipos de programaciones:

- a) La programación de órdenes de trabajo da la secuencia de los tiempos de inicio y finalización del trabajo. Un gráfico de Gantt es normalmente utilizado en este tipo de programación (ver Figura 16).
 - b) La programación de mano de obra es necesaria para identificar los trabajos que cada empleado estará realizando o los tiempos que los empleados estarán trabajando cada día de la semana. En los restaurantes, por ejemplo, la identificación de los empleados en cada turno es crítica, y los cambios en las horas trabajadas deben ser programados formalmente con anticipación por el director de operaciones. En los típicos trabajos de jornada continua de 8 a.m. a 3 p.m., las vacaciones, citas médicas, etc., deben ser reflejado en el programa (ver la siguiente tabla).
- Gantt Chart an Interior Decorating Firm

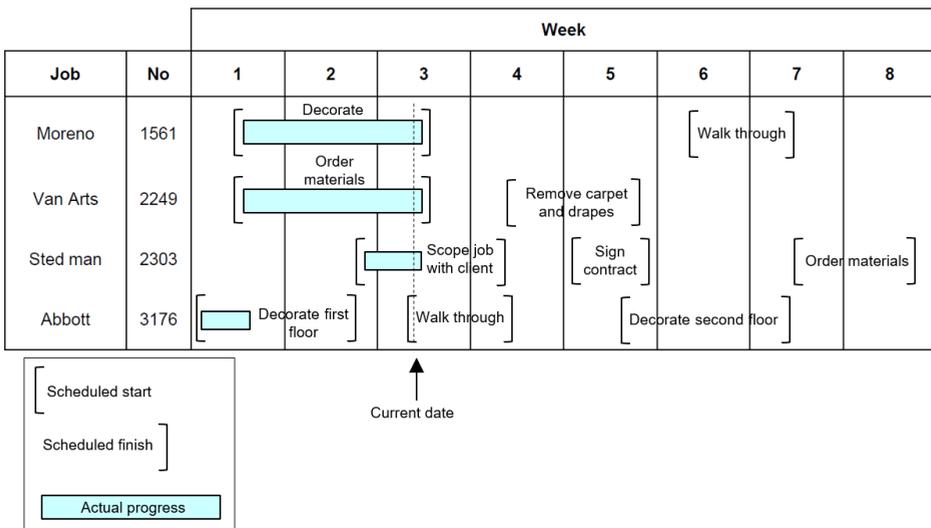


Figura 16. Gantt Chart an Interior Decorating Firm.

Tabla 20. Cargas semanales de 1 a 6 de Agosto.

Cargo	Nombre	Semana del 1 al 6 de agosto					
		L	M	X	J	V	S
Chef	J. Lafleur	8-2	1-7	-	1-7	1-7	1-7
Cocinero	R. Pérez	8-2	8-2	10-7:30	8-2	8-2	8-2
	A. Martínez	12-7:30	12-7:30	12-7:30	12-7:30	12-7:30	12-8
Rel. Pública	J. Romero	-	5-8	5-8	5-8	5-8	5-8
Camarero/a	J. Bermúdez	8-2	1-8	1-8	1-8	1-8	1-6
	T. López	8-2	8-2	8-2	8-2	8-2	8-2
	G Pulido	8-2	8-2	-	8-2	8-2	8-5
	F. Marrero	1-8	8-2	11-8	1-8	1-8	1-8
	G. Cardenes	1-8	1-8	2-8	1-8	1-8	-
	D. Hernández	1-8	1-8	1-8	1-8	1-8	2-8
Cajero	T. Arencibia	8-2	8-2	8-2	8-2	8-2	8-2
	J. García	1-8	1-8	1-8	1-8	1-8	1-8
Inche	G. Martín	10-8	10-8	10-8	10-8	10-8	10-8

c) La programación de los requerimientos de materiales muestra las cantidades de material y el mix. Necesario para los trabajos programados día a día (ver la tabla siguiente).

Tabla 21. Requisitos de materiales y cantidades.

Material	Semana del 1 al 6 de agosto					
	L	M	X	J	V	S
Carne, kgs.	175	180	185	185	190	200
Pescado, kgs.	50	60	60	70	100	90
Vegetales, kgs.	120	120	120	120	130	140
Aceite, ltrs.	15	15	20	25	25	25
Pan, kgs.	20	32	32	35	35	40
Detergente, ltrs.	6	6	6	6	6	8

d) La programación de equipos toma en cuenta dos factores, necesidades y disponibilidades diarias –en términos de unidades de capacidad u horas de capacidad. Al comparar las necesidades diarias con la capacidad disponible para el día, sabremos si existe exceso o defecto de capacidad. Si existe exceso de capacidad, se puede buscar usos alternativos de tiempo ocioso. Por ejemplo, este tiempo extra puede ser subcontratado a otras empresas.

8.3. Aplicaciones de los modelos de cola a la programación

El cuerpo de conocimiento sobre la teoría de cola es una herramienta valiosa para la programación. Las colas es una situación muy común en los servicios. Puede tomar la forma de coches esperando a ser reparados, trabajos de impresión esperando a ser finalizado en una imprenta, o estudiantes esperando la tutoría de un profesor. El análisis de la longitud de la cola, el tiempo medio de espera y otros factores pueden ayudar a entender la capacidad del sistema de servicio.

Los directores de operaciones deben reconocer la relación de trueque o "trade off" entre el coste de la espera del cliente y el coste de procurar un buen servicio. Las empresas quieren que las colas sean lo suficientemente cortas para que los clientes no queden insatisfechos y abandonen el servicio sin comprar, o compren, pero no vuelvan jamás. Sin embargo, se permite cierta cola si la espera supone un ahorro importante en los costes de capacidad. Este concepto es ilustrado por la Figura 17.

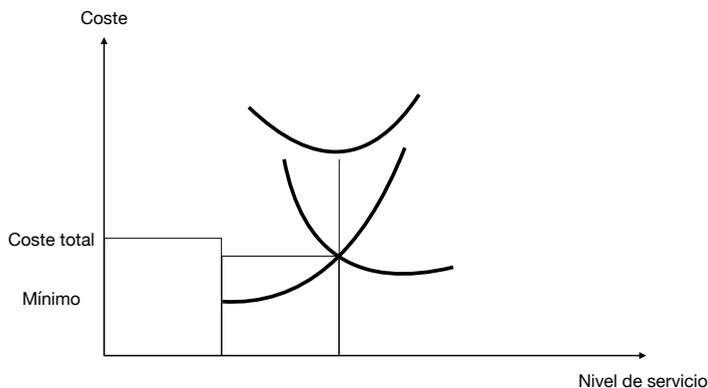


Figura 17. Trade- off entre los costes de espera y los costes de capacidad.

Los costes de procurar el servicio aumentan a medida que la empresa aumenta su capacidad asignando más personal y equipos. Cuando el servicio mejora (es decir, disminuye el tiempo de espera y la longitud de la cola) el coste de oportunidad disminuye. El coste de oportunidad o tiempo de espera refleja una estimación del coste de la pérdida del cliente debido al pobre servicio y las largas colas o simplemente el tiempo perdido por los empleados mientras sus equipos y herramientas esperan a ser reparadas. En algunos servicios, como el de ambulancias, el coste de espera puede ser altamente intolerable.

a. La característica del sistema de cola. En esta sección vamos a repasar los tres elementos de un sistema de cola y sus características, es decir:

- Características de las llegadas.
- Características de la línea de espera.
- Características de las instalaciones de servicio.

Las definiciones de estas características nos ayudarán a seleccionar el modelo matemático que le corresponde al sistema.

a.1. Características de las llegadas. La fuente de inputs que genera las llegadas de clientes al sistema de servicio tiene tres características importantes, estas son:

- **Tamaño de la población.** El tamaño de la población se considera como ilimitado (infinito) o limitado (finito). Cuando el número de clientes o llegadas en un momento determinado representa una pequeña parte de las llegadas potenciales, la población de llegada se considera infinita. Algunos ejemplos en la que se considera que la población es infinita a efectos prácticos pueden ser los clientes que llegan a un supermercado, o los alumnos que llegan a la secretaria para matricularse. Un ejemplo de población finita es el servicio de reparación de las fotocopiadoras de la facultad que tiene solo 3 máquinas que pueden averiarse y necesitar su servicio.
- **Modelo de llegadas al servicio.** Los clientes pueden llegar al sistema de servicio siguiendo un patrón conocido (constante), por ejemplo, un paciente cada 15 minutos o un estudiante cada media hora, o pueden llegar aleatoriamente. Las llegadas suelen considerarse aleatoria cuando unas son independientes de las otras y su ocurrencia no puede predecirse exactamente. Normalmente en los problemas de cola el número de llegadas por unidad de tiempo se estima que sigue una distribución de probabilidad de Poisson. Para un determinado índice medio de llegadas (por ejemplo, 2 clientes / horas), una distribución de Poisson puede ser desarrollada utilizando la fórmula siguiente:

Fórmula 11. Probabilidad de llegadas.

$$P(x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}; \text{ para } x = 0, 1, 2, 3, 4.$$

Donde:

$P(x)$ = Probabilidad de x llegadas.

X = número de llegadas por unidad de tiempo.

λ = media de llegada.

e = cte. logarítmica (2.7183).

Con la ayuda de la tabla del apéndice D. estos valores son muy fáciles de calcular, teniendo en cuenta que son valores acumulados. Para una media de llegada de $\lambda = 2$ cliente / horas, la probabilidad de que no llegue ningún cliente en cualquier hora es aproximadamente 0.13, la probabilidad de que llegue algún cliente es de 0.27 (0.40 – 0.13), 3 clientes 0.18 (0.68 – 0.4), y la probabilidad de que llegue 9 clientes o más es virtualmente cero.

Por supuesto las llegadas no siempre siguen una distribución de Poisson, puede seguir cualquier otro tipo de distribución y por lo tanto se debe examinar los tiempos de llegadas para asegurarse que se aproximan a una distribución de Poisson antes de que se aplique.

- **Comportamiento de las llegadas.** La mayoría de los modelos asumen que el cliente que llega es un cliente paciente. Los clientes pacientes son personas o máquinas que esperan en colas hasta que son servidos y no cambian de cola. Desgraciadamente la realidad es mucho más complicada y los clientes suelen ser rebeldes o renegados. Los rebeldes se refieren a los clientes que no se unen a la cola pues consideran que es muy larga y los renegados son aquellos que entran en la cola, pero llegado un momento se impacientan y abandonan sin completar el servicio.

a.2. Características de la línea de espera. Las características de la línea de espera son:

- **La longitud de la línea.** La longitud de línea puede ser limitada o ilimitada. Una cola es limitada cuando no se puede aumentar de forma ilimitada por restricciones físicas o de cualquier otro tipo. Es que puede ser el caso de una pequeña peluquería que tiene solo un número de asientos limitados para esperar. Una cola es ilimitada cuando su tamaño no está restringido, como es el caso de la llegada de automóviles.
- **Disciplina de la cola.** La mayoría de los sistemas utilizan la disciplina conocida como FIFO (First In, First Out), primera entrada, primera salida. En el servicio de urgencia de un hospital o en la caja rápida de un supermercado diferentes prioridades pueden anteponerse al a regla FIFO.

a.3. Características de las instalaciones de servicio. Las características de las instalaciones de servicio son las siguientes:

- **La estructura del servicio.** La estructura del servicio se clasifica en términos del número de canales (es decir, el número de servidores) y números de fases (es decir, el número de paradas de servicio que se realizan).
 - **Número de canales:** Un sistema de canal único es el típico en los bancos que solo tienen un cajero abierto o en un restaurante de comida rápida con una sola caja. Un sistema multicanal sería si el banco tiene varios cajeros trabajando y cada cliente espera en una sola línea por el primer cajero que esté disponible.
 - **Número de fases:** Un sistema de fase única es aquel en el que el cliente recibe el servicio en una sola estación y luego abandona el sistema. Un restaurante de comida rápida en el que la persona que toma el pedido le sirve la comida y también cobra el dinero es un ejemplo de un sistema de fase única. Pero si en el restaurante tienes que pedir la comida a un camarero, pagar a otra persona y recoger la comida de una tercera, es un sistema multifase. Para ayudar a relacionar los conceptos de canales y fases la fig. 8.3 representa algunas de las estructuras posibles.
- **Distribución del tiempo de servicio.** La distribución del tiempo de servicio, al igual que la de tiempo de llegada, puede ser constante, o lo aleatoria. Si el tiempo de servicio es constante, quiere decir que el servicio siempre dura lo mismo, este puede ser el caso de los cajeros automáticos o las máquinas lava-coche. Pero normalmente los tiempos de servicio están distribuidos aleatoriamente, asumiendo en muchos casos que los tiempos siguen una distribución de probabilidad exponencial negativa, esta suele ser una hipótesis acertada cuando el tiempo de llegada sigue una distribución de Poisson. La probabilidad de que un servicio tome más de x min. cuando el número de servicio sigue una distribución de probabilidad exponencial negativa es la siguiente:

$$P(\text{servicio} \geq x) = e^{-\mu x}; \text{ para } x = 0$$

Donde:

μ = número de servicio por minuto.

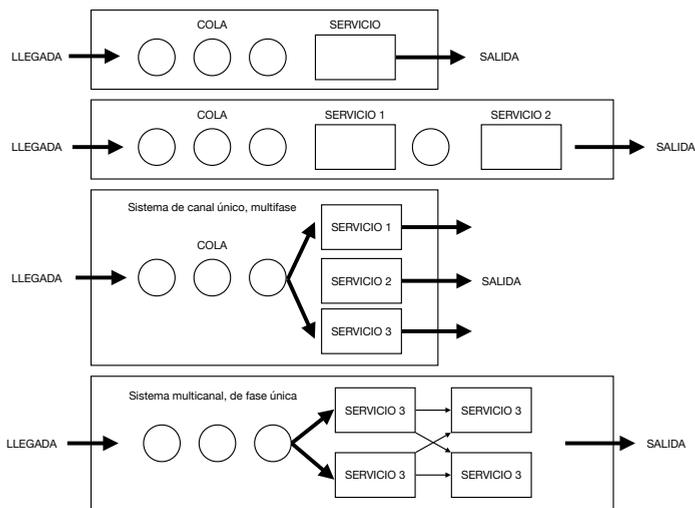


Figura 18. Diferentes estructuras posibles de sistemas de colas.

b. Modelos matemáticos para evaluar el funcionamiento del sistema de cola. Los modelos matemáticos de colas ayudan a los directivos a tomar decisiones para encontrar el equilibrio entre los costes de servicios y los costos de esperas. Existen tanta variedad de modelos matemáticos de cola como combinaciones de las anteriores características de los sistemas de colas. Las medidas más importantes que se obtienen de un análisis matemático de sistemas de colas, dada tasa de llegada (e) y dada la tasa de servicio (μ), son las siguientes:

- Probabilidad de que el sistema se encuentre vacío (P_0).
- Número medio de clientes en el sistema (L_s).
- Tiempo medio de espera en el sistema (W_s).
- Número medio de clientes en cola (L_q).
- Tiempo medio de espera en cola (W_q).

Las fórmulas son relativamente sencillas y nos ayudan a comprender la relación entre la oferta y la demanda en los sistemas de colas. Por ejemplo, que a medida que la ratio de llegada se aproxima al tiempo de servicio, el tiempo medio de espera se incrementa exponencialmente (alcanzando el infinito cuando el tiempo de llegada excede del tiempo de servicio). Esto viene a explicar en parte porque muchos servicios operan mejor a un 75 % de su capacidad del sistema.

A continuación, pasamos a introducir mediante un ejemplo los dos modelos más comunes (para el resto de los modelos se aconseja identificar el sistema de cola según

las características anteriores y aplicar las fórmulas correspondientes al sistema, que se recogen en cualquier libro de investigación operativa);

- Modelo de canal única, fase única, llegada de Poisson y tiempo de servicio exponencial.
- Modelo de canal múltiple, fase única, llegada de Poisson y tiempo de servicio exponencial.

Ejemplo: Modelo de canal único y de fase única. Supongamos que un banco tiene una única ventanilla abierta que suele atender a una media de 120 clientes a la hora (μ), siguiendo una distribución exponencial. Los clientes llegan al banco con una media de 80 clientes a la hora (λ) siguiendo una distribución de Poisson, de tal forma que el primero que llega es el primero en ser servido (FIFO), la población de origen es lo suficientemente grande por lo que consideramos que los clientes potenciales son infinitos. El coste es estimado como el coste del sueldo del empleado que gana 700pts a la hora. Se pide evaluar el sistema y hallar el coste total.

Solución:

- Probabilidad de que el sistema se encuentre vacío (P_0)

$$P_0 = 1 - \lambda/\mu = 1 - 80/120 = 0.33 \text{ Prob.}$$

- Número medio de clientes en el sistema (L_s):

$$L_s = \lambda/\mu - \lambda = 1 - 80/120 - 80 = 2 \text{ clientes}$$

- Tiempo medio de espera en el sistema (W_s):

$$W_s = \Delta\mu - \Delta\lambda = 120 - 80 = 0,25 \text{ horas}$$

- Número medio de clientes en cola (L_q):

$$L_q = \lambda^2/\mu (\mu - \lambda) = 80 * 80 / 120 (120 - 80) = 33 \text{ clientes}$$

- Tiempo medio de espera en cola (W_q):

$$W_q = L_q/\lambda = 33/80 = 0,4125 \text{ horas}$$

- Coste de oportunidad, dado que el tiempo promedio de espera en cola es de 0.016 horas y en un día llegan aproximadamente 640 clientes (80 clientes x 8 horas), el número total de horas que los clientes pasan esperando en cola por su coste es igual a:

$$\text{Coste oportunidad} = 0.016 \text{ h.} \times 640 \text{ cl.} \times 1.000 \text{ pts.} = 10.670 \text{ pts. /día}$$

- Coste de procurar el servicio es igual al coste de salario de un día:

$$\text{Coste servicio} = 700 \text{ pts. /h.} \times 8 \text{ h.} = 5.600 \text{ pts. /día.}$$

$$\text{Coste total} = 10.670 + 5600 = 16.2700 \text{ pts./día.}$$

- Ejemplo: Modelo multicanal y fase única. El mismo banco se está planteando la posibilidad de abrir una nueva ventanilla para atender a la clientela de la sucursal (M, número de canales es igual a2) de tal forma que los clientes esperan en una sola cola hasta que uno de los dos cajeros queda libre. Se pide comparar esta opción con la anterior.

Solución:

- Probabilidad de que el sistema se encuentre vacío (P0)

Fórmula 12. Probabilidad de que el sistema se encuentre vacío.

$$P_0 = \lambda \sum_{n=0}^1 \lambda \left(\frac{\mu}{M} \right) + \lambda M \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^2 * M \mu / M \mu - \lambda$$

$$P_0 = 1 \sum_{n=0}^1 \frac{1}{n} (80 / 120)^n + 1 / 2 (80 / 120)^2 2 (120) / 2 (120 - 80) = 0.5 \text{ prob}$$

- Número medio de clientes en el sistema (Ls)

$$L_s = \left[\lambda \mu \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)^m / M - (M \mu - \lambda)^2 \right] P_0 + \lambda / \mu$$

$$L_s = [80(120) (80/120)^2 / (120) (2) - 80^2] * 0 + 80/120 = 0,75 \text{ clientes}$$

- Tiempo medio de espera en el sistema (Ws)

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{0,75}{80} = 0.93 \text{ horas}$$

- Número medio de clientes en cola (Lq)

$$L_q = L_s - \lambda / \mu = 0,75 - 80/120 = 0,83 \text{ clientes}$$

- Tiempo medio de espera en cola (Wq)

$$W_q = L_q / \lambda = 0.083 / 80 = 0.001 \text{ horas}$$

$$\text{Coste de oportunidad} = 8 \text{ horas} \times 80 \text{ clientes} \times 0.001 \text{ horas} \times 1.000 \text{ pts.}$$

$$= 711 \text{ pts. /día.}$$

$$\text{Coste de procurar el servicio} = 5.600 \text{ pts. /día} \times 2 \text{ empl.} = 11.200 \text{ pts. /día.}$$

A la vista del siguiente cuadro resumen de ambas alternativas se debe sopesar los resultados y elegir la alternativa que cumpla mejor los objetivos de la empresa.

Tabla 22. Cuadro de resultados de ambas alternativas.

MEDIDAS	CANAL ÚNICO	2 CANALES
Po	0,33 prob.	0.5 prob.
Ls	2 cliente	0.75 cliente
Ws	90 segundo	34 segundos
Lq	1.33 cliente	0.083v clientes
Wq	2 minuto	4 segundos
coste total	16.270	11.911

CAPÍTULO IX: GESTIÓN DE PROYECTOS

9.1. Introducción

Los proyectos presentan tres características esenciales: son trabajos únicos o no corrientes para la organización, contiene actividades complejas e interrelacionadas que requieren una cualificación especializada, y son temporales pero críticos para la organización. Ejemplos de proyectos son, una línea aérea al abrir nuevas rutas, una cadena de establecimientos comerciales instalando un nuevo sistema de control de inventario, un hospital o modificar sus quirófanos.

Los proyectos normalmente son desarrollados por equipos de proyecto que se disuelven una vez que el proyecto es concluido. El equipo de proyecto es una estructura organizacional temporal que agrupa durante un tiempo limitado a personas procedentes de las distintas áreas funcionales de la empresa y a los recursos físicos necesarios para completar el proyecto. La gestión de proyectos supone tres etapas:

- a. La planificación de proyectos.** La actividad de planificación supone: Definir el proyecto mediante un objetivo específico y una fecha de finalización; desglosar el proyecto en un conjunto de actividades relacionadas; y establecer las necesidades brutas de mano de obra, suministros y equipos.
- b. La programación de proyectos.** La programación de proyectos sirve a diferentes propósitos: Identifica las relaciones de precedencia, mostrando las relaciones entre las actividades y con la totalidad del proyecto, calcula las necesidades de mano de obra y materiales para cada actividad; establece estimaciones de tiempo y coste para cada actividad.
- c. El control de proyectos.** El control de proyectos supone: El seguimiento de los recursos, costes, calidad y presupuesto; la utilización del bucle de feedback para revisar y actualizar el plan y la programación del proyecto; y la capacidad para trasladar recursos donde más necesite.

9.2. Técnicas de gestión de proyectos: PERT y CPM

La técnica de Revisión y Evaluación de Programas (PERT) y el Método del Camino Crítico (CPM) son las técnicas más utilizadas en la gestión de proyectos, ambas fueron desarrolladas en los años 50. Primero llegó el CPM, en 1957, desarrollada por Kelly de Remington Rand y Walker de DuPont para ayudar a la construcción y mantenimiento de plantas químicas en DuPont. Luego, en 1958, Booz, Allen y Hamilton, trabajando para la Oficina de Proyectos Especiales de la Marina de EE.UU., desarrollaron el PERT

para gestionar el programa del misil Polaris. El PERT, CPM ayudan a responder a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuándo el proyecto total será finalizado?
- ¿Cuáles son las actividades o tareas críticas en el proyecto, es decir, la que demoran el proyecto si se retrasan?
- ¿Cuáles son las actividades no críticas, es decir, las que pueden demorarse sin afectar la fecha de finalización del proyecto?
- ¿Cuál es la probabilidad si en el proyecto sea finalizado para una fecha determinada?
- ¿En una fecha determinada, está el proyecto retrasado, o adelantado?
- ¿En una fecha determinada, el dinero gastado es igual, menor o mayor que la cantidad presupuestada?
- ¿Existen suficientes recursos disponibles para finalizar el proyecto a tiempo?
- ¿Cuál es la mejor forma de finalizar el proyecto en el plazo más corto y con el menor coste?

Aunque PERT y CPM difieren algo tanto en su terminología como en la construcción de la red, sus objetivos son idénticos. La principal diferencia es que el PERT emplea tres estimaciones de tiempo para cada actividad, que son utilizadas para calcular los valores esperados y desviaciones típicas de los tiempos para cada actividad. En cambio, CPM parte de la hipótesis que los tiempos de cada actividad son conocidos con certeza, y por lo tanto asigna un factor tiempo a cada actividad. En esta sección nos concentraremos en la discusión del PERT. No obstante, la mayoría de los comentarios y procedimientos descritos para el PERT son también aplicables al CPM .

- **Actividades y sucesos.** El primer paso en PERT es dividir el proyecto en sucesos y actividades. Un suceso marca el comienzo o finalización de una determinada actividad; y una actividad es una tarea o subproyecto que ocurre entre dos sucesos. La Figura 19 aclara estas definiciones y muestra los símbolos utilizados para representar sucesos y actividades del siguiente proyecto:

Actividad	Predecesoras inmediatas
A	-
B	-
C	A
D	B

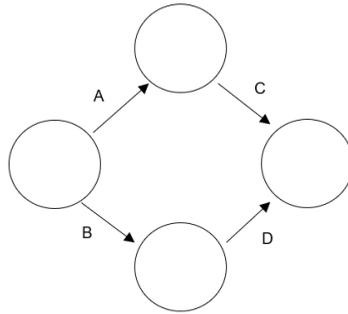


Figura 19. Actividades y sucesos.

Como podemos observar en la figura anterior, a cada suceso le asignamos un número, siendo posible identificar cada actividad con un nodo o suceso de comienzo y un nodo final. Por ejemplo, la actividad A es la actividad que comienza con el suceso 1 y finaliza en el suceso 2. Por lo tanto, todo lo que se necesita para construir una red es el suceso inicial final para cada actividad.

- **Actividades y sucesos ficticios.** Nos podemos encontrar con un proyecto que tenga dos actividades con idénticos sucesos de comienzo y final. En dicho caso, podemos insertar sucesos y actividades ficticias dentro de la red para asegurarnos que refleje adecuadamente el proyecto bajo consideración. Por ejemplo, dado los datos recogidos en la tabla siguiente:

Actividad	Predecesoras inmediatas	Actividad	Predecesoras inmediatas
A	-	E	C, D
B	-	F	D
C	A	G	E
D	B	H	F

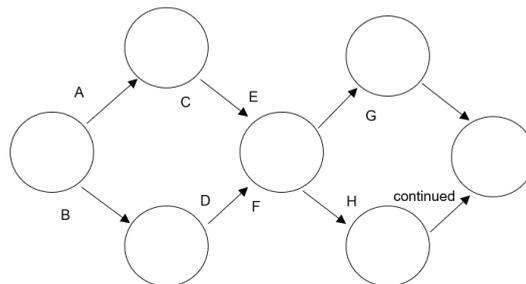


Figura 20. Actividades y sucesos ficticios.

De acuerdo con la figura anterior, las actividades C y D deben ser finalizadas antes que podamos empezar con la F, pero en realidad, solo la actividad D debe ser

finalizada antes. Por lo tanto, la red no es correcta. La inclusión de una actividad y un suceso ficticios puede resolver este problema, como se muestra en la Figura 21. Una actividad ficticia tiene siempre un tiempo de realización de cero.

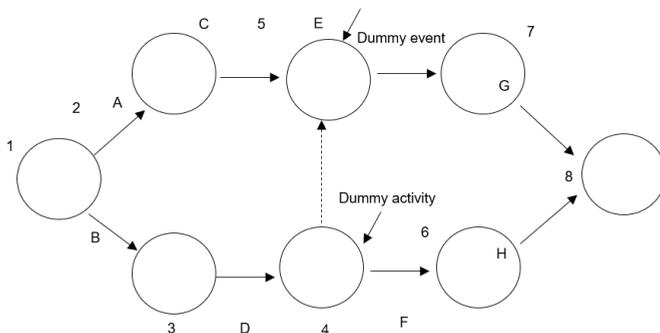


Figura 21. Actividad ficticia, tiempo de realización de cero.

PERT y la estimación de los tiempos de actividad. Como mencionamos antes, una importante diferencia entre PERT y CPM es el uso de tres estimaciones del tiempo de actividad en la técnica del PERT, y de un solo factor de tiempo para cada actividad en CPM. En el PERT, debemos realizar una estimación optimista, pesimista y más probable del tiempo para cada actividad; para posteriormente calcular el tiempo de realización y la varianza esperada de cada actividad. Si realizamos la hipótesis que los tiempos de actividad sigue una distribución de probabilidad beta, podemos utilizar las siguientes fórmulas para calcular el tiempo y la varianza esperada de cada actividad.

Fórmula 13. Tiempo esperado.

$$t = (a + 4m + b) / 6$$

$$v = (b - a) / 6$$

Donde:

- a= tiempo optimista de la actividad.
- b= tiempo pesimista de la actividad.
- m= tiempo más probable de la actividad.
- t= tiempo esperado de la actividad.
- v= varianza del tiempo esperado.

Por ejemplo, considera las siguientes estimaciones de tiempo:

Tabla 23. Estimación de tiempo.

A 1-2	3	4	5
B 1-3	1	3	5
C 2-4	5	6	7
D 3-4	6	7	8

En la tabla siguiente hemos calculado los tiempos y varianzas esperadas de finalización para cada una de las actividades anteriores.

Tabla 24. Tiempos y varianzas esperadas.

Actividades	$A+4b+b$	t	$(b-a)/6$	V
1-2	24	4	2/6	4/36
1-3	18	3	4/6	16/36
2-4	36	6	2/6	4/36
3-4	42	7	2/6	4/36

Análisis del camino crítico. El objetivo del análisis del camino crítico es determinar las siguientes cantidades para cada actividad:

- ES= tiempo más temprano que una actividad puede ser comenzada.
- LS= tiempo más tarde que una actividad puede ser comenzada sin demorar el proyecto total.
- EF= tiempo de finalización más temprano de una actividad.
- LF= tiempo de finalización más tarde de una actividad.
- S = tiempo de holgura de la actividad que es igual $(LS-ES)$ o $(LF-EF)$.

Para cada actividad debemos calcular ES y LS y hallar las otras tres cantidades como sigue:

$$EF = ES + t$$

$$LF = LS + t$$

$$S = LS - ES \text{ ó } S = LF - EF$$

Una vez conocida estas cantidades para cada actividad, podemos analizar el proyecto total, este análisis incluye:

- El camino crítico. El grupo de actividades del proyecto que tiene un tiempo de holgura cero. Este camino es crítico debido a que una demora en cualquier actividad a lo largo de este puede demorar el proyecto total.
- T, el tiempo de finalización del proyecto total, que es calculado sumando los valores de tiempo esperado para aquellas actividades de camino crítico.
- V, la varianza del camino crítico, que es calculada sumando la varianza v de aquellas actividades individuales del camino crítico.
- Ejemplo: El siguiente ejemplo ilustra el procedimiento. Dada las siguientes informaciones (ver Tabla 25 y Figura 22) determinamos ES y EF para cada actividad.

Tabla 25. ES y EF para cada actividad.

Actividades	t
A 1-2	2
B 1-3	7
C 2-3	4
D 2-4	3
E 3-4	2

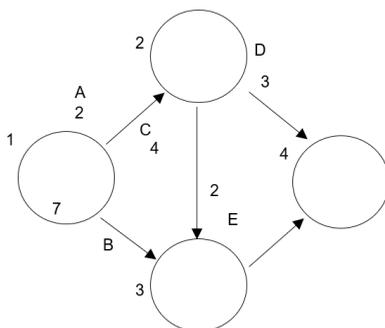


Figura 22. ES y EF.

Hallamos ES desplazándolos desde las actividades iniciales del proyecto a las actividades finales del proyecto. Para las actividades iniciales 1 – 2 y 1 – 3 ES cero o la fecha inicial, por ejemplo, 1 de agosto. Antes de poder comenzar una actividad, todas sus actividades predecesoras deben ser finalizadas. En otras palabras, buscamos el camino más largo que nos lleve a una actividad para determinar ES. Para la actividad 2 – 3, ES es 2, la única actividad predecesora es 1 – 2.

Por el mismo razonamiento, ES para la actividad 1 – 3 es 7. Sin embargo, para la actividad 3 – 4 hay dos caminos predecesores: actividad 1 – 3 con $t=7$ y actividades 1 – 2 y 2 – 3 con un tiempo total de $6(2+4)$. Por lo tanto, ES para la actividad 3 – 4 es 7 debido a que la actividad 1 – 3 debe ser finalizada antes que la actividad 3 – 4 pueda ser comenzada. A continuación, calculamos EF sumando t a ES para cada actividad. Veamos la siguiente tabla.

Tabla 26. Cálculos EF sumando t a ES para cada actividad.

Actividades	t	ES	EF
A 1-2	2	0	2
B 1-3	7	0	7
C 2-3	4	2	6
D 2-4	3	2	5
E 3-4	2	7	9

El tiempo más temprano para el cual el proyecto total puede ser finalizado es 9, porque tanto las actividades 2 – 4 ($EF=5$) como 3 – 4 ($EF=9$) deben ser finalizadas. Utilizando como base $t=9$, podemos trabajar hacia atrás substrayendo los adecuados valores. El tiempo más tarde que podemos comenzar la actividad 3 – 4 es el momento 7 (o $9 - 2$) en orden a poder completar el proyecto en el momento 9. Por lo tanto, LS para la actividad 3 – 4 es 7. Utilizando el mismo razonamiento, LS para la actividad 2 – 4 es 6 (o $9 - 3$). Lo más tarde que podemos comenzar la actividad 2 – 3 es 3 ($9 - 2 - 4$). LS para la actividad 1 – 3 es cero ($9 - 2 - 7$). Calcular LS para la actividad 1- 2 es más complicado debido a que existe dos caminos, y debemos elegir el camino más lento. Por lo tanto, LS para la actividad 1 – 2 es 1 ($9 - 2 - 4 - 2$) y no 4 ($9 - 3 - 2$). La siguiente tabla resume los resultados y calcula los tiempos de finalización y tiempos de holguras aplicando las siguientes fórmulas:

$$LF = LS + t$$

$$S = LF - EF \text{ ó } S = LS - ES$$

Tabla 27. Cálculos de ES, EF, LS, LF y S (1).

Actividades	t	ES	EF	LS	LF	S
A 1-2	2	0	2	1	3	1
B 1-3	7	0	7	0	7	0
C 2-3	4	2	6	3	7	1
D 2-4	3	2	5	6	9	4
E 3-4	2	7	9	7	9	0

Una vez calculados ES, EF, LS, LF y S, podemos analizar el proyecto total.

El análisis incluye determinar el camino crítico, el tiempo de realización del proyecto total (T), y la varianza del proyecto total (V).

Tabla 28. Cálculos de ES, EF, LS, LF y S (2).

Actividades	t	V	ES	LS	LF	S
1-2	2	2/6	0	1	3	1
1-3	7	3/6	0	0	7	0
2-3	4	1/6	2	3	7	1
2-4	3	2/6	2	6	9	4
3-4	2	4/6	7	7	9	0

El camino crítico son aquellas actividades con holgura o las actividades 1-3 y 3-4. El tiempo total(T) de realización del proyecto es 9, (7+2). La varianza del proyecto es 7/6 que es la suma de las varianzas de las actividades a lo largo del camino crítico (3/6 + 4/6).

9.3. Ventajas e inconvenientes del PERT y CPM

Han sido más de tres décadas las que han pasado desde que el PERT, CPM fueran por primera vez introducidos como herramienta de gestión de proyectos. Este es un tiempo suficiente para recapitular y examinar sus ventajas e inconveniente objetivamente.

Ventajas

- EL PERT es la única técnica más útil en las diferentes etapas de gestión de proyectos, especialmente en la programación y control.
- Maneja conceptos claros y matemáticamente no complejo, aunque los proyectos con cientos o miles de actividades deben ser tratados, informativamente (e.g. Harvard Total Project Manager, Project, Mac Project y Visi Schedule).
- La representación gráfica utilizada ayuda a percibir rápidamente las relaciones entre las actividades del proyecto.
- El camino crítico y el tiempo de holgura ayuda a destacar aquellas actividades que necesitan ser vigiladas estrechamente.
- La red generada procura documentación valiosa del proyecto y señala gráficamente las responsabilidades de las diferentes actividades.

- Controla no solo los tiempos sino los costes, evitando los costes de penalización por retrasos y la obtención de primas por finalización anticipada.

Limitaciones

- Las actividades del proyecto han de estar claramente definidas y han de ser independientes y estables en sus relaciones.
- Las relaciones de precedencia han de ser especificada claramente.
- No es del todo cierto que el tiempo de las actividades siga una distribución de probabilidad beta.
- Las estimaciones de tiempo tienden a ser subjetivas y están sujetas al temor de los directivos de ser demasiado optimista o pesimistas.
- Existe el peligro inherente a colocar demasiado énfasis en el camino más crítico, y no tiene en cuenta que los caminos cercanos al crítico también necesitan ser controlados de cerca.

CAPÍTULO X: LOS SISTEMAS DE INVENTARIOS EN LOS SERVICIOS

10.1. Introducción

Hasta la fecha, los directores de operaciones, tanto profesionales como académicos, se han centrado en el desarrollo de la teoría y planificación de los sistemas de control de inventario para las operaciones en fabricación. En este capítulo nosotros ampliaremos esta teoría al área de los servicios. Si un servicio es un acto, una realización o esfuerzo, ¿Por qué tenemos que ocuparnos de las decisiones de inventario? Existen varias razones que justifican el estudio de la decisión de inventario en los servicios.

- Primero, prácticamente todos los servicios utilizan algunas clases de materiales de inputs que son utilizados sobre los clientes, procurados durante la prestación del servicio o utilizado para generar servicio.
- Segundo, muchos servicios suministran un bien output además de un servicio (e.g., los comercios).
- Tercero, un nivel adecuado de servicios supone que la actuación de servicio no se demore por la falta de materiales o bienes relacionados con el servicio.

Algunas características de los servicios relevantes para los sistemas de control de inventario son:

Los materiales de input, output en los servicios. Las empresas de fabricación efectúan una transformación física de los materiales de input.

En cambio, en la mayoría de los servicios, la forma física de los materiales de input permanece inalteradas (e.g., comercio minoristas y grandes almacenes, inmobiliarias, restaurantes). Una inmobiliaria realmente acepta las propiedades como los propietarios se las suministran para vender, e incluso los restaurantes sirven algunas comidas exactamente de la misma forma en las cuales ellos la compran.

En cuanto a los materiales de output, estos son utilizados directamente en el cliente (e.g., cosméticos en un servicio de estaticen, hilo quirúrgico en una operación), y a diferencia de los outputs de fabricación, muchos de estos outputs no pueden ser almacenados por el cliente para utilizarlo en un momento posterior. En la Tabla 29 se muestran algunos ejemplos de materiales de input y de output para los servicios.

Tabla 29. Materiales de input y de output en los servicios.

Tipo de servicio	Materiales de input (que son procesados)	Bienes de output (que son vendidos)
Comercio, grandes almacenes, restaurantes	Bienes de consume, piezas de repuesto, ingredientes de comidas, comida cocinada, bebidas	Bienes de consumo, piezas de repuestos, comidas preparadas, bebidas
Asesoría Fiscal-Contable	Formularios, papel y tinta	Informe de documentación
Línea aérea	Gasolina, aceite, comidas, bebidas	Billetes, comidas y bebidas

- **La caducidad.** Los artículos de temporadas en los comercios, los ingredientes y comidas en los restaurantes, los periódicos, etc., son ejemplos de artículos perecederos de inventarios en los servicios. La Tabla 30 muestra algunos ejemplos de materiales de input y de output con diferentes grados de caducidad. Estos ejemplos de caducidad nos revelan que en los servicios el problema de inventario varía tremendamente. No obstante, en la mayoría de los servicios, el coste de mantener el inventario artículos perecederos por encima de un cierto período es muy elevado.

Tabla 30. La caducidad.

Vida de los artículos	Artículos
Muy corta	Ciertos órganos de trasplante, entradas para un espectáculo, etc.
Corta	Fruta fresca, artículos para una ocasión conmemorativa, etc.
Media	Medicamentos en un hospital, artículos de vestir de temporada, etc.
Larga	Sellos, libros, ciertos bienes de comercio, etc.

- **La mayor fragmentación de materiales de input.** La fragmentación se refiere a la necesidad de comprar determinadas cantidades o lotes de artículos, debido a la naturaleza de input, al tiempo de entrega, y/o a la dificultad o altos costes de realizar pequeños pedidos. La Tabla 31 da algunos ejemplos de materiales de input para varios niveles de fragmentación. Es muy común que los inputs de servicio tengan un nivel de fragmentación mayor y un flujo más continuo que los inputs en las empresas de fabricación. La mayoría de los pequeños servicios simplemente se suministran de materiales de input localmente cuando lo necesitan. Este aspecto de los servicios supone que el coste de mantenimiento de inventario de input tiende a ser despreciable en la mayoría de los servicios.

Tabla 31. La mayor fragmentación de materiales de input.

Fragmentación	Ejemplos
Mayor Fragmentación	Suministros de alimentos y otros artículos localmente disponibles, etc.

Fragmentación	Ejemplos
Moderada Fragmentación	Suministro de material de oficina como formularios, sobres, etc.
Menor Fragmentación	Suministro de ropas, cosméticos, etc., pedidos con meses de antelación.

10.2. Los sistemas de control de inventario en los servicios

a. Análisis ABC. La primera etapa en los sistemas de control de inventario es clasificar los artículos de inventario mediante análisis ABC. El análisis ABC divide los artículos del inventario en tres grupos basándose en el volumen de pesetas anuales. El análisis ABC es una aplicación a los inventarios del conocido principio de Pareto, que afirma que hay unos pocos elementos críticos y muchos triviales, y aconseja central los recursos en los pocos críticos y no en los muchos triviales.

Para determinar el volumen en pesetas en el análisis ABC, calculamos la demanda anual de cada artículo de inventario por el coste unitario. Los artículos de clase A son aquellos cuyo volumen anual en pesetas es alto, normalmente representan el 15 % del total de artículos en el inventario, y de un 70 a un 80 % del costo total de inventario. Los artículos de clase B son aquellos con un volumen moderado en pesetas anuales, que suele representar el 30 % de los artículos y el 15 % del coste total de inventario. Los artículos de clase C son aquellos con bajo volumen anual en pesetas, y representan el 55 % del total de artículos y su volumen anual en pesetas es aproximadamente del 5 % del coste total de inventarios. Por lo tanto, significativamente, el inventario de muchas organizaciones aparece representado por la Figura 23.

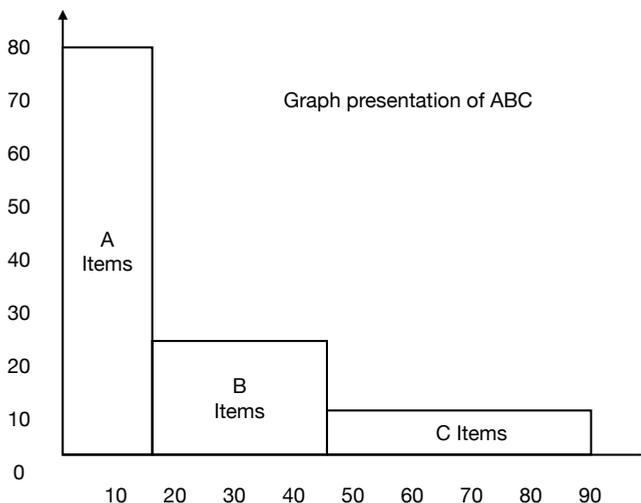


Figura 23. Present of inventory ítems.

b. Sistemas de control de inventario para artículos con demanda independiente.

Los sistemas de control de inventario son clasificados en dos tipos: para la demanda independiente y para la demanda dependiente. Los modelos de inventario discutidos en esta sección están basados en la hipótesis que la demanda para un artículo es independiente de la demanda para otro artículo. Por ejemplo, la demanda para los servicios de un dentista puede ser independiente de la demanda para los servicios de un cirujano del corazón. La demanda para el periódico EL PAIS puede ser independiente de la demanda para la revista Hola. Como los artículos sujetos a demanda independientes son directamente demandados por los clientes, están expuestos a una demanda incierta y por lo tanto se necesita un pronóstico de la demanda.

Un sistema de control de inventario tiene un conjunto de procedimientos que indican el tamaño del pedido y el momento del pedido. Existe una gran relación entre el tiempo del pedido y el tamaño del pedido. A mayor frecuencia de pedidos, más pequeño es el tamaño del pedido.

Debido a las variaciones aleatorias en la demanda para los serbios y en el tiempo de entrega para los artículos, las dos variables de tamaño y tiempo de pedido son difíciles de especificar. El efecto negativo de los errores en cantidad o tiempo son indicados en la Tabla 10.4, en los que se incluyen un excesivo Inventor y Level Fixed-Period Sistem.

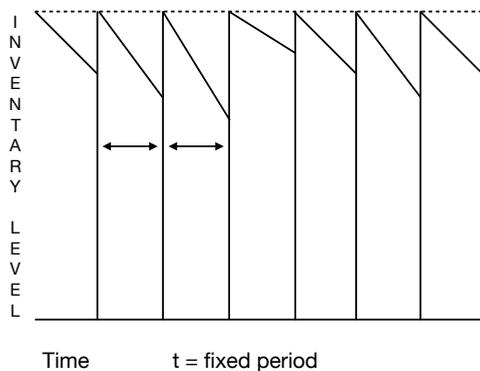


Figura 24. Nivel de inventario.

c. Sistema de control de inventario para la demanda dependiente (MRP).

La demanda para muchos artículos de servicio puede ser clasificada como demanda dependiente, que requieren un tipo dependiente de sistema de control de inventario del que previamente discutimos. Los artículos de demanda dependiente son aquellos cuya demanda está directamente relacionada o se

deriva de la demanda para otros artículos finales. Por ejemplo, en un restaurante donde el pan y ensalada están incluidos en todos los platos, la demanda de pan y ensalada es dependiente de la demanda de platos. La demanda de platos puede pronosticarse, pero la demanda de pan y ensalada es calculada o derivada de la demanda de platos comidas.

Los sistemas de planificación de los requerimientos materiales son utilizados para controlar los inventarios de artículos con demanda dependiente. Básicamente los sistemas de planificación de requerimientos de materiales toman un programa o pronóstico de los artículos finales, y utilizando la lista de materiales y la lista de mano de obra, determina que artículos componentes son necesitados y cuando son necesitados. También especifican cuando una operación debe comenzar y cuando los artículos deben ser comprados de tal forma que la operación sea acabada o los artículos lleguen cuando sean necesitados. Por lo tanto, un sistema de planificación de los requerimientos de materiales es tanto un sistema de control de inventario (decide cuándo y cuánto pedido) como un sistema de programación (decide cuándo una operación debe comenzar).

10.3. Modelo de cantidad económica de pedido (EOQ)

En este apartado desarrollaremos un modelo de cantidad fija de pedidos, determinando la cantidad económica de pedido para un inventario de impresos en una oficina. Dichos formularios pueden comprarse sueltos, en paquetes o en cajas que contienen 24 paquetes.

El costo del sistema está formado por dos componentes: el coste de mantenimiento y el coste de pedido. Los costes de mantenimiento son los costes de mantener en inventario una caja durante un mes. Este coste engloba los costes de alquiler de local, seguros, obsolescencia, agua, luz y coste de oportunidad del dinero invertido en inventarios. Los costes de pedidos son los costes incurridos en el procesamiento del pedido, en la recepción de los artículos, su traslado al almacén y el procesamiento del pago.

En orden a desarrollar el modelo de inventario tenemos:

- Q = Número de artículos comprados en un determinado momento.
- D = Índice de demanda, uso de los impresos durante un mes.
- P = Numero de meses en un ciclo de pedido.

- LT= Tiempo de pedido, es decir, el tiempo que transcurre entre realizar y recibir un pedido.
- ROP= Punto de pedido.

La primera parte de nuestro modelo es mostrado en la Figura 25. Una orden de tamaño Q es demanda a una ratio D. Cuando el inventario alcanza el nivel cero, se recibe un nuevo pedido, ya que hemos realizado el pedido con un tiempo de anticipación (LT) cuando el inventario alcanzó el ROP. La segunda parte del modelo muestra el lado del coste. Al seleccionar el tamaño del pedido advertimos que mientras mayor sea el pedido realizado, mayor es el inventario medio durante el año y por lo tanto se elevan los costes de mantenimiento. Por otro lado, a medida que se incrementa la cantidad pedida, se necesita realizar menos pedidos durante el año, y por lo tanto el coste de pedidos disminuye.

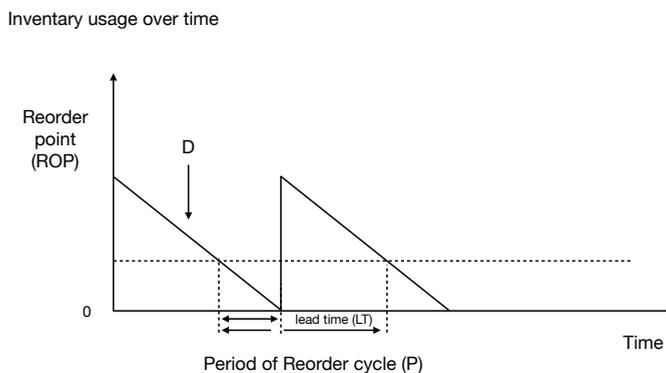


Figura 25. Tiempo de uso del inventaría.

Por lo tanto:

H= coste de mantener una caja de formulario por un mes.

S= coste de realizar el pedido.

Luego:

$Q/2$ = inventario medio (asumiendo la demanda constante).

D/Q = el número de ciclos de compras por mes.

El coste total del sistema (TC) es entonces:

$$TC = s (D/Q) + H(Q/2)$$

En el gráfico 25 los componentes de costes y el coste total son representados. El tamaño económico de pedido Q^* tiene lugar cuando los componentes de ambos costes son iguales.

$$S (D/Q) = H (Q/2)$$

Y por lo tanto, $Q^* = \sqrt{2DS / H}$

Por ejemplo, supóngase que el coste de realizar un pedido de formularios es $S=2000$ pts., el costo de mantener una caja de inventarios por un mes es $H=30$ pts. y la demanda de formularios por un mes es $D= 3$ cajas.

Entonces,

Fórmula 14. El tamaño económico de pedido.

$$Q^* = \sqrt{2 * 2000 / 30} = 20$$

Si se tarda dos meses desde el momento que una orden es realizada hasta que los formularios lleguen al almacén, el nivel de pedido es:

ROP= (demanda mensual x tiempo de pedido) = $3 \times 2 = 6$ cajas.

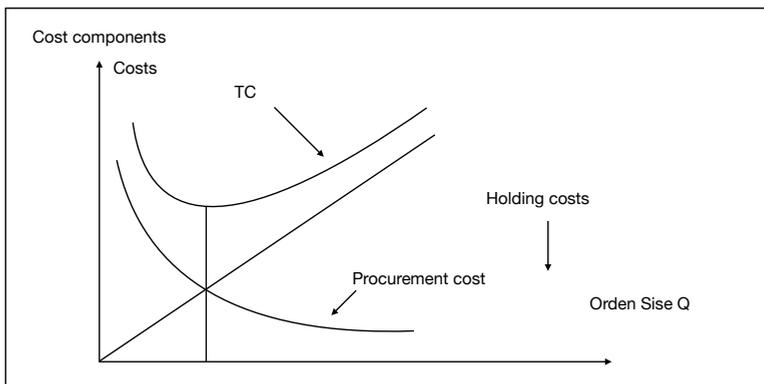


Figura 26. Nivel de pedido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abrahamson, E.** (1996). Management fashion. *Academy of Management Review*, 21(1). <https://doi.org/10.5465/amr.1996.9602161572>
- Álvarez, M. J.** (1996). La dirección de operaciones: ¿Qué es? ¿De dónde viene? ¿A dónde va? *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 5(3), 145-162. https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/4891/direccion_alvarez_REDEE_1996.pdf?sequence=1
- Amoako-Gyampah, K., y Meredith, J.** (1989). *The operations management research agenda: an update. Journal of Operations Management*, 8(3), 250-262. [https://doi.org/10.1016/0272-6963\(89\)90027-2](https://doi.org/10.1016/0272-6963(89)90027-2)
- Bahl, H.** (1989). Teaching production and operations management at the MBA level- A survey. *Production and Inventory Management Journal*, 30(3), 5-8.
- Bowen, K.** (1996). Teaching 800 MBAs technology and operations management. *Proceedings of the Conference on Teaching POM: Visions, Topics and Pedagogies*, 7.
- Buzacott, J. A.** (1995). A perspective on new paradigms in manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 14(2), 118-125. [https://doi.org/10.1016/0278-6125\(95\)98892-A](https://doi.org/10.1016/0278-6125(95)98892-A)
- Chand, S.** (1996). Teaching operations core: goals, teaching materials and organization. *Proceedings of the Conference on Teaching POM: Visions, Topics and Pedagogies*, 7. *Annual Meeting of the Production and Operations Management Society, 1-2 April, Indianapolis. (p 10).*
- Chase, R. B.** (1980). A classification and evaluation of research in operations management. *Journal of Operations Management*, 1(1), 9-14. [https://doi.org/10.1016/0272-6963\(80\)90006-6](https://doi.org/10.1016/0272-6963(80)90006-6)
- Chase, R. B., y Aquilano, N. J.** (1985). *Production and operations management: a life cycle approach. Richard D. Irwin.*
- Denzler, D. R.** (1996). *Operations management: a value driven approach. Richard D. Irwin.*
- Fernández, E.** (1993). *Dirección de la producción: fundamentos estratégicos. Civitas.*

- Filippini, R.** (1997). Operations management research: some reflections on evolution, models and empirical studies in OM. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(7), 655-670. <https://doi.org/10.1108/01443579710175583>
- Flynn, B. B., Sakakibara, S., Schroeder, R. G., Bates, K. A., y Flynn, E. J.** (1990). Empirical research methods in operations management. *Journal of Operations Management*, 9(2), 250-284. [https://doi.org/10.1016/0272-6963\(90\)90098-X](https://doi.org/10.1016/0272-6963(90)90098-X)
- Goffin, K.** (1998). Operations management teaching on european MBA programmes. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(5), 424-451. https://www.researchgate.net/publication/247625464_Operations_management_teaching_on_European_MBA_programmes
- Handfield, R.** (1996). Recent trends in operations management research. *Proceedings of the 1996 Annual Decision Sciences Institute Conference*.
- Hill, T.** (1994). *Manufacturing strategy: text and cases (2ª ed.)*. Richard D. Irwin.
- Johnston, R.** (1994). Operations: from factory to service management. *International Journal of Service Industry Management*, 5(1), 49-63. <https://doi.org/10.1108/09564239410051902>
- McCutcheon, D. M., y Meredith, J.R.** (1993). Conducting case study research in operations management. *Journal of Operations Management*, 11(3), 239-256. [https://doi.org/10.1016/0272-6963\(93\)90002-7](https://doi.org/10.1016/0272-6963(93)90002-7)
- Meredith, J. R., Raturi, A., Amoako-Gyampah, K., y Kaplan, B.** (1989). Alternative research paradigms in operations. *Journal of Operations Management*, 8(4), 297-326. [https://doi.org/10.1016/0272-6963\(89\)90033-8](https://doi.org/10.1016/0272-6963(89)90033-8)
- Meredith, J.R.** (1993). Theory building through conceptual methods. *International Journal of Operations & Production Management*, 13(5), 3-11. <https://doi.org/10.1108/01443579310028120>
- Meredith, J.R., y Amoako-Gyampah, K.** (1990). The genealogy of operations management. *Journal of Operations Management*, 9(2), 146-167. [https://doi.org/10.1016/0272-6963\(90\)90093-S](https://doi.org/10.1016/0272-6963(90)90093-S)
- Neely, A.** (1993). Production/operations management: research process and content during the 1980s. *International Journal of Operations & Production Management*, 13(1), 5-18. <https://doi.org/10.1108/01443579310023963>

- Nieto Antolín, M.** (1998). Docencia e investigación en dirección de operaciones: evolución y perspectivas. *VII Congreso Nacional de A CEDE: Empresa y economía institucional*, 20-22 de septiembre, Las Palmas de Gran Canaria, Ponencias Vol. II, (115-132).
- Paul, R. J., y Ebadi, Y. M.** (1985). The analysis of production/operations management: a review of best-selling production/operations management texts. *Academy of Management Review*, 10(3). <https://doi.org/10.5465/amr.1985.4279080>
- Riggs, J. L.** (1970). *Production systems: planning, analysis and control*. New York: John Wiley & Sons.
- Sower, V. E., Motwani, J., y Savoie, M. J.** (1997). Classics in production and operations management. *International Journal of Operation & Production Management*, 17(1), 15-28. <https://doi.org/10.1108/01443579710157961>
- Stonebraker, P.W., y Leong, G. K.** (1994). *Operations strategy: focusing competitive excellence*. Allyn & Bacon.
- Titus, G. J.** (1983). The practice of management science in R&D project management. *Management Science*, 29(8), 962-974.
- Westbrook, R.** (1995). Action research: a new paradigm to research in production and operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, 15(12), 6-20. <https://doi.org/10.1108/01443579510104466>

Economía, Organización y Ciencias Sociales

