

Dirección de operaciones

Elaborado por:

Equipo Vértice

EDITORIAL ELEARNING

ISBN: 978-84-16432-14-1

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra bajo cualquiera de sus formas gráficas o audiovisuales sin la autorización previa y por escrito de los titulares del depósito legal.

ÍNDICE GENERAL

TEMA 1. ESTRATEGIA DE PRODUCTO Y TECNOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN

1.1. Introducción a la dirección de operaciones	1
1.1.1. Ámbito de la dirección de producción/operaciones	1
1.1.2. Productividad	3
1.1.3. Decisiones estratégicas y tácticas	6
1.2. Estrategia de producto	9
1.2.1. Selección del producto	9
1.2.2. Desarrollo del producto	11
1.2.3. Definición y documentación	13
1.2.4. Transición a la producción	15
1.3. Diponibilidades tecnológicas	19
1.3.1. Cad/cam	20
1.3.2. Control numérico	21
1.3.3. Control de procesos y sistemas de visión	21
1.3.4. Robots	22
1.3.5. Almacenamiento automatizado y vehículos autoguiados	23
1.3.6. Sistemas flexibles y fabricación integrada por ordenador	23
1.3.7. Tecnología en los servicios	24
1.3.8. Procesado de transacciones	25
1.3.9. Información para la dirección y soporte de decisiones	26
1.3.10. Inteligencia artificial	26
1.4. Herramientas para la dirección de operaciones	28
1.4.1. Toma de decisiones	28
1.4.2. Estadística	32
Ideas clave	37
Autoevaluación del Tema 1	39

TEMA 2. PREVISIÓN Y PROGRAMACIÓN LINEAL

2.1. Previsión	42
2.1.1. Previsión y ciclo de vida del producto	42
2.1.2. Métodos cualitativos y cuantitativos	44
2.2. Previsión de series temporales	45
2.2.1. Descomposición de series temporales	45
2.2.2. Enfoque simple	46
2.2.3. Medias móviles	46
2.2.4. Alisado exponencial	47
2.2.5. Alisado exponencial con ajuste de tendencia . . .	48
2.2.6. Proyección de tendencia	51
2.2.7. Variaciones estacionales	53
2.3. Previsión causal	54
2.3.1. Análisis de regresiones	55
2.3.2. Error estándar	56
2.3.3. Coeficientes de correlación para rectas de regresión	56
2.3.4. Regresión múltiple	58
2.4. Seguimiento y control de previsiones	58
2.4.1. Desviación absoluta media	59
2.4.2. Error cuadrático medio	59
2.4.3. Señal de rastreo	59
2.4.4. Alisado adaptativo y previsión enfocada	60
2.5. Programación lineal	61
2.5.1. Problemas de maximización	63
2.5.2. Problemas de minimización	66
2.5.3. Problemas con más de dos variables de decisión . .	67
Ideas clave	70
Autoevaluación del Tema 2	72

TEMA 3. PROCESOS, CAPACIDAD Y LAYOUT

3.1. Estrategias de proceso	75
3.1.1. Producción ajustada	80
3.1.2. Capacidad	81
3.1.3. Análisis de equilibrio	83
3.1.4. Inversiones	86
3.2. Tipos de layout	88
3.2.1. Layout de posición fija	89
3.2.2. Layout orientado a proceso	90
3.2.3. Layout de oficinas	96
3.2.4. Layout de comercios	97
3.2.5. Layout de almacenes	99
3.2.6. Layout orientado a producto	99
3.3. Líneas de espera o teoría de colas	103
3.3.1. Costes en las colas	103
3.3.2. Características de las llegadas	104
3.3.3. Características de las líneas de espera	105
3.3.4. Características del dispositivo de servicios	106
3.3.5. Medida del funcionamiento de las colas	107
3.4. Modelos de colas	107
3.4.1. Líneas de espera de servidor único	108
3.4.2. Colas multicanal	110
3.4.3. Sistemas con tiempo de servicio constante	111
3.4.4. Población limitada	112
Ideas clave	115
Autoevaluación del Tema 3	117

TEMA 4. LOCALIZACIÓN Y TRANSPORTE

4.1. Localización	119
4.1.1. Factores de la localización	120
4.1.2. Evaluación de alternativas para la localización	123
4.1.3. Localización en el sector servicios	128
4.2. Modelo de transporte	130
4.2.1. Método del rincón noroeste	131
4.2.2. Algoritmo de stepping-stone	132
4.2.3. Algoritmo de distribución modificada	137
4.2.4. Análisis de localización de instalaciones	139
Ideas clave	141
Autoevaluación del Tema 4.	143

TEMA 5. CALIDAD TOTAL

5.1. Introducción al concepto de calidad	145
5.2. Gestión de calidad total	146
5.2.1. Mejora continua y kaizen	147
5.2.2. Potenciación de los trabajadores y círculos de calidad	147
5.2.3. Benchmarking	148
5.2.4. Just-in-time (jit)	149
5.3. Herramientas de calidad total	150
5.3.1. "casa de la calidad"	150
5.3.2. Técnicas de taguchi	152
5.3.3. Diagramas de pareto	153
5.3.4. Diagramas de proceso	153
5.3.5. Diagramas causa-efecto	153
5.3.6. Control estadístico de procesos	154
5.3.7. Inspecciones de calidad	154

5.4. Herramientas estadísticas	157
5.4.1. Control estadístico de procesos (SQC)	157
5.4.2. Muestreos de aceptación	165
Ideas clave	170
Autoevaluación del Tema 5.	172

TEMA 6. GESTIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS EN LA PRODUCCIÓN

6.1. Estrategia de recursos humanos	175
6.2. Planificación de la mano de obra	178
6.3. Diseño de trabajos	180
6.3.1. Especialización	180
6.3.2. Job-enrichment	181
6.3.3. Componentes psicológicos del trabajo	183
6.3.4. Ergonomía y métodos	185
6.4. Estándares y medición de tiempos	187
6.4.1. Experiencia histórica	188
6.4.2. Estudio de tiempos	188
6.4.3. Tiempos estándares predeterminados	192
6.4.4. Muestreo del trabajo	193
Ideas clave	197
Autoevaluación del Tema 6.	198

TEMA 1

ESTRATEGIA DE PRODUCTO Y TECNOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN

- 1.1. Introducción a la dirección de operaciones
 - 1.1.1. Ámbito de la dirección de producción/operaciones
 - 1.1.2. Productividad
 - 1.1.3. Decisiones estratégicas y tácticas
- 1.2. Estrategia de productor
 - 1.2.1. Selección del producto
 - 1.2.2. Desarrollo del producto
 - 1.2.3. Definición y documentación
 - 1.2.4. Transición a la producción
- 1.3. Disponibilidades tecnológicas
 - 1.3.1. CAD/CAM
 - 1.3.2. Control numérico
 - 1.3.3. Control de procesos y sistemas de visión
 - 1.3.4. Robots
 - 1.3.5. Almacenamiento automatizado y vehículos autoguiados
 - 1.3.6. Sistemas flexibles y fabricación integrada por ordenador
 - 1.3.7. Tecnología en los servicios
 - 1.3.8. Procesado de transacciones
 - 1.3.9. Información para la dirección y soporte de decisiones
 - 1.3.10. Inteligencia artificial
- 1.4. Herramientas para la dirección de operaciones
 - 1.4.1. Toma de decisiones
 - 1.4.2. Estadística

1.1. Introducción a la dirección de operaciones

1.1.1. Ámbito de la dirección de producción/operaciones

Se entiende por Producción y Operaciones el conjunto de actividades que transforma los recursos en bienes y servicios; el término "Producción" suele aplicarse a la creación de productos tangibles mientras que se suele conocer como "Operaciones" a la actividad de producción que tiene lugar en empresas de servicios.

Ciertamente no puede decirse que el producto o servicio creado sea competencia exclusiva de la Dirección o departamento de Operaciones. De las tres funciones principales, presentes en toda organización, "Producción/Operaciones" es la que efectivamente crea el producto, mientras que "Marketing" genera la demanda del mismo y "Finanzas" gestiona el estado de la sociedad con sus ingresos y pagos. Si mencionamos aquí esta información -de sobras conocida- es para resaltar que las fronteras de "Producción / Operaciones" varían de un sector a otro.

Está claro que en un Restaurante las Operaciones consisten en el cocinado y servicio de los platos (entre otras cosas), y que en una fábrica de automóviles la Producción consiste en montar las partes que los componen. Lo que en ocasiones no resulta tan obvio es que -en un banco- los procedimientos de ventanilla, la seguridad, el diseño de las instalaciones, y el cambio de moneda son Operaciones, no Finanzas; y que en una empresa estrictamente comercial son "Operaciones" la gestión del transporte de esa mercancía -para la que se ha hecho de intermediario- hasta las manos del comprador... aunque el departamento como tal no existiera en esa empresa y la gestión mencionada estuviese a cargo del departamento "Comercial"¹.

Enumaremos pues las actividades relacionadas con Producción / Operaciones con independencia del reparto que puedan hacer de ellas los organigramas de las diferentes empresas:

- Desarrollar nuevos productos. Si se trata de un producto tangible, de su construcción física; si se tratase de un servicio, de los procedimientos para su prestación.
- Seleccionar las herramientas de producción, equipos y procesos.
- Planificación, construcción y reparación de instalaciones.
- Sostenimiento de la fiabilidad del sistema, de su eficacia.
- Compras, aprovisionamiento.
- Gestión de inventarios.
- Marcar los objetivos de eficiencia productiva.
- Medida del trabajo y de la eficiencia.

¹ Incluso si la mercancía no hubiera llegado a pasar jamás por las manos del intermediario, la sola gestión administrativa para controlar que el fabricante "X" la remite a nuestro cliente "Y", sería un acto "operacional".

- Investigación operativa aplicando modelos matemáticos y haciendo uso del Sistema de Información.
- Aseguramiento de los objetivos en calidad.

De lo dicho puede deducirse que toda una serie de disciplinas están muy estrechamente ligadas a la actividad de Producción/Operaciones en la empresa: la ingeniería industrial; la investigación operativa; la estadística; las ciencias puras como biología, química, anatomía, o física, cuyos descubrimientos alteran radicalmente el diseño de los productos y sus procesos de fabricación; las ciencias que estudian los sistemas de información; y el control de calidad.

Puede dar la impresión de que la actividad de Producción/Operaciones es eminentemente fabril. No es cierto. En las economías occidentales algo más del 25% del personal de operaciones se encuentra en hostelería, educación y salud; casi otro 30% se halla en el comercio minorista o mayorista; algo más de un 15% está en construcción, inmobiliarias, finanzas, seguros y transportes; y tan sólo algo menos del 20% se halla en la industria.

La actividad -no el departamento- de Producción/Operaciones es en general la que más costes genera en casi cualquier organización, más del 75% de media, frente a los costes generados por los otros dos "pilares" mencionados, Marketing y Finanzas. De ahí que sea en el aumento de Productividad donde residen las mejores oportunidades de las empresas para aumentar sus beneficios.

Mejorar la Productividad significa conseguir un buen valor en el cociente entre los bienes y servicios creados (Outputs) y los recursos utilizados para ello (Inputs); cociente que mejoraría bien incrementando los Outputs, o bien disminuyendo los Inputs.

Es la Productividad la que mantiene la competitividad de un país, y la directa responsable de la mejora en el nivel de vida. Cualquier aumento retributivo -en el trabajo o en el capital- sin Productividad, sólo puede traducirse en inflación.

1.1.2. Productividad

Aunque básicamente la Productividad sea igual a las unidades producidas entre los inputs utilizados, los problemas a los que se enfrenta su cálculo son:

- Hallar unidades de medida precisas y pertinentes.

- La dificultad de tomar en cuenta la calidad en las medidas de productividad.
- La presencia de elementos -ajenos a la formulación- que sí pueden incidir directamente en la Productividad, por ejemplo: un fallo en el suministro eléctrico.

Estos problemas se acentúan en el sector servicios, es fácil imaginarlos aplicados a un bufete de abogados -pongamos por caso- pero ello no quiere decir que la medida de la Productividad sea menos importante en las empresas de Servicios que en las industriales, de hecho, dado su abandono, constituye una buena reserva de oportunidades de mejora en la mayoría de ellas.

La productividad puede incrementarse con la gestión de tres variables:

- Mano de obra.
- Capital.
- Gestión.

Estadísticamente -y a nivel mundial- la **Mano de Obra** contribuye entre un 0.5% y un 1% a las mejoras de Productividad anuales.

Las variables tradicionales que se asocian a esta mejora son la educación básica, la alimentación, y los beneficios sociales como el transporte y la sanidad, pero-obviamente- tales variables no tienen el mismo peso en todos los países: en los desarrollados y post-industriales la variable crítica es mantener y mejorar las habilidades de los trabajadores; pero nunca está de más conocer que en tres cuartas partes del mundo la alimentación sigue siendo la llave de la Productividad.



En nuestras sociedades post-industriales o "Sociedades del Conocimiento", una buena parte de la fuerza de trabajo ha migrado desde el trabajo puramente manual al trabajo basado en la aplicación de los conocimientos adquiridos, y por tanto la educación de los trabajadores seguirá ganando peso como variable productiva.

Aún así, todo tiene un límite, y se espera que las mejoras de productividad basadas en la Mano de Obra sean cada vez más difíciles y más caras, incluso combinando la capacidad del trabajador con su actitud y el compromiso con sus tareas.

El **Capital** proporciona la inversión para herramientas que van desde los ordenadores de sobremesa hasta la maquinaria más pesada, de modo que la inversión aporta anualmente entre un 0.4 y un 1.5% del incremento de la Productividad; dicho de otro modo, que el capital invertido crece un 1.5% anual, descontada la depreciación².

Cuando el capital invertido por empleado desciende, la Productividad cae; y la tendencia actual es que las inversiones de capital resulten cada vez más caras. Un recurso antiguo para esta situación de carestía consiste en que la mano de obra barata reemplace a las inversiones de capital, por ejemplo: utilizar cien hombres con palas para hacer el trabajo de una excavadora; Pero lo cierto es que muy difícilmente cien hombres baratos (y sus supervisores) podrían resultar más económicos que la excavadora, por lo que se hace necesario calcular muy bien la supuesta equivalencia de uno y otro método.

La **Gestión** adecuada, las mejoras en el uso de la tecnología y el conocimiento, las organizaciones dinámicas, están siendo la causa de incrementos de productividad superiores al 1.5% anual.

Cada técnica adicional necesita formación y rediseños organizativos y requiere que el responsable de Producción/Operaciones tome en sus manos la responsabilidad de extender el conocimiento y la tecnología disponibles. Utilizar de modo más efectivo el capital ha demostrado ser tan importante como invertir capital adicional.

En resumen, se puede producir con Mano de Obra pobremente formada, escasa inversión en bienes de capital, y métodos obsoletos... pero es dudoso que lo así producido pueda competir en un mercado internacional. Y esto vale exactamente igual para la prestación de servicios.

Suele considerarse que la productividad mejora muy lentamente en el sector servicios por las siguientes razones:

- El trabajo es intensivo en mano de obra.

² Estos resultados son meramente ilustrativos y refieren a los últimos decenios, no quitan - pues- que algunos períodos hayan conocido tasas de inversión menores o mayores.

- El trabajo suele ser procesado individualmente.
- A menudo se trata de una tarea intelectual desarrollada por profesionales.
- Es difícil de mecanizar y automatizar.

De hecho, en los países occidentales, alrededor de las dos terceras partes de la fuerza de trabajo se encuentra en el sector servicios, para producir tan sólo el 50% del Producto Nacional Bruto; pero no por ello debe caerse en la falacia de pensar que lo que no puede medirse por métodos tradicionales carece de importancia. El reto -pues- del sector servicios es encontrar el modo de aumentar su productividad con independencia de la problemática que le es propia.

1.1.3. Decisiones estratégicas y tácticas

La gestión de Producción/Operaciones debe tener en consideración diversos sistemas y subsistemas que pueden hallarse o no dentro de la empresa, y que pueden hallarse o no asignados al departamento de Producción/Operaciones. Así, directamente a cargo de la función de Operaciones solemos encontrar los sistemas de inventario, planificación, compras, y mantenimiento; no podrán gestionarse los anteriores sin tener en cuenta los sistemas de Marketing y Finanzas; e igualmente una buena dirección de Operaciones no puede obviar los sistemas exteriores a la empresa, como el entorno económico, comercial, e incluso jurídico y político.

Si esto puede parecer una observación genérica que también sería aplicable a cualquier función en la empresa, hemos de observar que en el caso de Producción /Operaciones adquiere una importancia especial: Son bien conocidas las pugnas de carácter estratégico en las que el departamento de Finanzas establece como objetivo mantener inventarios cerca de cero, mientras que el departamento de Marketing desea disponer de grandes reservas de producto en la idea de que una entrega fulminante - tras la compra- facilita alcanzar sus objetivos de venta.

En tales conflictos la función de Producción /Operaciones se halla completamente involucrada ya que es posible que debido a ellas se incurra en una suboptimización, es decir, una situación en la que puede estarse operando por debajo del mayor nivel alcanzable.

Si en general un sistema es un conjunto de variables interrelacionadas, los sistemas de Producción /Operaciones son más bien "sistemas de

transformación", básicamente dotados de cuatro elementos: inputs, transformaciones, outputs, y circuito de feedback.

La hegemonía departamental es un hecho en las organizaciones, pero no por común es deseable, ni mucho menos preferible a la cooperación y a la interdisciplinariedad. Las personas que desempeñan puestos de Operaciones han de saber a éste respecto que -de las características señaladas como contribuyentes al logro de una Ventaja Competitiva- el 28% se refieren a la Producción, incluyendo el producto, el proceso, la localización y la planificación.

Así pues la influencia de Producción/Operaciones en la Ventaja Competitiva de una empresa se lleva a cabo a través de diez decisiones estratégicas y tácticas:

- *Estrategia de Producto.* Decisiones sobre los costes de producción en relación a un cierto objetivo de calidad. El diseño de un producto o servicio suele establecer los límites inferiores de coste y los límites máximos de calidad que se derivan de tal diseño. Esta estrategia define lo fundamental del proceso de transformación.
- *Estrategia de Proceso.* Decisiones acerca de las alternativas tecnológicas, de calidad, de utilización, y de recursos humanos, que pueden emplearse para producir el producto o prestar el servicio.
- *Estrategia de Layout.* Distribución en planta (layout) relacionada con la Estrategia de Proceso elegida y sus implicaciones de localización, necesidades de capacidad, necesidades de inventario, y niveles de personal.
- *Estrategia de Localización.* Decisiones acerca de la ubicación del servicio o de la producción material. Fundamental para no disipar con una mala localización la eficiencia del sistema, obtenida en las decisiones anteriormente enumeradas.
- *Estrategia de Calidad.* Consistente en identificar y obtener los niveles de calidad demandados por los clientes.
- *Estrategia de Compras.* Decisiones acerca de lo que debe producirse y lo que debe comprarse. Asimismo esta estrategia afecta a la obtención de calidad, rapidez en entregas e innovación.
- *Estrategia de Recursos Humanos.* Decisiones sobre la calidad prevista de vida laboral, capacidades y habilidades necesarias

para la producción o prestación, y coste de las mismas. Esta es una de las partes indispensables y más costosas del diseño total del sistema.

- *Tácticas sobre inventarios.* Optimización de los inventarios de cara a la satisfacción de los clientes, los proveedores, los planes de producción, y la planificación de Recursos Humanos.
- *Tácticas de planificación.* Planes de producción eficaces y eficientes, control de las necesidades de instalaciones y recursos humanos.
- *Tácticas de mantenimiento y fiabilidad del sistema.*

El presente temario se centra en las decisiones estratégicas.

Aún así, estas diez áreas no abarcan todo lo que el directivo de Producción /Operaciones debe hacer o saber: es necesario comprender y participar en la estrategia general de la empresa para poder tomar decisiones de forma óptima en el área de Operaciones, pues un Marketing eficaz o un buen sistema financiero no van a conseguir que los productos o servicios sean mejores, ni que las entregas se realicen a tiempo.

Una adecuada estrategia de producción ha de tener en cuenta el Ciclo de Vida de los productos en igual medida en que lo hace la Dirección de Marketing³.

Un error común y compartido por todas las direcciones -incluida la de Producción- es pensar en las instalaciones y procesos como algo inamovible, o que no debiera reemplazarse hasta haberse amortizado lo anterior. Pero si una empresa llegase a perder Ventaja Competitiva por sentirse cautiva de las inversiones anteriormente realizadas, ello sería muestra de que no las había realizado correctamente. La estrategia es dinámica, tanto por causa de los cambios acaecidos en el entorno exterior como dentro de la compañía; y la Dirección de Operaciones no es ajena a la flexibilidad necesaria en todos los ámbitos de la empresa.

³ No es raro encontrar establecimientos que prestan un servicio obsoleto (en las varias acepciones de inadecuación que puedan hallarse) en medio de un entorno redondeado según la última campaña de imagen lanzada por Marketing para el relanzamiento del negocio. En estos casos se aprecia que el responsable de Operaciones no ha sido llamado, o no ha querido, o no ha sabido participar en la estrategia de la empresa.

1.2. Estrategia de producto

El objetivo de una "Estrategia de Producto" es asegurarse -mediante la misma- una Ventaja Competitiva en la satisfacción de las necesidades del mercado; en consecuencia las decisiones acerca de la selección y diseño del producto deben incumbir a toda la organización de manera que si los recursos tecnológicos, financieros, y humanos de ésta no fueran capaces de asegurar para el producto dicha Ventaja Competitiva, entonces tal producto o servicio no debería fabricarse u ofrecerse.

Cuatro son las fases que vamos a estudiar en relación a la Estrategia de Producto:

- Selección del producto.
- Desarrollo.
- Definición y documentación.
- Preparativos para la producción.

1.2.1. Selección del producto

Las oportunidades de introducción de nuevos productos surgen en cada cambio económico, social, demográfico, tecnológico, e incluso político⁴ , y ello comporta que el director de producción (aunque no sólo él) debe estar atento a estos factores de cambio y ser capaz de anticiparse a ellos. Como ya sabemos, los productos son continuamente desechados por una sociedad cambiante y puede hablarse de un Ciclo de Vida de aquellos, un tránsito desde la introducción del producto hasta su declive, pasando por una etapa de expansión y otra de madurez. El no crear productos nuevos supone a la larga un envejecimiento de la gama de productos ofertada, con la pérdida correspondiente de valor ante las novedades de la competencia.

4 Los cambios políticos tienen una incidencia mucho mayor de la que en principio pueda parecer. A finales de los 90 un gobierno deseoso de terminar con el dinero negro que se movía en el sector del transporte de mercancías decretó que todas las furgonetas por encima de cierto cubicaje no podrían circular sin "alta de autónomos", lo que de hecho equivalía a restringir su función sólo para uso profesional. Inmediatamente los fabricantes diseñaron un modelo que optimizaba el espacio de carga interior sin rebasar el límite fijado por el gobierno: la nueva ley había constituido la oportunidad para un nuevo producto.

Actualmente las empresas líderes generan el 80% de sus ventas con productos de menos de cinco años. La creación de nuevos productos se ha convertido necesariamente en un proceso continuo hasta el grado de que sólo llegan a introducirse en el mercado 25 de cada 500 productos diseñados, y tan sólo uno de aquellos obtiene éxito financiero. Naturalmente, la indispensable presencia de la Dirección de Operaciones en este proceso continuo debe simultanearse con las actividades regulares de producción a las que la empresa ya está comprometida.

¿Cómo afecta el Ciclo de Vida del producto a las estrategias de producción?

Durante la **fase de introducción** el producto todavía sufrirá algunos ajustes a las exigencias del mercado, dependiendo de la respuesta inicial de éste. La producción exigirá pues un enfoque de los recursos hacia las modificaciones, perfeccionamiento de los procesos, desarrollo de proveedores, e I+D adicional del producto. Se intenta incorporar al producto aquellas características deseadas por los clientes, al tiempo que se tiende a la mejora en las técnicas de producción.

El diseño del producto ya está prácticamente estabilizado al llegar la **fase de crecimiento**, ahora el acento ha de situarse en la previsión efectiva de las necesidades de capacidad, adaptando ésta al incremento de demanda.

En la **fase de madurez** es más que probable la llegada de competidores; este factor incidirá por un lado en la necesidad de controlar los costes, y -por otro- en la posibilidad de tener que emprender nuevas mejoras del producto ante la competencia. Ambas necesidades requerirán innovaciones en el sistema de producción encaminadas a lograr un alto volumen por un coste unitario menor, y a tal fin podría llegar a plantearse un recorte en la línea de producto.

Y finalmente, un producto en fase de declive no debería acaparar apenas recursos financieros ni talento desde el punto de vista de la Producción /Operaciones. Diagnosticar el declive de un producto es un juicio delicado que no corresponde a la Dirección de Operaciones: pueden incidir -a favor o en contra- de este juicio la inercia, el hecho de que algunos productos son "enseñas" de la empresa, y el riesgo de que al conceptualizar un producto como "declinante" se limite su publicidad con el resultado de hacer realidad tal apreciación. En cualquiera de estos casos y equívocos la Dirección de Operaciones debe modificar su estrategia de producto en coherencia con la fase conceptuada para él.

1.2.2. Desarrollo del producto

Un sistema de desarrollo de producto pasa por las siguientes fases:

- *Generación de ideas.* Tomando como fundamento los cambios tecnológicos, demográficos, sociológicos, culturales, económicos, políticos, etc. y utilizando la participación tanto de fuentes internas como externas: clientes, proveedores, distribuidores, personal propio, etc.
- *Requerimientos del mercado.* Enfoque para satisfacer al mercado.
- *Especificaciones funcionales.* Cómo debería funcionar el producto, qué uso se le dará, cómo interaccionará el cliente con él, etc.
- *Especificaciones de producto.* Cómo debería hacerse, producirse, fabricarse, y entregarse el producto (o "prestarse", si se tratara de un servicio).
- *Selección del diseño.* Selección de los factores que llevan a una producción económica y con "calidad robusta", concepto que se explicará posteriormente.
- *Test de mercado.* Prueba orientada a demostrar que los requerimientos del mercado -punto 2- se han satisfecho.
- *Introducción efectiva del producto en el mercado*
- *Evaluación del éxito.*

Desde el segundo punto hasta el octavo (ambos inclusive) figuraría el campo de acción de los "Equipos de desarrollo de producto". Tales equipos tienen la responsabilidad de conocer los requerimientos de mercado y conseguir satisfacerlos con el producto propuesto y lanzado; en coherencia con lo anterior suele tratarse de equipos mixtos que incluyen personal de marketing, compras, calidad y servicio al cliente, ventas, etc. además del de Producción /Operaciones.

Está demostrado que las posibilidades de éxito en el desarrollo de nuevos productos son mayores en las organizaciones abiertas con elevada participación, sin embargo es común utilizar -como alternativa a los equipos mencionados- un "Jefe de producto" que asume las responsabilidades descritas arriba; la elección de uno u otro modelo depende en gran medida de la viabilidad de un Equipo de Desarrollo en un cierto entorno organizativo y cultural de la empresa que se trate.

Los puntos tercero a sexto son el campo de acción de los "**Equipos de Ingeniería de Valor y Diseño para la Fabricación**", cuya responsabilidad es la mejora del diseño y de las especificaciones durante las etapas de investigación, diseño, y fabricación del producto; más concretamente, los beneficios esperables de su actividad son:

- Reducir la complejidad en la fabricación y uso del producto.
- Incrementar la estandarización de los componentes.
- Mejorar los aspectos funcionales (para qué sirve, cómo se utiliza, etc.).
- Mejoras en los procesos de fabricación y en la seguridad.
- Mejoras en el mantenimiento y servicios anejos al producto.
- Diseño "robusto" en calidad.
- Reducción de costes.

Algunos de los anteriores beneficios están ligados o son aspectos parciales de los otros. Los programas de ingeniería de valor reducen entre un 15 y un 70% de los costes sin menoscabo de la calidad, y está calculado que rentan entre 10 y 25 veces el gasto realizado en ellos.

En cuanto a la "Calidad Robusta" (término ya mencionado por dos veces en este texto) aclaremos que se predica de todo aquél diseño con la virtud de permitir pequeñas modificaciones ulteriores sin quedar por ello obligado a rehacerse completamente. Si a partir de un diseño inicial resultara luego imposible añadir mejoras o reducir costes sin trastornar radicalmente el desarrollo hecho hasta el momento, estaríamos ante lo contrario de "Calidad Robusta". Pongamos algún ejemplo: las cajas o "torres" que albergan las CPUs de los ordenadores personales están diseñadas para albergar expansiones futuras, pero esta "robustez" hubo de conquistarse paulatinamente a lo largo de los 90; sin duda todos habremos tenido la experiencia de algunos servicios cuya devolución, canje, o modificación -teóricamente aceptadas por el vendedor- tropiezan con demoras y otros problemas que delatan que el servicio está diseñado para seguir su procedimiento principal, pero que no soporta variaciones.

El **Análisis del valor** tiene idénticos objetivos a los de la Ingeniería del valor excepto en que ésta se lleva a cabo durante el diseño previo a la producción, mientras que el Análisis del valor tiene lugar durante la producción misma. Obviamente, una vez comenzada la producción -o la prestación del servicio- se reduce el número de modificaciones viables de llevar a cabo sobre el producto.