



UNIVERSIDAD
DE GRANADA

Dirección de Operaciones 1

Temario

Ismael Sallami Moreno

Recursos Ingeniería Informática y Ade

Licencia

Este trabajo está bajo una Licencia
Creative Commons BY-NC-ND 4.0.

Permisos: Se permite compartir, copiar
y redistribuir el material en cualquier
medio o formato.

Condiciones: Es necesario dar crédito
adecuado, proporcionar un enlace a la
licencia e indicar si se han realizado
cambios. No se permite usar el material
con fines comerciales ni distribuir
material modificado.



Dirección de Operaciones 1

Ismael Sallami Moreno

Índice general

I Teoría	7
1 Introducción a la Dirección de Operaciones	9
1.1 La Dirección de Operaciones en la Organización	9
1.2 Historia de la Dirección de Operaciones	10
1.3 Tendencias en la Dirección de Operaciones	10
1.4 La Estrategia de Operaciones	11
1.5 Técnicas de Toma de Decisiones	12
2 Gestión de la Cadena de Suministro	13
2.1 Importancia Estratégica	13
2.2 Elementos y Procesos	14
2.3 Estrategias de Gestión de la Cadena de Suministro	15
2.4 Riesgos en la Cadena de Suministro	16
2.5 Ética y Sostenibilidad	17
3 Diseño de Bienes y Servicios	19
3.1 Definición de desarrollo de nuevos productos	19
3.2 Ciclo de vida de los productos y servicios	21
3.3 Etapas en el desarrollo de nuevos productos	22
3.4 Estrategias en el desarrollo de nuevos productos	23
3.5 Técnicas de resolución de ejercicios para la toma de decisiones sobre diseño de bienes y servicios	24
II Práctica	25
1 Relaciones de Ejercicios	27
1.1 Árboles de decisión	27
1.2 Análisis de CVB y Cálculo de Productividad	45

III Material de Examen	53
-------------------------------	-----------

1 Formulario	55
---------------------	-----------

Parte I

Teoria

Introducción a la Dirección de Operaciones

1.1 La Dirección de Operaciones en la Organización

La **Dirección de Operaciones** se define como el conjunto de actividades que crean valor mediante la transformación de recursos productivos (entradas o *inputs*) en productos (salidas u *outputs*), ya sean bienes o servicios. Su objetivo fundamental es maximizar la productividad en este proceso de creación. Esta función es esencial en cualquier tipo de organización, desde empresas industriales hasta proveedores de servicios, e interactúa de manera integral con otras áreas funcionales clave como marketing y finanzas/contabilidad.

1.1.1 El Proceso de Transformación

El proceso de transformación constituye el núcleo de la dirección de operaciones, donde se convierten diversos *inputs* en *outputs* con valor añadido.

- **Inputs (Entradas):** Incluyen recursos como materias primas, mano de obra, equipamiento, energía e información.
- **Proceso:** Abarca actividades específicas como el procesamiento de transacciones, operaciones de vuelo, intervenciones quirúrgicas o controles de calidad, que añaden valor a las entradas.
- **Outputs (Salidas):** Son los bienes y servicios finales, tales como préstamos, transporte de pasajeros, tratamientos médicos o productos tangibles como automóviles y electrodomésticos.

El estudio de esta disciplina es fundamental para comprender cómo se organizan las empresas, el funcionamiento de los directores de operaciones (COO), la producción de bienes y servicios, y la gestión de una de las áreas que genera mayores costes en una organización.

1.1.2 Diferencias entre Bienes y Servicios

Las empresas industriales fabrican productos tangibles, mientras que las empresas de servicios satisfacen necesidades a través de prestaciones intangibles. Aunque ambos comparten la necesidad de estándares de calidad y una programación orientada al cliente, existen diferencias clave.

- **Intangibilidad:** Los servicios no son tangibles, a diferencia de los bienes físicos.
- **Producción y Consumo Simultáneo:** La producción y el consumo de un servicio ocurren al mismo tiempo, lo que impide su almacenamiento.
- **Interacción con el Cliente:** Los servicios implican una alta interacción, llegando a la coproducción, mientras que en la fabricación de bienes el contacto es menor.
- **Unicidad y Estandarización:** Los servicios son a menudo únicos y difíciles de estandarizar,

mientras que los bienes suelen ser más homogéneos.

- **Medición de Calidad:** La calidad en los servicios es subjetiva y difícil de medir, en contraste con los bienes, donde es más objetiva.

1.1.3 La Servitización: Un Modelo Híbrido

La distinción entre productos y servicios "puros" es cada vez más difusa, dando lugar a modelos de negocio híbridos. La **servitización** es el proceso mediante el cual las empresas, especialmente las manufactureras, integran servicios a sus productos para crear valor, mejorar la satisfacción del cliente y generar ventajas competitivas. Este modelo permite a las empresas industriales evolucionar hacia la prestación de servicios basados en sus productos manufacturados, generando ingresos recurrentes y fortaleciendo la relación con el cliente.

Se pueden identificar tres niveles de servitización:

- 1) **Servicios básicos:** Centrados en las competencias de producción.
- 2) **Servicios de apoyo o intermedios:** Incluyen mantenimiento y soporte al cliente.
- 3) **Servicios avanzados:** Se enfocan en el rendimiento o resultado del funcionamiento del producto, no en el bien físico en sí.

1.2 Historia de la Dirección de Operaciones

La Dirección de Operaciones ha evolucionado a lo largo de distintas eras, marcadas por hitos tecnológicos y conceptuales.

- **Era Preindustrial:** Caracterizada por la producción artesanal en gremios y economías domésticas.
- **Revolución Industrial (Adam Smith, 1776):** Con la aparición de la máquina de vapor, la mecanización de la industria (especialmente la textil) y la introducción de conceptos como la división del trabajo y la especialización, se sentaron las bases para la producción moderna.
- **Segunda Revolución Industrial (principios del siglo XX):**
 - **Frederik W. Taylor (1881):** Introdujo los estudios de tiempos y movimientos, promoviendo la formación, la estandarización de métodos de trabajo y los sistemas de incentivos para aumentar la productividad.
 - **Henry Ford (1908):** Implementó la línea de ensamblaje móvil, dando origen a la fabricación en masa. Durante esta era surgieron también técnicas como los gráficos de Gantt, la teoría de colas de Erlang, el muestreo estadístico para control de calidad y los sistemas de gestión de inventarios.
- **Era Posindustrial (Daniel Bell, 1973):** Se destaca la creciente importancia del sector servicios y su contribución al PIB. El desarrollo de la informática e Internet revolucionó la comunicación y las relaciones comerciales, otorgando una gran relevancia a la gestión de la cadena de suministro.

1.3 Tendencias en la Dirección de Operaciones

La Dirección de Operaciones contemporánea se enfrenta a un entorno dinámico, marcado por las siguientes tendencias:

- **Big Data e Industria 4.0:** La digitalización y el análisis de grandes volúmenes de datos (*Big Data*) están transformando la economía global, permitiendo una interconexión en tiempo real entre individuos, empresas y sociedades. El Internet de las Cosas (*IoT*) permite recopilar, analizar y distribuir datos para optimizar procesos en la cadena de suministro. La analítica

de *Big Data* (BDA) se utiliza en la toma de decisiones de marketing, logística, producción y aprovisionamiento, posibilitando simulaciones con carácter predictivo y preventivo.

- **Producción bajo demanda y Enfoque de respuesta rápida:** Las nuevas tecnologías permiten una mayor flexibilidad y reducción de costes, facilitando la adaptación a las necesidades cambiantes de los clientes.
- **Colaboración y gestión centrada en la cadena de suministro:** La competencia ya no es entre empresas, sino entre cadenas de suministro, lo que impulsa una mayor integración y colaboración.
- **Flexibilidad de las operaciones y Empoderamiento de los usuarios:** La capacidad de adaptación a las variaciones del mercado y la participación activa de los clientes en el diseño y producción son clave.
- **Economía circular y sostenibilidad medioambiental:** Se busca un replanteamiento del funcionamiento de la cadena de suministro para producir y consumir de manera más sostenible, reduciendo residuos y el agotamiento de recursos.

1.4 La Estrategia de Operaciones

La estrategia de operaciones se enmarca dentro de la estrategia global de la empresa y se articula en tres niveles jerárquicos: corporativo, competitivo y funcional. Su propósito es desplegar los recursos de un departamento específico para obtener una ventaja competitiva sostenible y alcanzar los objetivos definidos en la misión de la organización.

1.4.1 Ventaja Competitiva a través de las Operaciones

Para lograr una ventaja competitiva, la dirección de operaciones se enfoca en tres áreas clave:

- **Diferenciación:** Consiste en ofrecer un valor añadido que el cliente perciba como único. Puede manifestarse a través de una amplia gama de productos, funcionalidades específicas o, en el sector servicios, mediante la creación de una "experiencia" que involucre al cliente.
- **Liderazgo en Costes:** Busca lograr el máximo valor para el consumidor mediante la reducción de costes, sin sacrificar la calidad o el valor percibido.
- **Capacidad de Respuesta:** Se refiere al desarrollo y entrega del producto en el tiempo previsto, con una programación fiable y una ejecución flexible. Sus componentes son:
 - **Flexibilidad:** Adaptación a los cambios del mercado en diseño y volúmenes.
 - **Fiabilidad:** Cumplimiento garantizado de los plazos de entrega.
 - **Rapidez:** Acortamiento de los tiempos de diseño, producción y suministro.

1.4.2 Objetivos de Operaciones

La estrategia de operaciones se traduce en un conjunto de objetivos medibles que guían las decisiones. Estos varían según la estrategia de la empresa.

- **Objetivos Clásicos:**
 - **Coste o Eficiencia:** Optimización de los costes de mano de obra, materiales y otros recursos directos e indirectos.
 - **Calidad:** Tanto interna (ausencia de defectos) como externa (satisfacción de los requisitos del cliente).
 - **Plazo de Entrega:** Incluye la rapidez y la fiabilidad en la entrega.
 - **Flexibilidad:** Capacidad de modificar o introducir nuevos productos (en producto) y de ajustar los volúmenes de producción (en volumen).
- **Nuevos Objetivos:**

- **Servicio:** Prestaciones preventa y posventa.
- **Innovación:** Tanto radical (disruptiva) como incremental (mejora continua).
- **Ecoeficiencia y Sostenibilidad:** Cumplimiento de la legislación ambiental, prevención de incidentes, fabricación de productos ecológicos y liderazgo medioambiental para potenciar la imagen de la empresa.

1.4.3 Las 10 Decisiones de Operaciones

La estrategia de operaciones se implementa a través de diez decisiones clave, que se clasifican en estratégicas (a largo plazo) y tácticas/operativas (a corto plazo).

- **Decisiones de carácter estratégico:**

- Diseño del producto y del servicio.
- Gestión de la calidad.
- Diseño de procesos y planificación de capacidad.
- Localización.
- Distribución en planta o *layout*.

- **Decisiones tácticas y operativas:**

- Recursos humanos y diseño del trabajo.
- Gestión de la cadena de suministro.
- Gestión de inventarios.
- Planificación y programación.
- Mantenimiento.

1.5 Técnicas de Toma de Decisiones

Los directores de operaciones emplean diversas técnicas cuantitativas y cualitativas para fundamentar sus decisiones. A continuación, se describen algunas de las más relevantes.

- **Árboles de Decisión:** Es un esquema gráfico que representa secuencias de decisiones y los posibles eventos o consecuencias que pueden afectar a cada una de ellas, facilitando el análisis de problemas complejos con incertidumbre.
- **Análisis Coste-Volumen-Beneficio:** Relaciona los costes, ingresos y beneficios con el volumen de producción, permitiendo evaluar la rentabilidad de diferentes escenarios operativos.
- **Factores Ponderados:** Este método permite evaluar alternativas considerando múltiples factores, tanto cualitativos como cuantitativos. A cada factor se le asigna una ponderación según la importancia que le otorgue el decisor.
- **Método del Centro de Gravedad:** Técnica específica de la Dirección de Operaciones, utilizada en decisiones de localización. Su objetivo es determinar la ubicación óptima de una instalación para minimizar los costes totales de transporte y distribución.
- **Equilibrado de Cadenas (o de Líneas):** Aplicado en el diseño de la distribución en planta (*layout*), busca subdividir el flujo de trabajo de manera que el personal y los equipos se utilicen de la forma más eficiente y ajustada posible a lo largo de todo el proceso productivo.

Gestión de la Cadena de Suministro

2.1 Importancia Estratégica

La **Gestión de la Cadena de Suministro (GCS)**, o *Supply Chain Management (SCM)*, se ha consolidado como una herramienta estratégica fundamental en el modelo de negocio empresarial, trascendiendo su concepción inicial como una mera operación logística. Su objetivo principal es coordinar todas las actividades dentro de la cadena, desde los proveedores iniciales hasta el consumidor final, para maximizar su ventaja competitiva y los beneficios percibidos por el cliente.

El concepto ha evolucionado desde una gestión centrada en los flujos internos de la empresa hacia un enfoque de integración con proveedores y clientes. Este cambio de paradigma implica que la competencia ya no se produce entre empresas individuales, sino a nivel de cadenas de suministro. Las compras representan un porcentaje significativo de los costes de una empresa, por lo que la gestión eficiente de las relaciones con los proveedores, considerándolos "socios estratéгicos", es clave para obtener una ventaja competitiva.

2.1.1 Concepto de Cadena de Suministro

A lo largo del tiempo, diversos autores han definido la GCS con un alcance progresivamente más amplio.

- **Jones y Riley (1985):** La gestión del flujo total de materiales e información, desde los proveedores de materias primas hasta la entrega al consumidor final.
- **Christopher (1998):** El conjunto de empresas interrelacionadas en los procesos y actividades que generan valor en forma de productos y servicios para el cliente final.
- **Ballou (2004):** Una red de organizaciones y personas involucradas en el flujo de materia prima, productos, información y dinero, desde los proveedores hasta el consumidor.
- **Arias y Minguela (2018):** La coordinación sistemática y estratégica de las funciones de negocio, tanto dentro de una empresa como entre las empresas de la cadena, con el fin de mejorar el rendimiento a largo plazo de cada parte y de la cadena en su conjunto.

2.1.2 Diferencia entre GCS y Logística

Es importante distinguir la GCS de la logística, aunque a menudo se usen como sinónimos. La **logística** es la parte del proceso de la cadena de suministro que planifica, implementa y controla el flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información desde el origen hasta el consumo para satisfacer los requerimientos del cliente. Su origen se remonta al ámbito militar y tradicionalmente se asocia al transporte y almacenamiento.

La GCS tiene un alcance mucho más amplio, ya que integra procesos clave que van más allá del movimiento de bienes, abarcando la gestión de la oferta y la demanda dentro y entre empresas. La logística empresarial se puede segmentar en:

- **Logística de entrada (*inbound logistics*):** Corresponde al proceso de aprovisionamiento.
- **Logística interna:** Vinculada a los movimientos de materiales dentro del proceso de producción.
- **Logística de salida (*outbound logistics*):** Relacionada con el proceso de distribución del producto final.

2.1.3 Impacto de la Estrategia Corporativa en la GCS

La estrategia de la cadena de suministro se enmarca dentro de la jerarquía estratégica de la empresa (corporativa, competitiva y funcional). Las decisiones de la GCS deben estar alineadas con la estrategia corporativa, que puede ser de bajo coste, de respuesta rápida o de diferenciación. La Tabla siguiente detalla este impacto:

Cuadro 2.1: *Impacto de la Estrategia Corporativa en las decisiones de la Cadena de Suministro.*

	Estrategia de bajo coste	Estrategia de respuesta rápida	Estrategia de diferenciación
Selección de Proveedores	Basada en el coste.	Basada en capacidad, velocidad y flexibilidad.	Basada en habilidades para el desarrollo de productos.
Inventario	Minimizar para reducir costes.	Utilizar stocks de reserva para asegurar rapidez.	Minimizar para evitar obsolescencia.
Distribución	Transporte económico, venta a través de distribuidores de descuento.	Transporte rápido, servicio al cliente excelente.	Recopilar y comunicar datos de mercado.
Diseño del Producto	Maximizar rendimiento y minimizar costes.	Diseño que permite bajos tiempos de preparación y rápido incremento de producción.	Diseño modular que facilite la diferenciación.

2.2 Elementos y Procesos

2.2.1 Elementos Clave de la GCS

Toda cadena de suministro está compuesta, en general, por tres elementos o eslabones fundamentales:

- **Proveedores:** Se organizan en distintos niveles. El proveedor de primer nivel suministra directamente al fabricante, el de segundo nivel al de primer nivel, y así sucesivamente.
- **Fabricantes:** Transforman los materiales y componentes (*inputs*) en productos acabados. Pueden operar en una o varias fábricas, lo que afecta a la complejidad y coordinación de la cadena.
- **Distribuidores:** Incluyen mayoristas (venden a otras empresas) y minoristas (venden al cliente final).

Es importante destacar que no todos los eslabones deben estar formados por empresas diferentes; existen modelos de negocio con alta integración vertical. Además, una misma empresa, ya sea proveedora o distribuidora, puede formar parte de múltiples cadenas de suministro. Estos conceptos son aplicables tanto a empresas de productos como de servicios.

2.2.2 Canales de Distribución

El canal de distribución es el camino que sigue un producto desde el fabricante hasta el consumidor. Puede ser:

- **Canal Directo:** El fabricante vende directamente al consumidor, sin intermediarios. El uso de Internet como canal directo ha crecido significativamente.
- **Canales Indirectos:** Involucran a uno o más intermediarios (mayoristas, minoristas). Un canal con mayoristas necesariamente debe incluir también a un minorista para llegar al consumidor final.

2.2.3 Procesos Clave en la GCS

Para que una cadena de suministro sea competitiva, es crucial la integración de sus procesos de negocio clave. Según el marco de Cooper et al. (1997), estos procesos son:

- 1) **Gestión de las relaciones con clientes:** Define cómo se desarrollarán y mantendrán las relaciones con los clientes, segmentándolos según sus necesidades para ofrecerles los productos adecuados y mantener su satisfacción al menor coste posible.
- 2) **Gestión del servicio al cliente:** Establece los puntos de contacto con el cliente y gestiona incidencias, buscando resolverlas antes de que afecten al usuario final.
- 3) **Gestión de la demanda:** Busca equilibrar las necesidades del cliente con la capacidad productiva de la cadena para asegurar un flujo ininterrumpido.
- 4) **Gestión del flujo de producción:** Abarca todas las actividades de fabricación, incorporando la flexibilidad necesaria para servir a los clientes.
- 5) **Cumplimiento de los pedidos:** Incluye las actividades necesarias para crear una red que cumpla con las solicitudes de los clientes en plazo y cantidad, minimizando los costes de envío.
- 6) **Gestión de las relaciones con los proveedores:** Proceso análogo a la gestión de clientes, pero enfocado en seleccionar un grupo de proveedores clave para establecer relaciones a largo plazo, buscando un beneficio mutuo (*win-win situation*).
- 7) **Desarrollo y comercialización de nuevos productos:** Integra aportaciones de clientes y proveedores para reducir el tiempo de introducción de un nuevo producto en el mercado.
- 8) **Devoluciones (Logística inversa):** Gestiona todas las actividades relacionadas con el retorno de productos por parte de los clientes.

La integración de estos procesos, tanto a nivel intraorganizacional como interorganizacional, es determinante para generar y mantener ventajas competitivas.

2.3 Estrategias de Gestión de la Cadena de Suministro

No existe una estrategia única de GCS, ya que esta debe adaptarse a la naturaleza del producto y a la predictibilidad de su demanda. Centrándose en estos factores, se pueden identificar dos enfoques principales.

- **Productos funcionales:** Satisfacen necesidades básicas, con demanda estable y predecible, márgenes reducidos y baja variedad.
- **Productos innovadores:** Tienen un ciclo de vida corto, gran variedad, márgenes altos y una demanda difícil de predecir.

2.3.1 Estrategias Lean y Ágil

Basándose en la naturaleza de la demanda y en el objetivo de la cadena, surgen dos estrategias fundamentales:

- **GCS Lean (Eficiencia):** Adecuada para productos funcionales, se enfoca en la eficiencia, la productividad y la eliminación de despilfarros para lograr bajos costes logísticos y de inventario. Utiliza sistemas de fabricación de empuje (*push*).
- **GCS Ágil (Respuesta rápida):** Orientada a productos innovadores, prioriza la flexibilidad y la capacidad de respuesta, con una alta velocidad de distribución y selección de proveedores basada en su rapidez. Emplea sistemas de fabricación de arrastre (*pull*).

Muchas empresas se ven presionadas a combinar eficiencia y rapidez, lo que ha dado lugar a estrategias híbridas como la *ejecución diferida (postponement)* o el *reaprovisionamiento continuo*.

2.3.2 Seis Estrategias de Suministro

Además de los enfoques lean y ágil, existen seis estrategias de suministro que una empresa puede adoptar para configurar sus relaciones externas:

- 1) **Muchos proveedores:** Estrategia basada en la competencia agresiva entre proveedores, común para productos estándar (*commodity*). Se selecciona la oferta más barata para cada petición.
- 2) **Pocos proveedores:** Busca establecer relaciones a largo plazo con un número reducido de proveedores, lo que les permite alcanzar economías de escala. El coste de cambiar de proveedor es alto.
- 3) **Integración vertical:** Consiste en producir internamente bienes que antes se compraban o adquirir un proveedor (integración hacia atrás) o un distribuidor (integración hacia adelante).
- 4) **Joint Ventures (empresas conjuntas):** Colaboración formal en la que varias empresas establecen una propiedad común para desarrollar nuevos productos o mercados.
- 5) **Redes Keiretsu:** Coalición de empresas en la que los proveedores se integran profundamente, combinando colaboración, compra a pocos proveedores e integración vertical. Se basa en relaciones a largo plazo y apoyo mutuo.
- 6) **Empresas virtuales:** Organizaciones que dependen de una red de proveedores externos para proporcionar servicios bajo demanda. La cadena de suministro es, en esencia, la propia empresa.

2.4 Riesgos en la Cadena de Suministro

La gestión de la cadena de suministro conlleva riesgos, definidos como la posibilidad y el efecto de un desajuste entre la oferta y la demanda. La creciente dependencia de la cadena (comprar más, fabricar menos), la especialización con pocos proveedores y los bajos inventarios incrementan el riesgo. Estos riesgos pueden ser de origen diverso: naturales, políticos, financieros o sistémicos, como los derivados de pandemias o desastres naturales con impacto global.

La gestión de estos riesgos se ha convertido en un reto estratégico, ya que trabajar con muchos proveedores aumenta la complejidad logística, mientras que hacerlo con pocos aumenta la dependencia.

Para mitigar estos riesgos, las empresas pueden aplicar diversas tácticas:

- **Riesgos de proveedores (fallos en envío o calidad):** Mitigados con el uso de múltiples proveedores, contratos con penalizaciones, una cuidadosa selección y supervisión, y la disponibilidad de subcontratistas de reserva.
- **Riesgos logísticos (retrasos o daños):** Se gestionan mediante la diversificación de modos de transporte y almacenes, embalajes seguros y contratos eficaces.
- **Pérdida de información:** Se previene con bases de datos redundantes, sistemas de TI seguros y formación de los socios de la cadena.
- **Riesgos políticos y económicos:** Se mitigan con seguros, diversificación internacional, franquicias y coberturas para el riesgo del tipo de cambio.
- **Catástrofes, robos o terrorismo:** Se afrontan con seguros, fuentes de suministro alternativas, diversificación y medidas de seguridad (por ejemplo, GPS).

El proceso para mitigar los riesgos se desarrolla en cuatro etapas: 1) interpretación y visualización de riesgos, 2) medición y priorización, 3) toma de acciones, y 4) seguimiento y revisión continua.

2.5 Ética y Sostenibilidad

La gestión de la cadena de suministro debe regirse por principios éticos y de sostenibilidad. La ética personal y la ética dentro de la cadena exigen que las empresas establezcan normas para sus proveedores, similares a las que aplican para sí mismas, ya que la sociedad demanda un comportamiento ético a lo largo de toda la cadena.

2.5.1 Sostenibilidad en la GCS

La sostenibilidad en la GCS implica gestionar los flujos de productos, información y finanzas con un enfoque en las preocupaciones sociales y medioambientales. Los tres pilares de la sostenibilidad son:

- **Pilar medioambiental:** Centrado en la criticidad de los recursos y la promoción de la economía circular.
- **Inclusión social y equidad distributiva:** Busca garantizar que quienes fabrican los productos compartan equitativamente los beneficios y que no se produzcan situaciones de exclusión o "esclavitud moderna". Leyes como la Ley de Transparencia en las Cadenas de Suministro de California buscan frenar estas prácticas.

Existe una creciente conciencia en el sector empresarial sobre la importancia de la sostenibilidad. Muchas empresas invierten en cadenas más sostenibles, no solo porque es lo correcto, sino porque también genera retornos financieros. Un aspecto clave es la distinción entre:

- **Logística directa:** Flujo de productos hacia el cliente.
- **Logística inversa:** Flujo de productos desde el cliente de vuelta a la empresa, relacionado con devoluciones, reciclaje o reacondicionamiento.

Una **cadena de suministro de bucle cerrado** se refiere al diseño proactivo de una cadena que optimiza tanto los flujos hacia adelante como los flujos inversos, integrando la sostenibilidad desde el inicio.

Capítulo 3

Diseño de Bienes y Servicios

3.1 Definición de desarrollo de nuevos productos

El **concepto de producto** se define como “*algo que se ofrece a un mercado con la finalidad de que se le preste atención, sea adquirido, usado o consumido, con el objeto de satisfacer un deseo o necesidad*”. Un producto engloba un conjunto de atributos, tanto tangibles como intangibles (envase, precio, marca, servicios, etc.), que los compradores perciben como capaces de satisfacer sus necesidades.

Las actividades de producción de bienes y servicios se denominan **operaciones**, y su gestión, **Dirección de Operaciones**. Esta disciplina busca crear valor transformando recursos (inputs) en productos (outputs). Las diferencias entre bienes (manufacturas) y servicios son clave para entender su diseño y gestión:

- **Bienes:** Son productos físicos y duraderos, que pueden ser inventariados. Generalmente, implican poco contacto con el cliente, tiempos de respuesta largos y su calidad es más fácil de medir objetivamente.
- **Servicios:** Son intangibles y perecederos, no se pueden inventariar. Requieren un alto contacto con el cliente, tiempos de respuesta cortos y su calidad es más subjetiva y, por tanto, más difícil de medir.

Cuadro 3.1: *Las diferencias entre bienes y servicios influyen en cómo se aplican las 10 decisiones de operaciones*

Decisiones de operaciones	Bienes	Servicios
Diseño de bienes y servicios	Normalmente el producto es tangible.	El producto no es tangible. Una nueva gama de atributos del producto: una sorpresa.
Gestión de la calidad	Muchas normas de calidad objetivas.	Muchas normas de calidad subjetivas: un color bonito.
Diseño del proceso y de la capacidad	El cliente no está implicado en la mayor parte del proceso.	El cliente puede estar implicado directamente en el proceso: un corte de pelo. La capacidad debe adecuarse a la demanda para evitar pérdida de ventas: los clientes normalmente evitan esperar.
Selección de localización	Puede ser necesario estar cerca de las materias primas o de la mano de obra.	Puede ser necesario estar cerca del cliente: alquiler de coches.
Diseño del layout	El layout puede mejorar la eficiencia.	Puede mejorar el producto y la producción. Ej. layout de un restaurante elegante.
Recursos humanos y diseño del puesto de trabajo	Mano de obra centrada en habilidades técnicas. Los estándares de trabajo pueden ser constantes. Posible sistema salarial basado en la producción.	La mano de obra directa necesita normalmente poder relacionarse con el cliente: cajero de un banco. Los estándares de trabajo varían según las exigencias del cliente: procesos legales.
Gestión de la cadena de suministros	Las relaciones en la cadena de suministros son vitales para el producto final.	Las relaciones de la cadena de suministros son importantes pero no son vitales.
Inventario	Las materias primas, los productos semiacabados y los acabados pueden almacenarse.	La mayor parte de los servicios no puede almacenarse, por lo que hay que encontrar otras formas de acomodarse a los cambios de la demanda.
Programación	La posibilidad de almacenar puede permitir nivelar la tasa de producción.	Ocupada en satisfacer los plazos inmediatos del cliente utilizando los recursos humanos.
Mantenimiento	El mantenimiento es habitualmente preventivo, y se da en el lugar de producción.	El mantenimiento es normalmente una “reparación”, que se realiza en el lugar donde está el cliente.

El **Desarrollo de Nuevos Productos (DNP)** es la secuencia de decisiones que conduce a la creación de un nuevo bien o servicio. Este proceso se puede clasificar según:

- **El tipo de innovación:** Puede ser **radical**, si crea algo completamente nuevo, o **incremental**, si consiste en mejoras sobre productos ya existentes.
- **La complejidad:** Depende de la cantidad de variables y de la sofisticación del conocimiento requerido.

El DNP es una **decisión transversal** que requiere la coordinación de múltiples áreas funcionales como Marketing, I+D, Producción, Compras, Finanzas y Dirección General. La colaboración entre departamentos se puede gestionar mediante dos enfoques:

- **Enfoque secuencial:** Cada departamento completa su fase antes de pasarla al siguiente. Es un proceso más lento y menos flexible.
- **Enfoque concurrente o simultáneo:** Los departamentos trabajan de forma paralela y coordinada, lo cual acelera el desarrollo del producto.

Cuadro 3.2: *Comparativa de ventajas e inconvenientes de los enfoques secuencial y concurrente*

Aspecto	Enfoque Secuencial	Enfoque Concurrente
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Proceso estructurado y fácil de gestionar. - Menor riesgo de conflictos entre departamentos. - Claridad en la asignación de responsabilidades. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción del tiempo total de desarrollo. - Mayor flexibilidad y capacidad de respuesta. - Fomenta la colaboración y la innovación.
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> - Proceso más lento debido a la naturaleza secuencial. - Menor flexibilidad ante cambios en el entorno. - Posible falta de integración entre departamentos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor complejidad en la gestión del proyecto. - Riesgo de conflictos entre departamentos. - Requiere una comunicación y coordinación más intensiva.

Ventajas: mayor información, información disponible con antelación y previsión de posibles problemas. Desventajas: mayor complejidad organizativa, mayores tiempos de toma de decisiones y mayor dificultad en la toma de decisiones. [COMPLETAR]

3.2 Ciclo de vida de los productos y servicios

El **Ciclo de Vida del Producto (CVP)** describe las distintas etapas por las que pasa un producto desde su lanzamiento al mercado hasta su desaparición. Este modelo pone en relación el tiempo (eje X) y el volumen de ventas (eje Y). Cada etapa presenta desafíos y oportunidades que exigen reajustar las estrategias de operaciones, marketing y finanzas. La duración del CVP varía según la naturaleza del producto, pero no debe confundirse con la vida útil del mismo para el consumidor.

Las cuatro fases del ciclo de vida son:

- 1) **Introducción:** Las ventas crecen lentamente mientras el producto se da a conocer. Se caracteriza por:
 - Fuertes desembolsos en I+D y modificaciones de procesos, generando pérdidas y un flujo de caja (cash-flow) negativo.
 - Métodos de producción flexibles y poco eficientes, baja gama de producto y poca

- competencia.
- Los esfuerzos de diseño y desarrollo del producto son críticos.
 - En esta fase se encuentran los "early adopters", clientes que buscan innovación y están dispuestos a pagar un precio premium.
 - Ejemplos: coches voladores, coches autónomos, realidad virtual.
- 2) **Crecimiento:** La demanda aumenta rápidamente. En esta fase:
- El diseño del producto comienza a estabilizarse y se realizan inversiones para aumentar la capacidad productiva.
 - El beneficio y el flujo de caja se vuelven positivos.
 - La previsión de la demanda se vuelve crítica para la gestión de la capacidad.
- 3) **Madurez:** El mercado se satura y el volumen de ventas se estabiliza. Es la fase de mayor rentabilidad. Se caracteriza por:
- Estandarización del producto y del proceso, buscando economías de escala para reducir costes.
 - La competencia es intensa, a menudo basada en costes.
 - Es el momento ideal para iniciar el desarrollo de nuevos productos que sustituyan a los actuales.
- 4) **Declive:** Las ventas y los beneficios disminuyen paulatinamente. La empresa debe decidir si:
- Abandona el producto, liquidando existencias.
 - Reubica la inversión en productos con mayor potencial.
 - Intenta reinventar.^{el} producto.
 - Desde operaciones, se debe reducir la capacidad y minimizar costes, eliminando productos sin margen aceptable.

3.3 Etapas en el desarrollo de nuevos productos

El proceso de DNP se puede estructurar en una secuencia de decisiones clave, que abarca desde la concepción de la idea hasta su llegada al mercado. Las etapas fundamentales son:

- 1) **Identificación de la oportunidad de negocio (Generación y selección de ideas):**
Las ideas para nuevos productos pueden surgir de diversas fuentes:
- *Consumidores (Tirón de la Demanda):* Comprender las necesidades y deseos del cliente es un punto de partida fundamental.
 - *I+D (Empuje Tecnológico):* Los avances tecnológicos hacen posibles nuevos productos.
 - *Competidores:* A través del benchmarking se pueden obtener ideas para mejorar o diferenciar la oferta.
 - *Empleados e Innovación Abierta.*
- Una vez generadas, las ideas se someten a un filtro de viabilidad comercial (marketing), técnica (operaciones) y financiera (finanzas).
- 2) **Diseño (Preliminar y Final):** Esta fase transforma la idea en un concepto tangible. Las decisiones de diseño abarcan la función, costes, calidad, impacto medioambiental y métodos de producción. Para ello se utilizan diferentes **elementos y herramientas de diseño:**
- **Diseño Robusto:** Busca que pequeñas variaciones en la producción no afecten negativamente al producto final.
 - **Diseño Modular:** Subdivide el producto en módulos intercambiables, lo que facilita la variedad y la reparación.
 - **Diseño Asistido por Ordenador (CAD) y Fabricación Asistida por Ordenador (CAM):** Programas informáticos que agilizan el diseño, la preparación de la documentación de ingeniería y el control de los equipos de producción, reduciendo

costes y tiempos.

- **Despliegue de la Función de Calidad (QFD):** Es una herramienta, cuya representación gráfica es la "casa de la calidad", que permite traducir los deseos del cliente en características técnicas del producto.
 - **Ingeniería de Valor y Análisis de Valor:** Se centran en la mejora del diseño y las especificaciones para reducir costes sin sacrificar funcionalidad, antes de la producción (ingeniería) o durante ella (análisis).
- 3) **Construcción y evaluación de prototipos:** Se crean modelos o versiones iniciales del producto (maquetas, plantas piloto) para realizar evaluaciones técnicas y de mercado (lanzamiento en zonas piloto, paneles de consumidores). Esto permite probar el producto antes de comprometer recursos a gran escala.
- 4) **Producción:** En esta fase, se toman las decisiones relativas al diseño del proceso y la planificación de la capacidad.
- 5) **Comercialización:** Es la introducción del producto en el mercado, una función gestionada principalmente por el área de marketing.

3.4 Estrategias en el desarrollo de nuevos productos

La creciente sofisticación tecnológica y la reducción de los ciclos de vida de los productos obligan a las empresas a **acelerar su proceso de desarrollo**. La competencia basada en el tiempo, que busca rapidez en el diseño, producción y entrega, se ha convertido en una ventaja competitiva clave. Las estrategias de DNP se pueden clasificar en un continuo que va desde el desarrollo interno hasta el externo:

- **Estrategias de desarrollo interno:**
 - *Mejoras de productos existentes:* Cambios incrementales en productos actuales.
 - *Migraciones de productos existentes:* Se aprovechan las plataformas de productos actuales para crear nuevas versiones, acelerando el desarrollo y reduciendo costes y riesgos.
 - *Nuevos productos desarrollados internamente:* Es la opción más lenta y arriesgada, pero ofrece un control total.
- **Estrategias de desarrollo externo:** Buscan adquirir tecnología o experiencia fuera de la empresa para acelerar el proceso.
 - *Adquisición de tecnología:* Comprar una empresa que ya ha desarrollado la tecnología deseada.
 - *Empresas conjuntas (Joint Ventures):* Dos o más empresas establecen una propiedad común para lanzar un nuevo producto. El riesgo y el coste se comparten.
 - *Alianzas:* Acuerdos de cooperación donde las empresas permanecen independientes pero persiguen objetivos comunes. Son adecuadas cuando las tecnologías son incipientes y los riesgos elevados.

3.5 Técnicas de resolución de ejercicios para la toma de decisiones sobre diseño de bienes y servicios

Las decisiones sobre el diseño de productos a menudo se toman en condiciones de **riesgo** o **incertidumbre**. Para abordar estas situaciones, se utilizan técnicas cuantitativas que ayudan a estructurar el problema y a evaluar las alternativas.

- **Matriz de Decisión:** Es una herramienta que permite analizar un problema con una decisión única. Se estructura con:
 - **Estrategias o alternativas:** Las diferentes opciones que el decisor puede elegir.
 - **Estados de la naturaleza:** Sucesos futuros que no están bajo el control del decisor y para los cuales se pueden conocer (o no) sus probabilidades de ocurrencia.
 - **Resultados o desenlaces:** Las consecuencias (beneficios, costes) de cada combinación de estrategia y estado de la naturaleza.

En condiciones de riesgo, se conoce la probabilidad de cada estado de la naturaleza. El criterio de decisión más común es el **Valor Monetario Esperado (VME)**, que se calcula para cada alternativa sumando los resultados ponderados por sus probabilidades. Se elige la alternativa con el mayor VME.

- **Árboles de Decisión:** Se utilizan cuando el decisor se enfrenta a una **secuencia de decisiones** dependientes entre sí. Un árbol de decisión es un esquema gráfico que representa:
 - **Nudos decisionales** (cuadrados): Puntos donde se elige entre varias alternativas (ramas decisionales).
 - **Nudos aleatorios** (círculos): Puntos donde ocurren los estados de la naturaleza (ramas aleatorias), cada uno con su probabilidad asociada.
 - **Resultados esperados:** Se sitúan al final de cada secuencia de ramas.

La resolución del árbol se realiza "hacia atrás", desde la derecha hacia la izquierda, calculando el VME en cada nudo aleatorio y eligiendo la rama con el mejor resultado en cada nudo decisional.

Ambas técnicas, aunque son herramientas estratégicas y tácticas generales, son de aplicación directa en las decisiones de diseño de productos y servicios.

Parte II

Práctica

Capítulo 1

Relaciones de Ejercicios

1.1 Árboles de decisión

Ejercicio 1.1.1. Silicon Inc., un fabricante de semiconductores, está investigando la posibilidad de fabricar y comercializar un procesador. Este proyecto requerirá la compra de un sofisticado sistema de CAD, o la contratación y la formación de varios ingenieros más. El mercado para el producto puede ser favorable o desfavorable. Silicon Inc., por supuesto, tiene la opción de no desarrollar el producto. Con una acogida favorable del mercado, las ventas serían de 25.000 procesadores vendidos a 100 dólares la unidad, y si la acogida del mercado no fuese favorable, las ventas serían de tan sólo 8.000 procesadores vendidos a 100 dólares cada uno. El coste del equipo CAD es de 500.000 dólares, pero el de contratar y preparar a tres nuevos ingenieros es de tan sólo 375.000 dólares. Sin embargo, el coste de fabricación iría desde los 50 dólares la unidad (cuando se fabrica sin el CAD) a 40 dólares (cuando se fabrica con el CAD). La probabilidad de una acogida favorable del nuevo microprocesador es del 40 %, mientras que la probabilidad de una acogida mala es del 60 %. Aplicando la técnica del árbol de decisión, ¿qué alternativa elegiría en base al beneficio y cuáles serían los resultados?

Solución 1.1.1. Nos quedaría el siguiente grafo de decisiones de la figura 1.1.

$$\begin{aligned}\Delta_1 &= 25000 \cdot (100 - 40) - 500000 = 1000000 \\ \Delta_2 &= 8000 \cdot (100 - 40) - 500000 = -25000 \\ \Delta_3 &= 25000 \cdot (100 - 50) - 375000 = 875000 \\ \Delta_4 &= 8000 \cdot (100 - 50) - 375000 = 25000 \\ \Delta_5 &= 0\end{aligned}$$

Cálculo de los valores monetarios esperados de derecha a izquierda:

$$VME_3 = 0,4 \cdot 1000000 - 20000 \cdot 0,6 = 3880000$$

$$VME_4 = 365000$$

$$VME_2 = 388000$$

$$VME_1 = 388000$$

Podemos concluir con que la mejor solución es comprar el CADA y el VME sería de 388000 dólares.

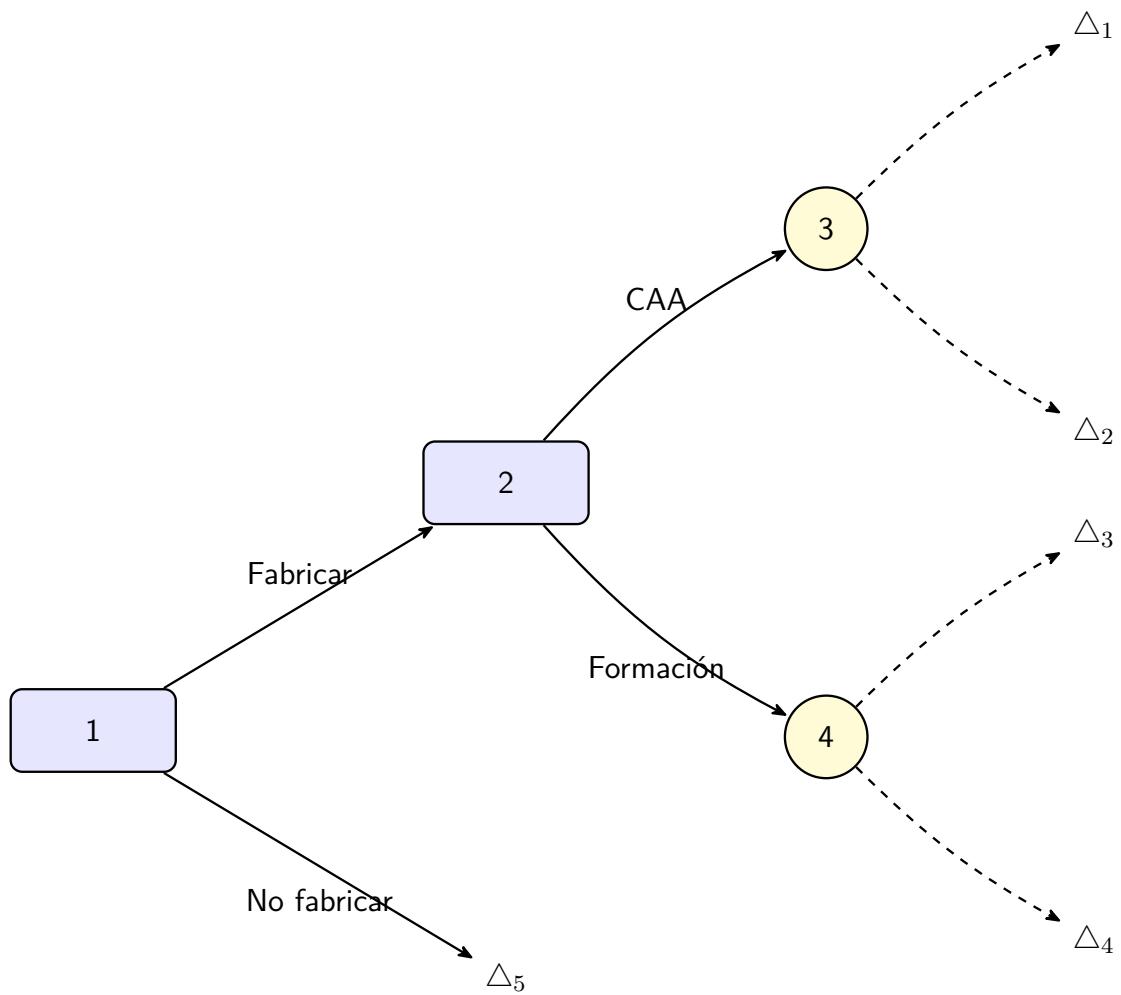


Figura 1.1: Diagrama de Transición del AFD del Ejercicio 1.

Ejercicio 1.1.2. Una determinada empresa se ve en la necesidad de decidir lo antes posible, sin ninguna otra alternativa posible, el lanzamiento al mercado de tres posibles productos a los que ha denominado A, B y C. Los resultados que caben esperar están asociados a distintos estados de la naturaleza, así como a la toma de otra serie de decisiones.

Si decidimos lanzar el producto A, el beneficio previsto es de 9.500 euros en el supuesto que sea objeto de una buena aceptación, lo que se espera que ocurra con una probabilidad del 60 %. Si el nivel de aceptación es bajo, el beneficio ascenderá tan solo a 4.500 euros.

El lanzamiento del producto B plantea mayores dificultades. Por una parte, la viabilidad del proyecto depende de que se produzca o no un cambio legislativo en los próximos meses que considere saludable el material utilizado en su fabricación. Existe una probabilidad del 70 % de que este cambio tenga lugar, en cuyo caso, se haría una campaña publicitaria que, de tener éxito, permitiría obtener un beneficio de 16.000 euros. Si la campaña resultara un fracaso, el beneficio ascendería a la mitad del caso anterior. Si no se produce el cambio legislativo esperado entonces la empresa debe decidir si abandonar el proyecto, modificar rápidamente la composición de materiales (con lo que se encarecería el coste de producción), o continuar vendiendo su producto actual. Si se abandona el proyecto los resultados van de un beneficio de 6.000 euros si no se tiene que devolver la subvención recibida, lo que puede ocurrir con una probabilidad del 30 %, o a unas pérdidas de 800 euros si se tiene que devolver la subvención. El cambio de materiales, a pesar de encarecer el producto, nos llevaría a unos beneficios de 2.538,46 euros si la competencia no consigue lanzar al mercado su nuevo producto, lo que se espera que ocurra con una probabilidad del 65 %. Si la competencia lanza su producto, el beneficio solo alcanzaría la cifra de 1.000 euros. Si la empresa decide seguir con su producto actual, el beneficio esperado será de 1.900 euros, siempre que no aparezca en el mercado ninguna versión mejorada, lo que se cree que ocurrirá con una probabilidad del 80 %. Si apareciera la versión mejorada, los beneficios se situarían en 750 euros.

Por último, si se opta por fabricar el producto C, su éxito solo depende de la liberación del mercado de este producto, es decir, la desaparición de aranceles a la importación de productos sustitutivos. Si esto ocurre, el beneficio será de 6.000 euros, mientras que si no ocurre será de 10.000 euros.

A la vista de esta información, ¿qué decisión o secuencia de decisiones debe tomar la empresa en función del criterio del beneficio esperado aplicando la técnica de los árboles de decisión?

Solución 1.1.2. Debemos de tener en cuenta que en los nodos cuadrados se coge el mayor valor monetario esperado y en los nodos circulares se hace la media ponderada por las probabilidades. Los nodos circulares representan aquellas situaciones en las que se debe de elegir entre varias opciones y los nodos cuadrados representan aquellas situaciones en las que no se puede elegir.

Nos quedaría el siguiente grafo de decisiones de la figura 1.2.

Los valores monetarios esperados de los nodos terminales son:

$$VME_2 = 0,6 \cdot 9500 + 0,4 \cdot 4500 = 9000$$

$$VME_7 = 0,3 \cdot 6000 + 0,7 \cdot (-800) = 1240$$

$$VME_8 = 0,65 \cdot 2538,46 + 0,35 \cdot 1000 = 1999,99 \approx 2000$$

$$VME_6 = 2000 \text{ (Cogemos el de mayor valor)}$$

...

No se ha calculado todos los valores monetarios esperados de los nodos debido a que se presupone

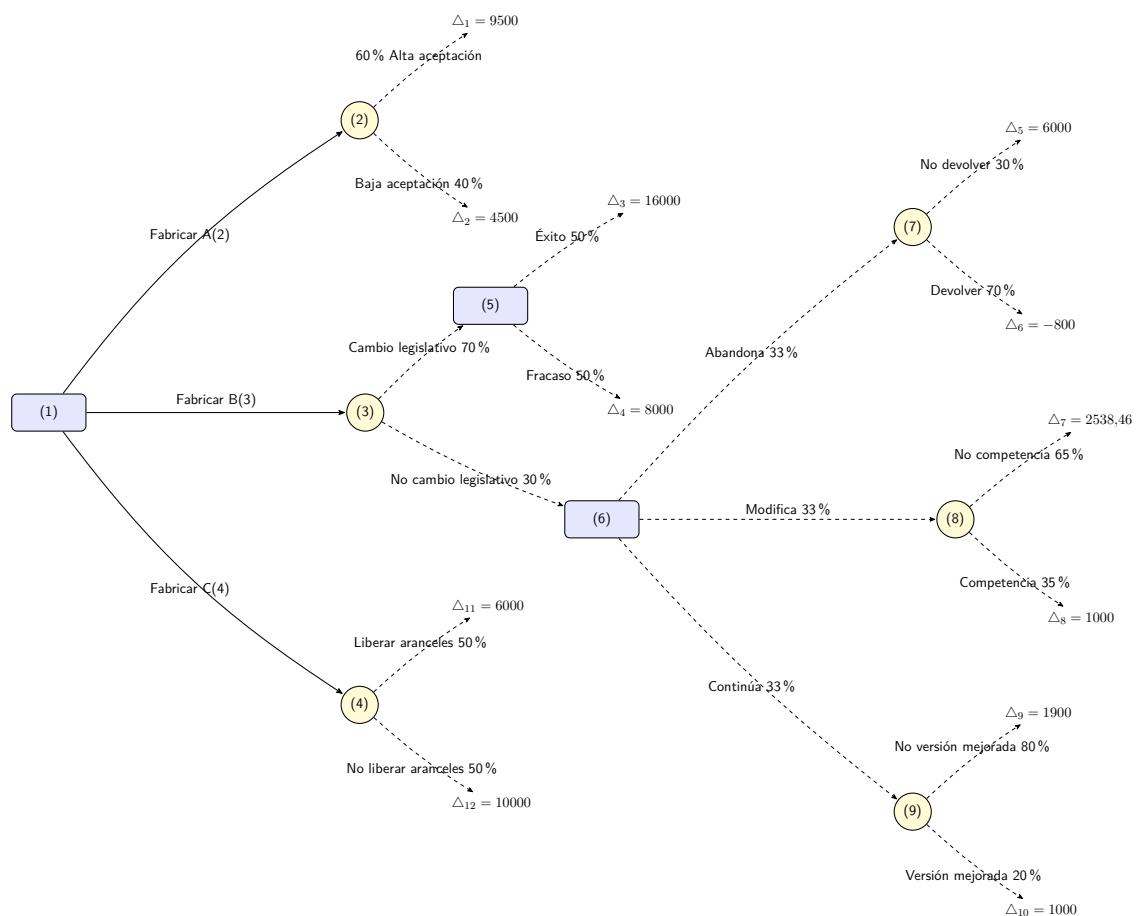


Figura 1.2: Diagrama de Transición del AFD del Ejercicio 2.

que con estos ejemplos, los demás son triviales. Por ende, podemos concluir que la solución es que la mejor opción es fabricar el producto B, puede que haya cambio o no, la campaña puede tener éxito o no, ... Podemos concluir que la mejor opción es fabricar el producto B y el VME sería de 9000 euros.

Ejercicio 1.1.3. Inverter, S.L. es una empresa dedicada a la fabricación de material eléctrico y de domótica. Actualmente cuenta con dos plantas de producción con una superficie construida superior a los 12.000 m², dotadas de las más modernas tecnologías. El año pasado, gracias al repunte de las ventas, consiguieron un beneficio extraordinario de 1 millón de euros que quieren destinar a una inversión en un incremento de la capacidad instalada, con el objetivo de diversificar su oferta y dar servicio a una mayor cuota de mercado.

Después de analizar las distintas alternativas, se plantean dos posibilidades. En primer lugar, la dirección de Inverter estima que es factible abrir una nueva planta para la producción de nuevos productos de domótica. Si se destina a sistemas de alarmas, existe un 30 % de probabilidad que se revalorice ese mercado, y así las ventas permitirían obtener un resultado igual al capital invertido más un 40 %. No obstante, si no se revaloriza el mercado, el resultado supondría una disminución del 40 % sobre el montante invertido. Asimismo, podría optar por sistemas de hilo musical. En este caso, si la demanda es alta (30 % de probabilidad), el resultado obtenido permitiría recuperar la inversión y obtener unos beneficios del 20 %. Pero si ésta es baja, el resultado se reduciría a recuperar un 80 % de la inversión.

Por otro lado, la nueva capacidad podría destinarse a la producción de nuevos productos de material eléctrico, aunque en este caso deberán realizar la inversión en colaboración con otra empresa para minimizar los riesgos. La dirección ha estado informándose sobre distintas empresas candidatas y, finalmente, deberá decidir entre hacer una alianza estratégica con un socio extranjero, o bien subcontratar a una empresa nacional. Si opta por la alianza, el resultado podría suponer un 20 % adicional a lo invertido si la demanda se mantiene (lo cual ocurriría con un 80 % de probabilidad), mientras que, en caso contrario, el resultado obtenido llevaría a recuperar sólo el 70 % de lo invertido. En el caso de la unión con la empresa nacional, si la demanda se mantiene (80 % de probabilidad), los resultados podrían suponer una revalorización del 30 % sobre la inversión inicial, asumiendo un menor resultado (recuperar el 60 % de lo invertido) en el caso contrario.

Represente y resuelva el problema planteado mediante un árbol de decisión, indicando la decisión o secuencia de decisiones a tomar por Inverter, S.L.

Solución 1.1.3. El grafo de decisiones corresponde con el de la figura 1.3.

$$\begin{aligned}
 VME_4 &= 0,3 \cdot 1,4 \cdot \text{Inversión} + 0,7 \cdot 0,6 \cdot \text{Inversión} \\
 VME_5 &= 0,3 \cdot 1,2 \cdot \text{Inversión} + 0,7 \cdot 0,8 \cdot \text{Inversión} \\
 VME_2 &= \max(VME_4, VME_5) \\
 VME_6 &= 0,8 \cdot 1,2 \cdot \text{Inversión} + 0,2 \cdot 0,7 \cdot \text{Inversión} \\
 VME_7 &= 0,8 \cdot 1,3 \cdot \text{Inversión} + 0,2 \cdot 0,6 \cdot \text{Inversión} \\
 VME_3 &= \max(VME_6, VME_7) \\
 VME_1 &= \max(VME_2, VME_3)
 \end{aligned}$$

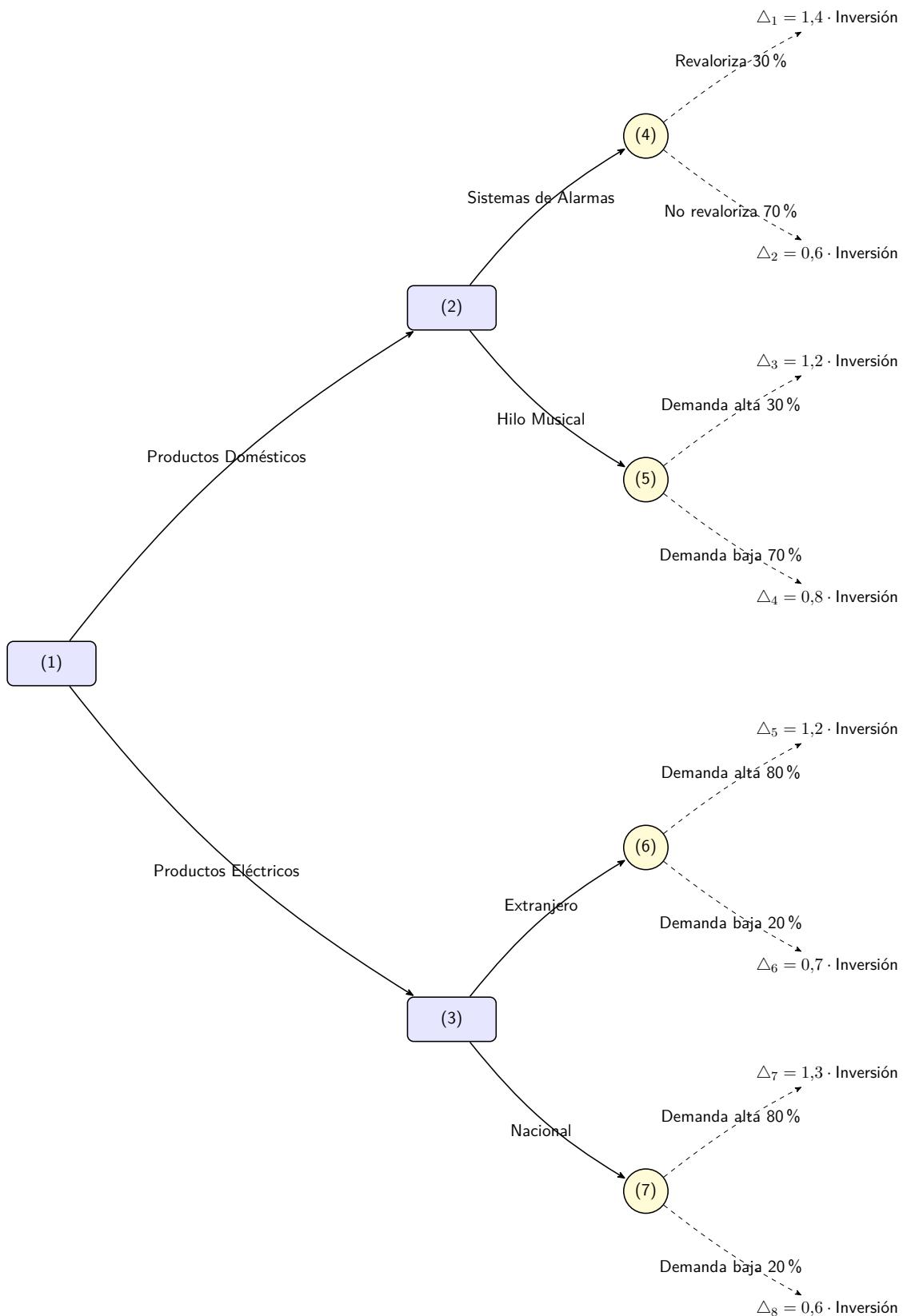


Figura 1.3: Diagrama de Transición del AFD del Ejercicio 3.

Tomamos el valor de inversión como 1.000.000 euros, de manera que los valores numéricos serían:

$$\begin{aligned}VME_4 &= 840,000 \text{ £} \\VME_5 &= 920,000 \text{ £} \\VME_2 &= 920,000 \text{ £} \\VME_6 &= 1,100,000 \text{ £} \\VME_7 &= 1,160,000 \text{ £} \\VME_3 &= 1,160,000 \text{ £} \\VME_1 &= 1,160,000 \text{ £}\end{aligned}$$

Por lo tanto, la mejor opción es invertir en productos eléctricos con una VME de 1.160.000 euros.

Ejercicio 1.1.4. A pesar de unos excelentes beneficios de 3.900 euros, la empresa PROVASA debe elegir su estrategia de productos para el siguiente periodo de planificación dado el dinamismo con el que se mueve el entorno. En este sentido, cuatro son las estrategias que se están planteando. Puede realizar internamente el diseño de un nuevo producto, o bien asociarse con otras empresas que ya tienen desarrollados los productos que son de interés. También cabe la posibilidad de seguir como hasta ahora, o lanzar al mercado uno de los productos que la empresa ya diseñó hace tiempo pero que nunca ofertó al mercado.

Si se procede al diseño interno del producto los resultados van a depender, en una primera instancia de la decisión que se tome en cuanto a dirigirse a un mercado de alta gama o de baja gama. En el caso de un mercado de gama alta, esto permitiría a PROVASA obtener un beneficio de 5.000 euros si la demanda es alta y de 2.000 euros si es baja. En el caso de dirigirse a un mercado de baja gama los beneficios esperados serían de 4.000 euros en el escenario de alta demanda, y de 2.500 euros si la demanda es baja. PROVASA no tiene experiencia en mercados de gama baja, por tanto, desconoce el comportamiento de la demanda. Sin embargo, estima que en el mercado de gama alta la probabilidad de que la demanda sea elevada es del 70 %.

En el caso de asociación los resultados dependerán de que las otras empresas acepten o no dicha colaboración. Se estima en un 60 % la probabilidad de que las otras empresas acepten la fórmula de la asociación. Si las otras empresas aceptan, PROVASA podría inclinarse por una joint-venture, controlando el capital en un 60 % que le permitiría definir la estrategia a seguir y le reportaría un beneficio de 5.500 euros. En cambio, si se decantan por una simple asociación de colaboración, la falta de claridad en las relaciones entre las empresas haría que los resultados esperados fueran más inciertos. Por ello, al no tener el control de la estrategia, el beneficio que se espera obtener es de 4.500 euros si la competencia no reacciona y de 2.500 euros si se produce una reacción fuerte de la competencia.

En el caso que las otras empresas no acepten la asociación, solo cabría la posibilidad de seguir como hasta ahora, con un beneficio de 3.000 euros, o bien crear un equipo de trabajo con personal de la empresa para proceder al diseño de un nuevo producto con nuestros propios medios. En este último caso, todo depende de que el tiempo disponible sea suficiente para que el equipo de trabajo cumpla con su objetivo a un nivel satisfactorio. Si el tiempo disponible es suficiente, el beneficio sería de 4.250 euros, mientras que, si el tiempo no es suficiente, las pérdidas serían de 1.500 euros.

Esta complejidad en la decisión contrasta con la “simpleza” de seguir como hasta ahora, en cuyo caso por la falta de adaptación al mercado, el beneficio sería solo de 3.000 euros.

Inclinarse por la opción de lanzar al mercado el producto que en su día ya diseñó la empresa supone unos beneficios de 3.750 euros en el caso de que la demanda de este tipo de producto sea alta, o de 1.800 euros si resultara que la demanda es baja, siendo la probabilidad de esta última circunstancia del 20 %.

Utilizando la técnica de los árboles de decisión, ¿qué decisión o secuencia de decisiones deben tomar los directivos de PROVASA?

Solución 1.1.4. El grafo de decisiones corresponde con el de la figura 1.4.

$$VME_6 = 0,7 \cdot 5000 + 0,3 \cdot 2000 = 4100$$

$$VME_7 = 0,5 \cdot ? + 0,5 \cdot ? = ?$$

$$VME_2 = \max(4100, ?) = 4100$$

$$VME_{10} = 0,6 \cdot 5500 + 0,4 \cdot (0,5 \cdot 4500 + 0,5 \cdot 2500) = 4400$$

$$VME_{11} = 0,5 \cdot 3000 + 0,5 \cdot (0,5 \cdot 4250 + 0,5 \cdot -1500) = 2125$$

$$VME_3 = \max(4400, 2125) = 4400$$

$$VME_4 = 3000$$

$$VME_5 = 0,8 \cdot 3750 + 0,2 \cdot 1800 = 3150$$

$$VME_1 = \max(4100, 4400, 3000, 3150) = 4400$$

Por lo tanto, la mejor opción es asociarse mediante una joint-venture con una VME de 4400 euros.

Ejercicio 1.1.5. La empresa Bergé es uno de los grupos líderes españoles y europeos en transporte, logística y distribución de automóviles. El grupo, que tiene su origen en Bilbao en el siglo XIX, ha crecido hasta consolidarse como empresa de exportación e importación de vehículos en 11 países y distribuidora de automóviles de 29 marcas en 15 mercados de Europa y Sudamérica. La empresa, dada su posición de liderazgo, debe seguir satisfaciendo a sus accionistas, por lo que se plantea tres estrategias alternativas de acción para mejorar su cartera de servicios, entre las que debe decidir una.

En primer lugar, la empresa plantea mejorar sus operaciones portuarias. Con base en los estudios de mercado y datos históricos recabados, la demanda de este modo de transporte marítimo para 2026 podría incrementarse, decrecer o estancarse. En caso de que la demanda del transporte marítimo se incremente (la probabilidad estimada es del 55 %), el director comercial ha recibido información sobre el posible encarecimiento de los gastos aduaneros. Si los gastos aduaneros no suben (con una probabilidad del 40 %), las estimaciones basadas en el incremento de la demanda apuntan a un beneficio esperado de 100 millones de euros. En caso de que finalmente los gastos aduaneros aumenten, los resultados se verían mermados, por lo que el beneficio estimado se situaría en los 75 millones de euros. Si la demanda del transporte marítimo decrece en 2026, lo cual puede ocurrir con un 25 % de probabilidad, la empresa tendrá que estimular las ventas, presentándose entonces dos acciones alternativas entre las que elegir: mejorar la gestión del almacenamiento en los puertos, en cuyo caso el beneficio se situaría en 60 millones de euros, o invertir en una campaña de marketing, lo que llevaría a obtener un beneficio estimado de 50 millones de euros. Si la demanda de transporte marítimo se estanca, el equipo directivo de la empresa no tiene previstas acciones posibles y asume un beneficio estimado de 65 millones de euros.

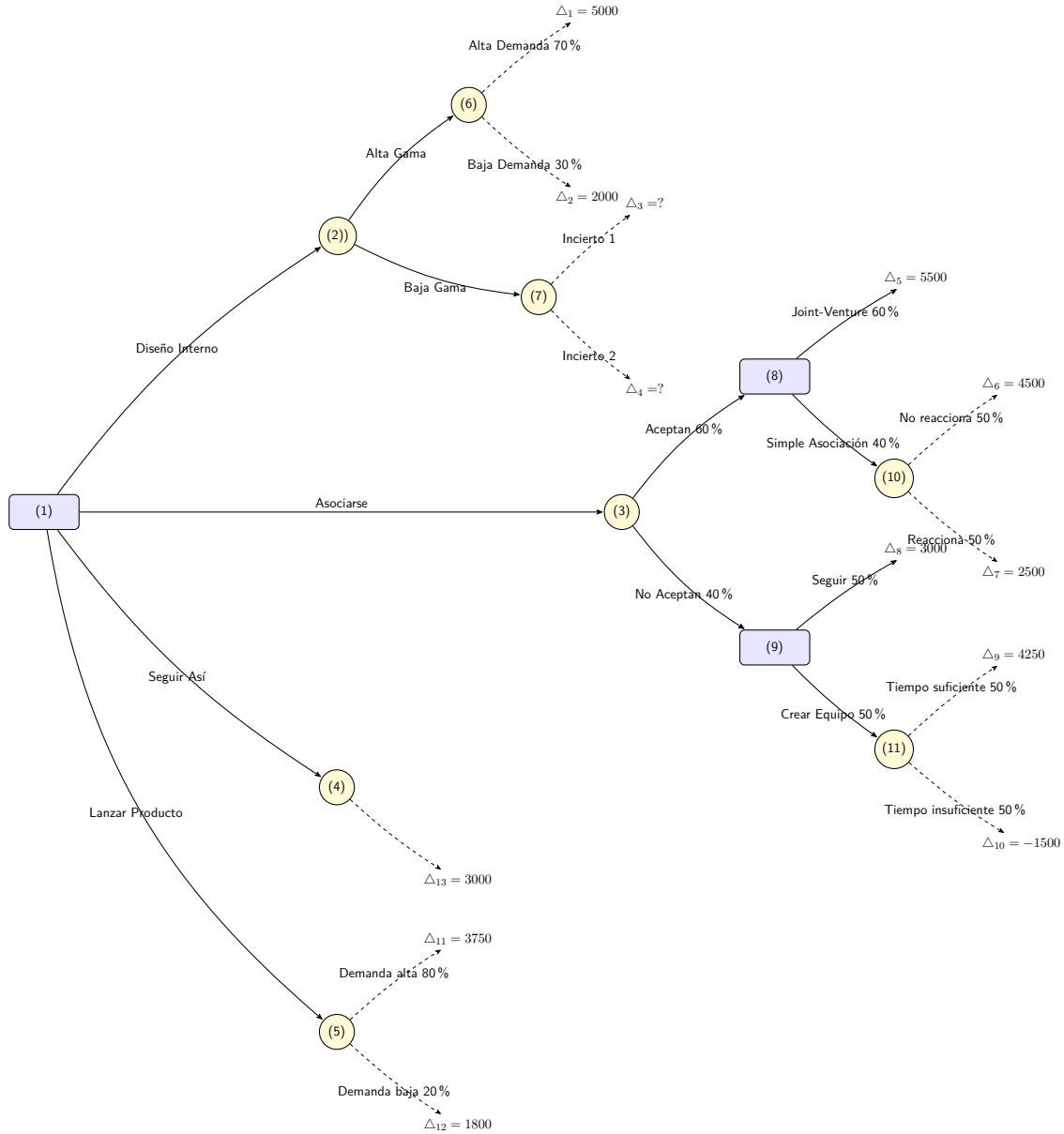


Figura 1.4: Diagrama de Transición del AFD del Ejercicio 3.

En segundo lugar, Bergé se plantea la opción de invertir en logística de valor añadido, esto es, aprovechar sus operaciones de logística para que las empresas clientes mejoren la eficiencia de sus procesos, lo que llevaría a obtener un beneficio esperado de 56 millones de euros.

Finalmente, Bergé considera una tercera opción estratégica, consistente en ampliar su presencia internacional. Uno de los mercados en los que podría entrar es en Finlandia, a través de la distribución de vehículos de la marca Mitsubishi. El beneficio esperado es de 60 millones de euros, si la marca de vehículos tiene buena aceptación en el mercado. En caso contrario, con una probabilidad de ocurrencia del 35 %, el beneficio esperado es de 47 millones de euros. Por otra parte, Bergé plantea su introducción en México de la mano de Audi. En esta opción, se encargaría desde la entrada de contenedores marítimos y trailers en la planta, hasta la distribución final de los vehículos a la red de concesionarios. El beneficio esperado es de 95 millones de euros, si se mantiene la estabilidad en las condiciones de suministro, con una probabilidad de ocurrencia del 45 %. En caso contrario, si las condiciones de suministro no son estables, el beneficio esperado sería menor, concretamente de 70 millones de euros. Considerando la información descrita, se pide:

- 1) Represente y resuelva el problema planteado mediante un árbol de decisión.
- 2) ¿Qué decisión debería tomar Bergé si atendemos al criterio del beneficio esperado?

esperado? Exprese la solución por escrito indicando la decisión o secuencia de decisiones a tomar.

Solución 1.1.5. El grafo de decisiones corresponde con el de la figura 1.5. Las cantidades están en millones de euros.

$$\begin{aligned}
 VME_5 &= 0,4 \cdot 100 + 0,6 \cdot 75 = 85 \\
 VME_6 &= 65 \\
 VME_7 &= 0,5 \cdot 60 + 0,5 \cdot 50 = 55 \\
 VME_2 &= 0,55 \cdot 85 + 0,2 \cdot 65 + 0,25 \cdot 55 = 73,5 \\
 VME_3 &= 56 \\
 VME_8 &= 0,65 \cdot 60 + 0,35 \cdot 47 = 55,95 \\
 VME_9 &= 0,45 \cdot 95 + 0,55 \cdot 70 = 80,75 \\
 VME_4 &= \max(55,95, 80,75) = 80,75 \\
 VME_1 &= \max(73,5, 56, 80,75) = 80,75
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, la mejor opción es ampliar la presencia internacional con una VME de 80.75 millones de euros.

Ejercicio 1.1.6. Lesla Inc. es una empresa estadounidense que diseña, fabrica y vende automóviles eléctricos. Con el fin de aumentar su capacidad productiva a gran escala y satisfacer la demanda de vehículos prevista, su CEO, Nelson Dusk, está barajando dos alternativas de construcción de gigafactorías. Deberá elegir entre dos opciones: Giga Berlín y Giga Texas, teniendo también la opción de no construir ninguna (lo que conllevaría obtener un beneficio nulo). Después de analizar las alternativas correspondientes a la construcción de una nueva gigafactoría, los resultados que cabe esperar están asociados a distintos estados de la naturaleza, así como a la toma de otra serie de decisiones. En primer lugar, Giga Berlín contaría con un área de 3 km², lo que permitiría a Lesla producir hasta 10.000 unidades semanales de su vehículo estrella, Lesla Model Y. La demanda

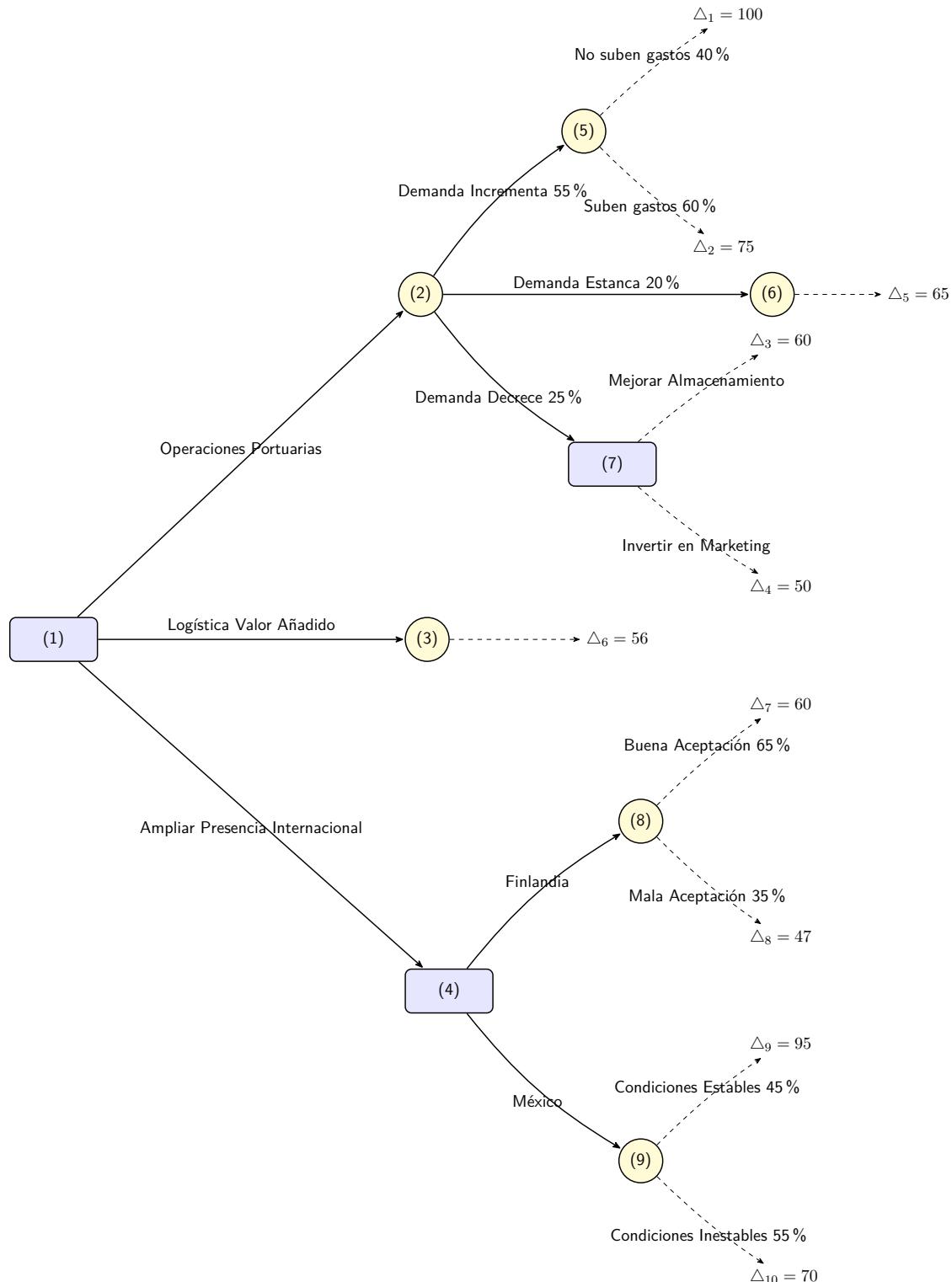


Figura 1.5: Diagrama de Transición del AFD del Ejercicio 5.

puede alcanzar ese nivel con un 70 % de probabilidad, lo que llevaría a obtener un beneficio anual de 1,2 millones de dólares. Sin embargo, la demanda puede ser menor, lo cual supondría menos ingresos y la asunción de costes por capacidad ociosa, dando lugar a un menor beneficio, estimado en 600.000 dólares anuales. En segundo lugar, Giga Texas, con 8,5 km², contaría con una capacidad de producción bastante superior a la de Giga Berlín: cerca de 22.000 unidades de vehículos a la semana. Sin embargo, dadas sus elevadas dimensiones, su apertura podría retrasarse para el próximo año con una probabilidad del 25 %, lo que le llevaría a incurrir en unas pérdidas de 500.000 dólares. Si no hay retrasos y logra abrir la gigafactoría de Texas a tiempo, el señor Dusk deberá elegir entre dos alternativas: producir solamente el Lesla Model Y o desarrollar, además de este modelo, un nuevo producto, una camioneta eléctrica denominada Lesla Cybertruck. En caso de desarrollar únicamente el Model Y, Lesla obtendría unos beneficios de 2,5 millones si la demanda es favorable, mientras que dichos beneficios se reducirían en 1 millón si la demanda resulta desfavorable. En caso de desarrollar también la camioneta, Lesla debería repartir la capacidad de producción disponible entre ambos vehículos. Los resultados estimados de esta estrategia, que se basa en economías de alcance para producir ambos vehículos, dependerán de la demanda del modelo existente, Lesla Model Y, y de la acogida en el mercado del nuevo modelo, Lesla Cybertruck. Así, si la demanda de ambos modelos es favorable, algo que se estima que ocurrirá con un 35 % de probabilidad, el beneficio estimado sería de 3 millones de dólares anuales. Sin embargo, si la demanda del Model Y es favorable pero el Lesla Cybertruck tiene una mala acogida en el mercado (circunstancias que se estima que ocurrirán con un 45 % de probabilidad), el beneficio estimado sería de 1,3 millones de dólares, mientras que, si el Lesla Cybertruck cuenta con una buena acogida en el mercado, pero la demanda del Model Y no resulta favorable (circunstancias que se estiman con una probabilidad del 15 %), los beneficios serían de 800.000 dólares únicamente. En el peor de los escenarios (ningún modelo cuenta con demanda favorable y/o aceptación en el mercado), las pérdidas ascenderían a 600.000 dólares. Considerando la información descrita, ¿qué decisión o secuencia de decisiones debería tomar Lesla si atendemos al criterio del beneficio esperado? Represente y resuelva el problema planteado mediante un árbol de decisión, expresando la solución por escrito.

Solución 1.1.6. El grafo de decisiones corresponde con el de la figura 1.6. Las cantidades están en millones de euros.

Ahora vamos a calcular los valores monetarios esperados (VME) de cada nodo:

$$\begin{aligned}
 VME_6 &= 0,5 \cdot 2,5M + 0,5 \cdot 1,5M = 2M \\
 VME_7 &= 0,35 \cdot 3M + 0,45 \cdot 1,3M + 0,15 \cdot 0,8M + 0,05 \cdot (-0,6M) = 1,725M \\
 VME_5 &= \max(2M, 1,725M) = 2M \\
 VME_3 &= 0,7 \cdot 1,2M + 0,3 \cdot 0,6M = 1,02M \\
 VME_4 &= 0,25 \cdot (-0,5M) + 0,75 \cdot 2M = 1,375M \\
 VME_2 &= \max(1,02M, 1,375M) = 1,375M \\
 VME_1 &= \max(1,375M, 0) = 1,375M
 \end{aligned}$$

De esta manera es directo ver que el camino solución el aquel que nos proporciona un mayor VME, es decir, construir Giga Texas sin retrasos y desarrollar únicamente el Model Y, con un beneficio esperado de 1.375 millones de dólares anuales¹.

¹Todo esto teniendo en cuenta que todo sale según lo planeado.

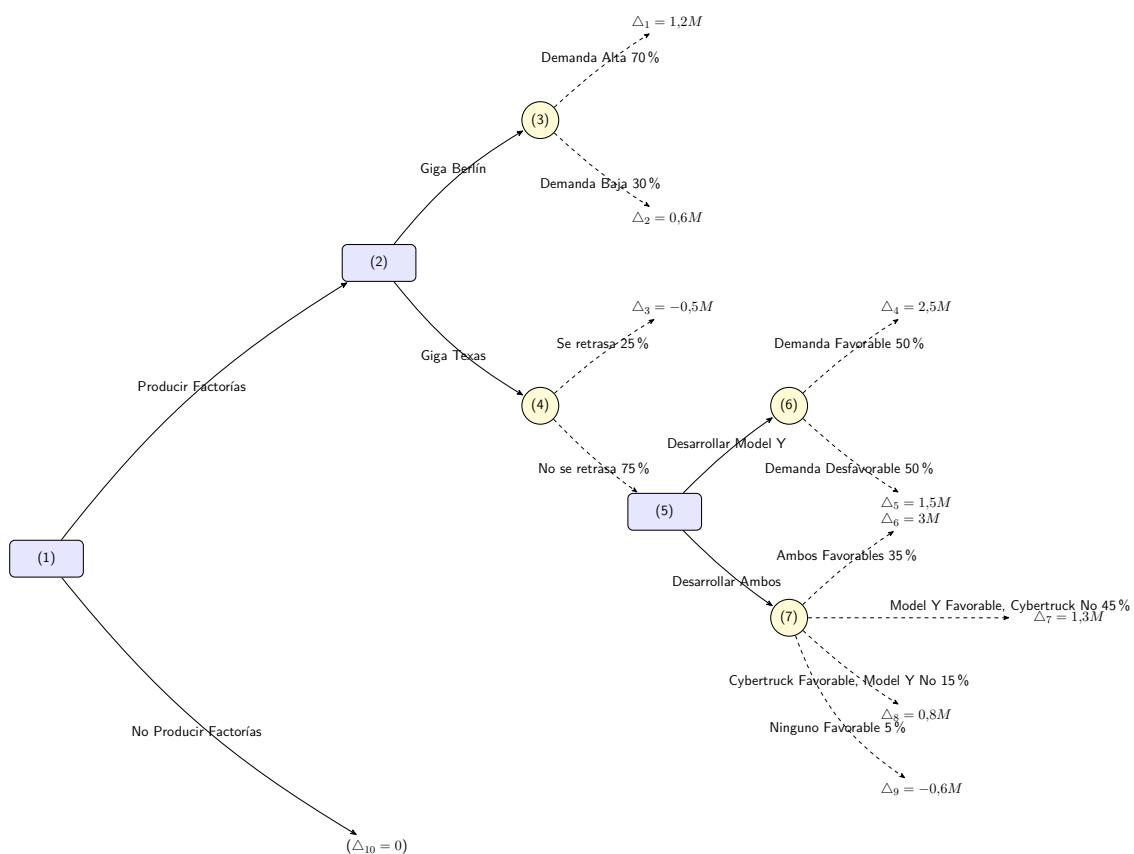


Figura 1.6: Diagrama de Transición del AFD del Ejercicio 6.

Ejercicio 1.1.7. "El futuro de Seat es Cupra". Estas palabras de su director ejecutivo, Thomas Schäfer, durante el Salón del Automóvil de Múnich 2023 han hecho saltar las alarmas sobre la continuidad de la marca Seat, la rentabilidad de la planta de Martorell (Barcelona) y el impacto en los puestos de trabajo de la fábrica catalana. Con el fin de luchar por la viabilidad de la fábrica, que da empleo a más de 14.000 trabajadores, Seat España está barajando varias alternativas, de tal manera que la rentabilidad de la planta quede garantizada de cara a los próximos 10 años y sea una apuesta de futuro para la directiva del grupo Volkswagen. Una primera alternativa es apostar por las nuevas formas de movilidad vinculadas al ámbito urbano. Esta decisión supondría una reconfiguración total del proceso de producción. Si la directiva central no aprueba esta decisión, la empresa asumiría unas pérdidas de 10.000 euros derivadas de la preparación de la propuesta. Si la directiva aprueba esta decisión, lo que se espera que ocurra con un 90 % de probabilidad, la empresa se plantea dos posibles cursos de acción. Por un lado, si la empresa decide fabricar patinetes eléctricos y hoverboards (sin manillar, se maneja con la inclinación del cuerpo), podría alcanzar un beneficio esperado de 87 millones de euros si existe una alta aceptación en el mercado, lo que se espera que ocurra con una probabilidad del 60 %. En caso contrario, los beneficios esperados ascenderían a 62 millones de euros. Si, en cambio, decide apostar por la fabricación de scooters eléctricas, podría alcanzar un beneficio esperado de 105 millones de euros si existe un programa gubernamental de incentivos a este tipo de vehículo eficiente, lo que se espera que ocurra con una probabilidad del 30 %. En caso contrario, los beneficios esperados ascenderían a 58 millones de euros. La segunda alternativa es apostar por la electrificación de los vehículos. Dos son los modelos entre los que se plantea elegir. En primer lugar, la fábrica de Martorell puede apostar por fabricar el modelo 100 % eléctrico de Cupra denominado Born. Si la directiva central apoya esta decisión, lo que se espera que ocurra con un 70 % de probabilidad, los beneficios esperados serían de 88 millones de euros. En caso de no contar con el apoyo de la directiva, los beneficios esperados serían de 44 millones de euros, ya que continuarían con la fabricación de modelos de combustión e híbridos como hasta ahora. En segundo lugar, podrían apostar por producir un Ibiza 100 % eléctrico de bajo coste y competir con sus propios vehículos de combustión e híbridos, tal y como lo hace el binomio Dacia-Renault. Convencer a la directiva de esta posibilidad es muy difícil, se espera que ocurra con una probabilidad del 20 %. En caso positivo, el beneficio esperado sería de 120 millones de euros. En caso contrario, continuarán con la fabricación de modelos de combustión e híbridos como hasta ahora, con unos beneficios esperados de 44 millones de euros, al igual que en la decisión anterior. Considerando la información descrita, ¿qué decisión o secuencia de decisiones debería tomar Seat España si atendemos al criterio del beneficio esperado? Represente y resuelva el problema planteado mediante un árbol de decisión. Represente y resuelva el problema planteado mediante un árbol de decisión expresando la solución por escrito.

Solución 1.1.7. El grafo de decisiones corresponde con el de la figura 1.7. Algunas de las cantidades están en millones de euros.

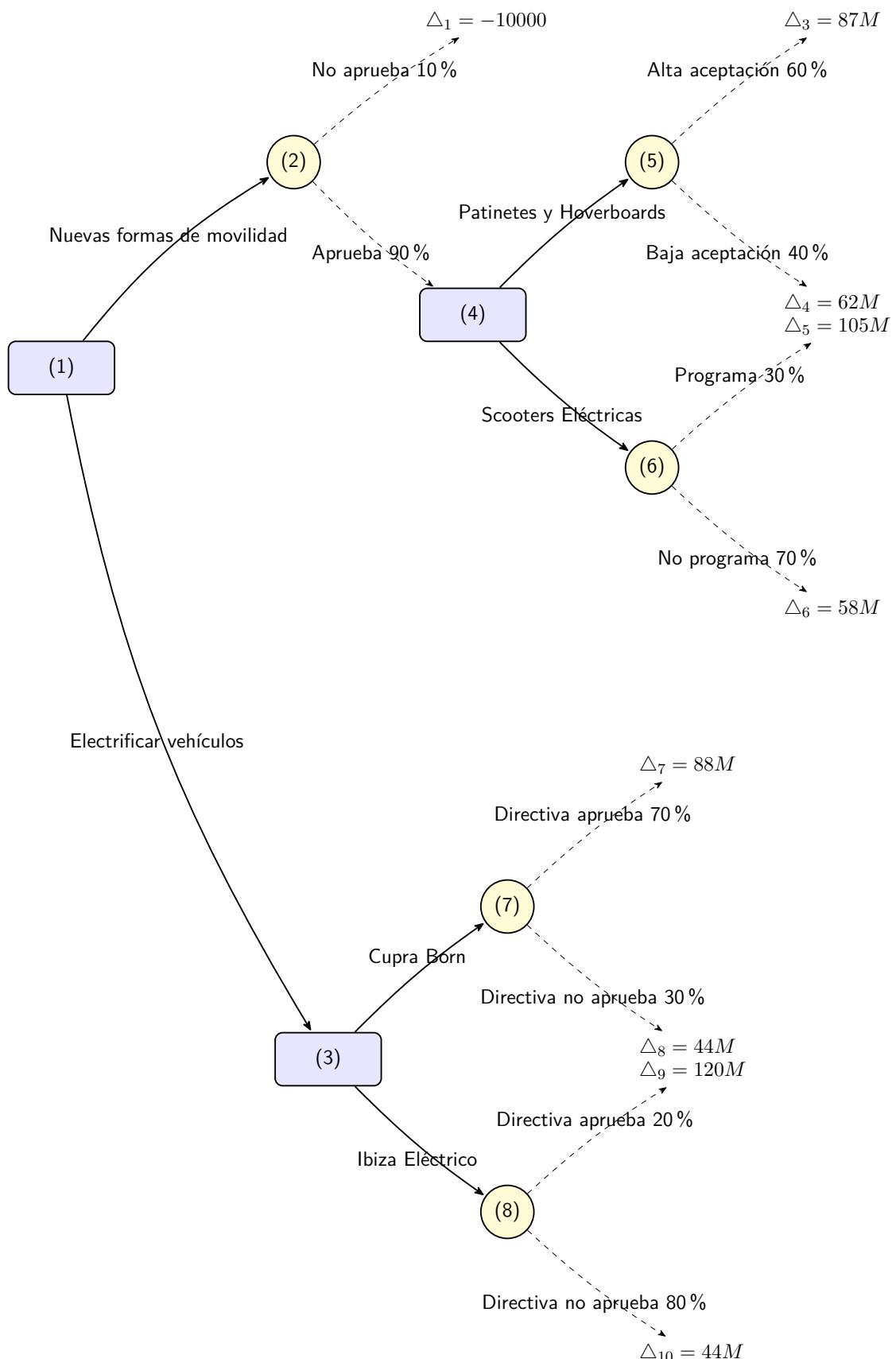


Figura 1.7: Diagrama de Transición del AFD del Ejercicio 7.

Ahora vamos a calcular los valores monetarios esperados (VME) de cada nodo:

$$\begin{aligned}
 VME_5 &= 0,6 \cdot 87M + 0,4 \cdot 62M = 77M \\
 VME_6 &= 0,3 \cdot 105M + 0,7 \cdot 58M = 72,1M \\
 VME_7 &= 0,7 \cdot 88M + 0,3 \cdot 44M = 74,8M \\
 VME_8 &= 0,2 \cdot 120M + 0,8 \cdot 44M = 59,2M \\
 VME_4 &= \max(77M, 72,1M) = 77M \\
 VME_3 &= \max(74,8M, 59,2M) = 74,8M \\
 VME_2 &= 0,9 \cdot 77M + 0,1 \cdot (-0,01M) = 69,299M \\
 VME_1 &= \max(69,299M, 74,8M) = 74,8M
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, la mejor opción es electrificar vehículos apostando por fabricar el modelo 100 % eléctrico de Cupra denominado Born, con una VME de 74.8 millones de euros.

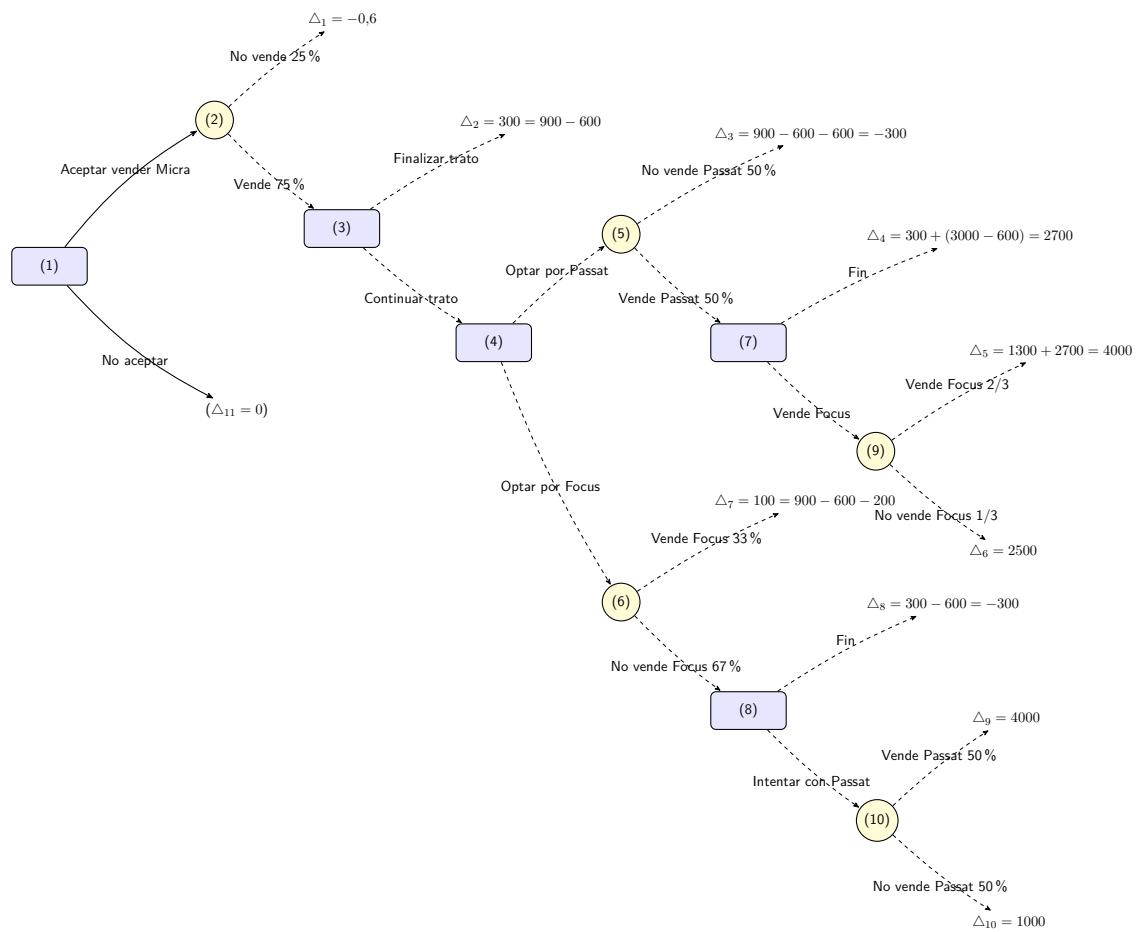
Ejercicio 1.1.8. Tom tiene un negocio de venta de automóviles. Un importante comerciante de la ciudad le ofrece la oportunidad de realizar un contrato por el que podría elegir un vehículo de este distribuidor para tratar de venderlo. Si lo vende, entonces tendría la posibilidad de escoger otro vehículo diferente. Existe un total de 3 vehículos distintos que Tom puede elegir vender (ver la tabla a continuación). Igualmente, Tom tiene la posibilidad de no aceptar la oferta del comerciante, obteniendo un beneficio nulo. El comerciante concluye la oferta de la siguiente manera: "Tom, no hemos tratado con usted de forma previa, así que procederemos con cautela: si acepta este trato, primero debe tomar el Micra. Si vende el Micra, obtendrá su comisión de venta y podrá elegir entre el Focus o el Passat, o bien finalizar el contrato. En caso de decidir continuar con el contrato, si vende el segundo coche (obteniendo la correspondiente comisión), puede elegir el modelo restante para venderlo, o bien finalizar el contrato."

Modelo	Comisión de Tom por venta	Costes	Probabilidad de venta
Micra	900 euros	600 euros	$\frac{3}{4}$
Focus	1500 euros	200 euros	$\frac{2}{3}$
Passat	3000 euros	600 euros	$\frac{1}{2}$

Cuadro 1.1: *Datos de los vehículos disponibles para Tom.*

la(s) venta(s) de vehículo(s) que realice Tom según proceda en cada caso, y considerando los costes asociados a cada modelo. Incluya también un breve informe aconsejando qué decisión debería tomar Tom en función del criterio del beneficio esperado.

Solución 1.1.8. El grafo de decisiones corresponde con el de la figura 1.8. Las cantidades están en millones de euros.



$$VME_9 = \frac{2}{3} \cdot 4000 + \frac{1}{3} \cdot 2500 = 3500$$

$$VME_7 = \max(-300, 3500) = 3500$$

$$VME_5 = 0,5 \cdot -300 + 0,5 \cdot 3500 = 1600$$

$$VME_{10} = 0,5 \cdot 4000 + 0,5 \cdot 1000 = 2500$$

$$VME_8 = \max(-300, 2500) = 2500$$

$$VME_6 = \frac{1}{3} \cdot 100 + \frac{2}{3} \cdot 2500 = 1700$$

$$VME_4 = \max(1600, 1700) = 1700$$

$$VME_3 = \max(300, 1700) = 1700$$

$$VME_2 = 0,25 \cdot -600 + 0,75 \cdot 1700 = 1125$$

$$VME_1 = \max(1125, 0) = 1125$$

1.2 Análisis de CVB y Cálculo de Productividad

Ejercicio 1.2.1. El **Ejercicio 9** solicita calcular el **punto muerto en unidades de tiempo** (Umbral de Rentabilidad en unidades de tiempo), basándose en la información de costes, ingresos y la distribución de ventas esperada para el próximo año.

El análisis Coste-Volumen-Beneficio (CVB) define el punto muerto (X_0) como el volumen de ventas en unidades físicas que hace que el beneficio económico sea igual a cero (ingresos totales = costes totales).

Para resolver este ejercicio, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Datos del Ejercicio

Concepto	Símbolo	Valor
Cifra de Negocio prevista (Ingresos Totales)	IT	540.000 €
Precio unitario de venta	p	60 €/unidad
Costes Fijos de explotación	CF	150.000 €
Costes Variables unitarios	cv	35 €/unidad

Distribución de Ventas Anuales	Porcentaje
Primer trimestre (T1)	30 %
Segundo trimestre (T2)	25 %
Tercer trimestre (T3)	40 %
Cuarto trimestre (T4)	5 %

2. Cálculo del Margen Bruto Unitario (m)

El margen bruto unitario (m) es el excedente que deja cada unidad vendida para cubrir los costes fijos de explotación.

$$m = p - cv$$

$$m = 60 \text{ €/unidad} - 35 \text{ €/unidad} = 25 \text{ €/unidad}$$

3. Cálculo del Punto Muerto en Unidades Físicas (X_0)

X_0 es el volumen de ventas que iguala el margen bruto total ($m \cdot X_0$) a los costes fijos (CF).

$$X_0 = \frac{CF}{p - cv}$$

$$X_0 = \frac{150,000 \text{ €}}{25 \text{ €/unidad}} = 6,000 \text{ unidades}$$

La empresa debe vender 6.000 unidades para alcanzar el umbral de rentabilidad.

4. Cálculo del Volumen Total de Ventas Previstas (X)

Se calcula el número total de unidades (X) que la empresa espera vender durante el próximo año a partir de la cifra de negocio esperada y el precio unitario:

$$X = \frac{IT}{p}$$

$$X = \frac{540,000 \text{ €}}{60 \text{ €/unidad}} = 9,000 \text{ unidades}$$

5. Cálculo del Punto Muerto en Unidades de Tiempo (PM_t)

El punto muerto en unidades de tiempo indica el momento dentro del periodo de referencia (un año, en este caso) en el que se cubren todos los costes fijos y variables, y a partir del cual el beneficio empieza a ser positivo.

Primero, se determina qué porcentaje del total de ventas anuales representan las 6.000 unidades del punto muerto:

$$\text{Porcentaje de Ventas Necesarias} = \frac{X_0}{X} = \frac{6,000}{9,000} \approx 0,6667 \text{ o } 66,67\%$$

Ahora, se utiliza la distribución trimestral de ventas para determinar cuándo se alcanza este 66,67% de las ventas anuales:

Trimestre	Porcentaje de Ventas	Porcentaje Acumulado
Primer Trimestre (T1)	30 %	30 %
Segundo Trimestre (T2)	25 %	55 %
Tercer Trimestre (T3)	40 %	95 %

Al finalizar el Segundo Trimestre (T2), la empresa ha cubierto el 55 % de sus ventas anuales. Dado que necesita cubrir el 66,67 %, el punto muerto se alcanzará durante el **Tercer Trimestre (T3)**.

Ventas necesarias en el T3:

$$66,67\% - 55\% = 11,67\% \text{ de las ventas anuales}$$

El Tercer Trimestre (T3) representa el 40 % de las ventas totales anuales. Suponiendo que las ventas dentro del trimestre son uniformes, se calcula la fracción de tiempo del T3 necesaria para alcanzar el punto muerto:

$$\text{Fracción del T3} = \frac{\text{Porcentaje de ventas necesario en T3}}{\text{Porcentaje total de ventas en T3}} = \frac{11,67\%}{40\%} \approx 0,29175$$

El año consta de 4 trimestres. El punto muerto se alcanza tras **dos trimestres completos** (T1 y T2) más una fracción del Tercer Trimestre:

$$PM_t = 2 \text{ trimestres} + 0,29175 \times 1 \text{ trimestre} \approx 2,29175 \text{ trimestres}$$

Expresión en meses: Un trimestre representa 3 meses.

$$\text{Tiempo en T3} = 0,29175 \times 3 \text{ meses} \approx 0,875 \text{ meses}$$

$$PM_t = 3 \text{ meses (T1)} + 3 \text{ meses (T2)} + 0,875 \text{ meses (T3)} = 6,875 \text{ meses}$$

La empresa alcanzará el punto muerto al final del **sexto mes** y durante la segunda mitad del **séptimo mes** (dentro del Tercer Trimestre).

Ejercicio 1.2.2. Este ejercicio corresponde al Tema 4, **Análisis Coste-Volumen-Beneficio (CVB)**, que se centra en la perspectiva económica, asumiendo que lo que se produce se vende (supuesto en el análisis CVB). El objetivo es calcular el **Beneficio Económico (BE)**.

1. Datos del Ejercicio 10

Concepto	Símbolo	Valor
Unidades vendidas por encima del Punto Muerto	$X - X_0$	3.200 unidades
Precio unitario de venta	p	80 €/unidad
Coste variable unitario	cv	35 €/unidad

El **Beneficio Económico (BE)** (o beneficio de explotación) es la renta generada por los activos de la empresa, al margen de su estructura financiera.

La fórmula general para el Beneficio Económico es:

$$BE = \text{Ingresos totales} - \text{Costes totales de la producción}$$

$$BE = p \cdot X - (CF + cv \cdot X)$$

$$BE = X(p - cv) - CF$$

Donde X es el volumen de unidades producidas y vendidas, y CF son los costes fijos de explotación.

2. Relación con el Punto Muerto

El **Punto Muerto o Umbral de Rentabilidad (X_0)** es el volumen de ventas en unidades físicas donde el beneficio económico es igual a cero. En este punto, el Margen Bruto Total (M) es igual a los Costes Fijos (CF): $M = m \cdot X_0 = CF$.

El **Margen Bruto Unitario (m)** es la contribución de cada unidad vendida a la cobertura de los costes fijos:

$$m = p - cv$$

3. Cálculo del Margen Bruto Unitario (m)

Primero, calculamos el margen bruto unitario (m) de la empresa:

$$m = 80 \text{ €/unidad} - 35 \text{ €/unidad} = 45 \text{ €/unidad}$$

Este valor, $m = 45 \text{ €/unidad}$, indica el excedente que deja cada unidad vendida para cubrir los costes fijos de explotación.

4. Cálculo del Beneficio Económico (BE)

Sabemos que la empresa vendió 3.200 unidades **por encima** de su punto muerto (X_0). Esto significa que:

$$X = X_0 + 3,200$$

Sustituyendo X en la fórmula del Beneficio Económico:

$$BE = X(p - cv) - CF$$

$$BE = (X_0 + 3,200) \cdot m - CF$$

$$BE = X_0 \cdot m + 3,200 \cdot m - CF$$

Dado que en el punto muerto se cumple que $X_0 \cdot m = CF$, podemos simplificar la expresión:

$$BE = CF + 3,200 \cdot m - CF$$

$$BE = 3,200 \cdot m$$

El beneficio económico es igual al margen que generan las unidades vendidas por encima del umbral de rentabilidad.

Sustituyendo el valor de m :

$$BE = 3,200 \text{ unidades} \times 45 \text{ €/unidad} = \mathbf{144,000 \text{ euros}}$$

El Beneficio Económico de la empresa el pasado año fue de **144.000 euros**.

Ejercicio 1.2.3. A pesar de no hacer mejoras en las instalaciones, la empresa A ha experimentado una expansión en este último año por incremento de su plantilla. Así, ha pasado de 12 empleados del año pasado a los 18 del actual, si bien dos de estos últimos solo a media jornada (jornada laboral 8 horas/día). La producción ha pasado de las 200 unidades/día a 260 unidades/día, experimentando el consumo de energía un incremento al pasar de los 600 kWh al día en el año pasado a los 730 kWh en el último año. Se desea conocer la evolución de la productividad para los dos factores productivos señalados mediante el sistema de productividad de un solo factor productivo (productividad monofactorial).

Solución 1.2.3. Para la resolución del ejercicio, se siguen los siguientes pasos:

- 1) **Determinación de los Inputs de Mano de Obra (Horas/día)** Dado que la productividad del trabajo se mide comúnmente en horas trabajadas, se debe calcular la cantidad total de horas de mano de obra empleadas en cada período.

$$\text{Horas Mano de Obra } (t_0) = 12 \text{ empleados} \times 8 \text{ horas/día}$$

$$L_{t_0} = \mathbf{96} \text{ horas/día}$$

$$\text{Horas Mano de Obra } (t_1) = (16 \text{ empleados} \times 8 \text{ horas/día}) + (2 \text{ empleados} \times 4 \text{ horas/día})$$

$$L_{t_1} = 128 + 8 = \mathbf{136} \text{ horas/día}$$

- 2) **Cálculo de la Productividad Monofactorial**

- 1) **Productividad de la Mano de Obra**

$$\text{Productividad}_{L,t_0} = \frac{200 \text{ unidades/día}}{96 \text{ horas/día}}$$

$$P_{L,t_0} \approx \mathbf{2,0833} \text{ unidades por hora}$$

$$\text{Productividad}_{L,t_1} = \frac{260 \text{ unidades/día}}{136 \text{ horas/día}}$$

$$P_{L,t_1} \approx \mathbf{1,9118} \text{ unidades por hora}$$

2) Productividad de la Energía

$$\text{Productividad}_{E,t_0} = \frac{200 \text{ unidades/día}}{600 \text{ kWh/día}}$$

$$P_{E,t_0} \approx 0,3333 \text{ unidades por kWh}$$

$$\text{Productividad}_{E,t_1} = \frac{260 \text{ unidades/día}}{730 \text{ kWh/día}}$$

$$P_{E,t_1} \approx 0,3562 \text{ unidades por kWh}$$

- 3) **Evolución de la Productividad (Cambio Porcentual)** La evolución (o cambio porcentual) se calcula como:

$$\frac{\text{Productividad Actual} - \text{Productividad Anterior}}{\text{Productividad Anterior}}.$$

1) Evolución de la Productividad de la Mano de Obra

$$\text{Evolución}_L = \frac{P_{L,t_1} - P_{L,t_0}}{P_{L,t_0}}$$

$$\text{Evolución}_L = \frac{1,9118 - 2,0833}{2,0833} \approx -0,0823$$

La productividad de la mano de obra ha **disminuido aproximadamente un 8.23 %**.

2) Evolución de la Productividad de la Energía

$$\text{Evolución}_E = \frac{P_{E,t_1} - P_{E,t_0}}{P_{E,t_0}}$$

$$\text{Evolución}_E = \frac{0,3562 - 0,3333}{0,3333} \approx 0,0687$$

La productividad de la energía ha **aumentado aproximadamente un 6.87 %**.

- 4) **Resumen de la Evolución** La evolución de la productividad de los factores es la siguiente:
- **Mano de Obra (Trabajo):** Disminución del 8.23 %.
 - **Energía:** Aumento del 6.87 %.

Ejercicio 1.2.4. Una empresa trabaja con unos costes fijos de explotación de 4.000 euros, unos costes fijos financieros de 2.000 euros y un coste variable unitario de 25 euros. Se desea saber:

- a) El volumen de ventas para que el beneficio económico sea nulo, si se aplica a sus productos un precio unitario de venta de 40 euros.
- b) La cifra de negocio (importe de las ventas en euros) que hace que el beneficio económico sea cero (dado el precio de venta indicado en el apartado anterior).

El problema se resuelve aplicando la técnica de **Análisis Coste-Volumen-Beneficio (CVB)**, cuyo objetivo es relacionar costes, ingresos y beneficios con el volumen de producción.

En este análisis, el **beneficio económico (BE)** se define como la renta generada por los activos de la empresa, al margen de su estructura financiera, durante un período de tiempo de referencia. Por lo tanto, para calcular el punto muerto o umbral de rentabilidad (X_0), solo se consideran los costes fijos de explotación, excluyendo los costes fijos financieros.

Datos de partida:

- Coste Fijo de Explotación (F) = 4.000 euros.

- Precio Unitario de Venta (p) = 40 euros.
- Coste Variable Unitario (v) = 25 euros.
- Margen Bruto Unitario (m) = $p - v$.

$$m = 40 \text{ euros/ud} - 25 \text{ euros/ud} = 15 \text{ euros/ud}$$

a) El volumen de ventas para que el beneficio económico sea nulo

El volumen de ventas para que el beneficio económico sea nulo es el **punto muerto o umbral de rentabilidad en unidades físicas** (X_0). El beneficio económico (BE) es nulo cuando los ingresos totales son iguales a los costes totales ($BE = X(p - v) - F = 0$).

La fórmula para calcular el umbral de rentabilidad en unidades físicas (X_0) es:

$$X_0 = \frac{F}{p - v} \quad \text{o} \quad X_0 = \frac{F}{m}$$

Sustituyendo los valores:

$$X_0 = \frac{4,000 \text{ euros}}{40 \text{ euros/ud} - 25 \text{ euros/ud}} = \frac{4,000}{15} \text{ unidades}$$

$$X_0 = 266,67 \text{ unidades}$$

El volumen de ventas necesario para que el beneficio económico sea nulo es de **266,67 unidades**.

b) La cifra de negocio (importe de las ventas en euros) que hace que el beneficio económico sea cero

La cifra de negocio que hace que el beneficio económico sea cero es el **punto muerto en unidades monetarias** ($PE\$$, o X_0 en u.m.).

Se calcula multiplicando el volumen de ventas en el punto muerto (X_0) por el precio unitario de venta (p):

$$PE\$ = X_0 \cdot p$$

Sustituyendo los valores (utilizando el valor exacto 4000/15 para X_0):

$$PE\$ = \left(\frac{4,000}{15} \text{ unidades} \right) \cdot 40 \text{ euros/ud}$$

$$PE\$ = \frac{160,000}{15} \text{ euros}$$

$$PE\$ = 10,666,67 \text{ euros}$$

La cifra de negocio que hace que el beneficio económico sea cero es de **10.666,67 euros**.

Ejercicio 1.2.5. Este ejercicio se enmarca dentro del **Análisis Coste-Volumen-Beneficio (CVB)**, que relaciona los costes, el volumen de producción y el beneficio, asumiendo que lo que se produce se vende.

El punto clave es la relación entre el **Margen Bruto Total** (M) y los **Costes Fijos de Explotación** (F). El **punto muerto** (X_0) se alcanza cuando el Margen Bruto Total de ese volumen de ventas cubre exactamente los costes fijos de explotación.

Datos proporcionados:

- Volumen de ventas real (X): 7,000 unidades.
- Margen Bruto Total real (M): 140,000 euros.
- Margen Bruto Total para el punto muerto (M_0): 50,000 euros.

Determinación de Costes Fijos y Margen Unitario1) **Costes Fijos de Explotación (F):**

$$F = M_0 = 50,000 \text{ euros}$$

2) **Margen Bruto Unitario (m):**

$$m = \frac{M}{X} = \frac{140,000 \text{ euros}}{7,000 \text{ unidades}} = 20 \text{ euros/unidad}$$

a) El beneficio económico que ha obtenido

El **Beneficio Económico (BE)** se calcula como:

$$BE = M - F$$

Sustituyendo los valores:

$$BE = 140,000 \text{ euros} - 50,000 \text{ euros} = 90,000 \text{ euros}$$

El beneficio económico obtenido por la empresa en el último año es de 90.000 euros.

b) El punto muerto en unidades físicas

El **Punto Muerto o Umbral de Rentabilidad en unidades físicas (X_0)** se calcula como:

$$X_0 = \frac{F}{m}$$

Sustituyendo los valores:

$$X_0 = \frac{50,000 \text{ euros}}{20 \text{ euros/unidad}} = 2,500 \text{ unidades}$$

El punto muerto en unidades físicas es de 2.500 unidades.

c) El punto muerto en unidades de tiempo

El **Punto Muerto en unidades de tiempo** se calcula como:

$$T_0 = \frac{X_0}{X} \times \text{Período de referencia}$$

Asumiendo ventas uniformes a lo largo del año (12 meses):

$$T_0 = \frac{2,500 \text{ unidades}}{7,000 \text{ unidades}} \times 12 \text{ meses}$$

$$T_0 \approx 0,35714 \times 12 \text{ meses} \approx 4,2857 \text{ meses}$$

Expresado en meses y días:

- 4 meses.
- $0,2857 \times 30$ días $\approx 8,57$ días.

El punto muerto en unidades de tiempo se alcanza a los 4 meses y, aproximadamente, 8,57 días.

Parte III

Material de Examen

Capítulo 1

Formulario

Tema 4: Productividad y Análisis Coste-Volumen-Beneficio (CVB)

A. Productividad

La productividad es una medida de la eficiencia de un proceso productivo, relacionando los resultados obtenidos (Output) con las entradas necesarias (Input) para generarlos.

Productividad General

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad producida (OUTPUT)}}{\text{Factores productivos (INPUT)}}$$

Productividad Monofactorial (De un Solo Factor)

La productividad monofactorial utiliza unidades físicas para el Output y para un factor productivo específico, midiendo el aprovechamiento real de un solo recurso.

$$\text{Productividad Laboral} = \frac{\text{Output}}{\text{Horas de trabajo}}$$
$$\text{Productividad Material} = \frac{\text{Output}}{\text{Kg de m.p.}}$$

Productividad Multifactorial (Eficiencia Económica)

Mide la productividad considerando múltiples factores de entrada. Para ello, se utiliza una unidad de medida común (unidades monetarias, u.m.) para considerar el coste económico de los factores y la evolución de los precios.

$$P. \text{ Multifactorial (u.m.)} = \frac{\text{Output (en u.m.)}}{\text{Trabajo + Material + Energía + Capital + Varios (en u.m.)}}$$

Tasa de Variación de la Productividad

Se utiliza para analizar la evolución de la productividad al comparar dos períodos de tiempo (t_1 y t_2).

$$\text{Tasa variación productividad} = \frac{\text{Productividad}_{t_2} - \text{Productividad}_{t_1}}{\text{Productividad}_{t_1}} \times 100$$

B. Análisis Coste-Volumen-Beneficio (CVB)

El Análisis CVB se centra en las relaciones entre el coste, el volumen de producción y el beneficio, asumiendo que lo que se produce se vende (perspectiva económica).

Componentes Clave del Modelo

- X (ó Q): Volumen de unidades producidas y vendidas.
- p : Precio de venta por unidad de producto.
- cv : Coste variable unitario (depende de la producción).
- CF : Costes fijos de la explotación (independientes del volumen de producción).
- IT : Ingresos Totales ($IT = p \cdot X$).
- CT : Costes Totales ($CT = CF + cv \cdot X$).

Beneficio Económico (BE)

El Beneficio Económico (BE) es la renta generada por los activos de la empresa al margen de su estructura financiera.

$$\mathbf{BE} = \text{Ingresos totales} - \text{Costes totales de la producción}$$

$$\mathbf{BE} = IT - CT$$

$$\mathbf{BE} = p \cdot X - (CF + cv \cdot X)$$

$$\mathbf{BE} = X(p - cv) - CF$$

Margen Bruto Unitario (m) y Total (M)

El Margen Bruto Unitario (m) indica el beneficio obtenido por unidad vendida, sin considerar los costes fijos (el excedente para cubrirlos).

$$m \text{ (Unitario)} = p - cv$$

$$M \text{ (Total)} = m \cdot X$$

Punto Muerto o Umbral de Rentabilidad (X_0)

Es el volumen de ventas en unidades físicas (X_0) que hace el beneficio económico igual a cero ($BE = 0$), cubriendo exactamente los costes fijos ($CF = m \cdot X_0$).

$$X_0 \text{ (u.f.)} = \frac{CF}{p - cv}$$

$$X_0 \text{ (u.f.)} = \frac{CF}{m}$$

Condición de existencia: El margen bruto unitario ($p - cv$) debe ser positivo, es decir, el precio de venta debe ser superior al coste variable unitario ($p > cv$).

Punto Muerto en Unidades Monetarias

Es la cifra de ventas, expresada en unidades monetarias, que permite cubrir los costes fijos.

$$\mathbf{PM_{u.m.}} = X_0 \cdot p$$

Punto Muerto en Unidades de Tiempo

Indica el momento dentro del período de referencia en el que la empresa empieza a tener beneficio económico. Para su cálculo, se necesita conocer X_0 (u.f.), las ventas previstas para el período (X_{Total}) y la distribución de estas ventas a lo largo del tiempo.

Bibliografía

- [1] Ismael Sallami Moreno, **Estudiante del Doble Grado en Ingeniería Informática + ADE**, Universidad de Granada, 2025.