

DECISIONES SOBRE DISTRIBUCIÓN: LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN

Alejandro Tornatore
torna@hotmail.com

1. CONCEPTO DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA Y LOGÍSTICA

El concepto de logística hace referencia a las actividades de dirección del flujo de materiales y productos, desde la fuente de suministros, para la elaboración del producto, hasta su utilización por el usuario final.

El término **distribución física** se utiliza frecuentemente como sinónimo de logística. Sin embargo, algunos autores como Magee, Copacino y Rodenfield definen a cada uno de esos términos del siguiente modo:

Logística: Es el arte de dirigir el flujo de materiales y productos de la fuente al usuario. Incluye el flujo total de materiales, desde la adquisición de las materias primas al suministro de productos acabados a los usuarios finales y los flujos de información que ocasionan el control y registro del movimiento de materiales.

Distribución física: Es la parte de la logística que hace referencia al movimiento externo de los productos desde el vendedor al cliente o comprador.

Se considerará en adelante que logística y distribución física son términos equivalentes y que abarcan aquel conjunto de operaciones llevadas a cabo para que el producto recorra el camino que dista desde su punto de producción hasta el consumo. Los canales de distribución son los que posibilitan el desarrollo de estas actividades.

2. FUNCIONES DE LA DISTRIBUCIÓN FÍSICA

Para que la distribución física pueda cumplir su cometido principal lleva a cabo un conjunto de actividades que se agrupan en las siguientes:

- *Procesamiento de los pedidos*
Incluye todas aquellas actividades relativas a la recepción, comprobación y transmisión de órdenes de compra.
- *Manejo de materiales*
Determinación de los medios materiales (carretillas, cintas transportadoras, etc.) y procedimientos para mover los productos dentro y entre almacenes y locales de venta de la propia empresa.
- *Embalaje*
Elección de los sistemas y formas de protección y conservación de los productos: papel, plástico, cajas de cartón o de madera, etc.
- *Transporte del producto*
Determinación de los medios materiales (camión, ferrocarril, avión, barco, etc.) a utilizar y plan de rutas a seguir para mover el producto desde el punto de origen al del destino.
- *Almacenamiento*
Selección del emplazamiento, dimensión y características (refrigeración, automatización, etc.) de los almacenes en los que se deben guardar los productos.
- *Control del inventario*
Determinación de las cantidades de productos que el vendedor debe tener disponibles para su entrega al comprador y establecimiento de la periodicidad con que han de efectuarse los pedidos.

- *Servicios al cliente*
Establecimiento de los puntos de servicio, medios materiales y personas para recibir y atender al cliente, así como para entregar y cobrar el producto.

La distribución física supone un conjunto de decisiones complejas e interrelacionadas que requieren una adecuada planificación.

El funcionamiento efectivo de la distribución física puede ser un factor esencial para mantener una ventaja competitiva, sobre todo en empresas que llevan a cabo una distribución intensiva. Por ejemplo, Wal-Mart se apoya fundamentalmente en su Centro de Distribución, y la publicidad de Soft se basa en una adecuada gestión de stocks (véase figura 14.1).

3. OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCIÓN FÍSICA

Un sistema de distribución eficaz será aquel que tenga a disposición del mercado los productos que éste demande, en la cantidad precisa y en momento oportuno, para esto debe disponerse de unos medios logísticos adecuados, que suministren los productos a los canales de distribución.

Para que la logística sea eficiente deberá llevarse a cabo al menor costo posible.

No obstante, al contemplar los costos de la distribución física deben tenerse en cuenta, no solo los costos directos de cada una de las actividades que engloba (procesamiento de pedidos, transportes, almacenaje, etc.), sino también la interpelación entre cada una de ellas y los costos de oportunidad en que pueden cubrirse.

El cumplimiento de los objetivos de la distribución física debe contemplarse desde una perspectiva global. Es decir, se trata de minimizar el costo total del sistema de distribución física.

Los costos están muchas veces interrelacionados: una variación en el costo de las actividades de la distribución física afecta el costo de las demás, por lo que debe considerarse la suma de todos los costos y no cada uno de ellos en particular.

Por otra parte, las interpelaciones no se limitan a los propios costos de la distribución física, sino que también afectan a los denominados costos de oportunidad. Un **costo de oportunidad** es aquel en el que se incurre por las ventas que se dejan de realizar, por retrasos en el suministro, por no tener el producto en existencia cuando se demanda o por no atender al cliente antes de que decida marcharse y comprar el producto en otro sitio. Una reducción del costo de almacenaje, por ejemplo, puede provocar una ruptura de stocks, es decir, una falta de disponibilidad del producto en el momento en que se demande y en la cuantía solicitada, lo que provocara la pérdida de ventas.

Un sistema eficaz de distribución física debe evitar los costos de oportunidad.

En definitiva, los objetivos de la distribución física o logística pueden concretarse en los siguientes:

- Suministrar la cantidad de producto demandada.
- A los puntos de venta apropiados.
- En el momento preciso.
- Al menor costo total (suma de los costos directos del sistema logístico y de los costos de oportunidad).

Las decisiones sobre la distribución física, comprenden estos aspectos:

- a) Transporte y abastecimiento a los puntos de venta.
- b) Almacenamiento, embalaje y manejo de materiales.
- c) Gestión de compras.
- d) Gestión y control de inventarios-
- e) Decisiones sobre el servicio y tiempo de espera para la prestación del mismo.

4. TRANSPORTE Y ABASTECIMIENTO A LOS PUNTOS DE VENTA

Para que pueda realizarse la venta es preciso que el establecimiento distribuidor esté establecido y el producto se encuentre a disposición del comprador para su adquisición. El transporte desde el punto de origen al de destino, contribuye a hacer posibles estos objetivos.

4. 1. Modalidades de transporte: características, regulación, infraestructura y utilización

Hay muchas formas distintas de mover físicamente un producto de un lugar a otro, pero en la mayoría de los casos las modalidades de transporte se concretan en las siguientes:

a) Terrestre:

- Por carretera: Camión, furgón o vehículo similar.
- Por ferrocarril: tren.

b) Marítimo/fluvial: barco, barcaza, etc.

c) Aéreo: avión, helicóptero, dirigible, etc.

d) Otros: oleoductos, tuberías, cintas transportadoras, etc.

Los transportes en Argentina están regulados por la siguiente legislación básica:

- *Transporte terrestre*
El transporte terrestre está ligado por el Código de Comercio en sus arts. 162 y 206 y extiende la aplicación de sus normas de transporte por agua realizado mediante “pequeñas embarcaciones” y “otras de semejante naturaleza”. En particular:
- *Transporte automotor de cargas*
Ley 24.653 del 12 de julio de 1996. Efectúa una regulación del transporte de cargas por automotores. Define la intervención del Estado en el sistema, el ámbito de aplicación, la administración del sistema, requisitos del contrato de transporte, de seguros, régimen de infracciones y sanciones. Está reglamentada por el Decreto 105/98 de la Presidencia de la Nación del 26 de enero de 1998. Esta reglamentación se refiere a la Política de Transporte de cargas y al funcionamiento del Registro Único del Automotor.
- *Transportes de pasajeros*
Durante el año 1992 se sancionó el decreto 958, aplicable al transporte automotor de pasajeros por carretera, que se desarrolla en el ámbito de la jurisdicción nacional.
- *Transporte aéreo*
El transporte por aire está contemplado en la ley 17.285, que regula la aeronavegación y es conocida como Código Aeronáutico.
- *Transporte marítimo o fluvial*
Está legislado por la ley 20.094, con la excepción mencionada de las “pequeñas embarcaciones” referidas en el art. 206 del Código de Comercio.
- *Transporte ferroviario*
Es motivo de regulación por la ley 2873 de 1891, contemplada por reglamento general de ferrocarriles (dec.90.325/39). En materia del derecho administrativo y del derecho privado, según la relación que rijan, aun cuando la tendencia hacia la privatización de empresas ferroviarias, sin restarse a la actividad el carácter de servicio público, ampliará el campo del derecho privado.

TABLA 14.1

Infraestructura y tráfico de mercancías en la república Argentina.

1. Infraestructura terrestre:

- Red de carreteras (kilómetros)	215.074
1.Pavimentada	67.320
2.Ripio	48.626
3.Tierra	99.128

- Red de ferrocarriles (kilómetros)	33.753
--	---------------

2. Transporte interurbano por carretera y ferrocarril (1995):

	Tm
	<u>(miles)</u>
- Carretera	186.305
- Ferrocarril	15.197

3. Transporte aéreo:

	Tm
	<u>(miles)</u>
- Aéreo cabotaje	16,62
. Aéreo internacional	109,11

TABLA 14.2
Características de las distintas modalidades de transporte

Modalidad	Principales características
Ferrocarril	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento masivo de mercancías. - Gran capacidad. - Amplia cobertura geográfica. - Servicios accesorios. - Costo unitario reducido. - Consumo de energía eficiente. - Equipos especializados para manejar todo tipo de mercancías.
Carretera	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura geográfica extensiva e intensiva. - Servicio punto a punto. - Manejo de todo tipo de mercancías. - Flexible. - Rápido - Salidas frecuentes.
Marítimo/fluvial	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento masivo de mercancías de gran volumen. - Costo más bajo. - Mayor capacidad. - Modo preferido para el arrastre de mercancías de poco valor.
Tuberías/oleoductos	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento masivo de líquidos y gas. - Gran capacidad. - Alta dependencia. - Costo operativo unitario muy reducido.
Aéreo	<ul style="list-style-type: none"> - Modalidad más rápida para distancias intermedias y largas. - Reduce los costos de inventario. - Amplio rango de servicios. - Capacidad cada vez mejor.
Combinación	<ul style="list-style-type: none"> - Combina las ventajas de las distintas modalidades utilizadas. - Reduce pérdidas y desperfectos. - Posibilidad de mayor eficiencia y economías de costo

- *Transporte multimodal de mercaderías*
 Ley 24.921 del 7 de enero de 1998. Regula el transporte multimodal internacional de mercaderías, cuando el destino previsto contractualmente por las partes se encuentra situado en jurisdicción de la República Argentina. Define al transporte multimodal como “el que se realiza en virtud de un contrato

de transporte multimodal, utilizando como mínimo dos modos diferentes de porteo a través de un solo operador...”. Legisla sobre el documento de transporte multimodal, los agentes intervinientes, etc. Cada una de las distintas modalidades de transporte presenta características y ventajas distintas.

4.2. Criterios de evaluación del transporte

Las distintas modalidades de transporte consideradas pueden ser evaluadas por una gran diversidad de criterios. Entre ellos cabe destacar los siguientes:

- *Costo*. Dentro de una misma modalidad de transporte, el costo puede variar sensiblemente según el tipo de mercancía, tamaño del embarque, distancia a recorrer.
- *Rapidez / velocidad*. Se mide por el tiempo transcurrido hasta que se recibe la mercancía.
- *Capacidad*. Tamaño o cantidad del producto que puede ser transportado.
- *Disponibilidad*. Facilidad para contratar una forma de transporte a un destino específico.
- *Frecuencia*. Continuidad del transporte.
- *Fiabilidad*. Consistencia o capacidad del medio de transporte para llevar a cabo sus funciones en los plazos y condiciones previstas.
- *Servicio*. Acondicionamiento de las mercancías, reparación de daños y desperfectos, etc.

De acuerdo con estos criterios, puede establecerse una clasificación de los cinco principales medios de transporte considerados, ordenándolos de mejor a peor (1= el mejor, 5= el peor). En la tabla 14.3 se muestra esta clasificación, pudiendo no ser adecuada en todos los casos y situaciones.

TABLA 14.3
Clasificación comparativa de las distintas modalidades de transporte.

Criterios	Tren	Carretera	Marítimo	Aéreo	Oleoducto
Costo	3	4	2	5	1
Velocidad	3	2	4	1	5
Capacidad	2	3	1	4	5
Disponibilidad	2	1	4	3	5
Frecuencia	4	2	5	3	1
Fiabilidad	3	2	5	4	1
Flexibilidad	2	1	3	4	5

4.3. El problema del transporte (CD-ROM de ejercicios)

a) *Planteamiento del problema*

Cuando hay que abastecer a múltiples puntos de venta o destino desde varios centros de fabricación o almacenaje intermedio, el problema no se reduce únicamente a seleccionar el medio de transporte adecuado, sino también la ruta que deben seguir los productos desde el punto de origen al de destino.

Si, por ejemplo, una empresa tiene 4 fabricas repartidas en un área geográfica y desde ellas se abastece a 50 mercados distintos, las combinaciones posibles de rutas a seguir por el producto desde el origen al destino es de $4 \times 50 = 200$ rutas posibles. En la figura 14.2 se muestra la gráfica correspondiente a las rutas posibles. Sin embargo en la práctica no se llegarán a utilizar todas ellas. Además, las rutas a

seleccionar están condicionadas por las cantidades de producto demandadas en los puntos de destino y las cantidades de producto demandadas en los puntos de origen.

En la situación planteada se tratará de seleccionar entre las rutas posibles aquellas que en conjunto proporcionen el menor costo total de transporte de los productos.

El "problema del transporte" supone que existan m puntos de origen, en los que se localiza la oferta del producto disponible, y n puntos de destino. Cada punto de origen i ($i=1,2\dots m$) es capaz de suministrar O unidades de producto, y cada punto de destino j ($j=1,2\dots n$) requiere D unidades de producto. El costo de transportar una unidad desde un punto de origen i a otro de destino j es de c . El objetivo es seleccionar un plan de rutas que minimice el costo total de transporte.

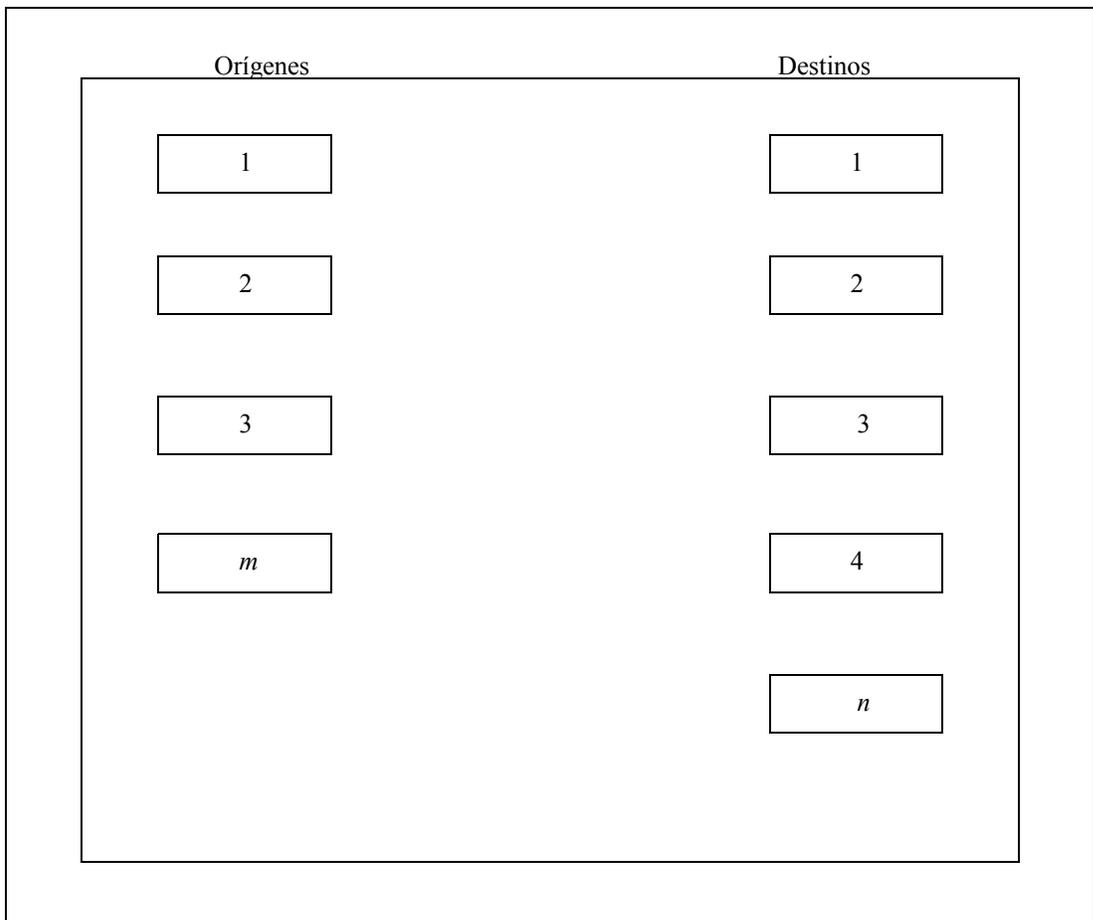
La formulación matemática del problema del transporte es la siguiente:

Minimizar:

Sujeto a:

Para $i = 1,2 \dots, m$ (oferta)

Para $j = 1,2, \dots, n$ (demanda)



ALMACENAMIENTO, EMBALAJE Y MANEJO DE LOS MATERIALES

El **almacenamiento** incluye todas las actividades necesarias para guardar y mantener los productos desde que son fabricados o adquiridos hasta que son vendidos. Es necesario para regular y compensar la oferta y la demanda. Implica la adecuación entre cantidades compradas y vendidas.

Las decisiones sobre almacenamiento afectan a la determinación del número, localización, tipo y características de los almacenes (propios o arrendados) para atender la demanda del mercado.

El número, localización y tamaño de los almacenes estarán en función del servicio al cliente prestado y de las economías de escala. Un número reducido de almacenes de gran dimensión proporcionará dimensiones en los costos, pero ofrecerá una menor operatividad y flexibilidad. Por el contrario, un número elevado de pequeños almacenes, si bien permitirá una mayor proximidad al cliente y un servicio más ágil y flexible, dará lugar a costos de almacenajes superiores.

El **manejo de los materiales** incluye la determinación de los procedimientos a seguir y medios materiales y humanos a utilizar para el movimiento de los productos.

El **embalaje** es necesario para proteger el producto, para impedir roturas, mermas, deterioros, etc. Las decisiones sobre embalaje afectan la elección de los sistemas de protección y conservación y a los materiales a utilizar. El embalaje puede constituir un elemento promocional del producto.

6. GESTIÓN DE COMPRAS

El procesamiento de pedidos incluye las actividades de generación, comprobación y transmisión de órdenes de compras. Es de suma importancia para una efectiva gestión de compras.

El procesamiento de pedidos y la gestión de compras se han facilitado notablemente con la introducción de los códigos de barras y los *scanners* utilizados para su lectura. Con estos equipos, los minoristas pueden llevar a cabo la facturación de los productos vendidos y la gestión de los inventarios. La transmisión de órdenes de compra también se ha agilizado.

Un problema que puede plantearse al cursar el pedido es el tamaño del mismo, la cantidad de producto a pedir en cada orden de compra.

Si procesar el pedido tiene un costo fijo, independiente del volumen del mismo, el costo total de procesar los pedidos, será menor cuanto mayor sea el tamaño del pedido. Pero cuanto mayor sea el tamaño del pedido, mayores serán los costos de almacenamiento. Se plantean dos tipos de costos contrapuestos: los costos de procesamiento de los pedidos y los costos de mantenimiento. La cantidad óptima a pedir en cada orden de compra será la que minimice la suma de ambos costos. Este problema se corresponde con el modelo clásico de Wilson del pedido óptimo.

El modelo del pedido óptimo puede plantearse del siguiente modo:

Sea:

M= Compras totales del período (en unidades).

k= Costo fijo de procesar un pedido.

c= Costo de mantenimiento y almacenamiento por período y unidad de producto.

Q= Cuantía del pedido (en unidades).

Si el pedido Q se recibe cuando las existencias se han agotado o se ha llegado a un nivel mínimo de seguridad, la existencia media en el almacén será Q/2 (más el stock de seguridad si existe). Este comportamiento de las entradas y salidas de los productos en el almacén se muestra gráficamente en la figura 14.7.

El costo total de mantenimiento y almacenamiento (CM) será:

$$CM = \frac{Q}{2} c$$

El costo de procesamiento de los pedidos estará en función del número que se realice y del costo fijo (k) de efectuar cada uno de ellos. El número de pedidos se obtendrá dividiendo la cantidad total comprada en el período (M) por el tamaño del pedido (Q), es decir: M/Q. El costo total de procesamiento (CP) será:

$$CP = \frac{M}{Q} k$$

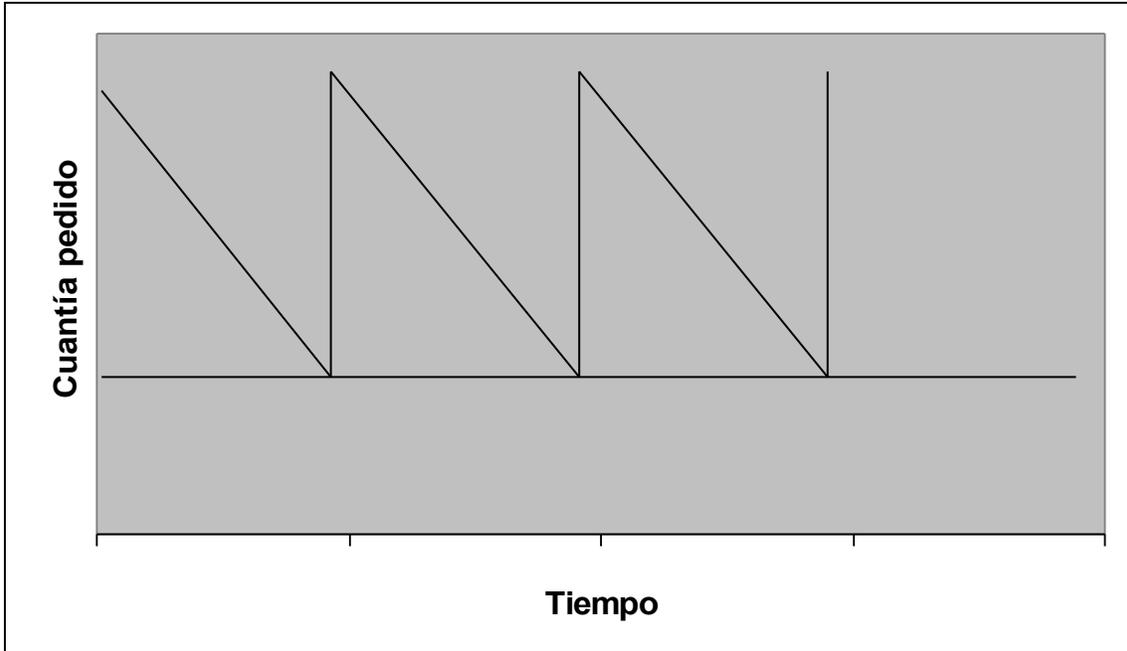


Figura 14.7. Comportamiento de las entradas y salidas del almacén en el modelo del pedido óptimo.

Sumando el costo de mantenimiento (CM) y el de procesamiento (CP), se obtendrá el costo total (CT) de la gestión de compras:

$$CT = CM + CP$$

$$CT = \frac{Q}{2} c + \frac{M}{Q} k$$

El comportamiento de estos tres costos se muestra gráficamente en la figura 14.8. El pedido óptimo (Q) es el que proporciona el costo total mínimo.

La fórmula que permite calcular el pedido óptimo es el siguiente.

$$Q = \sqrt{sMk/c}$$

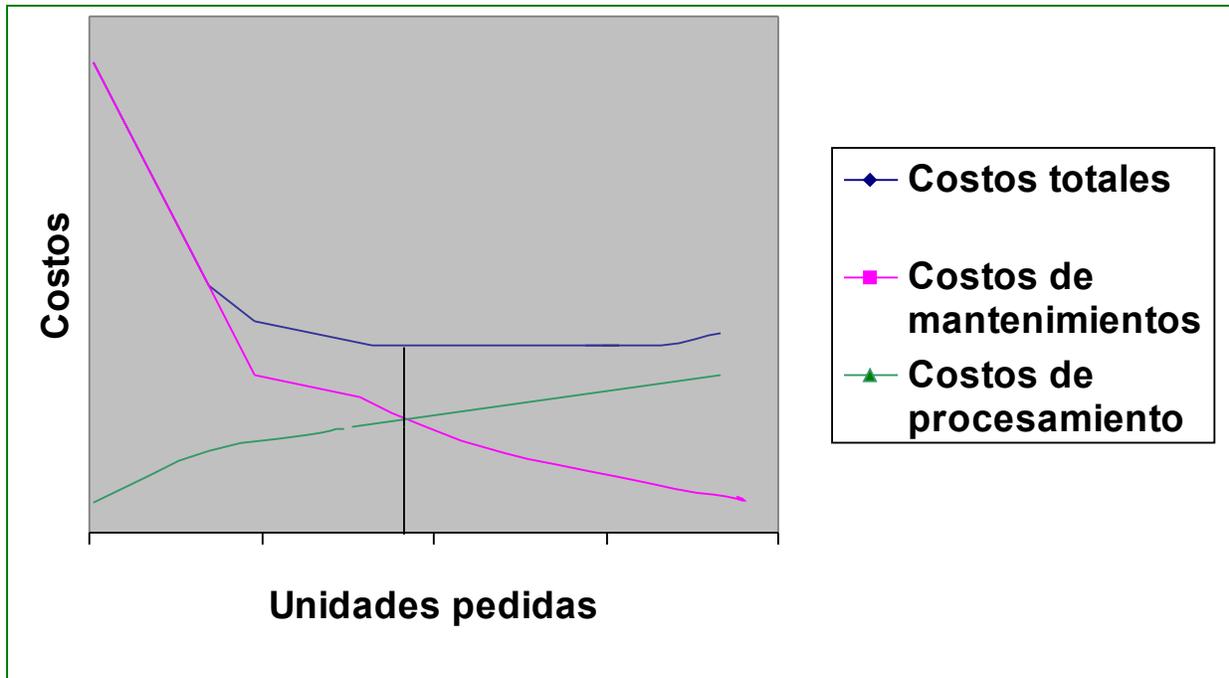


Figura 14.8. Comportamiento de los costos de mantenimiento, de procesamiento y totales según la cuantía del pedido.

7. GESTIÓN Y CONTROL DE INVENTARIOS

La gestión y control de inventarios se encuentran íntimamente relacionados con la gestión de compras anteriormente descrita. Es necesario determinar otros aspectos relativos al momento y frecuencia con que debe efectuarse la compra. Estas cuestiones pueden ser efectivamente resueltas con una adecuada gestión de las existencias. Las técnicas JIT (Just-in-time) y MRP (Material Requirements Planning) pueden contribuir a ello.

El just-in time es un sistema de organización de la producción y de control del inventario, que trata de mantener al mínimo la cantidad de productos almacenados y disponer de los mismos cuando se precisen.

El MRP es una técnica de planificación de las necesidades de material para la producción. Permite controlar y coordinar los materiales en curso de fabricación para reducir al máximo los niveles de inventario. El MRP es recomendable en situaciones de demanda dependiente, en las que un producto incorpora necesidades de otros subproductos, componentes y otros materiales auxiliares. Asegura la disposición de materiales en cantidad, tiempo y lugar.

La finalidad principal de la gestión y control del inventario es determinar el nivel de existencia adecuado para minimizar las roturas de stocks y poder atender en todo momento a la demanda.

La inversión real en inventarios puede llegar a ser muy elevada y su costo efectivo no siempre es fácil de determinar.

Se plantea una situación típica en la distribución física, en la que existen dos costos contrapuestos: los de oportunidad, que disminuyen al aumentar las existencias, y los de mantenimiento del inventario, que aumentan al incrementarse los stocks. En la figura 14.9 se muestra gráficamente la situación descrita. El nivel de existencias óptimo se situará en el punto en el que el costo total sea mínimo.

El problema a resolver consiste en determinar el nivel de existencias que minimiza la función de costo total, es decir:

$$\text{Costo total} = \text{Costo de oportunidad} + \text{Costo de mantenimiento}$$

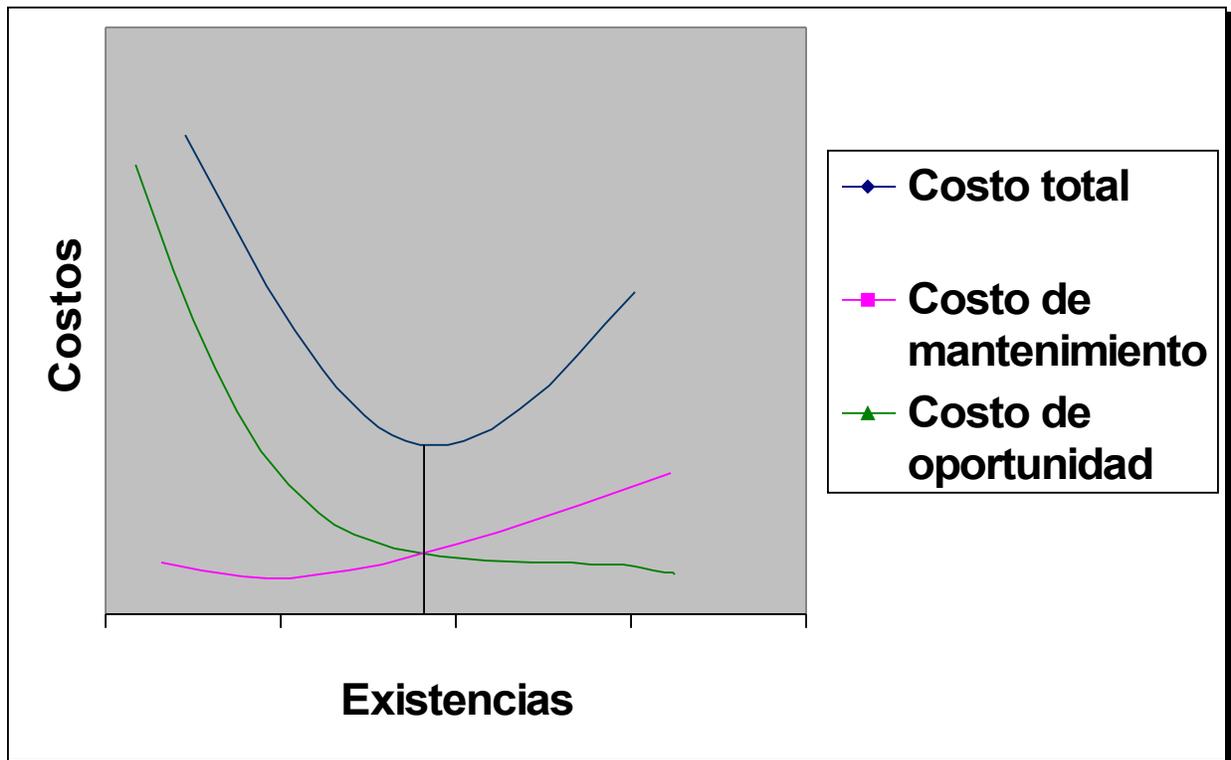


Figura 14.9. Comportamiento de los costos de oportunidad, de mantenimiento del inventario y totales según los niveles de existencia

8. DECISIONES SOBRE EL SERVICIO Y TIEMPOS DE ESPERA

Un problema importante es el relativo a las condiciones ambientales en que se presta el servicio al cliente (comodidad, climatización, limpieza, luminosidad, etc.) Así mismo, la agilidad con la que se presta el servicio influirá en el tiempo de espera del cliente.

El tiempo de espera puede impacientar al cliente y hacerle marchar a otro punto de venta de la competencia donde sea servido con mayor prontitud. Esta fuga de clientes supone un costo de oportunidad para la empresa por la venta que deja de efectuar. Para paliar este problema, se pueden poner más puntos de servicio que reducirán el tiempo medio de espera y por lo tanto el costo de oportunidad. Pero este aumento de puntos de servicio supone un incremento de los costos de distribución.

En esta situación, la pregunta que se plantea es: ¿Cuántos puntos de servicio deben ponerse? La empresa deberá incrementar sus puntos de servicio hasta que el costo de una instalación adicional iguale al costo de oportunidad o beneficios perdidos por la fuga del cliente.

En la figura 14.10 se muestra gráficamente la relación entre los tiempos de espera y el costo total.

El problema consiste en determinar el número de puntos de servicios que minimiza la función de costo total:

$$\text{Costo total} = \text{Costo del servicio} + \text{Costo de oportunidad}$$

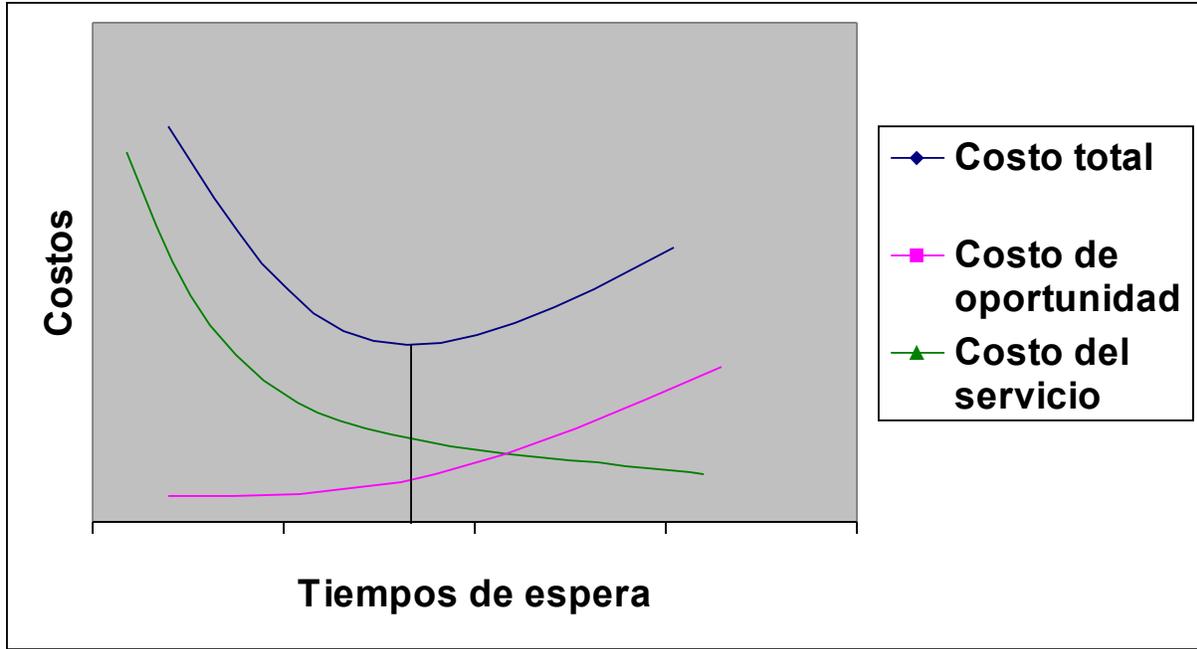


Figura 14.10. Comportamiento de los costos de oportunidad y del servicio según los tiempos de espera.

Alejandro Tornatore
torna@hotmail.com