



**ADOLFO JOSEPH CARREÑO SOLÍS** es ingeniero industrial por la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), con una maestría en Administración de Empresas por la Pontificia Universidad de Comillas de Madrid y una en Supply Chain Management de la Universidad ESAN - La Salle, de Barcelona. Tiene amplia experiencia laboral en la dirección, planificación y organización de la cadena de suministro en importantes transnacionales y operadores logísticos que operan en nuestro país. Es profesor de los cursos de Cadena de Suministro, Logística y Comercio Exterior de los programas de pregrado y maestría de la PUCP y es miembro de la Asociación Peruana de Profesionales en Logística.

El autor responde preguntas, consultas y sugerencias sobre el presente texto al siguiente correo electrónico: [acarreno@pucp.pe](mailto:acarreno@pucp.pe).

ADOLFO JOSEPH CARREÑO SOLÍS

CADENA DE SUMINISTRO  
Y LOGÍSTICA



*Quiero dedicar este segundo libro a mis padres, por su valioso apoyo y aliento constante, y a mis hermanos, quienes me han acompañado y ayudado siempre. También este libro está dedicado a mis dos hijos, Fernanda y Mauro, que día a día me enseñan el verdadero significado de la vida y me dan la motivación para emprender nuevos proyectos.*

*Cadena de suministro y logística*  
Adolfo Joseph Carreño Solís, 2017

© Adolfo Joseph Carreño Solís

De esta edición:

© Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial, 2018

Av. Universitaria 1801, Lima 32, Perú

[feditor@pucp.edu.pe](mailto:feditor@pucp.edu.pe)

[www.fondoeditorial.pucp.edu.pe](http://www.fondoeditorial.pucp.edu.pe)

Diseño, diagramación, corrección de estilo y cuidado de la edición: Fondo Editorial PUCP

Primera edición digital: setiembre de 2018

Prohibida la reproducción de este libro por cualquier medio, total o parcialmente, sin permiso expreso de los editores.

ISBN: 978-612-317-400-2

## PRÓLOGO

El segundo libro de Adolfo Carreño, *Cadena de suministro y logística*, al igual que el anterior, *Logística de la A a la Z*, nos presenta una visión didáctica, ágil y sencilla de la gestión de la logística y de la cadena de suministro adaptada a las empresas que operan en el Perú con operaciones internacionales y locales.

El autor usa la estructura básica de su primer libro: a partir de la base de las funciones claves y de su combinación, construye, extiende y explica las principales directrices, retos, problemas y oportunidades que plantea la gestión de la cadena de suministro a los gerentes y directivos de nuestro país.

Al igual que en su primera obra, el autor plantea todos los tópicos que enfrenta el gerente de logística o gerente de cadena de suministro en su quehacer diario. Encuentro particularmente interesante y útil el capítulo sobre logística del comercio internacional, en el cual encuentro criterios de selección de los operadores de comercio exterior que no se limitan al tradicional enfoque de costos, sino que incorporan además aspectos o criterios de servicio o *expertise* que en el largo plazo pueden generar importantes ahorros en costos a los importadores o exportadores que en principio no son visibles en una simple cotización, así como también mejoras en el nivel de servicio. También llama la atención la gran cantidad de problemas prácticos orientados al adecuado uso de las operaciones aduaneras que no son adecuadamente aprovechadas por los importadores o exportadores en nuestro país.

Los docentes y estudiantes universitarios de pregrado y postgrado también pueden encontrar útil esta obra para el estudio de la logística y la cadena de suministro, porque reúne en una sola fuente material teórico y práctico que les ayudará a comprender mejor la problemática que enfrentan los gerentes que trabajan en este sector. Igualmente, se trata de un material útil para los ejecutivos que trabajan en logística o cadena de suministro.

Por lo expresado anteriormente, tengo el agrado de prologar esta nueva obra, que al igual que la primera demuestra una amplia investigación que es de interés no solo para docentes y estudiantes universitarios de la materia logística, sino para todos los que estamos ligados directa o indirectamente con el quehacer logístico, a quienes recomiendo su lectura.

Este libro contribuirá, estoy seguro, no solo a la formación de mejores profesionales, sino que además nos proporciona una valiosa visión de la importancia de la cadena de suministro y la logística, y de sus posibilidades como herramienta útil para ser más competitivos en este mundo global.

Emilio Fantozzi Temple  
Gerente general  
Ransa Operador Logístico

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN A LA CADENA DE SUMINISTRO Y A LA LOGÍSTICA

### Objetivos de aprendizaje

Después de leer este capítulo el lector será capaz de:

1. Entender el significado de la cadena de suministro y la logística, y su importancia en la organización empresarial.
2. Comprender los principios que rigen la planificación de la actividad logística.
3. Identificar las funciones claves de la cadena de suministro y las funciones claves combinadas.

Este libro trata de la cadena de suministro y de la logística, que son hoy en día funciones importantes dentro de la empresa y fuentes de ventajas competitivas tanto para el logro de considerables ahorros en los costos como para la generación de mayores ingresos a través de un nivel de servicio adecuado al cliente. Su elaboración se ha realizado teniendo en consideración el objetivo de proporcionar al lector un panorama general de la cadena de suministro.

En este libro, el estudio de la cadena de suministro y de la logística empieza con lo que considero las tres funciones claves: el estudio de los inventarios, los almacenes que guardan dichos inventarios y los medios de transporte utilizados por la empresa. En los siguientes capítulos desarrollarán lo que hemos denominado las funciones claves combinadas, que como su nombre sugiere, se refiere al uso y la mezcla de las funciones claves indicadas anteriormente.

Así, se abordarán temas como el problema de abastecer de materiales a los procesos de producción; el flujo de productos internacional; lo referente al envío de los productos terminados desde el final de la línea de producción hasta el consumidor o cliente final; los mecanismos de control; los operadores logísticos y los factores que determinan la conveniencia o no de su contratación; y, finalmente, el importante tema de la colaboración y coordinación entre las empresas que participan en la cadena de suministro con el fin de explotar las oportunidades del mercado.

Los estudiantes universitarios de carreras de ingeniería o administración y los profesionales que estudian un programa de maestría que inician un curso de logística o de cadena de suministro van a encontrar útil este libro no solo por la teoría desarrollada sino también por los más de 120 problemas resueltos o propuestos que complementan el aprendizaje de los conceptos.

Este libro está enfocado en la problemática que enfrentan día a día los gerentes o directores de logística o cadena de suministro de empresas que generan carga y deben de resolver el problema del movimiento y almacenamiento eficiente de los materiales. Los gerentes o directores de los operadores logísticos u operadores de comercio exterior van a encontrar útil este material, pues les permitirá entender los criterios de decisión, así como los apremios y necesidades que los gerentes o directores de las empresas generadoras de carga enfrentan en el corto, mediano y largo plazo.

Los docentes de programas de cadena de suministro de programas de pregrado y posgrado van a poder usar esta obra como libro de texto, dado que desarrolla de extremo a extremo toda la teoría relacionada con la gestión de la cadena de suministro y logística. Asimismo, cada capítulo contiene una amplia variedad de problemas de complejidad creciente, los cuales pueden ser usados en la formulación de los exámenes y evaluaciones.

Los directivos de compras o logística de instituciones u organismos estatales encontrarán en esta obra las prácticas logísticas y de cadena de suministro para el movimiento eficiente y eficaz de los materiales en la cadena, las cuales pueden ser replicadas en sus respectivas instituciones.

Este libro es una ampliación y actualización de mi primer libro: *Logística de la A a la Z*, del cual he tomado la estructura básica, las funciones claves y las funciones claves combinadas, para construir el concepto de cadena de suministro.

Mi labor profesional como gerente de *supply* en importantes empresas del país y el continuo dictado de clases en cursos de logística y cadena de suministro en niveles de pregrado y postgrado me motivaron a tomar notas orientadas a mejorar mi primera obra.

Con relación a mi libro anterior, en esta publicación:

- Se incrementa el número de problemas resueltos o propuestos de 60 a más de 120, especialmente en el capítulo de logística del comercio internacional, con cuarenta nuevos problemas.
- El primer capítulo se enfoca en la cadena de suministro y no solo en la logística, y se desarrollan definiciones más precisas del primer concepto.
- En el segundo capítulo, referido a inventarios, se desarrollan conceptos de tipos de inventario de acuerdo a su lugar en la cadena de suministro. Así, se introduce la variabilidad de los tiempos de entrega ( $s_2$ ) para el cálculo de los stocks

de seguridad, así como los conceptos de *fill rate*, *order fill rate* y *cycle service level* para la medición de la disponibilidad del stock o nivel de servicio. Finalmente, se usan nombres más descriptivos para los sistemas de renovación de inventarios: en lugar de «sistema Q» se utiliza «lógica del punto de reorden», y en lugar del «sistema P», «lógica del nivel objetivo». Dichos nombres describen mejor a los sistemas de renovación de stocks.

- En el tercer capítulo, sobre almacenes, se desarrollan tres distintos indicadores para medir la exactitud de los inventarios en un almacén. También se encontrará un esquema con los tipos de estanterías que se pueden encontrar en los distintos eslabones de la cadena de suministro.
- En el capítulo cuarto, «Medios de transporte», se introduce la variabilidad de los tiempos en tránsito para la selección del modo de transporte a usar en la cadena de suministro.
- En el capítulo quinto, sobre la gestión de compras, se incrementa el número de problemas propuestos.
- El sexto capítulo, sobre logística del comercio internacional, desarrolla una visión de ingeniería del comercio exterior, es decir, la conveniencia de usar un determinado régimen aduanero desde el punto de vista del beneficio/costo, del flujo de los procesos y tiempos relacionados. Asimismo, el capítulo desarrolla modelos para seleccionar a los agentes de aduana, agentes de carga y depósitos temporales de acuerdo a las necesidades específicas del importador o exportador: las relaciones de peso/volumen de la carga a transportar, los tipos de embarque (LCL o FCL), el tamaño y la frecuencia de los mismos, entre otros. También se desarrolla con detalle el tema de liquidación de tributos, al punto que el lector podrá calcular por su propia cuenta los tributos que gravan las operaciones aduaneras y su relación con los costos. Espero que el detalle y la extensión con el cual se aborda este capítulo contribuya a desarrollar una visión de ingeniería del comercio exterior, que desde mi punto de vista es un campo cuyas oportunidades están a la espera de ser explotadas.
- En el séptimo capítulo, sobre la distribución física, se desarrollan modelos cuantitativos para identificar los ahorros que produce el efecto portafolio en la red de distribución. Asimismo, se desarrollan criterios de decisión cualitativos y cuantitativos para decidir si se deben colocar plataformas de consolidación, expedición, centros de distribución y de *cross dock*.
- En el capítulo VIII se añaden tres nuevos problemas tipos y, finalmente, en el capítulo IX se desarrolla el concepto de control de inventarios multiescalón.

## 1. LOS ANTECEDENTES DE LA CADENA DE SUMINISTRO: LA LOGÍSTICA

La logística es una actividad realizada por el hombre desde que empezó a almacenar y transportar mercancías, es decir, desde tiempos inmemoriales; sin embargo, aunque parezca irónico, no encontramos una definición formal del término sino hasta 1985, año en que el National Council of Physical Distribution Management<sup>1</sup> (NCPDM), fundado en 1963 en los Estados Unidos, cambia de nombre a Council of Logistic Management<sup>2</sup> (CLM), hecho con el cual se define formalmente el término de logística.

La logística en la década de 1960 era un aspecto desatendido por la dirección, que concentraba sus esfuerzos principalmente en reducir sus costos de producción. Peter Drucker (1962, p. 103), maestro y gurú de la administración, en su artículo «El continente negro de la economía», en 1962 escribe:

Sabemos ahora un poco más sobre distribución que lo que sabían los contemporáneos de Napoleón sobre el interior de África. Sabemos que está ahí, y que es grande; eso es todo. Hay muchos expertos en las fases individuales: transporte y almacenamiento, venta y hábitos de compra de los consumidores, etiquetado y empaque, factoraje y seguros. Pero cuando una importante dependencia gubernamental solicitó dos o tres consultores sobre distribución, de mucha gente a la que se preguntó en la industria, en el gobierno y aun en las universidades nadie pudo nombrar un solo candidato calificado [...].

Es evidente el desarrollo vertiginoso experimentado por la logística desde aquella época hasta la fecha. De ser considerada una actividad que había que realizar inevitablemente, hoy es vista como una fuente generadora de ventajas competitivas o de ahorros en costos.

Un aspecto importante reside en lo referente a la definición de los términos de logística y distribución física, inicialmente usados indistintamente para referirse a lo mismo. En este libro utilizaremos la definición de logística dada por el CLM: « [...] el proceso de planificar, llevar a cabo y controlar, de una forma eficiente, el flujo de materias primas, inventarios en curso, productos terminados, servicios e información relacionada, desde el punto de origen al punto de consumo (incluyendo los movimientos internos y externos y las operaciones de importación y exportación), con el fin de satisfacer las necesidades del cliente».

En el caso del término «distribución física» utilizaremos el concepto adoptado por Gutiérrez y Prida:

[...] se entiende por distribución física el conjunto de actividades que se ocupan del flujo de productos terminados (y del flujo de información a él asociado) desde el final del proceso de fabricación hasta que dichos productos se encuentran en manos de los clientes [...] No obstante es necesario precisar aquí que, a veces, el proceso de distribución física no acaba en el momento que el artículo llega al cliente. En determinadas ocasiones es necesario recoger una mercancía defectuosa que está en poder del cliente para enviarle otra en buen estado o para reparar los defectos y volvérsela a remitir [...] (1998, p. 17).

De las definiciones anteriores se puede afirmar que la distribución física es la parte de la logística que estudia el flujo de los productos terminados, servicios e información desde que salen del proceso productivo hasta que llegan al cliente final. El flujo restante, es decir, el de los materiales, servicios e información necesarios para las operaciones de la empresa, resulta un tema de estudio de la administración de compras.

Se puede observar también que la logística enlaza a la empresa con los clientes, a los que debe llevar los productos fabricados, y con los proveedores, quienes abastecerán a la empresa de los materiales necesarios para sus operaciones. Entonces, podemos afirmar que la logística es el enlace entre la empresa y los mercados.

### **1.1. Nivel de servicio al cliente y logística**

El nivel de servicio es la definición del servicio que se va a proporcionar al cliente, lo cual afecta de manera directa el diseño del sistema logístico y la localización de la red de plantas y almacenes a lo largo de los cuales fluirá el producto. Su definición requiere la participación de la alta dirección, y se debe basar en lo que el cliente desea y no en lo que ofrece la compañía o lo que ofrece la competencia.

La definición del nivel de servicio al cliente involucra aspectos diversos, tales como la calidad del producto, su funcionalidad, la garantía del producto, el servicio post venta, el servicio técnico, etcétera. Las dimensiones del nivel de servicio que controla la logística son la disponibilidad y la rapidez.

La disponibilidad de productos es la posibilidad de atender los pedidos de los clientes desde los inventarios de la empresa. El tener el producto disponible para su expedición al cliente eleva el nivel de servicio dado por la empresa, pero en contrapartida implica un mayor costo de inventarios. Controlar los costos de inventarios requiere la selección adecuada del sistema de renovación de inventarios, lo cual es estudiado a fondo en el segundo capítulo de este libro.

La rapidez está relacionada con el transporte utilizado. Un plazo de entrega corto requiere la elección de un medio de transporte rápido y, por tanto, costoso, como el transporte aéreo. Un plazo de entrega mayor puede permitir la utilización de un medio de transporte más económico pero más lento, como el marítimo. Un segundo aspecto importante que afecta la rapidez es la localización de los almacenes. Almacenes ubicados cerca de los centros de demanda proporcionan la ventaja de disminuir los tiempos de entrega y con ello mejorar el nivel de servicio, pero en contraposición elevan la inversión en infraestructura de almacenamiento y los costos de mantener stocks en varios almacenes.

### **1.2. Principios para la planificación logística**

La planificación de la logística requiere la aplicación de diversos principios para su adecuada implementación en la empresa. En la literatura se encuentran muchos de estos principios o reglas, referidos a lo mismo bajo distintos nombres. A continuación, presentamos los más importantes, compartidos por la mayoría de autores.

#### **1.2.1. Principio del costo total**

Es uno de los conceptos más antiguos de la administración logística, y su entendimiento es esencial para una adecuada planificación. Es muy común encontrarlo en los libros de logística con otros nombres, tales como «balance de costos opuestos», «logística integral», «logística total», entre otros. Este principio es simple y postula que los principales costos logísticos están en conflicto unos con otros y que el reducir un costo implica aumentar otro; o, dicho de otra manera, que existen intercambios de costos entre las diferentes actividades logísticas, lo cual corrobora que la mejor forma de gestionarlas reside en administrar el proceso logístico como un todo.

Langley cita un pasaje publicado en 1844 por el francés Jules Dupuit, en el que se explican los intercambios de costos existentes entre el transporte y los inventarios:

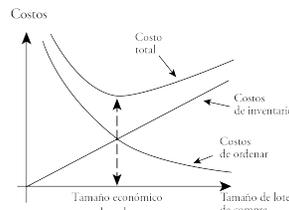
El hecho es que el transporte por tierra, siendo más rápido, más confiable y menos sujeto a pérdidas o daños, tiene ventajas a las cuales el hombre de empresa les otorga un considerable valor. Sin embargo, puede ser que el ahorro de 0.87 francos por kilogramo induzca al comerciante a usar el canal; puede comprar almacenes y aumentar su capital flotante para tener a mano suficientes bienes y protegerse contra la lentitud e irregularidad del transporte por agua, y si todo le dice que el ahorro de 0.87 francos en costos de transporte le dará una ventaja de unos cuantos centavos, se decidirá a favor de la nueva ruta [...] (Langley, 1986, p. 3).

La determinación del lote económico de compra, EOQ (*Economic Order Quantity*), está basado en el principio de balancear los costos opuestos de ordenar y de posesión de inventarios. Los costos de ordenar son aquellos en que se incurre cada vez que se emite una orden de compra y son independientes del tamaño de lote comprado. Son componentes del costo de ordenar: los gastos administrativos de solicitud y análisis de cotizaciones de proveedores, emisión de la orden de compra, seguimiento al estado del pedido, entre otros.

Los costos de posesión de inventarios son aquellos relacionados con el costo del capital invertido, el costo de la infraestructura y equipos de almacenamiento, las mermas y seguros en los que se incurre para el mantenimiento de inventarios.

El emitir órdenes de compra frecuentes por lotes pequeños de productos minimiza los niveles de inventarios y, por tanto, sus costos; pero al mismo tiempo eleva los costos de ordenar. Por el contrario, emitir un menor número de órdenes de compra por grandes lotes de productos minimiza los costos de ordenar, pero incrementa los costos de mantener grandes lotes de inventarios. Así pues, debe existir un tamaño de lote de compra que minimice los costos de ordenar y mantener inventarios. A este tamaño óptimo se le llama lote económico de compra.

El comportamiento opuesto de ambos costos se puede apreciar en la siguiente figura:



#### PUNTO CLAVE

Los costos en logística están en oposición, la tarea es encontrar el mejor balance de dichos costos.

### 1.2.2. Estandarización y postergación

Cada vez es mayor la variedad de productos terminados que se requieren para satisfacer las necesidades y gustos de los clientes. Añadir una nueva presentación al mix de productos que ofrece la empresa incrementará los costos de inventarios, aunque la demanda probablemente no se mueva o aumente en una proporción menor. La proliferación de tipos de productos incrementa los costos de mantenimiento de inventarios. La estandarización combate la proliferación de tipos de productos a través de la fabricación de componentes y módulos intercambiables, que se ensamblan a la medida o gusto del cliente.

La postergación consiste en retardar el ensamble de estos componentes estándares hasta lo más cercano posible al pedido del cliente, evitando así la proliferación de los productos terminados y sus costos relacionados, y manteniendo una alta disponibilidad del producto para atender los pedidos del cliente.

Sharman plantea un ejemplo interesante de la aplicación simultánea de la estandarización y postergación:

Como es del conocimiento general, la desregulación de la industria de las telecomunicaciones ha traído una proliferación espectacular de modelos y colores de teléfonos. Exasperado por los altos costos de almacenamiento de todos sus modelos en los locales de sus distribuidores, un fabricante decidió dejar de ensamblar totalmente cada teléfono y ya no surtirlo listo para su instalación. En su lugar, rediseñó el producto de tal forma que el mecanismo interno, la parte más costosa, pudiera ser fabricado y embarcado por separado de la cubierta, la parte más barata. Con un amplio surtido de cubiertas pero con pocos mecanismos en la bodega, el distribuidor podía ensamblar un teléfono al gusto del cliente en pocos minutos. Los clientes podían tener rápidamente el teléfono del color que quisieran, al mismo tiempo que el número de mecanismos en almacén se redujo en un 75% y disminuyeron los costos de inventario en un 40% (1984, pp. 72-75).

Encontramos la aplicación de este principio en establecimientos minoristas, en los cuales, por ejemplo, se encuentran colores básicos de pinturas que serán mezclados según la tonalidad que solicite el cliente.

#### PUNTO CLAVE

La estandarización y postergación aplicadas simultáneamente permiten ofrecer una alta disponibilidad de productos al cliente manteniendo bajos los costos de inventarios.

### 1.2.3. Consolidación

Es el resultado de las economías de escala que existen en la estructura de costes de las tarifas de transporte. Los costos por unidad de producto transportado son menores si se utiliza el 100% de la capacidad del vehículo de transporte que si es usado en un porcentaje menor; o, dicho de otra manera, los costos del flete se aprovechan mejor usando el 100% de la capacidad de transporte.

La búsqueda de estas economías puede llevar a establecer plataformas o centros de consolidación en los cuales se almacenen productos con un mismo destino, a la espera de completar la capacidad de una unidad de transporte y de trasladarlos de manera más económica.

En algunos casos podemos retrasar la entrega de pedidos a los clientes hasta tener un volumen de pedidos que complete la capacidad del vehículo de transporte. El deterioro del nivel de servicio que significa el retraso debe ser compensado con los ahorros en costo resultantes de la consolidación. Algunas empresas van más lejos y solamente reciben pedidos cuyo tamaño iguale a la capacidad de una unidad de transporte e, inclusive, establecen descuentos e incentivos a sus clientes cuando sus pedidos completan las unidades de transporte más grandes, las cuales reparten sus costos fijos en una capacidad mucho mayor que las unidades pequeñas.

#### ***1.2.4. Aplicación de la ley de Pareto***

La ley de Pareto, de amplia aplicación en la solución de problemas empresariales, merece especial atención al momento de planificar la logística, pues se presenta en una multitud de situaciones y ofrece una cantidad igual de oportunidades por explotar. El desarrollo de la ley de Pareto es mostrado en el capítulo II, sobre inventarios, por lo que en las siguientes líneas citaremos solo algunos ejemplos de su aplicación.

En el área de compras, los mayores desembolsos de la empresa corresponden a unos pocos pedidos u órdenes de compra. La gran mayoría de compras son por montos pequeños que, a la postre, absorben gran parte del tiempo de los compradores. También se dan situaciones en las que unos pocos proveedores concentran los mayores montos comprados, lo cual puede representar un riesgo para la empresa si el proveedor falla, pero también representa posibilidades de alianzas beneficiosas para ambos. Este tipo de situaciones es analizado en el capítulo V, sobre compras.

Es muy común encontrar aplicaciones del Pareto a la gestión de inventarios. Unos pocos artículos son los que concentran los mayores costos de inventarios, los que tienen más rotación o demanda, o los que ocupan más espacio en el almacén. Concentrar nuestros esfuerzos de gestión en estos pocos artículos nos puede dar resultados beneficiosos en el corto plazo.

En el planeamiento de la distribución física, aquellos artículos de mayor rotación o demanda pueden ser ubicados y despachados desde los almacenes locales, lo que permite entregar el producto rápidamente; aquellos de baja demanda o rotación se despachan desde la fábrica o almacén central, con lo cual evitamos mantener stocks de estos productos de baja rotación en multitud de almacenes, reduciendo así los costos de inventarios que pueden quedar obsoletos, aunque incrementando los tiempos de entrega debido a que se deben despachar desde lugares más alejados.

### **1.3. Importancia de la logística en la organización empresarial**

Entender que el flujo de materiales en una empresa es un proceso que se debe gestionar de manera integrada ha facilitado la centralización de las actividades logísticas en una sola área o departamento en la empresa.

Las relaciones costo-servicio que gestiona la logística con las demás áreas y su impacto en las operaciones de toda la empresa ha llevado a que el área logística tenga un nivel gerencial similar al de las gerencias de producción, comercial, finanzas, etcétera en la estructura de la organización de la empresa.

La noción de las relaciones costo-servicio que gestiona la logística y su impacto en otras áreas se puede entender a través de sencillas situaciones. Si, por ejemplo, el área logística de una empresa decidiera utilizar el medio de transporte más barato para minimizar costos, pero este transporte es lento, estos retrasos pueden afectar el área de producción paralizando las operaciones, con la consiguiente pérdida en horas hombre o en horas máquina, las que pueden superar con creces los ahorros alcanzados en el transporte. Si el área de compras incrementa las cantidades que adquiere a fin de obtener descuentos por volúmenes de compras, puede afectar al almacén sobrepasando su capacidad si no se hace de manera coordinada.

La gestión de este tipo de situaciones ha empujado a que la logística se centralice en una gerencia independiente y desarrolle y sostenga relaciones de coordinación con sus demás pares (producción, comercial, entre otros) y no de subordinación, puesto que estas últimas por lo general convergen en situaciones de ineficiencia o de sobrecostos que perjudican a la empresa.

Frecuentemente, aquellas organizaciones que tienen algunas de sus funciones logísticas subordinadas a otra área funcional suelen enfrentar situaciones de ineficiencias. Tal es el caso, por ejemplo, si el área comercial se hace cargo de la distribución, pues podemos encontrar situaciones en que por el afán del área comercial de llegar a la meta de ventas se

despachen los pedidos sin tener presente la utilización de la capacidad del transporte o la eficiencia de recorrido de la ruta, generando sobrecostos en la distribución y afectando el desempeño de la empresa en su conjunto.

Dado que la influencia de la logística alcanza a todas las áreas funcionales de la empresa, las relaciones que la logística desarrolla con las áreas de producción, comercialización y finanzas, son particularmente interesantes y estrechas. Pasaremos a describirlas a continuación.

### ***1.3.1. Relación logística-producción***

Debido a que el área de producción en una empresa fabril es el área que más materiales consume, esta se convierte en una de las áreas usuarias más importantes de la logística.

Mientras para producción siempre es preferible que sobren materiales a que falten, para logística tanto el sobreabastecimiento como la rotura de stock son igualmente perjudiciales. El sobre stock puede originar una sobre utilización de la capacidad del almacén y demasiado dinero inmovilizado con los sobrecostos financieros asociados, entre otros. Las roturas o quiebres de stock son igualmente perjudiciales, pues generan horas-hombre u horas-máquinas paradas o la utilización de medios de transporte caros para trasladar el stock faltante para atender a estas emergencias.

La logística debe gestionar el uso de los materiales de manera eficiente, para ello deberá conocer los planes de producción, los tipos de materiales a utilizar, las cantidades y momentos de uso para planificar el flujo de dichos materiales.

Otro aspecto que marca el tipo de relación de trabajo son las necesidades o requerimientos urgentes del área de producción, que por lo general aparecen frecuente y simultáneamente, dando la impresión de que el área de producción es un área sin planificación o que todo lo considera «urgente» o «muy urgente». Esto lleva a logística a desestimar este tipo de requerimientos, inclusive cuando estos son reales, lo cual genera fricciones o discordia entre dichas áreas.

### ***1.3.2. Relación logística-comercial***

La organización comercial busca poner los productos al alcance del usuario en las cantidades y momentos que considere pertinentes, utilizando o no para ello canales de distribución. El cómo lograr este objetivo comercial sin elevar los costos a niveles que signifiquen pérdidas para la empresa es tarea del área logística, específicamente de la distribución. Para lograr esto, el área logística debe trabajar en forma estrecha con el área comercial y conocer sus planes comerciales, para diseñar y operar el sistema de distribución, midiendo y controlando variables básicas como tiempo de respuesta y capacidad, entre otros.

Al igual que con producción, el área comercial tiende a trasladar frecuentemente a logística pedidos «urgentes» o «muy urgentes», los cuales deben ser atendidos inmediatamente en nombre del buen servicio al cliente. Este tipo de requerimientos generan nuevamente la sensación de un trabajo desordenado del área comercial, produciendo las fricciones y discordias clásicas entre logística y comercial.

### ***1.3.3. Relación logística-finanzas***

La gestión del flujo de entradas y salidas de materiales o productos terminados requieren la utilización de almacenes, medios de transporte, proveedores, etcétera, que comprometen los recursos económicos de la empresa, los que están bajo custodia del área financiera. Es por ello que aparecen las relaciones entre logística y finanzas, las que deben ser de coordinación rápida y efectiva con el fin de cumplir las necesidades de los clientes internos y externos de la empresa.

Logística, en base a los planes de producción y comercialización, estimará sus necesidades de recursos, por lo general anuales, para ejecutar sus labores de almacenamiento, transporte y compras de materiales. Finanzas estimará sobre esa base sus necesidades de capital de trabajo, condiciones de pago a proveedores, fuentes de financiamiento, entre otros.

El trabajo de ambas áreas estará basado en la coordinación para que ambas áreas cumplan sus objetivos de manera simultánea.

#### **PUNTO CLAVE**

La logística debe desarrollar relaciones de coordinación con sus pares funcionales (producción, comercial, finanzas, entre otros) en la actividad empresarial, de lo contrario se pueden presentar situaciones ineficientes.

## **2. LA CADENA DE SUMINISTRO**

La cadena de suministro está formada por empresas que coordinan y colaboran con el objetivo de explotar una oportunidad de mercado, satisfaciendo las necesidades de los clientes. Dichas empresas, que conforman la cadena de suministro, son proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas y el mismo cliente final. Una representación básica se puede observar en la siguiente figura.

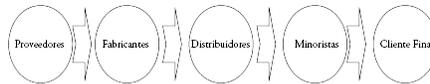


Figura 1.2: Estructura básica de una cadena de suministro

Cabe resaltar la importancia de la coordinación y la colaboración en las cadenas de suministro, pues esta distingue a la cadena de suministro de las empresas que se relacionan a través de la compra y venta de stocks unas a otras, sin administrar de manera integrada los flujos de productos, información y fondos que se producen entre las empresas.

Los conceptos de coordinación y colaboración en una cadena de suministros, que se desarrollan extensamente en el capítulo IX, comprometen a todas las empresas que conforman la cadena de suministro: proveedores, fabricantes, operadores logísticos, distribuidores, minoristas y el cliente final.

Por ejemplo, el proveedor de trigo al que le compra Alicorp para producir sus fideos, el transportista subcontratado que lleva los fideos hasta un distribuidor en Trujillo que compra dichos fideos, quien después los vende a un minorista, ubicado también en Trujillo, que se encarga de la venta al cliente final o consumidor son las empresas que conforman la cadena de suministro. Si adicionalmente Alicorp compra los cartones y embalajes de sus fideos a otro proveedor, entonces también este proveedor forma parte de la cadena de suministro. Si los proveedores de Alicorp tienen a su vez otros proveedores (de segundo o tercer nivel) que les facilitan los insumos y las materias primas, entonces dichos proveedores también pasan a formar parte de la cadena de suministro.

En este sencillo ejemplo se puede apreciar la complejidad existente en las cadenas de suministro y podemos además inferir que un término más preciso que describe dicha complejidad es el de red de suministro, pues el término «cadena» nos sugiere una linealidad (ver figura 1.2), que no describe en términos reales la magnitud de la complejidad de una cadena de suministro. La figura 1.3 nos describe la complejidad de las cadenas de suministro señaladas.

La cadena de suministro busca administrar de manera integral los flujos de productos, información y fondos que se dan a lo largo de estas redes, pues existen grandes posibilidades de mejorar el servicio al cliente e incrementar los beneficios para toda la cadena si se administran dichos flujos de manera integrada.

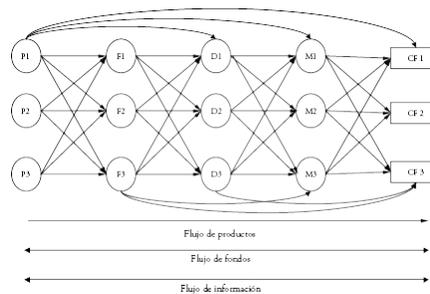


Figura 1.3: Red de suministro

Donde:

P1, P2, P3: Proveedores 1, 2 y 3

F1, F2, F3: Fabricantes 1, 2 y 3

D1, D2, D3: Distribuidores 1, 2 y 3

M1, M2, M3: Minoristas 1, 2 y 3

CF1, CF2, CF3: Consumidor final 1, 2 y 3

Es preciso señalar que el flujo de productos comprende la gestión de los mismos desde que son materias primas hasta que se convierten en productos terminados a disposición del cliente final para su consumo. También se estudia dentro de este flujo la gestión de las devoluciones que hacen los clientes, lo cual genera un flujo de productos en el sentido contrario.

El flujo de información de los nuevos productos, promociones, innovaciones, reportes de estatus de los embarques, avisos de llegada, ASN<sup>2</sup> (*Advanced Shipping Notices*) entre otros, de la cadena, debe ir en dirección al cliente final, y desde ahí se produce un flujo inverso de información de necesidades del cliente, nuevos cambios en el mercado, pronósticos de demanda, pedidos de reabastecimiento de stocks a los participantes de la cadena, lo cual generará nuevamente flujo de productos que ajustará la oferta con la demanda.

El flujo de fondos está asociado con la generación de valor de la cadena. El valor en una cadena corresponde a la diferencia entre lo que el cliente paga por el producto final y todos los costos en que incurre la cadena para entregar el producto al cliente, desde que este es materia prima. El único flujo de fondos positivo en una cadena es el pago del cliente

por el producto, todos los demás flujos son negativos y corresponden a las transacciones que se dan al interior de una cadena. Un punto importante en el estudio de los flujos de fondos es la velocidad del flujo de efectivo. Una cadena de suministro con capacidad de entregar más rápidamente los productos que otra factura y cobra antes. En el extremo existen cadenas de suministro como las del fabricante de computadoras personales Dell, que cobran 30 a 45 días antes del pago a proveedores, lo que les permite disponer de efectivo libre que puede ser usado en mejoras, investigación, desarrollo de nuevos productos o simplemente invertirlo en títulos o valores.

Coyle (2013, p. 22) añade un cuarto flujo en la cadena de suministro al cual llama flujo de demanda, relacionado con la capacidad de sincronizar la oferta con los cambios de la demanda. El siguiente ejemplo ilustra adecuadamente las ideas de Coyle: anteriormente las empresas fabricantes tenían programas de producción congelados a treinta días, es decir, independientemente de la venta, se producía lo que indicaba el programa los siguientes treinta días, sin considerar si la demanda era alta o baja para el producto que estaba siendo producido. En otras palabras, los programas de producción solo se ajustaban cada treinta días. Estos programas rígidos de producción llevaban a las empresas a excesos de stocks de productos sin acogida en el mercado o pérdida de ventas si la demanda era muy alta y el plan había considerado una producción limitada. Coyle destaca la capacidad de la cadena para ajustar la producción a intervalos de tiempo cortos, que pueden llegar a ser diarios, con el objetivo de cubrir los picos de demanda de productos que han tenido acogida y detener la producción de aquellos productos que no la han tenido. Aunque los costos de producción son más altos, se ajusta mejor la oferta a la demanda, evitando quiebres o excesos de inventarios que a la larga salen más caros.

El siguiente concepto ilustra la noción de flujo de demanda: el nivel de inventarios en una cadena de suministro está determinado por el tiempo que permanece el producto en la cadena (T, tiempo de flujo), es decir tiempos de abastecimiento, producción y distribución, y la velocidad (R) a la que ocurre la venta (*throughput* en la literatura anglosajona). Por tanto, el inventario (I) que existe en la cadena podemos calcularlo como:

$$I = R * T$$

Por ejemplo, si la velocidad de la venta de un automóvil de un modelo determinado es de 3000 unidades por mes y el tiempo de flujo es de tres meses, entonces el nivel de inventarios que existe en la cadena es equivalente a 9000 unidades.

Si logramos reducir el tiempo de flujo a dos meses, entonces el stock en la cadena se reduce a 6000 unidades.

Es fácil concluir que una disminución del tiempo de flujo en la cadena conduce directamente a una reducción de los inventarios, con lo cual la cadena queda menos expuesta en términos de inventario a los cambios de la demanda y obsolescencias, entre otros, que ocurren frecuentemente en los mercados.

Nuevamente Dell nos puede servir como ejemplo de una adecuada administración de los flujos mencionados en una cadena de suministros. Para las ventas de sus PC, Dell ha elegido un canal directo al consumidor final a través de internet, como se muestra en la figura 1.4.

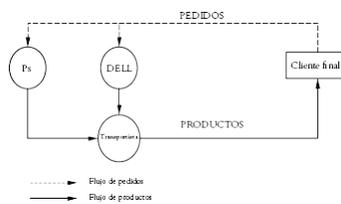


Figura 1.4: Canal directo de Dell

Donde Ps = proveedores de Dell.

El sistema de información de Dell está desarrollado para capturar los pedidos de computadoras del cliente y le permite a este elegir el tipo de componente y su capacidad de acuerdo a sus necesidades específicas. Una vez determinadas las características de la computadora, la información viaja instantáneamente a los proveedores de partes de Dell, a su fábrica en Austin, Texas, y al transportista, en este caso UPS.

La operación de Dell se inicia con el ensamble del pedido del cliente en su fábrica en Austin, los proveedores a través de un sistema de información en línea, conocen la demanda de los clientes de Dell, las proyecciones de la demanda y los niveles de stocks de partes y componentes en la fábrica en Austin. En base a dicha información ajustan sus programas de fabricación a las necesidades de Dell y reponen el stock de partes de la fábrica.

Si el pedido del cliente incluye un monitor de Sony, el transportista UPS se encarga de retirar el monitor del almacén de Sony, así como la computadora ensamblada de la fábrica de Dell y las junta en un solo paquete, el cual es entregado vía aérea al cliente final. UPS debe realizar la consolidación del monitor y la computadora en sus instalaciones y lo hace eficientemente debido a que está conectado en línea con el sistema de información de Dell y conoce los puntos de recojo

y entrega con la suficiente anticipación para planificar adecuadamente las rutas de recojo y entrega. El resultado es que el cliente puede tener la PC en su casa en aproximadamente cinco días.

Este modo de trabajar de Dell le permite entre otras cosas, tener bajos niveles de inventario, acorde con los cortos ciclos de vida del producto en el sector de la alta tecnología. Esto también es fuente de ventajas competitivas sobre sus rivales, porque si Intel saca un nuevo procesador más potente, Dell lo puede incluir dentro de sus PC y ofrecerlos al cliente mucho más rápido que sus competidores, pues no tiene stocks que liquidar.

Esta asombrosa velocidad de Dell le permite manejar los flujos de fondos de manera eficiente, pues Dell cobra a sus clientes al contado pero paga a sus proveedores a 60 o 90 días, con lo cual no necesita capital de trabajo para sostener su negocio. Por el contrario, su negocio es financiado por sus proveedores.

### 3. ESTRUCTURA DE ANÁLISIS DE LA CADENA DE SUMINISTRO

#### EN ESTE LIBRO

En términos generales, el inicio de la lectura de este libro requiere que el lector tenga presente las nociones elementales del concepto de cadena de suministro, representadas en la figura 1.2.

En este contexto los capítulos II, III y IV correspondientes a inventarios, almacenes y medios de transporte, respectivamente, se desarrollan en términos generales de manera que se puedan aplicar en cualquier eslabón de la cadena de suministro. Dichos capítulos corresponden a lo que considero las funciones claves de la cadena de suministro.

Los siguientes capítulos, correspondientes a la parte denominada «Las funciones claves combinadas», requieren el conocimiento previo de las funciones claves y se aplican a determinados eslabones de la cadena de suministro, como se muestra en el siguiente cuadro:

Las funciones claves de la cadena de suministro	Capítulo II: Inventarios	Todos los eslabones de la cadena de suministro
	Capítulo III: Almacenes	Todos los eslabones de la cadena de suministro
	Capítulo IV: Medios de transporte	Todos los eslabones de la cadena de suministro
Las funciones claves combinadas	Capítulo V: Gestión de compras	Proveedores y fabricantes
	Capítulo VI: Logística del comercio internacional	Todos los eslabones de la cadena de suministro
	Capítulo VII: Distribución física	Fabricantes, distribuidores, minoristas, cliente final
	Capítulo VIII: Modelo de control de la cadena de suministro y operadores logísticos	Todos los eslabones de la cadena de suministro
	Capítulo IX: La coordinación y colaboración en la cadena de suministro	Todos los eslabones de la cadena de suministro

Cuadro 1.1: Estructura de estudio de la cadena de suministro en este libro

En la siguiente figura se despliega la estructura de este libro desde la perspectiva de la cadena de suministro presentada inicialmente.

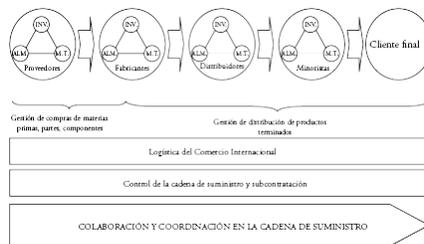


Figura 1.5: Estructura usada para el estudio de la cadena de suministro

Donde:

INV.: Inventarios

ALM.: Almacenes

M.T.: Medios de Transporte

En términos específicos cada uno de los capítulos de este libro trata de lo siguiente:

Los inventarios son estudiados en el capítulo II. Inicio su estudio con los aspectos generales de la gestión de inventarios, herramientas básicas para su gestión, tales como la ley de Pareto, el cálculo de la rotación y cobertura, la ecuación de ajuste de stock, etcétera. El estudio de la gestión de inventarios no estaría completo si no resolvemos el problema de la renovación de stocks: cuánto y cuándo pedir, utilizando conceptos de la demanda y los costos que suponen las existencias.

El recinto o lugar físico donde guardaremos nuestros inventarios son los almacenes. En el capítulo III estudiaremos la problemática del manejo de materiales al interior del almacén y el conocido ciclo de almacenamiento. La oferta de infraestructura de almacenamiento disponible en el mercado es muy amplia, por tanto, he seleccionado aquellas más utilizadas para su estudio. Algo similar ocurre con los equipos de manipulación.

Hoy en día cada vez más empresas adoptan los sistemas de gestión de almacenes, también llamados *Warehouse Management Systems*. Por ello, incluyo en este capítulo la descripción del funcionamiento de este tipo de sistemas, visto desde la perspectiva del ciclo de almacenamiento.

También en este capítulo establecemos las relaciones entre las instalaciones de almacenamiento y los medios de transporte y cómo su combinación adecuada puede hacer más eficiente el flujo de los productos.

El problema del transporte se aborda a partir del estudio de la carga y su preparación para el transporte. Luego estudiaremos cada medio de transporte resaltando sus características principales, los tipos de unidades de transporte y los terminales de carga requeridos. Finalizamos el capítulo IV con el estudio del importante tema de la selección del medio de transporte que unirá cada elemento de la cadena de suministro.

El capítulo V trata sobre la gestión de compras o abastecimiento de las materias primas o componentes desde los proveedores hasta el fabricante, la cual es necesaria para sostener las operaciones de producción de la empresa. Para ello, compras realiza actividades que tienen diversos grados de relación con la logística. Así, por ejemplo, la determinación de la cantidad a comprar, el momento y almacén donde se entregará el producto, el embalaje y los medios de transporte utilizados para el abastecimiento tienen una implicancia directa en la actividad logística de la empresa. En este libro se describe el proceso de compras, destacando aquellos aspectos que tienen una relación directa con la logística.

En el capítulo VI se desarrolla el tema de la logística del comercio internacional. Para ello se revisan los conceptos de Incoterms, que definen entre otras cosas los aspectos logísticos del traslado de productos entre dos países distintos. A continuación, exponemos los regímenes aduaneros vigentes, que determinan las reglas de entrada y salida de productos en nuestro país. Terminamos el capítulo con la estructura de costos logísticos de una operación de compraventa internacional.

En el capítulo VII se aborda el complejo problema de la distribución física, el mismo que es desarrollado en tres partes. La primera está relacionada con la necesidad de usar los intermediarios o canales de distribución, es decir los distribuidores o minoristas, y el impacto que tiene su participación en la cadena de suministro. La segunda está relacionada específicamente con la problemática de las redes de distribución, en la cual se analizan el papel de las instalaciones, inventarios y medios de transporte en la red de distribución, de cara a llevar los productos terminados al cliente final. En la tercera parte se desarrolla el tema de la logística inversa.

Queda claro que tanto los capítulos de compra, logística del comercio internacional y de distribución física usan los conceptos de inventarios, almacenes y medios de transporte de manera integral para resolver su propia problemática. Por esta razón se optó por desarrollar estos temas luego de presentar los conceptos claves de inventarios, almacenes y medios de transporte.

El capítulo VIII estudia dos temas importantes dentro de la cadena de suministro, el control de la cadena de suministro y los operadores logísticos.

El control de la cadena de suministro se realiza a través de la formulación de indicadores o KPI (*Key Performance Indicators*) adecuados para cada una de las áreas estudiadas: inventarios, almacenes, medios de transporte, compras y distribución física.

En la sección correspondiente a los operadores logísticos de este capítulo definimos los conceptos de 3PL: *Third Party Logistics* y 4PL: *Fourth Party Logistics*, y el resto de la sección analiza tres aspectos de la subcontratación: los beneficios y riesgos, los criterios de selección de operadores logísticos y factores de éxito para la subcontratación.

Finalmente, el capítulo IX trata sobre la colaboración y coordinación en la cadena de suministro, he considerado necesario exponer este tema al final del libro pues considero que se estudia mejor luego de tener revisados y claros todos los conceptos previamente presentados en este libro. Un objetivo importante de este capítulo es resaltar la importancia de la colaboración y coordinación entre los integrantes de la cadena de suministro para obtener el máximo valor posible del mercado, que es lo que distingue a la cadena de suministro de un conjunto de empresas independientes que participan en la distribución y comercialización de un producto.

#### PUNTO CLAVE

El estudio de la cadena de suministro requiere el conocimiento de las funciones claves que son aplicables a cualquier etapa de la cadena de suministro y las funciones claves combinadas, basadas en las funciones claves.

#### Resumen del capítulo

1. La logística está relacionada con los procesos que gestionan el flujo de productos, desde los proveedores hasta el cliente final.
2. En la organización empresarial la logística debe desarrollar relaciones de coordinación con sus pares funcionales.
3. Los principios que rigen la planificación logística son: principio del costo total, estandarización y postergación, consolidación y la ley de Pareto.
4. La cadena de suministro busca administrar de manera integral los flujos de productos, información y fondos que se dan a lo largo de la cadena para mejorar el servicio al cliente e incrementar los beneficios.
5. Las funciones claves de la cadena de suministro son: inventarios, almacenes y medios de transporte. Las funciones combinadas son: gestión de compras, logística del comercio internacional, distribución física, control de la cadena de suministro, subcontratación logística y coordinación y colaboración en la cadena de suministro.

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Administración de Distribución Física.

<sup>2</sup> Consejo de Gestión Logística.

<sup>3</sup> Para más detalles ver la sección de recepción del capítulo de almacenes de este mismo libro.

**PARTE I**  
**LAS FUNCIONES CLAVES DE LA CADENA**  
**DE SUMINISTRO**

## CAPÍTULO 2 INVENTARIOS

### Objetivos de aprendizaje

Después de leer este capítulo el lector será capaz de:

1. Entender el significado de los inventarios y los costos que suponen dichos inventarios.
2. Explicar los componentes de los costos de posesión de inventarios: determinar cuánto y cuándo renovar los stocks.

Indistintamente, las palabras stock, inventarios y existencias hacen alusión a acumulaciones o depósitos de materias primas, partes, productos en proceso, productos terminados, o a cualquier otro objeto que se mantiene en la cadena de suministro.

Dichas acumulaciones se guardan en almacenes, se encuentran en tránsito cargados sobre un medio de transporte, o en las tiendas listas para su venta al público. Aunque se ha avanzado mucho durante los últimos años para reducirlos e inclusive eliminarlos con la aplicación de estrategias de *just in time*, dichos inventarios generan ahorros, lo cual es preciso entender antes de empezar el estudio de su gestión.

Teóricamente, si se conociera con certeza la demanda de los productos de una empresa, y si estos se pudieran suministrar instantáneamente, no sería necesario mantener inventarios. Dado que esto no es posible, se recurre al mantenimiento de inventarios.

Las razones a favor de mantener los stocks están relacionadas con las mejoras de servicio al cliente, puesto que este puede encontrar el producto disponible en el momento y lugar en que lo necesita, mejorando su percepción del producto y por consecuencia favoreciendo la venta del mismo.

La búsqueda de largas tiradas de producción con las consiguientes economías de escala genera la necesidad de acumular stocks, aunque se incurra en un costo en su mantenimiento debido a la necesidad de almacenes, costos financieros, entre otros, los que deberían ser menores que los ahorros logrados por esta forma de producción.

También la búsqueda de ahorros en el transporte, cuyos costos se reducen con el envío de cantidades grandes, genera la necesidad de inventarios. De la misma manera, los descuentos por volúmenes de compra que ofrecen los proveedores alientan a los compradores a comprar en cantidades más grandes de las necesidades de corto plazo, con lo cual mantenemos inventarios.

Pero también acumular stocks tiene sus desventajas. El stock representa dinero inmovilizado para la empresa, que puede ser utilizado para otros fines como proyectos de mejora y de eficiencia, compra de nueva maquinaria o repotenciamiento de la maquinaria actual, inversiones en otros negocios, entre otros que podrían dar una rentabilidad adicional. También, el mantenimiento de stocks puede ocultar problemas de calidad o fallas de producción que dejan de ser visibles con los inventarios.

### PUNTO CLAVE

El mantenimiento de inventarios supone costos, pero también puede generar beneficios y ahorros. La clave es que los beneficios o ahorros de tener stocks sean mayores a los costos relacionados con el mantenimiento de stocks.

## 1. CLASIFICACIÓN DE STOCKS

Existen muchos criterios para clasificar los stocks. En este libro describiremos los más importantes:

### 1.1. Por el tipo de actividad de la empresa

Las empresas participantes en la cadena de suministro por las actividades realizadas se clasifican en:

- Empresas industriales, constituidas por los fabricantes y sus proveedores.
- Empresas comerciales, constituidas por los distribuidores, mayoristas, minoristas, entre otros.

En las empresas industriales los stocks pueden ser de:

- Materias primas, partes y componentes. Necesarias para asegurar la continuidad de los procesos productivos de la empresa. El ritmo de salidas de las materias primas va de la mano con el ritmo del proceso productivo de la empresa.
- Productos en proceso. Estos productos pueden venir del exterior o ser producidos en la misma empresa. Si vienen del exterior, su gestión es similar a la gestión de las materias primas. En el caso de ser producidos por la propia empresa, se encuentran a la espera de entrar a una siguiente etapa en el proceso productivo.

- **Productos terminados.** Son los productos que ya han pasado por todos los procesos productivos de la empresa y están listos para su venta o consumo por la propia empresa. En los almacenes que gestionan estos productos las recepciones están determinadas por las salidas de producción y los despachos se realizan según llegan los pedidos de los clientes.
- **Repuestos.** Están constituidos por todos los artículos y repuestos de las maquinarias y equipos de la empresa productora. Su presencia es importante porque evita paradas de producción que pueden acarrear importantes costos.
- **Suministros industriales.** Utilizados para asegurar la conservación y limpieza de los equipos y maquinarias de la empresa.

En las empresas comerciales los stocks reciben el nombre de mercancías o mercaderías y pueden ser:

- **Artículos básicos.** Constituidos por los artículos principales que comercializa la empresa. Por ejemplo, una empresa comercializadora de calzados deportivos tiene como artículos básicos las zapatillas.
- **Artículos complementarios.** Constituidos por aquellos que complementan la oferta comercial de la empresa. Por ejemplo, la misma empresa comercializadora de calzado deportivo tiene en sus stocks medias como complemento de su oferta de zapatillas.
- **Artículos fallados.** Son los artículos que tienen fallas ya sean estas de origen o producto de un mal uso de los clientes. Las empresas comerciales deben buscar deshacerse de estos stocks devolviéndolos al proveedor o a dándolos de baja mediante su destrucción.
- **Artículos obsoletos.** Son aquellos productos que pertenecen a temporadas de comercialización pasadas y requieren una acción comercial como rebajas de precios o campañas promocionales para su venta inmediata, con el fin de recuperar parte del costo, liberar espacio en el almacén y evitar seguir gastando en el almacenamiento y conservación de estos productos.

## 1.2. Por su ubicación en la cadena de suministro

En el siguiente esquema se representan los distintos tipos de inventarios revisados en la sección anterior según su ubicación en la cadena de suministro.

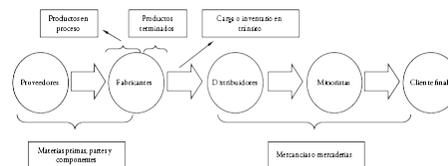


Figura 2.1: Tipos de inventarios según su ubicación en la cadena de suministro

Cabe recalcar que el stock en tránsito, más conocido como carga, se encuentra entre cada par de etapas en la cadena de suministro, y corresponde a los stocks cargados en la bodega de una unidad de transporte.

## 1.3. Por la naturaleza de su demanda

- **Inventarios con demanda independiente.** Pertenecen al sector de la comercialización y distribución aludido anteriormente. La demanda independiente se caracteriza porque es originada en varios puntos, cada uno de los cuales demanda una pequeña fracción de la demanda total, independiente de los demás y con una frecuencia aleatoria. Por ejemplo, la demanda de cuadernos escolares en una librería es considerada independiente.
- **La gestión de inventarios de estos artículos está orientada al cliente y exige un enfoque de reabastecimiento,** centrándose en las cuestiones de cuánto y cuándo reabastecer.
- **Inventarios con demanda dependiente.** Este tipo de stocks pertenece al sector de la producción, por ejemplo materias primas, productos en proceso, partes, etcétera, y se caracteriza porque su demanda depende de otro producto, por lo general el producto terminado que tiene demanda independiente.

La gestión de inventarios de estos productos está orientada a satisfacer las necesidades del plan de producción. Para ello se deben tener los materiales correctos en el lugar, momento y cantidades correctos. Aun si se tuviese un bajo nivel de existencias de un componente, su reabastecimiento no será ordenado hasta que el programa maestro de producción lo requiera.

Si nos enfrentamos a una demanda independiente, la renovación de los stocks se realizará conforme el mercado vaya demandando nuestros productos terminados. De otro lado, si la demanda es dependiente, las partes o piezas se renovarán

según los planes de producción de la empresa. Los sistemas de renovación estudiados en este libro gestionan los inventarios bajo demanda independiente.

#### 1.4. Por el papel que desempeñan

- Stock normal o activo. Es aquel que se necesita para afrontar la demanda de los procesos productivos o procesos comerciales de la cadena de suministro.

El siguiente gráfico ilustra el stock normal o activo. Se puede apreciar que el stock normal es igual al lote de compra (q) o cantidad abastecida.

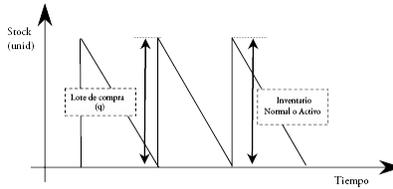


Figura 2.2: Stock normal o activo

La gestión de este tipo de inventarios requiere la respuesta de dos preguntas básicas: ¿cuánto pedir? y ¿cuándo pedir?

- Inventario de seguridad o reserva. Es aquella cantidad de productos que debe existir en el almacén, la cual permite afrontar cualquier demora eventual en la entrega por parte del proveedor, así como incrementos imprevistos en la demanda de los clientes.

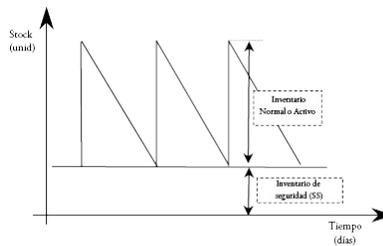


Figura 2.3: Stock de seguridad

El volumen o cantidad de stock de seguridad (SS) se calcula como aquella cantidad de productos que vamos a tener por encima de lo normalmente necesario para protegernos de las variaciones de la demanda y de los tiempos de entrega del proveedor. Estará determinado por la amplitud de las variaciones y del grado o nivel de protección que desee tener la empresa ante las mismas.

#### PUNTO CLAVE

El stock normal o activo nos permite afrontar la demanda de los procesos productivos o comerciales, mientras el stock de seguridad nos permite afrontar las variaciones de la demanda y de los tiempos de entrega de los proveedores.

Inventario promedio. Es la cantidad de stock medio que hemos tenido en un periodo de tiempo dado. Corresponde a la mitad del stock normal ( $q/2$ ) si la empresa no tiene stocks de seguridad o es igual a la mitad del stock normal más el stock de seguridad si la empresa maneja dichos stocks de seguridad, como se pueden ver en las figuras 2.4 y 2.5 respectivamente.

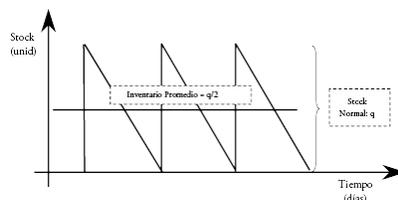


Figura 2.4: Inventario promedio sin considerar el stock de seguridad

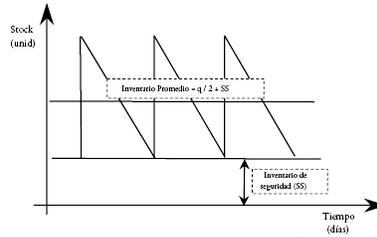


Figura 2.5: Inventario promedio considerando el stock de seguridad

En algunos casos el inventario promedio en un periodo de tiempo se puede calcular dividiendo dicho periodo de tiempo en periodos menores de igual duración cada uno y tomando la media aritmética de los inventarios iniciales o finales de cada uno de dichos periodos.

Por ejemplo, el inventario promedio anual se puede calcular en base a la media aritmética de los inventarios iniciales de los meses de enero a diciembre, teniendo la siguiente fórmula:

$$IP = \frac{I_{\text{enero}} + I_{\text{febrero}} + \dots + I_{\text{diciembre}}}{12}$$

Donde:

IP: Inventario promedio anual

I enero, I febrero..., I diciembre: Inventario inicial desde el mes de enero hasta diciembre.

Vamos a utilizar posteriormente el concepto del inventario promedio para definir la rotación y los costos de posesión de inventarios.

- Stock de anticipación. Son aquellos stocks que las empresas adquieren en anticipación a una utilización posterior, por ejemplo, el precio de una materia prima está bajo y se espera que suba, entonces se adelanta la compra de un gran lote para su posterior uso o reventa.

En otras ocasiones las empresas tienen estos stocks porque su producción es estacional. Tal es el caso de las empresas agroindustriales: producen durante un periodo corto en relación a su demanda, que es durante un tiempo mucho mayor. La necesidad de este stock es anticipar un uso posterior.

### 1.5. Por su valor o importancia: ley de Pareto

La ley de Pareto fue enunciada por Wilfredo Pareto en Italia en 1897. En un estudio sobre la distribución de los ingresos y riqueza en su país, observó que un gran porcentaje de los ingresos totales estaba concentrado en manos de un pequeño porcentaje de la población, en una relación aproximada de 80 a 20. Este principio ha encontrado una amplia aceptación en el mundo empresarial. También es llamada la ley del 80-20 o clasificación ABC.

La ley de Pareto es un criterio para clasificar los inventarios. Esta ley nos dice que unos pocos artículos usualmente (a) concentran la mayor parte de los costos de los inventarios, (b) que son los de mayor consumo o movimiento, o (c) que ocupan la mayor cantidad de espacio de almacenamiento. La clasificación ABC identifica dichos artículos, y permite establecer criterios de gestión apropiados para cada categoría.

#### Problema 2.1

En base a la tabla mostrada a continuación vamos a establecer una clasificación ABC o de Pareto basada en:

- Los costos de los inventarios.
- La demanda de productos de la farmacia XYZ mostrada a continuación:

Código	Descripción	Unidad	Costo unitario US\$	Demanda promedio mensual	Promedio stock
A001	Aspirinas	Unidad	0,6	600	400
A002	Gautes quirúrgicos	Par	3,0	30	90
A003	Esparadrappo	Rollo	3,0	20	30
A004	Curitas	Caja	10,0	20	30
A005	Jarabe para la tos	Botella 100 ml	15,0	10	15
A006	Alcohol	Botella 50 ml	14,0	17	50
A007	Jabón	Unidad	4,0	18	27

A008	Crema tipo A	Barra	30,0	10	15
A009	Vitamina C	Frasco 40 pastillas	20,0	40	80
A010	Jeringas	Unidad	7,0	60	120
A011	Algodón	Paquete	3,0	200	180
A012	Vitamina A	Frasco 30 pastillas	50,0	10	20
A013	Vitamina B	Frasco 30 pastillas	80,0	45	90
A014	Crema tipo B	Barra	100,0	50	75
A015	Pastillas tipo K	Unidad	0,4	800	600
A016	Pastillas tipo L	Unidad	0,3	700	900

Tabla 2.1: Clasificación de Pareto para la farmacia XYZ

## Solución

### Parte a:

Los pasos a seguir para la elaboración de un diagrama de Pareto son los siguientes:

#### Paso 1. Establecimiento de la variable a analizar

Para la parte (a) del problema, la variable a analizar es el costo de los inventarios, que resulta de multiplicar el costo unitario por el stock promedio.

#### Paso 2. Ordenamiento de los artículos

Una vez calculada la variable a analizar, se deben ordenar los artículos de mayor a menor, de acuerdo a la variable definida anteriormente como se muestra en el siguiente cuadro.

Código	Descripción	Unidad	Costo unitario US\$	Promedio stock	Costo del stock promedio
A014	Crema tipo B	Barra	100,0	75	7500
A013	Vitamina B	Frasco 30 pastillas	80,0	90	7200
A009	Vitamina C	Frasco 40 pastillas	20,0	80	1600
A012	Vitamina A	Frasco 30 pastillas	50,0	20	1000
A010	Jeringas	Unidad	7,0	120	840
A006	Alcohol	Botella 50 ml	14,0	50	700
A011	Algodón	Paquete	3,0	180	540
A008	Crema tipo A	Barra	30,0	15	450
A004	Curitas	Caja	10,0	30	300
A002	Guantes quirúrgicos	Par	3,0	90	270
A016	Pastillas tipo L	Unidad	0,3	900	270
A001	Aspirinas	Unidad	0,6	400	240
A015	Pastillas tipo K	Unidad	0,4	600	240
A005	Jarabe para la tos	Botella 100 ml	15,0	15	225
A007	Jabón	Unidad	4,0	27	108
A003	Esparadrapo	Rollo	3,0	30	90

Tabla 2.2: Artículos ordenados en función al costo

#### Paso 3. Cálculo de los porcentajes acumulados

Se deben calcular los valores acumulados de la variable analizada y los porcentajes de los mismos, así también los porcentajes acumulados de los ítems. Dichos cálculos se muestran a continuación.

Código	Descripción	Unidad	Costo unitario US\$	Prom. stock	Costo del stock prom.	Costo acum.	% costo acum.	% artic. acum.
--------	-------------	--------	---------------------	-------------	-----------------------	-------------	---------------	----------------

A014	Crema tipo B	Barra	100,0	75	7500	7 500	34,77	6,25
A013	Vitamina B	Frasco 30 pastillas	80,0	90	7200	14 700	68,14	12,50
A009	Vitamina C	Frasco 40 pastillas	20,0	80	1600	16 300	75,56	18,75
A012	Vitamina A	Frasco 30 pastillas	50,0	20	1000	17 300	80,19	25,00
A010	Jeringas	Unidad	7,0	120	840	18 140	84,09	31,25
A006	Alcohol	Botella 50 ml	14,0	50	700	18 840	87,33	37,50
A011	Algodón	Paquete	3,0	180	540	19 380	89,83	43,75
A008	Crema tipo A	Barra	30,0	15	450	19 830	91,92	50,00
A004	Curitas	Caja	10,0	30	300	20 130	93,31	56,25
A002	Guantes quirúrgicos	Par	3,0	90	270	20 400	94,56	62,50
A016	Pastillas tipo L	Unidad	0,3	900	270	20 670	95,81	68,75
A001	Aspirinas	Unidad	0,6	400	240	20 910	96,93	75,00
A015	Pastillas tipo K	Unidad	0,4	600	240	21 150	98,04	81,25
A005	Jarabe para la tos	Botella 100 ml	15,0	15	225	21 375	99,08	87,50
A007	Jabón	Unidad	4,0	27	108	21 483	99,58	93,75
A003	Espadrapo	Rollo	3,0	30	90	21 573	100,00	100,00

Tabla 2.3: Cuadro con porcentajes acumulados

#### Paso 4. Gráfico de los datos

Se grafican los acumulados de los costos de inventarios vs. el acumulado de los artículos según la figura mostrada a continuación.

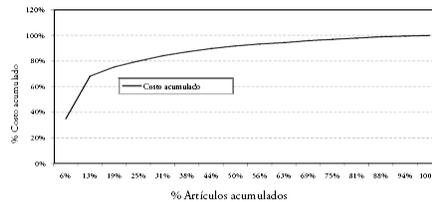


Figura 2.6: Gráfico de Pareto de los costos de inventarios

#### Paso 5. Establecimiento de categorías de artículos

El número de categorías de artículos es arbitrario, así como también los límites porcentuales fijados para cada categoría. Lo realmente importante reside en identificar los extremos. Unos pocos artículos concentran los mayores costos de inventarios, teniendo un gran número de estos un costo relativamente bajo.

En el caso de la farmacia XYZ, proponemos establecer las siguientes tres categorías de inventarios.

##### Categoría A

Formada por el 18,75% de los artículos (A014, A013, A009), que representan el 75,56% de los costos de inventarios.

##### Categoría B

Formada por el 37,50% de los artículos (A012, A010, A006, A011, A008, A004), que representan el 17,75% de los costos de inventarios.

##### Categoría C

Formada por el 43,75% de los artículos (A002, A016, A001, A015, A005, A007, A003), que representan el 6,69% de los costos de inventarios.

Una vez definidas dichas categorías, podemos establecer distintos criterios de gestión para cada una de ellas. Por ejemplo, las revisiones de inventario<sup>4</sup> serán intensivas o de mayor frecuencia para los artículos que conforman la categoría A, de mediana frecuencia para la categoría B y de baja frecuencia para la categoría C. Esto debido a que la revisión de stocks requiere un esfuerzo y vale la pena orientar dicho esfuerzo a aquellos artículos más costosos.

Un ejemplo de la política de revisión de inventarios referida anteriormente es el siguiente: los artículos de la categoría A pueden ser revisados con una frecuencia interdiaria, los artículos de la categoría B pueden ser revisados una vez por

semana y finalmente los artículos de categoría C una vez al mes. Cabe mencionar que el hecho de planificar revisiones de menor frecuencia para la categoría C no significa restarle importancia a su revisión, pues pueden existir productos en la categoría C de muy bajo valor pero que errores en su control o gestión puedan generar grandes problemas, como por ejemplo, paralizaciones de la producción.

#### PUNTO CLAVE

La Ley de Pareto nos sirve para clasificar los inventarios e identificar aquellos que si bien son bajos son relevantes. El objetivo es establecer criterios de gestión apropiados para cada categoría.

#### Parte b:

La clasificación ABC de la demanda de los productos se realizará tomando los consumos de los productos de la farmacia XYZ.

La tabla, la gráfica y la clasificación propuesta es la siguiente:

Código	Descripción	Unidad	Demanda prom. Mensual	Demanda acum.	% acum.	% artic. acum.
A015	Pastillas tipo K	Unidad	800	800	30,42	6,25
A016	Pastillas tipo L	Unidad	700	1500	57,03	12,50
A001	Aspirinas	Unidad	600	2100	79,85	18,75
A011	Algodón	Paquete	200	2300	87,45	25,00
A010	Jeringas	Unidad	60	2360	89,73	31,25
A014	Crema tipo B	Barra	50	2410	91,63	37,50
A013	Vitamina B	Frasco 30 pastillas	45	2455	93,35	43,75
A009	Vitamina C	Frasco 40 pastillas	40	2495	94,87	50,00
A002	Guantes quirúrgicos	Par	30	2525	96,01	56,25
A003	Espadrapo	Rollo	20	2545	96,77	62,50
A004	Curitas	Caja	20	2565	97,53	68,75
A007	Jabón	Unidad	18	2583	98,21	75,00
A006	Alcohol	Botella 50 ml	17	2600	98,86	81,25
A005	Jarabe para la tos	Botella 100 ml	10	2610	99,24	87,50
A008	Crema tipo A	Barra	10	2620	99,62	93,75
A012	Vitamina A	Frasco 30 pastillas	10	2630	100,00	100,00

Tabla 2.4: Cuadro de Pareto en función a la demanda

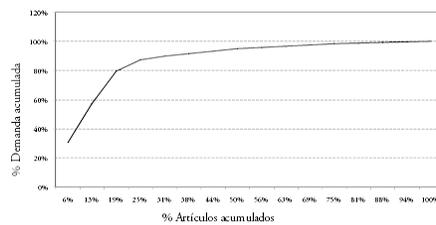


Figura 2.7: Gráfico de Pareto en función a la demanda

#### Categoría A

Formada por el 18,75% de los artículos (A015, A016, A001) que representa el 79,85% de la demanda de stocks.

#### Categoría B

Formada por el 31,25% de los artículos (A011, A010, A014, A013, A009) que representa el 15,02% de la demanda de stocks.

#### Categoría C

Formada por el 50,00% de los artículos (A002, A003, A004, A007, A006, A005, A008, A012) que representa el 5,13% de la demanda de stocks.

## 2. ROTACIÓN Y COBERTURA

La rotación es el cociente que resulta de dividir las salidas de un artículo entre el inventario promedio de dicho artículo, y ello para un periodo de tiempo dado.

La rotación de un artículo indica el número de veces que se ha despachado el inventario promedio de ese artículo en un periodo de tiempo específico.

$$R = \frac{\text{Salidas}}{\text{Inv. prom}}$$

Donde R = Rotación de un artículo en un periodo de tiempo específico.

En las finanzas se calcula la rotación como el costo de las existencias vendidas dividido entre las existencias promedio al costo, durante un periodo de tiempo dado.

Desde la perspectiva logística vamos a usar medidas como: *pallets*, cajas, m<sup>3</sup>, ton., entre otros, como unidades para calcular la rotación en lugar de solamente los costos.

Por ejemplo, una rotación anual de 6 significa que el almacén se renueva en promedio seis veces al año.

Entre las principales ventajas de tener una alta rotación tenemos:

- Disminución de las necesidades de existencias.
- Disminución de los costos de posesión de las existencias.
- Disminución de los gastos necesarios para el almacenamiento.

La cobertura es un concepto muy usado en las empresas de la cadena de suministro que pertenecen al rubro comercial e indica el número de días de venta que podemos atender con el stock actual. Por ejemplo, si un distribuidor de computadoras personales tiene ventas diarias de 10 unidades por día y su stock actual es de 50 unidades, entonces la cobertura del distribuidor será de cinco días de venta.

La cobertura comparada con los tiempos de entrega del proveedor nos puede indicar posibles problemas de disponibilidad de stocks o los mejores momentos para hacer los pedidos de reabastecimiento al proveedor.

Siguiendo con el ejemplo del distribuidor de PC, si la empresa se abastece de un fabricante que tiene un tiempo de entrega de siete días, entonces probablemente el distribuidor se quede dos días sin stock, pues su cobertura es de solo cinco días. Una política de reabastecimiento que evite la falta de disponibilidad de stock sería realizar el pedido al proveedor cuando la cobertura del stock sea de siete días o lo que es lo mismo, cuando su nivel de stock sea de 70 unidades (10 unidades por día, por 7 días), para evitar problemas de disponibilidad de stock.

## 3. EL KÁRDEX

El kárdex es un documento físico o electrónico que registra las transacciones de ingresos y las salidas de un almacén. Se consideran ingresos las entradas de producción, transferencias entre almacenes y devoluciones de los clientes, entre otros. Son salidas las ventas, transferencias, las devoluciones a proveedores, entre otros. Con respecto al kárdex vamos a estudiar dos aspectos del mismo: el ajuste del kárdex y su valorización.

### 3.1. Ecuación de ajuste

La ecuación de ajuste de inventarios nos permite controlar los kárdex en los almacenes, calculando el inventario final de un periodo a través del inventario inicial de dicho periodo y las transacciones realizadas en dicho periodo.

$$I_f = I_o + ENT - SALID$$

Donde:

If: Inventario final

Io: Inventario inicial

ENT: Entradas o ingresos al almacén

SALID: Salidas o despachos del almacén

En el siguiente ejercicio vamos a utilizar la ecuación de ajuste de inventario para elaborar el kárdex de un almacén:

### Problema 2.2

- Complete el kárdex mostrado en la siguiente tabla y calcule la rotación del periodo que va de enero a julio.
- Si el departamento de compras de la empresa no realizó las gestiones de devolución al proveedor de los productos defectuosos a tiempo, debido a problemas en sus procesos administrativos, calcule la nueva rotación de stocks del

periodo de enero a julio.

Mes	Tipo de transacción	Cantidad	Saldo inicial	Ingresos	Salidas	Saldo final
	Saldo inicial	60				60
Enero	Compras	100	60	100		160
	Ventas	80	160		80	80
Febrero	Compras	100				
	Ventas	90				
	Devolución al proveedor	10				
	Devolución de cliente	15				
Marzo	Compras	90				
	Ventas	85				
	Devolución al proveedor	15				
Abril	Compras	110				
	Ventas	95				
	Devolución al proveedor	5				
Mayo	Ventas	80				
Junio	Compras	120				
	Ventas	100				
Julio	Compras	90				
	Ventas	80				
	Devolución al proveedor	10				

Tabla 2.5: Ejercicio de kárdex

## Solución

### Parte a:

Haciendo uso de la ecuación de ajuste de stock, completamos el kárdex correspondiente a los meses de enero a julio.

Mes	Tipo de transacción	Cantidad	Saldo inicial	Ingresos	Salidas	Saldo final
	Saldo inicial	60				60
Enero	Compras	100	60	100		160
	Ventas	80	160		80	80
Febrero	Compras	100	80	100		180
	Ventas	90	180		90	90
	Devolución al proveedor	10	90		10	80
	Devolución de cliente	15	80	15		95
Marzo	Compras	90	95	90		185
	Ventas	85	185		85	100
	Devolución al proveedor	15	100		15	85
Abril	Compras	110	85	110		195
	Ventas	95	195		95	100
	Devolución al proveedor	5	100		5	95
Mayo	Ventas	80	95		80	15

Junio	Compras	120	15	120		135
	Ventas	100	135		100	35
Julio	Compras	90	35	90		125
	Ventas	80	125		80	45
	Devolución al proveedor	10	45		10	35

Tabla 2.6: Cálculo de kárdex

El cálculo de la rotación se muestra en el siguiente cuadro

Rotación de enero a julio	
1. prom (1)	62,86
Salidas	650,00
Rotación	10,34

Tabla 2.7: Cálculo de rotación

Donde (1): El inventario promedio es calculado en función del inventario final mensual.

**Parte b:**

Cálculo del kárdex sin considerar las devoluciones al proveedor

Mes	Tipo de transacción	Cantidad	Saldo inicial	Ingresos	Salidas	Saldo final
	Saldo inicial	60				60
Enero	Compras	100	60	100		160
	Ventas	80	160		80	80
Febrero	Compras	100	80	100		180
	Ventas	90	180		90	90
	Devolución de cliente	15	90	15		105
Marzo	Compras	90	105	90		195
	Ventas	85	195		85	110
Abril	Compras	110	110	110		220
	Ventas	95	220		95	125
Mayo	Ventas	80	125		80	45
Junio	Compras	120	45	120		165
	Ventas	100	165		100	65
Julio	Compras	90	65	90		155
	Ventas	80	155		80	75

Tabla 2.8: Cálculo del kárdex sin devoluciones

Cálculo de la rotación de enero a julio:

Rotación de enero a julio	
Inventario promedio (en función del inventario final mensual)	86,43
Salidas	610
Rotación	7,06

Tabla 2.9: Cálculo de rotación sin devoluciones

Podemos ver que la rotación ha disminuido con respecto al cálculo anterior, debido a la disminución de las salidas y al incremento del inventario promedio.

### 3.2. Valorización

La valorización de kárdex es un método mediante el cual se puede determinar el valor de los inventarios que mantiene la empresa y, por consiguiente, los costos de posesión de inventarios.

Existen tres métodos de valorización de kárdex:

- PEPS (Primeras Entradas Primeras Salidas). Los primeros productos en entrar al almacén son los primeros en salir. También llamado FIFO.
- UEPS (Últimas Entradas Primeras Salidas). Los últimos productos en entrar al almacén son los primeros en salir. También llamado LIFO.
- PROMEDIO. El inventario se costea como un promedio de todos los artículos en stock.

La legislación peruana autoriza la utilización de los métodos PEPS o Promedio para la valorización de los kárdex de las empresas, mas no así el UEPS porque considera que puede reducir la utilidad de la empresa, lo que repercutiría en la disminución de las cargas tributarias para con el Estado.

En el siguiente cuadro se muestra una comparación del uso de cada uno de los tres modelos de inventario, lo cual nos lleva a un distinto valor de costos de inventario. Aunque en un largo plazo, cuando los stocks se hayan despachado por completo, se descargará el total de los costos de inventario.

Comparación de modelos de valorización de kárdex			
Transacción	Artículo	Costo US\$	
Compra 01/01/2005	TV 21"	250	
Compra 10/01/2005	TV 21"	290	
Compra 20/01/2005	TV 21"	300	
<b>Costo inventario</b>		<b>840</b>	
	<b>FIFO</b>	<b>PROM</b>	<b>LIFO</b>
Venta 25/01/2005	250	280	300
<b>Costo del inventario final</b>	590	560	540

Tabla 2.10: Comparación de modelos de valorización de kárdex

En el siguiente problema se ilustra la elaboración de un kárdex en base a las transacciones detalladas a continuación.

#### Problema 2.3

La empresa «Carolina S.A.» es una distribuidora de electrodomésticos a nivel nacional. Durante la realización del inventario de fin de año (31 de diciembre de 2002), el jefe de logística se dio cuenta de que en uno de los productos de mayor rotación de la empresa, las licuadoras, había una diferencia entre su kárdex y el inventario real. Para detectar la diferencia, el jefe de logística le ha solicitado que reconstruya nuevamente el kárdex valorizado de las licuadoras de los últimos tres meses. El 30 de setiembre se hizo un inventario físico y no se encontraron diferencias. La empresa utiliza el método de valorización LIFO.

Usted cuenta con la siguiente información:

Stock al 30 de setiembre de 2002: 30 licuadoras de un lote adquirido el 10 de julio de 2002 a US\$ 17 por licuadora, licuadoras que están en observación y no se pueden utilizar, y 30 licuadoras de un lote adquirido el 1° de setiembre de 2002 a US\$ 18 por unidad.

Movimientos de compra:

- 16 de octubre: 80 unidades a US\$ 18 por unidad
- 31 de octubre: 70 unidades a US\$ 19 por unidad
- 25 de noviembre: 150 unidades a US\$ 15 por unidad (oferta especial)
- 29 de noviembre: 20 unidades a US\$ 18 por unidad
- 15 de diciembre: 30 unidades a US\$ 18,5 por unidad

Movimientos de salida (venta a minoristas):

- 1 de octubre: 22 unidades al minorista A

26 de octubre: 82 unidades al minorista B  
 15 de noviembre: 66 unidades al minorista B  
 10 de diciembre: 129 unidades al minorista C

El 26 de noviembre el minorista A devolvió 15 licuadoras porque estaban defectuosas. La empresa le devolvió el dinero, a la vez que dio de baja las 15 licuadoras.

El 22 de diciembre el jefe de logística devolvió las 30 licuadoras del lote adquirido el 10 de julio.

## Solución

Fecha	Operación	Saldo inicial		Ingresos		Salidas		Saldo final	
		30 x 17	510						
		30 x 18	540						
			1050						1050
31/10	Venta		1050			22 x 18	396		510
						Minorista A			144
									654
16/10	Compra		654	80 x 18	1440				510
									144
									1440
									2094
26/10	Venta		2094			80 x 18	1440		510
						2 x 18	36		108
						Minorista B			618
31/10	Compra		618	70 x 19	1330				510
									108
									1330
									1948
15/11	Venta		1948			66 x 19	1254		510
									108
									76
									694
25/11	Compra		694	150 x 15	2250				510
									108
									76
									2250
									2944
26/11	Devolución minorista A		2944	15 x 18	270				510
									108
									76
									2250
									270
									3214
		3214				15 x 18	270		510

26/11	Baja de stock							108
								76
								2250
								2944
29/11	Compra		2944	20 x 18	360			510
								108
								76
								2250
								360
								3304
10/12	Venta		3304			20 x 18	360	510
						109 x 15	1635	108
							1995	76
								615
								1309
15/12	Compra		1309	30 x 18,5	555			610
								108
								76
								615
								555
								1864
22/12	Devolución de lote fallado		1864			30 x 17	510	108
								76
								615
								555
							1354	

Tabla 2.11: Kárdex empresa Carolina

Saldo al 31 de diciembre: 81 licuadoras a US\$ 1354.

#### 4. COSTOS QUE SUPONEN LAS EXISTENCIAS

Para determinar una política adecuada de renovación de stocks requerimos conocer los costos asociados a las existencias. Estos son los costos de compra, costos de emisión de pedidos, costos de posesión de inventarios y costos de rotura de stocks.

Una característica de dichos costos es que se comportan de manera opuesta, también se dice que se encuentran en conflicto, es decir si se reduce uno de ellos existe otro que va a aumentar. El punto es hallar la política adecuada de renovación que minimice dichos costos.

Por ejemplo, si un almacén que guarda productos terminados no tiene stocks para atender los pedidos de los clientes, estos se abastecerán en otro almacén. De este modo, la empresa pierde los beneficios de dicha venta, con el riesgo adicional de que en el mediano o largo plazo los clientes que no fueron atendidos decidan comprar en otra empresa, con lo cual podemos perderlos definitivamente.

Con el objetivo de minimizar los riesgos de la situación anterior, podemos decidir incrementar los niveles de stock, para mejorar la disponibilidad de productos al cliente. Sin embargo, ello puede acarrear importantes costos financieros y de manejo de almacenes que lleve a pérdidas a la empresa.

Entender la naturaleza de los costos asociados a la gestión de stocks es el propósito de esta sección.

#### 4.1. Costos de compra

Se entiende por tal al precio del artículo que se compra multiplicado por el número de unidades compradas.

En este punto es importante considerar los descuentos por volumen que suelen otorgar los proveedores para elevar la cantidad comprada.

Si bien es cierto el precio es uno de los criterios más importantes al momento de decidir una compra, también lo son otros atributos, como el tiempo de entrega, el tamaño de lote de entrega, entre otros. Adoptar una perspectiva del costo total de compra es lo más conveniente para la empresa compradora. Dicha perspectiva es desarrollada ampliamente en el capítulo de compras.

#### 4.2. Costos de emisión de pedidos

Son todos los costos en que incurre el departamento de compras derivados de emitir los pedidos a los proveedores y que no varían con la cantidad pedida. Son fijos por cada pedido tramitado.

Pueden estar constituidos por los siguientes rubros:

- Costos de tramitación. Todos aquellos costos en que se incurre por tramitar el pedido a los proveedores, que incluyen el costo del personal del departamento de compras, útiles de oficina, costos de telefonía, fax, entre otros.
- Costos de seguimiento. Visitas al proveedor para verificar el grado de avance de la producción del pedido realizado.
- Costos varios. Algunas revisiones, análisis químicos, controles, muestreos al producto, gastos de tramitación ante las aduanas, entre otros.

Müller (2006, p. 127) nos propone calcular el costo de emisión de pedidos de la siguiente manera:

Rubro	US\$
Sueldos del personal del departamento de compras (DP)	220 000
Costo anual de los gastos generales del DP: alquiler, servicios, asignación de equipos, etc.	179 000
Costo anual de aceleración a los artículos en existencia	25 000
Costos anuales totales	424 000
Número de órdenes de compra creadas al año	10 000
Número promedio de artículos de inventario distintos por orden	8
Número total de veces que se ordenaron artículos de inventario	80 000
Costos de emisión de una orden de compra por artículo (US\$ / OC)	5,30

Tabla 2.12: Cálculo de los costos de emisión de pedidos

#### PUNTO CLAVE

Los costos de emisión de pedidos son fijos y aparecen cuando se emite un pedido, no varían en función de la cantidad pedida.

#### 4.3. Costos de posesión de inventarios

Estos costos se relacionan a mantener inventarios en un periodo de tiempo dado. Están divididos en las siguientes categorías: financieros, de almacenamiento, riesgos del inventario y seguros.

Los costos financieros están relacionados con el costo de oportunidad que significa tener el dinero en forma de existencias, guardado en el almacén y que podría ser utilizado en cualquier otra actividad que reporte un beneficio a la empresa.

En lo que respecta a estos costos financieros debemos observar tres casos:

- Si el capital inmovilizado en existencias en el almacén ha sido financiado por un banco, entonces los costos financieros equivalen a los intereses que nos cobra el banco por este financiamiento.
- Si el capital inmovilizado ha sido financiado con los recursos financieros de la empresa, el costo financiero corresponde al costo de oportunidad para la empresa.
- Si el capital inmovilizado proviene del proveedor, entonces el costo financiero puede llegar a ser cero. ¿De qué manera? Si el proveedor nos da X días para el pago de las facturas y la empresa vende todas las existencias en un tiempo menor a los X días, entonces el costo financiero es cero, porque las existencias han sido financiadas por el proveedor.

Los costos de almacenamiento están relacionados con los costos de mantenimiento del almacén que se necesita para guardar las existencias.

En la práctica, los costos de almacenamiento tienen un componente fijo que no depende de la cantidad almacenada, como los costos de luz, agua, alquiler del terreno, entre otros; y un componente variable que sí depende de la cantidad almacenada. Por simplicidad vamos a prorratear el componente fijo de los costos de almacenamiento entre el stock promedio almacenado, de manera tal que los costos totales de almacenamiento sean variables y proporcionales al nivel del inventario promedio.

Los riesgos del inventario están relacionados con los deterioros, robos, pérdidas, mermas, desmedros, daños y obsolescencia a los que los inventarios están expuestos mientras están almacenados.

Los costos del seguro son también parte de los costos de posesión, pues en gran medida están determinados por la cantidad de stock guardado en los almacenes. Los seguros se toman para proteger al inventario de posibles riesgos como incendios, tormentas, entre otros.

Por ejemplo, si los siguientes costos están calculados como un porcentaje del valor del inventario promedio anual,

Costos de oportunidad del capital	10,0%
Costos de almacenamiento	2,5%
Costos de riesgos del inventario	0,1%
Costos de seguro	0,5%
<b>Total</b>	<b>13,1%</b>

Tabla 2.13: Costos de posesión de inventarios

podemos decir que los costos de posesión de inventarios son 13,1% del valor del inventario promedio anual. Un costo de posesión de inventarios de 13,1% significa que cada dólar que se mantiene en inventario durante un año cuesta US\$ 1,131.

Si el inventario promedio anual de una empresa es de 10 000 unidades y el costo unitario es US\$ 10 por unidad, entonces el costo de posesión de inventarios expresado en unidades monetarias anuales es:  $13,1\% \times 10 \times 10\,000 = \text{US\$ } 13\,100$  al año.

En general podemos decir:

$$\text{CPI} = i * C * I_p$$

Donde:

CPI: Costo de posesión de inventarios en unidades monetarias anuales

i: Tasa de posesión de inventario anual promedio valorizado

C: Costo unitario

$I_p$ : Inventario promedio

#### PUNTO CLAVE

Los costos de posesión de inventarios están relacionados con el mantenimiento de stocks. Tienen cuatro componentes: de oportunidad o financiero, de almacenamiento, de riesgos y de seguros.

#### 4.4. Costos de roturas de stock

Estos costos están relacionados con la falta de existencias cuando estas se necesitan. En el sector productivo, la carencia de los materiales necesarios para abastecer al sistema productivo puede significar paradas de producción, costos de mano de obra no utilizadas, entre otros. En el sector comercial, un almacén de productos terminados que no tiene stock para atender los pedidos de los clientes genera costos por pérdidas de venta y costos de gestión de pedidos pendientes si es que el cliente está dispuesto a esperar por sus pedidos.

El costo por pérdida de venta está relacionado con el beneficio o margen que la empresa deja de percibir por no atender el pedido y por el posible efecto negativo que representa este mal servicio en las ventas futuras.

Los costos de gestión de pedidos pendientes están relacionados con el uso de transportes especiales, más rápidos y caros, horas extras de mano de obra para preparar el pedido o cualquier otro costo adicional de no atender el pedido dentro del proceso normal de despacho de la empresa. También es necesario incluir el posible efecto negativo que representa el mal servicio sobre las ventas futuras.

### 5. LA DEMANDA Y SU PROYECCIÓN

En términos generales, la demanda de los productos de una empresa se define como la cantidad física o monetaria de productos que la empresa vende en un determinado lugar y periodo de tiempo dado.

Dicha cantidad de productos demandados está determinada por factores controlables o no por la empresa. Los factores controlables son aquellos que maneja la empresa para influir en el nivel de demanda de acuerdo a sus intereses o necesidades. Por ejemplo, el precio, las promociones, la publicidad, los plazos de entrega, el servicio post venta, etcétera, son variables utilizadas por las empresas para influir sobre la cantidad demandada.

Los factores externos o fuera del control de la empresa, tales como el grado de competitividad del mercado (número de empresas competidoras, políticas de las mismas, estructura del mercado, entre otros), los consumidores (número de consumidores, edad, renta disponible, gustos, entre otros), las políticas de gobierno (tributos, aranceles, niveles de protección a la industria local, entre otros) son factores que no controlan las empresas pero que también determinan el nivel de demanda.

Tanto los factores controlables como los no controlables por la empresa determinan el comportamiento o patrón de demanda a lo largo del tiempo, los cuales pueden ser los siguientes:

### 5.1. Patrón de demanda constante

La demanda es constante cuando los productos vendidos por la empresa tienen un comportamiento estable a lo largo del tiempo, como el que se muestra en la figura 2.8.

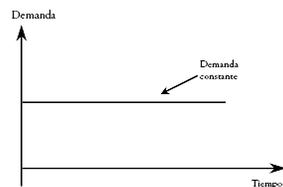


Figura 2.8: Demanda constante

El modelo de lote económico de compra, presentado en la siguiente sección, asume un comportamiento de la demanda constante.

### 5.2. Patrón de demanda aleatoria (sin tendencias ni estacionalidades)

En este caso la demanda varía sin mostrar ninguna tendencia ni estacionalidad en su comportamiento, como se muestra en la figura 2.9.

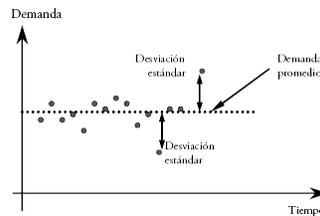


Figura 2.9: Patrón de demanda aleatoria

Utilizaremos dos medidas para describir el patrón de comportamiento de este tipo de demanda. La demanda promedio ( $\mu$ ) mide la media aritmética de los datos de la demanda:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Donde

$\mu$  = demanda promedio

$X_i$ : corresponde al dato de demanda

$n$ : es el tamaño de la muestra o número de datos de la demanda

Una medida del grado de variabilidad de la demanda es la desviación estándar ( $s$ ) que mide la distancia media que tienen los datos respecto a su media aritmética (para nuestro caso la demanda promedio):

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \mu)^2}{n-1}}$$

Los sistemas de renovación de inventarios P y Q presentados en la siguiente sección resuelven los problemas de reabastecimiento de stocks cuando tenemos este tipo de patrón de demanda.

### 5.3. Patrón de demanda aleatoria con tendencias y estacionalidad

El siguiente gráfico ilustra el comportamiento de la demanda ante la presencia de tendencia y estacionalidad. Se puede apreciar una tendencia creciente de la demanda a lo largo del tiempo y ciertas estacionalidades que determinan niveles altos de demanda (picos de demanda) y niveles bajos de demanda (valles de demanda).

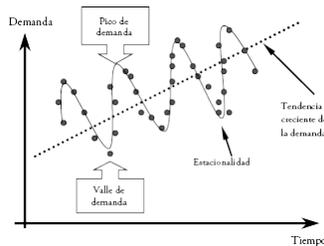


Figura 2.10: Patrón de demanda aleatoria con tendencia y estacionalidad

### 5.4. Métodos de proyección de la demanda

Los métodos para estimar o proyectar la demanda son muy diversos y existen desde los más simples e intuitivos que proyectan la demanda en el corto plazo hasta los más complejos, que proyectan o estiman la demanda en el mediano y largo plazo y que utilizan sofisticados sistemas informáticos para su cálculo.

El estudio detallado de los métodos complejos de estimación de la demanda excede los objetivos de esta sección, toda vez que la proyección de la demanda en una empresa por lo general es tarea del área comercial o del área de marketing. Sin embargo, en determinadas circunstancias, el responsable de la logística deberá establecer sus propios estimados, generalmente de corto plazo, para tomar decisiones de corto plazo como reposición de stocks, cálculo de necesidades de almacenamiento, contratación de unidades de transporte, entre otros.

#### 5.4.1. Método de la media móvil

Calcule la demanda del periodo siguiente en función de la media aritmética de las últimas «n» observaciones, de la siguiente manera:

$$D_{n+1} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

Donde:

D (n+1): Demanda del periodo n+1

D<sub>i</sub>: Demanda observada del periodo i

n: Número de observaciones en que se basa la media móvil

Entre las principales ventajas de este método se encuentra su facilidad de uso y cálculo, pues solo se requiere la data histórica de «n» observaciones anteriores. Entre sus principales desventajas se encuentra el hecho de que no proyecta con rapidez las variaciones eventuales de la demanda y que además asigna el mismo peso a todas las observaciones.

#### 5.4.2. Método del ajuste exponencial

Esta técnica levanta las desventajas de la media móvil y proyecta con rapidez las variaciones eventuales de la demanda, asignando un peso o ponderación mayor a las observaciones recientes.

Su formulación matemática es la siguiente:

$$D(i+1) = a * D(i) + (1-a) * P(i)$$

Donde:

D(i+1): Demanda a proyectar del periodo i + 1

D(i): Demanda real del periodo i

P(i): Pronóstico de demanda para el periodo i

a: Factor de ponderación de ajuste, varía entre 0 y 1.

## Problema 2.4

Por ejemplo, un determinado tipo de calzado deportivo ha tenido la siguiente demanda en unidades durante el año 2008 y se desea calcular la demanda para el 2do trimestre del año 2009.

Demanda	2008	2009
1er trimestre	3000	3600
2do trimestre	2000	¿?
3er trimestre	2300	
4to trimestre	2900	

Tabla 2.14: Demanda de calzado deportivo

Asuma un  $a = 0,2$  y que el pronóstico o proyección del periodo  $i+1$  se calcula en función de los promedios de los cuatro trimestres anteriores. Por lo tanto:

$$D(i) = 3600 \text{ (demanda real del 1er trimestre del 2009)}$$

$$P(i) = (3000 + 2000 + 2300 + 2900) / 4 = 2550 \text{ (pronóstico de demanda para el primer trimestre de 2009)}$$

$$D(i + 1) = 0,2 \times 3600 + (1 - 0,2) \times 2550 = 2520 \text{ (demanda proyectada para el segundo trimestre de 2009)}$$

Observar que establecer el valor adecuado para «a» requiere del uso de criterios relacionados con la situación específica que se está analizando; es decir que si queremos otorgar un mayor peso a las observaciones recientes otorgaremos un valor a «a» cercano a 1. Si queremos darle mayor importancia a los valores históricos, entonces usaremos para «a» valores cercanos a cero.

El método de ajuste exponencial da pronósticos muy buenos cuando el comportamiento de la demanda sigue un patrón aleatorio sin tendencia ni estacionalidad. Sin embargo, ante la presencia de estacionalidades o tendencias, el método puede incorporar factores de ajuste o proyección para obtener proyecciones confiables.

## 5.5. Funciones matemáticas

En algunas situaciones se buscará ajustar el patrón de la demanda a funciones matemáticas tales como:

Lineal:  $Y = a * X + b$

Cuadrática:  $Y = a + b * X + c * X^2$

Exponencial:  $Y = a * (b)^X$

Logarítmica:  $Y = a * \log(X)$

Entre otras muchas funciones matemáticas.

## 6. SISTEMAS DE RENOVACIÓN DE INVENTARIOS

### 6.1. Lote económico de compra

La teoría del lote económico de compra o EOQ (del inglés *Economic Order Quantity*) la desarrolló F.W. Harris en 1915 y resuelve dos preguntas básicas de los problemas de renovación de stocks para productos con demanda independiente: cuánto pedir y cuándo pedir.

No es válido afirmar que en base a su antigüedad y en vista de los modernos modelos de gestión de stocks que buscan reducir los niveles de inventarios, la teoría del EOQ haya quedado obsoleta, aunque sí es preciso mencionar que su aplicación se limita a escenarios en los que se cumplen las siguientes premisas:

- La demanda y el tiempo de entrega del proveedor son conocidos y constantes;
- No existen descuentos por volúmenes de compra por parte del proveedor;
- La entrega es del lote completo de productos pedidos ( $q$ ), no existen entregas parciales.

Como consecuencia de estos supuestos se puede deducir fácilmente que la necesidad de stocks de seguridad es nula, el inventario promedio corresponde a la mitad del lote de productos pedidos ( $q/2$ ) y el perfil de los niveles de inventario a lo largo del tiempo sigue este patrón:

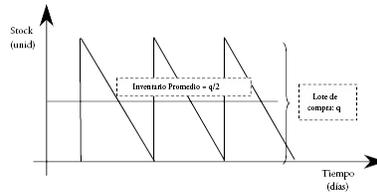


Figura 2.11: Perfil de los inventarios bajo los supuestos del modelo del EOQ

Cuando se cumplen dichas premisas es posible utilizar la teoría del EOQ para determinar la cantidad a comprar y el mejor momento de la compra, minimizando los costos de ordenar y los costos de posesión de inventarios, de la siguiente manera:

$$CTC = CP + CO + CPI$$

Donde:

CTC: Costo total de compra

CP: Costo del producto

CO: Costo de ordenar

CPI: Costo de posesión de inventarios

Si consideramos las siguientes variables:

D: Demanda total anual

A: Costo de emisión de las órdenes de compra

i: Costo anual de posesión de inventarios

C: Costo unitario del producto

q: Cantidad pedida

El costo total de compra puede también quedar expresado de la siguiente manera:

$$CTC = C * D + (D / q) * A + i * C * q / 2$$

Lo cual tiene la siguiente gráfica en función de la variable q:

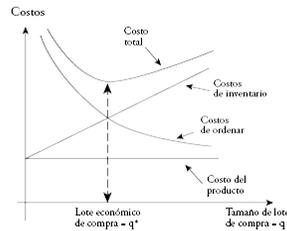


Figura 2.12: Representación del costo total de compra en función a q

Podemos ver que el costo total de compra toma el menor valor cuando  $d(CT) / d(q) = 0$ .

Calculando la derivada del costo total e igualando a cero, tenemos que el lote económico de compra ( $q^*$ ) es igual a:

$$q^* = \sqrt{\frac{2 * A * D}{i * C}}$$

#### PUNTO CLAVE

El valor de  $q^*$  nos indica aquella cantidad que hace mínima la suma de los costos de ordenar y de poseer.

Por otro lado, el mismo modelo nos sugiere que el mejor momento para pedir es cuando el nivel de stock sea igual al punto de reorden (R), definido como:

$$R = dp * Lt$$

Donde:

dp: demanda promedio

Lt: lead time o tiempo de entrega del proveedor

Si recordamos la premisa de esta teoría, tanto la demanda como los tiempos de entrega son constantes y conocidos; por tanto el mejor momento de pedir será cuando la cobertura del stock sea igual al tiempo de entrega del proveedor.

### PUNTO CLAVE

El punto de reorden  $R$  nos determina el mejor momento para renovar los stocks.

Una aplicación práctica de la teoría del lote económico de compra se puede encontrar en la gestión de los suministros e insumos para los procesos productivos de flujo continuo. En la siguiente figura (Krajewski, 2013, p. 95) podemos observar las características de los distintos tipos de procesos productivos en función a la variedad de los productos y el volumen o lote de producción.

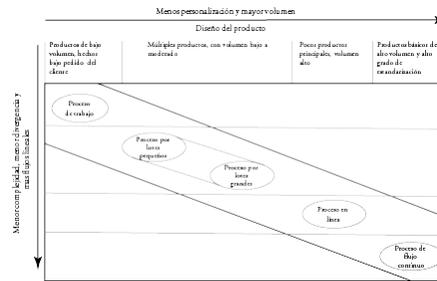


Figura 2.13: Características de los tipos de procesos productivos

Un proceso de flujo continuo se caracteriza por una producción constante de un mismo producto en periodos de tiempo relativamente largos, que pueden llegar a uno o varios años, lo que da como resultado un volumen o lote de producción muy grande. Un ejemplo de este tipo de proceso es la producción de acero que sale del horno de una mina. El horno, debido a la alta temperatura a la que trabaja para poder separar el acero de las impurezas, permanece encendido por periodos de tiempo muy largos que pueden ser varios años, debido a que apagarlo tiene un costo prohibitivo en maquinaria parada.

Dado que dicho horno tiene una tasa de producción constante a lo largo del tiempo, los suministros necesarios para mantener el horno prendido, por ejemplo, el combustible diésel, tienen una tasa de demanda o consumo también constante a lo largo del tiempo. Si además dicho combustible es abastecido por un proveedor local que puede garantizar tiempos de entrega constante y precio constante, entonces estamos en una situación en la que se cumplen las premisas del lote económico de compra y su aplicación permitiría a la empresa obtener costos totales de compra cercanos al óptimo.

### Problema 2.5

En el siguiente ejercicio se ilustra la aplicación del modelo EOQ:

Se tiene que la demanda anual del producto A es de 180 000 unidades anuales, constante a lo largo del tiempo, y su costo unitario es de S/. 10.

El costo de ordenar o renovar es de S/. 5320 por orden de compra. El costo de posesión se estableció en 32% anual sobre el inventario promedio y el tiempo de entrega es  $L_t = 3$  semanas constante.

Calcular lo siguiente:

- El lote económico de compra
- El número de pedidos que se deben de realizar al año
- El punto de reorden
- El costo total de compra que haga mínimo los costos de comprar
- El stock de seguridad

### Solución

a) Aplicando directamente el modelo EOQ tenemos:

$$D = 180\,000 \text{ und/año}$$

$$I = 32\% \text{ anual}$$

$$A = S/. 5320/\text{pedido}$$

$$C = S/. 10/\text{artículo}$$

$$L_t = 3 \text{ semanas}$$

$$\text{Aplicando el modelo EOQ, } q^* = 24\,464 \text{ unidades}$$

b) Número de pedidos a realizar =  $D / q^* = 180\,000 / 24\,464 = 7,36$ . Dado que no se puede pedir una fracción de pedidos al año, analizamos los costos totales de compra en los siguientes dos casos:

Caso 1: Cálculo del costo total anual cuando el número de pedidos = 7

$$q^* = 180\,000 / 7 = 25\,714 \text{ und}$$

$$CTC(q) = C \times D + D / q \times A + q/2 \times i \times C$$

$$CTC = 10 \times 180\,000 + 7 \times 5320 + (12\,857 \times 10 \times 0,32)$$

$$CTC = 1\,800\,000 + 37\,240 + 41\,142$$

$$CTC = S/. 1\,878\,383$$

Caso 2: Cálculo del costo total anual cuando el número de pedidos = 8

$$q^* = 180\,000 / 8 = 22\,500 \text{ und}$$

$$CTC(q) = C \times D + D / q \times A + q/2 \times i \times C$$

$$CTC = 10 \times 180\,000 + 8 \times 5320 + (11\,250 \times 10 \times 0,32)$$

$$CTC = 1\,800\,000 + 42\,560 + 36\,000$$

$$CTC = S/. 1\,878\,560$$

Se puede ver que el costo total de compra es mínimo cuando el número de pedidos al año es de 7. Por tanto, la cantidad económica a pedir es  $q^* = 25\,714$ .

c) Cálculo del punto de pedido (R):

$$R = dp \times Lt$$

Donde:

$$dp = \text{Demanda promedio semanal} = 180\,000 / 52 \text{ semanas} = 3461 \text{ unidades}$$

$$Lt = 3 \text{ semanas}$$

$$R = 3462 \times 3 = 10\,386 \text{ unidades}$$

d) El costo total de compra corresponde al caso 1 calculado en la parte b de este mismo ejercicio y es igual a S/. 78 382.

e) Dado que se cumplen las premisas del modelo del EOQ no es necesario mantener stocks de seguridad.

Una segunda manera de resolver el ejercicio es empleando el modelo tabulado, el cual consiste en calcular los costos totales de comprar para cada número de pedidos, y escoger aquel que haga mínimos los costos totales de comprar, luego de lo cual se procederá a registrarlos en forma tabulada.

Concepto		Número de pedidos									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cantidad a pedir	$q^*$	180 000	90 000	60 000	45 000	36 000	30 000	25 714	22 500	20 000	18 000
Inventario promedio	$Q^*/2$	90 000	45 000	30 000	22 500	18 000	15 000	12 857	11 250	10 000	9 000
Costo del producto	$C \times D$	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000	1 800 000
Costo de renovación	$Cr$	5 320	10 640	15 960	21 280	26 600	31 920	37 240	42 560	47 880	53 200
Costo de posesión	$Cp$	288 000	144 000	96 000	72 000	57 600	48 000	41 143	36 000	32 000	28 800
Costo total	$Cr$	2 093 320	1 954 640	1 911 960	1 893 280	1 884 200	1 879 920	1 878 383	1 878 560	1 879 880	1 882 000

Tabla 2.15: Modelo tabulado para el sistema EOQ

El costo es menor en siete pedidos y empieza a subir conforme se incrementa el número de pedidos. La forma tabulada nos ofrece los mismos resultados.

#### PUNTO CLAVE

El sistema EOQ permite responder cuánto y cuándo renovar los stocks, minimizando los costos de posesión de inventarios y de ordenar. Su aplicación es limitada a situaciones de demanda y tiempo de entrega constante y conocida, sin descuentos por volúmenes de compra y entrega del lote completo.

## 6.2. Lógica del punto de reorden

La lógica del punto de reorden, también llamada sistema de revisión continua o simplemente sistema Q, levanta una de las limitaciones del modelo EOQ, la referida a la demanda constante. En este modelo la demanda no es conocida ni constante, sino, por el contrario, se asume que es aleatoria y tiene las características de una distribución normal con media  $dp$  y desviación estándar  $s1$  conocidas, lo cual es realista y coincidente con muchas situaciones prácticas.

Su nombre se debe a que la posición de las existencias se revisa continuamente o después de cada transacción. Cuando el nivel de inventarios cae por debajo de un punto de reorden previamente determinado, se coloca una orden por una

cantidad fija. El tiempo que transcurre entre las reposiciones es variable y dependerá de la demanda.

El siguiente gráfico muestra la operación de este sistema:

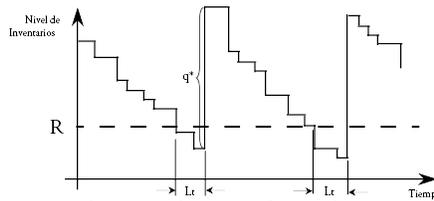


Figura 2.14. Lógica de punto de reorden o sistema Q

El sistema funciona de la siguiente manera: la posición de las existencias cae aleatoriamente hasta que alcanza el punto de reorden R, momento en el cual se coloca una orden por  $q^*$  unidades. La orden se recibe posteriormente luego de un tiempo  $L_t$ . Los stocks del almacén aumentan y se continúa con el ciclo indefinidamente.

La utilización de la lógica de Punto de Reorden o sistema Q requiere la determinación de las variables  $q^*$  y R. El valor de  $q^*$  se hace igual al lote económico de compra. Para ello, la demanda anual D se calcula usando la demanda media  $dp$  de la distribución normal.

Para la estimación del valor de R se toma como base el nivel de servicio, el cual se define como la probabilidad de atender la demanda con el stock que se mantiene en el almacén.

La posibilidad de inexistencia de stocks en el sistema Q se da durante el tiempo de entrega del proveedor ( $L_t$ ). Por ello, es necesario conocer la distribución de la demanda durante el tiempo de entrega.

Al inicio de la presentación de este modelo indicamos que la demanda seguía una distribución normal; por consiguiente, es válido decir que la demanda durante el tiempo de entrega sigue este patrón, tal como se muestra en la siguiente figura:

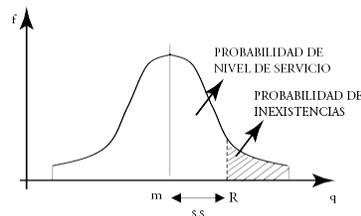


Figura 2.15. Distribución normal de la demanda durante el tiempo de entrega

El punto de reorden se hace igual a la demanda promedio durante el tiempo de entrega ( $dp \times L_t$ ) más un número específico de desviaciones estándar ( $z$ , que depende del nivel de servicio) para protegerse contra las variaciones de la demanda. Mediante el control de  $z$ , el número utilizado de desviaciones estándar, se puede controlar no solamente el punto de pedido, sino también el nivel de servicio. Un valor grande de  $z$  resultará en un punto de pedido alto y en un nivel de servicio elevado.

Por tanto, la fórmula del punto de pedido es:

$$R = dp \cdot L_t + S.S. = dp \cdot L_t + z \cdot s1(l_t)$$

Donde:

S.S. Stock de seguridad

$dp$ : Demanda promedio

$L_t$ : Tiempo de entrega

$dp \cdot L_t$ : Media del consumo durante el tiempo de entrega

$z$ : Factor de seguridad dado por el nivel de servicio

$s1(l_t)$ : Desviación estándar durante el tiempo de entrega

El stock de seguridad se calcula como:

$$S.S. = z \cdot s1 \cdot \sqrt{L_t} = z \cdot s1(l_t)$$

En el siguiente ejercicio se ilustra la aplicación de la lógica de punto de reorden o sistema Q.

## Problema 2.6

Se está gestionando un almacén que distribuye desayunos en cajas a cierto tipo de clientes. Los datos son los siguientes:

- Demanda promedio: 200 cajas/día
- Desviación estándar de la demanda diaria: 150 cajas
- Tiempo de entrega: 4 días por parte del proveedor
- Nivel de servicio deseado: 95%
- Costo de la orden: US\$ 20/orden
- $i$ : 20% anual
- $C$  = US\$ 10/caja

Supóngase que se utiliza la lógica de punto de reorden, y que el almacén abre 5 días por semana y 50 semanas al año. Determinar los valores de  $q^*$ ,  $R$  y el número de pedidos a realizar anualmente.

## Solución

Cálculo de la cantidad económica de pedido, según el modelo EOQ:  $q^* = 1000$  cajas

Cálculo de  $R$ :

$$dp \times Lt = 200 \times 4 = 800 \text{ cajas}$$

$$s1(lt) = \text{Desviación estándar durante el tiempo de entrega} = s1 \times \sqrt{Lt} = 150 \times \sqrt{4} = 300 \text{ cajas}$$

$$z = 1,65 \text{ (para un nivel de servicio del 95\%)}$$

$$S.S. = z \times s1(lt) = 1,65 \times 300 = 495 \text{ cajas}$$

$$R = dp \times Lt + S.S. = 800 + 495 = 1295 \text{ cajas}$$

Número de pedidos:

$$\text{Demanda anual: } 200 \times 5 \times 50 = 50\,000 \text{ cajas}$$

$$NP = 50\,000 / 1000 = 50 \text{ pedidos al año}$$

Por tanto, se pedirán 1000 cajas en cada pedido, se realizará el pedido cuando el stock llegue a 1295 cajas y en promedio se realizarán 50 pedidos al año, es decir, cada 5 días de trabajo.

### PUNTO CLAVE

La lógica de punto de reorden levanta la limitación de demanda constante del modelo EOQ y asume una demanda aleatoria. La cantidad a pedir es fija pero el tiempo entre pedidos es variable.

## Variabilidad del tiempo de entrega ( $s2$ )

En muchas situaciones prácticas, no solamente la demanda tiene un comportamiento variable, sino también los tiempos de entrega de los proveedores también pueden tener un comportamiento variable, especialmente si se trata de proveedores internacionales. Para introducir la variabilidad del tiempo de entrega del proveedor en la lógica del punto de reorden, vamos a definir  $s2$  como la desviación estándar de los tiempos de entrega.

Usando las matemáticas estadísticas se puede demostrar que el punto de reorden considerando tanto la variabilidad de la demanda ( $s1$ ) como la variabilidad del tiempo de entrega ( $s2$ ) se calcula con la siguiente fórmula:

$$R = dp \times Lt + z \times \sqrt{s1^2 \times Lt + s2^2 \times dp^2}$$

El stock de seguridad, considerando la variabilidad de la demanda  $s1$  y la de los tiempos de entrega  $s2$ , se calcula como:

$$SS = z \times \sqrt{s1^2 \times Lt + s2^2 \times dp^2}$$

## Problema 2.7

Usted realiza el seguimiento al cumplimiento de los tiempos de entrega del proveedor del almacén del ejercicio anterior y determina que existe una variabilidad de dos días en las entregas ( $s2 = 2$  días). Determine usted el nuevo stock de seguridad y el nuevo punto de reorden.

## Solución

El nuevo stock de seguridad se calcula de la siguiente manera:

$$SS = z \times (s1^2 \times Lt + s2^2 \times dp^2)^{0,5} = 1,65 \times (150^2 \times 4 + 2^2 \times 200^2)^{0,5} = 825 \text{ und}$$

El punto de reorden se calcula de la siguiente manera:

$$R = dp \times Lt + SS = 800 + 825 = 1625 \text{ unidades}$$

### 6.3. Lógica de nivel objetivo

La lógica de nivel objetivo, también llamada sistema de revisión periódica o simplemente sistema P, a diferencia de la lógica de punto de reorden, realiza la revisión de los inventarios de manera periódica. Nuevamente todas las suposiciones del modelo EOQ siguen siendo válidas, excepto la demanda constante, así como la no existencia de roturas de stocks.

Los niveles de inventario se revisan a intervalos de tiempo fijo  $T$  (tiempo de revisión) y se lanzan pedidos por la diferencia entre un máximo  $M$  y la cantidad  $q$  en stock al momento de la revisión.

A continuación se muestra una gráfica de la operación de este sistema:

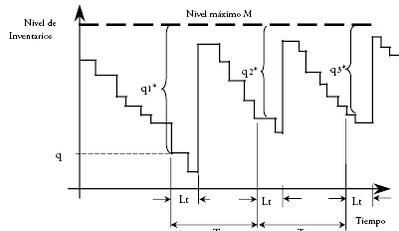


Figura 2.16. Sistema P

El sistema funciona de la siguiente manera: las existencias van disminuyendo aleatoriamente hasta que se cumple el plazo ( $T$ ). En ese momento, se pide una cantidad igual al valor máximo  $M$  menos el stock en ese momento ( $q^*1, q^*2, q^*3, \dots$ ). La orden llega después de un tiempo de entrega  $Lt$ . Los stocks del almacén aumentan y se continúa con el ciclo indefinidamente.

El sistema P está determinado por las variables  $T$  y  $M$ . Para su cálculo nos apoyamos nuevamente en el modelo EOQ. El tiempo  $T$  se halla partiendo el periodo analizado, por lo general anual, entre el número de pedidos a realizar en ese periodo. Para hallar este número de pedidos se divide la demanda total anual entre la cantidad  $q^*$  del modelo EOQ.

El nivel máximo ( $M$ ) debe cubrir la demanda promedio durante el tiempo de revisión ( $T$ ) y de abastecimiento ( $Lt$ ), y del mismo modo sus variaciones a un determinado nivel de servicio (stock de seguridad).

$$M = dp \cdot (T + Lt) + z \cdot s1 \cdot \sqrt{T + Lt}$$

Donde:

SS: stock de seguridad

$$SS = z \times s1 \sqrt{T + Lt} = z \times s1 \times (T + Lt)^{0,5}$$

$s1 \sqrt{T + Lt}$ : Desviación estándar de la demanda en el tiempo ( $T + Lt$ )

$z$ : Factor de seguridad en función del nivel de servicio

En el siguiente ejercicio se ilustra la aplicación de la lógica de nivel objetivo o del Sistema P.

### Problema 2.8

La demanda de cierto producto sigue una distribución normal con una media de 200 cajas al día y una desviación estándar de 150 cajas. El tiempo de abastecimiento del proveedor es de 4 días.

Los costos logísticos son los siguientes:

Costo de emisión de órdenes: US\$ 20 por orden

Costo de posesión de inventarios: 20% anual

Costo unitario del producto: US\$ 10 por unidad

Nivel de servicio deseado: 95%,  $z = 1,65$

Considerando 250 días al año, calcule el tiempo entre revisiones y el nivel máximo  $M$  para el sistema de renovación P.

### Solución

Cálculo de  $q^*$  del modelo EOQ:  $q^* = 1000$  unidades

Cálculo del periodo de revisión  $T$ :  $T = 1000 \text{ und} / (200 \text{ und/día}) = 5$  días

Cálculo del nivel máximo:  $M = dp \times (T + Lt) + z \cdot s1 \sqrt{T + Lt}$

$dp \times (T + Lt)$ : Es la demanda promedio en  $(5 + 4) = 9$  días;  $dp \times (T + Lt) = 200 \times 9 = 1800$

$s1 \sqrt{T + Lt}$ : Es la desviación estándar de la demanda en 9 días;  $s1 \sqrt{T + Lt} = 150 \times 9^{(0,5)} = 450$

Para un nivel de servicio del 95%,  $z = 1,65$

$$M = 1800 + 1,65 \times 450 = 2543 \text{ unidades}$$

El tiempo entre revisiones es de 5 días y el nivel máximo de M es de 2543 unidades

### Variabilidad del tiempo de entrega (s2)

En caso se enfrente además de la variabilidad de la demanda (s1) la variabilidad del tiempo de entrega del proveedor (s2), el nivel objetivo de inventarios (M) se calcula usando la siguiente fórmula:

$$M = dp \cdot (T + Lt) + z \cdot \sqrt{s1^2 \cdot (T + Lt) + s2^2 \cdot dp^2}$$

### Problema 2.9

El proveedor del ejercicio anterior tiene una variabilidad en los tiempos de entrega (s2) igual a 2 días. Calcule usted el nuevo stock de seguridad y el nuevo nivel objetivo M.

### Solución

El nuevo stock de seguridad se calcula de la siguiente manera:

$$SS = z(s1^2(T+Lt)+s2^2 \times dp^2)^{0,5} = 1,65 \cdot (150^2(5+4)+2^2 \times 200^2)^{0,5} = 993 \text{ unidades}$$

El nuevo nivel objetivo de inventario se calcula de la siguiente manera:

$$M = dp(T+Lt) + SS = 1800 + 993 = 2793 \text{ unidades}$$

## 6.4. Diferencias y semejanzas entre las lógicas de punto de reorden y nivel objetivo

Una de las principales ventajas de la lógica de nivel objetivo frente a la lógica del punto de reorden es que se pueden planificar las revisiones de varios productos y establecer pedidos conjuntos, buscando los descuentos por volúmenes de compras, economías en el transporte de una mayor cantidad de productos, reducción de órdenes de compra emitidas y su costo correspondiente. La principal desventaja de la lógica de nivel objetivo frente a la lógica del punto de reorden es que tiene costos de posesión de inventarios más altos.

Entre las principales diferencias entre la lógica de nivel objetivo y la lógica del punto de reorden se encuentra que la lógica de nivel objetivo tiene un inventario objetivo, mientras que la lógica del punto de reorden tiene un punto de pedido. La lógica del punto de reorden tiene una cantidad económica de pedido fija y tiempos entre revisiones variables. La lógica de nivel objetivo tiene tiempos fijos y la cantidad pedida variable, y finalmente en la lógica de nivel objetivo hay que protegerse de las variaciones de la demanda durante el tiempo  $T + Lt$ , mientras que en la lógica del punto de reorden solo durante el tiempo  $Lt$ .

### PUNTO CLAVE

La lógica de nivel objetivo realiza pedidos de cantidad variable cada cierto periodo fijo de tiempo. La cantidad pedida corresponde a la diferencia entre un nivel objetivo de inventario y el nivel de stock en el momento del pedido.

## 6.5. Definición del nivel de servicio

El nivel de servicio se define como la posibilidad de atender los pedidos con el stock que se mantiene en el almacén. Dicha posibilidad puede ser medida de las siguientes tres maneras:

- Nivel de servicio de la cantidad de unidades atendidas (*FR: Fill Rate*): mide el total de unidades atendidas dividido por la cantidad de unidades pedidas.
- Nivel de servicio de las órdenes completas atendidas (*OFR: Order Fill Rate*): mide el número de órdenes de compra atendidas completamente entre el número total de órdenes de compra recibidas.
- Nivel de servicio de los ciclos completos atendidos (*CLS: Cycle Service Level*): mide el número de ciclos que atendieron todas las órdenes de compra entre el total de ciclos. Se define un ciclo como el tiempo que transcurre entre dos reposiciones de stock.

El nivel de servicio utilizado en este libro para la renovación de stocks está relacionado con la tercera definición: nivel de servicio de los ciclos completos atendidos. El lector puede comprobar intuitivamente que la medición más ácida del nivel de servicio corresponde a la de los ciclos completos atendidos.

En el siguiente ejemplo se desarrollan las tres mediciones anteriores del nivel de servicio para una misma situación.

### Problema 2.10

En la siguiente figura se muestra la atención de cinco órdenes de compra del almacén de un distribuidor que atiende a tres minoristas:

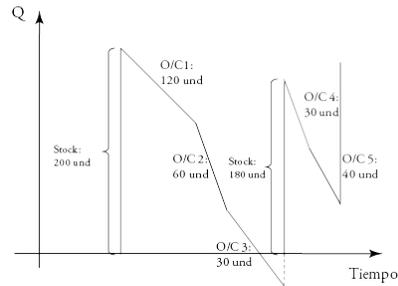


Figura 2.17: Atención de órdenes de compra del almacén

Calcule usted las tres mediciones del nivel de servicio.

### Solución

#### a. Nivel de servicio de la cantidad de unidades atendidas

	Cantidad pedida	Cantidad atendida
O/C1	120	120
O/C2	60	60
O/C3	30	20
O/C4	30	30
O/C5	40	40
Total	280	270
Nivel de servicio		96,43%

#### b. Nivel de servicio de las órdenes completas atendidas

	Órdenes atendidas completamente
O/C1	1
O/C2	1
O/C3	0
O/C4	1
O/C5	1
Total	4
Nivel de servicio	80%

#### c. Nivel de servicio de los ciclos completos atendidos

	Ciclos atendidos completamente
Ciclo 1	0
Ciclo 2	1
Nivel de servicio	

## 7. PROBLEMAS RESUELTOS

### Problema 2.11

La empresa comercializadora XYZ cuenta con un almacén de estanterías selectivas y guarda sus mercaderías en pallets de 1,00 x 1,20 mts (largo x ancho)<sup>5</sup>.

Los stocks en cajas y el número de cajas que pueden ser colocadas en un pallet se muestran en la siguiente tabla. Se pide realizar una clasificación ABC de los productos en base a los pallets ocupados por estos.

	Cajas por pallet	Stock (en cajas)
Aceite A11	50	5000
Aceite Tartán	50	1000
Alfajor Donatello	55	3000
Chocolate Patada	55	5000
Corbatitas	39	1322
Fideos al huevo	39	10 000
Fideos Doña Vicky	39	25 000
Galletas de soya	55	60 000
Jabón San Martín	40	1823
Kétchup Ricolín	40	8000
Linguini	39	1842
Mayonesa 111	40	40 000
Refrescos TIM	40	1945
Espagueti Mantecosos	39	8000
Tallarines Dorados	39	3000
Waffle Vito	55	2000

Tabla 2.16: Datos de stock y «paletización» de la comercializadora XYZ

## Solución

Variable a analizar: el número de pallets ocupado por cada producto se halla dividiendo el número de cajas en stock entre las cajas por pallet.

La tabla, la gráfica y la clasificación propuesta son las siguientes:

	Cajas por pallet	Stock (en cajas)	Nº de pallets por artículo	Nº de pallets acumulado	% pallets acumulado	% artículos
Galletas de soya	55	60 000	1091	1091	27,6	6,25
Mayonesa 111	40	40 000	1000	2091	52,9	12,5
Fideos Doña Vicky	39	25 000	642	2733	69,1	18,8
Fideos al huevo	39	10 000	257	2990	75,6	25,0
Espagueti Mantecosos	39	8000	206	3196	80,6	31,3
Kétchup Ricolín	40	8000	200	3396	85,9	37,5
Aceite A11	50	5000	100	3496	88,4	43,8
Chocolate Patada	55	5000	91	3587	90,7	50,0
Tallarines Dorados	39	3000	77	3664	92,7	56,3
Alfajor Donatello	55	3000	55	3719	94,1	62,5
Refrescos TIM	40	1945	49	3768	95,3	68,8
Linguini	39	1842	48	3816	96,5	75,0
Jabón San Martín	40	1823	46	3862	97,7	81,4
Waffle Vito	55	2000	37	3899	98,69	87,5
Corbatitas	39	1322	34	3933	99,5	93,8

Aceite Tartán	50	1000	20	3953	100,0	100,0
---------------	----	------	----	------	-------	-------

Tabla 2.17: Clasificación de Pareto en función a los pallets almacenados

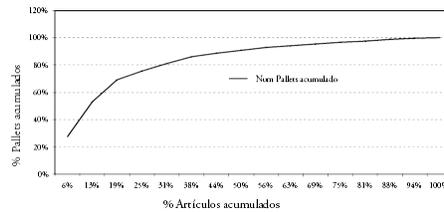


Figura 2.18: Gráfico de Pareto en función a los pallets

### Categoría A

Formada por el 25% de los artículos (galleta de soya, mayonesa 111, fideos Doña Vicky, fideos al huevo) que tiene el 75,6% del total de pallets del almacén.

### Categoría B

Formada por el 31,25% de los artículos (espagueti Mantecosos, ketchup Ricolín, aceite A11, chocolate Patada, tallarines Dorados) que tiene el 17,05% del total de pallets del almacén.

### Categoría C

Formada por el 43,75% de los artículos (alfajor Donatello, refrescos TIM, linguini, jabón San Martín, wafle Vito, corbatitas, aceite Tartán) que tiene el 7,25% de la demanda de stocks.

### Problema 2.12

Genere el kárdex, valorizado en soles, para los meses de setiembre a diciembre de 2002, de llantas para camiones de un conocido comerciante de Lima del cual se tiene la siguiente información:

Stock al 31 de agosto de 2002: 180 llantas compradas a US\$ 123 cada una. Tipo de Cambio (t/c): 3,50 soles por dólar.

#### Compras efectuadas

- 15 de septiembre 400 unidades a US\$ 128 c/u t/c = 3,62
- 5 de noviembre 400 unidades a US\$ 130 c/u t/c = 3,65
- 15 diciembre 500 unidades a US\$ 120 c/u t/c = 3,60

#### Ventas efectuadas

- 6 de setiembre 100 unidades
- 20 de setiembre 100 unidades
- 5 de octubre 100 unidades
- 19 de octubre 120 unidades
- 31 de octubre 100 unidades
- 10 de noviembre 80 unidades
- 25 de noviembre 80 unidades
- 8 de diciembre 120 unidades
- 20 de diciembre 100 unidades

Mostrar el kárdex valorizado mensualmente, en el que se indique los ingresos, consumos y saldos en nuevos soles.

El método que se utiliza es el FIFO.

### Solución

A continuación se muestra el kárdex valorizado del comerciante de llantas.

Fecha	Transacción	Saldo inicial S/.	Ingresos S/.	Salidas S/.	Saldo final S/.
31 ago.	Saldo inicial				180 x 430,5 77 490
6 set.	Venta	180 x 430,5		100 x 430,5	80 x 430,5 34 440
15 set.	Compra	80 x 430,5	400 x 463,36		400 x 463,36 185 344
					80 x 430,5 34 440
					219 784

20 set.	Venta	400 x 463,36		20 x 463,36	380 x 463,36	176 077
		80 x 430,5		80 x 430,5		
5 oct.	Venta	380 x 463,36		100 x 463,36	280 x 463,36	129 741
19 oct.	Venta	280 x 463,36		120 x 463,36	160 x 463,36	74 138
31 oct.	Venta	160 x 463,63		100 x 463,36	60 x 463,36	27 802
5 nov.	Compra	60 x 463,36	400 x 474,5		400 x 474,5	189 800
						27 802
						217 602
10 nov.	Venta	400 x 474,5		20 x 474,5	380 x 474,5	180 310
		60 x 463,36		60 x 463,36		
25 nov.	Venta	380 x 474,5		80 x 474,5	300 x 474,5	142 350
8 dic.	Venta	300 x 474,5		120 x 474,5	180 x 474,5	85 410
15 dic.	Compra	180 x 474,5	500 x 432		500 x 432	216 000
					180 x 474,5	85 410
						301 410
20 dic.	Venta	500 x 432			500 x 432	216 000
		180 x 474,5		100 x 474,5	80 x 474,5	37 960
						253 960

Tabla 2.18: Kárdex del comerciante de llantas

### Problema 2.13

Si el proveedor del ejercicio del modelo EOQ ofrece descuentos por volumen de compra según la siguiente información:

$0 < q^* \leq 20\,000 \Rightarrow$  Precio de venta (Pv) = S/. 10 por unidad

$20\,001 < q^* \leq 30\,000 \Rightarrow$  Pv= S/. 9,75 por unidad

$30\,001 < q^* \leq 40\,000 \Rightarrow$  Pv= S/. 9,50 por unidad

$40\,001 < q^* \leq 60\,000 \Rightarrow$  Pv= S/. 9,25 por unidad

$60\,001 < q^* \leq 80\,000 \Rightarrow$  Pv= S/. 9,00 por unidad

$80\,001 < q^* \leq 100\,000 \Rightarrow$  Pv= S/. 8,75 por unidad

Más de 100 000  $\Rightarrow$  Pv= S/. 8,50 por unidad

Calcular el nuevo número de pedidos a realizar al año. Sugerencia: utilizar el modelo tabulado.

### Solución

Tabulando los costos de ordenar y los costos de posesión de inventarios, y considerando además los costos por descuentos por volumen de compra reflejados en el costo del producto, se determina que el costo total de comprar mínimo se llega en dos pedidos anuales.

Número de pedidos	1	2	3	4	5	6	8	10
Cantidad a pedir $q^*$	180 000	90 000	60 000	45 000	36 000	30 000	22 500	18 000
Precio unitario según vol. $P^*$	8,50	8,75	9,25	9,25	9,50	9,75	9,75	10,00
Inventario promedio $Q^*/2$	90000	45 000	30 000	22 500	18 000	15 000	11 250	9 000
Costo de posesión $I^*C^*(q^*/2)$	244800	126 000	88 800	66 600	54 720	46 800	35 100	28 800
Costo de renovación $A$	5230	10 460	15 960	21 280	26 600	31 920	42 560	53 200
Costo de productos considerando descuentos $Cd$	1 530 000	1 575 000	1 665 000	1 665 000	1 710 000	1 755 000	1 755 000	1 800 000
Costo total $Ct$	1 780 030	1 711 460	1 769 760	1 752 880	1 791 320	1 833 720	1 832 660	1 882 000

Tabla 2.19: Cuadro de costos incorporando descuentos por volúmenes de compra

### Problema 2.14

La empresa Carbonell produce planchas metálicas para el sector industrial. Las características de la venta de este producto son las siguientes:

Ventas semanales: 10 unidades constantes  
Costo de la orden de compra: US\$ 10 por orden  
Costos de posesión de inventarios: 30% anual  
Costo del artículo: US\$ 80 por unidad  
Considerar 52 semanas al año.

Determine lo siguiente: (a) cantidad económica a comprar (b) el número de pedidos al año (c), el costo total de comprar, y (d) el principio logístico relacionado con el lote económico de compra<sup>6</sup>.

### Solución

$D = \text{Demanda anual} = 10 \times 52 \text{ semanas} = 520 \text{ unidades por año}$

$A = \text{US\$ } 10 \text{ por orden de compra}$

$I = 30\%$

$C = \text{US\$ } 80 \text{ por unidad}$

Utilizando el modelo EOQ obtenemos:

$q^* = 20,82 \text{ unidades}$

Número de pedidos a realizar  $= 520 / 65,82 = 7,9 \Rightarrow 7 \text{ u } 8 \text{ pedidos}$

Caso 1: Se realizan 7 pedidos anuales

$q^* = 520 / 7 = 74 \text{ unidades}$

$\text{CTC} = \text{US\$ } 42\,558$

Caso 2: Se realizan 8 pedidos anuales

$q^* = 520 / 8 = 65 \text{ unidades}$

$\text{CTC} = \text{US\$ } 42\,460$

Por tanto, se recomienda realizar 8 pedidos anuales.

Respuesta: (a) la cantidad económica a comprar es 65 unidades; (b) el número de pedidos anuales es 8; (c) el costo total de comprar es US\$ 42 460; (d) el principio logístico relacionado con el EOQ corresponde al balance de costos opuestos.

### Problema 2.15

Se tiene que la demanda del producto B sigue una distribución normal con media de 50 unidades por semana y desviación estándar semanal de 10 unidades.

Coste de inventario anual: 10% del costo del artículo

Costo de ordenar: US\$ 10 por orden de compra

Costo del artículo: US\$ 5 por unidad

Tiempo de abastecimiento: 3 semanas (constante)

Nivel de servicio deseado: 99% ( $z = 2,33$ )

Considerar 52 semanas al año.

Se pide calcular (a) la cantidad a pedir, (b) el número de pedidos que se deben de realizar al año, (c) el punto de pedido y (d) el stock de seguridad.

### Solución

Calculamos la cantidad a pedir en función de la demanda anual, según el modelo EOQ.

$q^* = 322 \text{ unidades}$

Número pedidos/ año  $= 2600 / 322 = 8,07 \text{ pedidos/ año}$

$\text{CTC} (8 \text{ pedidos}) = 50 \times 52 \times 5 + 8 \times 10 + (2600 / 8) / 2 \times 10\% \times 5 = 13\,161,25$

$\text{CTC} (9 \text{ pedidos}) = 50 \times 52 \times 5 + 9 \times 10 + (2600 / 9) / 2 \times 10\% \times 5 = 13\,162,25$

Se realizarán 8 pedidos.

Cálculo del punto de pedido R:

$d_{px}L_t = 3 \times 50 = 150 \text{ unidades}$

$s_1(L_t) = s_1 \times (L_t)^{(0,5)} = 10 \times (3)^{(0,5)} = 17,32 \text{ unidades}$

$R = 150 + 2,33 \times 17,32 = 190 \text{ unidades}$

El stock de seguridad es  $2,33 \times 17,32 = 40 \text{ unidades}$

Por tanto, se solicitarán 322 unidades en cada pedido y se realizarán 8 pedidos anuales, teniendo en cuenta que el punto de pedido es de 190 unidades y el stock de seguridad de 40 unidades.

### Problema 2.16

En la empresa Evergreen se ha realizado el seguimiento al artículo X-127, cuya demanda obedece a una distribución normal. Así también, se ha conseguido la siguiente información sobre la demanda durante el tiempo de entrega:

Demanda total durante el tiempo de entrega (unidades)
3045
2793
3000
2091
2385
3550

Tabla 2.20: Demanda durante el tiempo de entrega

Si el artículo se repone por el sistema Q, se pide determinar:

- La cantidad a ordenar.
- El stock de seguridad para un nivel de servicio del 97% ( $z(97\%) = 1,88$ )
- ¿Cuál será el punto de pedido (en unidades) para un nivel de servicio de 97%?

Se sabe que el costo de pedir es de US\$ 150, el consumo anual es de 52 925 unidades, el costo unitario del producto de: US\$ 4,92 y el costo de posesión de inventarios de 25% anual.

### Solución

- La cantidad a ordenar según el modelo EOQ es:  $Q^* = 3593$  unidades.
- Cálculo del stock de seguridad: de la tabla obtenemos la demanda promedio durante el tiempo de entrega y la desviación estándar durante el tiempo de entrega:  $dpxLt = 2811$  und. y  $s1(lt) = 517$  unidades.

El stock de seguridad es  $= z \times s1(lt)$ . Donde:  $Z(97\%) = 1,88$

Por tanto:  $SS = 1,88 \times 517 = 972$  unidades

- Cálculo del nivel de pedido:

$R = dpxLt + SS = 2811 + 972 = 3783$  unidades

### Problema 2.17

Una tienda de aparatos distribuye una cierta marca de televisores que tiene las siguientes características:

- Ventas promedio anuales = 200 unidades
- Costo de la orden = US\$ 25 por orden de compra
- Costo de posesión de inventarios = 25 % anual
- Costo del artículo = US\$ 400 por unidad
- Tiempo de entrega = 4 días
- Desviación estándar de la demanda diaria = 0,1 unidades por día
- Días de trabajo al año = 250 días

- Determine la EOQ.
- Determine el sistema Q para un nivel de servicio del 95%,  $z(95\%) = 1,65$ .
- Determine el sistema P para el mismo nivel de servicio.
- Determine los costos de posesión de inventarios para el sistema P y el sistema Q para los siguientes niveles de servicios: 80%; 85%; 90%; 95%; 97%; 99%:

NS	Z
80%	0,84
85%	1,037
90%	1,28
95%	1,65
97%	1,88
99%	2,33

Tabla 2.21: Costos de posesión de inventarios por nivel de servicio

e) ¿Por qué requiere el sistema P una inversión en inventarios mayor?

Nota: Los costos de posesión de inventarios están determinados por:  $i \cdot C \cdot I_p$

Donde:

i: Costo de posesión de inventarios

C: Costo del producto

$I_p$ : Inventario promedio

El inventario promedio, para un sistema P o Q, viene dado por:

$$I_p = q^* / 2 + z^* \cdot s$$

El razonamiento que hay detrás de esta fórmula es que  $q^* / 2$  unidades se llevan en promedio debido a las órdenes en lotes de tamaño  $q^*$ , y se llevan  $z^*s$  en promedio debido a inventarios de seguridad. Entonces, el nivel de inventario es la suma de ambos componentes: inventario debido a las órdenes e inventario de seguridad.

### Solución

a) Determinación del  $q^*$  del EOQ:

Aplicando la fórmula del modelo EOQ:  $q^* = 10$  unidades

b) Cálculo del punto de pedido:

$$R = 200 / 250 \times 4 + 1,65 \times 4^{(0,5)} \times 0,1 = 3,53 \text{ unidades}$$

Cálculo del número de pedidos:

$$\text{Número de pedidos} = (200 \text{ unidades por año}) / (10 \text{ unidades por pedido}) = 20 \text{ pedidos por año}$$

El sistema Q estará determinado por pedidos de 10 unidades, un punto de pedido de 4 unidades y 20 pedidos al año.

c) Determinación del sistema P:

Cálculo del periodo de revisión:

$$\text{Número de pedidos al año} = 200 / 10 = 20 \text{ pedidos por año}$$

$$T = (250 \text{ días por año}) / (20 \text{ pedidos por año}) = 12,5 \text{ días por pedido} \rightarrow 13 \text{ días por pedido}$$

Cálculo del nivel máximo de inventarios (M):

$$T + L_t = 13 + 4 = 17 \text{ días}$$

$$M = 200 / 250 \times (17) + 1,65 \times 17^{(0,5)} \times 0,1 = 14,28 \text{ unidades}$$

El sistema P estará determinado por revisiones cada 13 días y un nivel de inventario máximo de 14 unidades

d) Los costos de posesión de inventarios se muestran en la siguiente tabla:

Datos:					
$q^*/2 =$	5	unidades			
$s(\text{SIST Q}) =$	0,2	unidades			
$s(\text{SIST P}) =$	0,412	unidades			
Inv. prom. =	$q^*/2 + z^*s$	unidades			
i % anual	0,25				
C (costo prod.) =	400	US\$ unidad			
CPI =	$i \times C \times I_p$	US\$ por año			
N.S.	Z	$I_p$ (SIST Q) und	$I_p$ (SIST P) und	CPI (Q) US\$	CPI (P) US\$
80%	0,84	5,17	5,35	517	535
85%	1,037	5,21	5,43	521	543
90%	1,28	5,26	5,53	526	553
95%	1,65	5,33	5,68	533	568
97%	1,88	5,38	5,78	538	578
99%	2,33	5,47	5,96	547	596

Tabla 2.22: Cálculo de costos para la tienda de televisores

e) El sistema P requiere una mayor inversión en inventarios debido a mayores niveles de inventario promedio.

### Problema 2.18

La empresa Estrella Azul comercializa conservas de frijoles negros refritos que importa de México. Las ventas anuales ascienden a 360 000 latas.

Se cuenta además con los siguientes datos:

El costo de cada lata de conserva puesta en el almacén es de US\$ 1,79

El costo de pedir asciende a US\$ 135

El costo anual de posesión de inventarios es de 25%

Se hizo un seguimiento a la demanda durante los tiempos de entrega del proveedor, con los siguientes resultados:

Demanda durante el LT (unidades)
25 944
24 480
21 689
20 685
22 250
27 720
21 378

La empresa Estrella Azul utiliza un sistema Q para la renovación de sus inventarios. Responder lo siguiente:

a) Si el nivel de servicio óptimo definido es del 97%, calcular la variación del punto de reorden R si el nivel de servicio disminuye en 3%.

b) Calcular el lote económico de compra y el stock de seguridad para el nivel de servicio óptimo.

c) Si el nivel de servicio sube de 97% a 99%, ¿en qué porcentaje varía la cantidad económica a pedir?

Si la empresa Estrella Azul decide utilizar un sistema P, con un  $T = 30$  días y un  $L_t = 28$  días y además en el siguiente cuadro se muestra el comportamiento de las ventas para un ciclo de 58 días (30 + 28):

Demanda promedio diaria (unidades)
1075
1018
950
993
891
1003
1015

### Calcule:

d) El valor de M (nivel máximo de inventario) para un nivel de servicio de 97% y la cantidad a reponer.

e) El incremento de los costos de posesión de inventarios cuando el nivel de servicio se incrementa de 97% a 99%.

Datos:

NS	Z
100%	3,99
99%	2,33
98%	2,06
97%	1,88
96%	1,75
95%	1,645
94%	1,556
93%	1,47

Tabla 2.23: Costos de posesión de inventarios del 93% al 100%

### Solución

a) La demanda promedio durante el tiempo de entrega y la desviación estándar durante el tiempo  $L_t$ , calculados a partir de los datos dados, son:  $m = 23\,449$  unidades y  $s = 2646$  unidades, como se ve a continuación:

	Demanda durante el $L_t$
	25.944
	24.480
	21.689
	20.685
	22.250
	27.720
	21.378
Demanda promedio durante el $L_t$ : $dpxL_t$	23.449
Desviación estándar en el $L_t$ : $s1(lt)$	2646

Tabla 2.24: Demanda promedio y desviación estándar

Para un  $NS = 97\%$

$$R = dpxL_t + z * s1(lt) = 23\,449 + 1,88 \times 2646 = 28\,423 \text{ latas}$$

Para un  $NS = 94\%$

$$R = dpxL_t + z * s1(lt) = 23\,449 + 1,556 \times 2646 = 27\,566 \text{ latas}$$

La variación en el nivel de pedido es:

$$VAR = (R(97\%) - R(94\%)) / R(97\%) = (28\,423 - 27\,566) / 28\,423 = 3,015\%$$

b) Los datos para el cálculo del lote económico  $q^*$  y el stock de seguridad son los siguientes:

$$D = 360\,000 \text{ latas}$$

$$A = \text{US\$ } 135 \text{ por orden de compra}$$

$$i = 0,25$$

$$C = \text{US\$ } 1,79 \text{ por lata}$$

$$Q^* = 14\,738 \text{ latas}$$

$$SS = z * s1(lt) = 1,88 * 2646 = 4974 \text{ latas}$$

c) Si el nivel de servicio sube del 97% al 99%, la cantidad económica a pedir se mantiene constante porque esta no depende del nivel de servicio.

d) Calculando la media y la desviación estándar para el ciclo completo de  $T + L_t = 58$  días, según los datos proporcionados.

Demanda promedio diaria	Demanda durante $T + L_t$
1075	62 350
1018	59 044
950	55 100
993	57 594
891	51 678
1003	58 174
1015	58 870
Media: $dpxL_t$	57 544
Desviación estándar	3364

Tabla 2.25: Cálculo de media y desviación estándar

El valor de  $M$ , considerando un  $NS = 97\%$ , será:

$$M = dpxL_t + z * s(T+L_t)$$

$$M = 57\,544 + 1,88 \times 3,364 = 63\,868 \text{ latas}$$

e) El incremento de los costos de posesión de inventarios viene dado por la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Var (Costo posesión)} &= i * C * \text{Var (inventario promedio)} \\ &= i * C * ((q^*/2 + z_{99\%} * s(T+Lt)) - (q^*/2 + z_{97\%} * s(T+Lt))) \\ &= I * C * (z_{99\%} * - z_{97\%}) * s(T+Lt) \\ &= 0,25 * 1,79 * (2,33 - 1,88) * 3364 = \text{US\$ } 677,42 \end{aligned}$$

### Problema 2.19

Una planta concentradora de mineral de cobre utiliza el insumo Beta para el proceso de preparación del concentrado. A continuación se muestra el movimiento registrado para ese producto durante los tiempos de entrega:

Consumo en LT
1008
910
594
885
693
770

El costo puesto en el almacén de la planta es de US\$ 4,35/kg. Del mismo modo, se sabe, de acuerdo a la estadística de meses anteriores, que el consumo promedio es de 57 kg/día. Considerar año de 365 días.

Sabiendo que la política de la empresa es mantener un nivel de servicio de 96% ( $z = 1,75$ ), que el costo de pedido es de US\$ 17 y el costo de posesión de inventarios es de 25% anual, se le pide calcular:

- La cantidad a ordenar.
- El punto de pedido.
- La variación del costo de posesión de inventarios, si el nivel de servicio por política de la empresa aumenta al 99% ( $z = 2,33$ ).

### Solución

a) Cálculo del  $q^*$

$$\begin{aligned} D &= 57 * 365 = 20\ 805 \text{ unidades} \\ A &= 17 \text{ US\$ por orden de compra} \\ i &= 25\% \\ C &= \text{US\$ } 4,35 \text{ por unidad} \\ q^* &= 807 \text{ unidades} \end{aligned}$$

b) Cálculo del punto de pedido R

La demanda promedio durante el tiempo de entrega y la desviación estándar durante el tiempo de entrega son:

$$dpxLt = 810 \text{ unidades, } s1(lt) = 153 \text{ unidades.}$$

Por tanto:

$$\begin{aligned} R &= dpxLt + SS = m + z * s1(lt) \\ R &= 810 + 1,75 * 153 = 1078 \text{ unidades} \end{aligned}$$

c) Variación anual del costo de posesión de inventarios

La variación del costo de posesión de inventarios viene dada por:

$$\begin{aligned} \text{Var (costo posesión)} &= i * C * \text{Var (inventario promedio)} \\ &= i * C * ((q^*/2 + z_{99\%} * s1(lt)) - (q^*/2 + z_{96\%} * s1(lt))) \\ &= I * C * (z_{99\%} * - z_{96\%}) * s1(lt) \\ &= 0,25 * 4,35 * (2,33 - 1,75) * 153 \\ &= \text{US\$ } 97 \text{ anuales} \end{aligned}$$

### Problema 2.20

Con los datos del ejercicio anterior, si la reposición de productos se realiza cada 30 días, el tiempo de abastecimiento del proveedor es de 12 días y la desviación estándar diaria es de 6 kilos por día. Se pide calcular (a) el nivel de inventario máximo M para un nivel de servicio de 96% y (b) el incremento en los costos de posesión de inventarios cuando el nivel de servicio se eleva al 99%.

### Solución

a) Cálculo de M:

$$M = 57 * (30 + 12) + 1,75 * (42^{0,5}) * 6 = 2462$$

b) El incremento de los costos de inventarios viene dado por:

$$\text{Var (costo posesión)} = i * C * \text{Var (inventario promedio)}$$

$$\text{Var (costo posesión)} = 0,25 * 4,35 * (2,33 - 1,75) * ((42^{0,5}) * 6) = \text{US\$ } 24,52 \text{ anuales}$$

### Problema 2.21

La demanda semanal de teléfonos celulares iPhone en la tienda de Ripley de Jockey Plaza tiene distribución normal, con una media de 300 y una desviación estándar de 200. El Centro de Distribución de Claro ubicado en Ransa, abastece de celulares a dicha tienda y tarda dos semanas en atender los pedidos, debido a las actividades de personalización del celular antes de su envío. La tienda de Ripley desea tener un nivel de disponibilidad de 95% ( $Z = 1,65$ ) y monitorea los stocks de forma continua.

a) ¿Cuánto inventario de seguridad de teléfonos celulares debe mantener Claro en su tienda del Jockey Plaza?

b) ¿Cuál debe ser su punto de pedido?

Suponga que el gerente de tienda ha decidido cambiar la política de abastecimiento a la lógica de nivel objetivo (sistema P) con un tiempo entre pedidos de tres semanas.

c) ¿Cuál debe ser el nuevo stock de seguridad?

d) ¿Cuál debe ser el inventario objetivo (M) para este sistema de reposición?

e) Si la tasa de posesión de inventarios es 15% anual y el costo del celular es de US\$ 80, calcule el incremento o disminución en los costos anuales de posesión de stock de seguridad de cambiar de lógica de renovación de inventarios. Explique a qué se debe.

### Solución

Datos:		
Media	300	und/sem
Desviación estándar	200	und/sem
Lead Time	2	semanas
Desviación estándar del Lt ( $s_2$ )	0,286	semanas
Z (disponibilidad, 0,95)	1,65	
Cálculo de las soluciones:		
a. Stock de seguridad	487,65	und.
b. Punto de pedido	1087,65	und.
c. Nuevo Stock de seguridad con sistema P:		
Tiempo entre pedidos	3	semanas
Stock de seguridad con sistema P	751,33	und.
d. Inventario objetivo	2251,33	und.
e. Variación en los costos de posesión de inventarios		
Para calcular los costos de posesión de inventarios se consideran las variaciones en los niveles de inventario de seguridad. Por tanto:		
Variación en los stocks de seguridad	263,68	und.
Costo de incremento del stock de seguridad	3164,21	\$/año

Tabla 2.26: Cálculo de la variación en los stocks de seguridad y costos de posesión de inventarios

### Problema 2.22

Una tienda de ensamblaje y venta de computadoras, compra sus tarjetas de memoria desde Japón. Dicha tarjeta tiene las siguientes características:

Demanda promedio anual: 3200 unidades

Tiempo de entrega: 1,5 semanas  
 Costo de posesión de inventarios: 15% anual  
 Precio de compra puesto en Perú: US\$ 55 por unidad  
 Costo de emisión de pedidos: US\$ 55 por pedido

Si el modelo de gestión de inventarios es el EOQ, se pide lo siguiente:

- Calcular el  $q^*$ , punto de reposición (R), el número de pedidos anuales y el costo anual de la gestión de inventarios de esta tienda (costo del producto + costo de ordenar + costo de poseer). Considere año de 52 semanas.
- Suponiendo que el tiempo de entrega se extiende a tres semanas. ¿Qué ajustes sugeriría para la política de renovación de inventarios? Recalcule las variables de la parte (a) para este caso, según los ajustes sugeridos.
- Si la demanda tiene un comportamiento normal con media de 61,54 unidades por semana y desviación estándar de la demanda de 48 unidades por semana. Calcule el nuevo punto de reposición con un lead time de tres semanas. Asuma que la empresa desea una disponibilidad del 95% ( $Z = 1,65$ ).
- En base a los datos dados en c) usted realiza observaciones a las entregas realizadas por su proveedor, las cuales se muestran en la siguiente tabla, y se da cuenta que no siempre cumple con las tres semanas pactadas. Determine el nuevo punto de pedido R que proteja a la empresa ante las variaciones de la demanda y las variaciones de las entregas.

### Tiempos de entrega reales del proveedor:

Observaciones	Lead time (semanas)
Observación 1	3,4
Observación 2	4
Observación 3	2,8
Observación 4	3
Observación 5	2,9
Observación 6	3,2
Observación 7	3,5
Observación 8	4,8
Promedio	3,45
Desviación estándar	0,668

### Solución

Datos:		
D	3200	unidades
Lt	1,5	semanas
i	15%	anual
Cu	55	\$/und
A	55	\$/orden
Año	52	semanas
Solución parte a:		
d (semanal)	61,54	unidades/sem
$q^*$	206,56	unidades/pedido
R =	92,3	unidades
Número de pedidos	15,5	pedidos/año
Costo de la gestión de inventarios:		
Costo del producto	176 000	\$/año
Costo de ordenar	852,06	\$/año
Costo de poseer	852,06	\$/año
Costo total de compra	177 704,11	\$/año

Solución parte b:		
Solo se reajustaría el punto de repedido		
Nuevo Lead Time	3	semanas
R =	184,62	unidades
El lote económico de compra y los costos se mantienen constantes		
Solución parte c:		
d (semanal)	61,54	unidades/semana
s (desviación estándar)	48	unidades/semana
z (95%)	1,65	
R =	321,79	
Solución parte d:		
s1 (demanda)	48	Und/sem
s2 (lead time)	0,668	Semanas
Lead time promedio	3,45	Semanas
Nuevo R	374 283	Und

Tabla 2.27: Cálculo según el modelo de gestión EOQ

### Problema 2.23

Usted ha sido contratado como gerente de logística de una importante empresa americana comercializadora de productos de línea blanca, líder en su rubro, tanto en Lima como en el norte del país, con dos almacenes ubicados en Lima y Trujillo, para atender la demanda de dichos mercados.

#### Logística de abastecimiento

El producto estrella de la empresa son las refrigeradoras, las cuales se compran a «Representaciones Industriales S.A.», un proveedor ubicado en el Callao. La estrategia de abastecimiento de la empresa determinaba que cada almacén gestionaba las compras de dichas refrigeradoras, independientemente bajo el sistema Q.

El detalle de la demanda, la media y la distribución estándar de dichas refrigeradoras para cada almacén se muestra en la tabla siguiente:

Demanda mensual	Trujillo	Lima
Enero	218	101
Febrero	188	87
Marzo	225	123
Abril	217	101
Mayo	176	95
Junio	187	97
Julio	221	93
Agosto	212	131
Setiembre	210	76
Octubre	203	101
Noviembre	188	87
Diciembre	185	114
Demanda anual (unidades)	2430	1206
Promedio (und/mes)	202,5	100,5
Desviación estándar (s) (und/mes)	16,8	15,6

Tabla 2.28: Detalle de la demanda de refrigeradoras

Los costos de emisión de pedidos de cada almacén al proveedor son de US\$ 40/pedido. El tiempo de entrega del proveedor a cada almacén es de una semana (debido a las actividades de preparación de pedidos que implica cada entrega), el nivel de disponibilidad de refrigeradoras deseado para cada almacén es de 99% ( $Z = 2,33$ ), el costo de posesión de inventarios es de 20% y el costo del producto analizado es de US\$ 100 por unidad.

### Propuesta de «Representaciones»

Su proveedor le solicitó una reunión para analizar la posibilidad de cambiar la política actual de abastecimiento, de un sistema Q a un sistema P con periodo de reposición mensual, lo que significaba a «Representaciones» importantes ahorros en costos fijos en la preparación de cada pedido, los cuales estaba dispuesto a compartir, reduciendo el precio de venta de las refrigeradoras a US\$ 96 por unidad.

Según lo aprendido en sus clases de logística, un sistema Q tiene menores costos de posesión de inventarios que un sistema P, pero dada la rebaja en el precio propuesta por Representaciones, quería saber si ésta era lo suficientemente atractiva para cambiar de sistema de reposición.

- Calcule los costos totales de la situación actual y el punto de reorden para la reposición de refrigeradoras para cada almacén.
- Calcule los costos totales de la situación propuesta y el nivel de stock objetivo (M) para el sistema de reposición de cada almacén. Defina si es conveniente cambiar el sistema de reposición.

### Solución

Cálculo de los costos de la situación actual y punto de reorden:

1. Cálculo de los costos de posesión de stocks en almacén			
Calculo de $q^*$			
A: Emisión de pedidos	40		US\$/pedido
I: Costos de posesión	0,2		
Costo proveedor (Callao)	100		US\$/unidad
	<b>Trujillo</b>	<b>Lima</b>	
Demanda anual	2430	1206	unidades
Costo unitario	100	100	US\$/unidad
$Q^* =$	99	69	US\$/pedido
Cálculo de stocks de seguridad			
$Z =$	2,33		
Lead time (meses)	0,25		meses
Desviación estándar mensual	16,8	15,6	und/mes
$SS =$	19,6	18,19	unidades
Inventario promedio	68,9	52,92	unidades
Costo de posesión de stocks	1378	1058,4	US\$/año
2. Costos de emisión de pedidos			
Número de pedidos	24,65	17,36	ped/año
Costo de emisión	985,9	694,55	US\$/año
3. Punto de reorden			
$R =$	70,2	43,3	unidades
Costos totales de gestión de compras	2364	1753	US\$/año
Costos del producto	243 000	120 600	US\$/año
4. Costo total de abastecimiento SIST Q	245 364	122 353	US\$/año
Costo total situación actual	367 717		US\$/año

Tabla 2.29: Cálculo de costos sistema Q

Cálculo de los costos de la situación propuesta y nivel objetivo:

1. Cálculo de los costos de posesión de stocks en almacén			
De los datos del problema anterior:			
I (costos de posesión de stocks)	0,2		
Cu (costo unitario)	98		US\$/und
A (costos de emisión de órdenes de compra)	40		US\$/pedido
	<b>Trujillo</b>	<b>Lima</b>	
Q*	99	69	unidades
Cálculo del SS			
Z =	2,33		
T + Lt	1,25		meses
S (mensual)	16 828	15 618	und/mes
S (T+Lt)	18 814	17 461	und (T + Lt)
SS =	43 837	40 684	unidades
Inventario promedio	93 132	74 412	unidades
Costos de posesión de stocks	1 825 393	1 478 068	US\$/año
2. Costos de emisión de pedidos			
Número de pedidos al año	12	12	ped/año
Costos de emisión	480	480	US\$/año
3. Nivel de stock objetivo			
M=	297	166	unidades
Costos totales de gestión de compras	2305	1958	US\$/año
Costos del producto	238 140	118 188	US\$/año
<b>4. Costo total de abastecimiento SIST P</b>	<b>240 445</b>	<b>120 146</b>	<b>US\$/año</b>
Costo total situación propuesta	360 591		US\$/año
Conviene cambiarse al sistema P.			

Tabla 2.30: Cálculo de costos sistema P

## 8. PROBLEMAS PROPUESTOS

### Problema 2.24

Complete el kárdex mostrado, calcule la rotación mensual y la rotación del periodo de agosto a diciembre.

Mes	Operación	Cantidad	Saldo inicial	Ingresos	Salidas	Saldo final
	Saldo inicial	50				50
Agosto	Compra	35	50	35		85
	Venta	22	85		22	63
Setiembre	Compra	150				
	Venta	45				
	Devolución a proveedor	20				
	Devolución de cliente	30				
Octubre	Compra	180				
	Venta	170				
	Devolución a proveedor	82				

Noviembre	Compra	220				
	Venta	190				
	Devolución a proveedor	10				
Diciembre	Venta	100				
	Compra	240				
	Venta	200				
	Compra	180				
	Venta	86				
	Devolución a proveedor	20				

Tabla 2.31: Datos de kárdex

### Problema 2.25

El kárdex en unidades del almacén de la empresa SIME S.A., muestra el siguiente movimiento de mercaderías para el periodo de enero a julio de 2005 de un componente electrónico utilizado para la fabricación de calculadoras programables.

Stock inicial:

35 unidades de S/. 90 cada uno de un lote comprado el 5 de enero.

25 unidades de S/. 80 cada uno de un lote comprado el 8 de enero.

Compras:

10 de enero: 100 unidades

2 de febrero: 100 unidades

1 de marzo: 90 unidades

2 de abril: 110 unidades

10 de junio: 120 unidades

1 de julio: 90 unidades

Consumos:

15 de enero: 80 unidades

5 de febrero: 90 unidades

18 de marzo: 85 unidades

15 de abril: 95 unidades

10 de mayo: 80 unidades

20 de junio: 100 unidades

15 de julio: 80 unidades

Devoluciones:

10 de febrero: devolución al proveedor del lote comprado el 2 de febrero: 10 unidades

15 de febrero: devolución del consumo realizado el 5 de febrero: 15 unidades

28 de marzo: devolución al proveedor del lote comprado el 1º de marzo: 10 unidades

20 de abril: devolución del consumo realizado el 15 de abril: 5 unidades

20 de julio: devolución al proveedor del lote comprado el 1º de julio: 10 unidades

Precios de compra:

Enero S/. 100

Febrero S/. 110

Marzo S/. 120

Abril S/. 130

Mayo S/. 110

Junio S/. 140

Julio S/. 120

Consideraciones:

- Las devoluciones de la compra se deben efectuar, en cualquier caso, al costo de la adquisición.

- Las devoluciones de los consumos se ingresan al kárdex al costo del lote más antiguo.

- Por política de la empresa, las devoluciones de los consumos son los primeros en salir, a menos que se indique lo contrario.

Se pide:

- Establecer el kárdex valorizado para este almacén, usar el método FIFO.
- Calcular el inventario promedio del periodo de enero a julio.
- Calcular la rotación del periodo de enero a julio.

### Problema 2.26

Un fabricante de refrigeradoras compra unas válvulas a un proveedor extranjero. El costo de la válvula es de US\$ 10 por unidad y los costos de emisión de la orden de compra son altos, aproximadamente de US\$ 4850 por orden, debido a los altos costos de calibración de las maquinas. Los envíos se realizan por carga marítima y el tiempo de demora es de tres semanas. Los planes de producción requieren el abastecimiento de válvulas a una tasa de 550 válvulas por día y una desviación estándar de 150 unidades por día. Tenga en cuenta que se trabaja 360 días al año. Considerando que el nivel de servicio deseado por el departamento de producción es de 95%,  $z(95\%) = 1,645$ , y el costo de posesión de inventarios 30%. Calcule el costo total anual de compras.

Dicho fabricante de refrigeradoras logra contactarse con proveedores locales y luego de un programa extenso de desarrollo de proveedores logra asociarse con un proveedor que, si bien le vende las válvulas al mismo precio, le permite reducir sus altos costos de emisión de órdenes de compra a US\$ 1 por orden. Además, le entrega cualquier pedido de válvulas en una hora, directamente a la línea de producción.

Si la jornada laboral es de ocho horas y los planes de producción requieren un abastecimiento continuo de 550 válvulas/día, se pide:

Hallar los nuevos costos anuales de la gestión de inventarios y los ahorros obtenidos (en porcentaje) con respecto a la situación inicial. Comente.

### Problema 2.27

El agente de compras para la empresa Destilería Española está considerando tres fuentes de abastecimiento para barriles de roble, en el que la destilería añeja su malta fermentada. El primer proveedor le ofrece cualquier cantidad de barriles a US\$ 18,50 cada uno. El segundo proveedor le ofrece barriles en lotes de 500 o más a US\$ 16,80 cada uno. El tercer proveedor le ofrece barriles en lotes de 800 o más a US\$ 16,00 cada uno. La destilería utiliza 1800 barriles al año a una tasa constante. Los costos de posesión de inventarios son de 10% y le cuesta al agente de compra US\$ 175 colocar la orden.

- Calcule el lote económico de compra para cada una de las alternativas.
- Seleccione la alternativa más económica.

### Problema 2.28

La demanda semanal de computadoras HP en las tiendas de Saga en Perú está distribuida normalmente, con una media semanal de 250 unidades y una desviación estándar semanal de 70 unidades. El gerente de abastecimiento utiliza un sistema de revisión continua para realizar sus pedidos a la filial de HP en Perú para lo cual tiene como objetivo mantener un nivel de servicio de inventario de 95%.

Los costos de posesión de inventarios para Saga son del orden del 8% anual y la emisión de una orden de compra es de US\$ 200/orden.

La filial de HP tiene un precio acordado con Saga de US\$ 400 por unidad para el reabastecimiento a sus tiendas y el tiempo de entrega es de 0,5 semanas.

Considerar año de 52 semanas.

Se pide lo siguiente:

- Calcular el lote de compra de computadoras HP para las tiendas de Saga.
- Calcular el punto de reposición de inventarios.
- Si el gerente de la tienda de Saga decide cambiar el punto de reposición a 240 unidades, ¿cuál es el nuevo nivel de servicio del inventario?

Considere que:

N.S.	Z
80%	0,84

85%	1,037
90%	1,28
95%	1,65
97%	1,88
99%	2,33

### Problema 2.29<sup>7</sup>

Donna Jackson había sido contratada como gerente de logística de la Seatide, empresa ubicada en Lima, con diez tiendas en los principales distritos de la ciudad. Esta empresa gozaba de gran tradición y mucho prestigio como fabricante y comercializadora de regalos finos, manteniendo una variedad superior a 2000 ítems simultáneamente. Unos años atrás Donna había ganado gran experiencia trabajando en el área de abastecimiento de importantes empresas en el país.

Desde el inicio Donna se dio cuenta de que el criterio básico aplicado en la gestión de compras era el de una economía doméstica, con la política expresa de solo comprar aquello que se va necesitando, de modo tal de no tener dinero inmovilizado en inventarios. Donna estaba segura de que dicha política no era la correcta desde el punto de vista económico y que había importantes oportunidades de mejora que no se estaban aprovechando, pero debía demostrarlo.

Para ello, organizó un levantamiento de información sobre costos logísticos, empleando registros de los últimos años, los que la llevaron a estimar entre otras cosas el costo de colocar una orden de compra (US\$ 180), así como el costo de mantenimiento de inventarios de 16% anual.

Tomó como referencia un regalo que por su calidad y precio había registrado un movimiento importante y constante en los últimos años: «Rhemos», una exquisita copa de cristal tallado alemán cuyo costo era de US\$ 3,00 cada una, y cuya venta diaria promedio era de cuarenta unidades, comprándose a un solo proveedor en lotes quincenales de 600 unidades.

Donna estaba dispuesta a cambiar la política de compras de la empresa tomando como ejemplo la mencionada copa de cristal, y para ello le pide a usted lo siguiente:

1. Calcule el costo total de compra actual de la empresa. Asuma mes de 30 días.
2. De proponer comprar según el  $q^*$  del lote económico de compra, calcule los ahorros posibles en la gestión de compras propuesta comparada con la actual.
3. Un proveedor chileno le ofrece el mismo producto a un precio de US\$ 2,9 puesto en Lima, pero con un Lt de 16 días y un costo de emisión de pedido de US\$ 250, debido a los trámites aduaneros a realizar. Donna considera que de aceptar este proveedor, el método de abastecimiento elegido sería el de punto de reorden (sistema Q). ¿Aceptaría la propuesta? Justifique, para ello considere una desviación estándar ( $s_1$ ) de 5 unidades por día, una desviación estándar de los tiempos de entrega ( $s_2$ ) de tres días, y un nivel de confianza de 95% ( $z = 1,65$ ). Considere mes de 30 días.

#### Resumen del capítulo

1. Los inventarios son acumulaciones de materiales que se guardan en las empresas que generan tanto costos como beneficios. Los costos que suponen dichas acumulaciones están relacionados con: el costo o precio del producto que se compra, el cual puede variar con la cantidad comprada dependiendo de los descuentos por volúmenes de compra; los costos de emisión de pedidos, los costos de posesión o mantenimiento de inventarios y los costos de rotura de stocks.
2. Los componentes de los costos de posesión de inventarios son: financieros o de oportunidad, de almacenamiento, de riesgos de los inventarios y de seguros.
3. Los sistemas de renovación de inventarios nos permiten determinar cuánto y cuándo renovar. Existen tres sistemas básicos de renovación de stocks: el lote económico de compra, la lógica de punto de reorden y la lógica del nivel objetivo. El lote económico de compra se aplica a situaciones de demanda constante y conocida, mientras que la lógica de punto de reorden y la lógica del nivel objetivo se aplican en situaciones de demanda aleatoria con distribución normal y tiempos de entrega del proveedor variable.

<sup>4</sup> La revisión de inventarios consiste en comparar los registros documentarios o informáticos con el stock físico real. Para más detalles ver el capítulo de almacenes.

<sup>5</sup> En el capítulo de almacenes se encuentran los conceptos de pallets y estanterías selectivas.

<sup>6</sup> Ver capítulo 1, sección «Principios para la planificación logística».

<sup>7</sup> Adaptado de Leenders y otros, 2001, p. 365.

## CAPÍTULO 3

### ALMACENES

#### Objetivos de aprendizaje

Después de leer este capítulo el lector será capaz de:

1. Identificar los distintos tipos de almacenes y su relación con el flujo de productos.
2. Entender los criterios relacionados con el manejo de materiales en un almacén.
3. Describir el ciclo de almacenamiento y las actividades relacionadas.

El almacén es un sistema que combina infraestructura, recursos humanos, maquinarias, equipos y procesos para labores de conservación o almacenamiento de inventarios y manipulación de los mismos, que requieran las empresas participantes de la cadena de suministro.

Las actividades que se realizan en un almacén y los principios utilizados para el almacenamiento los estudiaremos a través del ciclo de almacenamiento.

#### 1. ¿POR QUÉ NECESITAMOS ALMACENES?

En determinadas situaciones, las empresas de la cadena de suministro producen estacionalmente para vender sus productos durante periodos más largos y a una tasa constante. En tales situaciones requerimos de almacenes donde podamos conservar los inventarios que nos permitan acoplar la oferta con la demanda. Por ejemplo, la producción de productos agroindustriales se da en un periodo corto de tiempo, que corresponde a su cosecha y envasado, mientras que su comercialización se da en un periodo de tiempo comparativamente mayor.

También se puede presentar la situación inversa: una demanda estacional en un periodo corto de tiempo, para una producción que se realiza durante un tiempo mayor a una tasa constante. En este segundo caso también requerimos de almacenes que nos permitan ir acumulando el stock necesario para abastecer una demanda alta y estacional. Tal sería el caso, por ejemplo, de la producción de libros y textos escolares, que se hace de manera anticipada, con el objetivo de mantener tasas constantes y eficientes de producción, y durante un periodo de tiempo mucho más extenso que el periodo corto del inicio de clases, en el cual se eleva su demanda.

En otras situaciones, las empresas optan por comprar en grandes cantidades o por producir en grandes lotes para obtener descuentos por volúmenes de compra o alcanzar escalas en la producción. En tales situaciones, para lograr los mencionados ahorros se requiere un sistema de almacenamiento para conservar los inventarios generados.

Las empresas de transporte de carga consolidada (LTL, *Less than Truck Load*)<sup>8</sup> requieren ir almacenando las pequeñas cargas que van recibiendo de sus clientes hasta llegar a juntar el tamaño suficiente para completar la capacidad de una unidad de transporte y realizar el traslado de manera eficiente y económica. Para lograr esto deberán recurrir al almacenamiento.

Podríamos elaborar una extensa lista de situaciones en las cuales las empresas obtienen ahorros o beneficios en funciones como compras, producción, transporte, etcétera, que requieren soportarse en actividades eficientes de almacenamiento cuyos costos sean menores a los beneficios generados, pero no es este el objetivo de esta sección, basta con saber que la actividad de almacenamiento de stocks puede proporcionar diversos beneficios a la cadena de suministro.

#### 2. TIPOS DE ALMACENES

En la cadena de suministro vamos a distinguir dos tipos básicos de instalaciones, el primer tipo está orientado al almacenamiento o conservación de los materiales y el segundo está orientado a facilitar el flujo de materiales.

##### 2.1. Almacén de uso general

Este tipo de almacenes están orientados a facilitar la conservación adecuada de los inventarios de la empresa, los que serán almacenados durante cierto tiempo hasta su utilización.

El objetivo principal de este tipo de almacén es el máximo aprovechamiento del espacio cúbico de almacenamiento, con la consiguiente reducción de costos.

Las empresas en la cadena de suministro utilizan este tipo de almacenes principalmente para acoplar la oferta con la demanda, lograr los beneficios de los lotes económicos de compra o producción descritos anteriormente, aprovechar las

fluctuaciones de los precios de determinados productos (por ejemplo los *commodities*)<sup>9</sup>, comprando en grandes cantidades cuando el precio está bajo y anticipándose a los periodos en que el precio sube.

Dado que la actividad de almacenamiento está inducida por la necesidad de ahorros en otras actividades, se pone especial énfasis en que el almacenamiento sea realizado de manera eficiente, es decir, a bajos costos para maximizar el beneficio esperado.

También se encuentran dentro de esta categoría los almacenes aduaneros, que guardan mercadería a la espera de la culminación de una operación de importación o exportación y la cancelación de las cargas arancelarias correspondientes.

#### PUNTO CLAVE

Un almacén de uso general está orientado a apoyar la conservación y almacenamiento de grandes lotes de productos maximizando la utilización de la capacidad de almacenamiento.

## 2.2. Plataformas de consolidación

Este tipo de instalaciones está orientado a facilitar el traslado eficiente de los materiales. Se utilizan plataformas de consolidación cuando se tienen envíos pequeños originados en varios puntos distintos con un mismo punto de destino, ubicado generalmente a una gran distancia. El traslado de dichos envíos se puede hacer de manera inmediata e independiente con los consiguientes costos altos que significa movilizar camiones con pequeños envíos a grandes distancias, como se muestra en la figura 3.1.

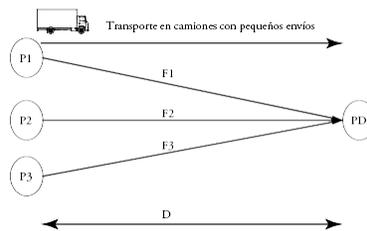


Figura 3.1: Envíos sin el uso de plataforma de consolidación

Donde:

P1, 2, 3: Puntos de origen 1, 2 y 3

F1, 2, 3: Fletes desde los puntos 1, 2 y 3 hasta PD respectivamente

PD: Punto de destino

D: Distancia entre los puntos 1, 2 y 3 hasta el PD

La alternativa es poner una plataforma de consolidación cercana a los puntos de origen en la cual se consoliden los envíos y se traslade un solo camión lleno al punto de destino, tal como se muestra en la figura 3.2.

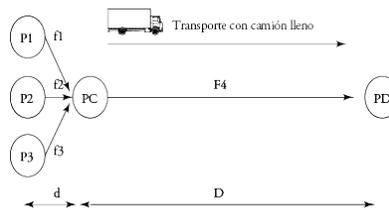


Figura 3.2: Envíos con el uso de plataforma de consolidación

Donde:

f1, f2, f3: Fletes de los puntos de origen 1, 2 y 3 a PC

PC: Plataforma de consolidación

F4: Flete de PC hasta PD

d: Distancia de los puntos de origen a PC (Notar que  $d \ll D$ )

El uso de una plataforma de consolidación es eficiente si los ahorros en fletes logrados son mayores a los costos de operación de la plataforma de consolidación, de esta manera:

$$(F1 + F2 + F3) - (f1 + f2 + f3 + F4) > C.O.$$

Donde:

C.O.: Costos de operación de la plataforma de consolidación.

Una ventaja adicional a considerar en la operación de una plataforma de consolidación es el ahorro que supone para el punto de destino el tener que atender un número menor de unidades de transporte. La desventaja está relacionada con el aumento del tiempo necesario para trasladar los envíos del punto de origen al destino, debido a la necesidad de esperar a completar la carga de un camión en la plataforma de consolidación.

Por ejemplo, las compañías mineras que operan en el norte del país tienen numerosos proveedores ubicados en Lima, a los que compran en volúmenes pequeños. Estas empresas mineras tienen plataformas de consolidación en Lima, donde juntan las compras hasta completar la carga de un camión y realizar el traslado eficientemente.

#### PUNTO CLAVE

Una plataforma de consolidación requiere la implementación de una instalación de almacenamiento cerca de los puntos de origen de la carga para hacer eficiente el traslado a gran distancia al punto de destino.

### 2.3. Plataformas de expedición

En cierto sentido, las plataformas de expedición se usan en el caso opuesto al de una plataforma de consolidación. Esto es, se tiene un solo punto de origen que debe realizar envíos pequeños a varios puntos de destino localizados a gran distancia del punto de origen. El traslado de dichos envíos se puede realizar de manera independiente, con los consiguientes costos altos que significa movilizar camiones con envíos pequeños a grandes distancias, como se muestra en la figura 3.3.

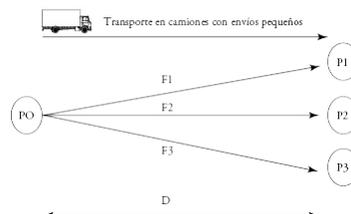


Figura 3.3: Envíos sin uso de plataformas de expedición

Donde:

PO: Punto de origen

P1, P2, P3: Puntos de destino

F1, F2, F3: Fletes del punto de origen a los puntos 1, 2 y 3 respectivamente

D: distancia desde el punto de origen a los puntos de destino

La alternativa es trasladar todos los envíos pequeños en un solo camión lleno, el cual llegará a una plataforma de expedición ubicada cerca de los puntos de destino. Esta plataforma, una vez llegado el camión, se encargará de realizar la distribución a cada uno de los puntos de destino, según lo muestra la figura 3.4.

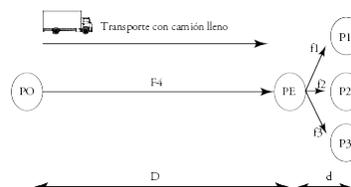


Figura 3.4: Envíos con el uso de plataforma de expedición

Donde:

F4: Flete desde PO hasta PE

PE: Plataforma de expedición

f1, f2, f3: Fletes desde la plataforma de expedición hasta P1, P2, P3

d: Distancia de PE hasta P1, P2, P3 (notar que  $d < D$ )

El uso de una plataforma de expedición es eficiente si los ahorros en fletes logrados son mayores a los costos de operación de la plataforma de expedición, de esta manera:

$$(F1 + F2 + F3) - (f1 + f2 + f3 + F4) > C.O.$$

Donde:

C.O.: Costos de operación de la plataforma de expedición.

Una ventaja adicional a considerar en la operación de una plataforma de expedición es el ahorro que supone tener que atender un número menor de unidades de transporte. Las desventajas están relacionadas con el incremento de las mermas que supone la adición de un punto de manipulación a los envíos.

Por ejemplo, una empresa que embotella cerveza en la ciudad de Lima tiene una plataforma de expedición en Arequipa (ciudad ubicada al sur del país), a la cual llegan camiones llenos con los pedidos de sus clientes del sur. Una vez descargados estos, se realiza la distribución de pedidos pequeños en camiones pequeños que recorren la ciudad, haciendo eficiente la distribución.

Para hacer más eficiente el transporte de pequeños paquetes a grandes distancias, las empresas de transporte de paquetería usan simultáneamente plataformas de consolidación y expedición en las localidades que atienden.

#### PUNTO CLAVE

Una plataforma de expedición requiere la implementación de una instalación de almacenamiento cerca de los puntos de destino para hacer eficiente el traslado a grandes distancias desde el punto de origen.

### 2.4. Plataformas de *cross dock*

Al igual que las dos plataformas anteriores, este tipo de instalaciones está orientado a facilitar el flujo de los materiales en la cadena de suministro.

Se utilizan plataformas de cross dock cuando se tienen múltiples puntos de origen con envíos pequeños que deben entregarse a múltiples puntos de destino. El traslado de dichos envíos se puede realizar de manera independiente desde cada punto de origen a cada punto de destino, con los consiguientes costos altos que representa movilizar varios camiones con envíos pequeños a múltiples puntos de destino, como se muestra en la figura 3.5.

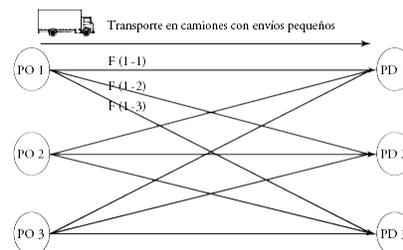


Figura 3.5: Envíos sin uso de plataforma cross dock

Donde:

PO 1, 2 y 3: Puntos de origen 1, 2 y 3 respectivamente

PD1, 2, y 3: Puntos de destino 1, 2 y 3 respectivamente

$f(i - j)$ : Fletes desde el punto de origen (i) al punto de destino (j)

La alternativa es poner una plataforma de cross dock en el medio, que permita a cada punto de origen enviar un solo camión lleno con los envíos pequeños de todos los puntos de destino. En la plataforma de cross dock se descargan los camiones procedentes de cada punto de origen, se clasifican los materiales según el punto de destino y se envía un solo camión lleno a cada punto de destino, como se muestra en la siguiente figura.

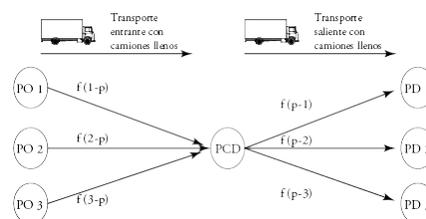


Figura 3.6: Envíos utilizando una plataforma de cross dock

Donde:

PCD: Plataforma de cross dock

$f(i - p)$ : Fletes desde el punto de origen (i) a la plataforma de cross dock (p)

f(p – j): Fletes desde la plataforma de cross dock (p) hasta el punto de destino (j)

La plataforma de cross dock logra reducir el número de viajes necesario para hacer los envíos entre los puntos de origen y destino, en el ejemplo propuesto reduce el número de viajes de 9 a 6, simultáneamente mejora el uso de la capacidad de transporte, consolidando los envíos, tanto en el transporte entrante a la plataforma como en el transporte saliente.

Al igual que en los casos anteriores, implementar una plataforma de cross dock es eficiente siempre y cuando los ahorros logrados en los fletes sean mayores que los costos de operar la instalación de cross dock.

Una ventaja importante de la utilización del cross dock es la posibilidad de realizar envíos frecuentes en lotes pequeños desde múltiples puntos de abastecimiento a múltiples puntos de destino, logrando simultáneamente eficiencias en el transporte.

Por ejemplo, las cadenas de tiendas por departamentos usan las potencialidades del cross dock para el abastecimiento de mercaderías a sus tiendas desde los proveedores locales, en lotes pequeños y frecuentes, logrando reducciones dramáticas de los inventarios en sus tiendas, sin afectar la disponibilidad del stock al cliente, eliminando la necesidad de almacenamiento de mercaderías y haciendo realidad esquemas de trabajo basados en el justo a tiempo (*JIT: Just In Time*).

Para lograr las altas velocidades en la circulación de los materiales a través del cross dock es requisito indispensable que el punto de origen y destino acuerden de manera conjunta la utilización de sistemas de identificación de códigos de barra que agilice los procesos de manipulación e intercambio de información entre el punto de origen y destino sobre el contenido de cada envío<sup>10</sup>, acuerdos de intercambio de unidades de manipulación, sean estas pallets o cualquier otro tipo de contenedor, y principalmente desarrollar entre las empresas participantes del cross dock capacidades de coordinación de manera tal que los materiales sean enviados en el momento oportuno con el objetivo de evitar las roturas o quiebres de stock. Estos requisitos del cross dock son estudiados más adelante en este capítulo.

#### PUNTO CLAVE

Tanto las plataformas de consolidación como de expedición y de cross dock están orientadas a apoyar el flujo eficiente de materiales. Su implementación requiere que los ahorros logrados en fletes sean mayores a los costos de operar dicha plataforma.

## 2.5. Centros de distribución

Son instalaciones que combinan capacidades de almacenamiento con las capacidades de las plataformas de expedición y de cross dock, las cuales coexisten dentro de la misma instalación y logran mover los stocks a grandes velocidades, manteniendo bajos los costos de operación.

Es muy común encontrar la realización de servicios de valor agregado en los centros de distribución, aunque dichos servicios no son exclusivos de un centro de distribución pues también se pueden realizar en otro tipo de instalaciones.

Un servicio de valor agregado cambia las características físicas de los productos para entregarlos de una manera personalizada a su destino. Ejemplos de servicio de valor agregado son el etiquetado de productos, el armado de promociones, embalajes sencillos, reparación, acondicionamiento, etcétera. Estos servicios de valor agregado pueden estar relacionados con la aplicación conjunta de las estrategias de estandarización y postergación revisada en el capítulo I, con lo cual el centro de distribución apoyará a la disminución de los niveles de stock y de variedades de productos terminados y pasará a ser un elemento importante en la ejecución de la estrategia de la empresa.

Podemos revisar nuevamente el ejemplo propuesto por Sharman (1984, pp. 72-75), en el que nos muestra cómo los centros de distribución se constituyen en lugares donde las estrategias de estandarización y postergación se ejecutan simultáneamente, en busca de ahorros en niveles de inventario. En su ejemplo, los fabricantes de equipos de telefonía celular estaban exasperados por los altos niveles de stock de todos sus modelos, los cuales quedaban obsoletos muy rápidamente debido a los cortos ciclo de vida de sus equipos. Para disminuir los niveles de stock rediseñaron sus procesos productivos de manera tal que los circuitos internos, la parte más costosa del equipo celular, eran fabricados de manera separada de la cubierta (la parte externa y más barata del equipo), a diferencia del proceso productivo anterior, en que ambas partes se fabricaban conjuntamente de manera indivisible. De esta manera, el ensamblaje de cubiertas y circuitos internos, según las especificaciones de los pedidos de los clientes, se realizaba en los centros de distribución de estos fabricantes. Si alguna cubierta pasaba de moda, solo se declaraba obsoleta esta parte, sin un mayor impacto en los resultados, conservando los circuitos internos, los que podían ser ensamblados con las nuevas cubiertas que iban poniéndose de moda.

En la literatura podemos encontrar criterios adicionales para clasificar los almacenes, entre los cuales los más comunes son:

- Por el tipo de producto que almacenan: de materias primas, de productos en proceso, de productos terminados, de material auxiliar como empaques y embalajes.

- Por el tipo de estanterías: estanterías frontales o de selección, estanterías de acumulación, estanterías de acumulación dinámica por gravedad, armarios, etc.
- Por su naturaleza jurídica: almacenes propios o almacenes alquilados.

### 3. MANEJO DE MATERIALES EN UN ALMACÉN

El manejo de materiales de un almacén está relacionado con la ejecución de las actividades del ciclo de almacenamiento y su objetivo es la realización de dichas actividades de manera eficiente buscando lograr simultáneamente lo siguiente:

- Elevar la productividad del almacén
- Mantener bajos los costos de operación del almacén
- Mantener una alta utilización de la infraestructura de almacenamiento

Para organizar adecuadamente el manejo de materiales y lograr los objetivos planteados, es preciso establecer lo siguiente:

- Definición de las unidades de manipulación del almacén
- Principios para la localización de materiales dentro de un almacén
- Organización del *layout* del almacén
- Reglas para el flujo de salida
- Sistemas de codificación

#### 3.1. Unidades de manipulación

Al momento de definir las unidades logísticas de manipulación de un almacén es preciso identificar los estándares existentes al respecto.

La unidad de manipulación estándar por excelencia es el pallet, el cual es una plataforma de madera, cartón o plástico, como la mostrada en la figura 3.7 que permite el agrupamiento de carga sobre su superficie con el objetivo de facilitar las actividades de almacenamiento y transporte.

Existen dos estándares reconocidos internacionalmente, el pallet americano de 1,0 x 1,2 m y el europallet de 0,8 x 1,2 m y su variante de 0,8 x 1,0 m.

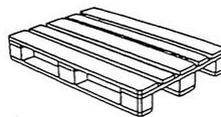


Figura 3.7 Pallet

Si bien es cierto la unidad estándar por excelencia es el pallet, no es la única unidad logística a considerar. También cabe citar como unidades logísticas a estandarizar los contenedores roll, muy usados en las cadenas de supermercados, las cajas, bandejas, bidones, sacos, etcétera.

Al momento de establecer los estándares para las unidades de manipulación es preciso tomar en cuenta el impacto que cada una de ellas tiene sobre las demás. Por ejemplo, al definir las dimensiones estándares de las cajas, debemos tener en cuenta que estas se apilarán sobre pallets, por tanto las dimensiones de las cajas deben aprovechar al máximo la superficie del pallet. A su vez, el pallet puede ser almacenado en una estantería o puede ser puesto sobre la plataforma de una unidad de transporte, con lo cual las dimensiones del pallet deben a su vez buscar optimizar la utilización de las estanterías y de las unidades de transporte.

El entendimiento de estas relaciones es muy importante al momento de definir las unidades de manipulación, pues determinará la eficiencia en el uso de todos los medios físicos por donde transitarán los materiales.

Otro aspecto al momento de definir las unidades de manipulación es lo importante que resulta equiparar las unidades logísticas de entrada con las unidades logísticas de salida. Es decir, si un almacén recibe productos en pallets, lo ideal sería despachar en los mismos pallets, sin ruptura de carga, con lo cual todas las operaciones del ciclo de almacenamiento se vuelven más sencillas y eficientes. Para un almacén lo ideal es que las unidades logísticas de entrada y salida coincidan y a su vez sean lo más grandes posible para minimizar los movimientos en el almacén. Pero en la práctica esto no suele ser así.

Si, por ejemplo, tenemos un almacén que recibe productos de una fábrica y despacha a bodegas y supermercados, la fábrica buscará realizar sus entregas en unidades logísticas lo más grandes posible, por ejemplo pallets, esto debido a sus economías de escala, lotes de producción, entre otros. Las bodegas y supermercados realizarán sus pedidos en unidades logísticas pequeñas, por ejemplo cajas, debido a las capacidades de sus propias bodegas, variaciones de la demanda, entre

otros, con lo cual el almacén debe realizar el fraccionamiento de los lotes grandes de la fábrica en los pequeños pedidos de los supermercados, haciendo más caro y complejo el ciclo de almacenamiento, en especial la actividad del ciclo relacionada con la preparación de pedidos.

La decisión de la unidad de manipulación óptima será finalmente consensuada entre las necesidades de fabricación, logística y comercial, considerando su impacto en los costos.

#### PUNTO CLAVE

Las unidades logísticas de manipulación deben estar diseñadas para optimizar la utilización de dichas unidades.

### 3.2. Principios para la localización de materiales en un almacén

El problema de la localización de materiales dentro del almacén consiste en decidir la distribución física de los productos dentro de los almacenes con el objetivo de:

- Minimizar los costos de manipulación de mercancías
- Minimizar las distancias totales recorridas en los almacenes
- Ajustarse a las necesidades de la preparación de pedidos
- Maximizar la utilización de los espacios
- Evitar las incompatibilidades entre los diferentes tipos de mercancías
- Reducir las posibilidades de accidentes o siniestros
- Facilitar el control sobre los materiales
- Mejorar la seguridad en el almacén

Para el logro de estos objetivos existen varios principios a tener en cuenta al momento de ubicar un producto determinado en un almacén. Por ejemplo, para aquellos productos de gran demanda o alta rotación se recomienda ubicarlos cerca de las zonas de recepción o despacho, evitando así recorridos largos e innecesarios. Para ello, se realizará una clasificación ABC en función a la demanda o rotación y localizaremos los productos en función a dicha clasificación.

Asimismo, aquellos productos que por su naturaleza son complementarios, es decir, aquellos que se despachan juntos, tales como hojas de afeitar con cremas de afeitar y jabones, pintura en lata con brochas, entre otros, se deben almacenar lo más cerca posible unos de otros, para minimizar de esta forma los recorridos al momento de preparar los pedidos.

De esta manera, la localización de materiales en el almacén facilita la eficiente realización de la preparación de pedidos, que es la actividad que más recursos consume dentro del ciclo de almacenamiento, reduciendo las necesidades de mano de obra de dicha actividad.

Por otro lado, existen ciertas incompatibilidades en los productos que impiden su almacenamiento uno cerca del otro. Por ejemplo, balones de gasolina no pueden ser almacenados al costado de balones de oxígeno, debido al alto riesgo de incendios. Del mismo modo, los desinfectantes no pueden ser almacenados junto con alimentos, pues el fuerte olor de los primeros quedaría impregnado en los últimos.

### 3.3. Layout del almacén

El layout corresponde a la distribución en planta de las distintas zonas del almacén, lo cual debe planificarse para lograr la facilitación del flujo de los materiales.

Al momento de definir el layout de un almacén es preciso tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las características del producto: peso y volumen
- Las unidades logísticas de manipulación
- El tipo de almacén que mejor se adapte a las necesidades de la empresa: orientado al almacenamiento, orientado al flujo o una combinación de ambas
- Las estanterías de almacenamiento y equipos de manipulación a emplear
- Las previsiones futuras de crecimiento de la empresa

No es posible definir un modelo de layout que satisfaga los requerimientos de manejo de materiales de todas las empresas. El layout óptimo de un almacén estará determinado por las necesidades y requerimientos de cada empresa en particular. Lo que sí podemos sugerir son modelos de layouts o patrones para organizar el flujo de materiales en un almacén.

Frazelle (2007, p. 262) nos propone dos modelos de layout de un almacén y nos señala también las conveniencias de cada uno de ellos:

### 3.3.1. Distribución en forma de U

Esta distribución es muy usada en los almacenes y el flujo de productos está vinculado al ciclo de almacenamiento como se muestra en la siguiente figura.



Figura 3.8 Distribución en U

Entre sus principales ventajas nos cita las siguientes:

- Tener los muelles de recepción y despacho adyacentes nos da una gran flexibilidad, pues permite intercambiarlos y asignar más espacio a recepción o despacho según las necesidades operativas del almacén.
- Permite utilizar mejor los equipos de manipulación, pues los viajes para la recepción de materiales se pueden combinar con viajes de despacho, teniendo ciclos de operación con cargas completas.
- Nos permite utilizar una clasificación ABC para localizar los productos en la zona de almacenamiento.
- Permite ampliaciones en tres direcciones.
- Mejora la seguridad del almacén, ya que un solo lado del almacén se utiliza para la entrada y salida de los materiales.

### 3.3.2. Distribución en línea recta

Esta configuración se muestra en la figura 3.9 y se utiliza cuando los picos de los procesos de recepción coinciden con los de despacho, con lo cual no hay ningún estímulo en buscar las flexibilidades que nos proporciona la distribución en U.

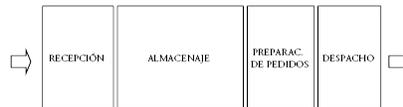


Figura 3.9 Distribución en línea recta

La distribución en línea recta es deseable cuando se busca la especialización de los muelles. Por ejemplo, pueden existir almacenes que reciban los productos en camiones de gran tonelaje y despachen en vehículos de transporte ligeros. Si ese fuera el caso, se pueden adaptar las condiciones físicas de los muelles de recepción y despacho a tales requerimientos.

Entre las principales limitaciones de esta forma de distribución se encuentra la inutilidad de hacer una clasificación ABC para localizar los productos, porque siempre se recorrerá el almacén a todo lo largo. Adicionalmente, esta distribución tampoco favorece la operación de ciclos de carga completos.

### 3.4. Reglas para el flujo de salida

Existen tres métodos para el flujo de productos en un almacén:

- FIFO (*First In, First Out*): Prioriza en la salida el producto que entró primero. También llamado PEPS (primero en entrar primero en salir).
- LIFO (*Last In, First Out*): Prioriza en la salida el producto que llegó último. También llamado UEPS (último en entrar primero en salir).
- FEFO (*First Expiration, First Out*): Prioriza en la salida el producto que tiene una fecha de expiración próxima.

Las consideraciones para la elección de la regla de salida están determinadas por las fechas de caducidad o expiración de los productos, la rapidez de la obsolescencia de los mismos y las necesidades comerciales. Por ejemplo, algunas cadenas de supermercados prefieren exhibir en sus tiendas el producto más fresco, pues favorece la venta, en cuyo caso se usa el sistema LIFO.

Es muy importante considerar que las reglas para el flujo de salida tienen relación directa con la gestión del ciclo de almacenamiento y la elección del sistema de almacenamiento a utilizar.

### 3.5. Sistemas de codificación: códigos de barra y sistemas RFID/EPC

Los sistemas de codificación tienen por objetivo asignar un código, ya sea formado por letras, números, barras u otros caracteres para identificar inequívocamente un producto.

De entre las distintas alternativas de codificación vamos a revisar los sistemas basados en barras, debido a su uso extendido y los sistemas basados en radio frecuencia (RFID/EPC), debido a las grandes ventajas que proporcionaría su utilización masiva.

### 3.5.1. Códigos de barra

Los códigos de barra son una representación gráfica, mediante barras y espacios de caracteres numéricos y alfanuméricos, que permiten la identificación de los productos. La lectura de estos códigos se realiza mediante un escáner fijo o de lápiz. Los códigos de barra pueden ser de uso cerrado, para la identificación interna de productos de una empresa, o abiertos, para el uso de varias empresas.

Los sistemas de códigos de barra están conformados por tres elementos: el código en sí, los equipos de lectura y las impresoras de las etiquetas con los códigos de barra. La lectura del código de barras se realiza proyectando un haz de luz sobre las barras por el equipo de lectura. Las áreas o barras oscuras del código de barras absorberán el haz de luz y los espacios en blanco reflejarán la luz. La absorción y la reflexión serán captadas por la lectora que leerá el dibujo reflejado y obtendrá la información guardada del código de barra.

En los almacenes los códigos de barra tienen una aplicación extensa y se usan para identificar una amplia gama de los elementos que forman parte de la actividad diaria del almacén, tales como:

- Los productos almacenados;
- Los contenedores o unidades logísticas;
- Las ubicaciones del almacén;
- Los operadores;
- Los equipos de manipulación;
- Los documentos del almacén tales como las hojas de preparación de pedidos, entre otros.

Los códigos de barra son una herramienta importante en la actividad diaria del almacén pues permiten identificar artículos y registrar información sin errores y a grandes velocidades. Müller (2006, p. 98) nos muestra el siguiente cuadro comparativo de velocidad de ingreso de datos y precisión, que nos dice que el tiempo y dinero ahorrado al eliminar los errores en la identificación y registro de artículos pagaría muchas veces la implementación de un sistema de códigos de barra en una empresa.

Comparaciones en el ingreso de datos, suponiendo un campo de 12 caracteres			
	Teclado	Lectura óptica de caracteres*	Códigos de barra
Velocidad	6 segundos	4 segundos	0,3 a 2 segundos
Tasa de error	1 error de carácter por 300 caracteres ingresados	1 error de carácter por 10 000 caracteres ingresados	1 error de carácter por 15 000 a 36 billones de caracteres ingresados

\* La lectura óptica de caracteres está basada en impresiones de letras y números en un formato de fuente preestablecido y estandarizado que puede ser leído tanto por el ojo humano como por equipos de lectura óptica de caracteres.

Tabla 3.1: Cuadro de velocidad de ingreso de datos y precisión

Adicionalmente, la utilización de códigos de barra aumenta la precisión en la preparación de pedidos, reduciendo los errores de envío y recepción, e incrementa la productividad de la mano de obra.

#### PUNTO CLAVE

Los códigos de barra hacen eficiente el manejo de materiales en un almacén, incrementando la velocidad a la cual se identifican y registran las actividades en un almacén y manteniendo un elevado nivel de precisión.

### 3.5.2. Estándares mundiales de códigos de barra

Existen dos estándares reconocidos a nivel mundial: el estándar UPC (*Universal Product Code*) utilizado en Estados Unidos y Canadá, y el EAN (*European Article Numbering*) usado en el resto del mundo, incluyendo Perú.

El estándar EAN asigna un número a cada producto que lo identifica en cualquier parte del mundo, sin posibilidad de confundirse con otro producto. Es un estándar abierto, ya que cualquier compañía puede solicitar los códigos para sus productos. No es exclusivo de un sector específico.

En el Perú, la organización GS1 Perú, fundada en 1988, es la entidad privada sin fines de lucro que se encarga de difundir, administrar estándares globales abiertos y multisectoriales. Entre las muchas de sus actividades se encuentran la gestión y administración de los códigos de barra EAN, los cuales pueden ser solicitados por cualquier empresa<sup>11</sup>.

### 3.5.3. Niveles de codificación estándar EAN

Existen dos niveles de codificación estándar EAN. El primer nivel corresponde a las unidades de consumo y el segundo nivel a las unidades de empaque.

#### 3.5.3.1. Estándares utilizados en unidades de consumo

Este nivel corresponde a aquellos productos que compra el consumidor final. Dichas unidades de consumo se codifican con códigos EAN-13 o EAN 8. Estos estándares pueden ser utilizados tanto en los almacenes de las empresas que participan en la distribución de productos terminados como por fabricantes, distribuidores y minoristas, así como en los puntos de venta al consumidor final.

#### Código EAN 13

Estos códigos se utilizan en las unidades de consumo. Están compuestos por 13 dígitos y, dada su estructura, permiten codificar teóricamente en 1000 países a 10 000 industrias distintas y, en cada una de ellas, a 100 000 productos o formas distintas de presentación de los mismos, lo cual representa una enorme cantidad de posibles combinaciones.

La estructura del código es la siguiente:

- Código de país. Los tres primeros dígitos de la izquierda: en el caso del Perú, el código es 775.
- Código de empresa. Los siguientes cuatro dígitos representan a la empresa solicitante del código. Estos dígitos identifican a la empresa creadora del producto, entendiéndose, por ello, a la empresa que decide la apariencia final del producto ante el consumidor final, y definiendo características como marca, presentación, etcétera.
- Código de producto. Los siguientes cinco dígitos corresponden al producto. Se utiliza un código distinto para cada presentación del producto, dependiendo de talla, color, sabor, modelo, empaque, etcétera.
- Dígito verificador. Se calcula en función a los dígitos anteriores. Su uso libera a la empresa de posibles errores en la impresión del código al momento de ser leído.

Por ejemplo, si tenemos el código EAN 13 con la siguiente estructura: código de país: 123 / código de empresa: 1234 / código de producto: 12345, el cálculo del dígito verificador se realiza de la siguiente manera: se multiplica cada dígito del código EAN 13 por 1 y 3 intercaladamente, empezando desde la izquierda y luego de lo cual se suman todos los productos:

Código EAN 13	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5
Factor	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3	1	3
Producto	1	6	3	3	2	9	4	3	2	9	4	15

Tabla 3.2: Cálculo del dígito verificador

La suma de los productos es: 61

El resultado de la suma se divide por 10 y se toma el residuo. En nuestro caso: 1

El dígito verificador es el resultado de restar el residuo de 10:  $10 - \text{residuo} = 10 - 1 = 9$

Para el ejemplo anterior, el dígito verificador es 9

El código EAN 13 completo es: 123 1234 12345 9

#### Código EAN 8

Este código es utilizado únicamente cuando la forma o geometría del envase no permite usar un código EAN 13 por tener este demasiados caracteres (13). En estos casos se utiliza un código más corto, el EAN 8, compuesto por ocho dígitos, en el que se omite el código de la empresa solicitante, por lo cual su aplicación es mucho más restringida y tiene un número limitado de posibilidades.

El código EAN 8 tiene la siguiente estructura:

Código de país: 3 dígitos

Código de producto: 4 dígitos

Dígito verificador: 1 dígito

#### 3.5.3.2. Criterios para codificar productos en el nivel de unidades de consumo

En general, cuando un producto tiene presentaciones distintas, tales como tamaño, sabor, aroma, contenido, etcétera, cada una de estas debe tener un nuevo código EAN.

Las promociones de los productos también deben tener un nuevo código EAN siempre y cuando exista un cambio significativo para el consumidor.

Los cambios de precios de los productos en ningún caso deben originar un nuevo código EAN.

### **Estándares utilizados en unidades de empaque**

Las unidades de empaque son aquellas cuya manipulación se realiza en puntos de almacenamiento que no corresponden al punto de venta final, es decir almacenes de los fabricantes, distribuidores y minoristas. Se utilizan dos tipos de estándares: los EAN 14 y los EAN 128.

#### **Código EAN 14**

Los códigos EAN 14 se forman en base al código EAN 13, tomando de estos últimos el código de país, empresa y producto. Adicionalmente se incorpora el concepto de la variable logística.

La variable logística se sitúa a la izquierda del código EAN 13 de la unidad de consumo, el cual indica el nivel de agrupamiento de las unidades de consumo dentro de la unidad de empaque.

La variable logística consta de un dígito y puede tomar cualquier valor entre 1 y 9. Por ejemplo, si la variable logística toma el valor de 1, esto puede significar «caja conteniendo 24 unidades de consumo». Si toma el valor de 3, puede significar más bien «caja conteniendo 48 unidades de consumo». El significado de cada valor de la variable logística debe ser definido por el productor o creador del producto, así como es su responsabilidad comunicar a sus clientes o posibles usuarios el valor de cada variable. Si el valor de la variable logística es cero, entonces el código EAN 14 se convierte en un código EAN 13. No debe usarse este valor.

Finalmente, se recalcula el valor del dígito de verificación siguiendo las reglas señaladas en el EAN 13.

Estos códigos son muy usados en las cajas o empaques que agrupan varias unidades de consumo.

#### **Código EAN 128**

Este tipo de códigos contienen información sobre el producto, tales como fecha de vencimiento, fecha de producción, país de procedencia, entre otros. Tienen un tamaño variable que depende de la cantidad de información que contienen. Su nombre se debe a que tienen la capacidad de contener cualquiera de los 128 caracteres ASCII.

Este código utiliza el concepto de identificadores de aplicación, que indica la información contenida en el código. Por ejemplo, en el código (01) 1 775 1234 12345 3 (11) 970521 el identificador (01) indica que a continuación se muestra un código EAN 14. Del otro lado, el identificador (11) indica que a continuación se muestra la fecha de fabricación del producto.

Este tipo de códigos es muy utilizado en los pallets de productos.

### **Ventajas de la utilización de los códigos estándar**

- Permite una precisa y rápida identificación de los productos almacenados y facilita la labor del control de stocks ya sean estos inventarios masivos o cíclicos.
- Cuando los productos son trasladados entre los distintos almacenes de la cadena de suministro, sean estos almacenes de los fabricantes, distribuidores o minoristas, surge la necesidad de utilizar un código común. Si no existiera un código estándar que pudiese ser leído en toda la cadena de distribución, cada empresa debería etiquetar bajos sus normas los productos que comercializa. Un código estándar evita este trabajo.
- En el canal de distribución existen flujos de información, desde el fabricante hasta el consumidor final, en ambos sentidos. Dicho flujo debe contener, entre otros datos, la identificación del producto distribuido. Una identificación estándar y precisa de los productos, sin lugar a error, permite un rápido entendimiento entre todas las empresas componentes del canal de distribución.
- En los minoristas o detallistas permite una atención más rápida en los puntos de caja, mejorando su nivel de servicio al cliente.
- El flujo de la información en toda la cadena de distribución es más rápido y preciso, se controla mejor la oferta de productos y el impacto de las promociones, con lo cual se ajusta mejor la oferta a las necesidades del cliente y se reducen los stocks en toda la cadena de distribución.

#### **3.5.3.3. Sistemas RFID / EPC**

Los sistemas de identificación por medio de RFID (*Radio Frequency Identification*, por sus siglas en inglés) tiene sus orígenes como concepto en la segunda guerra mundial cuando la fuerza aérea británica y americana diseñaron un

dispositivo denominado *transponder* que producía una respuesta cuando era localizado desde tierra por un radar. De esta manera, las fuerzas aliadas sabían en todo momento qué aeronaves eran «amigas» o «enemigas».

En la actualidad el concepto sigue siendo el mismo. Lo que hoy se llama *tag* o etiqueta corresponde al *transponder* de la segunda guerra mundial y el equipo de RFID hace las veces de radar para ubicar el *tag* y de lector de la información contenida en dicho *tag*.

El sistema funciona de la siguiente manera:

Los productos con las etiquetas *tag* debidamente adheridos a cada uno de ellos pasan a través de equipos RFID estratégicamente ubicados en las instalaciones, sean estas de producción, de almacenamiento o de distribución. Las antenas del equipo RFID activan cada uno de los *tag* recogiendo la información contenida en cada uno de ellos.

Al igual que los códigos EAN, los códigos EPC (*Electronic Product Code* por sus siglas en inglés) se han desarrollado para identificar inequívocamente cada producto, además al ser estándares globales que pueden ser leídos por cualquier empresa que participe en la comercialización y distribución del producto.

Entre las principales ventajas de los sistemas RFID/EPC sobre los códigos de barra podemos contar las siguientes:

- Permiten agregar o borrar información en los *tag* a medida que el producto avanza desde los procesos productivos hasta llegar al cliente final.
- Los códigos de barra deben ser expuestos al haz de luz para ser leídos, mientras que las ondas de radio usadas por los equipos de RFID no requieren esta exposición y pueden localizar al *tag* incluso a través de diversos materiales como el cartón corrugado, plástico, metal, entre otros.
- Incrementan la productividad de la mano de obra al no ser necesario exponer cada producto al haz de luz como lo requiere el código de barra.

La principal desventaja del sistema RFID/EPC se encuentra en el alto costo de las etiquetas y de los equipos de RFID, lo cual de alguna manera ha frenado su utilización masiva.

Las más conocidas aplicaciones de los sistemas RFID/EPC se encuentran en el sector alimenticio y farmacéutico, pues su uso permite conocer en todo momento si el producto ha sido tratado o conservado dentro de las condiciones de calor o frío que requiere su adecuada preservación. Además, dicha información se almacena en el *tag*, con lo cual está disponible en todo momento.

Hostalot (2008, pp. 30-33) nos cuenta un caso interesante. Una empresa italiana líder en la fabricación de textiles, Griva, que produce más de 300 000 bobinas de tela al año y distribuye 20 000 metros de tejido al día, implementó con éxito el sistema RFID/EPC en sus procesos productivos, debido a que el sistema de códigos de barra con el que trabajaban en ese momento no resistía los múltiples tratamientos por los que atravesaba el tejido: exposición a altas temperaturas, agua, humedad, uso de sustancias químicas potentes, etc., que deterioraban rápidamente la etiqueta de código de barras.

La solución RFID consistió en encapsular el *tag* en policarbonato para protegerlo de los procesos de producción a los que estaba expuesto. Dicho *tag* es adherido a cada bobina de tela; adicionalmente, en cada entrada y salida de cada etapa del proceso productivo se colocaron equipos de RFID para controlar el flujo de productos en todo momento y asegurar que todo funcione según lo planificado. Luego de terminado el proceso productivo, se forra la bobina con plástico y el sistema determina si esta se debe almacenar o cargar a un camión directamente para ser entregada al cliente.

Entre los principales beneficios que encontró la empresa Griva, continúa Hostalot, se encuentran los siguientes:

- Cero errores en el envío de materiales a los clientes.
- Incremento en la productividad reduciendo los trabajos manuales. Se ha pasado de enviar 400 bobinas en diez horas con dos trabajadores a 600 bobinas en ocho horas con dos trabajadores.
- Se han reducido los costos de envío de las bobinas.
- Se ha logrado la trazabilidad a las 300 000 bobinas que se producen al año.
- La tasa interna de ahorro de la inversión ha sido el 30% en los primeros nueve meses, incluyendo las eficiencias logísticas y los costos de almacenamiento.

#### PUNTO CLAVE

La utilización de estándares tanto para los códigos de barra como para los sistemas de RFID/EPC permite, además de una rápida y precisa identificación, facilitar el flujo de información entre las empresas que participan en la cadena de distribución del producto.

## 4. CICLO DE ALMACENAMIENTO

El ciclo de almacenamiento de los productos está constituido por las siguientes etapas:

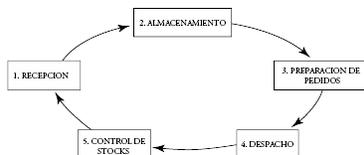


Figura 3.10: Ciclo de almacenamiento

#### 4.1. Recepción

Consiste en la descarga de los materiales de la unidad de transporte y la colocación de estos en las zonas de recepción, también llamadas canales de recepción. La recepción finaliza cuando los productos son colocados en la zona de almacenamiento.

Los canales de recepción son espacios físicos en el almacén donde se realizan operaciones intermedias sobre las mercancías, como desembalajes, inspecciones, clasificaciones y controles sobre las mismas. Estos canales pueden estar ubicados sobre los muelles del almacén.

Los muelles conectan el almacén con las unidades de transporte. Por ello, la altura de un muelle debe ser de 1,20 m sobre el nivel del suelo, que es la distancia promedio entre la plataforma del camión y el suelo. Considerando que esta distancia varía en función de si el camión está cargado o no, se recomienda el uso de rampas que absorban estas variaciones y que además permitan el acceso de los equipos de manipulación a las unidades de transporte.

Cuando se tiene una distribución en forma de U, los almacenes disponen de un solo muelle, que funciona como muelle de recepción y despacho a la vez. Esto se explica por el hecho de que la inversión en un muelle es muy alta y que se obtiene un mayor aprovechamiento utilizándolo tanto para la carga como para la descarga de mercancías. Se puede objetar que esta disposición mezcla innecesariamente los artículos que son de recepción con los que se están despachando, pero esto se puede solucionar estableciendo horarios para la carga y descarga de mercancías.

Alrededor de los muelles se encuentran los patios de maniobras, los cuales son espacios vacíos utilizados para la gestión de los vehículos que ingresan o salen del almacén.

Los procesos de recepción del almacén se vuelven muy ágiles si se utilizan códigos de barras y sus correspondientes equipos de lectura para la identificación exacta y precisa de lo que se está recibiendo.

Por ejemplo, los procesos de recepción de una plataforma de cross dock de una cadena de supermercados que se abastece de varios proveedores de abarrotes y envía los productos a las tiendas de la cadena se inician un día antes de la llegada de los productos con el envío de los ASN (*Advanced Shipping Notices*) por correo electrónico por parte del proveedor. Estos son archivos lógicos con el detalle de todas las unidades logísticas enviadas, su contenido y los respectivos códigos de barra asociados. Este archivo es cargado al sistema de información de la plataforma cross dock para que los equipos de lectura puedan reconocer los códigos de barra de las unidades logísticas entrantes.

Asimismo, cuando la mencionada plataforma inició operaciones tiempo atrás, se acordó con los proveedores el uso de unidades logísticas estándar y su intercambio. De esta manera, la unidad de transporte del proveedor que entrega, por ejemplo, un pallet lleno de productos, no espera a que retiren los productos del pallet para llevarse su pallet de regreso, sino que recibe un pallet estándar vacío equivalente, del stock de pallets de la plataforma. Con esto se evitan las manipulaciones en la plataforma, con el consiguiente ahorro en la mano de obra, rapidez en la operación y reducción del tiempo de espera de la unidad de transporte en el muelle, mejorando la utilización de la unidad de transporte.

Del mismo modo, dicha plataforma tiene establecidos planes de revisión de los envíos, los que dependen del nivel de confianza que se quiera tener; del proveedor y su record de precisión en los envíos. Por ejemplo, cuando se recibe la mercadería del proveedor «A» se revisa un X% de las unidades logísticas recibidas. Si no se encuentra alguna discrepancia en cuanto al tipo de producto, cantidad, fecha de caducidad, etc., se acepta todo el envío; caso contrario se revisa un Y% adicional, si no se encuentra una discrepancia se acepta todo el envío, caso contrario se rechaza todo el envío.

Una vez llegado el día y la hora programados para la entrega, el camión del proveedor se estaciona en el muelle de recepción, se descarga y los productos son identificados rápidamente por las lectoras de códigos de barra, se clasifican según la tienda de destino y se envía al muelle de despacho asignado a dicha tienda. En el muelle de despacho el pedido se junta con productos de otros proveedores que están destinados a la misma tienda hasta llenar un camión.

De esta manera, la plataforma de cross dock de dicha cadena desarrolló la capacidad de enviar camiones llenos cada hora a cada tienda de la cadena, con lo cual las tiendas pudieron ir reduciendo sus stocks hasta llegar a tener la cantidad suficiente para la venta de un día, pues al día siguiente volverían a recibir productos.

#### 4.2. Almacenamiento

Este se inicia una vez que los materiales han sido colocados en una ubicación de almacenamiento y concluye cuando se inicia la preparación de pedidos. Esta actividad está orientada a guardar y preservar los materiales, cuidándolos de manera que puedan entregarse en condiciones óptimas.

Vamos a distinguir dos sistemas para almacenamiento: la primera, en bloque, no requiere la utilización de estanterías, mientras que la segunda, en estanterías, sí.

#### **4.2.1. Almacenamiento en bloque**

Las unidades logísticas, generalmente pallets, cajas o sacos, se apilan unas encima de otras. La altura del apilamiento depende de la resistencia de la unidad de manipulación para el apilado.

Las ventajas de este sistema están relacionadas con los bajos costos en el sistema de almacenamiento y los altos niveles de densidad de almacenamiento que se pueden alcanzar.

Una de sus principales limitaciones es que no todos los materiales pueden ser apilables y existe riesgo de daños. Adicionalmente, existe el problema de la estabilidad de la carga, que limita la altura del apilado.

#### **4.2.2. Almacenamiento en estanterías**

Las estanterías, sean metálicas o de madera, permiten la colocación de las unidades logísticas sobre dichas estructuras, con lo cual no se requiere recurrir al apilamiento como en el almacenamiento en bloque. El uso de dichas estructuras permite aprovechar las alturas para el almacenamiento.

Existen varios tipos de estanterías, las mismas que son estudiadas a detalle en este capítulo. Una clasificación común puede ser la siguiente:

- Estanterías para pallets
- Estanterías de cargas ligeras
- Estanterías de cargas largas: *cantilever*

Una vez definido el sistema de almacenamiento, se debe establecer el método para almacenar los materiales. Existen dos métodos básicos, válidos tanto para el almacenamiento en bloque como para el almacenamiento con estanterías.

#### **4.2.3. Método de la ubicación fija**

Este método asigna a cada material una zona determinada o un número fijo de estantes. Es muy utilizado en almacenes con poca variedad de materiales por su simplicidad y porque, en casos extremos, no requiere ningún código formal de la ubicación.

Hay que tener mucho cuidado al momento de definir el tamaño del espacio físico de almacenamiento de cada material, pues puede resultar insuficiente en las épocas de alto stock, o más que suficiente en las épocas de bajo stock.

#### **4.2.4. Método de ubicación aleatoria o caótica**

Consiste en almacenar los materiales en cualquier zona que esté libre dentro del almacén. Este método produce una mejor utilización del espacio que el anterior, pero requiere la utilización de un código de ubicación para la zona o estante que permita la rápida localización de los materiales para su despacho.

Es muy utilizado en los sistemas automatizados de almacenamiento y preparación de pedidos, en los que la principal restricción reside en el espacio disponible para el almacenamiento.

### **4.3. Preparación de pedidos**

Esta tercera etapa del ciclo de almacenamiento consiste en la extracción de los materiales pedidos desde el sistema de almacenamiento donde estén ubicados.

El recorrido para la extracción de pedidos también es conocido como *picking* o surtido de pedidos. Este debe ser organizado de manera tal que se incremente la densidad del recorrido, medida como las unidades logísticas extraídas por metro lineal recorrido.

La densidad del recorrido está determinada por la adecuada elaboración de las listas de recogida. Estas listas pueden ser electrónicas o manuales, dependiendo del nivel de automatización del almacén. Dichas listas guían el recorrido que el trabajador realiza dentro del almacén para extraer los materiales pedidos. Por lo tanto, los productos dentro de la lista deben estar dispuestos de forma que siga la misma secuencia u orden en que se encuentran ubicados en el almacén, pues con ello se evitan los retrocesos o la repetición de las mismas rutas.

La actividad de preparación de pedidos también incluye actividades como etiquetado, rotulado de cajas, ensamblajes sencillos según los requerimientos del cliente. Tales actividades reciben el nombre de actividades de valor agregado.

Finaliza la preparación de los pedidos con el embalaje o empaquetamiento de los mismos para su protección durante el transporte posterior.

Esta actividad requiere de una gran cantidad de recursos de mano de obra, por ello se le considera la más crítica dentro del ciclo de almacenamiento.

#### **4.4. Despacho**

Consiste en la entrega de los materiales a los transportistas, a cambio de una orden, vale de salida o nota de entrega, lo que constituye el comprobante de la entrega efectuada.

La técnica del control ciego nos permite verificar la precisión con que se ha realizado la preparación de pedidos. Esta consiste en entregar al transportista una copia del pedido, pero con la columna de la cantidad en blanco. El transportista anota en dicha copia las cantidades de productos que va contando. Al terminar la verificación se comparan los resultados del conteo del transportista contra el pedido del cliente. Las eventuales diferencias serán verificadas y corregidas en el momento.

#### **4.5. Control de stocks**

Consiste en la verificación física de los productos, la cual debe realizarse durante todo el ciclo de almacenamiento, desde la recepción hasta el despacho.

El control de stocks es importante porque mantiene la exactitud de registros del kárdex del almacén, permite una eficiente renovación de los inventarios, facilita el picking o surtido de los pedidos y minimiza los costos de pérdidas del almacén.

Los aspectos a verificar en el control de stocks son: (a) el tipo de producto, (b) la cantidad del mismo (unidades, peso, volumen, entre otros), (c) el estado de conservación.

El control de stocks también se denomina «toma de inventarios» y puede ser de dos tipos: toma masiva de inventarios y toma cíclica de inventarios.

##### ***4.5.1. Toma masiva de inventarios***

Es aquella que se ejecuta, como su nombre lo indica, a todos los productos almacenados. Al menos se realiza una vez al año, y por lo general esta ocasión coincide con el cierre del ejercicio contable anual.

La toma de inventarios masiva, por el gran volumen de productos a contar, es compleja, ya que requiere de una preparación previa del almacén, ordenamiento de los productos guardados, actualización de las transacciones pendientes en el sistema de información y capacitación del personal a intervenir en la toma.

Antes de la toma masiva de inventarios, el almacén debe estar limpio, los pasillos y estanterías señalizados, la iluminación debe ser la adecuada, los equipos de seguridad y de primeros auxilios deben estar colocados en su lugar, y se debe tener el mantenimiento al día.

Se debe verificar que los materiales se encuentren en sus ubicaciones respectivas y se debe evitar tener un mismo material, con el mismo código, en varios lugares del almacén. Las tarjetas de identificación de los materiales deben estar completas y legibles.

Aquellos artículos pequeños que existan en grandes cantidades, tales como pernos, clavos, remaches o tuercas, se les debe agrupar en bolsas o sacos de cantidades homogéneas para facilitar su conteo por el personal que realiza la toma de inventarios.

En algunas ocasiones se requerirá la participación de personal adicional para cumplir con el objetivo de contar la totalidad de los productos almacenados. Si este personal no conoce las características del producto ni su ubicación en el almacén, se requerirá su capacitación previa en estos aspectos.

La forma más segura de llevar a cabo la toma de inventarios masiva reside en establecer un primer conteo y luego un segundo conteo de verificación realizado por personal diferente al del primero. De existir diferencias, un tercer equipo, dirigido por el responsable de la toma de inventario, establecerá la cantidad definitiva de mercancías.

##### ***4.5.2. Toma cíclica de inventarios***

Su nombre se debe a que el conteo se realiza por ciclos cortos, en cada uno de los cuales se cuenta un grupo determinado de artículos. La condición del conteo cíclico es que al finalizar el periodo de conteo al menos se haya contado una vez cada producto.

Para organizar el conteo cíclico nos apoyaremos en la ley de Pareto, estudiada a detalle en el capítulo de inventarios, la cual nos dice que unos pocos productos concentran gran parte del costo de los productos almacenados. Por tanto, aquellos productos de mayor costo serán contados varias veces al año, en más ciclos que aquellos que no lo son.

### 4.5.3. Medición de la toma de inventarios

Los resultados de la toma de inventarios, sea esta cíclica o masiva, se puede medir de la siguiente manera:

#### Exactitud a la cantidad encontrada

Sean los resultados del inventario los siguientes:

Código	Q (kárdex)	Q (física)	Diferencia	Diferencia
3100000000123	100	100	0	0
3100000000124	200	194	-6	6
3100000000125	300	302	+2	2
Totales	600	596	-4	8

Tabla 3.3: Resultado de inventario

Donde:

Q(kárdex): corresponde a la cantidad existente en los registros de la empresa

Q(física): corresponde a la cantidad encontrada en la toma de inventario

Diferencia: corresponde a Q(física) - Q(kárdex)

|Diferencia|: corresponde al valor absoluto de las diferencias de inventario.

La medición de la exactitud del inventario a la cantidad se define como:

$$Exactitud = 1 - \frac{\sum |Diferencia|}{\sum Q(kárdex)}$$

Se usa el valor absoluto de las diferencias, dado que en la toma de inventario por lo general se encuentran tanto sobrantes como faltantes de mercadería que si se suman aritméticamente se pueden anular o minimizar, dando una falsa impresión de una alta exactitud de inventarios.

Por otro lado, tomar el valor absoluto de las diferencias penaliza de igual manera tanto a los sobrantes como a los faltantes, dado que ambos constituyen errores de igual gravedad en el control de los stocks por parte de los responsables del almacén.

Para el ejemplo mostrado, la exactitud del inventario se calcula como:

$$Exactitud = 1 - 8/600 = 0,98667$$

#### Exactitud de los registros de inventarios

La exactitud de los registros de inventarios mide la proporción de registros conformes sobre el total de registros inventariados.

Esta medición puntúa como 1 si la cantidad encontrada en el inventario coincide con la cantidad en los registros del kárdex. Se puntúa como 0 en caso de que la cantidad encontrada no coincida con los registros del kárdex.

La exactitud de inventarios se define como:

Exactitud de registros de inventario = total de códigos correctos/total de códigos inventariados

Si tomamos los datos del ejemplo anterior, tenemos lo siguiente:

Código	Q (kárdex)	Q (física)	Puntuación
3100000000123	100	100	1
3100000000124	200	194	0
3100000000125	300	302	0

Tabla 3.4: Resultado de la exactitud de los inventarios

Podemos ver que un solo código de los tres tiene coincidencia entre el físico y el kárdex, por tanto la exactitud se calcula como:

$$Exactitud \text{ de registros de inventarios} = 1/3 = 0,3333$$

Es fácil deducir que una medición de la exactitud de los registros de inventarios es más ácida que una exactitud a las cantidades encontradas.

## Exactitud de las ubicaciones de inventarios

Mide la proporción del número de ubicaciones que tienen los códigos con las cantidades correctas entre el total de ubicaciones inventariadas.

Por ejemplo, el código 310000000123 tiene 100 unidades físicas encontradas y 100 unidades en el registro del kárdex, pero dicho producto se encuentra en cuatro ubicaciones, en las siguientes cantidades:

Código	Q (kárdex)	Q (física)
Ubicación 1	25	25
Ubicación 2	25	27
Ubicación 3	25	22
Ubicación 4	25	26
Total	100	100

Tabla 3.5: Resultado de las ubicaciones de inventarios

Se puede ver que solo una de las cuatro ubicaciones en las cuales se almacena el producto tiene las cantidades correctas.

Por tanto la exactitud de inventarios a nivel de ubicación es de  $1/4 = 0,25$ . Es preciso anotar que solo para este producto, la exactitud a nivel de unidades es 100% y la exactitud a nivel de registros es 100%, pero la exactitud a nivel de ubicaciones es solo 25%, con lo cual podemos inferir que la exactitud a nivel de ubicaciones es la más ácida de las tres mediciones de la exactitud de inventarios.

## 5. ESTANTERÍAS DE ALMACENAMIENTO

Al momento de escoger el tipo de estantería a utilizar se puede seleccionar entre dos modelos distintos: el modelo frontal y el de acumulación. Los criterios para seleccionar el modelo adecuado están relacionados principalmente con:

- La variedad de artículos a almacenar
- La cantidad a almacenar por cada tipo de artículo
- Las reglas para el flujo de salida de los productos

A continuación se describen los principales tipos de estantería existentes, sus características y usos:

### 5.1. Estanterías para pallets

#### 5.1.1. Estanterías frontales o selectivas

Estanterías de profundidad simple, que permiten el acceso directo a todos los pallets almacenados, facilitando con ello la preparación de los pedidos. Esta versatilidad implica la utilización de una gran cantidad de espacio en los pasillos de circulación, como se puede apreciar en la siguiente figura.

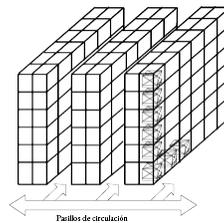


Figura 3.11: Estanterías selectivas

Dependiendo del tipo de pallet utilizado (figura 3.11) y la cantidad de pallets a almacenar por estante, Mauleón (2003, p. 13) nos sugiere las siguientes longitudes mínimas del larguero del estante, mostrada en la figura 3.12.

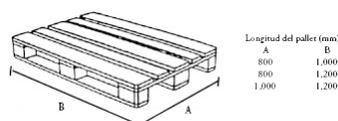


Figura 3.12: Medidas de pallets estándar

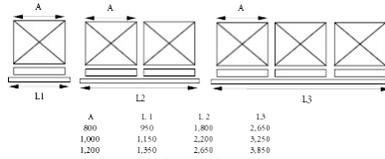


Figura 3.13: Dimensiones de los largueros, estanterías frontales

Este tipo de estanterías se puede adaptar a cualquier regla de salida de mercaderías, tanto FIFO como LIFO o FEFO, debido a su capacidad para exhibir todos los pallets de manera simultánea.

Es recomendable para almacenes que manejan una gran cantidad de artículos con bajos volúmenes de stock. Por ejemplo, los centros de distribución de las cadenas de tiendas por departamento o de cadenas de supermercados suelen utilizar este tipo de estanterías.

### 5.1.2. Estanterías de acumulación o drive in

Estanterías de una profundidad mayor a la simple, que permiten un mejor aprovechamiento del espacio que el de tipo selectivo. La destinación de espacios para los pasillos de circulación, a diferencia del tipo selectivo, es mucho menor.

Otra diferencia importante en este tipo de estanterías con respecto al modelo anterior está en que este tipo no exhibe todos los pallets a la vez, como se puede ver en la figura 3.13.

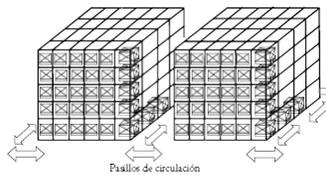


Figura 3.14: Estanterías de acumulación

Este tipo de estantería requiere que el operario de montacargas entre dentro de la misma, por un solo lado del pasillo de circulación, y vaya colocando o retirando los pallets. Para retirar el pallet que «está más al fondo» de la estantería es necesario retirar todos los pallets que están delante. Por ello, respetar el LIFO en estas estanterías es muy sencillo, ya que el último pallet almacenado siempre estará a la mano.

Es recomendable para almacenes con una baja variedad de artículos que se almacenan en grandes volúmenes, por ejemplo los almacenes de productos terminados de empresas fabricantes utilizan este tipo de estanterías, ya que la variedad de artículos es limitada y el volumen por cada uno de ellos es muy alto debido a las escalas de producción.

Una variante al modelo *drive in* es el conocido como *drive through*, que permite acomodar o retirar los pallets por dos pasillos de circulación opuestos. Este tipo de estanterías se puede adaptar tanto al FIFO como al LIFO.

#### PUNTO CLAVE

El concepto de frontalidad en el diseño de estanterías se adapta mejor a requerimientos de almacenaje de una gran variedad de ítems en pequeñas cantidades; a diferencia del concepto de acumulación, que se adapta mejor a grandes lotes de productos de limitada variedad.

### 5.1.3. Estanterías de acumulación dinámica por gravedad

Este tipo de estantes permite el desplazamiento de los pallets a través de un camino ligeramente inclinado, el cual se encuentra equipado con rodillos. Los pallets se introducen por el extremo más alto y se retiran por el más bajo, garantizando de esta manera la rotación de los productos por el sistema FIFO. Al igual que el sistema anterior, permite un gran aprovechamiento del espacio físico.

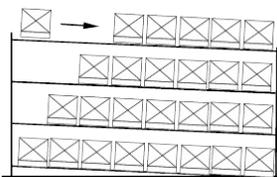


Figura 3.15: Estanterías de acumulación dinámica por gravedad

## 5.3. Estanterías de cargas ligeras

### 5.3.1. Armarios móviles

Conjunto de estantes montados sobre bases móviles que se desplazan lateralmente. Cuando se quiere acceder a un estante en particular, se mueven los estantes que lo rodean, dejando libre el pasillo por el cual circulará el operador. Este tipo de estanterías puede lograr una gran utilización de los espacios, pero tienen el inconveniente de elevar los tiempos de operación debido al movimiento de los estantes. Es muy usado en bibliotecas o archivos de documentos.

### 5.3.2. Ángulos ranurados

Estanterías para el almacenamiento de productos pequeños y de poco peso, muy utilizadas en talleres, ferreterías, almacenes de productos para autos y comercios, entre otros. Una de sus principales ventajas es su fácil montaje.

### 5.4. Estanterías de cargas largas - cantilever

Este tipo de estructuras están formadas por brazos voladizos sobre los cuales se almacenan productos largos, como barras, perfiles, tubos, madera, entre otros. Muy utilizados en ferreterías y almacenes de empresas eléctricas.

### 5.5. Las estanterías en la cadena de suministro

El lector puede deducir que existen dos conceptos básicos dentro de los cuales pueden encontrarse cualquiera de los tipos de estanterías revisadas en esta sección: frontalidad y acumulación.

El concepto de frontalidad calza adecuadamente en situaciones en las que existen una gran variedad de ítems con bajos niveles de stock. El concepto de acumulación calza en situaciones de limitada variedad de ítems en grandes cantidades de stock.

Tal como fue descrito en el primer capítulo de este libro, dichas situaciones se pueden encontrar en la cadena de suministro, como se puede ver en la siguiente figura:

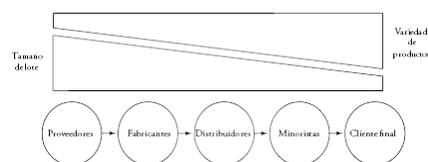


Figura 3.16: Cadena de variedad de productos y tamaño de lote

En la zona izquierda de la cadena se pueden encontrar almacenes con una limitada variedad de productos en grandes lotes de producción. Por ejemplo, la empresa Alicorp no llega a tener más de 500 distintos tipos de productos en grandes lotes de producción. En el lado derecho de la cadena podemos encontrar detallistas como Supermercados Peruanos, que pueden llegar a tener en sus tiendas entre 30 000 y 50 000 tipos de productos distintos en lotes muy pequeños, suficientes para abastecer la demanda de una semana. Es decir, conforme se avanza de izquierda a derecha en la cadena, la variedad de productos se incrementa y el tamaño de lote disminuye.

En vista de ello, en el lazo izquierdo de la cadena ajustarán mejor las estanterías de acumulación y en el lado derecho las estanterías frontales o selectivas.

## 6. EQUIPOS DE MANIPULACIÓN

### 6.1. Transportadores de pallets

Son equipos utilizados en el almacén para el desplazamiento horizontal de los pallets, con una capacidad que va de una a tres toneladas. Se clasifican en dos tipos principalmente: manuales y eléctricos.

Los manuales requieren del esfuerzo humano para levantar el pallet. Están provistos de un timón que, por medio de un movimiento repetido, acciona una bomba hidráulica que levanta el pallet.

Los eléctricos tienen un motor que realiza tanto los desplazamientos horizontales como la elevación de la carga hasta aproximadamente 20 centímetros sobre el nivel del suelo, lo suficiente para realizar su traslado horizontal. Algunos poseen un dispositivo que permite el movimiento horizontal de las horquillas<sup>12</sup> para realizar con mayor precisión y facilidad el acomodo de las cargas en lugares estrechos.

Los transportadores eléctricos pueden llevar al operador a bordo o no. Cuando lo llevan a bordo, este puede ir sentado o de pie en una pequeña plataforma, mirando de costado la carga. Esta posición facilita el cambio de marcha de adelante hacia atrás, muy constante en los almacenes.

## 6.2. Carretillas o montacargas

Es el equipo que con más frecuencia se encuentra en los almacenes. Permite el desplazamiento horizontal y vertical de pallets.

Están provistos de horquillas, que son elementos que sirven para la manipulación de los pallets, aunque también en lugar de horquillas se les puede incorporar bobinas o prensas, según el tipo de producto a manipular.

El mástil de la carretilla es el elemento sobre el cual descansan las horquillas y posibilitan el desplazamiento vertical de la carga.

Estas carretillas pueden tener tres o cuatro ruedas. Cuando trabajan dentro del almacén tienen tres ruedas, y son eléctricas para evitar que se acumulen en el almacén los gases producidos por la combustión. Las carretillas diseñadas para el trabajo fuera del almacén son por lo general de cuatro ruedas.

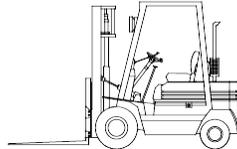


Figura 3.17: Montacargas

Las carretillas se pueden clasificar, de acuerdo a la altura alcanzada, en los siguientes tipos<sup>13</sup>:

- Carretillas contrabalanceadas. Se caracterizan por tener un contrapeso en la parte posterior que sirve para balancear la carga cuando esta se eleva. Pueden alcanzar alturas de hasta seis metros.
- Carretillas mástil retráctil. Se caracterizan por estar provistas de un mástil que se va desplegando a medida que las horquillas van ganando altura, llegando hasta los doce metros.
- Carretillas con horquillas tridireccionales. Se caracterizan porque sus horquillas permiten el levantamiento de un pallet del suelo, girarlo y depositarlo a la derecha o izquierda del operador, según el requerimiento, sin necesidad de mover la carretilla. Alcanzan alturas mayores a los doce metros.

## 7. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

La capacidad de almacenamiento estará determinada por los niveles de inventario a almacenar. Para ello debemos revisar los volúmenes que se proyecta almacenar durante un periodo de tiempo determinado.

Un punto importante al realizar el análisis de los volúmenes almacenados son las fluctuaciones. En la figura 3.18 se presenta la proyección de volúmenes con altas fluctuaciones durante el periodo de un año y en la figura 3.19 las fluctuaciones son mínimas.

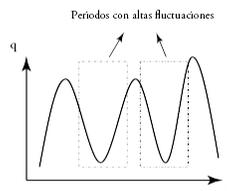


Figura 3.18: Niveles de stock con altas fluctuaciones

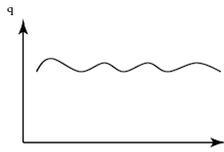


Figura 3.19: Niveles de stock con bajas fluctuaciones

Cuando se tienen altas fluctuaciones, como en la figura 3.18, la determinación de la capacidad se complica, pues si la capacidad es como  $C_1$ , según la siguiente figura, tendremos periodos de alta utilización y periodos de muy baja utilización, con los consiguientes sobrecostos que esto significa.

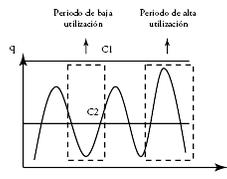


Figura 3.20: Análisis de las capacidades

Una alternativa es colocarlo en C2, con lo cual la subutilización es menor. Para los periodos de volúmenes picos podemos utilizar almacenes de un operador logístico. El punto óptimo para C2 está determinado por la combinación de almacenamiento propio y operador logístico que menor costo represente para la empresa.

Si los volúmenes a almacenar son constantes, como en la figura 3.19, lo óptimo es tener una capacidad de almacenamiento con una holgura de 10 a 15% por encima de las necesidades.

Otro punto igualmente importante son las tendencias en el mediano y largo plazo. Si los volúmenes a almacenar tienden a subir o bajar en el tiempo, entonces debemos considerar dos cuestiones adicionales: cuándo hacer el cambio de capacidad y cuánto cambiar. Si la tendencia es a subir se deberá planificar las ampliaciones y la utilización de un operador logístico. Si la tendencia es a bajar se deberá prever los posibles usos alternativos de los espacios y estanterías.

El método de almacenamiento (fijo o aleatorio) juega también un papel importante, ya que si el método de almacenamiento es fijo, entonces debemos tomar el nivel de stock máximo de cada producto y estimar la capacidad de almacenamiento en base a este valor. Por el contrario, si el método fuera aleatorio, basta con tomar el promedio, pues los niveles pico de stock de un producto se cubren con los niveles valle de otro.

#### PUNTO CLAVE

La capacidad de almacenamiento está determinada principalmente por los niveles de stock a almacenar y por las fluctuaciones de dichos niveles. Si dichas fluctuaciones son altas, entonces la capacidad óptima de almacenamiento debe prever los periodos de sobreutilización y subutilización. Una alternativa es usar un operador logístico.

## 8. SISTEMAS DE GESTIÓN DE ALMACENES (WMS)

Los sistemas de gestión de almacenes, llamados también *Warehouse Management System*, permiten gestionar los recursos de un almacén de manera eficiente. La descripción de las principales funcionalidades de este sistema puede ser estudiada a través del ciclo de almacenamiento, tal como se muestra a continuación:

### 8.1. Gestión de las entradas de mercaderías

Un sistema de WMS requiere el conocimiento anticipado de los ingresos de productos para la planificación adecuada de las operaciones del área de recepción. El uso de los códigos de barra agiliza el proceso de recepción y elimina los problemas derivados de una deficiente identificación de los productos.

El sistema va asignando a los operadores, según la disponibilidad de estos, las labores de recepción. Una vez que estas terminan, el sistema asigna una localización de almacenamiento a la mercadería y luego se dispone el traslado del producto desde los muelles de recepción hasta la zona de almacenamiento. Este traslado debe ser realizado a la brevedad para evitar las congestiones en los muelles de recepción, que por lo general tienen un espacio limitado.

### 8.2. Gestión del almacenamiento

La asignación de las zonas de almacenamiento es una actividad crítica en el almacén, pues determina en gran parte la eficiencia en la preparación del pedido. Un sistema WMS asigna localizaciones teniendo en cuenta los principios de localización mencionados en este capítulo.

Para la realización efectiva de esta actividad es requisito tener identificadas todas las zonas o localizaciones de almacenamiento disponibles, así como tener actualizados los estados posibles de cada locación, los cuales pueden ser «ocupado» o «libre». El proceso de preparación de pedidos gradualmente hace disminuir los stocks hasta el punto de provocar la aparición de pallets vacíos. El sistema debe controlar el retiro periódico de estos pallets, dejando lista la ubicación para almacenamientos futuros.

Los conteos de inventarios masivos o cíclicos, que por lo general se llevan a cabo durante los momentos de baja actividad, son gestionados eficientemente por el sistema. La exactitud de las cantidades de productos por localización es importante para la ejecución fluida de la preparación de pedidos.

### 8.3. Gestión de preparación de pedidos

La preparación de pedidos es la actividad más cara y la que mayores recursos consume, en especial de mano de obra. El sistema WMS tiene grandes oportunidades para lograr alta eficiencia y mejoras en el costo de esta actividad, lo cual justifica su implementación.

La priorización de los pedidos, antes de realizar su preparación, es importante. No se puede pretender preparar todos los pedidos a la vez, ni tampoco uno por uno conforme van llegando. Lo más conveniente es agrupar los pedidos en función a su urgencia o las rutas de transporte diseñadas. Así, aquellos pedidos que van a ser trasladados en la misma unidad de transporte deben prepararse simultáneamente para su embarque. Los pedidos urgentes forman un grupo aparte, que debe ser preparado con la debida prioridad.

La ejecución de un mismo pedido puede requerir distintos tratamientos. Por ejemplo, algunos productos pueden ser pedidos en pallets completos mientras que otros pueden ser pedidos en cantidades pequeñas que obligan a su consolidación en cajas o pallets. De igual manera, un mismo pedido puede contener productos que se deban extraer de diversas zonas alejadas entre sí; por tanto, su ejecución requiere de la participación de varios operadores. Este tipo de consideraciones obliga a dividir el pedido en varias partes. El sistema WMS debe realizar esta división y coordinar entre los varios operarios que participan en la ejecución del pedido para que las operaciones se realicen simultáneamente y en el momento correcto, de manera tal que el pedido se encuentre totalmente preparado cuando la unidad de transporte llegue al almacén.

#### 8.4. Gestión del despacho

El sistema WMS debe asegurar que todos los pedidos que serán cargados en la misma unidad de transporte se encuentren agrupados en la correspondiente zona del muelle para su carga rápida.

La carga de la unidad requiere que las mercancías estén organizadas en el muelle, de manera que aquel pedido que será entregado al último sea el primero en cargarse.

Las guías de remisión, facturas y otros documentos necesarios para la circulación deben ser emitidos por el sistema.

La implementación de un sistema de control de pesos puede ser útil en algunos casos. La unidad de transporte es pesada antes de realizar la carga y luego de estar cargada. La diferencia de ambos pesos corresponde al peso real de la mercadería. El sistema en base a los datos del pedido también puede calcular el peso teórico. Diferencias significativas entre ambos tipos de pesos pueden ser indicativas de errores en la carga, lo cual obliga a una revisión minuciosa de los productos cargados.

El impacto de las nuevas tecnologías de la información en la gestión de almacenes ha sido decisivo y seguirá siéndolo, pero este apoyo tecnológico debe estar en concordancia con la infraestructura y equipamiento existentes. Caso contrario, la nueva tecnología se convertirá en una traba. Eso nos sugiere Patricio Berstein:

Un sistema computacional puede indicar perfectamente la ubicación desde donde se debe realizar un picking, por ejemplo, y cómo identificar correctamente el ítem que es necesario recoger. Puede, además, actualizar los estados del inventario paso a paso, y proveer capacidades de control de existencia en línea. Puede, en efecto, ser un sistema sumamente poderoso. Pero si el pasillo es demasiado angosto para la máquina de picking, o si el producto está ubicado en un lugar de difícil acceso, o si hay que pasar por sobre otro pallet para llegar a la ubicación que se requiere [...] toda la inversión puesta en el software no dará los resultados esperados (2004, p. 37).

#### PUNTO CLAVE

Los sistemas de gestión de almacenes automatizan las actividades del ciclo de almacenamiento con el objetivo de volverlas más eficientes.

### 9. ESTRUCTURA DE COSTOS DEL ALMACÉN

La actividad de almacenamiento, como cualquier actividad logística, implica la generación de costos, los mismos que debemos conocer para compararlos con los del sector o con el objetivo de establecer metas de costos.

Con este fin vamos a agrupar las principales fuentes de costos de un almacén en las siguientes categorías: 1) costo de las instalaciones del almacén; 2) costo de las estanterías de almacenamiento; 3) costos de los equipos de manipulación; 4) costos de personal; 5) costo de sistemas de información; y 6) costo de mermas, robos y pérdidas en el almacén.

#### 9.1. Costo de las instalaciones del almacén

Son el conjunto de costos derivados de la utilización del recinto donde se almacenan los productos. Estos costos dependerán de si se trata de un almacén propio o subcontratado. Los principales conceptos son:

- a) Alquiler o depreciación del local. Los costos de alquiler aparecen si el local es alquilado y varían en función a los m<sup>2</sup> del local y su ubicación.

Los costos de depreciación aparecen si el local es propio. Contablemente, la depreciación está relacionada con el concepto de recuperar los fondos invertidos en el almacén durante la vida útil del mismo. La vida útil está determinada por las políticas contables y financieras de cada empresa. La depreciación se calcula como:

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Vida Útil}}$$

- b) Mantenimiento y reparación del local. Relacionado con los gastos en pintura, reparación de techos, paredes, pisos, entre otros. Es preciso observar que la reparación de los pisos del almacén es crítica cuando los equipos de manipulación son de mástil retráctil, pues requieren niveles de conservación de pisos muy exigentes para evitar dañar el mecanismo electrónico de tales montacargas.
- c) Impuestos municipales, contribuciones, tasas (arbitrios, derechos y licencias). Seguros del local que lo proteja contra siniestros.
- d) Gastos varios: luz, agua, seguridad, entre otros.

### 9.2.1. Costo de las estanterías de almacenamiento

Es el conjunto de inversiones realizadas en las estanterías de almacenamiento con el fin de mejorar las capacidades de almacenamiento y los costos adicionales para su adecuada conservación. Los costos son de naturaleza similar a los costos de las instalaciones y están relacionados con el alquiler o depreciación; el mantenimiento y la reparación; y los costos de seguros.

### 9.2.2. Costos de equipos de manipulación

Son el conjunto de inversiones destinadas a los equipos de manipulación del almacén. Además de los equipos de manipulación se incluyen todos los equipos que incidan en una mejora de la eficiencia en la manipulación, tales como caminos de rodillos para traslado, máquinas de embalar, etiquetar, embolsar, enfardar, entre otros. Al igual que las dos categorías anteriores vamos a considerar los rubros de alquiler o depreciación, mantenimiento y reparación, y seguros.

### 9.2.3. Costos de personal

Corresponden al personal que labora en los almacenes, realizando labores de recepción, almacenamiento, preparación de los pedidos, despacho, control de inventarios, acomodo de mercaderías, embalajes, entre otros.

Es importante distinguir entre el sueldo bruto del empleado y el costo que la empresa asume por el empleado (costo empresa), el cual incluye además del sueldo del empleado costos adicionales como gratificaciones, CTS, aportes diversos del empleador, entre otros, los que deben considerarse al momento de calcular el costo del personal.

En general, el costo empresa variará de empresa a empresa, dependiendo de lo que la empresa esté dispuesta a asumir por sus empleados. Por ejemplo, si la empresa está dispuesta asumir un seguro con coberturas especiales para sus empleados, el costo empresa subirá. En el siguiente cuadro mostramos los rubros que componen el costo empresa y su incidencia en los costos como porcentaje del sueldo bruto mensual.

Rubro	Veces por año	Prorrato por mes
Sueldo básico	12 x S	1,00
Gratificaciones	2 x S	0,17
Vacaciones	1 x S	0,08
Indemnización al trabajador	1,5 x S	0,13
EsSalud	9% X S	0,09
CTS	8,33% x S	0,08
<b>TOTAL</b>		<b>1,55</b>

Tabla 3.6: Costo empresa por empleado

Donde S = sueldo bruto mensual del empleado.

En lo que resta del libro, cuando indiquemos un costo empresa de 1,55 significará que la empresa asume un 55% adicional sobre el sueldo bruto del empleado, de acuerdo a los rubros mostrados en la tabla 3.6.

### 9.2.3. Costo de sistemas de información

Está relacionado con la amortización del software y hardware que maneja los recursos del almacén, y está comprendido por licencias del uso de software, alquiler o depreciación de computadoras, y alquiler o depreciación de equipos de radiofrecuencias.

#### 9.2.4. Costo de mermas, robos y pérdidas en el almacén

Durante el mantenimiento de los inventarios, cierta parte de las existencias podrán contaminarse, dañarse, deteriorarse o ser robadas, quedando inservibles y no aptas para la venta. Se consideran en esta categoría los costos relacionados con dichas pérdidas y que sean de responsabilidad del almacén.

El siguiente problema es una adaptación del caso 3 del curso Gestión de Almacenes del 16º Curso de Especialización en Logística de la Pontificia Universidad Católica, dictado por María Del Carmen Valverde Yábar, el cual vamos a utilizar para aplicar en un almacén de artículos de belleza la estructura de costos propuesta en esta sección.

#### Problema 3.1

Usted acaba de ser contratado como gerente de almacenes de una importante empresa transnacional europea que comercializa artículos de belleza (perfumes, colonias, lociones, etcétera). Es su primer día en la empresa y tiene expectativas de realizar una muy buena gestión bastante alta. Su larga experiencia le recomendó realizar un levantamiento de la situación inicial, y al cabo de tres meses mostrar las mejoras de su gestión.

El almacén tenía un área de 60 m de profundidad y 30 m de ancho, estaba equipado con estanterías de tipo selectivo para pallet estándar, dispuestos en 10 filas, cada fila tenía 16 columnas, cada columna tenía espacio para dos pallets y las estanterías tenían 5 niveles de almacenamiento, tal como se muestra en la siguiente figura.

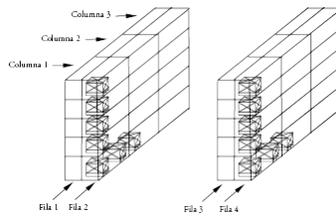


Figura 3.21: Estanterías del almacén de artículos de belleza

Los equipos de manipulación incluían un montacargas de mástil retráctil para la elevación de los pallets a las estanterías de almacenamiento, un montacargas contrabalaceado para el patio de maniobras, tres transpallets eléctricos para las operaciones de picking, tres transpallets manuales para las operaciones de recepción, despacho y movimiento horizontal de pallets y una plataforma abatible.

El sistema de almacenaje se diseñó para un stock promedio que utilizaba el 70% de la capacidad total, según los cálculos iniciales, pero en su primer recorrido se dio cuenta de que la situación era distinta, la apariencia general era de exceso de stocks, debido a que encontraba muchos pasillos bloqueados con cargas paletizadas, los montacargas no se daban abasto y realizaban sus recorridos con dos pallets (uno encima del otro) poniendo en riesgo la mercadería y contrariando las buenas prácticas de almacenamiento señaladas en un letrero de la pared.

La gerencia de ventas le proporcionó información sobre la demanda y rotación de productos estimada para el presente mes. Además le indicó que se esperaba que esta se mantuviera estable en los siguientes seis meses, tal como se indica en la siguiente tabla:

Producto	Ventas mes (cajas)	Rotación mensual	ABC
Producto 1	390 422	10	A
Producto 2	157 550	10	A
Producto 3	125 124	10	A
Producto 4	27 886	7	B
Producto 5	26 270	7	B
Producto 6	24 936	7	B
Producto 7	23 887	7	B
Producto 8	23 625	7	B
Producto 9	18 410	3	C

Producto 10	13 867	3	C
Producto 11	9 960	3	C
Producto 12	8 813	3	C
Producto 13	7 428	3	C
Producto 14	5 236	3	C
Producto 15	1 834	3	C

Tabla 3.7: Información de la demanda de productos

Donde ABC representa la clasificación de Pareto en base a la demanda que había realizado la gerencia de ventas. Contabilidad le dio información sobre los costos de las estanterías y los equipos del almacén:

Rubro	Costo US\$	Periodo depreciación (años)	Mantenimiento anual
Instalaciones – obras civiles (US\$/m <sup>2</sup> )	250	30	2%
Estanterías (US\$/pallet)	40	20	2%
Equipo: mástil retráctil (US\$/equipo)	40 000	10	8%
Equipo: MTC contrabalanceado (US\$/equipo)	18 000	10	8%
Equipo: transpallet eléctrico (US\$/equipo)	6000	5	8%
Equipo: transpallet manual (US\$/equipo)	600	3	8%
Plataformas abatibles	3000	3	3%

Tabla 3.8: Costos de estanterías y equipos

El costo anual de mantenimiento se calcula como un porcentaje de la inversión inicial.

Recursos Humanos le informó que el personal operario de su gerencia registraba dos horas extras al día en promedio. La empresa tenía por política pagar todas las horas extras, pero le informaron que una de sus primeras metas con respecto a dichas horas era bajarlas a cero.

El horario de trabajo del personal operario era de lunes a sábado de 8 a.m. a 5 p.m. (incluye una hora de refrigerio).

Puesto	Nº de personas	Sueldo bruto mensual S/.	Costo empresa (S/. por mes)
Jefe de almacén	1	3000	4710
Asistente	1	2000	3140
Operario de mástil retráctil	1	1200	1884
Operario de MTC contrabalanceado	1	800	1256
Operario de transpallet eléctrico	3	600	2826
Operario de transpallet manual	3	600	2826

Tabla 3.9: Sueldos del personal

El jefe del almacén le indicó que debido al sobre stock existente en el almacén, las labores de picking se volvían más tediosas, pues era necesario mover los pallets para poder retirar productos que estaban detrás de otros pallets. Además, el sobre stock también había originado que un mismo producto se encontrara en muchas ubicaciones. Todo esto explicaba por qué los operarios no se daban abasto y la constante recurrencia a las horas extras.

En una revisión que usted realizó al archivo documentario del almacén notó que faltaban manuales de procedimiento, así como de funciones, registros de horas extras actualizados, las guías de remisión no estaban ordenadas y el sistema estaba desactualizado.

También solicitó los datos de la paletización del almacén (# de cajas/pallet), los cuales le fueron entregados a la semana siguiente, pues no se encontraban actualizados.

Productos de categoría A: 60 cajas por pallet

Productos de categoría B: 50 cajas por pallet

Productos de categoría C: 40 cajas por pallet

El área financiera le informó que el costo del pallet promedio almacenado era de:

Pallet de categoría A: US\$ 3000

Pallet de categoría B: US\$ 2000

Pallet de categoría C: US\$ 1000

Tipo de cambio: 3,30 soles por dólar

Preguntas

- Calcule la capacidad del almacén y el porcentaje de utilización medido como inventario promedio mensual sobre la capacidad del almacén.
- Halle la estructura de costos mensual del almacén.
- Halle el costo promedio del stock almacenado. ¿Qué % son los costos de almacenamiento del costo del stock almacenado?
- Elabore brevemente un plan de acción para mejorar la situación de los almacenes.

## Solución

### Parte a:

1. En base a la figura 3.20 podemos inferir que la capacidad del almacén es el producto de: número de filas x (número de columnas x 2) x el número de niveles. Es decir:  $10 \times (16 \times 2) \times 5 = 1600$  pallets.

Para el cálculo del inventario promedio considerar que este es igual a la venta dividida entre la rotación. En base a dicha consideración, el inventario promedio es de 2030 pallets. Queda para el lector el detalle del cálculo.

Finalmente, la utilización del almacén será:  $2030/1600 = 1,27$ . Se puede observar claramente que existe una sobreutilización del almacén coincidente con las observaciones del gerente de almacenes.

### Parte b:

La estructura de costos se presenta en el siguiente cuadro:

Estructura de costos mensuales	US\$/mes
Tipo de cambio del día (soles/US\$)	3,30
<b>Costos de instalaciones</b>	
Depreciación	1250,00
Mantenimiento	750,00
<b>Costos de infraestructura de almacenamiento</b>	
Estanterías – depreciación	267,00
Estanterías – mantenimiento	107,00
<b>Costos de equipos de manipulación</b>	
Depreciación	
- Mástil retráctil	333,30
- MTC contrabalanceado	150,00
- Transpallet eléctrico	300,00
- Transpallet manual	50,00
- Plataformas abatibles	83,30
Mantenimiento	
- Mástil retráctil	266,70
- MTC contrabalanceado	120,00
- Transpallet eléctrico	120,00
- Transpallet manual	12,00
- Plataformas abatibles	7,50
<b>Costo de personal</b>	

- Costo empresa personal	5043,00
- Costo empresa horas extras	666,00
<b>COSTOS TOTALES (US\$/MES)</b>	<b>9525,00</b>

Tabla 3.10: Estructura de costos del almacén

### Parte c:

El stock promedio valorizado corresponde a: inventario promedio en pallets x costo del pallet. Realizando los cálculos dicho valor es de US\$ 4 635 165.

El porcentaje que representan los costos del almacén del stock promedio valorizado es  $9525/4\ 635\ 165 = 0,21\%$

## 10. PROBLEMAS RESUELTOS

### Problema 3.2

Enzo era el jefe del almacén de una transnacional europea de artículos de limpieza, estaba muy preocupado porque había tenido una muy fuerte discusión con el gerente de recursos humanos de la empresa debido a las gran cantidad de horas extras que todos los meses reportaba su área, lo cual no permitía garantizar una buena calidad de vida de acuerdo a los altos estándares que tenía la transnacional europea.

Enzo estaba seguro de que en el tema de reducción de horas extras él tenía poco que hacer debido a que éstas se generaban por que los vendedores vendían muy poco en las primeras semanas y todo lo dejaban para la tercera y cuarta semana, según la tabla 3.11, que el mismo había preparado. Esto ocasionaba que sus operarios tuvieran muy poca carga laboral en las primeras semanas y corrieran en la tercera y cuarta semana.

Semana del mes	% Pedidos
Semana 1	10%
Semana 2	10%
Semana 3	30%
Semana 4	50%

Tabla 3.11: Llegada de pedidos al almacén

Además, aproximadamente el 50% de pedidos se preparaban de hoy para hoy, es decir, el 50% de los pedidos que iban apareciendo en el sistema debían ser preparados durante el día, lo cual obligaba a los operarios del almacén, diecinueve en total, a quedarse hasta altas horas de la noche, ya que además de terminar de preparar dichos pedidos, debía esperar el regreso de los camiones para saber si las entregas se hicieron al 100% o tuvieron rechazos de clientes por errores en los despachos. Los errores siempre se corregían al día siguiente a primera hora del día.

### Logística del almacén

Según mediciones hechas por los supervisores, un operario podía despachar 227 unidades por día de ocho horas de trabajo. Considerar mes de 24 días (4 semanas x 6 días/semana). Para cubrir las 85 000 unidades que en promedio se despachaban al mes, debía firmar vales de horas extras, las cuales les costaban a la empresa un 25% más por las dos primeras horas y un 35% más por las siguientes horas. En el caso de los empleados que no recibían pagos por horas adicionales, todos sabían que jamás podían disponer de sus horas después de la hora de salida de la empresa. El horario «teórico» del almacén era de lunes a sábado de 7:00 a.m. a 4:00 p.m., con una hora de refrigerio.

El almacén de productos terminados tenía un área de 1200 m<sup>2</sup>. Los productos se almacenaban en pallets estándares americanos a razón de 40 cajas por pallet, lo cual consideraba el peso y altura máxima de cada carga paletizada. El sistema de almacenaje era de apilamiento en bloque de dos niveles que se lograba con la operación de cuatro montacargas. Los pasillos ocupaban el 50% del área techada del local y la separación entre pallets era de 5 cm. Para Enzo, el almacén estaba «con las justas» de espacio, sobre todo hacia la tercera semana del mes. El local era propio y tenía más de treinta años y los montacargas tenían cuatro años de antigüedad (el periodo de depreciación de los montacargas era de diez años). Debido a la antigüedad de las instalaciones, estas estaban completamente depreciadas y tenían un valor contable de cero. Su jefe le había comentado que por el momento los dueños no estaban interesados en invertir en mejoras en las instalaciones y menos en una ampliación.

### Sistemas de gestión de inventarios

El área de Planeamiento había definido un inventario de seguridad de diez días de venta (en base a una venta promedio diaria de 3500 cajas), siendo el inventario promedio diario diferente entre cada una de las semanas, pues variaba con las ventas y la producción de la fábrica.

Los ingresos de stock al almacén (producción) se pueden ver en el siguiente cuadro:

Semana del mes	Ingresos de stock (producción en unidades)
Semana 1	15 000
Semana 2	15 000
Semana 3	15 000
Semana 4	40 000

Tabla 3.12: Ingresos de stock al almacén

Por política de la empresa el inventario al inicio de cada mes era igual al stock de seguridad.

### Los costos del almacén

Enzo percibía un sueldo de S/. 5000 al mes, cada uno de los dos supervisores recibía S/. 2500 por mes, los operarios recibían S/. 660 al mes. Enzo y los supervisores eran considerados personal de confianza, por tanto no recibían el pago de horas extras, mas no así los operarios. El costo empresa era de 57% y este también era aplicado a las horas extras.

Los costos de impuestos municipales y seguro de la infraestructura ascendían en su conjunto a S/. 2000 por mes. Los gastos de mantenimiento anual de los montacargas ascendían a 8% del valor de su inversión (que fue de \$ 30 000 cada uno), el mantenimiento de las instalaciones del almacén a S/. 5700 por mes y la depreciación del sistema de información utilizado en el almacén era de US\$ 300 mensuales.

El costo del inventario era de S/. 200 por caja y el costo del capital de la empresa era de 15% al año en dólares. El tipo de cambio era de S/. 3 por cada dólar. Asimismo, los daños producidos a las mercancías por mala manipulación de las mismas ascendían a S/. 5000 al mes. El costo anual del seguro de la mercadería ascendía a 2% del valor del inventario promedio almacenado.

Preguntas:

1. Calcular la capacidad del almacén.
2. Calcular el stock del almacén al final de cada una de las cuatro semanas y la cobertura de dicho stock final.
3. Calcule la utilización de la capacidad de despacho del almacén en cada una de las cuatro semanas. Haga un comentario al respecto.
4. Si el stock de seguridad se cambia a seis días de cobertura, calcule el impacto sobre la utilización del almacén. Comente cuáles son las desventajas de reducir el stock de seguridad.
5. Calcule la estructura de costos del almacén. Indique propuestas para reducir los costos del almacén.
6. Calcule el costo de posesión de inventarios de la empresa como % del valor del inventario promedio.

### Solución

La solución se muestra en las siguientes tablas

#### 1. Cálculo de la capacidad del almacén en pallets

Medidas del pallet estándar		
Largo	1,20	m
Ancho	1,00	m
Considerando los espacios entre pallets		
Largo	1,25	m
Ancho	1,05	m
Área	1,313	m <sup>2</sup>
Área de almacenamiento	600	m <sup>2</sup>
Cantidad de pallets a un nivel	457	pallets

Cantidad de pallets a dos niveles	914	pallets
Número de cajas por pallet	40	cajas por pallet
Capacidad del almacén en cajas	36 560	cajas

## 2. Cálculo del stock y la cobertura

Usando la ecuación de ajuste de stock tenemos:

	Inventario inicial	Producción	Ventas	Inventario final (cajas)	Cobertura (días)
Semana 1	35 000	15 000	8 500	41 500	11,86
Semana 2	41 500	15 000	8 500	48 000	13,71
Semana 3	48 000	15 000	25 500	37 500	10,71
Semana 4	37 500	40 000	42 500	35 000	10,00

## 3. Cálculo de la utilización de la capacidad de despacho del almacén

Nº de horas/día	8	horas/día
Días/semana	6	días/semana
Semanas/mes	4	semanas/mes
Rendimiento por operario	227	und/operario día
Nº de operarios	19	operarios
Capacidad de despacho	4313	und/día

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Unidades a despachar/semana	8500	8500	25 500	42 500
Unidades a despachar/día	1417	1417	4250	7083
Unidades a despachar/operario día	75	75	224	373
Rendimiento por operario	227	227	227	227
Utilización de la capacidad de despacho del almacén	32,8%	32,8%	98,5%	164,2%

Se puede ver que el stock al final de la tercera semana iguala a la capacidad del almacén y al final de la 4ta semana supera dicha capacidad.

## 3. Impacto de la cobertura en la utilización del almacén

i. Considerando un stock de seguridad de diez días de cobertura

	Inventario inicial	Producción	Ventas	Inventario final (cajas)	Factor de utilización
Semana 1	35 000	15 000	8 500	41 500	1,135
Semana 2	41 500	15 000	8 500	48 000	1,313
Semana 3	48 000	15 000	25 500	37 500	1,026
Semana 4	37 500	40 000	42 500	35 000	0,957

ii. Cambio en el stock de seguridad a seis días de cobertura

	Inventario inicial	Producción	Ventas	Inventario final (cajas)	Factor de utilización
Semana 1	21 000	15 000	8 500	27 500	0,752
Semana 2	27 500	15 000	8 500	34 000	0,930
Semana 3	34 000	15 000	25 500	23 500	0,643
Semana 4	23 500	40 000	42 500	21 000	0,574

Se puede ver que un cambio de cobertura mejora el factor de utilización del almacén. Queda para el lector señalar las desventajas de esa medida.

## 4. Estructura de costos del almacén

Tipo de cambio del día	3,00	S/. / US\$
<b>1. Instalaciones</b>	<b>S/. mes</b>	<b>US\$ mes</b>
Depreciación de las instalaciones	0	0
Mantenimiento de las instalaciones	5700	1900
Seguros e impuestos municipales	2000	667
<b>Total instalaciones</b>	<b>7700</b>	<b>2567</b>
<b>2. Infraestructura de almacenamiento</b>		
Depreciación de la infraestructura	0	0
<b>3. Equipos de manipulación</b>		
Mantenimiento de montacargas	2400	800
Depreciación de montacargas	3000	1000
<b>Total equipos</b>	<b>5400</b>	<b>1800</b>
<b>4. Costos de personal</b>		
Jefe de almacén (Rolando)	7850	2617
Empleados (2)	5850	2617
Sueldos obreros (6)	19 688	6563
Horas extras obreros	3316	1195
<b>Total personal</b>	<b>38 704</b>	<b>12 901</b>
<b>5. Mermas</b>		
Pérdida en mermas	5000	1667
<b>6. Sistemas de información</b>		
Depreciación mensual del sistema	900	300
<b>Costos totales del almacén</b>	<b>57 704</b>	<b>19 235</b>

#### Detalle del cálculo del costo de las horas extras:

Costo empresa S/. 1,57

Costo de hora extra 25% S/. 5,40 por hora

Costo de hora extra 35% S/. 5,83 por hora

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Costos S/. por mes
Unidades a despachar / semana	8500	8500	25 500	42 500	
Unidades a despachar / día	1417	1417	4250	7083	
Unidades a despachar / operario/día	75	75	224	373	
# horas empleadas / operario/día	2628	2628	7883	13 139	
# horas extras / operario/día				5139	
Total de horas extras al 25% al mes				228	1230
Total de horas extras al 35% al mes				358	2085
Total de horas extras al mes (25%-35%)				586	3316

Tabla 3.13: Estructura de costos del almacén (mes)

#### 5. Cálculo de los costos de posesión de inventarios

##### Cálculo del inventario promedio valorizado S/.

Inventario promedio	40 500	cajas
Costo de la caja	200	S/. por caja

Inventario promedio valorizado	8 100 000	S/.
--------------------------------	-----------	-----

### Componentes del costo de posesión de inventarios

i. Costos del capital	15,00%
ii. Costos de almacenamiento	8,55%
iii. Costos del seguro de la mercadería	2,00%
iv. Costos de riesgos y obsolescencias	0,00%
Total de costos de posesión de inventarios	25,55%

## 11. PROBLEMAS PROPUESTOS

### Problema 3.3

La empresa comercial «Lucerito» es una empresa distribuidora de materiales eléctricos que cuenta con un almacén de productos terminados, Martín ha sido contratado recientemente como Jefe de Almacén y dentro de sus funciones están las de reorganizar el almacén de manera integral. Al iniciar sus funciones encontró que el almacén trabaja en dos turnos, los que se detallan a continuación:

1. Primer turno, de 7 a.m. a 3 p.m.: un asistente administrativo y seis ayudantes. Los sueldos que perciben son de S/. 2000 el asistente y S/. 720 cada ayudante. Cuando es necesario tienen que quedarse para apoyar la preparación de pedidos y el embalaje de los bultos que hay que enviar a los clientes. Generalmente se quedan todos un promedio de tres veces por semana, haciendo dos horas extras cada vez. Cada hora extra representa 25% más respecto del valor de una hora normal que perciben los ayudantes, el asistente no hace horas extras y se retira a las 3 p.m.
2. Segundo turno, 3 p.m. a 11 p.m.: un asistente administrativo y tres ayudantes que perciben los mismos sueldos que en el primer turno. En este turno no se hacen horas extras.
3. Martín como jefe percibe un sueldo de S/. 5000. No percibe horas extras y organiza su tiempo de modo que pueda supervisar a todo el personal.

El trabajo en el primer turno está bastante desbalanceado, debido a que la distribuidora abre recién a las 9 de la mañana y los ayudantes están las dos primeras horas con muy poco trabajo. Asimismo, al medio día el trabajo aumenta, porque la preparación de pedidos se junta con la recepción de las órdenes de compra de los proveedores. Por el contrario, el segundo turno tiene la carga de trabajo bastante balanceada.

Gastos que se tienen en el almacén:

- a) Cuenta con cinco transportadores manuales que la empresa acaba de comprar a US\$ 480 cada uno y que debe depreciar en el lapso de un año. Estos transportadores reciben un mantenimiento mensual preventivo a cargo de un tercero que cuesta S/. 25 en mano de obra y S/. 25 en materiales varios usados en el mantenimiento (grasa, aceite, trapos y otros) por cada transportador.
- b) El local donde funciona es alquilado y por el mismo se paga un alquiler de US\$ 3000 al mes. (TC = 3,20).
- c) La preparación de despachos es manual y debido a ello este proceso origina a la empresa pérdidas de S/. 8000 mensuales que se deben principalmente a errores en el registro de los códigos y a la lectura de las facturas que emiten manualmente los cuatro vendedores que tiene la distribuidora.
- d) Los otros gastos del almacén suman en total S/. 5000 y corresponden a los servicios de electricidad, agua y teléfono.

El dueño de comercial «Lucerito» había adquirido un sistema para el manejo de la empresa que incluye los módulos de compras, ventas y control de almacenes, así como las computadoras necesarias para mejorar el manejo de las compras, las ventas y el manejo del almacén. Por concepto de depreciación de dicho sistema de información al almacén le cargan S/. 6000 al mes. Ante la jubilación del anterior jefe de almacén se pensó que era el momento de cambiar, de reorganizar el almacén y la empresa en su conjunto, por lo que seleccionó a Martín para el puesto de jefe de almacén.

Considere que la empresa tiene un costo laboral (gratificaciones, CTS, entre otros) del 57%, que afecta tanto las horas normales como las horas extras, y además asuma que el mes consta de cuatro semanas.

Después de su primer mes de trabajo el dueño le ha pedido a Pedro lo siguiente:

- a. Elabore la estructura de costos mensual del almacén en soles.
- b. Identifique dos sobrecostos que se pueden eliminar, valorice los mismos e indique como afectaría la estructura de costos del almacén. Si actualmente los gastos del almacén representan el 5% de las ventas indique cómo quedaría este indicador luego de eliminar dichos sobre costos.

### Problema 3.4

Fernando acaba de cumplir un año como gerente de logística de una importante empresa transnacional europea que comercializa artículos de consumo masivo y quiere evaluar la conveniencia de tercerizar su operación logística de almacenamiento. De las cotizaciones recibidas la más atractiva le pareció la siguiente:

#### Costos operador logístico

1. Costo mensual de almacenamiento por pallet: US\$ 3,00. Calculado en base al promedio del stock final en pallets de cada una de las cuatro semanas del mes.
2. Costo por pallet recepcionado: US\$ 1,15
3. Costo por pallet despachado: US\$ 1,15

#### Costos operación propia

La planilla del personal del centro de distribución está formada por el jefe, que percibe un sueldo de S/. 3500 al mes; cada uno de los dos empleados S/. 2000 al mes y cada uno de seis obreros S/. 600 al mes en horario normal. La política de la empresa no incluye el pago de las horas extras, sino la compensación con «horas libres» en los días de menor trabajo de la empresa. Según información del área de Recursos Humanos, el costo empresa de cada empleado y obrero se calcula añadiendo un 57% al sueldo de cada uno de ellos.

Los costos relacionados a las instalaciones del almacén (promedio/mes) que le proporcionó contabilidad son:

Concepto	Costo promedio (S/. por mes)
Depreciación de las instalaciones (obras civiles)	4000
Agua	400
Luz	1500
Teléfono	300
Vigilancia	3000
Otros	500
Mantenimiento del almacén	1500
Materiales (cintas, zunchos, etc.)	1800
Seguro del almacén	800
<b>Total</b>	<b>13 800</b>

Tabla 3.14: Costo de las instalaciones

Considere un tipo de cambio de S/, 3,3 por US\$.

Adicionalmente, el almacén tiene gastos de mantenimiento anuales de las estanterías de almacenamiento y montacargas de 3% y 5% de la inversión inicial respectivamente. El periodo de depreciación para las estanterías es de quince años y para los equipos de manipulación es de diez años.

La inversión inicial en estanterías de almacenamiento fue de US\$ 300 000 y de US\$ 100 000 en equipos de manipulación.

El área de planeamiento había definido un stock de seguridad igual a diez días de venta (en base a una venta promedio diaria de 4800 cajas).

La revisión de los kárdex de la empresa determinó que el inventario promedio era diferente cada semana debido a la concentración de ventas en la última semana, tal como indica el siguiente cuadro:

	Producción (cajas)	Ventas (cajas)
Primera semana	24 000	5280
Segunda semana	24 000	15 360
Tercera semana	24 000	23 040
Cuarta semana	33 600	61 920

Tabla 3.15: Detalle de producción y ventas

Por política de la empresa el inventario al inicio de cada mes era igual al stock de seguridad.

Los datos de paletización del almacén indicaban 60 cajas/pallet de almacenamiento.

Determine usted la alternativa más económica para la gestión de los almacenes de la empresa.

### Problema 3.5

Usted es el gerente del centro de distribución de productos terminados de una multinacional americana que se dedica a la comercialización de alimentos para mascotas, y está preocupado porque desde hace varios años la empresa crece a un ritmo importante y el almacén sigue teniendo el mismo espacio, razón por la cual luce desordenado, con cajas en los pasillos debido a la falta de espacio, haciendo lenta la operación.

#### La gestión de inventarios de productos terminados

1. Tanto la producción como la venta tenían niveles de operación muy bajos las tres primeras semanas, pero la cuarta semana registraban los mayores niveles de actividad, como se muestra en el siguiente cuadro, donde se registra el porcentaje de cajas de productos terminados:

	Ingresos al almacén (producción)	Salidas del almacén (ventas)
Primera semana	17,65%	10%
Segunda semana	17,65%	10%
Tercera semana	17,65%	10%
Cuarta semana	47,05%	70%
Total	100%	100%

Tabla 3.16: Porcentajes de cajas de productos terminados

2. La producción y la venta mensual era de 85 000 cajas

3. El área de planeamiento había definido un stock de seguridad de diez días de venta, calculado en base a una demanda promedio de 3500 cajas vendidas por día. Además, había determinado que el stock al final de cada mes debía ser equivalente al stock de seguridad.

Nota: se entiende por cobertura el cociente de stock/demanda promedio.

#### El almacén

1. El almacén estaba construido sobre 1200 m<sup>2</sup> y estaba diseñado para una capacidad de 38 000 cajas de almacenamiento.

2. El personal que laboraba en el almacén era el jefe de almacén y dos supervisores, uno de recepción y otro de despacho; 24 operarios y 4 operadores de montacargas. Los sueldos del personal eran los siguientes:

Jefe S/. 5000

Supervisores S/. 2500

Operarios S/. 600

Operadores de montacargas S/. 900

3. El costo empresa es de 1,57 y todos los operarios habían firmado un convenio de compensación de horas extras, con lo cual las horas extras no se pagaban sino más bien se compensaban en los días en que el trabajo era bajo saliendo más temprano.

4. Los costos de impuestos municipales y seguro de las instalaciones ascendían a S/. 2000 mensual. El mantenimiento de las mismas era de S/. 5700 al mes.

5. Los gastos de mantenimiento de los cuatro montacargas eran de 8% al año de su inversión inicial. Cada montacargas costó US\$ 30 000. Debido a su antigüedad los montacargas estaban completamente depreciados.

6. La depreciación del sistema de información era de US\$ 300 al mes.

7. Los daños producidos a la mercadería por mala manipulación debido al desorden existente eran de S/. 8000 al mes.

Usted había reflexionado sobre el problema y no estaba seguro si la solución era ampliar el almacén, con los consiguientes incrementos en los costos o simplemente reducir los niveles de stock de seguridad, con los consiguientes ahorros que esto representaría.

Preguntas:

1. Calcule el stock al final de cada una de las cuatro semanas del mes, la cobertura de dicho stock y la utilización del almacén en cada una de las cuatro semanas.

2. Si logra convencer al área de planeamiento de cambiar la política de stock de seguridad a cinco días, calcule la nueva cobertura y la utilización del almacén al final de cada una de las cuatro semanas.
3. Indique dos argumentos a favor y dos en contra de reducir los niveles de stock de seguridad.
4. Halle la estructura de costos mensual del almacén. Considere el tipo de cambio del día.

### **Problema 3.6**

Jorge era el jefe de un centro de distribución de CLOREX, una empresa fabricante de productos de limpieza, los cuales eran distribuidos a nivel nacional a través de mayoristas, distribuidores exclusivos y detallistas. Hace poco su jefe, el gerente de logística, le había llamado la atención debido a que el almacén lucía desordenado todo el tiempo con los pallets de productos en los pasillos de manipulación, bajos niveles de productividad y una exactitud de inventarios muy baja, que hacía perder ventas a la compañía. Además, su jefe también le había pedido la estructura de costos del almacén, para lo cual Jorge se contactó con las distintas áreas de la empresa para conseguir la información. A continuación mostramos un resumen de la información recabada.

#### **Las instalaciones del almacén**

El almacén de la empresa CLOREX, tenía un espacio de 2500 m<sup>2</sup>, de los cuales el 60% era área de almacenamiento y el 40% restante de manipulación. El sistema de almacenamiento era de apilamiento en bloque a tres niveles, usando pallets estándar, de 1,00 x 1,20 m en los que cabían 45 cajas de productos terminados, siendo la separación entre pallets de 10 cm.

El área de contabilidad le informó a Jorge que la inversión en obras civiles del almacén fue calculada en US\$ 240 por m<sup>2</sup> y la vida útil era de treinta años, el almacén ya tenía diez años de antigüedad. Adicionalmente, los gastos mensuales de mantenimiento eran de S/. 2000.

#### **Los equipos de manipulación**

CLOREX contaba con cuatro montacargas contrabalanceados, adquiridos tres años atrás, los cuales costaron US\$ 14 000 cada uno y tenían una vida útil de cinco años. Además, contaba con ocho transpallets manuales para el picking de productos, cada una había costado US\$ 600 y tenían una vida útil de tres años. Los transpallets se habían comprado hacía un año.

La empresa que les vendió los equipos firmó un contrato de mantenimiento preventivo cuyo costo anual era de 3,5% del valor de la inversión en cada montacargas. Adicionalmente pagan US\$ 7 mensuales por el mantenimiento preventivo de cada transpallets.

#### **Los recursos humanos**

Jorge tenía un sueldo bruto de S/. 4500 mensuales y los dos supervisores a su mando, uno de recepción y otro de despacho, ganaban S/. 2800 cada uno.

Además, Jorge contaba con la siguiente plantilla de obreros:

- a. Cuatro obreros operadores de montacargas con un sueldo bruto de S/. 750 mensual cada uno.
- b. Doce obreros de recepción y despacho, con un sueldo bruto de S/. 600 mensual cada uno.

El área de recursos humanos informó a Jorge que las horas extras en el almacén solo se generaban la última semana de cada mes, las tres primeras semanas no existían registros de horas extras. Todos los obreros, sean estos de recepción, despacho u operadores, se quedaban hasta las 8:00 p.m. todos los días de la última semana del mes, pues casi todos los pedidos de clientes llegaban esa semana y debían atenderlos. Jorge sabía que las dos primeras horas extras tenían un recargo de 25% y la tercera un recargo de 35%. El costo empresa era de 1,57 (las horas extras también eran afectadas por el costo empresa).

El horario de trabajo en el almacén era de lunes a sábado de 08:00 17:00 horas, el cual incluía una hora de refrigerio.

#### **El sistema de información**

CLOREX usaba el SAP R3 como ERP para todas las transacciones de la empresa. El costo del software fue de US\$ 150 000 a depreciarse en cinco años. A logística le correspondía solo el 30% de este costo. Adicionalmente se pagaban US\$ 2500 anuales por cada una de las tres licencias que tenía logística (para Jorge y sus dos supervisores).

Las mermas, robos y pérdidas en el almacén, debido a malas manipulaciones, errores en los despachos, etc., se calculaban en US\$ 3000 mensuales.

Preguntas:

1. Calcule usted la capacidad del almacén medida en pallets y en cajas.
2. Calcule usted la estructura de costos mensual del almacén en soles. Asuma un tipo de cambio de 2,90 soles por dólar.

Jorge estaba seguro que gran parte de los problemas del almacén se debían a los altos niveles de inventario, cuyas políticas sospechaba no se habían revisado desde hace mucho tiempo. En una entrevista con el jefe de planificación, este le informó lo siguiente:

- a. El área de planeamiento había definido un stock de seguridad de diez días de venta en base a una venta diaria de 10 560 cajas.
- b. La venta era irregular y se concentraba en la última semana del mes, lo cual obligaba a que la producción fuera irregular para responder a las necesidades del área de ventas. La producción y las ventas se pueden ver en el siguiente cuadro:

	Producción (cajas)	Ventas (cajas)
Primera semana	62 400	13 728
Segunda semana	62 400	39 936
Tercera semana	62 400	59 904
Cuarta semana	87 360	160 992
Total mensual	274 560	274 560

Tabla 3.17: Producción y ventas en cajas por semana

- c. La política de inventario indicaba que el stock al inicio de cada mes debería ser igual al stock de seguridad.
- d. El costo unitario de cada caja es de 10 soles.

#### Preguntas

1. Calcule usted los niveles de inventario en cajas al final de cada semana y la respectiva utilización del almacén. Comente.
2. Si la política de stock de seguridad cambia a 5 días de inventario, calcule los nuevos niveles de inventario y la utilización del almacén Comente.
3. Calcule los ahorros anuales en costos de posesión de inventarios en soles que resulta de cambiar la política de inventarios, si la tasa anual de posesión de inventarios de CLOREX era de 25%. Comente.

#### Resumen del capítulo

1. Los almacenes se clasifican en dos categorías básicas, aquellos orientados a optimizar el uso del espacio cúbico de almacenamiento y los orientados a optimizar el flujo de productos. Los almacenes de uso general optimizan el uso del espacio de almacenamiento, las plataformas de consolidación, expedición y cross dock optimizan el flujo de productos. Los centros de distribución optimizan el uso del espacio cúbico y el flujo de productos.
2. El estudio del manejo de materiales en un almacén está orientado a hacer más eficientes las labores del ciclo de almacenamiento y requiere la definición de: las unidades de manipulación, los principios de localización de materiales, el layout del almacén, las reglas del flujo de salida y los sistemas de codificación a usar en el almacén.
3. El ciclo de almacenamiento gestiona la ejecución correcta y eficiente de las actividades al interior de un almacén, dichas actividades son: Recepción, Almacenamiento, Preparación de pedidos, Despacho y Control de stocks. Un sistema de gestión de almacenes o WMS busca alcanzar altos niveles de eficiencia en la realización de dichas actividades.

<sup>8</sup> Ver el capítulo 4 dedicado a medios de transporte.

<sup>2</sup> Ver compras especulativas en el capítulo 4 de este libro.

<sup>10</sup> También conocido como ASN, del inglés *Advanced Shipping Notices* o Avisos Anticipados de Envíos, estudiados más adelante en este mismo capítulo.

<sup>11</sup> Para mayor información consulte la siguiente página web: [www.gs1pe.org](http://www.gs1pe.org).

<sup>12</sup> Las horquillas corresponden a la parte del montacargas que tiene forma de brazos extendidos y que entran en contacto con la base inferior del pallet para levantarlo con el fin de facilitar su movimiento.

<sup>13</sup> Los datos de alturas alcanzadas mostrados son aproximados y dependen del fabricante del equipo.

## CAPÍTULO 4

### MEDIOS DE TRANSPORTE

#### Objetivos de aprendizaje

Después de leer este capítulo el lector será capaz de:

1. Entender la importancia de la carga y su preparación para el transporte.
2. Describir los distintos medios disponibles para el transporte y sus elementos componentes.
3. Discutir los criterios para elegir el medio de transporte adecuado.

El transporte permite el traslado físico de productos entre dos instalaciones de la cadena de suministro, bajo los siguientes medios: el acuático, en sus modalidades marítima, fluvial y lacustre; el terrestre, en sus alternativas carretero y ferroviario; el medio aéreo y finalmente los ductos.

La planificación del transporte tiene por objetivo garantizar la entrega del producto en perfecto estado de conservación, en el tiempo previsto y a un costo razonable. Para lograrlo, el estudio de los medios de transporte en este libro se organiza en los siguientes temas:

- a) El estudio de la carga y su preparación para el transporte;
- b) Las modalidades de transporte existentes, ventajas y desventajas, tipos de vehículos, terminales de carga y estructura de costos;
- c) Los criterios para seleccionar el medio a utilizar.

## 1. LA CARGA Y SU PREPARACIÓN PARA EL TRANSPORTE

### 1.1. La carga a transportar

La carga es un conjunto de bienes arreglados de manera tal que su transporte y almacenamiento se realice con facilidad y rapidez. Desde el punto de vista del transporte, la carga puede ser clasificada en los siguientes tipos:

#### 1.1.1. Carga general

Es aquel tipo de carga conformada por productos que requieren el uso de algún envase o embalaje, como sacos, cajas, pallets, y que se transportan en cantidades más pequeñas que la carga a granel.

Este tipo de carga se clasifica en función de su grado de preparación:

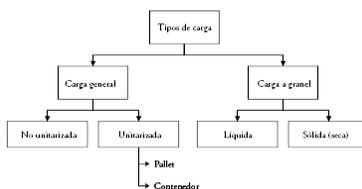
- Carga suelta (o de preparación mínima): constituida por aquellos productos que se transportan o manipulan individualmente, es decir, en forma separada. A este tipo de carga corresponden los bultos, fardos, paquetes, sacos, entre otros.
- Carga unitarizada (o carga preparada): la carga unitarizada está compuesta por productos agrupados en una unidad estándar de transporte y almacenamiento, las cuales pueden ser pallets o contenedores.

La unitarización de la carga es importante porque establece estándares para la manipulación internacional. Sin estos estándares no sería posible el actual desarrollo alcanzado por la distribución física internacional.

- Carga a granel: el transporte de graneles sólidos y líquidos, tales como el carbón, la cebada, el maíz, el petróleo, entre otros, se realiza bajo la modalidad de granel, lo cual no requiere el uso de embalaje ni de agrupamiento o unitarización de la carga.

Por lo general este tipo de productos se almacenan en silos o tanques y se manipulan con bandas transportadoras o ductos.

El siguiente esquema muestra los tipos de carga mencionados:



Esquema 4.1: Tipos de carga

## PUNTO CLAVE

El tipo de carga queda determinado por el uso o no de embalajes y envases. La carga general requiere de embalajes o envases, la carga a granel no.

La naturaleza de la carga determina la elección del transporte y los cuidados que se deben tener. La carga, según su naturaleza y cuidado puede ser:

- **Carga perecedera:** corresponde a aquel tipo de productos que tienen un tiempo de vida determinado, al cabo del cual perece o se degrada. Su transporte requiere del control de la temperatura para su conservación adecuada. Adicionalmente requerirá de preservantes, envases especiales, entre otros. Algunos ejemplos de este tipo de productos son las frutas y verduras, carnes, productos marinos, flores frescas, entre otros.
- **Carga frágil:** es aquel tipo de productos quebradizos, que se hacen pedazos con facilidad, como la loza, el vidrio, etc. Por tanto, su manipulación, transporte y almacenamiento debe realizarse con mucho cuidado.  
El embalaje tiene mucha importancia para este tipo de productos, porque determina su conservación. Otro aspecto importante es el marcado, el cual debe indicar los cuidados que se deben tener al manipularlo, la forma correcta de almacenarlo, entre otros.
- **Carga peligrosa:** es aquel tipo de carga que tiene naturaleza explosiva, inflamable, radiactiva o cualquier otra característica que represente el riesgo de provocar accidentes, daños a la naturaleza, al vehículo que la transporta, etc. Ejemplos de este tipo de productos son el petróleo, productos químicos, venenos, entre otros.
- **Carga de dimensiones o pesos especiales:** este tipo de carga se diferencia de las demás debido a que su manipulación y transporte requieren de un manejo y cuidados especiales y, por ello, se cobran sobre tasas adicionales, las que están incluidas en el flete.

## 1.2. La preparación de la carga a transportar

### 1.2.1. Embalaje

El embalaje es la primera consideración en la preparación de la carga a transportar y tiene por objetivo proteger a la carga durante su transporte y manipulación a través de los distintos países que cruza hasta llegar al destino final. Otro objetivo del embalaje es la facilitación de la manipulación de la carga durante su transporte y almacenamiento a través de los distintos medios de transporte que lleven la carga a su destino final. También el embalaje debe buscar aprovechar al máximo los espacios disponibles para conseguir un mejor aprovechamiento del costo del flete.

El embalaje se realiza de acuerdo a las necesidades específicas de la carga. No existe un embalaje teórico ideal para la carga. Las fuentes básicas de costos de embalajes son la mano de obra, los materiales utilizados para el embalaje y los equipos necesarios.

De manera general, los costos en embalajes del transporte marítimo y terrestre, en sus modalidades carretero y ferroviario, son mayores que en el transporte aéreo, debido a que la manipulación y el movimiento en dichos medios son más rudos que en el último. Además, debido a la capacidad de los aviones, la carga del transporte aéreo por lo general es ligera, por tanto la exigencia es menor.

Los materiales más comúnmente utilizados para el embalaje son el papel, en sus modalidades de cartón y cartón corrugado, madera, plásticos y metales.

Si bien es cierto que la elección del embalaje está determinada por el tipo de carga y el medio de transporte a utilizar, existen relaciones entre el uso de embalajes más resistentes con mayor costo pero que son compensados por menores niveles de mermas. Este tipo de relación es analizado en el problema 4.1 de este capítulo.

## PUNTO CLAVE

El incremento de los costos que significan usar embalajes más resistentes debe ser compensado con la disminución de las mermas originadas por el transporte y la manipulación.

### 1.2.2. Marcado

El marcado consiste en identificar las principales características de cada una de las piezas o partes que conforman la carga. Algunas consideraciones para la realización del marcado son las siguientes:

- a) Las letras, números y demás símbolos utilizados deben ser legibles y estar expresados en la lengua del país de destino.
- b) El material empleado para el marcado de los productos debe ser resistente al mal tiempo, a los cambios de clima, al agua y la humedad.
- c) Las marcas deben estar localizadas en un lugar visible del bulto. Para ello, se aconseja colocar la marca en la parte superior o tapa y/o en los flancos del bulto.

Según Ruibal (1994, p. 41) las marcas utilizadas, de acuerdo a su contenido, se pueden clasificar en los siguientes tres grupos:

- Marcas estándar: información referente al comprador, número de referencia, destino y número de bulto, que debe figurar en los bultos y constar en los documentos.
- Marcas informativas: información adicional, como peso bruto, país de origen o número de la licencia de importación que se requiera sobre cada bulto.
- Marcas de manipuleo: instrucciones de manipulación y advertencias de peligro.

La actividad de poner marcas en los embalajes o marcado suele consumir mano de obra, materiales tales como tinta, rótulos, entre otros, y los equipos necesarios para hacer la aplicación de la marca. En algunos casos, en especial cuando el material del embalaje es cartón, las marcas vienen incorporadas en el embalaje del producto. En ese caso los costos de embalaje y marcado se gestionan como una unidad.

### **1.2.3. Unitarización de la carga**

La unitarización consiste en el agrupamiento de la mercancía para facilitar su almacenamiento y traslado. Este agrupamiento conforma la unidad de mercancía y su transporte se realiza de manera indivisible.

Por ejemplo, si se agrupan diez latas de atún en conserva en una caja, esta caja representaría una primera unidad de carga. Si ochenta cajas se colocan en un pallet, este pallet se constituiría también en una unidad de carga. Si 24 pallets se ingresan a un contenedor, el contenedor también se constituye en una unidad de carga.

El requisito de cada una de estas unidades es que su transporte o almacenamiento se realice sin ruptura o de manera indivisible.

Las ventajas de la unitarización de la carga son las siguientes:

- a) Manipulación de las unidades de carga rápidas y por consiguiente económicas;
- b) Reducción del tiempo de permanencia de una unidad de transporte en espera de ser cargada;
- c) Menores costos de los seguros al estar la carga agrupada y menos expuesta a los robos y daños durante su transporte.

La unitarización tiene dos principales modalidades: paletización y contenedorización.

#### **1.2.3.1. Paletización**

La paletización consiste en colocar sobre una plataforma o pallet las mercancías para facilitar su transporte, almacenamiento y manipulación.

De acuerdo a las normas ISO 445:1965, un *pallet* o paleta es «una plataforma de carga que consiste básicamente de dos bases separadas entre sí por soportes, o una base única apoyada sobre patas de una atadura suficiente para permitir su manipuleo por medio de camiones montacargas o camiones porta pallets. El término incluye pallets planas, de caja o con pilares»<sup>14</sup>.

La mercadería colocada sobre los pallets por lo común es forrada con una lámina plástica retráctil que garantiza su estabilidad durante los procesos de carga, transporte, descarga y almacenamiento. Adicionalmente se pueden utilizar esquineros, zunchos y otros materiales para aumentar la estabilidad de la carga.

Los pallets más comunes son de madera, pero también pueden ser fabricados de otros materiales, como metal o plástico. Estos deben estar diseñados para resistir al manipuleo, estando sus dimensiones y características en función de la maquinaria de manipuleo, infraestructura de almacenamiento y unidades de transporte.

#### **Ventajas del uso de pallets**

- Uso múltiple. Permiten ser utilizados tanto durante el proceso productivo, de transporte y almacenamiento.
- Son baratos. A ello se debe su uso difundido.
- Eleva la productividad de los medios de transporte, ya que los tiempos de carga y descarga de mercancías se acortan.
- Eleva la rapidez de la manipulación de productos en los almacenes, elevando al mismo tiempo la productividad de la mano de obra.

Los costos relacionados con la paletización son: (a) la mano de obra; (b) los equipos necesarios, que generalmente son montacargas o transpallets manuales para movilizar la carga; (c) el costo del pallet; y (d) los materiales adicionales utilizados en la paletización, que pueden ser el film retráctil, esquineros utilizados para darle estabilidad a la carga, zunchos, entre otros.

Con respecto a los pallets, existen empresas que se dedican al arriendo de pallets, entregando estos en el lugar de la preparación de la carga y recogiéndolos en el lugar de destino, para su posterior alquiler a otros usuarios.

Por ejemplo, CHEP es una empresa australiana fundada en 1958 de presencia global, que tiene una solución llamada *pooling*, mediante la cual alquila pallets y contenedores a sus clientes, quienes paletizan su mercadería en los pallets de CHEP, realizan sus entregas y CHEP se encarga de recoger los pallets en los puntos de destino.

### 1.2.3.2. Contenedorización

El contenedor es una caja de acero rectangular que protege las mercancías contra las inclemencias del tiempo, de posibles daños y riesgos inherentes a la manipulación y transporte. El contenedor debe ser lo suficientemente fuerte para ser utilizado varias veces, su diseño debe facilitar su transferencia de un medio de transporte a otro. La manipulación del contenedor debe ser realizada como si se tratase de una unidad, sin que se manipule su contenido por separado.

El uso del contenedor se constituye en un embalaje adicional para la mercancía, siendo una protección más.

Las medidas de un contenedor son estándares y reguladas por disposiciones ISO, siendo los más utilizados los contenedores de 20 y 40 pies de longitud.

La capacidad de un contenedor de 20 pies es de aproximadamente 33 m<sup>3</sup> y de 66 m<sup>3</sup> para uno de 40 pies. La capacidad en peso puede variar de 20 a 25 toneladas, dependiendo de las especificaciones del fabricante, existiendo así contenedores reforzados de hasta 30 toneladas.

Los contenedores tienen diversas características, de acuerdo a las necesidades del transporte de mercancías. Así pues, existen contenedores secos, refrigerados o de temperatura controlada, de techo abierto, entre otros.

El uso tan difundido de los contenedores ha establecido al TEU (*Twenty for Equivalent Units*) o espacio ocupado por un contenedor de 20 pies, como una nueva unidad de medida para las estadísticas de movimiento de carga. Un contenedor de 40 pies equivale a 2 TEU.

Ventajas del uso de contenedores:

- El uso de los contenedores agiliza las operaciones de carga y descarga de mercancías de las unidades de transporte, reduciendo el tiempo de espera de la unidad de transporte para seguir realizando sus rutas o viajes.
- Al tener los contenedores dimensiones estándar, permite su transferencia a distintos medios de transporte, en cualquier lugar del mundo.
- Reducen las primas de seguro al estar la mercancía más protegida.
- Permite la consolidación de la carga de distintos proveedores para distintos clientes.

Los contenedores por lo general son arrendados por las empresas de transporte, y el costo del alquiler está incorporado dentro del costo del flete.

Los costos incurridos en la *contenedorización* están relacionados con la mano de obra, equipos necesarios para llenar el contenedor y manipularlo, y los materiales adicionales para asegurar la carga dentro del contenedor y protegerla de movimientos bruscos.

### 1.2.4. Manipulación

La manipulación se origina por varios motivos: cuando se cargan y descargan los vehículos, cuando la carga se transfiere a otro vehículo del mismo medio de transporte, cuando se cambia la carga a otro vehículo de otra modalidad de transporte, cuando existen almacenamientos intermedios, entre otros.

La actividad de cargar las mercaderías en las unidades de transporte se conoce también como estiba, la descarga es conocida como desestiba.

Los costos de la manipulación están relacionados con la utilización de mano de obra y de equipos, y varían en función al volumen transportado. Además, el tipo de carga y su naturaleza también determinan los costos de la manipulación.

En el siguiente problema se busca mostrar los intercambios de costos que existen entre los embalajes usados, el nivel de mermas y las necesidades de manipulación de la carga.

#### Problema 4.1

La empresa «San Jacinto» ha obtenido un contrato para venderle a la empresa colombiana «Los Girasoles» las esculturas que produce. Las condiciones del contrato establecen:

El lote de esculturas enviadas podrá fluctuar entre 6000 y 8000 unidades, de acuerdo a la capacidad del camión contratado por «Los Girasoles».

Las cajas que contienen las esculturas pueden ser cargadas directamente al camión (modalidad llamada carga suelta) o pueden agruparse en pallets (carga paletizada).

«Los Girasoles» pagará US\$ 3,50, sin incluir IGV, por cada escultura que llegue en buen estado a sus almacenes.

El peso promedio de las esculturas es de 1,8 kg.

El costo de fabricación de las esculturas es de US\$ 2 por unidad.

El tipo de cambio a la fecha es de 3,25 soles por dólar.

El gerente de logística encargó al personal de su gerencia que solicite las cotizaciones necesarias para poder cumplir con los requerimientos del despacho, y estos fueron los datos que le presentaron.

	Opción 1	Opción 2
Costo US\$/und	0,30	0,40
Medidas en cm		
Largo	15	15
Ancho	15	20
Alto	15	15
Peso en kilos	0,2	0,3
Mermas		
Merma de las esculturas en transporte como carga suelta	10%	3,5%
Merma de las estructuras en transporte paletizado	7%	0,5%

Tabla 4.1: Empaque individual de esculturas

Costo de la caja de cartón	1,00	US\$
Medidas en cm		
Largo	60	cm
Ancho	30	cm
Alto	15	cm
Peso de la caja	0,70	kg.
Apilamiento máximo	245	kg/col.

Tabla 4.2: Embalaje en cajas de cartón

Costo unitario	18	US\$ / pallet
Medidas	120 x 120	cms.
Carga máxima soportada	1000	kilos
Apilamiento máximo	2	pallets

Tabla 4.3: Pallets

Costos de la carga de la unidad de transporte:

a) Si la carga se transporta suelta, los datos son los siguientes:

Personal de carga y descarga	4	Personas
Costo del jornal (8 horas) por persona. Pagos en jornal o medio jornal	25	S/. por persona
Rendimiento del grupo	120	Cajas/hora

b) Si la carga se transporta paletizada, los datos son los siguientes:

Costo de alquiler de montacarga (hora o fracción)	10	US\$/hora
Tiempo de acomodo por pallet	5	minutos

Datos del camión contratado por los Girasoles:

Dimensión de la unidad de carga	2,45 x 4,85	m x m
Peso máximo que puede cargar en kg.	20 000	kg

**Preguntas:**

1. Determine el margen de la operación (ventas - costos) considerando las mermas cuando el camión es llenado con carga suelta para las dos opciones de empaque individual presentadas.
2. Determine el margen de la operación (ventas - costos) considerando las mermas cuando el camión es llenado con carga paletizada para las dos opciones de empaque individual presentadas.
3. Establezca la mejor alternativa de embalaje y estiba para las esculturas y determine el margen de utilidad alcanzado.

### Solución

1. El camión es llenado por la modalidad de carga suelta.

#### Opción 1:

Número de esculturas por caja: 8

Peso por caja:  $8(1,8+0,2) + 0,7 = 16,7$  kg.

Peso máximo soportado: 245 kg.

Número máximo de niveles:  $(1 + 245)/16,7 = 15,67 \rightarrow 15$  niveles

Número total de cajas cargadas al camión:  $15 \times 64 = 960$  cajas

Número total de esculturas:  $960 \times 8 = 7680$  esculturas

Merms durante el transporte:  $10\%(7680) = 768$  esculturas

Total de esculturas en buen estado:  $7680 - 768 = 6912$  esculturas

Costo de la estiba del camión:

Número de horas necesarias para la carga  $960/120 = 8$  horas (un jornal)

Costo de la estiba del camión:  $(1 \times 25 \times 4)/3,25 = \text{US\$ } 30,70$

Cálculo del margen de la operación:

Ventas (descontando las merms del transporte):  $3,5 \times 6912 = \text{US\$ } 24\ 192$

Costo del producto:  $7680 \times 2 = \text{US\$ } 15\ 360$

Costo del empaque:  $7680 \times 0,3 = \text{US\$ } 2304$

Costo de las cajas:  $960 \times 1 = \text{US\$ } 960$

Costo de la estiba:  $\text{US\$ } 30,7$

Margen:  $\text{US\$ } 5537,30$

#### Opción 2:

Número de esculturas por caja: 6 esculturas

Peso por caja:  $6 \times (1,8+0,3) + 0,7 = 13,3$  kg.

Peso máximo soportado: 245 kg.

Número máximo de niveles:  $(1 + 245)/13,3 = 19,42 \rightarrow 19$  niveles

Número total de cajas cargadas al camión:  $19 \times 64 = 1216$  cajas

Número total de esculturas:  $1216 \times 6 = 7296$  esculturas

Merms durante el transporte:  $3,5\% \times 7296 = 255$  esculturas

Total de esculturas en buen estado:  $7296 - 255 = 7041$  esculturas

Estiba del camión:

Número de horas necesarias para la carga:  $1216/120 = 10,13$  equivale a 1,5 jornales

Costo de la estiba:  $1,5 \times 25 \times 4 / 3,25 = \text{US\$ } 46$

Cálculo del margen de la operación:

Ventas (descontando las merms del transporte):  $3,5 \times 7041 = \text{US\$ } 24\ 643$

Costo del producto:  $7296 \times 2 = \text{US\$ } 14\ 592$

Costo del empaque:  $7296 \times 0,4 = \text{US\$ } 2918$

Costo de las cajas:  $1216 \times 1 = \text{US\$ } 1216$

Costo de la estiba:  $\text{US\$ } 46$

Margen:  $\text{US\$ } 5872$

2. El camión es llenado por la modalidad de carga paletizada.

#### Opción 1:

Número de esculturas por caja: 8 esculturas

Peso por caja:  $8(1,8+0,2) + 0,7 = 16,7$  kg.

Número de cajas por nivel en un pallet:  $4 \times 2 = 8$  cajas

Número máximo de niveles por pallet:  $1000/(8 \times 16,7) = 7,4 \rightarrow 7$  niveles

Número total de cajas por pallet:  $7 \times 8 = 56$  cajas  
Número total de pallets en el camión:  $8 \times 2 = 16$  pallets  
Número total de cajas en el camión:  $16 \times 56 = 896$  cajas  
Total de esculturas en el camión:  $8 \times 896 = 7168$  esculturas  
Mermas durante el transporte:  $7\% \times 7168 = 502$  esculturas  
Total de esculturas en buen estado:  $7168 - 502 = 6666$  esculturas

Costos de la estiba del camión:

Número de pallets a cargar en el camión: 16 pallets  
Tiempo estimado necesario para la carga:  $16 \times 5 = 80$  min (equivale a dos horas de alquiler)  
Costo del alquiler del montacargas:  $2 \times 10 = \text{US\$ } 20$

Cálculo del margen de la operación

Ventas (descontando las mermas del transporte):  $3,5 \times 6666 = \text{US\$ } 23\,331$   
Costo del producto:  $7168 \times 2 = \text{US\$ } 14\,336$   
Costo del empaque:  $7168 \times 0,3 = \text{US\$ } 2150$   
Costo de las cajas:  $896 \times 1 = \text{US\$ } 896$   
Costo del alquiler del montacargas:  $\text{US\$ } 20$   
Costo del pallet:  $18 \times 16 = \text{US\$ } 288$

Margen:  $\text{US\$ } 5641$

### **Opción 2:**

Número de esculturas por caja: 6 esculturas  
Peso por caja: 13,3 kg.  
Número de cajas por nivel en un pallet:  $4 \times 2 = 8$  cajas  
Número máximo de niveles por pallet:  $1000 / (8 \times 13,3) = 9,4 \rightarrow 9$  niveles  
Número total de cajas por pallet:  $9 \times 8 = 72$  cajas  
Número total de pallets en el camión:  $8 \times 2 = 16$  pallets/viaje  
Número total de cajas en el camión:  $16 \times 72 = 1152$  cajas  
Total de esculturas en el camión:  $6 \times 1152 = 6912$  esculturas  
Mermas durante el transporte:  $0,5\% \times 6912 = 35$  esculturas  
Total de esculturas en buen estado: 6877

Costos de la estiba del camión:

Número de pallets a cargar en el camión: 16 pallets  
Tiempo estimado necesario para la carga:  $16 \times 5 = 80$  min (equivale a 2 horas de alquiler)  
Costo del alquiler del montacargas:  $2 \times 10 = \text{US\$ } 20$

Cálculo del margen de la operación:

Ventas (descontando las mermas del transporte):  $3,5 \times 6877 = \text{US\$ } 24\,070$   
Costo del producto:  $6912 \times 2 = \text{US\$ } 13\,824$   
Costo del empaque:  $6912 \times 0,4 = \text{US\$ } 2765$   
Costo de las cajas:  $1152 \times 1 = \text{US\$ } 1152$   
Costo del alquiler del montacargas:  $\text{US\$ } 20$   
Costo del pallet:  $18 \times 16 = \text{US\$ } 288$

Margen:  $\text{US\$ } 6021$

3. La mejor alternativa es la carga paletizada de la opción 2, debido al menor número de mermas y a un incremento poco significativo de costos de los embalajes.

## **2. MEDIOS DE TRANSPORTE**

El siguiente problema, relacionado con el traslado físico de mercancías, es la selección adecuada de los medios de transporte, ya que esto determina los costos y el tiempo del transporte.

En la selección de los medios de transporte es importante conocer las rutas, los elementos que componen cada medio de transporte (terminales de carga y unidades de transporte) y las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

### **2.1. Transporte marítimo**

De entre todos los medios de transporte, el marítimo es el que puede trasladar el mayor volumen de carga, de los tipos más diversos y recorriendo las distancias más grandes.

Entre las características más importantes del transporte marítimo podemos citar:

- a) Economía: es el único medio para transportar grandes volúmenes de mercancías a bajo costo.
- b) Flexibilidad: existen distintos tipos de buque adaptados o especializados para los distintos tipos de carga.
- c) Carácter nacional e internacional: sus rutas cubren destinos ubicados en distintos países. También ofrecen la posibilidad de transportar mercancías entre destinos ubicados en un mismo país. Esta alternativa se conoce con el nombre de cabotaje.

### 2.1.1. Ventajas del transporte marítimo

Las ventajas del transporte marítimo están muy relacionadas con sus características, entre las cuales podemos citar las siguientes:

- Capacidad: las unidades de transporte de mayor capacidad pertenecen al medio marítimo. En la actualidad existen buques petroleros de 500 000 TM (Ruibal, 1994, p. 115).
- Economías de escala: si duplicamos la capacidad de una unidad de transporte marítimo o buque, los costos operativos de la unidad de transporte se incrementarán en un porcentaje menor. Según Hoffmann (2003, p. 11) algo similar ocurre con las distancias recorridas, pues el duplicar la distancia incrementará el costo del transporte en un 16,5 %.
- Oferta variada de buques: existen buques para los distintos tipos de carga, carga general, en su modalidad suelta o unitarizada, o carga a granel ya sea líquida o sólida.
- Confiabilidad: este medio de transporte es menos susceptible a cambios en sus horarios debido a condiciones adversas del clima.

### 2.1.2. Desventajas del transporte marítimo

- Accesibilidad: debido a que el transporte marítimo requiere de terminales de carga o puertos para sus actividades de carga y descarga de mercancías, su accesibilidad está limitada a la ubicación de dichos terminales, que pueden estar lejos o cerca de los puntos de producción y consumo.
- Velocidad: este medio de transporte tiene bajas velocidades en comparación con los servicios de transporte en tierra y aire. Esto afecta directamente a los costos de posesión de inventarios en tránsito. La idea es que menores tiempos en tránsito disminuirán los costos de posesión de inventarios en tránsito. En la elección de un medio de transporte se deben considerar, además de los costos de fletes, los costos del inventario en tránsito.
- Frecuencia: la oferta de servicios de transporte marítimo no es tan frecuente como el servicio terrestre o aéreo, lo cual implica mayores tiempos de almacenamiento en los puertos de origen, mayores costos de posesión de inventarios y menores ratios de rotación.

### 2.1.3. Tipos de buques

- Buques de carga general: es el tipo más importante de buques del transporte marítimo. Transporta tanto carga suelta como carga unitarizada.
  - Buques de carga a granel sólida (*bulk carriers*): utilizados para carga a granel sólida, sin embalar, tales como minerales o cereales entre otros. La naturaleza del tipo de producto que transportan, de bajo costo, obliga a la utilización de buques de grandes capacidades para aprovechar al máximo las economías de escala, que permiten obtener fletes más económicos.
  - Buques de carga a granel líquida (*tankers*): utilizados para el transporte de petróleo, tanto crudo como refinado, productos químicos, gases licuados, entre otros.
  - Buques de transbordo rodado (*roll on / roll off* - RO/RO): especializados en el transporte de carga rodante: automóviles, camiones, tractores, entre otros.
  - Buques porta contenedores (*container carriers*): buques especializados en el transporte exclusivo de contenedores. Dichos buques pueden estar equipados con grúas o no para la manipulación de los contenedores.
- Estos buques se clasifican según su capacidad de transporte, medida en TEU:

Tipo de buque	Capacidad (TEUS)
Feeder	[0-500]
Feeder max	[500-1000]
Handy	[1000-1600]

Sub Panamax	[1600-2500]
Panamax	[2500-3800]
Post Panamax	[3800-5800]
Super Post Panamax	[5800-8000]

Tabla 4.4: Clasificación de buques porta contenedores

Actualmente, según Gallegos (2000) existen proyectos de construcción de megabuques portacontenedores de hasta 15 000 TEU de capacidad. Considerando un promedio de 22 toneladas por contenedor, tenemos que estos nuevos buques tendrán una capacidad de 330 000 toneladas de carga.

#### **2.1.4. Terminales de carga o puertos**

Los terminales de carga o puertos se definen como los lugares geográficos que tienen por objetivo asegurar la transferencia de mercancías entre los distintos medios de transporte, sirviendo al comercio interior y exterior del país. En algunos casos, los puertos son además zonas industriales, donde las áreas dedicadas al servicio de los buques son una pequeña fracción del área total.

Las funciones más importantes de los terminales son: la manipulación de la carga, la transferencia o intercambio de carga entre los distintos medios y la consolidación de la carga.

La eficiencia portuaria es un parámetro muy utilizado para comparar los servicios que brinda un puerto en relación con otros. La eficiencia se refleja en el tiempo de estadía del buque en el puerto y la fluidez con que se realizan las operaciones de carga y descarga. Los puertos que ofrecen una atención rápida y fluida son preferidos tanto por los usuarios del transporte marítimo como por los propietarios de las naves y, además, debido al uso eficiente de sus equipos e instalaciones, ofrecen las tarifas de servicio más bajas.

Por otra parte, los costos de atención de las naves en el puerto forman parte del costo del transporte, el cual debe estar incluido en el precio de venta del producto. Puertos ineficientes, con servicios caros, aumentan el costo de los productos y los hacen menos competitivos en comparación con la oferta exportable de otros países. La importación de productos para el consumo nacional interno también incorpora los costos incurridos en el puerto, elevando o disminuyendo los precios de los productos que se consumen al interior de un país.

Los puertos se pueden clasificar según las siguientes características<sup>15</sup>:

- i) Por la titularidad de sus obras e instalaciones, los puertos o terminales portuarios pueden ser públicos o privados. Son públicos cuando la infraestructura y/o instalaciones son de propiedad del Estado, y son privados cuando dichos bienes son de propiedad privada.
  - ii) Por la ocupación y uso de sus obras e instalaciones o por la fórmula de administración de las mismas, con independencia de su titularidad, que puede ser de uso general y de uso exclusivo.
  - iii) Son de uso general o público cuando existe obligación de poner los bienes portuarios a disposición de cualquier solicitante; y de uso exclusivo o privado cuando el propietario los destina para sus propios fines. Los puertos privados de uso privado podrán ofrecer sus servicios a terceros, en concordancia con la presente Ley y su Reglamento.
- Por la actividad esencial que en ellos se desarrolla, pueden ser multipropósito o especializados y, dentro de estos últimos, se pueden distinguir puertos completos o terminales portuarios: comerciales, minero-industriales, pesqueros y marinas. Son multipropósito los que pueden atender demandas portuarias diversas; y especializados los que principalmente operan para un fin portuario predeterminado.
- iv) Por su ubicación: marítimos, fluviales y lacustres.
  - v) Por su alcance y ámbito: nacionales y regionales, que serán establecidos en el Reglamento de la presente Ley.

Los elementos principales del puerto son:

- Muelles o espigones. Son los lugares físicos a cuyos costados se estacionan las naves, construidos a lo largo de la costa o a cierta distancia de ella. En los muelles se realizan las operaciones de carga y descarga de la nave.
- Equipos de manipulación e infraestructura de almacenamiento de la carga. Entre los equipos más comunes se encuentran las grúas para la manipulación de los contenedores, succionadores para la carga a granel y bandas transportadoras, de capacidad variable, para el embarque de minerales, entre otros.

Tanto los equipos de manipulación como la infraestructura de almacenamiento deben estar en relación con el tipo de carga que se planea manejar en el puerto. Entre la infraestructura de almacenamiento con la que debe contar un puerto, se encuentran los almacenes para la carga general, en ambas modalidades, suelta o unitarizada, patios para contenedores, silos para la carga sólida a granel, tanques para la carga líquida a granel, entre otros.

### 2.1.5. Modalidades del transporte marítimo

Existen básicamente dos formas o modalidades de contratar el servicio del transporte marítimo:

- Transporte marítimo de línea regular. Este servicio de transporte se ofrece de manera permanente, en rutas determinadas con frecuencias habituales y tarifas o fletes regulados de antemano.
- Transporte marítimo en régimen de fletamentos. En contraste con la modalidad anterior, en este caso se contrata el espacio de carga o bodega de un buque de manera total o parcial, durante un tiempo determinado o para la realización de un número determinado de viajes. Así también, es utilizado generalmente por aquellas empresas que cuentan con grandes volúmenes de carga.

### 2.1.6. Fletes marítimos

El flete es el precio pagado al transportista por el traslado de mercancías de un puerto a otro, bajo ciertas condiciones estipuladas en el contrato de transporte.

En el establecimiento del flete influyen una serie de factores tales como la naturaleza de la carga y de su embalaje, las distancias recorridas, el factor de estiba de la carga (relación peso y volumen), así como los gastos portuarios tanto en el origen como en el destino.

Existen factores que aumentan o disminuyen el costo de los fletes. Entre los recargos más importantes están los relacionados con la congestión portuaria, ajuste cambiario, peso o longitud excesiva de las mercancías, mercancía peligrosa, entre otros.

Los descuentos más frecuentes son por carga paletizada, carga contenedorizada, por donaciones, por proyectos especiales (zonas deprimidas, desastres), entre otros.

Al momento de contratar el transporte marítimo es importante conocer qué operaciones previas y posteriores a la llegada de la nave al puerto están incluidas en el flete y cuáles no. Los principales términos utilizados en el contrato de transporte marítimo de línea regular relacionados con las operaciones contratadas son los siguientes:

- *Liner Terms*. El flete involucra todas las fases del transporte marítimo: carga en puerto de origen, estiba, transporte, desestiba y descarga en puerto de destino. Se entiende por carga al traslado de la mercancía desde el muelle hasta el buque y por estiba al acomodo de la mercancía dentro de la bodega, según los planes de carga.
- *Free In* (FI). Este flete comprende el transporte, desestiba y descarga en el puerto de destino. La otra parte, el vendedor, se hace cargo de los gastos de carga y estiba en el puerto de origen.
- *Free Out* (FO). Este flete incluye la carga en el puerto de embarque, estiba y transporte. Se supone que la otra parte (el comprador) se hace cargo de la desestiba y descarga en el puerto de destino.
- *Free In and Out* (FIO). Este tipo de flete solo comprende el transporte. No incluye la carga y estiba en el puerto de embarque ni tampoco la desestiba y la descarga en el puerto de destino.

Los fletes en el transporte marítimo, por fletamento, se establecen en un documento llamado Póliza de Fletamento (*Charter Party*), que es un contrato firmado por el «fletador» (dueño de la mercancía) y el «armador fletante» (compañía naviera dueña de los buques), estando su negociación sujeta a las leyes del mercado. Los términos usados en las pólizas de fletamentos son los mismos utilizados en el transporte de línea regular.

## 2.2. Transporte carretero

El transporte terrestre por carretera es el único medio capaz de ofrecer un servicio puerta a puerta por sí solo.

La industria camionera está dividida en dos grandes sectores: los transportistas de carga completa (TL: *Truck Load*) y los de carga consolidada (LTL: *Less Than Truck Load*).

Los transportistas TL operan en el transporte de mercaderías entre fábricas y entre almacenes, en los cuales se envían grandes cantidades de productos de un punto a otro punto. Otra característica importante de este sector es que existen muy pocas barreras de entrada, pues basta tener un camión para empezar a operar. Los objetivos principales de estos transportistas están orientados a minimizar los tiempos en que las unidades se encuentran paradas y a equilibrar las cargas, es decir, operar camiones con cargas completas, tanto en los recorridos de ida, como de regreso entre dos puntos.

Los transportistas LTL operan con cargas que no completan un camión, razón por la cual recurren a plataformas de consolidación y expedición para lograr un uso eficiente de las unidades de transporte. Dichas plataformas se convierten en un factor clave para el éxito de la operación LTL.

Operar eficientemente dichas plataformas, con la inversión en recursos, infraestructura y tecnologías de la información que conlleva, se constituyen en una barrera para la entrada de pequeños competidores, razón por la cual este sector está dominado por grandes empresas y no presenta la fragmentación del sector TL.

### 2.2.1. Ventajas

Debido a su versatilidad y acceso, es muy utilizado para el transporte de productos terminados y semi terminados. También es usado para algunos tipos de carga a granel, pero en cantidades pequeñas, comparadas, por ejemplo, con las que moviliza el transporte marítimo.

La frecuencia y disponibilidad del servicio es alta comparada con otros medios de transporte.

Los costos de embalaje son mínimos y en algunos casos no es necesario un embalaje adicional al que ya tiene el producto en sí.

### 2.2.2. Desventajas

La capacidad de carga es limitada en comparación con otros medios de transporte. Según el Reglamento Nacional de Vehículos del Perú<sup>16</sup>, el peso bruto vehicular máximo permitido es de 48 toneladas, el cual está conformado por el peso del vehículo más la capacidad de carga. Por lo general, la carga máxima por unidad de transporte es de 30 toneladas. Esta capacidad depende de las especificaciones del fabricante.

Del mismo modo, las distancias recorridas son menores en comparación con otros medios de transporte.

Este medio de transporte está expuesto a las congestiones de tráfico, disturbios, cierre de carreteras, entre otros, lo cual puede causar serias demoras en el tiempo de entrega del producto.

### 2.2.3. Tipos de unidades de transporte

En cuanto a su estructura, las unidades de transporte o camiones se pueden clasificar en dos grupos:

1. Rígidos: aquellos cuya unidad de tracción y unidad de carga forman un solo componente.

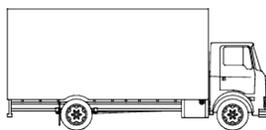


Figura 4.1: Unidad de transporte rígida

2. Articulados: aquellos cuya unidad de tracción está separada de la unidad de carga. La unidad de carga puede ser un remolque o un semirremolque y requiere ser halada por una unidad de tracción para su movilización.

La diferencia entre el semirremolque y el remolque es la siguiente: el semirremolque requiere apoyarse en un tracto camión para ser halado, debido a que solo tiene ejes posteriores, mientras que el remolque, al tener los ejes delanteros y posteriores, no requiere apoyarse en otro vehículo para ser halado.

Un tracto camión o remolcador es aquella unidad de tracción diseñada para halar exclusivamente semirremolques.

El objetivo de separar la unidad de tracción de la de carga es obtener una utilización mucho mayor de la unidad de tracción: la parte más cara de la unidad de transporte. Mientras que el remolque o semirremolque puede estar a la espera de la carga de las mercancías en un almacén, la unidad de tracción puede estar circulando, realizando más viajes.

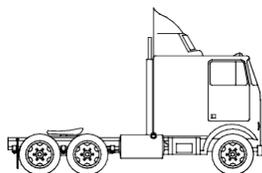


Figura 4.2: Unidad de tracción o tracto camión

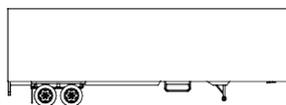


Figura 4.3: Semirremolque

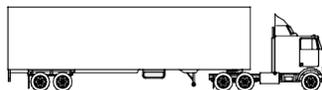


Figura 4.4: Tracto camión y semirremolque

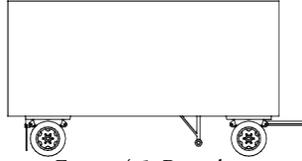


Figura 4.5: Remolque

En cuanto a la carga que transportan, se tienen los siguientes tipos de camiones:

1. Camión abierto. Empleados para el transporte de carga general suelta. La carga no tiene ninguna protección durante su transporte.
2. Camión cubierto. Empleado también para el transporte de carga general suelta, pero su estructura permite la protección de los productos que transporta.
3. Camión tolva. Empleados para el transporte de carga a granel, como cereales, cemento, entre otros.
4. Camión tanque o camión cisterna. Usados para el transporte a granel de sólidos, como harinas, fertilizantes, entre otros, y de líquidos como petróleo y sus derivados, productos químicos, leche, licores, entre otros.
5. Camión refrigerado. Empleados para el transporte de productos perecederos.

#### **2.2.4. Terminales de carga**

Al igual que en los demás medios de transporte, la infraestructura del terminal está determinada por el tipo de carga que se transporta.

Los elementos básicos de un terminal de carga son los muelles para la carga y descarga de las mercancías, los equipos de manipuleo necesarios (de acuerdo a la naturaleza de la carga, pudiendo ser montacargas, carretillas hidráulicas, fajas transportadoras, entre otros) y las zonas de servicios a los vehículos de transporte: mantenimiento y estacionamiento.

En los terminales se realizan también actividades de consolidación de la carga. Cuando un envío no completa una unidad de transporte se junta con otros envíos que tengan el mismo destino o destinos cercanos, para así aprovechar al máximo la capacidad de la unidad de transporte. Para este tipo de casos los terminales deben contar con equipos de manipuleo, mano de obra calificada y soporte tecnológico necesario para realizar la selección y consolidación de la carga simultáneamente.

#### **2.2.5. Fletes del transporte carretero**

No existe ninguna reglamentación sobre las tarifas del transporte por carreteras. Los precios se basan en los costos fijos y variables de las empresas de transporte y la utilidad respectiva. Los costos variables generalmente dependen de las distancias recorridas, de las dimensiones y del peso de la carga a transportar. Un factor adicional que influye en el establecimiento de los fletes es la posibilidad de contar con carga de retorno.

Un modelo de agrupación de costos de una empresa de transporte es el propuesto por Tong y otros (2003, p. 1). Este modelo agrupa los costos en tres grandes rubros:

1. Costos de operación. En este rubro se encuentran todos los costos relacionados con el vehículo en movimiento, tales como combustibles, lubricantes, filtros, servicios, mantenimiento, peajes.
2. Costos del vehículo. Costos relacionados con la adquisición del vehículo, tales como depreciación, gastos financieros, seguros, entre otros.
3. Costos de la organización. relacionados con los gastos generales y administrativos de la empresa. En este rubro se encuentra el personal de la tripulación de las unidades de transporte.

### **2.3. Transporte aéreo**

Es el medio de transporte más caro, pero su rapidez lo hace muy atractivo. Es utilizado para transportar mercancías a grandes distancias, por lo general en travesías intercontinentales, de productos de gran valor (ropa, artículos de moda o lujo, joyas), de entrega urgente (medicinas, repuestos) o perecederos (flores, comestibles, entre otros).

#### **2.3.1. Ventajas**

Es el más rápido de todos los medios. Esta característica permite a sus usuarios tener bajos costos de inventarios en tránsito, y una alta rotación de productos. Debido al cuidado con que se manipula la carga aérea, requiere un mínimo de embalaje, ya que los riesgos por daños son menores, con la consiguiente reducción de las primas de seguros.

#### **2.3.2. Desventajas**

Su alto costo lo hace prohibitivo para productos de bajo valor unitario, como minerales, petróleo, productos a granel, etcétera. Una segunda restricción importante del transporte aéreo es su baja capacidad de carga. Adicionalmente, el terrorismo ha restringido el transporte aéreo de carga peligrosa, en especial en las bodegas de los aviones de pasajeros.

### ***2.3.3. Tipos de aviones***

Los aviones en el transporte aéreo se pueden clasificar en aviones para pasajeros, aviones para carga o cargueros, y aviones mixtos, para pasajeros y carga.

La capacidad del mayor de los aviones cargueros no puede competir con ninguno de los otros medios de transporte. De esto se deduce que la carga aérea por lo general sea ligera y de alto valor para absorber los altos costos de los fletes.

La carga en los aviones se transporta generalmente unitarizada en pallets o contenedores, de menor capacidad que los estándares estudiados en el capítulo de preparación de la carga a transportar, y que se adaptan a los requerimientos especiales de los aviones.

### ***2.3.4. Terminales de carga***

La carga y descarga de mercancías es una actividad crítica en el transporte aéreo, ya que es susceptible de demoras, debido a ineficiencias del terminal, trámites aduaneros, entre otros. Por ello, su planificación debe realizarse con tiempo. Los retrasos en la partida o llegada de los aviones representan dinero perdido para las aerolíneas, considerando además que gran cantidad de la carga es perecedera, las horas de llegada, el inicio de la carga y partida de las naves deben estar sincronizados.

## **2.4. Transporte ferroviario**

El transporte ferroviario está orientado al recorrido de grandes distancias a bajas velocidades, principalmente de materias primas a granel, tales como minerales, cereales, madera, productos químicos, entre otros, y de productos manufacturados de bajo valor.

### ***2.4.1. Ventajas y desventajas***

Gracias a la gran cantidad de toneladas que puede movilizar, en algunos casos hasta 12 000 (Ruibal, 1994, p. 111), puede competir con el transporte marítimo. Su capacidad es largamente superior a la de las unidades del transporte aéreo y carretero. Los vagones o coches del ferrocarril, según Ballou (2004, p. 172) tienen una capacidad promedio de 83 toneladas de carga.

Una de las grandes limitaciones es que está restringido a la existencia de vías férreas, que, como veremos a continuación, tienen un costo muy alto y, en algunos casos, ningún uso alternativo. Además, casi siempre es necesario el uso de un transporte previo o posterior al uso del ferrocarril.

En la industria ferroviaria es posible distinguir dos tipos de servicios distintos, el de la infraestructura de red y el transporte realizado a través de dicha infraestructura<sup>17</sup>:

1. Servicios de construcción, rehabilitación y mantenimiento de la infraestructura vial ferroviaria. Dicho servicio comprende la construcción, rehabilitación y mantenimiento de las vías férreas permanentes, del ancho de la zona del ferrocarril, de los terraplenes, puentes, túneles, rieles, durmientes y otros bienes afectados al servicio, así como de las instalaciones complementarias que comprenden patios, talleres, estaciones y puntos de conexión intermodal.
2. Servicio de transporte ferroviario. Que comprende las operaciones de embarque, desembarque, carga, descarga y, en general, todo lo necesario para permitir el movimiento de pasajeros y de carga en las vías férreas, así como las operaciones relacionadas al material rodante<sup>18</sup>, compuesto por locomotoras, coches y vagones, y a los sistemas de señalización, telecomunicaciones y electricidad.

Ambos servicios tienen directrices de costo totalmente distintas. Así, «La principal característica económica de los servicios vinculados a la infraestructura vial es que tienen costos fijos sustancialmente más elevados que los costos fijos asociados a la provisión de los servicios de transporte ferroviario. La infraestructura de red carece de valor alternativo de uso, por lo que representa un costo hundido<sup>19</sup> para quien realiza la inversión. Por ejemplo, después de instalados, el valor de los rieles de las vías de un tren no es significativo en cualquier otra aplicación distinta del transporte ferroviario; siendo incluso probable que el costo de recoger el metal sea mayor al valor del mismo como chatarra»<sup>20</sup>.

### ***2.4.2. Fletes del transporte ferroviario***

No existe ninguna reglamentación ni acuerdo sobre los fletes ferroviarios. Estos se establecen en función de las condiciones del mercado y de uso alternativo de otras empresas proveedoras del mismo servicio, o de la disponibilidad de

otros medios de transporte.

Las tarifas del transporte ferroviario favorecen el movimiento de grandes volúmenes de carga, encontrándose que los fletes disminuyen a medida que se incrementa la cantidad de vagones a transportar para un solo cliente o destino. Esto refleja, de alguna manera, que volúmenes altos de carga para un solo destino reducen las necesidades de manipuleo, clasificación de vagones, desplazamientos, entre otros, dentro del terminal.

## 2.5. Ductos o tuberías

Los ductos se emplean principalmente para el transporte de petróleo o crudo y sus productos derivados, aunque también pueden ser usados para el transporte de gases.

El desplazamiento de los fluidos a través de los ductos es muy lento, llegando a 5-6,5 kilómetros por hora, pero esta baja velocidad se compensa con desplazamientos durante 24 horas al día sin interrupciones, muy pocas pérdidas o mermas, y no se ven afectados por factores externos como clima, congestión, etcétera.

En cuanto a los costos del transporte a través de ductos, tienen ciertas características que mencionamos a continuación:

- Los costos fijos predominan en la estructura de costos, debido a la gran inversión que representa construir el ducto y sus instalaciones relacionadas.
- Se observan economías de escala al momento de determinar el ancho de las tuberías. Long (2006, p. 156) nos indica que una tubería de 12 pulgadas puede transportar tres veces más volumen que una de 8 pulgadas.
- Según Chopra y Meindl (2013, p. 402) la operación de un ducto es óptima si se opera entre el 80% y el 90% de su capacidad.

Una característica única de los ductos distinta a los demás medios de transporte es que la carga se mueve en una sola dirección, con muy pocas excepciones, y por lo general, si se trata de petróleo, se mueven entre refinerías e instalaciones portuarias, ya que es económico el usar ductos para flujos grandes y estables.

Es una práctica común, cuando los ductos se usan para el transporte de petróleo, poner los distintos grados del petróleo uno a continuación del otro, ya que debido a dichos grados estos se mantendrán separados y si llegaran a mezclarse van con el grado más bajo.

## 2.6. Transporte intermodal

En muchas ocasiones se requiere la utilización de varios medios de transporte, por razones de accesibilidad, rutas, costos, etcétera. Al transporte de mercancías, a través de distintos medios amparados bajo un mismo documento y sin ruptura de carga, se le denomina transporte intermodal.

El intermodalismo no es un medio de transporte en sí, sino más bien una técnica para mover cargas a través de varios medios de manera eficiente.

La aparición del contenedor ha sido fundamental para el crecimiento del transporte intermodal entre los distintos medios, principalmente entre barcos, camiones y ferrocarriles. Se llama *piggyback* a la combinación camión-ferrocarril, y *fishyback* la combinación barco-camión, ambas usando contenedores.

En el contexto del comercio internacional, el transporte intermodal es prácticamente la única opción disponible, pues los puntos de producción se encuentran alejados de los mercados de consumo, lo que hace necesario el uso de varios modos de transporte de manera eficiente.

La gestión del transporte multimodal recae sobre el operador de transporte intermodal, el cual es responsable ante el contratante de la totalidad de la operación de transporte. Este operador emite un documento de transporte que acompañará a la carga durante todo su trayecto a través de los distintos medios utilizados.

Los sistemas de información de dichas empresas suelen ser muy sofisticados y deben facilitar la coordinación con varios transportistas a la vez, en tiempos muy cortos, para asegurar la transferencia rápida y eficiente de la carga a través de los distintos modos, pues son muy comunes los retrasos durante dichas transferencias.

## 3. SELECCIÓN DEL MEDIO DE TRANSPORTE A UTILIZAR

Al momento de seleccionar el medio de transporte, uno de los factores determinantes es el costo del flete. Sin embargo, este no es el único factor a considerar, pues hacerlos nos puede llevar a tomar decisiones erróneas. Es preciso analizar también aspectos como las características operativas del servicio que ofrece cada medio de transporte, el tipo de producto a transportar y el impacto del medio de transporte sobre los inventarios.

En la tabla mostrada a continuación, Bowersox y otros (2007, p. 183) nos presenta su apreciación sobre el desempeño de cada uno de los medios de transporte básico en cinco dimensiones del servicio o características operativas. Para la lectura correcta de esta tabla, pasamos a detallar el significado de cada una de estas características operativas. Para

Bowersox *velocidad* se refiere a la rapidez que se realiza el transporte. La *disponibilidad* se refiere a la capacidad de acceso del medio de transporte a cualquier punto de destino. La *confiabilidad* está relacionada al cumplimiento en los tiempos de entrega. La *capacidad* está relacionada con los tamaños de carga que puede transportar. La *frecuencia* se relaciona con la cantidad de salidas programadas en un periodo de tiempo dado. Un puntaje igual a 1 significa un alto desempeño, y un puntaje igual a 5 representa un bajo desempeño en la dimensión analizada.

Característica operativa	Ferroviano	Carretero	Acuático	Ductos	Aéreo
Velocidad	3	2	4	5	1
Disponibilidad	2	1	4	5	3
Confiabilidad	3	2	4	1	5
Capacidad	2	3	1	5	4
Frecuencia	4	2	5	1	3
Clasificación acumulada	14	10	18	17	16

Tabla 4.5: Características operativas por modo

Se puede inferir de este cuadro que ningún medio de transporte es bueno en todas las dimensiones. Por ejemplo, el transporte carretero tiene la mejor performance operativa, debido a su alto desempeño en cuanto velocidad, disponibilidad, confiabilidad y frecuencia, pero una baja capacidad de carga. Por otro lado, el medio acuático presenta un bajo desempeño en todas las dimensiones operativas a excepción de la capacidad, ya que, como es sabido, es el medio que presenta la mayor capacidad entre todos los medios.

La relación valor/peso o valor/volumen de la carga nos da una idea del medio a utilizar. Por ejemplo, productos de muy baja relación valor/peso como el carbón, o las materias primas, entre otros, deben ser transportados en medios económicos como el marítimo o ferroviano, cuyos fletes se constituyen en un pequeño porcentaje del valor del producto. Por otro lado, productos con ciclos de vida muy cortos o perecederos y alta relación valor/peso, como las flores, exigen un medio de transporte rápido como el aéreo.

El medio de transporte seleccionado tiene relevancia en los niveles de inventario que mantiene la cadena de suministro. Por ejemplo, un medio de transporte con bajos costos en fletes como el marítimo es lento y obliga a mantener mayores niveles de stock en la cadena de suministro, lo cual eleva los costos de posesión de inventarios. Por ello, al momento de elegir el medio de transporte es importante medir el impacto en los costos de posesión, pues los ahorros en fletes que proporciona un medio lento pueden ser menores que los incrementos en costos de posesión de inventarios, con lo cual deberíamos buscar alternativas más rápidas, aunque costosas, que balanceen los costos totales de la cadena de suministro.

En el problema del fabricante de zapatos mostrado a continuación, cuantificamos el impacto que tiene un medio barato pero lento, como el marítimo, en los stocks de la fábrica de Trujillo, en tránsito y en el almacén en Lima y llegamos a la conclusión de que el ahorro en flete del marítimo no absorbe el incremento de los costos de posesión de inventarios. Sin embargo, el transporte aéreo tampoco es la solución para el fabricante, por los altos costos en fletes que representa. Finalmente, el fabricante optará por la opción de transporte carretero.

#### PUNTO CLAVE

En la selección del medio de transporte el flete es solo uno de los factores a tomar en cuenta. Se deben considerar también las características operativas del medio de transporte. El análisis queda completo midiendo el impacto del medio seleccionado sobre los niveles de inventario en la cadena de suministro.

### Problema 4.2

Una fábrica de zapatos ubicada en el interior del país debe abastecer a su almacén en Lima, donde se encuentra su mercado principal. La demanda anual se ha estimado en 700 000 unidades constante a lo largo del año (año de 365 días), el costo unitario es de US\$ 30, el costo de posesión de inventarios es de 30% anual sobre el inventario promedio y el costo de emisión de pedidos es insignificante.

Debido a las restricciones en la capacidad de las unidades de transporte, el número de envíos anuales para abastecer a su almacén en Lima varía según el modo de transporte, así como también los tiempos de entrega y los costos de los fletes. La siguiente tabla muestra los datos de fletes (pagados en destino), tiempos de entrega y envíos anuales:

	Marítimo	Carretero	Aéreo

Flete (US\$ / und)	0,1	0,15	1,4
Tiempo de entrega (días)	21	14	2
Número de envíos anuales	10	20	40

Tabla 4.6: Datos para cada medio de transporte

- a) Considerando que la planta solo produce lo necesario para el envío, es decir, que no mantiene stocks de seguridad, seleccionar el medio de transporte adecuado que minimice los costos totales de la operación.
- b) Para hacer el modelo más realista, considere que la demanda que enfrenta el almacén tiene una demanda promedio de 1917 unidades por día y una desviación estándar ( $s_1$ ) de 700 unidades por día, el nivel de servicio que desea dar el almacén a sus clientes es del 95% ( $Z = 1,65$ ) y las variaciones en los tiempos de entrega de los transportistas se muestran en el siguiente cuadro.

	Marítimo	Carretero	Aéreo
Variaciones en el tiempo de entrega en días ( $s_2$ )	6	3	0,5

Tabla 4.7: Variación en el tiempo de entrega por medio de transporte

Seleccione el medio de transporte adecuado. Asuma que la planta sigue produciendo a un ritmo constante lo necesario para enviar.

## Solución

### Parte a:

Los costos relevantes a analizar los agruparemos en los cuatro rubros siguientes.

- Costo de fletes
- Costo de inventario en la planta
- Costos de inventarios en tránsito
- Costos de inventarios en el almacén en Lima

Los costos de ordenar son nulos para este problema, por lo tanto, no se considerarán.

Se presenta el cálculo de los costos totales para el modo marítimo. El análisis para los demás modos es similar y se presenta en la tabla al final del problema.

### Costos de fletes

Fletes: Demanda anual x Flete unitario:  $700\,000 \times 0,1 = \text{US\$ } 70\,000$

### Costos de inventario en planta

Tamaño del envío: Demanda anual/número de envíos =  $700\,000/10 = 70\,000$  unidades

Inventario promedio en planta (no hay stocks de seguridad) =  $70\,000/2 = 35\,000$  unidades

Costo de inventario en planta:  $i \times C_u \times I_p = 0,3 \times 30 \times 35\,000 = \text{US\$ } 315\,000$

### Costo de inventario en tránsito

Debido a que el costo de posesión de inventarios es anual, hay que multiplicar este costo por la fracción del tiempo en que realmente el inventario se encuentra en tránsito, el cual es 21 días para el modo marítimo.

Costo de posesión de inventarios en tránsito:  $(i \times C_u \times q^* \times L_t)/365 = 0,3 \times 30 \times 70\,000 \times 21/365 = \text{US\$ } 36\,246$

El costo anterior corresponde a un envío. Si tomamos en cuenta una base anual, debemos multiplicar este costo por el número de envíos anuales:

Costo anual de posesión de inventarios en tránsito:  $36\,246 \times 10 = \text{US\$ } 362\,465$

De manera general, el costo anual de inventarios en tránsito se puede calcular con la siguiente fórmula:  $i \times C_u \times D \times L_t / 365$ , donde D es la demanda anual.

### Costo de inventarios en almacén en Lima

El inventario promedio en el almacén en Lima es de 35 000 unidades, igual al de la planta.

El costo unitario del producto debe incorporar el costo del flete, por tanto  $C_u = \text{US\$ } 30,10$

El costo anual de posesión es de  $i \times C_u \times I_p = 0,3 \times 30,1 \times 35\,000 = \text{US\$ } 316\,050$

El costo total del modo marítimo resulta de la suma de los costos anteriores y es de  $\text{US\$ } 1\,063\,515$

En la siguiente tabla se muestran los costos de cada medio de transporte.

Costos	Marítimo	Carretero	Aéreo
Fletes	70 000	105 000	980 000
Inventario en planta	315 000	157 500	78 750
Inventario en tránsito	362 466	241 644	34 521
Inventario en almacén	316 050	158 288	82 425
Costo total	1 063 516	662 431	1 175 696

Tabla 4.8: Costos para cada alternativa de transporte

Revisando la tabla anterior, el medio más conveniente sería el carretero, debido a sus bajos costos de inventarios con respecto al marítimo y sus bajos fletes con respecto al aéreo.

## Solución

### Parte b

Los costos en fletes, niveles de inventario en planta y en tránsito se mantienen constantes e iguales a la parte a de este problema. En esta parte b calcularemos los niveles de inventario en el almacén y sus costos de posesión.

El nivel de inventario en el almacén corresponde a:  $q/2 + SS$ , donde el stock de seguridad debe calcularse tomando en cuenta  $s_1$  y  $s_2$ , es decir, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$SS = z * \sqrt{s_1^2 * Lt + s_2^2 * dp^2}$$

Los resultados del cálculo se muestran en la siguiente tabla, cabe decir que el medio de transporte a usar sigue siendo el carretero.

Dp	1917	und/día
Desviación estándar	700	und/día
Z(95%)	1,65	

Tabla 4.9: Resultados de niveles de inventario y costos de posesión

Cálculo de los costos de posesión de inventario en almacén:

	Marítimo	Carretero	Aéreo
Lote de envío	70 000	35 000	17 500
Stock de seguridad	19 703	10 427	2 274
Inventario medio	54 703	27 927	11 024
Costo de posesión de inventario	492 323	251 342	99 212

Cálculo de costos totales por medio de transporte:

	Marítimo	Carretero	Aéreo
Lote de envío	70 000	105 000	980 000
Stock de seguridad	315 000	157 500	78 750
Inventario medio	362 466	241 644	34 521
Costo de posesión de inventario	492 323	251 342	99 212
Costo total	1 239 789	755 486	1 192 483

## 4. PROBLEMAS RESUELTOS

### Problema 4.3

Usted acaba de entrar a trabajar en el área de comercio exterior de una importante cadena de tiendas por departamento del país y su primera tarea consiste en definir el embalaje a utilizar en las importaciones de prendas de vestir a ser traídas desde la China. En base a su decisión se calculará el presupuesto de transportes del próximo año de su área, razón por la cual usted comenzó a sentir la necesidad de ser muy fino en el cálculo.

Levantando información de las áreas involucradas, usted llegó a la conclusión de que tenía dos alternativas para realizar las importaciones:

Alternativa 1: Traer las prendas colgadas dentro de los contenedores. Con ello se minimizaban los costos de operación del centro de distribución, ya que las prendas entrarían directamente a los sistemas de almacenamiento en rieles, pero la utilización de la capacidad del contenedor era mínima (5400 prendas colgadas/contenedor de 20 pies), ya que una prenda colgada necesita más espacio.

Alternativa 2: Traer las prendas dobladas en cajas. La utilización del contenedor era máxima pero los costos de operación del centro de distribución casi se doblaban, pues se tenía que abrir cada una de las cajas y colgar las prendas en el sistema de rieles de almacenamiento. Además, también tenía que considerar que en el caso de traer doblado, cuatro de cada cien prendas debían ser enviadas a planchar.

El costo del planchado era S/. 2,00 por prenda.

El costo de una prenda en China es de US\$ 1,50 por prenda.

El costo del seguro del transporte internacional es de 1,5 % del valor de la prenda (puesta en China).

El costo del flete de un contenedor de 20 pies desde la China, es de US\$ 3000.

Las principales medidas de un contenedor de 20 pies son:

- Ancho: 2,4 m; largo: 6 m; alto: 2,6 m
- Capacidad en peso: 25 toneladas

Las cajas a utilizar, en caso de elegir esta alternativa, tienen las siguientes medidas:

- Largo: 40 cm; ancho: 30 cm; alto: 40 cm.
- Capacidad: 15 prendas/caja
- Costo: US\$ 0,30 por caja

Una vez el contenedor en el puerto del Callao, se debían realizar los siguientes pagos:

#### **Puerto del Callao:**

- Descarga del contenedor US\$ 50 por contenedor de 20 pies
- Pago a ENAPU US\$ 140 por contenedor de 20 pies por el derecho del uso del muelle.

#### **Terminal de almacenamiento:**

- El terminal de almacenamiento es un almacén de tránsito en el que la mercadería es almacenada temporalmente hasta que se pagan los tributos de la importación.
- El transporte del puerto al terminal de almacenamiento es de US\$ 52 por contenedor de 20 pies.
- Los gastos administrativos del terminal son de US\$ 10 por contenedor de 20 pies.

#### **Centro de distribución:**

Una vez pagados los tributos de importación, la mercadería puede ser transportada al centro de distribución.

#### **Gastos del transporte y manipulación:**

Transporte: US\$ 130 por contenedor de 20 pies.

Rendimiento en el centro de distribución: 100 prendas/hora (colgado)

Rendimiento en el centro de distribución: 60 prendas / hora (doblado)

Costo mensual de un operario de recepción de prendas: S/. 785

El tipo de cambio S/. 3,3 por dólar

Determine usted la alternativa de embalaje más conveniente, para ello tome en cuenta el impacto de su decisión en los costos de cada uno de los eslabones de la cadena logística de importación.

## **Solución**

Los costos de cada una de las alternativas se muestran a continuación.

Costos de operación en el centro de distribución (CD)		
Costo del operario	785	Soles por mes
Costo por hora del operario	0,991	Dólares por hora

Tipo de cambio	3,3	Soles por dólar
<b>Alternativa 1: colgado</b>		
# de prendas / cont.	5400	prendas/contenedor
Rendimiento CD colgado	100	Prendas por hora
Costo US\$ por prenda colgada	0,0099	Dólares por prenda
<b>Alternativa 2: doblado</b>		
Número de cajas a lo ancho del contenedor	8	
Número de cajas a lo largo del contenedor	15	
Número de cajas a lo alto del contenedor	6	
Total de cajas en el contenedor	720	
Costo de caja US\$	0,3	
Número de prendas por caja	15	
Total de prendas	10 800	
Rendimiento CD doblado	60	
Costo US\$ por prenda doblada	0,0165	
Ratio de planchado	4%	
Costo de planchado US\$	0,606	
<b>COSTOS LOGÍSTICOS</b>	<b>COLGADO</b>	<b>DOBLADO</b>
Cantidad de prendas por contenedor	5400	10 800
Fletes (US\$ por contenedor)	3000	3000
Seguro (US\$ por contenedor)	122	243
Puerto del Callao		
Descarga (US\$ por contenedor)	50	50
Uso de muelle (US\$ por contenedor)	140	140
Terminal de almacenamiento		
Transporte (US\$ por contenedor)	52	52
Gastos administrativos (US\$ por contenedor)	10	10
Centro de distribución		
Costos de operación CD (US\$ / contenedor)	54	178
Embalajes y planchado		
Costo cajas por contenedor (US\$ / contenedor)		216
Costo planchado (US\$ por contenedor)		262
Costo total (US\$ por contenedor)	<b>3427</b>	<b>4151</b>
<b>Costo totales / prenda (US\$ por prenda)</b>	<b>0,63463</b>	<b>0,38437</b>

Tabla 4.10: Cálculo de costos por alternativa

La alternativa a elegir corresponde al doblado.

#### Problema 4.4

Usted es un empresario productor de electrodos, con una fábrica ubicada en Cerro de Pasco, donde produce dichos electrodos para abastecer su mercado en Lima, donde tiene su almacén de productos terminados.

Actualmente realiza el transporte de sus productos utilizando el transporte carretero, a un costo de US\$ 12 por tonelada, y recibe una propuesta para realizarlo a través del Ferrocarril Central, con lo cual sus costos de transporte bajarían a US\$ 8 por tonelada. Este es un descuento muy atractivo que debe analizarlo, porque si bien es cierto que los costos de transporte bajan, los costos de posesión de inventarios, en su red de fábrica y almacén, suben, debido a que el servicio ferroviario estaría disponible solo una vez al mes, mientras el transporte carretero tiene disponibilidad inmediata, todos los días y a cualquier hora. Esto le había permitido implementar un sistema Q, tanto en su fábrica como en el almacén, de bajos costos de posesión de inventarios. De aceptar esta propuesta, debía cambiar su sistema de renovación de inventarios a un sistema P con tiempo entre revisiones igual a un mes, coincidente con la disponibilidad de servicio ferroviario.

El personal a su cargo le entregó la siguiente información.

Demanda promedio (D)	9600 ton/año
Desviación estándar de la demanda (s)	4 ton/día
Costo del producto (en Cerro de Pasco)	300 US\$/tonelada
Costo de posesión de inventarios en tránsito	20% anual
Costo de posesión de inventarios	30% anual
Nivel de servicio deseado	90%
Z(90%)	1,65
Días de venta por año	30 días/mes x 12 meses = 360

Servicio de transporte		
	Carretero	Ferroviano
Tiempo en tránsito	2 días	10 días
Lote de envío	Como EOQ	Aproximar a demanda promedio mensual
Costos de emisión	100 US\$/pedido	200 US\$/pedido

Tabla 4.11: Datos de cada medio de transporte

Los costos de emisión se producen tanto en la planta de Cerro de Pasco, como en el almacén en Lima.

Determine usted si es conveniente o no la propuesta de la compañía férrea para el transporte de electrodos de cobre.

## Solución

Los costos de cada una de las alternativas se presentan a continuación.

	Carretero	Ferroviano	
Sistema de renovación	Q	P	
S (desviación estándar)	4	4	ton/día
Demanda anual	9600	9600	ton/año
Tamaño del envío	q*	Demanda /12	ton
A (costo de emisión del pedido)	100	200	US\$/pedido
i	0,3	0,3	
I (tránsito)	0,2	0,2	
C (costo del producto)	300	300	US\$/ton
Lt (lead time)	2	10	días
T (tiempo entre revisiones)		30	días
Z	1,65	1,65	
Flete	12	8	US\$/ton
Lote de envío	146,06	800	ton/envío
Número de envíos anuales	65,73	12	envíos/año
<b>Costos en planta</b>			
Emisión de pedidos	6573	2400	US\$/año

Costos de posesión de inventarios			
Inventario promedio			
Lote de envío / 2	73	400	ton/año
S (lt)	6	25	ton/lead time
Z*s	9,33	41,74	
Ip (inventario promedio)	82	442	ton
i (costo de posesión de inventarios)	7413	39 757	US\$/año
Costos totales en planta	13 985	42 157	US\$/año
<b>Costos de transporte</b>			
Flete	115 200	76 800	US\$/año
Costo posesión de inventarios en tránsito			
i	0,20	0,20	
Lote de envío	146,06	800	ton/envío
C (costo del producto)	300	300	US\$/ton
Número de envíos anuales	65,7	12	envíos/año
Lt (lead time)	2	10	días
i (tránsito)	3200	16 000	US\$/año
Total costos de transporte	118 400	92 800	US\$/año
<b>Costos de almacén</b>			
Emisión de pedidos	6573	2400	US\$/año
C' (costo del producto)	312	308	US\$/ton
i	0,30	0,30	
Ip (inventario promedio)	82	442	ton
Costo de posesión de inventarios	7709	40 817	US\$/año
Costo total de almacén	14 282	43 217	US\$/año
<b>Costo total anual</b>	<b>146 667</b>	<b>178 174</b>	<b>US\$/año</b>

Tabla 4.12: Cálculo de costos por alternativa

La alternativa elegida corresponde al transporte carretero.

## 5. PROBLEMAS PROPUESTOS

### Problema 4.5

La empresa FIAGA produce tres líneas de productos: fideos, aceites y galletas.

Los fideos se envasan en bolsas de 300 gr. cada una y se embalan en polisacos (en cada polisaco entran quince bolsas de 300 gr.). Los polisacos son trasladados en pallets (en cada pallet se colocan cinco polisacos. La merma de la manipulación es de 2%.

Los aceites se envasan en botellas de un litro y se embalan en cajas (en cada caja entran diez botellas). Las cajas son trasladadas en pallets (en cada pallet se colocan doce cajas). La merma de la manipulación es de 3%.

Las galletas se envasan en cajas de 800 gr. cada una y se embalan en una caja grande (en cada caja grande entran cincuenta cajas). Las cajas grandes son trasladadas en pallets (en cada pallet entran quince cajas grandes). La merma de la manipulación es de 4%.

Producto	Envases	Capacidad del envase	Costo del envase	Embalaje	Capacidad del embalaje	Costo del embalaje	Capacid. del pallet
Fideos	bolsas	300 gr.	\$ 0,20	polisacos	15 bolsas	\$ 0,70 por polisaco	5 polisacos
Aceites	botellas	1 litro	\$ 0,80	cajas	10 botellas	\$ 1,50 por caja	12 cajas

Galletas	cajas	800 gr.	\$ 0,40	caja grande	50 cajas	\$ 0,50 por caja grande	15 cajas grandes
----------	-------	---------	---------	-------------	----------	-------------------------	------------------

Tabla 4.13: Datos para cada línea de productos

La empresa cuenta con los pallets necesarios para transportar la producción de 2002, sin embargo, necesitaría comprar los pallets adicionales requeridas para satisfacer la demanda creciente de 2003 y 2004. Cada pallet cuesta US\$ 15.

Las ventas de 2002 han sido como sigue (considerar que se produce una cantidad mayor para que descontando las mermas las ventas sean las que se indiquen). Se proyectan crecimientos de venta para el 2003 y 2004.

Productos	Ventas 2002	Crecimiento 2003	Crecimiento 2003
Fideos	10 000 bolsas	5%	3%
Aceites	15 000 botellas	10%	10%
galletas	3000 cajas	0%	0%

Tabla 4.14: Datos de venta y crecimiento proyectado

### Preguntas:

1. Calcular el costo de los envases para el 2002, 2003 y 2004.
2. Calcular el costo de los embalajes para el 2002, 2003 y 2004.
3. Calcular el costo adicional en pallets para el 2003 y 2004.
4. El gerente de logística ha encontrado unas cajas (cajas grandes) para reducir las mermas de galletas de 4% a 2%, pero el costo de las nuevas cajas grandes es de US\$ 0,70 (en vez de US\$ 0,50) Evaluar la conveniencia de adquirir las nuevas cajas.

### Problema 4.6

El proveedor A suministra motores eléctricos a la empresa B. Usted como gerente de logística del proveedor A debe elegir el medio de transporte más adecuado para la entrega de sus motores. En sus clases de logística aprendió que los fletes no son los únicos costos a ser tomados en cuenta, y que, dentro de la perspectiva de la cadena de suministro, debería tener en cuenta también los costos de posesión de inventarios en todos los puntos de la cadena.

Se tienen las siguientes tres opciones de servicio de transporte: ferrocarril, transporte multimodal y camión:

Modo de transporte	Tiempo en tránsito (días)	Tarifa (US\$/und)
Ferrocarril	16	25
Transporte multimodal	10	44
Camión	4	88

Tabla 4.15: Datos por alternativa de transporte

Debido a los tiempos en tránsito, el cliente B le pide que si el medio utilizado es ferroviario, entonces el lote de envío sea de 10 000 unidades, mientras que si es multimodal o camión, los lotes de envío sean de 7000 y 5000 unidades respectivamente.

El cliente B compra 50 000 unidades al año, a un precio de US\$ 500 por unidad (puesto en la fábrica de B). El costo de manejo de inventarios para ambas compañías es de 25%. ¿Qué medio de transporte resulta el mejor para ambas compañías? Considere que la planta produce lo necesario para el envío a un ritmo constante hasta llegar al tamaño del envío y el cliente B vende dichos motores a un ritmo también constante.

### Problema 4.7

Una empresa peruana importa repuestos para vehículos de carga pesada como tractores, camiones de carga, etc. desde Colombia hasta su almacén en Lima.

Dichos repuestos cuestan US\$ 250 por unidad y la demanda anual en el mercado peruano es de 40 000 unidades, las que se consumen a una tasa constante.

Actualmente la empresa trae dichos repuestos usando el medio marítimo, el cual tiene un tiempo de entrega de 21 días y costos de fletes de US\$ 7,50 por unidad.

El gerente de logística quiere evaluar la posibilidad de cambiar a un medio de transporte carretero, con un tiempo de entrega de diez días y unos costos en fletes de US\$ 13,75 por unidad.

Si la tasa de posesión de inventarios de la empresa es de 25%, sean estos en almacén o en tránsito, evalúe la conveniencia de cambiar de medio de transporte. Justifique.

Considere año de 365 días.

### Problema 4.8

Una compañía de caucho fabrica llantas en el Ecuador y las envía a su almacén en Lima, para abastecer el mercado peruano. El costo de la llanta en el Ecuador es de US\$ 30 por unidad, la demanda anual del mercado peruano se calcula en 720 000 unidades y los costos de manejo de inventarios en la fábrica y almacén son de 30% anual y de 15% para los inventarios en tránsito.

En la siguiente tabla se muestran los costos de fletes, los cuales son pagados en destino, el tiempo de entrega y el número de envíos al año, por alternativa de medio de transporte.

	Flete (US\$/ und)	Tiempo de entrega (días)	Número de envíos al año
Marítimo	1,5	6	24
Terrestre	1,8	3	36

Tabla 4.16: Costos de fletes

Los costos fijos de tramitación de pedidos ante Aduanas son de US\$ 100 por envío, existiendo un cargo fijo adicional de 20 dólares por envío en el caso de la alternativa marítima debido a cargos fijos de la naviera.

Asuma que la planta produce a una tasa constante durante todo el año hasta llegar al lote de envío y la demanda de llantas en el mercado peruano es constante debido a la baja estacionalidad del producto.

Evalúe la alternativa de medio de transporte que minimice los costos totales de la cadena logística. Considere año de 360 días.

### Problema 4.9

Una fábrica de atún en conserva ubicada en Chimbote está cotizando el servicio de transporte de sus productos terminados desde su planta en Chimbote hasta su almacén en Lima.

El gerente de logística le ha solicitado a usted evaluar las cotizaciones recibidas de dos proveedores de transporte terrestre, las cuales se muestran en el siguiente cuadro resumen.

	Transportista A	Transportista B
Lead time (días)	4	6
Flete (US\$/ ton)	12	10

Tabla 4.17: Cotizaciones de proveedores

Los datos de la distribución del producto se muestran a continuación:

Demanda en Lima (constante todo el año)	9600 ton /año
Costo de emisión de pedidos:	
Si se usa el transportista A	US\$ 100/pedido
Si se usa el transportista B	US\$ 80/pedido
Costo del producto en fábrica	US\$ 150/ton
I (tránsito)	20%
I (fábrica o almacén)	30%
Días de venta	360 días/año
Lote de envío	como EOQ
(considerar para el cálculo del EOQ el costo del flete dentro del costo del producto)	
Si la fábrica de atún produce a una tasa constante durante todo el año hasta llegar al lote de envío y la demanda en el mercado de Lima es constante, determine usted la empresa de transporte que minimice los costos totales de la cadena	

### Problema 4.10

Usted acaba de ser nombrado gerente de la cadena de suministro de una importante empresa automotriz europea que comercializa tanto autos como repuestos en nuestro país y como primera tarea le encomendaron la conveniencia de cambiar del medio de transporte marítimo que se estaba utilizando actualmente para la importación de repuestos al medio aéreo.

## Logística de abastecimiento

Los detalles de la importación de repuestos se resumen a continuación:

- a) La logística de abastecimiento a su almacén ubicado en el Callao empieza en las fábricas de la automotriz ubicada en Asia.
  - b) Según las políticas de la transnacional el lote de envío debe ser igual a la cobertura de la demanda durante el tiempo en tránsito.
  - c) La demanda de repuestos que debe abastecer su almacén en Callao es de 1000 unidades por día, constante durante todo el año y su costo es de US\$ 50 por unidad. Considere año de 365 días.
  - d) El tiempo en tránsito si el medio es el marítimo es de 75 días y si es aéreo es de solo 4 días.
  - e) Los costos de emisión de los pedidos que realiza su almacén a la fábrica en Asia son de US\$ 200 en el caso del medio marítimo. Si usted decide cambiar al aéreo, estima que su nuevo costo podría ser de US\$ 110 por pedido.
  - f) Los costos de posesión del inventario en tránsito son de 12% y de 22% en el almacén en Callao.
  - g) Si decide cambiar al medio aéreo, debe asumir un incremento en el costo del flete de transporte de US\$ 2 por unidad.
- Calcule usted los ahorros o incrementos en costos anuales de cambiar al medio de transporte aéreo. Para simplificar su análisis asuma que el costo del producto (US\$ 50 por unidad) es constante en toda la cadena de suministro independiente del medio de transporte.

### Resumen del capítulo

1. La preparación adecuada de la carga para su transporte permite generar ahorros en la manipulación, mejorar la utilización de la capacidad del medio de transporte, disminuir los tiempos de carga y descarga y disminuir las mermas en el transporte. Dichos ahorros deben compensar los costos que significan preparar la carga.
2. Los medios de transporte disponibles son: marítimo, carretero, aéreo, ferroviario, ductos o tuberías y transporte multimodal. El estudio de cada uno de los medios de transporte requiere el conocimiento de: las características de cada medio y las ventajas y desventajas de su uso, los tipos de unidades o vehículos de transporte y los terminales de carga (infraestructura y equipos de manipulación).
3. La selección del medio de transporte a utilizar debe considerar además del flete las características operativas de cada medio, descritas en términos de: velocidad, disponibilidad, confiabilidad, capacidad y frecuencia. El análisis queda completo midiendo el impacto que tiene cada medio en los niveles de inventario de la cadena de suministro.

<sup>14</sup> Normas ISO 445:1965 (citado por Ruibal, 1994, p. 47).

<sup>15</sup> Ley del Sistema Portuario Nacional, ley 27943, promulgada el 28 de Febrero de 2003, artículo 6.

<sup>16</sup> Reglamento Nacional de Vehículos, decreto supremo 058 – 2003 MTC.

<sup>17</sup> Decreto legislativo 690. Declara de preferente interés nacional la inversión privada en la actividad ferroviaria. Publicado en el Diario Oficial *El Peruano* el 11 de junio de 1991. Artículo 2.

<http://www.indecopi.gob.pe/upload/clc/informes/informeferrocarriles.doc>.

<sup>18</sup> Es el conjunto de unidades con tracción propia que sirven para remolcar vagones de carga y coches de pasajeros o para el traslado de personal de supervisión. Está conformado por autovagones, autocarriles y autovías.

<sup>19</sup> Un costo hundido es una inversión no recuperable, por lo que limita no solo la entrada sino también la salida de la industria. En industrias con altos costos hundidos la decisión de entrada puede retardarse mucho más que en el caso de industrias sin elevados costos hundidos. Una vez producida la entrada, la posibilidad de salir de la industria sin pérdidas es reducida, por lo que es probable que se genere una «guerra de precios» entre las empresas establecidas y la entrante.

<sup>20</sup> <http://www.indecopi.gob.pe/upload/clc/informes/informeferrocarriles.doc>

**PARTE II**  
**LAS FUNCIONES CLAVES COMBINADAS**

## CAPÍTULO 5 GESTIÓN DE COMPRAS

### Objetivos de aprendizaje

Después de leer este capítulo el lector será capaz de:

1. Entender la importancia de la gestión adecuada de las compras.
2. Desarrollar el proceso de compras de materiales.
3. Identificar los distintos modelos de selección de proveedores.
4. Analizar el rol de los sistemas de información en la gestión de las compras.

### 1. DEFINICIÓN E IMPORTANCIA

Compras es el área funcional de la empresa encargada de adquirir los materiales necesarios para las operaciones de la empresa, en la cantidad necesaria, en el momento y lugar precisos, de la calidad adecuada y al precio más conveniente, asegurando así la continuidad de las operaciones.

El proceso de compras es importante para cualquier organización. Para el sector productivo, el costo de las partes, componentes y suministros adquiridos, incluyendo los fletes y demás cargos derivados directamente de la adquisición del producto, por lo general representan más del 50% del valor de las ventas del producto final, mientras que para el sector de servicios este porcentaje es ligeramente inferior al 20% (Leenders y otros, 2001, p. 9).

La importancia del área de compras no se deriva únicamente del monto del dinero invertido en las adquisiciones, ya que, por ejemplo, se pueden lograr importantes ahorros en el capital de trabajo necesario para la operación reduciendo los niveles de inventario promedio mediante la elaboración de adecuados calendarios de entrega y de pagos de productos. Considerando que los costos de posesión de inventarios fluctúan entre el 20 % y el 40% anual de la inversión en inventarios, si una operación se puede sostener con inventarios promedios valorizados en diez millones de dólares en lugar de veinte millones, entonces los ahorros logrados se encontrarán en el rango de dos a cuatro millones de dólares anuales (Ballou, 2004, p. 328).

De otro lado, la posibilidad de incrementar la utilidad en base a los descuentos obtenidos de los proveedores es también importante. Por ejemplo, en una empresa que cuenta con la siguiente estructura de resultados<sup>21</sup>:

Ventas	100%
Compras	60%
Gastos administrativos	30%
utilidad	10%

Tabla 5.1: Estructura de resultados

Negociar con los proveedores ahorros globales de 5% puede incrementar la utilidad en un 30%, tal como se muestra en la siguiente tabla. Este efecto es llamado apalancamiento de las compras.

Ventas	100%
Compras	57%
Gastos administrativos	30%
utilidad	13%

Tabla 5.2: Cuadro de apalancamiento de compras

#### PUNTO CLAVE

El apalancamiento de las compras mide el porcentaje de incremento de las utilidades debido a los descuentos obtenidos de los proveedores.

El área de compras debe asegurar el flujo ininterrumpido de materiales para la ejecución continua de la operación de la organización, evitando paradas de los equipos de producción, horas/hombre perdidas, pedidos sin atender y demás contratiempos. Dichos materiales comprenden las materias primas, partes, componentes, repuestos, suministros industriales y demás productos que requiera el área de producción para la realización de sus operaciones.

Asimismo, debe asegurarse que los materiales comprados que ingresan al proceso productivo sean de la calidad adecuada, evitando sobrecostos de producción y eliminando costos en inspecciones y procesos de devolución de materiales, pues estos consumen recursos y tiempo del personal de operaciones, generan paradas de producción, entre otros.

## **2. OBJETIVOS DEL ÁREA DE COMPRAS**

- a) Realizar las compras más convenientes para la empresa, considerando no solamente el factor precio, sino también todos los elementos relacionados con la compra. Por ejemplo, en la adquisición de una impresora el precio es solo uno de los aspectos a considerar, pues tan importante como el precio de la misma son los precios de los insumos, su disponibilidad en el mercado, el servicio post venta, la calidad de la impresión, entre otros. Si no consideramos estos factores, el precio total puede resultar alto<sup>22</sup>.
- b) Asegurar el flujo sin interrupciones de materiales, evitando la paralización de las operaciones.
- c) Encontrar los proveedores idóneos para la empresa. El proveedor debe estar interesado en suministrar a la empresa y, de igual manera, los planes de crecimiento y desarrollo deben ser compatibles. Así, puede resultar caro comprar un sistema de información de bajo precio a una empresa que no tiene asegurada su permanencia en el mercado y que probablemente no brinde un servicio de garantía post venta que incluya la actualización del sistema de información, modificaciones posteriores y desarrollo.
- d) Establecer las cantidades de compra idóneas, teniendo en cuenta los descuentos que ofrecen los proveedores por volúmenes de compra, fletes, capacidad del proveedor para realizar entregas frecuentes en lotes pequeños, capacidad de almacenamiento, ventajas financieras y costos de capital inmovilizado, entre otros.
- e) Estandarización de materiales, esto es, la búsqueda de materiales estándares que tengan múltiples aplicaciones en la empresa. Ello resulta beneficioso, pues ayuda a reducir la variedad de inventarios, obtener descuentos por compras de mayores volúmenes, mejorar la utilización de los espacios en el almacén, además de otras ventajas.

## **3. ACTIVIDADES DEL ÁREA DE COMPRAS**

Para ejecutar los procesos de compras se deben llevar a cabo actividades que soporten dicho proceso, como recopilar información sobre las características de los materiales comprados, investigar sobre la aparición de nuevos materiales, tecnologías y proveedores. El área de compras también debe analizar sus propios procesos de compras, y rediseñarlos cuando sea necesario. A continuación se presenta un resumen de las principales actividades de compras:

### **3.1. Actividades relacionadas con los materiales comprados**

- a) Identificación correcta del material. Algunos materiales tienen diversos nombres en el mercado, lo cual puede originar confusiones y producir compras innecesarias. Identificar correctamente el material, sus características principales de funcionamiento y los requerimientos de calidad es la primera actividad del área de compras. La catalogación es una actividad orientada a la identificación correcta de materiales, en la que participa el área de compras. Esta será estudiada en detalle más adelante en este mismo capítulo.
- b) Obtener de las distintas áreas de la empresa (almacenes, producción, usuarios del área de compras) información relacionada con los consumos de cada producto, los saldos actuales, los pedidos no atendidos por falta de stocks, la cantidad de productos sin uso u obsoletos, entre otros.
- c) Investigar los nuevos materiales que aparecen en el mercado, sus niveles de calidad, sus costos y su compatibilidad con los procesos productivos empleados en la empresa.
- d) Determinar la cantidad a comprar. La aparición de un pedido de productos elaborado por cualquier área funcional no implica que compras deba obedecerla tal como la recibe. Compras debe comprobar que no existe un producto en almacén que pueda realizar dicha función y, del mismo modo, asegurarse de que la cantidad solicitada sea la correcta en función a las necesidades de la empresa.

### **3.2. Actividades relacionadas con los proveedores**

- a) Mantener una relación fluida con los proveedores, con el objetivo de conocer los productos que ofertan, sus precios, su capacidad de producción y su desempeño logístico en cuanto al cumplimiento de los plazos de entrega y precisión en sus entregas (producto correcto, en la cantidad correcta y en un estado de conservación adecuado).
- b) Realizar inspecciones a los proveedores. Cuando la calidad del suministro comprado influye decisivamente en la calidad del producto fabricado se hace necesaria una inspección a los procesos productivos del proveedor, para asegurarse de un estándar mínimo de calidad compatible con los requerimientos del comprador.

Se debe verificar la capacidad productiva del proveedor, especialmente cuando la empresa tiene previstos importantes aumentos en su producción. El proveedor debe ser capaz de afrontar dichos aumentos y además seguir cumpliendo los plazos de entrega programados y la calidad establecida del producto.

- c) Búsqueda de nuevos proveedores. Estudiar el mercado de proveedores, ya que los productos y precios que ofrecen resulta un conocimiento útil para encontrar proveedores que se ajusten mejor a los requerimientos de la empresa o para negociar mejores condiciones con el proveedor actual.

### **3.3. Actividades relacionadas con la organización**

- a) Procesos de compras. En este rubro se encuentran todas las actividades realizadas para la ejecución de las compras.

El rediseño del proceso de compras se hace necesario cuando reiteradamente se observan sucesos tales como que los materiales comprados no llegan a tiempo o llegan al almacén antes de haber culminado el proceso de compra, las áreas funcionales asumen la función de abastecimiento, la productividad de los compradores desciende, entre otros.

- b) Documentación. Realización y cumplimiento de los manuales de procedimientos de compras, políticas de compras, presupuestos anuales de compras, registros históricos de las compras realizadas, archivo de los documentos generados en el proceso de compras: pedidos, cotizaciones, órdenes de compra o contratos.

- c) Determinación de los costos de la organización. La actividad de compras consume recursos. Estos deben estar debidamente cuantificados

y controlados. Además, la organización debe identificar las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías, tales como el uso de internet para reducir los costos de la gestión de compras.

La determinación del costo de emisión de órdenes de compra es un parámetro muy usado en el cálculo del lote económico de compra, el mismo que ya ha sido estudiado en la sección de costos que suponen las existencias del capítulo de inventarios. El costo de emisión está comprendido por todos los costos incurridos en la gestión de un orden de compra y que son independientes de la cantidad comprada. Cabe mencionar que dicho costo ha disminuido considerablemente debido al desarrollo de los sistemas de información y los bajos costos de interconexión entre empresas a través de internet.

- d) Trabajo en conjunto con las demás áreas de la organización. Compras debe buscar la cooperación de las distintas áreas de la empresa para llevar a cabo su labor de manera eficiente.

El área de producción debe entregar a compras los planes de producción para, en base a ello, calcular las cantidades a comprar y el momento en que deben ser entregadas. En algunas ocasiones, la empresa debe decidir entre hacer o comprar un insumo. Compras y Producción deben trabajar conjuntamente para determinar la alternativa más beneficiosa<sup>23</sup>.

El área de investigación y desarrollo debe colaborar con Compras en la búsqueda de nuevos materiales, identificar materiales sustitutos, proveedores alternativos.

El área de calidad debe determinar las especificaciones de calidad que deben cumplir los productos comprados, los tipos de pruebas o ensayos realizados y el resultado de las mismas.

El área de almacenes, por su lado, debe comunicar permanentemente a Compras las entregas realizadas por los proveedores, los saldos de productos y los consumos registrados.

Compras debe informar a Finanzas los calendarios de pago con los proveedores, los montos acordados, los porcentajes de descuento por pronto pago y toda la información que sea relevante para el cumplimiento de los compromisos pactados.

Finalmente, Compras debe brindar a Producción, Marketing y Ventas información sobre nuevos insumos, materiales, tendencias en los precios y demás novedades que puede recabar de su contacto diario con el mercado de proveedores.

## **4. PROCESO DE COMPRAS**

Debido a los montos invertidos de dinero, a la cantidad de materiales comprados, y al carácter legal de los acuerdos celebrados con los proveedores, se hace necesario establecer un proceso de compras con el objetivo de garantizar una compra transparente, bajar los costos de adquisición, asegurar el flujo de materiales y disminuir los costos de la gestión de las compras.

Los aspectos que se deben considerar para desarrollar un proceso de compras consistente son los siguientes:

### **4.1. Recepción de la solicitud de productos**

La solicitud de productos es un documento físico o virtual que establece una necesidad a satisfacer. Con este documento se inicia el proceso de compras.

El área de producción de la empresa requiere ser abastecida del stock de materiales del almacén para poder ejecutar sus actividades diarias. Sin embargo, en algún momento existirá la necesidad de renovar dichos stocks. Esta situación genera la solicitud de productos.

Por otro lado, existen situaciones tales como un proyecto nuevo, compra de nuevos equipos, ampliación de la capacidad de producción, ensayos con nuevos materiales, entre otros, que no pueden ser abastecidos por el almacén. En este caso, la solicitud de productos se originará en el área de producción u otras áreas funcionales. Se recomienda, pues, que la solicitud pase por el área de almacenes para constatar que no exista en stock el producto solicitado, ni ningún otro alternativo.

Sea que la solicitud de productos provenga del almacén o de cualquier área funcional de la empresa, se debe designar personas, de cierto nivel en la empresa, autorizadas para emitir dichas solicitudes de productos.

Es importante recalcar que una solicitud no es una orden a ser cumplida; el área de compras, luego de un análisis cuidadoso, debe determinar la cantidad a comprar y las condiciones que se ajusten mejor a las necesidades de toda la organización.

Los datos que debe tener una solicitud de productos son los siguientes:

- Fecha de emisión de la solicitud de productos;
- Descripción del o los artículos, con su código y norma, si es que los tuviera;
- Cantidad pedida y unidades;
- Fecha máxima de llegada del producto al lugar de entrega;
- Utilización que se dará al artículo;
- Existencias disponibles, consumos pasados;
- Lugar de entrega;
- Área que lo solicita;
- Firmas y autorizaciones correspondientes.

Existen algunos tipos de solicitudes que requieren un trato especial o diferenciado por el área de compras, debido a la naturaleza de la solicitud.

#### ***4.1.1. Solicitudes urgentes***

En algunos casos, el área de compras recibirá pedidos marcados como «urgentes». Esta urgencia puede estar justificada, por ejemplo, por cambios repentinos en las condiciones del mercado, en la situación económica de los consumidores o en la respuesta a una campaña de la competencia. Sin embargo, en otros casos la urgencia se debe a una mala planificación de la producción, a la costumbre de marcar como urgente un pedido normal o a otras razones.

Al margen de ser justificada o no la urgencia, este tipo de pedidos consumen más recursos que un pedido normal, ya que implican la contratación de un transporte rápido para su entrega, una penalidad aplicada por el proveedor, un trabajo de seguimiento adicional y horas de trabajo extras del personal de compras.

La mejor manera de disminuir los pedidos urgentes sin causa justificada reside en cargar estos sobrecostos al área que los generó, para que exista así un mayor cuidado al momento de planificar sus pedidos.

#### ***4.1.2. Solicitudes por cantidades pequeñas***

En algunos casos se reciben pedidos por cantidades o montos menores que su costo de tramitación, pero se deben satisfacer porque pueden originar malestar en la organización. Al respecto, Leenders sugiere los siguientes métodos para su tratamiento:

1. Si el problema se debe al departamento usuario, es posible que la persuasión se pueda emplear para aumentar el número de artículos estándar requeridos.
2. Otra posibilidad es que el departamento de compras reúna las requisiciones pequeñas a medida que las reciba, hasta que se haya acumulado una cantidad total justificable de dinero.
3. Un tercer método es establecer un calendario de requisiciones, dejando de lado días específicos para la requisición de abastecimientos específicos, de modo que todas las requisiciones de un artículo dado sean recibidas en el mismo día. El calendario se puede integrar a manera de que prácticamente todos los artículos abastecidos por cualquier tipo específico de vendedor sean pedidos el mismo día (Leenders y otros, 2001, p. 80).

## **4.2. Selección de proveedores**

Si la compra procede, el siguiente paso residirá en identificar el o los proveedores que suministrarán el material. Para ello, se siguen los siguientes pasos:

#### ***4.2.1. Selección de posibles proveedores***

No todos los proveedores son aptos para abastecer el material solicitado y cumplir con los requerimientos de servicio post venta requerido. Por ello, compras deberá recurrir a sus registros históricos y a sus estudios de proveedores para determinar qué proveedores pueden ser los candidatos a suministrar el producto.

#### ***4.2.2. Solicitud de cotizaciones***

Una vez identificados los posibles proveedores, se les solicitarán las cotizaciones. La solicitud de cotización es el documento mediante el cual se hace conocer al proveedor las necesidades de la empresa y se solicita información sobre las condiciones en que el proveedor puede satisfacer esta necesidad.

La información que contiene una solicitud de cotización es la siguiente:

- Fecha de emisión de solicitud de cotización;
- Descripción del artículo;
- Cantidad que se solicita y unidades;
- Fecha de vencimiento en la recepción de cotizaciones;
- Fecha máxima de llegada al punto de entrega;
- Punto de entrega;
- Inspección a la que se someterán los artículos comprados;
- Otras consideraciones: calidad requerida, parámetros de evaluación, entre otros.

La solicitud de cotización debe pedir a los proveedores la siguiente información:

- Precios;
- Condiciones de pago;
- Plazo de entrega al que se compromete;
- Las observaciones que el proveedor considere pertinentes.

#### ***4.2.3. Selección del proveedor***

Una vez recibidas las cotizaciones de los proveedores se procede a la selección del proveedor adecuado. Muchas veces se comete el error de enfocarse solo en el precio, sin tener en cuenta dimensiones del servicio que pueden resultar gravitantes. Chopra y Meindl (2008, pp. 429-431) nos sugieren tener en cuenta los siguientes factores al momento de realizar la selección:

- Tiempo de espera;
- Desempeño en la puntualidad;
- Flexibilidad en el suministro;
- Frecuencia de la entrega y tamaño mínimo del lote;
- Calidad del suministro;
- Costo del transporte entrante;
- Términos del precio;
- Capacidad de coordinación de la información;
- Capacidad de colaboración en el diseño;
- Tipos de cambio, impuestos y derechos.

En la selección del proveedor estos factores deben ser tomados en cuenta, ya que afectan al costo total en que incurre la empresa. A continuación hacemos un resumen del análisis que hacen Chopra y Meindl de dichos factores.

- Tiempo de espera. Conforme los tiempos de entrega del proveedor aumentan, el nivel de inventarios de seguridad que debe mantener la empresa compradora se incrementa proporcionalmente a la raíz cuadrada de este tiempo de espera<sup>24</sup>. Claramente un mayor tiempo de entrega del proveedor implica un mayor nivel de stock de seguridad, con los consiguientes incrementos en los costos de posesión de inventarios.
- Desempeño en la puntualidad. El desempeño en la puntualidad mide el cumplimiento del proveedor en cuanto a sus compromisos de entrega. Un proveedor puntual es reconocido como confiable, mientras que un proveedor que no cumple con sus entregas en los plazos estipulados será visto como no confiable. Mientras mayor grado de

confiabilidad tenga la empresa compradora con respecto al cumplimiento de sus proveedores, menor será la necesidad de mantener stocks de seguridad, con los consiguientes ahorros en costos de posesión de inventarios.

- Flexibilidad en el suministro. Mide el nivel de variación en las cantidades pedidas que un proveedor pueda tolerar sin afectar o dañar otros parámetros del servicio, como el tiempo de espera o la puntualidad. Esta variable también afecta el nivel de stock de seguridad.
- Frecuencia de entrega y tamaño mínimo de lote. Conforme la empresa proveedora nos pueda abastecer en lotes más pequeños y frecuentes, los niveles de inventario de la empresa compradora serán menores, con el consiguiente impacto en los costos de posesión de inventarios de la empresa compradora.
- Calidad del suministro. Un proveedor que tiene un alto porcentaje de productos que no cumplan con los requisitos de calidad estipulados genera sobrecostos innecesarios, tanto para la empresa compradora como para el mismo proveedor. Por ejemplo, tiempos de paradas de máquina, tiempos de horas hombres no utilizadas, gestión logística de la devolución, entre otros. A su vez, puede forzar a la empresa compradora a mantener mayores niveles de stock de seguridad con el fin de evitar los sobrecostos mencionados anteriormente, lo cual nuevamente incrementa los costos de posesión de inventarios.
- Costo del transporte entrante. No es suficiente analizar el costo del producto, sino también es necesario considerar todos los costos logísticos incurridos en movilizar el producto desde la planta del proveedor hasta la planta de la empresa compradora. El costo del transporte variará en función a la distancia, la cantidad a transportar y el medio de transporte utilizado, entre otros.
- Términos del precio. Se relacionan con todos aquellos aspectos vinculados con el precio del producto comprado, como descuentos por volúmenes de compra, descuentos por pronto pago, tiempo permitido para realizar el pago luego de la entrega del producto, etcétera.
- Capacidad de coordinación de la información. Este factor es más difícil de cuantificar y está relacionado a la capacidad que tienen tanto la empresa compradora como la proveedora para coordinar información, con el objetivo de igualar la oferta con la demanda y disminuir tanto los sobre stock como las roturas de stock.
- Capacidad de colaboración en el diseño. En el sector fabril, aproximadamente el 80% del costo de una parte comprada se determina en la etapa del diseño (Chopra & Meindl, 2013, p. 447). Por ello es crucial que tanto los proveedores como los fabricantes desarrollen la capacidad de colaborar en el diseño de las partes compradas y del producto final.

En este punto considero importante mostrar los resultados de una encuesta del Procurement and Supply Chain Benchmarking Consortium, de la Universidad Estatal de Michigan, que resalta el impacto espectacular de la integración exitosa entre fabricantes y proveedores en el diseño, que permiten obtener reducciones en costo de hasta 20%, mejoras en la calidad de hasta 30% y reducciones en el tiempo de entrega de hasta un 50% en los casos más exitosos (Laseter, 2000, p. 152), que pueden verse en el siguiente gráfico.



Figura 5.1: Impacto de la integración entre proveedores y fabricantes

- Tipos de cambio, impuestos y derechos. Para las compañías que tienen sus proveedores localizados en el exterior, muchas veces las fluctuaciones en el tipo de cambio pueden afectar el costo del componente o producto comprado mucho más que los demás factores juntos. Para evitar esto se pueden implementar coberturas financieras que compensen las fluctuaciones en el tipo de cambio. De igual manera, los derechos e impuestos aduaneros pueden afectar el costo del producto.

Dos de los modelos de selección de proveedores mostrados en este libro, el modelo basado en los costos totales y la matriz de comparación de criterios, utilizan algunos de los factores señalados por Chopra y Meindl para la selección del proveedor.

#### PUNTO CLAVE

La selección del proveedor no debe basarse solo en el precio, pues esto puede llevar a errores. Es preciso considerar las dimensiones del servicio que nos ofrece el proveedor.

### 4.3. Emisión de la orden de compra al proveedor

El proveedor que haya sido seleccionado recibirá la orden de compra del fabricante. En este documento se establece una relación contractual entre el proveedor y el fabricante. El proveedor está obligado a suministrar los productos en los plazos estipulados y el comprador al pago de dichos productos según el calendario acordado.

La orden de compra es el documento más importante emitido por el área de compras y, por tanto, su preparación debe ser planificada cuidadosamente. La información que debe contener toda orden de compra es la siguiente:

- Fecha de emisión de OC;
- Número de la orden de compra (correlativo de compras);
- Nombre y dirección de la empresa que recibe la orden;
- Descripción del artículo, código, norma;
- Cantidad que solicita y unidades;
- Instrucciones sobre entrega (lugar y fecha);
- Cronograma de facturación y condiciones de pago;
- Precios;
- Algunas cláusulas adicionales pertinentes;
- Firmas y autorizaciones correspondientes.

Las cláusulas más comunes contenidas en una orden de compra son las siguientes:

1. La aceptación de los productos está sujeta a la inspección de calidad.
2. En caso de no recibir los productos en los plazos estipulados se procederá a aplicar penalidades por los retrasos o a cancelar la orden.
3. Si el precio no está estipulado en la orden, la facturación se hará a un precio no mayor al pagado en la última transacción.
4. En caso de encontrarse artículos dañados, se tomarán determinadas medidas.

Además del proveedor, internamente se debe entregar una copia de la orden de compra al usuario para que pueda conocer las condiciones y plazos de la compra; a Finanzas, para que programe los pagos al proveedor; al Almacén, para que planifique los recursos necesarios para el almacenamiento; y a Contabilidad para que registre las obligaciones en los libros contables respectivos.

### 4.4. Seguimiento y recepción de la compra

El trabajo de compras no termina con la emisión de la orden. Para garantizar la continuidad de las operaciones hay que asegurarse de que la compra será recibida el día acordado, caso contrario se deben tomar acciones para evitar el desabastecimiento.

Debido a la gran variedad de materiales que se compran, la labor de seguimiento debe estar enfocada en aquellos que son considerados críticos, es decir, aquellos que pueden paralizar la producción o generar pérdidas de ventas.

El seguimiento puede consistir en una simple llamada telefónica o un informe escrito, solicitando el grado de avance de la producción. En algunos casos, cuando los montos comprados son grandes, se requerirá una visita a las instalaciones del proveedor para verificar *in situ* el avance de nuestro pedido.

La labor de seguimiento termina cuando llegan los artículos comprados al almacén de la empresa. En esta etapa se realiza la recepción e inspección de la mercadería recibida.

La labor de recepción es una labor que corresponde al almacén. En ella se verifican las cantidades recibidas y el estado de conservación de las mismas. La utilización de una orden de compra «ciega», cuya columna de cantidades compradas se encuentra vacía, es utilizada para que el personal de recepción anote las cantidades recibidas y luego las compare con las especificadas en la orden de compra original.

Cuando se detectan faltantes, productos deteriorados, en mal estado de conservación, productos que no fueron pedidos, entre otros, se informa a compras de estas incidencias para el envío posterior del faltante o el descuento respectivo en la factura del proveedor, según las especificaciones acordadas en la orden de compra.

Asimismo, Compras debe verificar la satisfacción del usuario interno, realizando encuestas de evaluación que deben enfocarse tanto en el desempeño del producto comprado como en las posibilidades de mejora u otros aspectos que sean de interés del usuario.

## 4.5. Liquidación de facturas

El siguiente paso en el proceso de compras es la liquidación de las facturas que nos hace llegar el proveedor por los productos entregados, que consiste en la comprobación y aprobación de las mismas. Las diferencias resultantes de comparar la factura con la orden de compra y el informe de recepción deben ser comunicadas al vendedor para su corrección o ajuste.

Es importante considerar los descuentos por pronto pago que en algunos casos ofrece el vendedor.

## 4.6. Mantenimiento de registros

Los registros y archivos se llevan con la finalidad de ubicar fácilmente cualquier documento relacionado con las compras y poder demostrar así la transparencia de las compras efectuadas. La información generada por un proceso de compras es extensa, y no toda la información tiene el mismo grado de importancia para todas las empresas.

Un resumen de los registros que se deben llevar en el área de compras se presenta a continuación:

1. Pedidos. Los pedidos de productos sirven para sustentar los procesos de compra realizados. Es por ello que su archivo resulta importante.
2. Órdenes de compra. Es importante tener un registro de las órdenes de compra y contratos gestionados por el área de compras.

Cuando la compra tiene entregas parciales se deben conocer las cantidades recibidas y las cantidades por recibir, las fechas de entregas y el calendario de pagos al proveedor, pues todo ello representa información útil para la absolución de consultas de las demás áreas funcionales sobre los pedidos y los pagos efectuados.

3. Proveedores. Tener registros actualizados de los proveedores actuales y potenciales de la empresa, vendedores, personas de contacto, productos que ofrece, registros de las visitas realizadas a la planta y las inspecciones realizadas, informes de las reuniones de trabajo, desempeño del proveedor en cuanto al cumplimiento de los plazos de entrega y la exactitud de la entrega, entre otras, es información que nos ayuda para ubicar a los proveedores rápidamente cuando surge la necesidad de hacerlo.
4. Cotizaciones. Las cotizaciones recibidas de los distintos proveedores sirven para sustentar la selección del proveedor realizada por Compras. Los precios pactados y las condiciones estipuladas en la cotización sirven para elaborar la orden de compra.
5. Materiales. Llevar un registro organizado de los materiales usados en la empresa, con su identificación correcta, características, fuentes de suministros, así como incluir los materiales alternativos, los nuevos materiales, las pruebas efectuadas y sus resultados, resulta útil para agilizar los procesos de compra.

## 5. MODELOS DE SELECCIÓN DE PROVEEDORES

La tarea de selección del o los proveedores a los que se va a comprar es delicada pues supone para la empresa un desembolso de dinero. Por ello, el área de compras debe contar con modelos que permitan seleccionar a los proveedores de manera objetiva e imparcial, en base a los criterios que la empresa defina previamente. A continuación se estudiarán cuatro modelos de selección de proveedores:

### 5.1. Modelo basado en los costos totales

Este modelo para seleccionar proveedores busca identificar y cuantificar todas las dimensiones que afectan el costo total de utilizar un determinado proveedor y selecciona al proveedor con menor costo total.

Por ejemplo, si tenemos dos proveedores con distintos precios y tiempos de entrega, ¿tiene algún beneficio en el costo escoger al proveedor más caro, pero con menor tiempo de entrega? O, si se tienen dos proveedores con distintos lotes y frecuencias de entrega, ¿tiene su recompensa elegir al proveedor más caro, pero con lotes de entrega pequeños y frecuentes? Este modelo resuelve este tipo de interrogantes y su aplicación es explicada a lo largo de la situación de negocio descrita a continuación:

#### Problema 5.1

Un fabricante utiliza cojinetes para la producción de podadores de césped y los compra a un proveedor local que le cobra 10 dólares por unidad. El gerente de compras del fabricante ha identificado otra posible fuente de suministro dispuesta a proveer los cojinetes a un precio de 9,8 dólares. Antes de tomar la decisión de cambiar de proveedor, el gerente decide evaluar a cada uno. El proveedor local tiene un tiempo de entrega promedio de dos semanas y entrega en lotes de 25 000 unidades. La nueva fuente tiene un tiempo de entrega de seis semanas y el tamaño de lote de entrega es de 85 000 unidades.

Adicionalmente, el gerente de compras ha enviado al equipo de control de calidad de su empresa para que evalúe los procesos del nuevo proveedor. Estos indicaron que la tasa de fallos del sistema de producción del nuevo proveedor estaría en el orden del 1% de la demanda media anual. El proveedor actual tiene una tasa de fallos del 0,1%.

El departamento de producción indica que cada cojinete fallado representa un sobre costo de 80 dólares por unidad en mano de obra y maquinaria parada, gestión de devolución, entre otros gastos.

Seleccione el proveedor de cojinete adecuado teniendo en cuenta los costos totales de compras (costo del producto + costo de posesión de inventarios + sobrecostos de productos fallados).

Considerar que la empresa fabricante tiene un costo de mantener inventarios de 25% anual y la demanda de cojinetes tiene una media de 10 000 unidades por semana y una desviación estándar de 300 unidades por semana. El fabricante desea tener una disponibilidad de cojinetes del 97% ( $Z=1,88$ ). Considere un año de 52 semanas.

## Solución

Para la selección del proveedor se debe cuantificar las siguientes dimensiones de los costos:

- Costo del producto: proporcional al costo unitario y la demanda media anual.
- Costo de posesión de inventarios: calculado por la fórmula:  $i \times Cu \times I_p^{25}$
- Sobre costo por cojinete fallado: determinado por la tasa de fallas y por los costos de gestión de productos fallados.

En la siguiente tabla se pueden analizar los cálculos realizados para hallar el costo total de compra para cada alternativa.

	Proveedor local	Nuevo proveedor
<b>Costos del producto</b>		
Costo unitario (US\$/año)	10	9,8
Demanda anual (und/año)	520 000	520 000
Costo anual del cojinete (US\$/año)	5 200 000	5 096 000
<b>Costos posesión de inventarios</b>		
Lote de entrega (unidades)	25 000	85 000
Tiempos de entrega (semanas)	2	6
S (desviación estándar de la demanda) (und/semana)	300	300
S (lt) (desviación estándar durante lt) (und/semana)	424	735
Inventario promedio (unidades)	13 298	43 882
Costo de posesión de inventarios (US\$/año)	33 244	107 510
<b>Sobrecostos por cojinete fallado</b>		
Tasa de fallos	0,1%	1,0%
Productos fallados (unidades)	520	5200
Costo de gestión de productos fallados (US\$/año)	41 600	416 000
<b>Costos totales de compra (US\$/año)</b>	<b>5 274 844</b>	<b>5 619 510</b>

Tabla 5.3: Cuadro de costo total de compras

De acuerdo al modelo del costo total de compra, la decisión sería mantener al mismo proveedor, pues tiene un costo total de compra menor.

En algunos casos el modelo basado en los costos totales requiere la elaboración de un cuadro de análisis de cotizaciones en el cual se registrarán las ofertas de los proveedores y sus condiciones para el análisis respectivo y selección del proveedor. La elaboración del cuadro de análisis de cotizaciones se explica en los problemas 5.4 y 5.5 de este capítulo.

Una limitación importante de este modelo reside en que solamente incorpora aquellos criterios cuantificables desde la perspectiva del costo, excluyendo aquellos que no lo son pero que igualmente pueden ser importantes. Esta limitación es levantada por el modelo presentado a continuación.

### PUNTO CLAVE

El modelo de costos totales incorpora en el análisis de selección del proveedor no solo el costo del producto sino también todas aquellas variables del servicio que determinan el costo total de seleccionar a determinado proveedor.

## 5.2. Matriz de comparación de criterios

Este modelo, a diferencia del anterior, puede incorporar criterios no cuantificables desde la perspectiva de los costos y requiere la definición previa de los criterios a tomar en cuenta para la selección del proveedor.

Una vez hecha esta definición se evalúa la importancia relativa de cada uno de estos criterios en relación con los demás, y se obtiene una tabla en la que se encuentran los criterios ponderados en función a su importancia relativa.

Finalmente, se comparan y se asignan puntajes a las cotizaciones recibidas en base a la tabla de criterios ponderados y se selecciona al proveedor que mejor calificación obtenga.

La metodología de aplicación de este modelo es desarrollada en el siguiente ejemplo:

### Problema 5.2

Usted, gerente de operaciones de una transnacional americana dedicada a la comercialización de artículos deportivos de lujo, que tiene sus fábricas cerca al puerto de Chiwan en China, debe seleccionar al transportista marítimo que el siguiente año traerá sus mercaderías hasta el puerto del Callao.

Para ello, convocó a una licitación a la que se presentaron tres transportistas internacionales reconocidos en el mundo:

1. Maersk Line: línea naviera danesa más grande del mundo, forma parte del grupo AP Moller.
2. NYK: Nippon Yusen Kaisha, línea naviera con importantes operaciones en el puerto de Chiwan.
3. Panalpina: consolidador de carga con operaciones importantes a nivel mundial.

La empresa matriz le ha solicitado que utilice en su evaluación el modelo de la comparación de criterios, para lo cual le ha pedido que evalúe los siguientes aspectos del servicio marítimo:

1. K01. Costo del flete.
2. K02. Transit time: tiempo que permanece la mercadería en tránsito.
3. K03. Frecuencia de salidas del puerto de origen.
4. K04. Demurrage: tiempo libre máximo que puede estar la carga en el terminal del transportista sin generar ningún pago extra.
5. K05. BAK (Bunker Adjustment Factor). Protección del costo del flete ante las variaciones en el costo de los combustibles.

### Metodología para la selección de proveedores:

Para evaluar la importancia relativa de cada uno de los criterios debe elaborar una matriz de doble entrada, en la cual se compara la importancia de cada uno de los factores con el resto, se identifica el más importante y se registra en la celda correspondiente. Por ejemplo, entre el criterio K01 y K02, el definido como más importante para este caso en particular es el K02, según lo mostrado en la tabla 5.4.

	K01	K02	K03	K04	K05
K01		K02	K03	K01	K05
K02			K02	K02	K05
K03				K03	K03
K04					K04
K05					

Tabla 5.4: Matriz de comparación de criterios

Esta matriz es siempre simétrica, por lo que usualmente solo se presentan los valores correspondientes a los elementos que están por encima de la diagonal principal.

A partir de estos resultados se está en condiciones de determinar para cada criterio la frecuencia del mismo y sobre esta base determinar el orden de importancia de los criterios, lo cual se refleja en la siguiente tabla.

Criterios	Frecuencia	%	Orden
K01	1	10%	3
K02	3	30%	1
K03	3	30%	1

K04	1	10%	3
K05	2	20%	2
Total	10	100%	

Tabla 5.5: Orden de importancia de criterios

La empresa matriz evalúa las cotizaciones de sus proveedores de transporte con tres criterios: bueno, regular y malo, otorgándoles una calificación de +10, +5 y 0 respectivamente, y selecciona a aquel proveedor que obtenga la mejor calificación total. Para la contratación del transportista marítimo se considera bueno, regular o malo si se cumple las siguientes condiciones:

	Bueno (10 pts)	Regular (5 pts)	Malo (0 pts)
Flete (US\$/cnt)	< 4000	4000 y 5000	> 5000
Transit time (días)	< 45	Entre 45 y 60	> 60
Frecuencia de salidas (veces/mes)	>8	Entre 4 y 8	<4
Demarraje (días)	>15	Entre 10 y 15	<10
BAF	SI	-	NO

Tabla 5.6: Criterios de evaluación de proveedores

Vencido el plazo de presentación de cotizaciones, usted recibe la información solicitada a cada uno de sus proveedores, la cual se resume en el siguiente cuadro:

	Maersk Line	NYK	Pan
Flete (US\$/cnt)	3500	4500	3700
Transit time (días)	40	65	60
Frecuencia de salidas (veces/mes)	3	6	10
Demarraje (días)	7	20	14
BAF	Si	Si	SI

Tabla 5.7: Cotizaciones de los proveedores

El último paso consiste en la calificación a cada uno de los proveedores en función a sus cotizaciones, puntuando con +10, +5, 0 según sea el caso, y ponderando las calificaciones obtenidas en un único puntaje final por proveedor, como se muestra en la siguiente tabla:

Criterio	Ponderación	MAERSK	NYK	PAN
K01	0,1	10	5	10
K02	0,3	10	0	0
K03	0,3	0	5	10
K04	0,1	0	10	5
K05	0,2	10	10	10
Puntaje final		6	5	6,5

Tabla 5.8: Calificación de proveedores

El proveedor elegido será el que tenga el mejor puntaje, en este caso Panalpina.

La elección del modelo adecuado para la selección del proveedor dependerá de la situación específica del negocio que se está analizando, de la variedad de criterios a analizar y su naturaleza y finalmente de la capacidad de la persona que está realizando el análisis y su experiencia para analizar y manejar este tipo de procesos que comprometen desembolsos de dinero para la empresa.

La matriz de comparación de criterios incorpora en el análisis de selección del proveedor criterios tanto cuantitativos como cualitativos.

### 5.3. Licitaciones

Son modelos de selección de proveedores que se realizan sobre la base de concursos públicos competitivos abiertos, que aseguran que todos los vendedores calificados tengan iguales oportunidades para competir.

Este modelo de selección es muy usado por el Estado para la realización de sus compras. Debido al tiempo y cantidad de trabajo requerido para la preparación de una licitación es aconsejable para la realización de compras que superan un monto mínimo establecido que compense los costos fijos relacionados con la preparación de la licitación.

Al igual que los modelos descritos anteriormente, un proceso de licitación debe estar alineado a los objetivos del área de compras y en general desarrollar las mismas actividades del proceso de compras revisado en este capítulo, teniendo en cuenta las siguientes particularidades:

- Si se tratara de una licitación para una compra del Estado, se requiere generalmente anunciar la licitación en algún medio de comunicación masivo (periódicos, páginas web de la institución estatal y otros medios establecidos por ley).
- Se debe especificar una fecha y hora tope para la recepción de las cotizaciones. Pasada la fecha y hora tope no se recibirán más cotizaciones.
- No se deben permitir cambios en las cotizaciones recibidas, aunque se pueden hacer excepciones a esta regla siempre y cuando la fecha y hora tope de recepción de cotizaciones no se haya vencido.
- Es una práctica común en las licitaciones y en especial las licitaciones organizadas por el Estado, solicitar las cotizaciones en sobres cerrados, que se abren en lugar, fecha y hora señalada.
- En las licitaciones organizadas por el Estado, por lo general se permite el acceso a los proveedores o cualquier ciudadano a la apertura de los sobres. Inclusive se ponen a disposición de los interesados los sobres abiertos con las cotizaciones para el análisis y la comparación respectiva, con el objetivo de garantizar un proceso transparente.
- En algunos casos se puede solicitar a los proveedores la presentación de una fianza de compromiso, que proteja al licitador en caso el proveedor seleccionado desista de hacerse cargo de la orden de compra o no cumpla con los compromisos asumidos. También la fianza de compromiso se solicita con el objetivo de desanimar a proveedores irresponsables en la participación de la licitación.

### 5.4. Subastas inversas

A diferencia de la licitación, la subasta inversa es un mecanismo para seleccionar proveedores que permite al proveedor ir conociendo las ofertas de sus competidores conforme el proceso de subasta se desarrolla. Esto le permite al proveedor participante ir adecuando su oferta según la de sus competidores.

Las subastas, al igual que las licitaciones, en la práctica terminan dando una importancia muy alta al precio ofertado por los proveedores, basando la selección en función a este. Por ello, al momento de convocar a una subasta o licitación, es necesario especificar las expectativas mínimas relativas al desempeño del proveedor que no estén relacionadas con el precio como requisitos que el proveedor debe tener en cuenta al hacer su oferta.

Existen dos formas de conducir una subasta:

1. Subasta inglesa. El comprador pone un precio inicial y los proveedores van haciendo pujas a la baja. El proveedor que hace la oferta más baja gana la subasta.
2. Subasta holandesa. El comprador inicia el proceso con un precio muy bajo y lo va incrementando poco a poco hasta que uno de los proveedores está de acuerdo con el precio propuesto por el comprador (Chopra & Meindl, 2013, p. 442).

## 6. MÉTODOS DE COMPRA

### 6.1. Órdenes de compra abiertas

Una orden de compra estándar está limitada a una cantidad de artículos a entregar en un plazo determinado. Una orden de compra abierta permite extender el tiempo y la cantidad de artículos a comprar indefinidamente. Es muy utilizada para aquellos productos que se compran en grandes cantidades y en forma repetitiva, ya que permite ahorros en los costos de preparación de órdenes.

Las cantidades estimadas a comprar durante un periodo, así como el precio y las condiciones de entrega, se negocian en la orden de compra abierta original, luego de lo cual se emiten órdenes de compra de cantidades específicas contra la orden original. La vigencia de esta orden puede prolongarse en el tiempo, hasta que haya cambios en los precios, en el

diseño del producto, en las condiciones de entrega, entre otros factores. En ese momento se hace necesaria una nueva negociación.

## 6.2. Compras bajo contrato

Este tipo de compra permite aprovechar los descuentos por volúmenes de compra sin la necesidad de mantener inventarios en la empresa. En un inicio se establece cuáles son los productos objeto del contrato y se garantiza la compra de una cantidad determinada de estos o un monto monetario dado en un periodo de tiempo específico. Las cantidades necesarias se van pidiendo según las necesidades.

Es preciso tener mucho cuidado en la elaboración del contrato, los artículos y cantidades cubiertas, los precios, los plazos de entrega y el calendario de pagos.

Los riesgos de este sistema para el comprador se encuentran en la incapacidad de comprar la cantidad pactada por disminución de la demanda, problemas financieros, entre otros.

## 7. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD A COMPRAR

### 7.1. Lote económico de compra

La teoría del lote económico de compra indica que existe una cantidad de productos que minimiza los costos de emitir órdenes de compra y mantener inventarios.

El modelo del lote económico supone que la tasa de demanda o consumo y los tiempos de entrega son conocidos y constantes y que, por tanto, no hay roturas de stocks.

La cantidad económica es la siguiente:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * A * D}{i * C}}$$

Donde:

- D: Demanda anual
- A: Costos de emisión de órdenes de compra
- i: Costos de posesión de inventarios
- C: Costo unitario del producto
- Q\*: Cantidad económica a comprar

Este concepto también se puede utilizar para calcular la cantidad a producir, cambiando los costos de emisión de órdenes de compra por los costos de preparación de la producción, y obtenemos el lote económico de producción.

La teoría del lote económico nos indica también en qué momento comprar. Como el tiempo de entrega es conocido y constante, se solicitará la compra cuando el nivel de inventarios sea igual a  $dp \times Lt$ .

Donde:

- dp: Demanda promedio
- Lt: Tiempo de entrega

Con esto se asegura que no existirán roturas de stock en el sistema.

### 7.2. Según la demanda histórica

En ocasiones no se cumplen los supuestos del lote económico de compra o simplemente se desconocen algunos valores de la teoría de lote económico. Cuando ocurran estas situaciones podemos calcular la cantidad a comprar de la siguiente manera:

$$q = dp * T - E - P + R$$

Donde:

- q: Cantidad a comprar
- dp: Demanda promedio
- T: La suma de los tiempos entre revisiones de los inventarios más el tiempo de entrega del proveedor
- E: Nivel de existencias actuales
- P: Entregas pendientes de proveedores durante el tiempo T
- R: Pedidos de clientes no atendidos anteriormente por roturas de stock pero que deben atenderse durante el tiempo T

El tiempo entre revisiones (T) es el tiempo que transcurre entre una revisión de inventarios y la siguiente, lo cual da lugar a un pedido de compra.

### Problema 5.3

La empresa XYZ se dedica a la comercialización de maíz. La demanda de maíz en los últimos meses se muestra en el siguiente cuadro:

Mes	Demanda (ton)
Enero 2004	6200
Febrero 2004	6300
Marzo 2004	6500
Abril 2004	6400
Mayo 2004	6600
Junio 2004	6500
Julio 2004	6700
Agosto 2004	6300
Setiembre 2004	6300
Octubre 2004	6100
Noviembre 2004	6000
diciembre 2004	6200

Tabla 5.9: Demanda de maíz

Si el tiempo entre revisiones es de dos meses y, debido a que el proveedor utiliza el transporte marítimo, el tiempo de entrega es un mes. Además, se sabe que actualmente la empresa tiene en stock 2000 toneladas, y que está por llegar un pedido de 5000 toneladas al almacén en este mes. Así también, los pedidos pendientes a entregar a los clientes en la siguiente semana son de 350 toneladas. Calcular, entonces, la cantidad a comprar.

#### Solución

La demanda promedio se calcula directamente del cuadro de la demanda.

$$dp = 6,342 \text{ ton / mes}$$

$$T = 2 + 1 = 3 \text{ meses}$$

$$E = 2,000 \text{ ton}$$

$$P = 5,000 \text{ ton}$$

$$R = 350 \text{ ton}$$

Utilizando la fórmula, la cantidad a pedir es  $q = 12,376$  ton.

### 7.3. Compras especulativas

En determinadas ocasiones, la empresa compradora desea aprovechar las fluctuaciones de los precios de determinados materiales, por ejemplo los commodities, y compran en grandes cantidades cuando el precio está bajo y se espera que suba.

Una compra especulativa, a diferencia de una compra basada en los consumos históricos, no tiene en cuenta la demanda histórica de los clientes ni los planes de producción.

La idea de una compra especulativa es que la empresa compradora pueda vender el material comprado a un precio mayor obteniendo una ganancia adicional. Los riesgos de esta práctica están relacionados con que el alza de precios esperada no se dé y la empresa soporte los altos costos financieros que implica el dinero inmovilizado en la compra.

La empresa que compra para especular también debe soportar otros costos asociados, como los de almacenamiento, riesgos de robos, merma, desmedro y obsolescencias.

### 8. PRESUPUESTO DE COMPRAS

El presupuesto de compras es un documento desarrollado por el comprador en el cual se proyecta la cantidad y momento a comprar, tanto en unidades como en unidades monetarias. El comprador encuentra las siguientes ventajas en el uso de un presupuesto de compras:

1. Negociar descuentos con los proveedores en base a las cantidades proyectadas a comprar en el presupuesto.

2. Contrastar la capacidad del proveedor contra la proyección de necesidades del presupuesto, para establecer la cantidad de proveedores a seleccionar.
3. Sirve para comparar el desempeño del área de compras versus el planificado en el presupuesto, con el objetivo de identificar los ahorros logrados o los gastos fuera del presupuesto.

La elaboración del presupuesto de compras requiere la proyección de las ventas, que es proporcionada por el área comercial de la empresa y las políticas de niveles de inventarios, para establecer la cantidad a comprar. En el siguiente problema se describe la metodología para elaborar el presupuesto de compras.

#### Problema 5.4

Usted acaba de ser ascendido a jefe de abastecimiento del centro de distribución (CD) de una importante cadena de tiendas por departamento y su jefe le ha solicitado como primera tarea elaborar el presupuesto de compras de colgadores, usados para exhibir colgadas prendas como pantalones, polos, entre otros, en la cadena de tiendas de la empresa, los que según los comentarios que había escuchado eran un insumo crítico, pues su ausencia podía significar la paralización de las operaciones del CD y de la entrega de prendas a las tiendas.

Recopilando información de las distintas áreas relacionadas con la gestión de dichos insumos, obtuvo los siguientes datos:

#### Abastecimiento central:

1. En el caso de los ganchos se había optado por la estrategia de proveedor único, debido a la posibilidad de obtener mayores descuentos por volúmenes de compra.
2. El precio de los ganchos era de \$/. 0,57 por unidad, y se estaba negociando un descuento para este año que todavía no se había definido con el proveedor.
3. Por política del área de abastecimiento, las órdenes de compra se colocan solo el primer día de cada mes.
4. Una vez colocada la orden de compra, su tramitación varía según el monto comprado, debido a las autorizaciones que debían tener. En el siguiente cuadro se muestran los tiempos de tramitación establecidos:

Monto de la orden de compra \$/.	Autorizaciones necesarias	Tiempos de tramitación
< 150 000	subgerente	7 días
150 000 – 200 000	gerente de logística	14 días
> 200 000	gerente general	21 días

Tabla 5.10: Tiempos de tramitación

5. Una vez que la orden de compra está debidamente autorizada, esta es enviada al proveedor, que tiene una capacidad de producción de 12 000 ganchos por día, los que son entregados directamente al CD.

Considerar que todos los meses tienen 30 días y el proveedor puede trabajar todos los días del mes, solo después de recibida la orden de compra.

#### Ventas

1. El área de ventas le proporcionó el estimado de las unidades a vender para el siguiente año, el cual se muestra en la siguiente tabla.
2. A su vez, también le informaron que el 16,32% de las unidades vendidas son unidades que requerían de ganchos para su exhibición. El resto se exhibían dobladas.

Estimado unidades a vender - siguiente año			
Enero	597 214	Julio	1 254 983
Febrero	1 288 531	Agosto	1 702 403
Marzo	1 355 911	Setiembre	2 337 578
Abril	2 302 725	Octubre	1 791 172
Mayo	1 783 153	Noviembre	1 789 534
Junio	2 249 869	Diciembre	1 446 927
Ventas total siguiente año			19 900 000

Tabla 5.11: Estimado de las unidades a vender

## Planificación

1. El área de planeamiento le informó que el monto aprobado por la dirección para mantener stocks de seguridad le alcanzaba para 405 000 ganchos de stock de seguridad.
2. La política de compras de la empresa establecía que la cantidad a comprar debía asegurar un saldo al final del mes igual al stock de seguridad.
3. El proyectado del stock de ganchos a inicios de enero era de 300 000 unidades, el cual era menor al stock de seguridad debido a las ventas altas de la campaña navideña.

## Bodega de suministros del centro de distribución

1. Finalmente, revisando los históricos de las devoluciones de colgadores de las tiendas a la bodega de suministros del centro de distribución, comprobó que solo el 45% de los ganchos que quedaban disponibles luego de ser vendidas las prendas regresaba a dicha bodega, los demás eran declarados como merma por manipulación o pérdida.
2. Las devoluciones de los ganchos se realizaban el primer día del mes siguiente de realizada la venta, es decir si en enero se vendieron 10 000 prendas, 4500 ganchos eran devueltos a la bodega el 1º de febrero.
3. El 1º de enero del año siguiente se iban a recibir 50 000 ganchos en la bodega por devoluciones.

Su jefe, el día de hoy, 1º de diciembre, le envió un e-mail solicitándole elaborar el presupuesto de compra de ganchos para cubrir las necesidades del centro de distribución de los meses de enero a abril, en el cual se indique el mes en que se emite la orden de compra y los montos a comprar en soles.

## Solución

### Datos del problema:

Factor unidades a colgar/venta total: 0,1632

Factor devoluciones de las tiendas: 0,450

Stock de seguridad: 405 000 unidades

Capacidad del proveedor: 12 000 unidades por día

Costo de colgadores: 0,57 soles por gancho

	Dic.	Enero	Febrero	Marzo	Abril
Ventas (unidades)		597 214	1 288 531	1 355 911	2 302 725
<b>Cálculo del presupuesto de compras</b>					
<b>Cálculo del q a comprar</b>					
Unidades a colgar		97 465	210 288	221 285	375 805
Ganchos devueltos		50 000	43 859	94 630	99 578
Stock inicial		300 000	405 000	405 000	405 000
Q a comprar (unidades)		152 465	166 429	126 655	276 227
Q a comprar (soles)		86 905	94 864	72 193	157 449
Stock final		405 000	405 000	405 000	405 000
<b>Calculo del Lt</b>					
Tiempo de tramitación (días)		7	7	7	14
Tiempo de producción del proveedor (días)		13	14	11	24
Lt total (días)		20	21	18	38
Mes de emisión de la orden de compra y monto	86 905	94 864	229 642		69 482

Tabla 5.12: Presupuesto de compra de ganchos

Observaciones: notar que en febrero se deben colocar dos órdenes de compra, una para las necesidades de marzo y la otra para las necesidades de abril, con ello se asegura que el insumo llegue a la bodega de suministro del CD antes de la necesidad.

## 9. DESARROLLO DE PROVEEDORES

Las relaciones que un fabricante mantiene con sus proveedores pueden desarrollarse desde una relación competitiva hasta una cooperativa.

- a) Relación ganar-perder. Los proveedores y fabricantes se comportan como adversarios y las negociaciones están basadas principalmente en los precios, que el fabricante trata de bajar al máximo, generando la competencia entre los proveedores disponibles. No existe garantía de pedidos futuros para el proveedor, estos deben ganarse nuevamente ofertando precios bajos. Se realizan inspecciones masivas a los productos comprados, debido a que no existe ningún compromiso en el largo plazo. Se pueden dar situaciones extremas en que el fabricante trate de aprovecharse del proveedor cuando este se encuentra en una situación difícil y viceversa.
- b) Relación ganar-ganar. Los proveedores y fabricantes se comportan como socios, existen compromisos de trabajo y desarrollo conjunto a largo plazo. La calidad del producto es acordada al inicio de la relación y se da por sentada, eliminándose la necesidad de inspecciones a los productos, las cuales son reemplazadas por inspecciones periódicas a los procesos productivos del proveedor. Como consecuencia de la eliminación de inspecciones, se está en condiciones de enviar los productos directamente a la línea de producción, eliminando almacenamientos y manipulaciones intermedias. El fabricante está interesado en que su proveedor desarrolle la calidad de los productos suministrados, para lo cual propiciará la realización de círculos de calidad, compartirá información sobre los requerimientos a los que son sometidos los suministros y, en algunos casos, invertirá en mejorar la planta de su proveedor con el fin de obtener una mejor calidad o precio.

Los beneficios de una relación ganar-ganar son notables, aunque su aplicación a todos los suministros comprados por la empresa resulta imposible, debido a que este tipo de relaciones requieren su desarrollo en el tiempo y la participación de la alta gerencia. Por tanto, su aplicación se limitará solo a aquellos suministros considerados importantes, ya sea por los montos comprados o porque su calidad determine en gran parte la calidad del producto fabricado por la empresa.

## **10. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LA GESTIÓN DE COMPRAS**

Para analizar el papel de los sistemas de información en la gestión de compras es necesario clasificar los materiales comprados en función al uso que se les dará en la organización: materiales directos e indirectos.

Los materiales directos son todos aquellos que compra la empresa para la fabricación de sus productos terminados, por ejemplo, los discos duros, lectores de CD, etcétera, son materiales directos para una empresa que fabrica computadoras. La adquisición de dichos materiales representa transacciones de grandes desembolsos para la empresa compradora y un retraso en las entregas por parte del proveedor origina demoras en las operaciones de la empresa o pérdidas relacionadas con paradas de producción o ventas perdidas. Los materiales indirectos son bienes que se usan para apoyar las operaciones de la empresa, cuya compra se realiza en numerosas transacciones provenientes de distintas áreas de la empresa, por montos significativamente menores que los materiales directos. Por ejemplo, los útiles de oficina, útiles de limpieza, entre otros, son materiales indirectos para la empresa que fabrica computadoras del ejemplo anterior.

En el caso de los materiales directos, los sistemas de información basados en internet han generado la posibilidad de acceder a una base mayor de proveedores, ubicados en todo el mundo, rápidamente y a bajo costo. También, además de pasar al entorno web los procesos tradicionales de solicitud de cotizaciones, emisión de órdenes de compra, seguimiento a la orden de compra, entre otros, han generado nuevos modelos de selección de proveedores, como las subastas inversas que permiten obtener mejores condiciones para las empresas compradoras.

Adicionalmente, los sistemas de información de gestión de compras de materiales directos deben estar orientados principalmente a facilitar la visibilidad, de manera tal que el proveedor pueda en todo momento conocer los niveles de stocks y los planes de producción de la empresa compradora para ajustar sus propios planes de producción a las necesidades de la empresa compradora. También la empresa compradora debe tener visibilidad de las capacidades disponibles de producción de sus proveedores, para asignar las órdenes de compra al proveedor que tenga mejores posibilidades de atender la compra. De esta manera, los sistemas de información facilitan la coordinación entre ambas empresas, contribuyendo a lograr la meta principal del área de compras mencionada al inicio del capítulo: que el producto correcto esté en el lugar correcto, en la cantidad necesaria, en el momento correcto, al precio más conveniente.

En el caso de los materiales indirectos, el sistema de información debe centrarse en la automatización del proceso de compra con el objetivo de bajar los costos de procesamiento de los numerosos pedidos que llegan al área de compras. En este sentido, las tecnologías de la información han desarrollado sistemas de gestión de compras de uso intuitivo, a los que por lo general se accede a través de la intranet de la empresa. El usuario autorizado de cualquier área de la empresa, con el perfil correcto, genera su pedido; el sistema de compras administra las aprobaciones o autorizaciones en función al monto de la compra, el tipo de producto o cualquier otra regla del proceso definida previamente. El usuario puede realizar consultas en línea del estatus de su solicitud y del avance del proceso. Finalmente, una vez aprobada la compra, el sistema

puede estar interconectado con los sistemas del proveedor y transmitir inmediatamente la orden de compra al proveedor. De manera alternativa, esta puede ser enviada por la vía convencional a través del correo electrónico o el fax.

Una capacidad deseada de los sistemas de gestión de compras, sea para materiales directos o indirectos, es la posibilidad de consolidar pedidos para lograr economías de escala y descuentos por cantidad del proveedor.

Según Durán y otros (2001, p. 65), empresas líderes mundiales que se encargan de desarrollar soluciones para la gestión de compras son Ariba ([www.ariba.com](http://www.ariba.com)) y CommerceOne ([www.comercone.com](http://www.comercone.com)).

#### PUNTO CLAVE

Los sistemas de información de compras para materiales directos deben orientarse a mejorar la visibilidad entre el fabricante y el proveedor mientras que para los materiales indirectos los sistemas de información deben enfocarse en hacer más eficiente la transacción.

## 11. CATALOGACIÓN DE PRODUCTOS

### 11.1. ¿Qué es la catalogación y cuáles son sus objetivos?

La catalogación es el área de la logística que se ocupa de asignar a cada elemento un único nombre, de manera tal que resulte imposible la existencia de diferentes denominaciones para un mismo elemento.

Una definición basada en el proceso seguido por el sistema de catalogación nos la proporciona Armando Valdés: «La catalogación es un proceso por medio del cual se identifican las existencias en una entidad, refiriéndolas a normas o estándares determinados de antemano, para clasificarlas de acuerdo a su naturaleza o uso y asignarles un símbolo o código que las represente, consiguiendo mediante este proceso la simplificación de las existencias» (Valdés, 1984, p. 279).

### 11.2. Objetivos de la catalogación

1. Eliminar los ítems o referencias iguales pero con varias denominaciones, debido a la variedad de proveedores, nombres que les da el mercado, entre otros.
2. Prevenir la emisión de órdenes de compra de materiales innecesarios, sobre todo cuando estos existan en el almacén con otras denominaciones, lo que evitará así el consiguiente gasto financiero que ello representa.
3. Capturar las relaciones de intercambiabilidad que existen entre los materiales, evitando así compras innecesarias de material, ya que pueden existir en el almacén otros que pueden cumplir la misma función.
4. Mejorar los ratios de rotación de los almacenes, evitando obsolescencias, materiales sin uso o movimiento. Ello será posible al tener los materiales plenamente identificados.
5. Optimizar el uso del espacio físico en el almacén. El tener el mismo material con varios nombres obliga a almacenarlos separados unos de otros, impidiendo su consolidación y aumentando los esfuerzos para el control de los stocks.
6. Agilizar la gestión de compras mediante el establecimiento de estándares y normas para los materiales. El no tener estandarizados los materiales obliga a definir sus especificaciones cada vez que se realiza la compra de estos.
7. Enfocar al personal de compras y almacenes en una variedad menor de inventarios, aumentando así su eficiencia.
8. Reducir la inversión necesaria en inventarios. Si en promedio un material tiene dos nombres, entonces el sistema logístico se multiplicará por dos, del mismo modo el listado de inventarios, y con ello la necesidad de capital de trabajo para mantener este nivel de inventarios.

La catalogación debe ser un sistema simple y comprensible por las personas en todos los niveles de la organización, sin que se les tenga que exigir requisitos especiales para su entendimiento y uso. Debe ser también flexible y adaptable a los futuros cambios en la organización y en el entorno.

La catalogación, como todo proceso, consume recursos, por tanto; estos deben ser cuidadosamente utilizados. En principio, no se debe catalogar todo lo que una organización compra, sino aquello que se compra repetitivamente, como materias primas, repuestos, materiales de oficina, entre otros. Aquello que se compra una sola vez, por ejemplo, terrenos, edificios o maquinarias grandes, no es necesario catalogarlo, pues se consideran activos fijos.

#### PUNTO CLAVE

La catalogación busca la identificación correcta de los materiales comprados y/o almacenados en una empresa. Entre sus beneficios se encuentran que: agiliza el proceso de compras, reduce la variedad de ítems o referencias, mejora la rotación de los inventarios y optimiza el uso del espacio en el almacén.

### 11.3. Etapas de la catalogación

Para que la catalogación represente un beneficio para la empresa, se recomienda su realización a través de las siguientes cuatro etapas:

### ***11.3.1. Establecimiento de normas y estándares***

La normalización consiste en establecer normas, pautas, modelos y estándares con respecto a los cuales puede ser comparado cualquier objeto u acción.

En el caso de los materiales, la normalización es la selección de aquellas características físico químicas, tales como tamaño, peso, densidad, textura, entre otros, que van a regir las compras y la gestión de las mismas en el interior de la empresa.

Por ejemplo, en la gestión de un almacén se puede normalizar los pallets utilizados para el acomodo de los productos. Entre las características a normalizar pueden estar sus dimensiones externas, su resistencia y el tipo de madera utilizado para su fabricación, de manera tal que cada vez que se solicite la compra de pallets no sea necesario definir sus características.

La tarea de establecer estándares o normalizar requiere del uso de recursos de la organización, personal de compras, almacenes, usuarios de los productos e inclusive del apoyo de los proveedores en el establecimiento de la norma o estándar. Por ello, se recomienda realizar la estandarización de aquellos materiales que representen el mayor gasto en compras o de compra repetitiva. No es necesario establecer normas para todos los materiales.

### ***11.3.2. Identificación***

Consiste en establecer la descripción del artículo que se va a utilizar en la empresa. Muchas veces los errores en la identificación de un material ocasionan la existencia de distintos nombres para el mismo.

Para la correcta identificación de un artículo es conveniente seguir ciertas reglas, como ordenar las palabras que forman parte de la identificación del producto en forma decreciente de importancia, registrar en el nombre del producto aquellos aspectos relevantes, como la marca del fabricante, entre otros.

La identificación debe concluir con la elaboración de la ficha de identificación de los materiales. En esta ficha se registra la información relacionada con el producto. Los elementos que conforman una ficha de identificación son los siguientes:

- Descripción del material;
- Descripción corta o abreviada;
- Código del producto;
- Unidad de despacho;
- Productos intercambiables;
- Código de la norma técnica que rige al material, si es que la tuviera;
- Dimensiones del material;
- Planos del material;
- Conjunto o subconjunto del cual forma parte;
- Embalajes y formas de almacenamiento.

Al realizar la identificación es recomendable la realización de un listado de términos en el cual se registren los vocablos aprobados por la empresa y aquellos sinónimos no aprobados, pero usados tanto en la empresa como en la industria o sector.

### ***11.3.3. Clasificación***

Consiste en la agrupación de las existencias en base a sus características comunes, uso, naturaleza u origen. Los grupos así definidos en la clasificación deben estar lo suficientemente diferenciados como para evitar que un mismo artículo pueda ser considerado en más de dos grupos distintos. Esta es una de las causas de la aparición de múltiples denominaciones para un mismo artículo.

El número de grupos definidos, así como las divisiones dentro de un mismo grupo, dependerán de la variedad de artículos que se tenga en la empresa.

### ***11.3.4. Codificación***

Es la etapa final en la catalogación de los artículos y consiste en la asignación de un código formado por números o letras o un símbolo que identificará al producto.

El empleo de letras en la elaboración del código permite un mayor número de combinaciones posibles que los números. En cada espacio o posición del código se pueden utilizar hasta 26 letras distintas, en comparación de los diez numerales números posibles, pero, debido a que los equipos de cómputo manejan los códigos numéricos con mayor facilidad, el uso de los números es más frecuente que el de las letras.

Existen distintos tipos de códigos. Entre los más usados se encuentran:

a) Códigos estructurados. Son aquellos formados por letras o números, agrupados según las familias y clases identificadas en la etapa de clasificación.

Cada grupo de dígitos tiene un significado con respecto a su posición en el código, por ejemplo, en el código 13-139-6328 las dos primeras posiciones (13) pueden representar a la familia de artículos, las siguientes tres (139) a una clase dentro de la familia 13, y las últimas cuatro posiciones (6328) al producto.

El número de elementos o posiciones en un código estructurado debe estar planificado de manera tal que pueda incorporar futuros cambios, incrementos o ampliaciones en los grupos formados, sean estos familias o clases.

b) Códigos secuenciales. Son códigos correlativos utilizados comúnmente en las facturas, guías de remisión, formularios, etcétera. Este tipo de códigos facilita el conteo del total de documentos emitidos y, por tanto, su control.

## 12. PROBLEMAS RESUELTOS

### Problema 5.5. La mejor decisión de compra<sup>26</sup>

Su empresa está buscando una nueva fotocopiadora. Así, se le ha encargado a usted, como comprador capacitado, adquirir la máquina cuyas características se adecúen a las necesidades de la empresa.

Lo que aprendió en sus clases de logística es que gastar muy poco al principio puede llevar a un gasto excesivo a largo plazo, pues exceder el número de copias recomendado al mes sobrecarga la máquina y conduce a gastos de mantenimiento altos. Lo que algunos usuarios no saben es que si una máquina no se utiliza lo suficiente, también requiere gastos extra de mantenimiento. Por ejemplo, al igual que un auto utilizado solo cinco millas al día, una fotocopiadora utilizada a menos del 30% de su capacidad, tendrá problemas. Idealmente, el uso mensual debería estar entre el 30 % y el 70% del máximo estipulado para el modelo.

También ha determinado que los números no tendrían sentido si los precios que compara no cubrieran modelos con las mismas características y el mismo nivel de copias por minuto. Los precios se complican aún más porque puede elegir entre celebrar un contrato de *leasing* o uno de compra. Para calcular un precio mensual que sirva de base de comparación, se divide el precio por la vida útil de la máquina. En base a su investigación, la vida útil de las fotocopiadoras es la siguiente:

Copias por minuto	Vida útil en meses
12-44	36
45-89	60
90 o más	120

Tabla 5.13: Vida útil de las fotocopiadoras

Para calcular el costo por copia correspondiente a cada máquina, se obtuvo la siguiente información de cada proveedor en su respectiva propuesta:

- Costo del tambor entre el número de copias que el tambor debería rendir antes de ser reemplazado.
- Costo del tóner entre el número de copias que el tóner debería rendir antes de ser reemplazado.
- Precio de una hoja de papel.

La fórmula utilizada para calcular el costo por copia fue:

Costo tambor por copia + Costo del tóner por copia + Precio de una hoja de papel = Costo por copia

El costo de repuestos no solo aumenta con el uso, sino que se ha descubierto que varía según el modelo y fabricante de las mismas. Algunas fotocopiadoras tienen sistemas de cartucho con tóner, unidad de tambor y revelador (que el usuario coloca en la máquina), todo en cartuchos de plástico. Otras tienen un cartucho para el tóner, pero se necesita un técnico capacitado para recargar el contenedor de revelador y mantener el tambor. Los repuestos del sistema de cartuchos suelen ser más caros, debido a todo el plástico que se requiere, pero no necesitan asistencia técnica. Además, los tres proveedores propusieron contratos de mantenimiento cuyos costos se cotizaron mensualmente.

En base a sus fuentes, así como a las propuestas de los proveedores para un promedio mensual de 45 000 copias, se calcula el costo mensual de poseer una fotocopiadora de la siguiente manera:

1. Precio de compra / Vida útil = Costo de compra / mes
2. Costo por copia x Número de copias promedio por mes = Costo de copias
3. Costo del contrato de mantenimiento por mes

Para cada modelo enumerado en el cuadro adjunto, se debe determinar lo siguiente:

Costo de compra / mes + costo de copias / mes + costo de mantenimiento / mes = Costo mensual.

### Cuadro comparativo de cotizaciones de proveedores:

Marca	Modelo	Costo de copia US\$	Volumen mensual de copias	Copias por minuto	Tóner, unidad de tambor y revelador	Costo de mantenimiento mensual	Precio US\$
Canon	NP 454 - RDF	0,13	50 000	40	Instalado por el usuario	35	9495
Konica	Royal 5503 ZMR	0,079	120 000	55	Instalado por el usuario	30	13 470
Pitney Bowes	D 860	0,06	80 000	62	Instalado por el usuario; técnico capacitado recargar el revelador	45	13 995

¿Qué modelo de fotocopidora recomienda que compre su empresa?

### Solución

Calculando los costos de compra/mes para cada marca de fotocopadoras:

Costo compra mensual Canon =  $9495/36 = \text{US\$ } 263,75$

Costo compra mensual Konica =  $13\,470/60 = \text{US\$ } 224,50$

Costo compra mensual Pitney =  $13\,995/60 = \text{US\$ } 233,25$

Si elaboramos el cuadro de análisis de cotizaciones en base a los datos, obtenemos lo siguiente:

	Canon	Konica	Pitney
Costo de compra mensual US\$	263,70	224,50	233,30
Costo de copias (45 000 copias/mes) US\$	5850,00	3555,00	2700,00
Mantenimiento mensual US\$	35,00	30,00	45,00
Total costos mes US\$	6148,70	3809,50	2978,30
Especificación de volumen mensual del fabricante (copias)	50 000	120 000	80 000
30% al 70% del volumen mensual del fabricante	15 000 a 35 000	36 000 a 84 000	24 000 a 56 000
¿Uso dentro del rango?	NO	SÍ	SÍ

Tabla 5.14: Cuadro de análisis de cotizaciones de fotocopadoras

El proveedor más económico, que además cumple con nuestras especificaciones de uso es Pitney Bowes.

### Problema 5.6

Usted es el comprador de la empresa XYZ, y se le solicitó que compre pintura para todas las instalaciones de la empresa.

Usted llama a los tres proveedores de su empresa y obtiene los siguientes datos:

Proveedor 1: 5 US\$/gl

Proveedor 2: 17 US\$/gl

Proveedor 3: 7 US\$/gl

Los precios cotizados no son para pinturas de igual calidad. Al verificar con el departamento de ingeniería, obtiene la siguiente información adicional:

La pintura del proveedor 1 cubre 35 m<sup>2</sup>/gl

La pintura del proveedor 2 cubre 50 m<sup>2</sup>/gl

La pintura del proveedor 3 cubre 45 m<sup>2</sup>/gl

El departamento de ingeniería también estima que un pintor puede pintar:

30 m<sup>2</sup>/hr utilizando pintura del proveedor 1

50 m<sup>2</sup>/hr utilizando pintura del proveedor 2

45 m<sup>2</sup>/hr utilizando pintura del proveedor 3

Se paga 10 dólares por hora a los pintores

Las pruebas indican que:

La pintura del proveedor 1 debería durar 3 años

La pintura del proveedor 2 debería durar 6 años

La pintura de proveedor 3 debería durar 4 años

¿A qué proveedor de pintura recomendaría comprar?

### Solución

	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3
Costo pintura US\$/gl	5	17	7
Rendimiento (m <sup>2</sup> /gl)	35	50	45
Costo pintura US\$/gl	0,14	0,34	0,16
Costo mano obra US\$/h	10	10	10
Productividad (m <sup>2</sup> /h)	30	50	45
Costo pintar US\$/m <sup>2</sup>	0,33	0,20	0,22
Costo total US\$/m <sup>2</sup>	0,48	0,54	0,38
Número de años	3	6	4
Costo total anual US\$/m <sup>2</sup>	0,159	0,090	0,094

Tabla 5.15: Cuadro de análisis de cotizaciones de pintura

El proveedor recomendado es el segundo.

### Problema 5.7

La empresa «Reflejos de Ilusión» se dedica a la fabricación de espejos para el mercado local, siendo uno de los principales componentes la solución 4X-A, que siempre se compraba a un proveedor americano. Sin embargo, después de muchos años y de una larga negociación, el gerente general de «Reflejos de Ilusión» consiguió que le vendieran la fórmula para la elaboración del componente.

La empresa «Reflejos de Ilusión» lo ha contratado a usted para que se desempeñe en el área logística y, como primer trabajo, le han encargado que determine si es preferible importar o fabricar en planta el componente 4X-A. Para ello, usted ha comenzado un trabajo de recopilación de información y ha obtenido los siguientes datos:

- El costo unitario del componente en Estados Unidos es de US\$ 8/kg.
  - El costo del transporte marítimo para traer el componente de Estados Unidos al Callao es de US\$ 0,15/kg.
  - El componente 4X-A es volátil y se ha determinado que durante el viaje se evapora el 5% del componente.
  - La política de Reflejos de Ilusión para el transporte internacional es la utilización de un seguro. Dicho seguro tiene un costo del 10% de valor del costo unitario del componente más flete.
  - El componente 4X-A paga 4% de arancel, que se aplica sobre la suma del costo, flete y seguro.
- Se ha determinado que los gastos de aduanas corresponden al 5% del valor del costo más flete, seguro y arancel.
- Las órdenes de compra se emiten por cada 900 kg, del componente 4X-A.
  - Generar una orden de compra (o/c), enviarla por fax y abrir el file de importación, le toma al responsable de compras 45 minutos.
  - El responsable de compras percibe un sueldo mensual de US\$ 1980 por 180 horas trabajadas.
  - El proceso de compras establece realizar una llamada telefónica para confirmar la recepción de la o/c, otra para verificar que la producción se realice sin novedad, y una tercera llamada para confirmar el envío de la documentación relacionada con la importación. Así también, se ha establecido que, en promedio, cada llamada le cuesta a la empresa US\$ 3,00.
  - Si el componente es fabricado en la empresa, el costo es de US\$ 9,90 por kilo, el cual incluye los costos de compra de la fórmula para la elaboración del componente.
  - Generar la orden de producción (o/p) del componente 4X-A le toma al responsable de compras 15 minutos.
  - La planta de producción se ubica en un local diferente al que alberga las oficinas administrativas del área de compras, razón por la cual el seguimiento al proceso productivo se hace también en base a tres llamadas, para coordinar la recepción de la o/p, verificar el avance de la orden y confirmar la entrega del componente al almacén de producción. El costo de la llamada local es de US\$ 0,50.

– Las órdenes de producción se emiten por 1000 kg.

Se pide determinar si es más rentable para la empresa importar o fabricar el componente 4X-A.

## Solución

### Alternativa 1. Importar el producto:

Cálculos realizados sobre la compra de un kilogramo.

Precio unitario: US\$ 8 por kilo

Flete de transporte: US\$ 0,15 por kilo

Seguro: 10 % (precio unitario + flete) =  $0,1(8 + 0,15) = 0,8150$

Arancel: 4 % (precio unitario + flete + seguro) =  $0,3586$

Aduanas: 5 % (precio unitario + flete + seguro + arancel) =  $0,4662$

Costo de emisión de o/c: (US\$ 1980/180 h)/60 min x 45 min = US\$ 8,25

Costo o/c por kilo: US\$ 8,25/900 kg. = US\$ 0,0092 por kilo

Costo seguimiento:  $3(1+1+1) = \text{US\$ } 9,00$  por o/c

Costo seguimiento: US\$ 9/900 kg. = US\$ 0,01 por kilo

Costo de la alternativa 1 =  $(8 + 0,15 + 0,8150 + 0,3586 + 0,4662 + 0,0092 + 0,0100) = \text{US\$ } 9,809$  por kilo

Costo total alternativa 1, considerando las mermas del transporte =  $9,809/0,95 = \text{US\$ } 10,3252$  por kilo

### Alternativa 2. Producirlo en la empresa:

Costo de producción: US\$ 9,9 por kilo

Costo orden de producción: (US\$ 1980/180 h)/ 60 min x 15 min = US\$ 2,75

Costo orden de producción: US\$ 2,75/1000 kg. = US\$ 0,0028 por kilo

Costo seguimiento:  $3(0,5) = \text{US\$ } 1,5$  por o/p.

Costo seguimiento:  $1,5/1000 = \text{US\$ } 0,0015$  por kilo

Costo total alternativa 2 =  $9,9 + 0,0028 + 0,0015 = \text{US\$ } 9,9043$  por kilo

Por tanto, según las condiciones del problema, la alternativa 2, producir el componente 4X-A en la fábrica es más económico.

## Problema 5.8

Usted es gerente de compras de una empresa comercializadora de esculturas de vidrio y debe seleccionar el empaque individual para las esculturas a ser vendidas a la empresa colombiana «Los Girasoles».

Las condiciones del contrato establecen:

– El lote de esculturas enviadas podrá fluctuar entre 6000 y 8000 unidades, de acuerdo a la capacidad del camión contratado por «Los Girasoles».

– «Los Girasoles» pagará US\$ 3,50, sin incluir IGV, por cada escultura que llegue en buen estado a sus almacenes.

Adicionalmente, obtiene los siguientes datos del área de producción: el peso promedio de las esculturas es de 1,8 kg. y el costo de fabricación de las esculturas es de US\$ 2,0 por unidad.

Como gerente de compras encargó al personal de su gerencia que solicite las cotizaciones necesarias para poder cumplir con los requerimientos del despacho, y estos fueron los datos que le presentaron.

Empaque individual de las esculturas:

	Opción 1	Opción 2
<b>Costo US\$</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>
<b>Medidas en cm</b>		
Largo	15	15
Ancho	15	20
Alto	15	15
<b>Peso en kg</b>	<b>0,2</b>	<b>0,3</b>
<b>Merma en transporte</b>	<b>10\$</b>	<b>2,5%</b>

El gerente de marketing de la empresa le sugiere comprar el empaque que menos mermas ocasione para obtener así el mayor nivel de ventas, pero usted sabe que esto no es necesariamente cierto, que hay que tener en cuenta también el costo del mismo.

Los empaques individuales con las esculturas dentro se embalan en cajas de cartón, y con las siguientes especificaciones:

Costo de la caja de cartón US\$	1,0
Medidas en cm	
Largo	60
Ancho	30
Alto	15
Peso de la caja en kg.	0,7
Apilamiento máximo (kg/columna)	245

El camión enviado por «Los Girasoles» tiene las siguientes dimensiones:

Tolva (metros)	2,45 x 4,85
Peso máximo de carga (kg)	20 000

Determine el empaque individual más apropiado para el despacho de las esculturas a la empresa «Los Girasoles».

### Solución

#### Opción 1:

Número de esculturas por caja: 8  
 Peso por caja:  $0,7 + 8(1,8+0,2) = 16,7$  kg.  
 Peso máximo soportado por las cajas: 255 kg.  
 Número máximo de niveles:  $1 + 245/16,7 = 15$  niveles  
 Número total de cajas cargadas al camión:  $15 \times 64 = 960$   
 Número total de esculturas:  $960 \times 8 = 7680$   
 Mermas = 10% (7680) = 768 esculturas  
 Total de esculturas en buen estado =  $7680 - 768 = 6912$

Margen:

Ventas:  $3,5 \times 6912 = \text{US\$ } 24\ 192$   
 Costo producción:  $7680 \times 2 = \text{US\$ } 15\ 360$   
 Costo empaque:  $7680 \times 0,3 = \text{US\$ } 2304$   
 Costo caja:  $960 \times 1 = \text{US\$ } 960$   
 Margen:  $\text{US\$ } 5568$

#### Opción 2:

Número de esculturas por caja: 6  
 Peso por caja:  $0,7 + 6(1,8+0,3) = 13,3$  kg.  
 Peso máximo soportado por las cajas: 255 kg.  
 Número máximo de niveles:  $1 + 245/13,3 = 19$   
 Número total de cajas cargadas al camión:  $19 \times 64 = 1216$   
 Número total de esculturas:  $1216 \times 6 = 7296$   
 Mermas: 2,5%(7296) = 182 esculturas  
 Total de esculturas en buen estado:  $7296 - 182 = 7114$  esculturas

Margen:

Ventas:  $3,5 \times 7114 = \text{US\$ } 24\ 899$   
 Costo producción:  $7296 \times 2 = \text{US\$ } 14\ 592$   
 Costo empaque:  $7296 \times 0,4 = \text{US\$ } 2918$   
 Costo caja:  $1216 \times 1 = \text{US\$ } 1216$   
 Margen:  $\text{US\$ } 6173$

Por tanto, el empaque más apropiado corresponde a la opción 2.

## 13. PROBLEMAS PROPUESTOS

### Problema 5.9

La imprenta Print Color S.A.C. debe cambiar un grupo electrógeno que está a punto de llegar a su vida útil. El equipo que se requiere es de 200 Kw/hora de potencia. El área de compras ha recibido hoy 15 de marzo una solicitud de pedido al respecto y después de validar la misma ha revisado su cartera de proveedores de estos equipos y ha solicitado cotizaciones a tres proveedores (A, B y C).

Para poder evaluar de manera oportuna ha solicitado a los proveedores enviar sus propuestas a más tardar el 25 de marzo a las 5 p.m., con la siguiente información:

- Precio US\$ (K01)
- Tiempo de entrega del equipo en días (K02)
- Plazo de pago (contado, días de crédito) (K03)
- Vida útil del equipo en años (K04)
- Certificado de calidad emitido por una empresa supervisora (K05)

El área de compras ha elaborado la matriz de ponderación de criterios en función a los criterios mostrados a continuación (K01 a K05), requerimientos de la empresa y comentarios de los usuarios del equipo en cuestión, se obtuvo la siguiente matriz:

	K01	K02	K03	K04	K05
K01		K01	K01	K04	K05
K02			K02	K04	K05
K03				K03	K05
K04					K04
K05					

Tabla 5.16: Matriz de comparación de criterios

La empresa evalúa las cotizaciones de sus proveedores con tres criterios: bueno, regular y malo, otorgándoles una calificación de +10, +5 y 0 respectivamente, siempre y cuando cumplan las condiciones mostradas en la siguiente tabla:

	Bueno (10 pts)	Regular (5 pts)	Malo (0 pts)
Precio (US\$)	< 2200	2200 y 3200	> 3200
Tiempo de entrega (días)	< 3	Entre 3 y 5	> 5
Plazo de pago (días)	>30	30	<30
Vida útil (años)	>5	Entre 3 y 5	<3
Certificado de calidad	SI	-	NO

Tabla 5.17: Criterios de evaluación de proveedores

Vencido el plazo de presentación de cotizaciones, usted recibe la información solicitada a cada uno de sus proveedores, la cual se resume en el siguiente cuadro.

	A	B	C
Precio (US\$)	3500	3000	2800
Tiempo de entrega (días)	3	4	6
Plazo de pago (días)	60	60	10
Vida útil (años)	6	5	3
Certificado de calidad	Sí	Sí	NO

Tabla 5.18: Cotizaciones de los proveedores

Seleccione usted el proveedor al que se le comprará el grupo electrógeno.

### Problema 5.10

Usted es el gerente de compras de una transnacional del sector eléctrico y está a cargo de comprar cierto transformador. La demanda semanal de dicho transformador está distribuida normalmente con una media de 100 unidades y una

desviación estándar de 50. Los costos de mantener inventarios son de 25%, y se desea mantener un nivel de servicio de 96% ( $Z=1,75$ ). Debe elegir entre dos proveedores: Siemens y Delcrosa, que ofrecen en los siguientes términos:

- Siemens vende el transformador en US\$ 5000, realiza entregas en lotes de 100 unidades, tiempo de entrega de una semana con una desviación estándar del tiempo de entrega de 0,1 semanas.
- Delcrosa vende el transformador en US\$ 4800, realiza entregas en lotes de 1000 unidades, tiempo de entrega de cinco semanas y la desviación estándar del tiempo de entrega es de cuatro semanas.

Elija el proveedor más conveniente. Considere año de 52 semanas.

### Problema 5.11

Usted es el gerente de compras de una empresa fabricante de productos de consumo masivo y debe elegir el embalaje a comprar para las botellas de aceite de un litro que fabrica y comercializa.

Su proveedor de cajas de cartón corrugado, embalaje utilizado para las botellas de aceite, le ha hecho llegar una propuesta de un nuevo tipo de caja, con mayor capacidad que la usada actualmente y mayor resistencia en peso, lo cual le permite disminuir las mermas de botellas dañadas durante el transporte, pero a un costo mayor, S/. 3,50 por caja, debido a lo cual usted no está seguro de la conveniencia del cambio a este nuevo embalaje.

Su asistente le preparó el siguiente cuadro resumen de las características y detalle del embalaje actual y el propuesto en la siguiente tabla, gracias a lo cual se pudo dar cuenta de que debido a la geometría de la nueva caja la utilización de la capacidad del camión no sería la misma, lo cual afecta sus costos de transporte.

Características de los embalajes:

	Embalaje actual	Nuevo embalaje
Capacidad (botellas)	9	12
Dimensiones en centímetros:		
Largo	40	52
Ancho	30	30
Alto	15	15
Peso de la caja (kgs.)	1,0	1,2
Resistencia (máximo peso en kgs. que puede soportar el embalaje)	150	212
Merma en transporte (% promedio de botellas dañadas)	2,5%	2,0%
Costo embalaje (soles por caja)	3,0	3,5

La flota de camiones empleada para el transporte de las botellas de aceites tiene las siguientes características:

Largo, ancho y alto (metros)	2,45 x 4,85 x 2,70
Capacidad en peso	20 ton.
Costo del flete	350 soles por viaje

Si el peso de cada botella de aceite de un litro es de un kilo y su costo de producción es de S/. 5 por botella, seleccione usted el embalaje adecuado para dichas botellas.

### Problema 5.12

Usted es el gerente de logística de Torre Blanca, una empresa perteneciente a uno de los grupos empresariales más importantes del país que se dedica a la exportación de espárragos al mercado americano. Su jefe, el gerente general, le envió un e-mail en el cual le solicita una proyección del presupuesto de compra de los pallets usados para la exportación de dicho producto, para el siguiente año.

Para ello se reúne con el gerente comercial, el cual le indica la proyección de ventas para el siguiente año que se muestra a continuación:

Proyección de ventas (en cajas)			
Enero	800 000	Julio	1 050 000
Febrero	630 000	Agosto	800 000
Marzo	650 000	Setiembre	910 000
Abril	820 000	Octubre	900 000

Mayo	900 000	Noviembre	880 000
Junio	1 000 000	diciembres	910 000

Adicionalmente, sostiene reuniones con el jefe del departamento de compras y el jefe de almacenes, quienes le proporcionan la siguiente información:

### Compras

1. En el caso de las compras de los pallets se había elegido la estrategia de proveedor único, debido a los grandes montos de dinero involucrado en la compra y la posibilidad de obtener mayores volúmenes de compra.
2. El proveedor seleccionado para el abastecimiento de pallets tiene una capacidad de producción de 400 pallets por día, e inicia la producción de los pallets solo cuando recibe la orden de compra debidamente autorizada. Considerar 30 días de producción por mes.
3. Las entregas del proveedor se realizan de lote completo de compra al finalizar la producción de toda la orden de compra.
4. El costo de cada pallet es de US\$ 17.
5. Por política, se coloca una orden de compra por mes que permita cubrir los despachos a realizar en dicho mes, es decir, se coloca una orden de compra para los despachos de enero, otra para los de febrero y así sucesivamente.
6. Una vez colocada la orden de compra, los tiempos de tramitación varían en función al monto de la orden, según el cuadro siguiente:

Monto de la orden de compra US\$	Autorizaciones necesarias	Tiempo de tramitación
De 0 a 150 000	Gerente de logística	7 días
De 150 000 a 200 000	Gerentes de logística y de finanzas	14 días
MAYOR A 200 000	Gerentes de logística y finanzas y Gerente general	21 días

5.19: Tiempos de tramitación

7. Por coordinaciones hechas con el área de Finanzas, las órdenes de compra se colocan solo el primer día de cada mes, lo cual permite a Finanzas programar adecuadamente el flujo de pagos. Para efectos del trámite de la orden considerar mes de 30 días.

### Almacenes

1. El jefe de almacenes le comentó que en el caso del mercado americano los pallets a utilizar para el despacho debían ser el estándar americano, es decir, de 1,00 x 1,20 m.
2. En cuanto a las cajas de los espárragos, debido al peso de la caja y a su resistencia, se podían apilar hasta cinco niveles de cajas en cada pallet. Además, dichas cajas tenían las siguientes dimensiones: largo: 30 cm, ancho: 25 cm, altura: 15 cm.
3. Por política, el almacén debía tener al final de cada mes un stock de pallets igual al 10% de los pallets necesarios para el despacho del mes siguiente, para cubrirse de posibles retrasos del proveedor. El proyectado de stock de pallets a inicios del mes de enero del siguiente año era de 700 unidades.

Determine usted el presupuesto de compras para los primeros tres meses del siguiente año y el mes en que se debe emitir cada una de las órdenes de compra.

### Resumen del capítulo

1. La gestión adecuada de las compras es importante por los montos de dinero que involucra, las posibilidades de disminución del capital de trabajo y de los niveles de inventario que puede lograr y el efecto apalancamiento de las compras.
2. El proceso de compras debe asegurar una decisión de compra clara y transparente, para ello dicho proceso consta de los siguientes pasos: recepción de solicitud de productos, selección de proveedores, emisión de la orden de compra, seguimiento y recepción de la compra, liquidación de facturas y mantenimiento de registros.
3. Para la selección del proveedor se puede utilizar uno de los cuatro modelos siguientes: Modelo basado en el costo total, Matriz de comparación de criterios, Licitaciones y Subastas inversas. El criterio para seleccionar al proveedor no debe limitarse al costo del producto si no debe incorporar todas las características del servicio que nos ofrece el proveedor.
- 4.

El rol de los sistemas de información en la gestión de compras dependerá del tipo de material a comprar. En el caso de materiales directos, los sistemas de información deben asegurar la visibilidad entre el fabricante y proveedor. En el caso de materiales indirectos, los sistemas de información deben centrarse en hacer eficiente las transacciones.

<sup>21</sup> En este ejemplo se ha simplificado la estructura de resultados con la intención de ilustrar mejor el concepto.

<sup>22</sup> El problema 1 de este capítulo, «La mejor opción de compra», explora este concepto a detalle.

<sup>23</sup> El problema 3 de este capítulo explora estas situaciones.

<sup>24</sup> Ver la formulación matemática mostrada en la sección «Sistemas de renovación de inventarios» del capítulo de inventarios.

<sup>25</sup> Ver sección costos que suponen las existencias del capítulo de inventarios.

<sup>26</sup> Ejemplo tomado del primer examen del curso de Logística Industrial, dictado por José Argumedo (PUCP, 2001).

## CAPÍTULO 6

### LOGÍSTICA DEL COMERCIO INTERNACIONAL

#### Objetivos de aprendizaje

Después de leer este capítulo el lector será capaz de:

1. Entender y describir los aspectos logísticos relacionados con las Incoterms.
2. Identificar el papel que cumplen los regímenes aduaneros en el comercio exterior.
3. Identificar y cuantificar los costos logísticos relacionados con una operación de compraventa internacional.
4. Seleccionar adecuadamente a los operadores de comercio exterior.

La logística del comercio internacional es el conjunto de tareas y actividades necesarias para el flujo de mercancías, desde el local del vendedor, también llamado exportador, hasta el local del comprador, también llamado importador, ubicados ambos en países distintos.

Esta actividad tiene características propias que la hacen distinta de una compra local. Las gestiones tienen un nivel de complejidad mayor que, con una adecuada planificación, resulta sencilla.

La necesidad del flujo de productos a través de dos países distintos nace con el contrato de compraventa internacional, el cual es un acuerdo voluntario entre dos partes, con fines de lucro, sobre una mercancía lícita que debe realizar trámites aduaneros. El contrato de compraventa internacional determina las normas bajo las cuales se realizará el traslado de las mercancías.

La ejecución de la logística del comercio internacional conlleva a conocer las reglas que rigen su operación. Dichas reglas se encuentran desarrolladas dentro de los siguientes campos de estudio:

#### 1. COMERCIO INTERNACIONAL

Está relacionado con normas, convenciones o términos que son válidos para cualquier país, es decir su aplicación no está limitada a ningún país específico. Dentro del estudio del comercio internacional cabe destacar la importancia de:

- La Convención de Viena de 1980. Acuerdo multilateral elaborado por las Naciones Unidas constituido por 101 artículos que unifican los criterios que van a regir los aspectos legales de los contratos de compraventa internacional. Al momento de firmar el contrato de compraventa internacional el comprador y el vendedor deben ponerse de acuerdo sobre la legislación que va a regir en caso de una discrepancia. Se puede elegir la legislación del país del importador o del exportador, pero también se puede optar por la Convención de Viena, que tiene carácter internacional.
- Normas de Cartas de Crédito y Cobranzas Bancarias. Elaboradas por la CCI (Cámara de Comercio Internacional), Publicación 600, para regular el flujo de fondos y los medios de pago que da a lugar una operación de compra venta internacional.
- Incoterms. La expresión Incoterms procede de la contracción de las palabras inglesas *Internacional Commerce Terms* y se traduce como «reglas internacionales comerciales». El objeto de las Incoterms es el de establecer las reglas internacionales para la interpretación de los términos más utilizados en el contrato de compraventa internacional, fijando con precisión las obligaciones de ambas partes (vendedor y comprador), ajustándose a las prácticas más generalizadas en el comercio internacional. La utilización de las Incoterms no es obligatoria e incluso estos se pueden modificar por mutuo acuerdo, aunque esto último no es conveniente pues cada término contiene sus propias definiciones.
- Comercio exterior. Son normas que regulan la entrada y salida de mercancías de un país específico. Por ejemplo, si deseo exportar determinado producto a Chile, debo conocer las normas de salida del producto del Perú y las normas de ingreso de productos a Chile para realizar con éxito el traslado de dichos productos. Adicionalmente, es preciso saber que nuestro país mantiene en sus embajadas agregados comerciales cuya responsabilidad es conocer las normas de ingreso y salida de productos de cada país, así como los tratados y convenios vigentes, de modo que apoye de manera efectiva la operación de compraventa internacional.

Las normas para el ingreso y salida legal de mercaderías de nuestro país son estudiadas en los procedimientos aduaneros elaborados por la Sunat<sup>27</sup>, los cuales contemplan trece regímenes aduaneros posibles, clasificados como de importación, de exportación, de perfeccionamiento, de depósito, de tránsito y regímenes aduaneros de excepción.

De todos los aspectos que regulan las operaciones de compraventa internacional, en este libro estudiaremos aquellos dos que desde nuestro punto de vista tienen un mayor impacto en la logística del comercio internacional: las Incoterms y los regímenes aduaneros.

- Términos del flete marítimo. Dada la importancia del medio marítimo en el comercio internacional y el impacto que tienen los fletes en los costos que asume el vendedor o el comprador, es conveniente revisar los principales términos del flete marítimo, los cuales nos ayudarán a entender las Incoterms.

En la siguiente figura podemos ver las principales operaciones previas y posteriores al transporte internacional:

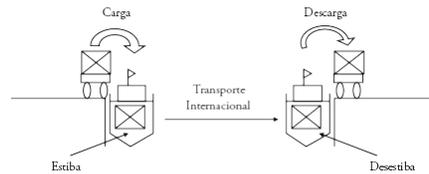


Figura 6.1: Operaciones previas y posteriores al transporte internacional

Se entiende por carga al proceso de traslado de la mercadería desde el costado del buque hasta la bodega del buque en el puerto de origen; y como descarga el proceso inverso en el puerto de destino.

Se entiende por estiba al acomodo y aseguramiento de la carga en el interior de la bodega del buque, y desestiba el proceso inverso.

Los términos del flete marítimo pueden ser:

- *Liner Terms* o términos de línea: el flete incluye las operaciones de carga y estiba en el puerto de origen, el transporte internacional y las operaciones de desestiba y descarga en el puerto de destino.
- FI (*Free In*): el flete incluye el transporte internacional y las operaciones de desestiba y descarga en el puerto de destino.
- FO (*Free Out*): el flete incluye las operaciones de carga y estiba en el puerto de origen y el transporte internacional.
- FIO (*Free In and Out*): el flete incluye solo el transporte internacional.

## 2. INCOTERMS

Las Incoterms son normas que regulan las obligaciones de los compradores y vendedores en el contrato de compraventa internacional, aplicables solo a mercancías tangibles, excluyendo a los intangibles como software, seguros, etcétera. Su elaboración está a cargo de la Cámara de Comercio Internacional (CCI) y datan de 1936, momento desde el cual son revisadas periódicamente con el objetivo de actualizarlas y ajustarlas al desarrollo de las prácticas comerciales. La última revisión se realizó en el año 2010 y dio origen a las Incoterms 2010, en vigencia desde el 1° de enero de 2011 en reemplazo de la versión Incoterms 2000. Los principales cambios de la versión 2010 con respecto a la anterior los siguientes:

- Se disminuye el número de términos de trece a once, debido a que se eliminan cuatro términos por ser de escasa utilización: DAF, DES, DEQ y DDU y se crean dos términos adicionales: DAT y DAP
- Las Incoterms se clasifican en dos categorías: 1) Incoterms multimodales o polivalentes: EXW, FCA, CPT, CIP, DAT, DAP y DDP. Válidos para cualquier medio de transporte, incluido el marítimo en contenedores; y 2) Incoterms solo marítimos: FAS, FOB, CFR y CIF. Válidos únicamente para el marítimo no contenedorizado, es decir el transporte marítimo de graneles (carbón, café, crudo de petróleo, etcétera).
- En las Incoterms 2000, el lugar de entrega en los términos FOB, CFR y CIF era cuando la mercadería había sobrepasado la borda del buque. En las Incoterms 2010 el lugar de entrega es cuando la mercadería se encuentra a bordo del buque.
- Las Incoterms 2010 pueden aplicarse tanto a los contratos de compraventa internacional como nacional.
- Las Incoterms 2010 otorgan a los medios electrónicos el mismo valor que la comunicación en papel, en la medida en que las partes así lo acuerden o cuando sea la costumbre.

El uso de las Incoterms no es obligatorio, pero la complejidad de una operación de compraventa internacional hace hoy en día prácticamente imposible realizar una transacción sin recurrir a una Incoterms.

Las obligaciones definidas por las Incoterms tanto para los compradores como para los vendedores son las siguientes:

Obligaciones del vendedor:

- Suministro de las mercancías

- Licencias y formalidades
- Transporte y seguro
- Entrega
- Transmisión de riesgos
- Reparto de gastos
- Aviso al comprador
- Documento de transporte
- Embalaje y marcado
- Otras obligaciones

Obligaciones del comprador:

- Pago de precio
- Licencias y formalidades
- Transporte y seguro
- Recepción de entrega
- Transmisión de riesgos
- Reparto de gastos
- Aviso al vendedor
- Otras obligaciones

A continuación presentamos un resumen de las Incoterms 2010 contenidas en la publicación 715 de la Cámara de Comercio Internacional, las cuales se pueden encontrar en la siguiente dirección electrónica: <http://www.iccspain.org/>. En este resumen vamos a considerar los aspectos de las Incoterms que más relación tienen con la logística internacional:

- Lugar de entrega y transmisión del riesgo. Determina el punto en que el vendedor entregará la mercadería al comprador. A partir del momento en que la mercadería llega al lugar de entrega, el riesgo se trasmite del vendedor al comprador.
- Gastos que asume el vendedor. Determina la repartición de gastos entre el vendedor y el comprador.
- Modo de transporte. Determina el medio de transporte internacional.

Si el lector desea utilizar una Incoterms para realizar una operación de compraventa internacional, se le recomienda adquirir la publicación de la mencionada Cámara de Comercio Internacional y realizar el estudio detallado de cada una de las obligaciones del comprador y vendedor que comprende el uso de una Incoterms específica.

## 2.1. EXW: *Ex Work*

### *El lugar de entrega de la mercadería y transmisión del riesgo*

El vendedor debe entregar la mercadería al comprador en su fábrica o almacén debidamente preparado para su transporte. La transmisión del riesgo se da cuando este ha entregado la mercadería al comprador en su local y dentro del plazo de entrega convenido.

### *Gastos que asume el vendedor*

- Preparar la mercadería para el transporte con el embalaje adecuado, sin cargarla al camión o unidad de transporte enviados por el comprador ni realizar el trámite de exportación.
- A pedido, costo y riesgo del comprador, el vendedor puede conseguir otros documentos, tales como certificados de origen, pólizas de seguro, entre otros.

### *Modo de transporte*

Cualquier medio de transporte, incluido el multimodal.

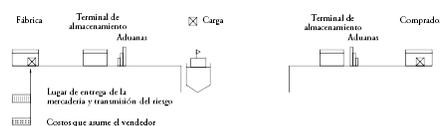


Figura 6.2: EXW

## 2.2. FCA: Free Carrier

### *El lugar de entrega de la mercadería y la transmisión del riesgo*

El vendedor entrega la mercancía al transportista nombrado por el comprador en el lugar convenido del país de exportación. Si el lugar convenido es un local del vendedor, este realiza la entrega de las mercancías en el momento de cargarlas en el camión o contenedor; en otros lugares, el vendedor solo es responsable de entregar las mercancías sobre la unidad de transporte, sin descargarlas.

La transmisión del riesgo se da cuando la mercancía ha sido entregada al comprador en el lugar de entrega convenido, dentro del plazo acordado.

### *Gastos que asume el vendedor*

- Preparar las mercancías para el transporte internacional.
- Realizar la carga al camión o contenedor.
- Realizar el transporte interno en el país de origen, desde la fábrica al terminal.
- Realizar el despacho aduanero de exportación.

### *Modo de transporte*

Cualquier medio de transporte, incluido el multimodal.

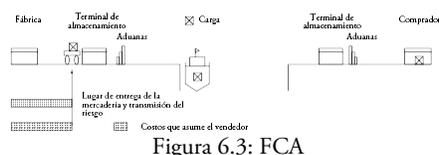


Figura 6.3: FCA

## 2.3. FAS: Free Alongside Ship

### *El lugar de entrega de la mercadería y transmisión del riesgo*

El vendedor entrega la mercadería y transmite el riesgo cuando esta es colocada al costado del buque en el puerto de embarque convenido en el plazo acordado.

### *Gastos que asume el vendedor*

- La preparación de las mercancías para el transporte internacional.
- La carga al camión o contenedor.
- El transporte interno en el país de origen desde la fábrica al terminal.
- El despacho aduanero de exportación.
- Los transportes y manipulaciones desde el terminal de carga hasta poner la mercadería al costado del buque.

### *Modo de transporte*

Exclusivo para el medio marítimo y las vías navegables interiores.

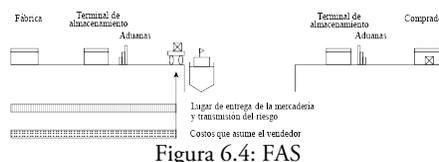


Figura 6.4: FAS

## 2.4. FOB: Free On Board

### *El lugar de entrega de la mercadería y transmisión del riesgo*

El vendedor realiza la entrega de la mercadería y la transmisión del riesgo cuando ésta se encuentra a bordo del buque en el puerto de embarque convenido y en el plazo acordado.

### *Gastos que asume el vendedor*

- La preparación de las mercancías para el transporte internacional.

- La carga del camión o contenedor.
- El transporte de la mercadería en el país de origen, desde la fábrica al terminal.
- El despacho aduanero de exportación.
- Los transportes y manipulaciones desde el terminal de carga hasta poner la mercadería a bordo del buque.

### Modo de transporte

Exclusivo para el medio marítimo y las vías navegables interiores.



Figura 6.5: FOB

## 2.5. CFR: Cost and Freight

### El lugar de entrega de la mercadería

El vendedor realiza la entrega de la mercadería y la transmisión del riesgo cuando ésta se encuentra a bordo del buque en el puerto de embarque convenido y en el plazo acordado.

### Gastos que asume el vendedor

- La preparación de las mercancías para el transporte internacional.
- La carga al camión o contenedor.
- El transporte interno en el país de origen desde la fábrica al terminal.
- El despacho aduanero de exportación.
- Los transportes y manipulaciones desde el terminal de carga hasta poner la mercadería a bordo del buque.
- El flete de transporte internacional hasta el puerto de destino convenido.
- La descarga en el puerto de destino, si el término del flete convenido entre comprador y vendedor así lo exige. Por ejemplo, si el término del flete convenido es *Liner Term* la descarga está incluida y es asumida por el vendedor. Por el contrario, si fuera FO, la descarga no está incluida y es asumida por el comprador.

### Modo de transporte

Exclusivo para el medio marítimo y las vías navegables interiores.

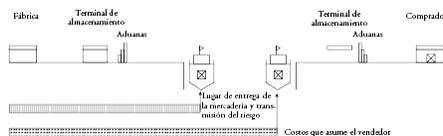


Figura 6.6: CFR

#### PUNTO CLAVE

Desde la perspectiva del costo se cumple que:  $CFR = FOB + \text{Flete}$ .

## 2.6. CIF: Cost, Insurance and Freight

### El lugar de entrega de la mercadería

El vendedor realiza la entrega de la mercadería y la transmisión del riesgo cuando esta se encuentra a bordo del buque en el puerto de embarque convenido.

### Gastos que asume el vendedor

- La preparación de las mercancías para el transporte internacional.
- La carga al camión o contenedor.
- El transporte interno en el país de origen desde la fábrica al terminal.
- El despacho aduanero de exportación.

- Los transportes y manipulaciones desde el terminal de carga hasta poner la mercadería a bordo del buque.
- El flete de transporte internacional hasta el puerto de destino convenido.
- La descarga en el puerto de destino, si el término del flete convenido entre comprador y vendedor así lo exige. Por ejemplo, si el término del flete convenido es *Liner Term* la descarga está incluida y es asumida por el vendedor, por el contrario si fuera FO, la descarga no está incluida y es asumida por el comprador.
- El seguro a favor del comprador que cumpla al menos con las coberturas mínimas dispuestas por la cláusula C de las Cláusulas de Carga del Instituto (LMA/IUA).

### Modo de transporte

Exclusivo para el medio marítimo y las vías navegables interiores.

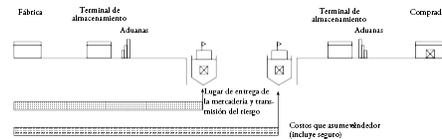


Figura 6.7: CIF

#### PUNTO CLAVE

Notar que las Incoterms FOB, CFR y CIF tienen el mismo lugar de entrega y la misma transmisión del riesgo. Además, desde la perspectiva del costo se cumple que: CIF = FOB + Flete + Seguro

## 2.7. CPT: Carriage Paid To

### El lugar de entrega de la mercadería y transmisión del riesgo

El vendedor realiza la entrega y la transmisión del riesgo cuando pone la mercancía a disposición del transportista, designado por él, en el país de exportación y dentro del plazo convenido.

### Gastos que asume el vendedor

- La preparación de las mercancías para el transporte internacional.
- La carga al camión o contenedor.
- El transporte interno en el país de origen desde la fábrica al terminal.
- El despacho aduanero de exportación.
- Los transportes y manipulaciones desde el terminal de carga hasta poner la mercadería en la bodega del vehículo de transporte.
- El flete de transporte internacional hasta el lugar de destino convenido. Incluirá la descarga en el lugar de destino si el contrato de transporte convenido entre comprador y vendedor así lo exige.

### Modo de transporte

Cualquier modo, incluido el multimodal.

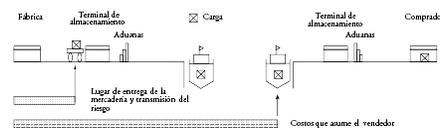


Figura 6.8: CPT

## 2.8. CIP: Carriage Insurance Paid to

### El lugar de entrega de la mercadería y la transmisión del riesgo

El vendedor realiza la entrega de la mercadería y la transmisión del riesgo cuando la pone a disposición del transportista internacional que va a realizar el traslado de la mercadería dentro del plazo convenido.

### Gastos que asume el vendedor

- La preparación de las mercancías para el transporte internacional.

- La carga al camión o contenedor.
- El transporte interno en el país de origen desde la fábrica al terminal.
- El despacho aduanero de exportación.
- Los transportes y manipulaciones desde el terminal de carga hasta poner la mercadería en la bodega del vehículo de transporte.
- El flete de transporte internacional hasta el lugar de destino convenido. Incluirá la descarga en el lugar de destino si el contrato de transporte convenido entre comprador y vendedor así lo exige.
- El seguro a favor del comprador que cumpla al menos con las coberturas mínimas dispuestas por las cláusulas C de las Cláusulas de Carga del Instituto (LMA/IUA).

### **Modo de transporte**

Cualquier modo, incluido el multimodal.

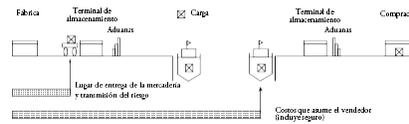


Figura 6.9: CIP

## **2.9. DAT: Delivery At Terminal**

### **El lugar de entrega de la mercadería**

El vendedor realiza la entrega de la mercadería y la transmisión del riesgo cuando esta se encuentra en el terminal convenido en el país de destino en el plazo convenido, descargada del medio de transporte de llegada.

### **Gastos que asume el vendedor**

- Preparar las mercancías para el transporte internacional.
- Realizar la carga al camión o contenedor.
- El transporte interno en el país de origen desde la fábrica al terminal.
- Realizar el despacho aduanero de exportación.
- Los transportes y manipulaciones desde el terminal de carga hasta poner la mercadería en la bodega del vehículo de transporte.
- El flete de transporte internacional hasta el lugar de destino convenido, y la descarga del medio de transporte de llegada.
- No está obligado a contratar un seguro internacional, pero se recomienda su contratación.

### **Modo de transporte**

Cualquier modo, incluido el multimodal.

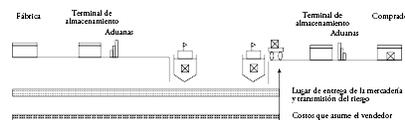


Figura 6.10: DAT

## **2.10. DAP: Delivery AT Place**

### **El lugar de entrega de la mercadería y transmisión del riesgo**

El vendedor realiza la entrega de la mercadería y la transmisión del riesgo en el lugar convenido en el país de destino, por lo general la fábrica, almacén u operador logístico del comprador dentro del plazo acordado.

### **Gastos que asume el vendedor**

- La preparación de las mercancías para el transporte internacional.
- La carga al camión o contenedor.

- El transporte interno en el país de origen desde la fábrica al terminal.
- El despacho aduanero de exportación.
- Los transportes y manipulaciones desde el terminal de carga hasta poner la mercadería en la bodega del vehículo de transporte.
- El flete de transporte internacional hasta el lugar de destino convenido.
- Los costos de manipulación en el terminal del país de destino y el transporte interior en el país de destino hasta el lugar convenido.
- No está obligado a contratar un seguro internacional, pero se recomienda su contratación.
- No está obligado al pago del despacho aduanero de importación en el país de destino.

### **Modo de transporte**

Cualquier modo, incluido el multimodal.

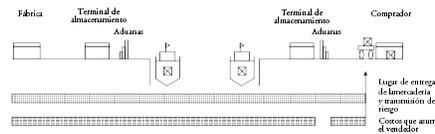


Figura 6.11: DAP

## **2.11. DDP: Delivery Duty Paid**

### **El lugar de entrega de la mercadería y transmisión del riesgo**

El vendedor realiza la entrega de la mercadería y la transmisión del riesgo cuando esta se encuentra en el punto de destino acordado con el comprador en el país del comprador en el plazo acordado.

### **Gastos que asume el vendedor**

- La preparación de las mercancías para el transporte internacional.
- La carga al camión o contenedor.
- El transporte interno en el país de origen desde la fábrica al terminal.
- El despacho aduanero de exportación.
- Los transportes y manipulaciones desde el terminal de carga hasta poner la mercadería en la bodega del vehículo de transporte.
- El flete de transporte internacional hasta el lugar de destino convenido.
- Los costos de manipulación en el terminal del país de destino y el transporte interior en el país de destino hasta el lugar convenido.
- El pago del despacho aduanero de importación en el país de destino.
- No está obligado a contratar un seguro internacional, pero se recomienda su contratación.

### **Modo de transporte**

Cualquier modo, incluido el multimodal.

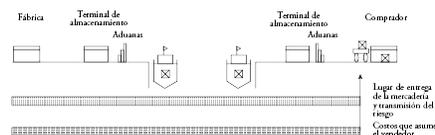


Figura 6.12: DDP

## **3. REGÍMENES ADUANEROS**

Una operación de compraventa internacional está relacionada con la salida y entrada de mercancías en el territorio peruano. Los regímenes aduaneros, elaborados por la Aduana del Perú, regulan dichas entradas o salidas de mercaderías de nuestro territorio.

La Aduana, representada por la Sunat, es un organismo del Estado peruano cuyo rol es el de administrar, recaudar, controlar y fiscalizar el tráfico internacional de mercancías, medios de transporte y personas dentro del territorio nacional.

En el año 1994, el Consejo de Cooperación Aduanera adoptó el nombre de Organización Mundial de Aduanas, que cuenta con 174 países integrantes, uno de los cuales es nuestro país. De acuerdo a Matsuura, los objetivos de este organismo intergubernamental es hacer competitivas a las administraciones aduaneras, examinar los aspectos técnicos de los regímenes aduaneros, estudiar cualquier problema relativo a la cooperación aduanera que los países integrantes deseen promover, servir de guía a las aduanas de los países miembros, emitir opiniones, comentarios y notas explicativas sobre valoración a través del Comité Técnico de Valoración (Matsuura, 2012, p. 33).

La Aduana ha clasificado los regímenes aduaneros vigentes en el Perú en las siguientes seis categorías:

- De importación: importación para el consumo, reimportación en el mismo estado, admisión temporal para reexportación en el mismo estado.
- De exportación: exportación definitiva, exportación temporal para reimportación en el mismo estado.
- De perfeccionamiento: admisión temporal para perfeccionamiento activo, exportación temporal para perfeccionamiento pasivo, *drawback*, reposición de mercancía en franquicia.
- De depósito: depósito aduanero.
- De tránsito: tránsito, transbordo, reembarque.
- Otros regímenes aduaneros de excepción: señalados en el artículo 68° del D.L. 1053.

Cabe mencionar que a partir del 17 de marzo de 2009 han entrado en vigor la nueva Ley General de Aduanas y su Reglamento, aprobados por el D. Leg. 1053 y el D.S. 010-2009-EF respectivamente, en los cuales se establecen cambios en los regímenes aduaneros. Dichos cambios están a disposición del público general en la página web de la Sunat<sup>28</sup>.

En las líneas siguientes se ha realizado un resumen comentado de los aspectos más importantes de los regímenes aduaneros y de los principales cambios implementados en la mencionada ley y su reglamento. Se recomienda a todo aquel interesado en realizar una operación de compraventa internacional revisar a detalle dichos procedimientos antes de iniciar la gestión de un régimen aduanero, pues dichos procedimientos cambian en el tiempo tanto en plazos como en tasas impositivas, entre otros.

### **3.1. Importación para el consumo**

Es el régimen aduanero que permite el ingreso legal de mercancías provenientes del exterior para su consumo en el territorio nacional, previo cumplimiento de todas las formalidades aduaneras correspondientes. También es conocida como nacionalización de mercancías.

De todos los regímenes aduaneros, este es el único que tiene gravados tributos, los cuales son descritos a detalle en la sección de estructura de costos de este mismo capítulo.

Las mercancías a importar según el tipo de restricción pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- Libre. Aquellas que no tienen ninguna restricción, basta cumplir los trámites y reunir la documentación necesaria para culminar la importación.
- Restringida: Aquellas que requieren de una autorización previa emitida por una entidad del estado, por ejemplo: armas (DISCAMEC), insumos químicos (Ministerio de la Producción), textos de geografía (Ministerio de Relaciones Exteriores), entre otros.
- Prohibida: Aquellas que están prohibidas de ser importadas. Por ejemplo: ropa usada con fines comerciales, autos con más de cinco años de antigüedad, y otros.

El detalle de las mercancías restringidas y prohibidas está a disposición del público en la sección de orientación aduanera del portal web de la Sunat<sup>29</sup>.

### **3.2. Reimportación en el mismo estado**

Es un régimen que permite la importación de mercaderías que habiendo sido exportadas anteriormente van a ser importadas nuevamente en el mismo estado.

El plazo para solicitar este régimen es de doce meses, computados a partir de la fecha del término del embarque de exportación.

Por ejemplo, este régimen puede ser usado por los exportadores cuando tienen devoluciones o rechazos de mercancías que salieron como exportación definitiva y que no son aceptadas en el país de destino. Los exportadores pueden acogerse a este régimen siempre y cuando las mercancías regresen al país dentro de los doce meses posteriores a su embarque de exportación, previo trámite y autorización de intendente de la aduana correspondiente. Dicha mercadería a su regreso al país no pagará los impuestos de importación.

### 3.3. Admisión temporal para reexportación en el mismo estado

Antes llamado importación temporal, permite recibir en el territorio nacional con suspensión de los derechos arancelarios y demás impuestos aplicables a la importación mercancías destinadas a cumplir un fin determinado en un lugar específico y ser reexportadas en el plazo establecido sin haber experimentado modificación alguna, con excepción de la depreciación normal a consecuencia de su uso.

El plazo para la admisión temporal para reexportación en el mismo estado, será el que fije el interesado en su solicitud, la misma que será aprobada automáticamente por el solo mérito de su presentación, y no debe exceder los dieciocho meses.

Es necesario presentar una garantía, por lo general una carta fianza bancaria, por el monto de los tributos suspendidos, que se recuperará cuando se exporte el producto. En el caso de empresas que tengan la categoría de «buen contribuyente» no requieren presentar dicha carta fianza, basta con presentar una declaración jurada en el cual se comprometen a la reexportación posterior. La calificación de buen contribuyente la otorga la Sunat a aquellos importadores que no tienen multas y que sean usuarios habituales por un periodo de mínimo de doce meses.

Esta operación puede ser cambiada a importación definitiva, mediante el pago respectivo de los tributos de importación, más intereses<sup>30</sup>.

Ejemplos de situaciones en los que se recurre a este régimen aduanero son:

- Material profesional, técnico, científico, destinado a realizar un trabajo específico.
- Mercancías destinadas a eventos, conciertos, ferias internacionales, demostraciones.
- Animales vivos destinados a participar en demostraciones, competencias, eventos deportivos, así como los de raza para su reproducción.
- Maquinarias y equipos para la producción, que son alquilados en el extranjero, y luego son devueltos al propietario.

### 3.4. Exportación definitiva

Es el régimen aduanero aplicable a las mercancías en libre circulación que salen del territorio aduanero para su uso o consumo en el exterior.

La exportación no está gravada por tributos. Es decir, el monto de los tributos de exportación es cero.

La realización del trámite de exportación permite a los exportadores recuperar el IGV e IPM de los productos comprados para realizar la exportación. Por ejemplo, si un exportador compra en el mercado nacional un lote de cuero para calzados por el valor de S/. 500 000, por lo cual ha pagado un IGV+IPM de 19%, equivalente a S/. 95 000, al momento de exportar los calzados fabricados con dicho cuero puede solicitar a la Sunat la devolución del IGV + IPM pagado en el mercado local, y esta le devolverá el monto pagado en forma de cheque o nota de crédito a cuenta de los impuestos a la renta por pagar. En consecuencia, el IGV + IPM. no se debe considerar un costo, ya que este valor se recuperará a través del trámite de devolución de saldo a favor del exportador.

Asimismo, la exportación permite acogerse al beneficio del drawback, el cual se estudiará más adelante, en esta misma sección.

Según el tipo de restricción, las mercancías a exportar pueden clasificarse en:

- Libres. Aquellas que no tienen ninguna restricción, basta cumplir los trámites y reunir la documentación necesaria para culminar la exportación definitiva.
- Restringidas. Aquellas que requieren de una autorización previa emitida por una entidad del Estado. Por ejemplo, en el caso de productos de agroexportación la autorización la emite SENASA, en el caso de alimentos DIGESA, réplicas de huacos el Ministerio de Cultura, insumos químicos el Ministerio de la Producción.
- Prohibidas. Aquellas que están prohibidas de ser exportadas, como productos en estado natural de la flora y fauna silvestre o patrimonio cultural de la nación.

El detalle de las mercancías restringidas y prohibidas está a disposición del público en la sección de orientación aduanera del portal web de la Sunat (2010b)<sup>31</sup>.

### 3.5. Exportación temporal para reimportación en el mismo estado

Este régimen permite la salida temporal al exterior de mercancías nacionales o nacionalizadas con la obligación de reimportarlas definitivamente en un plazo determinado, en el mismo estado.

El plazo es de 12 meses, computados a partir de la fecha del término del embarque de exportación, que puede ser prorrogable por 12 meses más.

Por ejemplo, los exportadores que acuden a eventos y ferias internacionales con sus mercaderías pueden solicitar este régimen para la salida de las mercaderías y su posterior retorno al país luego de concluido el evento, con exoneración del pago de los tributos de importación correspondientes cuando estas retornen al país.

### **3.6. Admisión temporal para perfeccionamiento activo**

Es un régimen aduanero de perfeccionamiento que permite el ingreso de materias primas, insumos y productos intermedios con suspensión de tributos, con el fin de ser transformadas en productos finales o manufacturados para luego ser exportadas.

Las mercancías que pueden admitirse como admisión temporal deben cumplir las siguientes características: 1) que se incorporen en el producto a exportar; 2) que sean absorbidas por el producto a exportar; o 3) que se consuman al ser utilizadas para obtener el producto a exportar (catalizadores, aceleradores, entre otros).

No puede ser motivo de admisión temporal mercancías que intervienen en el proceso productivo de manera auxiliar, como lubricantes, combustibles, repuestos, etcétera.

El plazo durante el cual se pueden mantener estas mercancías en admisión temporal es de 24 meses.

Esta operación requiere la presentación de una garantía, por lo general una carta fianza bancaria por el monto de los tributos suspendidos, que garantice el cumplimiento del régimen. Al momento de realizar la exportación del producto terminado se debe presentar un cuadro de coeficiente de insumo-producto, en el que se indique la cantidad de mercancía bajo el régimen de admisión temporal que se usó para fabricar una unidad de producto terminado (producto compensador), así como las mermas, residuos y subproductos con o sin valor comercial, lo cual permitirá recuperar la garantía presentada para acogerse a esta operación.

Si los residuos de las mercancías importadas tienen un valor comercial, estos deben pagar los tributos correspondientes.

### **3.7. Exportación temporal para perfeccionamiento pasivo**

Este régimen permite la salida temporal al exterior de mercancías nacionales o nacionalizadas con la obligación de reimportarlas definitivamente en un plazo determinado, luego de haber sido sometidas a una reparación, cambio o mejoramiento de sus características.

El plazo es de 12 meses, computados a partir de la fecha del término del embarque de exportación, que puede ser prorrogable por 12 meses más.

Por ejemplo, este régimen puede ser utilizado cuando se desea reparar una maquinaria o equipo en el extranjero. Una vez que la reparación ha concluido y la maquinaria o equipo regresa el país, se pagará tributos de importación solo por el valor agregado recibido en el extranjero (esto se denomina perfeccionamiento pasivo).

### **3.8. Drawback**

Es el régimen aduanero que permite, como consecuencia de la exportación de mercancías, obtener la restitución total o parcial de los derechos arancelarios que hayan gravado la importación de las mercancías contenidas en los bienes exportados o consumidos durante su producción.

Las siguientes líneas son un resumen del procedimiento INTA-PG-07, Restitución de Derechos Arancelarios – Drawback (2014)<sup>32</sup>.

La tasa de restitución es del 5% del valor FOB de la exportación, con el tope del 50% de su costo de producción<sup>33</sup>, la misma que se efectuará por medio de notas de crédito o un cheque emitido por Aduanas.

#### ***Principales características del drawback***

- La exportación por empresa y partida arancelaria no debe superar los veinte millones de dólares al año.
- El monto recibido por el drawback no está gravado por el impuesto a la renta.
- La solicitud de devolución de drawback debe ser por valores FOB mayores a US\$ 6250.
- El producto exportado debe contener componentes importados que hayan pagado todos sus derechos e impuestos de nacionalización.

#### ***Principales características de los componentes importados que dan lugar al drawback***

- Materias primas que se consumen o intervienen directamente en el proceso de producción o sirven para conservar el producto de exportación.
- Etiquetas, envases y otros artículos necesarios para el transporte y conservación del producto.
- Partes y piezas.

- Los componentes utilizados deben haber sido importados dentro de los 36 meses anteriores a la fecha de embarque de la exportación.
- El valor CIF de los componentes importados no debe superar el 50% del valor FOB del producto exportado.
- Son componentes importados que no dan lugar al beneficio del drawback:
  - Insumos ingresados bajos los regímenes de admisión temporal para reexportación en el mismo estado y admisión temporal para perfeccionamiento activo;
  - Nacionalizados al amparo del régimen de reposición de mercaderías en franquicias;
  - Nacionalizados con liberaciones al amparo de acuerdos comerciales internacionales;
  - Nacionalizados con tasa arancelaria cero;
  - Combustibles;
  - Repuestos y útiles de recambio.
- Los componentes importados pueden ser adquiridos bajo las siguientes modalidades:
  - Primera: importados directamente por el beneficiario;
  - Segunda: importados por terceros;
  - Tercera: mercaderías elaboradas con insumos importados adquiridos de proveedores locales.

### ***Principales características del valor FOB que servirá como base para el cálculo del drawback***

- Debe estar formado por costos de producción, utilidad, costos de embalaje, gastos de transporte interno, gastos de agente, gastos de carga y manipuleo.
- Se debe restar al valor FOB:
  - Componentes importados ingresados con regímenes aduaneros suspensivos o exoneraciones de aranceles o cualquier otro régimen devolutivo o suspensivo de derechos;
  - Los componentes que no se pudieron determinar si ingresaron con algún beneficio arancelario;
  - Comisiones a intermediarios o brókeres incluidos dentro del valor FOB.

En los siguientes dos problemas vamos a determinar cuándo es conveniente utilizar un régimen de admisión temporal o un régimen de drawback.

#### **Problema 6.1**

Un exportador peruano de camisas ha firmado un contrato de compra venta internacional con un minorista americano por 100 00 camisas a un precio de venta valor FOB Callao de US\$ 6 por camisa.

Para su fabricación compra 200 000 metros de tela en el Perú a un costo de 1,00 dólares por metro, los cuales se usarán totalmente en la fabricación de las mencionadas camisas. Estima que sus gastos en mano de obra e indirectos de fabricación serán de US\$ 100 000 y que además necesitará US\$ 100 000 más para la compra de avíos (etiquetas, botones, entre otros), los cuales serán importados de China, pagando un arancel de US\$ 1000, los que están incluidos en su presupuesto de US\$ 100 000.

Usted, experto en comercio exterior, es contratado por el exportador para determinar qué régimen le conviene solicitar para la exportación de camisas: drawback o admisión temporal, ¿qué le recomendaría al exportador?

#### **Solución**

Vamos a calcular la utilidad que tendría el exportador con la alternativa admisión temporal y luego con el drawback para en base a ello determinar la mejor opción.

#### **Alternativa 1. El exportador se acoge a la admisión temporal**

Rubro	US\$
Ventas (US\$ 6 por camisa FOB - Callao)	600 000
<b>Costos</b>	
Tela	200 000
Mano de obra e indirectos de fabricación	100 000
Avíos (sin incluir los tributos de importación)	99 000
<b>Total costos</b>	<b>399 000</b>
<b>Utilidad</b>	<b>201 000</b>

### Alternativa 2. El exportador se acoge al drawback

Para el análisis de esta alternativa debemos verificar previamente si el valor CIF de los productos importados no supera el 50% del valor FOB del producto exportado.

- Valor CIF de los componentes importados: US\$ 99 000
- 50% del valor FOB del producto exportado:  $50\%(600\ 000) = \text{US\$ } 300\ 000$
- Se comprueba que el valor CIF de componentes importados no supera el 50% del valor FOB del producto exportado.

Rubro	US\$
Ventas (US\$ 6 por camisa FOB – Callao)	600 000
<b>Costos</b>	
Tela	200 000
Mano de obra e indirectos de fabricación	100 000
Avíos (incluidos los tributos de importación)	100 000
<b>Total costos</b>	<b>400 000</b>
Utilidad	200 000
Restitución del drawback (5% x 600 000)	30 000
<b>Total utilidad</b>	<b>230 000</b>

Se puede ver que la mejor alternativa para el exportador es el drawback, debido principalmente a que la restitución del 5% del valor FOB de sus mercaderías es mucho mayor que los ahorros en los impuestos que genera la admisión temporal.

En el siguiente problema vamos a cambiar las condiciones de la situación analizada y verificaremos si todavía sigue siendo conveniente el drawback.

### Problema 6.2

El mismo exportador, antes de comprar la tela en el Perú, recibe una propuesta de un proveedor de telas ubicado en China, mediante la cual le cotizan los 200 000 metros de tela a US\$ 180 000 CIF, por los cuales debe pagar adicionalmente US\$ 70 000 por concepto de aranceles.

Compruebe usted si le sigue siendo beneficioso el drawback.

### Solución

#### Alternativa 1. El exportador se acoge a la admisión temporal

Rubro	US\$
Ventas ( 6 US\$/ camisa FOB – Callao)	600 000
<b>Costos</b>	
Tela (sin incluir los tributos de importación)	180 000
Mano de obra e indirectos de fabricación	100 000
Avíos (sin incluir los tributos de importación)	99 000
<b>Total costos</b>	<b>379 000</b>
<b>Utilidad</b>	<b>221 000</b>

#### Alternativa 2. El exportador se acoge al drawback

Rubro	US\$
Ventas ( 6 US\$/ camisa FOB – Callao)	600 000
<b>Costos</b>	
Tela (incluidos los tributos de importación)	250 000
Mano de obra e indirectos de fabricación	100 000

Avíos (incluidos los tributos de importación)	100 000
<b>Total costos</b>	<b>450 000</b>
Utilidad	150 000
Restitución del drawback (5% x 600,000)	30 000
<b>Total utilidad</b>	<b>180 000</b>

En esta nueva situación la mejor alternativa para el exportador es la admisión temporal, pues los ahorros logrados en el pago de los tributos aduaneros son mayores que la restitución que genera el drawback.

#### PUNTO CLAVE

La elección del régimen aduanero de perfeccionamiento más adecuado a la situación específica de una empresa exportadora es el resultado de un análisis de beneficio-costos.

### Problema 6.3

Un fabricante nacional de zapatos, recibe una orden de compra por 20 000 pares de calzados de un importador americano, a un precio de venta FOB de US\$ 15 el par.

Para la fabricación de los zapatos, el exportador peruano ha incurrido en los siguientes costos:

- Mano de obra: US\$ 1 por par
- Cuero: US\$ 5 por par. Comprado localmente.
- Plantilla: importadas a CIF US\$ 1 por par. Adicionalmente, se pagó un arancel del 9% del valor CIF.
- Pasadores: importados a CIF US\$ 0,3 por par. Adicionalmente se pagó un arancel del 6% del valor CIF.
- Costos indirectos de producción: US\$ 3 por par.

### Preguntas

1. Establezca usted si el exportador puede solicitar el drawback. En caso de ser afirmativa su respuesta, indique el monto a solicitar por restitución.
2. Determine la utilidad del exportador peruano de esta operación de exportación

### Solución

#### Parte 1:

- Q a exportar: 20 000 unidades
- Valor FOB: US\$ 15 por unidad

Verificación del cumplimiento de los requisitos del drawback:

Valor CIF de los componentes importados

- Plantillas: US\$ 20 000
- Pasadores: US\$ 6000
- Total componentes importados: US\$ 26 000

50% del valor FOB del producto exportado: US\$ 150 000

En los datos anteriores se comprueba que el valor CIF de los componentes importados no supera el 50% del valor FOB del producto exportado, por tanto, el exportador puede solicitar el drawback.

El monto a solicitar por la restitución sería:  $5\%(20\ 000) \times 15 = \text{US\$ } 15\ 000$ . Este monto es menor al 50% de los costos de producción, cuyo cálculo se puede ver en la tabla de la solución a la parte 2 de este problema ( $50\%(208\ 160) = \text{US\$ } 104\ 080$ ).

#### Parte 2. Cálculo de la utilidad en US\$

Valor FOB de la exportación	300 000
<b>Costos</b>	
Mano de obra	20 000
Cuero	100 000
Plantillas (incluidos los tributos de importación)	21 800
Pasadores (incluidos los tributos de importación)	6 360
Costos indirectos de producción	60 000

<b>Total costos</b>	<b>208 160</b>
Utilidad	91 840
Restitución del drawback	15 000
<b>Total utilidad</b>	<b>106 840</b>

### Problema 6.4

Un fabricante nacional de juguetes, recibe una orden de compra por 50 000 muñecas de un importador europeo con un precio de venta FOB de US\$ 15 por unidad.

Para la fabricación de las muñecas, el exportador peruano ha incurrido en los siguientes costos:

Mano de obra directa: US\$ 3 por unidad.

Plástico para la fabricación del cuerpo: importado bajo el régimen de admisión temporal para perfeccionamiento activo a valor CIF de US\$ 2 por unidad. Afecto a tributos de importación del 6% del CIF.

Vestido de la muñeca: US\$ 1 por unidad (de proveedores locales)

Pelo: importado a valor CIF de US\$ 1 por unidad. Afecto a tributos de importación del 9% del valor CIF, totalmente pagados.

Costos indirectos de producción: US\$ 1,50 por unidad

### Preguntas

1. Establezca usted si el exportador puede solicitar el drawback. En caso de ser afirmativa su respuesta, indique el monto a solicitar por restitución.
2. Determine la utilidad del exportador peruano de esta operación de exportación.

### Solución

#### Parte 1:

- Q a exportar en unidades: 15 000
- Valor FOB de las muñecas: US\$ 15 por unidad
- Valor FOB total: US\$ 225 000

Verificación del cumplimiento de los requisitos del drawback	
Valor CIF de los componentes importados US\$	
Plástico	30 000
Pelo	15 000
Total componentes importados	45 000
50% del valor FOB del producto exportado	112 500

Tabla 6.1: Valor de componentes importados

En la tabla anterior se comprueba que el valor CIF de los componentes importados no supera el 50% del valor FOB del producto exportado, por tanto, el exportador puede solicitar el drawback.

El cálculo del monto a solicitar por restitución se puede ver en la siguiente tabla:

Cálculo del monto a restituir en US\$	
Valor FOB	225 000
Deducciones (el plástico ingresó con admisión temporal)	30 000
Valor FOB ajustado	195 000
Drawback (5% del valor FOB ajustado)	9 750
Cálculo del tope del drawback	
Cálculo del costo total de producción	
Mano de obra directa	45 000
Plástico (valor CIF)	30 000
Vestido	15 000
Pelo	16 350

Costos indirectos de producción	22 500
<b>Costos totales de producción</b>	<b>128 850</b>
Tope del drawback (50% del costo de producción)	64 425

Tabla 6.2: Cálculos de restitución de componentes importados

Se puede ver en la tabla anterior que el monto a restituir: US\$ 9750 es menor al tope del drawback: US\$ 64 425. Por tanto, se solicitará a restituir: US\$ 9750.

## Parte 2. Cálculo de la utilidad (en US\$)

Valor FOB total	225 000
Costo total de producción	128 850
Utilidad	96 150
Drawback	9 750
Utilidad total	105 900

Tabla 6.3: Utilidades en la producción de juguetes

### 3.9. Reposición de mercancías en franquicia arancelaria

Es el régimen aduanero por el cual se exonera de derechos arancelarios y demás impuestos que gravan la importación a mercancías equivalentes que, habiendo sido nacionalizadas anteriormente, han sido transformadas, elaboradas o materialmente incorporadas en productos exportados de manera definitiva.

Por ejemplo, si el 1º de enero de 2009 importé un lote de 200 000 metros de tela por los cuales pagué tributos por US\$ 40 000, y el 1 de febrero de 2009 exporté 100 000 camisas con un valor FOB Callao de US\$ 600 000 que usaron los 200 000 metros de tela que importé el 1 de enero, puedo solicitar a la Aduana la reposición de los 200 000 metros de tela con exoneración de los tributos, pues estos ya fueron pagados en la importación con fecha 1º de enero del 2009. La Aduana, en caso de aprobar la solicitud, dará un certificado de reposición en franquicia que permitirá reponer el stock de telas inicial. Este certificado solo permite traer el tipo de mercancía que fue anteriormente importada en una cantidad igual o menor, siendo incluso posible reponer el stock de telas en embarques parciales. El plazo para la reposición de las mercancías en franquicia es de doce meses.

### 3.10. Depósito aduanero

Es un régimen aduanero que permite almacenar las mercancías que llegan al territorio aduanero bajo control de la Aduana, en lugares autorizados, sin el pago de los derechos arancelarios y demás impuestos que gravan la importación, siempre que no hayan sido solicitadas a ningún otro régimen aduanero ni se encuentren en situación de abandono.

El plazo del depósito será el que fije el interesado en su solicitud, que será aprobada automáticamente por el solo mérito de su presentación. Dicho plazo no debe exceder los seis meses, prorrogables seis meses más. Al cabo de los doce meses la mercadería puede ser sometida a un régimen de importación para el consumo, admisión temporal para reexportación en el mismo estado, admisión temporal para perfeccionamiento activo o puede ser sometido a la operación aduanera de reembarque.

Los depósitos acreditarán el almacenamiento mediante la expedición de certificados de depósito, en un plazo no menor de 24 horas luego de terminada la descarga, el cual puede ser desdoblado o endosado por el depositante dentro del plazo del régimen.

Algunos ejemplos en los que se recurre a este régimen aduanero son:

- Cuando los fabricantes compran grandes lotes de materias primas para aprovechar los descuentos por volúmenes de compra o las economías del transporte, pueden utilizar este régimen si someten a régimen de depósito todo el lote comprado y van nacionalizando aquello que necesitan para sus procesos productivos inmediatos, hasta consumir todo el lote. De esta manera, los fabricantes van postergando el pago de tributos de acuerdo a sus necesidades de producción, y logran disminuir sus necesidades de capital de trabajo y usar mejor el concepto del valor del dinero en el tiempo.
- Los comerciantes de automóviles, sean estos usados o nuevos, utilizan el régimen de depósito cuando traen sus lotes de autos y van pagando los tributos de importación solo de aquellos autos que han vendido. De esta manera, al igual

que el fabricante del ejemplo anterior, disminuyen su necesidad de capital de trabajo y utilizan mejor el concepto del valor del dinero en el tiempo.

- Cuando no se cuenta con las autorizaciones para mercancías restringidas, una alternativa económica de almacenamiento mientras se consiguen dichas autorizaciones es el almacenamiento bajo este régimen aduanero.

Los recintos donde se guardan dichas mercaderías se llaman depósitos aduaneros autorizados y deben estar debidamente autorizados por la Aduana. Por lo general, los depósitos aduaneros son de propiedad de operadores logísticos, pero en aquellas situaciones en las que los importadores tienen volúmenes altos de mercancías en régimen de depósitos de manera constante durante todo el año deben evaluar la posibilidad de solicitar la autorización a la Aduana para abrir un depósito aduanero propio para la atención de sus necesidades.

### Problema 6.5

Usted es el gerente de operaciones de un importante distribuidor de autos y debe decidir entre nacionalizar un embarque de 500 automóviles una vez llegados al puerto del Callao o enviar las 500 unidades a un depósito autorizado y nacionalizar conforme va vendiendo.

Los analistas de comercio exterior a su cargo le entregaron la siguiente información:

- Valor CIF del auto: US\$ 7000 por unidad;
- Flete: US\$ 150 por unidad;
- Tributos a pagar a SUNAT por la importación para el consumo de cada auto: US\$ 4300 por unidad;
- Costo de oportunidad del dinero: 15% anual.

#### Alternativa 1. Se nacionalizan las 500 unidades una vez llegado el embarque

- Tasa de servicio de despacho: S/. 90 (cargo fijo cobrado por la Sunat cada vez que se realiza un trámite aduanero, ya sea de importación para el consumo o cualquier otro).
- Comisión del agente de aduana por el trámite de importación: 0,1% del valor CIF.

#### Alternativa 2. Se envía el embarque completo a un depósito autorizado

Se enviaría el lote completo de 500 unidades a depósito autorizado con los siguientes costos:

- Tasa de servicio de despacho: S/. 90 por la realización del trámite aduanero;
- Comisión del agente de aduana por el trámite de depósito: 0,05% del valor CIF.

Durante los siguientes diez meses se nacionalizarían cincuenta autos cada mes. Los costos de cada nacionalización son iguales a los de la alternativa 1.

El almacén bajo el régimen aduanero le cotizó US\$ 2000 mensuales fijos por el área ocupada, independiente del número de autos guardados.

Establezca usted si es conveniente usar el depósito autorizado y cuanto de ahorro generaría teniendo en cuenta el costo de oportunidad del dinero.

Usar tipo de cambio del día.

### Nota:

Para la solución del problema considere las siguientes fórmulas de matemáticas financieras:

La fórmula para hallar el Valor Presente Neto (VPN) de una serie de cuotas constantes es:

$$P = A * \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n}$$

Donde:

P: valor presente neto;

A: valor de la serie de cuotas constantes;

i: tasa efectiva del periodo;

n: número de cuotas.

La fórmula que relaciona una tasa efectiva anual con una tasa efectiva mensual es:

$$i_{\text{anual}} = (1 + i_{\text{mensual}})^{12} - 1$$

Donde n: 12 meses

### Solución

Datos del problema

Tipo de cambio del día (soles por dólar)	2,80
Número de autos al llegar al Callao	500
Valor CIF por auto US\$	7000
Valor CIF total US\$	3 500 000
<b>Alternativa 1: Nacionalizar el embarque completo</b>	
Tributos a pagar por auto US\$	4 300
Tributos a pagar por la importación US\$	2 150 000
Comisión del agente de aduana US\$	600
Tasa de servicio de despacho US\$	32,14
VPN – Costo total de la alternativa 1	2 153 532,14
<b>Alternativa 2: Envío del embarque a depósito autorizado y trámite de importación mensual</b>	
a. Costos de enviar el lote completo al depósito aduanero a la llegada del lote al Callao	
Tasa de servicio de despacho US\$	32,14
Comisión de agente de aduana US\$	1 750
Costo de enviar lote completo al depósito aduanero US\$	1 782
b. Costos mensuales de nacionalización	
Autos a nacionalizar mensualmente (unidades)	50
Valor CIF mensual nacionalizado US\$	350 000
Cálculo de la cuota a pagar mensualmente (US\$/mes):	
Tributos	215 000
Tasa de servicio de despacho	32,14
Comisión del agente de aduana por trámite de importación	350
Costo del alquiler mensual	2 000
Cálculo de la cuota a pagar mensualmente (A)	217 382
c. Cálculo del valor presente neto de la alternativa 2	
Cálculo del valor presente neto de las cuotas mensuales	
i efectiva anual	0,1500
i efectiva mensual	0,0117
n (número de cuotas)	10
VPN (A) US\$	2 040 079,09
Pago realizado por el envío del lote al depósito aduanero US\$	1 782,14
Valor presente neto de la alternativa 2 US\$	2 041 861,23

Tabla 6.4: Cálculo de alternativas en la exportación de autos

Se elige la alternativa de depósito.

El ahorro generado por usar esta alternativa es de US\$ 111 670,91.

### 3.11. Tránsito aduanero

Es el régimen aduanero que permite el ingreso de mercaderías extranjeras a nuestro país, cuyo destino final es el exterior.

El plazo para el tránsito es de quince días útiles (aproximadamente diecinueve días calendario) los que se pueden prorrogar quince días adicionales.

El régimen de tránsito es solicitado por las empresas transportistas. Si dichos transportistas trasladan la mercadería como carga suelta, entonces la Aduana solicita una carta fianza por el valor de los tributos que se pagarían si la mercadería se nacionalizara, la cual será devuelta cuando la mercadería salga del territorio nacional, previo reconocimiento físico a la mercadería por parte de la Aduana. Si el tránsito se realiza en contenedores, la Aduana no solicita dejar ninguna carta fianza ni realiza ningún reconocimiento físico a la mercadería.

No se considera tránsito cuando un avión o barco trae mercadería cuyo destino es el exterior y no es bajado de las bodegas de la unidad de transporte. Por lo general, el tránsito es muy usado en el transporte terrestre de carga.

### 3.12. Transbordo

El transbordo es una operación de cambio de nave en la cual las mercaderías extranjeras que ingresan a nuestro país en una nave continúan su viaje al extranjero en una segunda nave. El transbordo puede ser de dos modalidades:

- Transbordo directo: cuando se da entre unidades del mismo modo de transporte.
- Transbordo indirecto: cuando se da entre unidades de distinto modo de transporte.

El transbordo, al igual que el tránsito, lo solicitan las compañías de transporte por medio de una agencia de aduanas.

Plazo:

En el caso de marítimo y aéreo, el plazo está supeditado a la llegada de la nave, y puede llegar a extenderse hasta 90 o 120 días, dependiendo de las frecuencias y los destinos.

En el caso del carretero es de quince días útiles prorrogables quince días adicionales.

### 3.13. Reembarque

Es el régimen aduanero que permite volver a embarcar las mercaderías al exterior por diversos motivos. Por ejemplo, si la calidad del producto no coincide con las especificaciones técnicas, la fecha de expiración del producto está vencida o próxima a vencer u otros.

Para que sea posible el reembarque se deben cumplir las siguientes condiciones:

- La mercadería no debe haber sido nacionalizada;
- La mercadería debe encontrarse en el terminal de almacenamiento;
- La mercadería no debe haber sido declarada en abandono legal.

## 4. OPERADORES DE COMERCIO EXTERIOR

Los operadores de comercio exterior son empresas que mantienen relaciones diarias con la Aduana e intervienen en la realización de trámites aduaneros.

El procedimiento INTA PG - 24 Autorización y Acreditación de Operadores de Comercio Exterior<sup>34</sup> establece entre otras cosas los requisitos, requerimientos de infraestructura, responsabilidades, infracciones y sanciones de dichos operadores. Un resumen del mencionado procedimiento se muestra a continuación.

### 4.1. Agentes de aduanas

Personas naturales o jurídicas que prestan servicios a terceros, por lo general importadores y exportadores en la gestión habitual de toda clase de trámites aduaneros. Su contratación es obligatoria si el valor de las mercancías importadas supera los US\$ 2000. En el caso de las exportaciones es obligatoria su contratación si el valor FOB supera los US\$ 5000.

Los agentes de aduanas deben defender los intereses de los importadores y exportadores, así como velar por el interés fiscal del Estado al momento de realizar los despachos aduaneros.

Son deberes y funciones de los agentes de aduanas:

- Tener actualizados su sistema contable y sus registros de importaciones y exportaciones.
- Tener disponibles los registros de importaciones y exportaciones de cuando menos los últimos cinco años de su gestión.
- Mantener al día las garantías que haya fijado la ley para la realización de dicha actividad.
- Tienen la capacidad de nombrar empleados para la realización de los trámites aduaneros. Dichos empleados son los llamados agentes de aduana, los cuales para poder realizar los trámites aduaneros deben ser egresados del Instituto de Administración Tributaria y Aduanera (IATA).

Los agentes de aduanas deben de dejar una garantía económica, la cual puede ser una carta fianza bancaria, pagaré o *warrant*, a favor de la Aduana, que sirve para respaldar económicamente el cumplimiento de compromisos u obligaciones

comerciales. Dicha garantía es por un monto mínimo US\$ 150 000.

Los costos de contratación de un agente de aduana por la gestión del trámite aduanero por lo general tienen la siguiente estructura:

- Comisión: es un porcentaje en función al valor FOB en el caso de las exportaciones y al valor CIF en el caso de importaciones.
- Gastos operativos: fijo por cada trámite aduanero.

Entre los criterios para seleccionar a un agente de aduana tenemos los costos, la eficiencia y rapidez en la respuesta, el nivel de confianza, la situación financiera, etcétera.

### Problema 6.6

Usted debe realizar el trámite de importación para el consumo de una operación de importación de dos contenedores de 40 pies de productos para el hogar, cuyo valor FOB es de US\$ 17 000 y valor CIF de US\$ 18 550 \$, por los dos contenedores.

Su agente de aduana le cobra los siguientes conceptos:

- Comisión: 0,5%, con un mínimo de US\$ 100
- Gastos operativos: US\$ 30
- Gastos administrativos: US\$ 6
- Fotocopias, digitación, etcétera: S/. 10 por embarque

Calcular los costos de la agencia de aduana para esta operación. Considerar el tipo de cambio del día.

### Solución

Tipo de cambio del día (soles por dólar)	2,80
<b>Cálculo del costo (US\$)</b>	
Valor CIF de la operación	18 550
Comisión del agente de aduana	93
Mínimo de comisión	100
Gastos operativos	30
Gastos administrativos	6
Fotocopias, digitación, etcétera	3,57
<b>Total costo de agenciamiento</b>	<b>140</b>

Tabla 6.5: Costo de agencia de aduana

### Problema 6.7

Usted está seleccionando al agente de aduana que va a realizar los servicios de agenciamiento de su empresa para el siguiente año, para ello solicitó a dos agencias de aduanas le envíen cotizaciones basadas en los siguientes rubros:

- Comisión por el agenciamiento: % del valor CIF del embarque. Incluir mínimo en US\$.
- Gastos operativos: monto fijo en US\$ por embarque en los que se consideran movilidad del despachador, equipos de radio, fotocopias, materiales de oficina, entre otros.

Adicionalmente, según los registros históricos que usted tenía, sabía que su negocio tenía dos tipos de meses muy diferenciados, de acuerdo a la tabla siguiente:

- Meses normales, en los cuales principalmente traía mercadería de muy bajo valor por operación y en los cuales por lo general pagaba mínimos de comisión.
- Meses de campaña, en los cuales las operaciones de importación eran de grandes lotes de contenedores por operación.

Perfil de las operaciones de importación	Mes normal	Mes de campaña*
Número de operaciones mensuales	25	68
Valor CIF de cada operación US\$	18 000	25 000

\* Los meses de campaña corresponden a febrero, marzo, setiembre y octubre.

Tabla 6.6: Tipos de meses por operaciones

Usted recibió las siguientes dos cotizaciones de agencias de aduana muy conocidas:

	Comisión (% del valor CIF)	Comisión mínima US\$	Gastos operativos US\$
Agencia 1	0,40%	90	55,00
Agencia 2	0,48%	60	49,50

Tabla 6.7: Cotizaciones de agencias de aduana

Establezca usted la agencia de aduana con la que trabajará el siguiente año, basado en los costos de cada una de las cotizaciones.

### Solución

Costos anuales Agencia 1	Mes normal	Mes de campaña
Comisión (% del CIF) US\$	72	100
Comisión mínima US\$	90	90
Comisión a cobrar US\$	90	100
Número de embarques al mes	25	68
Número de meses en el año	8	4
Costo total por comisión US\$	18 000	27 200
Gastos operativos US\$	11 000	14 960
Costo total Agencia 1 por año/tipo de mes	29 000	42 160
Costo total Agencia 1 US\$/año	71 160	
Costos anuales Agencia 2	Mes normal	Mes de campaña
Comisión (% del CIF) US\$	86,40	120
Comisión mínima US\$	60	60
Comisión a cobrar US\$	86,40	120
Número de embarques al mes	25	68
Número de meses en el año	8	4
Costo total por comisión US\$	17 280	32 640
Gastos operativos US\$	9900	13 464
Costo total Agencia 2 por año/tipo de mes	27 180	46 104
Costo total Agencia 2 US\$/año	73 284	

Tabla 6.8: Costo por agencia de aduana

Se elige a la Agencia 1.

### 4.2. Transportista internacional

Estas empresas se encargan del traslado físico de los productos entre dos países distintos. Pueden ser aéreos, marítimos, terrestres, consolidadores de carga, agencias de carga u operadores multimodales.

Las empresas de transporte internacional emiten los documentos de transporte. Dichos documentos son requisitos para la realización de los trámites ante la Aduana. Los documentos emitidos son:

- *Carta porte*: para el transporte terrestre o ferroviario;
- *Airway bill*: para el transporte aéreo;
- Documento de transporte multimodal: para el transporte multimodal;
- *Bill of lading* o conocimiento de embarque: para el transporte marítimo;
- Manifiesto de carga.

En el comercio internacional dichos documentos son importantes porque constituyen una constancia de la entrega de la mercadería del exportador al transportista y son prueba del contrato de transporte. Con ello, el vendedor prueba que ha embarcado las mercancías.

Adicionalmente, el conocimiento de embarque es el único documento de transporte que también se constituye en un título de propiedad que permite vender la mercancía a otro importador o negociarla en el banco.

El manifiesto de carga es un documento elaborado por el transportista internacional o su representante en el país, el cual es enviado electrónicamente a la Aduana, donde se detalla la relación de toda la carga que el transportista traslada en las bodegas de la unidad de transporte.

### 4.3. Agencia de carga o transitario

También se le conoce como expedidor o porteador, y tiene entre sus funciones básicas, según Sierralta (2013, pp. 274), trasladar las mercaderías hasta el lugar de destino, conservarlas y cuidarlas, verificando que se entreguen a la persona señalada y en la fecha o plazo estipulado, sin importar necesariamente que sea al transportista internacional o al operador de la unidad de la unidad de transporte. En muchos casos, continúa Sierralta, debido a la superposición de contratos que existen sobre la unidad de transporte, la diversidad de contratos de utilización de buques y la fácil concurrencia de varios transportistas sobre el mismo navío, es difícil su identificación. Por tanto, Sierralta aconseja asimilar la figura del porteador como el sujeto que recibe los reclamos que les pueden hacer los usuarios del transporte.

También es una función importante del agente de carga la comercialización de los espacios de las unidades de transporte de los transportistas internacionales.

Se considera cargador o *zipper* a la persona natural o jurídica que solicita el transporte al porteador y adquiere el derecho de exigir su plena realización. Entre sus obligaciones se encuentran entregar la carga en las condiciones pactadas y abonar el flete, a menos que este sea pagado en destino.

Se considera destinatario, consignatario o *consigne* a la persona natural o jurídica a cuya orden van las mercancías. Usualmente corresponde con el comprador.

Las cotizaciones por fletes internacionales de los agentes de carga dependerán principalmente del tamaño de la carga a transportar. Desde este punto de vista la carga puede ser:

#### ***FIL: Full Container Load***

En este caso, la carga a transportar completa un contenedor. El lector encontrará una revisión detallada de los contenedores en la sección de preparación de la carga a transportar del capítulo sobre medios de transporte de este libro. Es preciso recordar que en el caso del transporte marítimo los contenedores pueden ser de 20 pies (33 m<sup>3</sup> de capacidad en volumen, 20 toneladas de capacidad en peso, aproximadamente) o de 40 pies (66 m<sup>3</sup> de capacidad en volumen, 20 toneladas de capacidad en peso, aproximadamente).

La cotización del flete internacional dependerá del tamaño del contenedor (20 pies o 40 pies), la distancia entre el puerto de origen y el puerto de destino, el número de contenedores a transportar, entre otros factores. Además, los agentes de carga cotizarán gastos locales que serán detallados posteriormente.

#### ***LOCAL: Less than Container Load (también llamada carga suelta)***

En este caso, la carga a transportar no completa un contenedor y el agente de carga cumple el papel de consolidador de carga, es decir junta la carga de varios exportadores que tienen el mismo destino hasta completar un contenedor.

La cotización del flete en este caso dependerá de la relación entre el peso y el volumen de la carga a transportar (factor de estiba), el cual es estudiado a continuación; la distancia entre el puerto de origen y destino; la frecuencia de los embarques, entre otros factores. Además, los agentes de carga cotizarán gastos locales que serán detallados posteriormente.

#### **Relación peso/volumen de la carga**

La relación peso volumen, también llamado factor de estiba o densidad de la carga, resulta del cociente peso/volumen.

La densidad mínima que aceptan los transportistas para cobrar una carga al peso se muestra en la tabla 6.9 y varía en función al medio de transporte. Si la carga a transportar tiene una densidad mayor, el costo del flete se calculará multiplicando el peso de la carga por la cotización.

Si el embarque no alcanza la densidad mínima mostrada en la tabla, entonces el transportista asume una densidad de carga igual a la de la tabla 6.9 para efectos del cobro de fletes.

	Relación peso/volumen	Densidad mínima

En el medio marítimo	1 ton – 1 m <sup>3</sup>	1 ton/m <sup>3</sup>
En el medio carretero	1 ton – 2 m <sup>3</sup>	0,5 ton/m <sup>3</sup>
En el medio aéreo	1 ton – 6 m <sup>3</sup>	0,1667 ton/m <sup>3</sup> o 166,7 kg/m <sup>3</sup>

Tabla 6.9: Tabla de relación peso-volumen de la carga

Por ejemplo, si un embarque marítimo tiene 12 m<sup>3</sup> de volumen y 10 toneladas de peso, la densidad de la carga de dicho embarque es 0,833 ton/m<sup>3</sup>, que no alcanza la densidad mínima. El flete se cobrará entonces en función al volumen transformado al peso, considerando la densidad mínima.

Es decir, si la cotización del flete es de US\$ 40/ ton\_m<sup>3</sup>, se cobra el mayor<sup>35</sup>. El flete total será:

- Volumen: 12 m<sup>3</sup>
- Volumen convertido al peso: 12m<sup>3</sup> x (1 ton/m<sup>3</sup>) = 12 ton. Este valor también se llama «peso volumétrico» o «peso equivalente».
- Peso físico o peso de balanza: 10 ton.
- El transportista considera el mayor valor entre el peso físico y el peso equivalente para el cálculo del flete.
- Valor del flete marítimo: 12 x 40 = US\$ 480.

El valor del flete calculado de esta forma (US\$ 480) es el que se registrará en el documento de transporte y el que posteriormente se declarará ante aduanas en un formato llamado DAN (Declaración Aduanera de Mercaderías).

La carga descrita en el ejercicio anterior se considera una «carga de volumen», porque no supera la densidad mínima. Se considera una «carga de peso» cuando la densidad de esta es mayor o igual a la densidad mínima.

### Problema 6.8

Un embarque aéreo tiene 40 cm. de largo, 80 cm. de ancho y 50 cm. de alto, y su peso es de 55 kg. El flete aéreo es de US\$ 80/kg\_m<sup>3</sup>, el mayor. Calcule el costo total del flete.

### Solución

Cálculo del peso equivalente	
Alto	0,5 m
Largo	0,4 m
Ancho	0,8 m
Volumen	0,16 m <sup>3</sup>
Densidad mínima	166,7 kg/m <sup>3</sup>
Peso equivalente	26,67 kg
Peso de balanza	55 kg
Cálculo del costo del flete	
Flete aéreo	US\$ 80/kg_m <sup>3</sup>
Flete total	US\$ 4400

Tabla 6.10: Cálculo de flete aéreo

### Gastos locales para la carga contenedor izada (FIL)

Los agentes de carga incluirán en su cotización diversos cargos y condiciones adicionales a la cotización del flete. Los más conocidos son:

- *Haming*: corresponde al manejo documentario de un agente de carga propio de una exportación o importación.
- Emisión de BL: corresponde a los gastos de emisión de los documentos de transporte internacional. En el caso del transporte marítimo el *Bill of Lading* o simplemente conocido como BL.
- Días libres – sobrestadía: en el caso de carga contenedorizada (FCL), es necesario conocer los días libres de costo de los que dispone el importador para devolver el contenedor una vez que este ha sido descargado del buque.

Por lo general, las líneas navieras, propietarias de los contenedores, ofrecen entre 10 y 30 días libres para devolver el contenedor, contados a partir del día del término de la descarga, pasados los cuales comienzan los cobros. Dichos cobros son por el número de días que el importador ha usado el contenedor.

Se dice que la sobreestadía es retroactiva cuando se consideran todos los días transcurridos desde el día siguiente del término de la descarga hasta la devolución del contenedor.

Se dice que la sobreestadía no es retroactiva cuando se consideran solo los días transcurridos luego de vencidos los días libres hasta la devolución del contenedor.

- *Gate In-Gate Out*: el *gate out* es el costo que incurre el exportador por el retiro del contenedor vacío. Cubre la manipulación del contenedor desde el lugar donde se encuentra almacenado hasta ponerlo encima de la plataforma del vehículo que lo llevará hasta las instalaciones del exportador (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2009, p. 49).

El *gate in* es el costo en que incurre el importador por la devolución del contenedor vacío. Cubre la manipulación del contenedor desde la plataforma del camión hasta su lugar de almacenamiento.

### Gastos locales para la carga suelta (LCL)

En el caso de LCL, además del *handling* y la emisión del BL, es necesario conocer el terminal de carga o depósito temporal con el que trabaja el agente de carga, que es el lugar donde irá el exportador o importador a dejar o recoger la carga respectivamente. También es necesario conocer las condiciones y costos que tiene dicho depósito temporal por el almacenamiento, manipulación y servicios a la carga.

En la selección del agente para la carga LCL es preciso incorporar los costos y condiciones del depósito temporal en esta decisión. Dichos costos y condiciones del depósito temporal son estudiados a detalle en la siguiente sección.

A continuación se mencionan los cargos y condiciones más conocidos para la carga LCL:

- Handling: similar al anterior.
- Emisión de BL: similar al anterior.
- Consolidación/desconsolidación. Corresponde a los gastos de manipulación de la carga en los terminales de carga o depósitos temporales. La consolidación se cobra en el terminal de carga del país de origen y la desconsolidación en el país de destino.
- Días libres de almacenaje/almacenaje. Corresponde a los días libres que dispone el importador para recoger su carga sin el cobro de cargos por almacenamiento, pasados los cuales se procede al cobro respectivo. Al igual que la sobreestadía, puede ser retroactiva o no retroactiva.

### Problema 6.9

Usted recibe las siguientes cotizaciones de dos agencias de carga para el traslado de cuarenta motores desde el puerto de Livorno hasta el puerto del Callao.

#### 1. Ocean Freight

- Flete: US\$ 54,60/ton\_m<sup>3</sup>, el mayor
- Handling local: exonerado
- Tiempo de tránsito: 23 días aproximadamente. Servicio directo. Salidas cada diez días.
- Días libres de almacenaje: 20

Los gastos de desconsolidación son los siguientes:

- Si la carga es menor a 3 m<sup>3</sup>, el costo es fijo e igual a S/. 90
- Si la carga es igual o mayor a 3 m<sup>3</sup>, el costo es S/. 35/m<sup>3</sup>

#### 2. Freight Way

- Carga consolidada
- Flete marítimo, carga LCL: US\$ 44,80/ton\_m<sup>3</sup>
- Handling en destino: S/. 112
- Desconsolidación: S/. 70 ton/m<sup>3</sup>, el mayor

Si el peso de cada motor es de 125 kg. y el volumen es de 0,12 m<sup>3</sup>, determine usted la cotización más conveniente para el traslado de los motores.

Considere el tipo de cambio del día.

### Solución

– Tipo de cambio: 2,80 soles por dólar

– Carga:

N: 40 motores

Peso: 125 kg. por motor

Volumen: 0,12 m<sup>3</sup> por motor

Peso total: 5 toneladas

Volumen total: 4,8 m<sup>3</sup>

Peso físico o de balanza: 5 toneladas

Peso equivalente: 4,8 toneladas

Se considera el peso físico o de balanza.

Cálculo de costos	Ocean Freight	Freight Way
Flete unitario (US\$/ton_m <sup>3</sup> )	54,60	44,80
Flete total (US\$)	273	224
Handling US\$		40
Desconsolidación (soles/m <sup>3</sup> )	35	
Desconsolidación (soles/ton_m <sup>3</sup> )		70
Desconsolidación total (US\$)	60	125
Total US\$	333	389

Tabla 6.11: Costos de agencia de aduana para traslado de motores

Se elige a Ocean Freight.

### Problema 6.10

Un agente de carga le cotiza el flete de Hong Kong a Callao a US\$ 3200 para un contenedor de 40 pies. Le indica que la línea naviera le otorga diez días libres para la devolución del contenedor vacío y que los cargos por sobreestadía de contenedores son de US\$ 64 por día para los primeros diez días; US\$ 68 para los siguientes diez, y a partir de ahí US\$ 76 diarios, y son retroactivos.

El fin de la descarga fue el 20 de agosto y debido a demoras en el trámite documentario de importación, usted devolvió el contenedor 25 días después.

### Solución

	Costo por día en US\$	Días	Costo total US\$
Días del 1 al 10	64	10	640
Días del 11 al 20	68	10	680
Días del 21 en adelante	76	5	380
<b>Costo/días total US\$</b>		25	1700

Tabla 6.12: Costo de cargos por sobreestadía

## 4.4. Almacenes aduaneros

Son recintos o espacios de almacenamiento de propiedad privada o pública (ENAPU, CORPAC) que cuentan con una autorización de Aduana para funcionar como tal y están bajo el control de la misma, la cual regula el ingreso o salida de las mercaderías que se encuentra en dicho recinto.

Los almacenes aduaneros pueden ser de tres tipos:

- Depósito temporal
- Depósito aduanero
- Depósito franco

### Depósito temporal

Son almacenes a disposición de los importadores o exportadores que guardan mercancías que están a la espera de la elección de un régimen aduanero, los cuales son estudiados en esta sección. El depósito temporal antes era llamado terminal de almacenamiento.

El plazo máximo que puede permanecer la mercadería en el depósito temporal es de 30 días calendario computados a partir del día siguiente del término de la descarga, a cuyo vencimiento caerán en abandono legal si es que no fueran solicitados a algún régimen aduanero.

En los depósitos temporales se realizan:

- Los trámites de importación o exportación;
- El aforo previo o revisión de las mercaderías solicitado voluntariamente por el importador o exportador para verificar la mercadería antes de solicitar un régimen aduanero;
- El reconocimiento físico de la mercadería solicitado por la autoridad de Aduana para la revisión de la mercadería de importación o de exportación;
- Maquilas para cumplir regulaciones aduaneras, tales como etiquetados, rotulados, entre otros;
- Cambios de embalaje por deterioro.

#### **Estructura de costos de los depósitos temporales para carga contenedorizada:**

- Derecho de carga o descarga. Corresponde a los gastos de carga o descarga de los contenedores en el muelle del puerto. Se incluye dentro de este rubro el cargo por el uso del muelle.
- Tracción. Corresponde al transporte del contenedor desde el muelle hasta el depósito temporal.
- Almacenaje. Costos por el almacenamiento de contenedores. Por lo general otorgan un número de días libres de almacenaje, pasados los cuales se cobra el almacenaje, que puede ser retroactivo o no.
- Posicionamiento de contenedor. Corresponde al movimiento de contenedores por las grúas para aforo previo o aforo físico.
- Aforo previo. Es el costo por el derecho a la revisión física de la mercadería antes de la numeración de la DAM. Además del costo del aforo previo se debe pagar el posicionamiento del contenedor, cuadrillas para la revisión de la mercadería o montacargas a solicitud.
- Reconocimiento previo. Es el costo por el derecho a la revisión física de la mercadería ordenado por Aduanas.
- Cuadrillas. Para la apertura de contenedores o cualquier trabajo con la mercadería.
- Montacargas. Para la movilización de pallets con mercadería. Generalmente se cobra un cargo fijo por hora o fracción.
- Servicio extraordinario. En caso se realicen actividades fuera de las horas de trabajo del depósito temporal.

#### **Estructura de costos de los depósitos temporales para carga suelta:**

- Trámite documentario
- Manipulación de la carga: se cobra al peso o volumen dependiendo de la relación peso/volumen de la carga.
- Aforo previo o reconocimiento físico: similar que para carga contenedorizada.
- Cuadrillas y montacargas: similar que para carga contenedorizada.

### **Problema 6.11**

Usted es jefe del área de comercio exterior de una importante transnacional americana que comercializa juguetes a nivel mundial fabricados en Asia. El lunes recibió un e-mail de su agente de carga confirmando la llegada de cinco contenedores de 40 pies de juguetes el próximo miércoles.

El analista asignado a dicha operación de importación le informa que no ha realizado la tramitación de la autorización de importación correspondiente, debido a que no le hizo seguimiento a las muestras que debía haber enviado el proveedor dos meses atrás.

Usted decide realizar la tramitación de la autorización sacando muestras de los contenedores a llegar el miércoles. Para ello deberá realizar lo siguiente:

- Retirar una muestra del producto que requiere el posicionamiento de un contenedor, lo cual toma un día calendario.
- Enviar la muestra a los laboratorios para la realización de ensayos respectivos, que tienen una duración de siete días calendario.
- Tramitación ante DIGESA de la autorización de importación correspondiente, que tiene una duración de 30 días calendario.

– Imprimir etiquetas y etiquetar. Esto si bien está a cargo de su agente de aduana, requiere del posicionamiento de cada uno de los contenedores y de su apertura (estiba y desestiba). Esta actividad le tomaría cinco días y requeriría dos horas extras cada día.

Calcule usted los costos incurridos en el depósito temporal, tomando en cuenta la cotización mostrada a continuación.

Depósito temporal (todos los valores en soles, no incluyen IGV)	Contenedor 20 pies	Contenedor 40 pies	Otros
Derecho de descarga	330,00	440,00	
Tracción	120,00	120,00	
Gastos administrativos – exonerado			
<b>Otros rubros a cobrar:</b>			
Posicionamiento en caso de aforo físico o reconocimiento previo	88,50	88,50	
Apertura (estiba y desestiba de contenedores)	88,50	118,00	
Montacargas (solo si lo solicitan, hora o fracción)			88,50
Servicio extraordinario (fuera del horario de trabajo, soles/hora)			88,50
Cuadrilla (solo si es solicitado, cuatro estibadores)			73,00
Almacenamiento de contenedores – 30 días libres, retroactivos, en caso de excederse	Del día 1 al 10	Del día 11 al 20	Desde día 21
Contenedor de 20 pies (soles por día)	26,55	35,40	44,25
Contenedor de 40 pies (soles por día)	44,25	59,00	73,75

Tabla 6.13: Cotización de autorización de contenedores de juguetes

## Solución

Costos de depósito temporal	Soles (sin IGV)
Total de contenedores: 5 x 40 pies	440,00
Derecho de descarga por contenedor	2200,00
Derecho de descarga por 5 contenedores	120,00
Tracción por contenedor	120,00
Tracción por 5 contenedores	600,00
<b>Etiquetado de mercadería</b>	
Posicionamiento de contenedores (5 cont.)	442,50
Apertura (estiba y desestiba, 5 cont.)	590,00
Costos de horas extras (total 10 horas)	885,00
Total etiquetado (5 contenedores)	1917,00
<b>Costo de almacenaje</b>	
Análisis de tiempos (días):	
Retiro de muestra del producto: 1 día	
Envío de la muestra a laboratorio para ensayos: 7 días	
Trámite ante DIGESA: 30 días	
Etiquetado de mercadería: 5 días	
Tiempo necesario para nacionalizar: 43 días	
<b>Cálculo de costos por un contenedor</b>	
Almacenaje (1 a 10 días)	442,50

Almacenaje (11 a 20 días)	590,00
Almacenaje (21 a 43 días)	1696,25
Costo por 5 contenedores	8481,25
Costos totales de depósito temporal S/.	13 198,75

Tabla 6.14: Cálculo de costos de depósito temporal de contenedores de juguetes

## Depósito aduanero

Son almacenes que guardan mercancías bajo el régimen de depósito aduanero, bajo el cual se suspende el pago de los impuestos de importación por un periodo máximo de seis meses, prorrogables seis meses más, según la legislación actual.

Por lo general los operadores logísticos que brindan los servicios de depósito temporal también ofrecen los servicios de depósito aduanero.

La estructura de costos de los depósitos aduaneros se puede apreciar en el siguiente problema.

### Problema 6.12

Usted es jefe de comercio exterior de un conocido *retail* de Lima y acaba de recibir un aviso de llegada de un contenedor con juguetes desde Asia. El analista de comercio exterior a cargo de la operación le indicó que por problemas con el courier no se embarcaron las muestras, por tanto no se tenían las autorizaciones de importación correspondientes.

Usted le pide al analista de importaciones que calcule los costos locales de importación de la mercadería puesta en el almacén del importador, para lo cual usted cuenta con los siguientes datos:

#### Datos de la importación

- Valor FOB de la factura comercial: US\$ 19 800
- Flete: US\$ 2300/cnt 40p
- Seguro internacional: 0,1% del valor CFR
- El *packing list* indicaba que el contenedor de 40p tenía 900 cajas de juguetes en 30 pallets de tamaño estándar.

#### Costos del depósito temporal

- Derecho de descarga: S/. 440/ cont. 40p
- Tracción: S/. 120/cont.
- Traslado del depósito temporal al depósito autorizado: S/. 165/cont.

#### Costos depósito aduanero

- Tiempo aproximado de permanencia en el depósito aduanero: 20 días
- Almacenaje: S/. 33/pallet estándar – mes fracción
- Recepción de contenedores:
- Apertura y descarga: S/. 110/cnt 20p
- Apertura y descarga: S/. 165/cnt 40p
- Otros
- Servicio montacargas: S/. 82,5 x hora o fracción
- Servicio extraordinario: S/. 82,5 x hora o fracción
- Servicio de cuadrilla: S/. 82,5 x hora o fracción
- Facturación
- Periodos de 30 días por adelantado
- Facturación mínima: S/. 330 por el almacenamiento mensual

#### Costos del trámite aduanero

- Costo del trámite por depósito aduanero del agente de aduana:
- Comisión: 0,35% del valor CIF de la mercadería
- Gastos fijos: US\$ 50
- Costo del trámite por importación para el consumo del agente de aduana:
- Comisión: 0,50% del valor CIF de la mercadería
- Gastos fijos: US\$ 60 por cargos fijos
- Cargo fijo cobrado por la Sunat por el trámite de depósito aduanero (tasa de servicio de despacho): S/. 90. El mismo costo es aplicable al trámite de importación para el consumo.

Usar el tipo de cambio del día.

## Solución

### Datos de la importación:

Tipo de cambio del día: 2,82 soles por dólar

Valor FOB: US\$ 19 800

Flete: US\$ 2300

Seguro: 0,10 del valor CFR

Seguro: US\$ 22,10

CIF: US\$ 22 122,10

### Cálculo de los costos locales de importación:

Costos del depósito temporal	
Derecho de descarga US\$	156,03
Tracción US\$	42,55
Traslado al depósito aduanero US\$	58,51
Total depósito temporal US\$	257,09
Costos de depósito aduanero	
Almacenaje por pallet S/.	33
Número de pallets	30
Tiempo de permanencia en días	20
Costos de almacenamiento US\$	351,06
Recepción de contenedores – apertura y descarga US\$	58,51
Total costos de depósito aduanero US\$	409,57
Costos del trámite aduanero	
Trámite del depósito aduanero	
Comisión (% del CIF)	0,35%
Comisión US\$	77,43
Gastos fijos US\$	50,00
Total trámite de depósito aduanero	127,43
Trámite de importación para el consumo	
Comisión US\$	110,61
Gastos fijos US\$	60,00
Total trámite de importación para el consumo US\$	170,61
Total trámite aduanero US\$	298,04
Sunat	
Trámite de depósito aduanero	31,91
Trámite de importación para el consumo	31,91
Total Sunat	63,83
<b>Total costos locales de importación</b>	<b>1028,53</b>

### Depósito franco

Es un almacén ubicado en una zona franca que guarda mercaderías en franquicia. La franquicia, bajo la perspectiva de la Aduana, está relacionada con la exoneración parcial o total del pago de tributos. Las zonas francas tienen la posibilidad de almacenar mercaderías con franquicia.

## 5. OPERATIVIDAD DE LA EXPORTACIÓN

A continuación se presenta un resumen del procedimiento operativo de la exportación definitiva, disponible al público en general en la sección de Orientación aduanera del portal web de la Sunat<sup>36</sup>.

A diferencia de la importación, el proceso de exportación tiene dos etapas diferenciadas, la primera es la provisional y la segunda es la definitiva.

### 5.1. Primera etapa: provisional

- El exportador debe contactarse con un agente de carga para realizar el transporte internacional del producto, teniendo en cuenta las fechas de entrega de la mercadería pactadas con el comprador.
- El exportador, una vez que tiene la mercancía lista en su almacén para su exportación, debe contratar a una agencia de aduana para la realización del trámite aduanero respectivo.
- La agencia inicia el trámite formalmente ante la Intendencia de Aduana, confeccionando la DUA provisional (antes llamada orden de embarque), que se envía a Aduanas por vía electrónica mediante el SIGAD. De ser conforme la DUA provisional, el SIGAD asigna un número a la DUA que se transmite al despachador de aduana en señal de conformidad.
- La mercadería es enviada al depósito temporal, donde se verifica su cantidad y peso. Concluida la recepción, los datos de peso y cantidad son registrados en la DUA provisional y transmitidos a la Intendencia de Aduana por el depósito temporal.
- La Aduana asigna un canal a la DUA provisional, el cual, a diferencia de la importación, solo puede ser naranja o rojo. El canal naranja requiere la revisión documentaria, luego de lo cual la mercadería queda expedita para el embarque. En el caso de canal rojo se realiza la revisión física en el depósito temporal.
- La revisión física se hace en presencia del exportador o despachador de aduana. Si este último no se presenta, el funcionario de aduanas lo podrá realizar de oficio, es decir sin necesidad de la presencia del despachador. El funcionario de aduanas podrá revisar los bultos con mercancías de manera aleatoria. En caso de que la revisión física no tenga incidencias, el funcionario aduanero coloca el precinto al contenedor y este queda listo para su embarque. En caso de que la revisión física tenga incidencias, se puede continuar con el despacho de exportación una vez estas hayan sido subsanadas. Las incidencias pueden ser de los siguientes tipos:
  - Diferencias entre la mercadería declarada y la encontrada: se procede a realizar las enmiendas respectivas, siempre que no se trate de causal de suspensión.
  - Hallazgo de mercancías de exportación prohibida o mercancías restringidas sin autorización: se suspende el despacho aduanero a menos que se puedan separar dichas mercaderías del resto y continuar con el despacho de exportación.
  - Presunción de fraude o delito: se suspende el despacho.
- Luego de la revisión y obtenida la autorización para exportar, la mercadería es cargada en la unidad de transporte que realizará el traslado internacional.
- En el caso del transporte marítimo, la emisión del documento de transporte puede demorar hasta tres días, debido a las revisiones que realiza el mismo transportista.

### 5.2. Etapa definitiva

- El exportador reúne todos los documentos necesarios para la exportación:
  - Copia Sunat de la factura comercial;
  - Documento de transporte;
  - DUA provisional;
  - Cuadro de coeficiente de relación insumo-producto, si fuera necesario;
  - Las autorizaciones de la entidad del Estado competente.
- Dichos documentos son entregados a la agencia de aduana, la que convalida los datos y solicita a Aduanas la numeración de la DUA definitiva, con los datos de cantidad y peso que figuran en el documento de transporte, pues estos corresponden a lo realmente embarcado.
- El plazo para regularizar la DUA provisional es de 30 días calendarios contados a partir del día siguiente del término del embarque.
- Es necesario comentar que los exportadores pueden solicitar reconocimiento físico voluntario a la aduana en los almacenes del exportador. Esto es práctica usual cuando se trata de exportaciones de productos perecibles, frágiles o

de gran volumen, cuyo aforo físico es complejo luego de que el producto ya está embalado y dentro de un contenedor. Por ello se solicita el aforo en el almacén del exportador.

Finalmente, el exportador debe enviar al importador, a solicitud de este, los siguientes documentos, para que pueda realizar los trámites de importación en su país:

- Factura comercial;
- Documento de transporte;
- Lista de empaque;
- Certificados sanitarios: SENASA (si son productos frescos), DIGESA (si son productos procesados), DIGEMID (si son medicamentos), ITP (si son hidrobiológicos), entre otros;
- Certificados de origen;
- Certificados de calidad, entre otros, a solicitud del importador.

## **6. OPERATIVIDAD DE LA IMPORTACIÓN PARA EL CONSUMO**

A continuación se presenta un resumen del procedimiento operativo de la importación para el consumo, disponible al público en general en la sección del Orientación aduanera del portal web de la Sunat<sup>37</sup>.

Dicho procedimiento nos indica que existen tres modalidades de despacho: 1) despacho anticipado; 2) despacho urgente; y 3) despacho excepcional.

El siguiente resumen de las tres modalidades de despacho se centra en los aspectos logísticos del mencionado procedimiento operativo:

### **6.1. Despacho anticipado**

Dentro del plazo de quince días calendarios antes de la llegada del medio de transporte, el importador, a través de su agencia de aduanas, puede solicitar el régimen de importación definitiva. Vencido este plazo, las mercancías se someterán al despacho excepcional, que se explicará en esta misma sección.

La agencia de aduana solicita el régimen de importación a través del SIGAD (Sistema Integrado de Gestión Aduanera), indicando si la descarga se realizará en el punto de llegada o en zona primaria con autorización especial.

- El punto de llegada es un ambiente especial, acondicionado para la revisión física de mercaderías o aforo, por lo general ubicado en el puerto;
- La zona primaria con autorización especial es un establecimiento del importador, que cumple determinados requisitos, señalados en el anexo 2 del Procedimiento de Importación para el Consumo. A esta zona pueden llegar las mercaderías que son descargadas del puerto. La ventaja de esta zona primaria con autorización especial es que permite al importador ahorrar en gastos de almacenamiento y manipulación en almacenes intermedios.

El SIGAD valida los datos de la información que transmite la agencia de aduana. De estar conforme, genera el número de la declaración y la liquidación de la deuda tributaria aduanera. Para la cancelación de la deuda tributaria existen los siguientes casos:

- Si el importador cuenta con garantías a favor de la Sunat, entonces el pago de los impuestos se realizará el día 20 del mes siguiente a la fecha del término de la descarga.
- Si el importador no cuenta con garantías, puede pagar el monto de los tributos de importación desde la fecha de la numeración hasta la fecha del término de la descarga.

Una vez que se encuentren los tributos cancelados y se haya transmitido el manifiesto de carga, la Sunat asigna un canal de revisión de la DUA. Los canales pueden ser rojo, naranja o verde. El canal de control puede ser consultado por el importador en el portal web de la Sunat.

#### ***Canal rojo***

Significa que la mercadería tiene que ser sometida a reconocimiento físico y documentario por parte del funcionario aduanero a fin de comprobar la veracidad de lo declarado por el importador en la DUA.

La revisión física se hace en presencia del importador o despachador de aduana. Si este último no se presenta, el funcionario aduanero lo podrá realizar de oficio, es decir sin la necesidad de la presencia del despachador.

El reconocimiento físico consiste en la verificación de la condición exterior e interior de los bultos, las marcas, los modelos, la cantidad de mercancías y su estado. También se revisa el número de los contenedores y los precintos de los mismos.

Si el funcionario encuentra incidencias que implican una mayor liquidación de tributos, se procede de la siguiente manera:

- Si el importador ha presentado garantías: el funcionario aduanero otorga el levante y comunica al importador o despachador de aduana las incidencias encontradas y el importador rectifica la declaración aduanera y paga la multa, o ejerce su derecho a reclamo.
- Si el importador no ha presentado garantías, el funcionario aduanero suspende el levante y el importador debe pagar o garantizar los tributos, recargos y multas, así como rectificar la declaración aduanera, luego de lo cual el funcionario aduanero dará el levante respectivo.

### ***Canal naranja***

Implica que la mercadería es objeto de revisión documentaria, para lo cual el despachador de aduana debe apersonarse al área de importaciones a fin de presentar los documentos que amparan el despacho en copias simples.

Una vez revisada la documentación por parte del funcionario aduanero, de estar conforme, se otorga el levante correspondiente.

De no ser conforme, el funcionario aduanero registra en el SIGAD las observaciones, notificaciones o requerimientos para que sean subsanados, luego de lo cual dará el levante respectivo.

Los documentos a revisar son los siguientes:

- Fotocopia autenticada del documento de transporte;
- Fotocopia autenticada de la factura, documento equivalente o contrato;
- Fotocopia autenticada o copia carbonada del comprobante de pago;
- Fotocopia autenticada del documento de autorización del sector competente en caso de mercaderías restringidas;
- Fotocopia autenticada del certificado de origen cuando corresponda;
- Otros que la naturaleza u origen de las mercaderías y del presente régimen requieran.

El detalle del significado de cada uno de estos documentos se revisa más adelante en esta misma sección.

### ***Canal verde***

Significa que la mercancía a importar no está sujeta a ningún tipo de control físico ni documentario. En este caso, el despachador de aduana coordina el envío de la mercadería al almacén de la empresa importadora, la que podrá disponer de la mercadería para los fines que estime conveniente.

## **6.2. Despacho urgente**

El despacho urgente es aplicable cuando la naturaleza de la mercadería así lo amerita. Se puede citar como ejemplos los siguientes:

- Envíos de urgencia como órganos, sangre, etcétera;
- Mercancías y materias primas perecederas;
- Materiales radioactivos;
- Animales vivos;
- Explosivos;
- Diarios, revistas, publicaciones periódicas, entre otros.

El despacho urgente puede ser solicitado quince días calendarios antes de la llegada de la nave hasta los siete días siguientes computados al fin del término de la descarga.

Para la cancelación de los tributos, al igual que en el despacho anticipado, existen los siguientes casos:

- Si el importador cuenta con garantías a favor de la Sunat y numeró la DUA antes de la llegada de la nave, entonces el pago de los impuestos se realizará hasta el día 20 del mes siguiente a la fecha del término de la descarga.
- Si el importador cuenta con garantías a favor de la Sunat y numeró la DUA después de la llegada de la nave, entonces el pago de los impuestos se realizará hasta el día 20 del siguiente mes a la fecha de numeración de la DUA.
- Si el importador no cuenta con garantías y numeró la DUA antes de la llegada de la nave, puede pagar el monto de los tributos de importación desde la fecha de la numeración hasta la fecha del término de la descarga.
- Si el importador no cuenta con garantías y numeró la DUA después de la llegada de la nave, debe pagar el monto de los tributos de importación el mismo día de la fecha de la numeración.

Una vez que se encuentren los tributos cancelados y se haya transmitido el manifiesto de carga, la Sunat asigna un canal de revisión de la DUA y el proceso de revisión es similar a lo descrito en el despacho anticipado de mercaderías.

### 6.3. Despacho excepcional

Como su nombre lo indica, es otorgado de manera excepcional y puede ser solicitado en los siguientes treinta días calendarios computados desde el día siguiente del término de la descarga.

Una vez descargada, la mercadería debe ir a un depósito temporal, luego de lo cual se deben cancelar los tributos, de acuerdo a los siguientes casos:

- Si el importador cuenta con garantías tiene hasta el día 20 del mes siguiente a la fecha de numeración de la DUA.
- Si el importador no cuenta con garantías, debe cancelar los tributos el mismo día de la numeración de la DUA.

Una vez que se encuentren los tributos cancelados, la Sunat asigna un canal de revisión de la DUA y el proceso es similar a lo descrito en el despacho anticipado de mercaderías.

El despacho excepcional tiene asociados los siguientes sobrecostos para el importador:

- Tracción desde el puerto al depósito temporal;
- Manipulación de la carga en el depósito temporal;
- Aforo, en caso el canal sea rojo;
- Almacenaje: costo de almacenamiento del contenedor en el depósito temporal en caso este se encuentre almacenado más de los días libres negociados con el transportista;
- Sobreestadía, costo adicional por el alquiler del contenedor en caso este no sea devuelto antes del plazo libre negociado con el transportista.

#### 6.3.1. Documentos necesarios para una importación

- Declaración Única de Aduanas (DUA). La DUA es un documento electrónico por medio del cual la agencia de aduana solicita a la Aduana un régimen aduanero para determinada mercancía. Consta de los siguientes formatos:
  - Formato A. Declaración de las mercancías, firmado por el representante legal de la agencia de aduana;
  - Formato B. Declaración de valor de las mercancías, firmado por el importador;
  - Formato C. Detalla los tributos e impuestos a pagar.
- Factura comercial. Documento expedido por el vendedor en el cual se detallan los productos vendidos, cantidad, valor y término comercial usado (Incoterm).
- Documento de transporte. Puede ser un conocimiento de embarque, guía aérea o carta de porte, según el medio de transporte utilizado (marítimo, aéreo o terrestre). Este documento es emitido por el transportista y es entregado al exportador, quien debe enviárselo al importador.
- Volante de despacho. Documento emitido por el depósito temporal, en el cual se detalla la mercancía recibida, cantidad, peso y su ubicación en el almacén.
- Póliza de seguro de transporte de la mercancía. Su presentación no es obligatoria, se utiliza para determinar el valor del seguro correctamente, de lo contrario se le aplicará la tabla porcentual de seguros. De no tenerlo, el importador indicará mediante carta que la mercancía no se encuentra asegurada.
- Certificado de origen. Es tramitado y otorgado por el exportador y presentado por el importador cuando su mercancía se encuentra negociada en un acuerdo internacional suscrito por nuestro país que otorga beneficios arancelarios y el importador desea acogerse a ellos. Caso contrario no es necesaria su presentación.
- Las autorizaciones de la entidad del Estado competente en caso de que las mercancías a importar estén catalogadas como restringidas.

## 7. PAGO DE TRIBUTOS

En nuestro país, el único régimen que tiene relacionado el pago de tributos es la importación para el consumo, los demás regímenes relacionados con el ingreso de mercaderías a nuestro país requieren la presentación de una garantía, por lo general carta fianza, según lo revisado en la sección de regímenes aduaneros de este mismo capítulo.

Los siguientes documentos son un resumen de los siguientes procedimientos e instructivos de la Sunat y describen la estructura impositiva de nuestro país: 1) INTA-IT.00.04. Instructivo. Declaración Aduanera de Mercancías (DAM)<sup>38</sup>; y 2) INTA-PE.01.10<sup>a</sup>. Procedimiento específico. Valoración de Mercancías según el Acuerdo del Valor de la OMC<sup>39</sup>.

Los problemas mostrados en las siguientes líneas no necesariamente expresan los valores actuales de tributos, dichos valores han sido modificados con objetivos académicos y didácticos para mostrar determinadas situaciones de negocios, y el lector debe considerar que los tributos cambian en el tiempo. Los valores actualizados se encuentran en la página web de Sunat ([www.sunat.gob.pe](http://www.sunat.gob.pe)).

## 7.1. La base imponible

La base imponible está compuesta por

- 1) El precio neto según la factura comercial en el Incoterm pactado.
- 2) Adiciones. Estas incluyen importes no incluidos en la factura comercial y que están a cargo del importador: comisiones y corretajes (a excepción de las comisiones de compra) que no estén incorporados en la factura comercial y que hayan sido pagados por el importador, si el exportador usó un bróker o intermediario para vender el producto; materias primas o componentes suministrados por el importador al exportador para la producción de bienes.
- 3) Gastos de transporte. Se colocan los gastos del flete que aparecen en el documento de transporte. Adicionalmente, en caso no esté incluido en la factura comercial o en el costo de transporte, se deben incorporar:
  - *THC (Terminal Handling Charges)*. Pago por el servicio de manipuleo de contenedores en el país de embarque;
  - *Inland Freight*. Flete interno en el país de exportación desde el almacén del vendedor hasta el puerto de embarque;
  - *Pick Up*. Pago realizado por el servicio de recojo de la mercancía en el almacén del vendedor y colocación en el medio de transporte para su traslado en el país de embarque;
- 4) Gastos del seguro. En esta sección se colocan los gastos del seguro correspondientes a la prima efectivamente pagada o por pagar por este concepto.
- 5) Deducciones: Se registran deducciones si estas se distinguen en la factura comercial, por ejemplo: gastos de entrega posteriores a la importación; gastos de construcción, armado, instalación y montaje posteriores a la importación; y derechos de aduana de importación en Perú.

### Problema 6.13

Usted es el gerente de comercio exterior de «International Trade» y realiza una importación de 1600 canastos para el hogar hechos de bambú de un proveedor chileno en un contenedor de 40 pies. Acuerda con su proveedor un término de venta FCA - Puerto de Valparaíso.

Los documentos indican lo siguiente:

– Factura comercial: US\$ 10 por unidad

– El Bill of Lading indicaba:

Flete: US\$ 600

Terminal Handling Charges: US\$ 200

– Prima de seguro: US\$ 30

Calcule usted el monto imponible.

### Solución

Factura comercial:	
Precio por unidad US\$	10
q (unidades)	1600
Total factura comercial US\$	16 000
Flete	
Flete US\$	600
THC US\$	200
Total flete US\$	800
Seguro US\$	30
Monto imponible	16 830

Tabla 6.15: Cálculo del monto imponible de la importación de canastos desde Chile

### Problema 6.14

El comprador de la empresa del problema anterior logra contactar a un bróker internacional que le pone en contacto con un proveedor asiático que le ofrece los mismos canastos a US\$ 7 por unidad. Usted realiza una primera compra de 800 canastos «para probar» y acuerda con el proveedor asiático que los costos del bróker los asume «International Trade».

Los documentos indican lo siguiente:

Factura comercial: US\$ 7 por unidad

Bill of Lading: US\$ 1800/cont 20 pies

Prima de Seguro: US\$ 18

Factura del bróker internacional: US\$ 800

Calcule usted el monto imponible.

## Solución

Factura comercial	
Precio unitario US\$	7
Q (unidades)	800
Total factura comercial US\$	5600
Flete US\$	1800
Seguro US\$	18
Bróker internacional US\$	800
Monto imponible US\$	8218

Tabla 6.16: Cálculo del monto imponible de la importación de canastos desde Asia

## Problema 6.15

Usted es el comprador de la empresa Devan y debe comprar una tejedora para su planta. Acuerda con el proveedor americano que le va a vender la tejedora, que el motor de controlador numérico de la tejedora lo va a suministrar un proveedor canadiense, puesto en la fábrica del proveedor americano, contratado por Devan por US\$ 8000.

Los documentos indican lo siguiente:

Factura comercial del proveedor americano: US\$ 30 000

Bill of Lading: US\$ 2500/cont 40 pies

Prima de seguro: US\$ 200

Calcule usted el monto imponible.

## Solución

Factura comercial US\$	30 000
Flete US\$/und	2 500
Prima de seguro US\$	200
Controlador numérico US\$	8 000
Monto imponible US\$	40 700

Tabla 6.17: Cálculo del monto imponible máquina tejedora

## 7.2. Ad Valorem

Es una tasa que se aplica sobre la base del monto imponible. Actualmente las tasas *ad valorem* se encuentran en tres niveles: 0%, 6% y 13%, los que se aplican dependiendo del producto. Vale la pena mencionar que dichas tasas cambian constantemente, debido, por ejemplo, a cambios en las políticas del gobierno. Por ello su valor debe considerarse variable.

Es importante precisar que para ciertas mercancías existen tratamientos preferenciales establecidos en acuerdos, tratados o convenios internacionales, que negocian ventajas arancelarias bajo el nombre de «porcentaje de liberación». Para acogerse al porcentaje de liberación es necesario presentar el certificado de origen.

El impuesto ad valorem está afecto al IGV + IPM.

### Problema 6.16

Usted está importando de Brasil un lote de 10 000 unidades de calzados con puntera metálica de protección, cuya partida arancelaria es 6401.10.00.00.

El valor en factura FOB es US\$ 12 000

El flete es US\$ 1300/cont 20 p.

La prima de seguro es de US\$ 80

El arancel de aduanas indica un 11% de ad valorem y un porcentaje de liberación de 70%. Calcule usted el impuesto ad valorem a pagar.

### Solución

Valor FOB US\$	12 000
Flete US\$	1 300
Seguro US\$	80
Monto imponible US\$	13 380
Cálculo del tributo a pagar:	
Ad valorem (% del monto imponible)	11%
Ad valorem US\$	1 472,00
Liberación US\$	1 030,26
Ad valorem neto US\$	441,54

Tabla 6.18: Cálculo de impuesto ad valorem de calzado de Brasil

### Problema 6.17

Usted encuentra un proveedor americano que le vende los mismos calzados del problema anterior a un precio de US\$ 0,8 por unidad valor FOB – Everglades Miami.

Evalúe usted la conveniencia de cambiar de proveedor, sabiendo que dicha partida arancelaria tiene un 50% de liberación si el producto es americano (USA), el flete en contenedor de 20 pies es de US\$ 1200 y la prima de seguro es de US\$ 80.

### Solución

FOB unitario US\$	0,80
Q	10 000
FOB total US\$	8 000
Flete US\$	1 200
Seguro US\$	80
Total monto imponible US\$	9 280
Cálculo de los tributos a pagar	
Ad valorem (%)	11%
Ad valorem US\$	1 020,80
Liberación (%)	50%
Liberación US\$	510,40
Ad valorem neto US\$	510,40
Total costo proveedor americano US\$	9 790,40
Total costo proveedor brasilero	
Valor CIF (igual a monto imponible) US\$	13 380,00
Ad valorem US\$	441,54

Total costo proveedor brasilero US\$	13 821,54
Se selecciona al proveedor americano	

Tabla 6.19: Cálculo de impuesto ad valorem de calzado de EE.UU.

### 7.3. El Impuesto Selectivo al Consumo (ISC)

Es una tasa impositiva aplicada sobre la suma de la base imponible más el impuesto ad valorem. Grava la importación de determinados bienes, tales como combustibles, licores, vehículos nuevos y usados, bebidas, gaseosas y cigarrillos, entre otros.

#### Problema 6.18

Usted va a importar un lote de 760 botellas de whisky Something Special a un valor FOB de US\$ 60 por botella desde Escocia. La partida arancelaria es 2208300000 e indica un ad valorem de 6% y un ISC de 20%.

Los documentos de importación señalan lo siguiente:

Flete: US\$ 1300

Prima de seguro: US\$ 35

Calcule usted el ISC a pagar.

#### Solución

Cálculo del monto imponible	
Q	760
FOB unitario US\$	60
FOB total US\$	45 600
Flete US\$	1 300
Seguro US\$	35
Monto imponible US\$	46 935
Cálculo de tributos	
Ad valorem (% del monto imponible)	6%
Ad valorem US\$	2816,10
ISC (%)	20%
ISC US\$	9950,22

Tabla 6.20: Cálculo de importación de botellas de whisky

### 7.4. El Impuesto General a las Ventas (IGV) y el Impuesto de Promoción Municipal (IPM)

Se aplican sobre la suma de la base imponible más el ad valorem y el selectivo al consumo. Cabe mencionar que el monto pagado por concepto de IGV e IPM se descuenta de la recaudación del IGV e IPM que hace la empresa de sus ventas, por lo cual no representa un costo para la empresa. Por esa razón, este rubro no lo consideraremos en la estructura de costos, pero sí debe considerarse en los desembolsos que debe hacer la empresa para el pago de sus tributos.

### 7.5. Los derechos *antidumping* y compensatorios

Se aplican a determinados bienes cuyos precios pueden causar perjuicio a la actividad industrial peruana. La base imponible de dichos impuestos es el valor FOB consignado en la factura comercial.

Se aplican los derechos antidumping cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- Que exista dumping en el producto investigado.
- Que exista daño o amenaza de daño en la rama de la producción nacional.
- Que exista una relación causal entre el dumping y el daño o amenaza de daño.

Castro (2010, pp. 191) nos indica que para que exista dumping el producto debe ingresar a un precio inferior a su valor normal, considerándose valor normal al precio de venta que tiene el producto exportado o su similar en el país exportador. Cuando un producto se vende por debajo de su costo se considera un caso especial de dumping, denominado dumping predatorio.

Asimismo, Castro nos dice que la existencia de dumping es una condición necesaria pero no suficiente, para aplicar el antidumping. Se requiere además que exista una industria nacional afectada, por ejemplo, si las laptops ingresan a precio dumping y si además existiera una industria doméstica de laptops afectada, entonces se podría aplicar el derecho antidumping.

Finalmente se debe acreditar que la mala situación de la industria doméstica se debe al dumping. Esto es bastante difícil de demostrar y es materia de controversia, ya que la mala situación de una industria se puede deber por ejemplo a cambios significativos en el tipo de cambio, contrabando, crisis internacional, condiciones de recesión del mercado, entre otras causas.

## 7.6. La tasa de derecho aduanero (TDA)

La tasa de despacho aduanero es aplicable a la tramitación de la DUA destinada al régimen de importación para el consumo, para aquellas mercancías cuyo valor en aduanas declarado sea superior a tres unidades impositivas tributarias (UIT) vigente a la fecha de numeración de la declaración. El monto a pagar es 2,35% de una UIT.

La tasa de despacho aduanero no está afecta al IGV + IPM.

## 7.7. El régimen percepción IGV

Es un impuesto creado por Aduanas que solo aplica a aquellas empresas que no son agentes de retención y le permite a Aduanas realizar un cobro adelantado del IGV que estas empresas percibirán de las ventas de los productos importados en el mercado local.

De acuerdo a la Ley 29173 Régimen de Percepciones del Impuesto General a las Ventas<sup>40</sup>, la percepción se aplica sobre la base imponible más todos los tributos que gravan la importación, y de ser el caso, el antidumping y compensatorios. La tasa aplicada es de 10% para la primera importación, 3,5% para las demás importaciones y 5% para la importación de bienes usados o de segunda mano.

El siguiente cuadro muestra la aplicación de las tasas impositivas señaladas anteriormente.

Rubro	Cálculo
Base imponible	Costo del producto + flete + seguro
Ad valorem	% (Base imponible)
ISC	%(Base imponible + ad valorem)
IGV	% (Base imponible + ad valorem + ISC)
IPM	% (Base imponible + ad valorem + ISC)
TDA	2.35% de una UIT
Antidumping y compensatorios	En base al valor FOB del producto
Percepciones	% (Base imponible + ad valorem + ISC + IGV + IPM + TDA+antidumping y compensatorios)

Tabla 6.21: Aplicación de los impuestos

## 7.8. Los derechos específicos. Sistema de franja de precios

Es un impuesto que se aplica a los productos importados tales como arroz, azúcar, maíz, leche, etcétera, cuyos precios se cotizan en los mercados internacionales. El objetivo del impuesto es proteger a la industria nacional cuando el precio internacional de estos productos está muy bajo.

Vale la pena recordar que las tasas impositivas señaladas en esta sección cambian en el tiempo. El lector debe revisar el valor de dichas tasas al momento de estimar los impuestos a pagar por una importación.

### Problema 6.19

Usted va a realizar la importación de un lote de 8000 sandalias de China a un valor FOB de US\$ 1,10 por unidad. La partida arancelaria a la que pertenecen las sandalias es 6402200000, la cual indica un impuesto a/v de 11%, una

liberación de 30% si el producto es de China, previa presentación de certificado de origen y un antidumping de US\$ 0,62 por unidad.

El lote de sandalias se va a enviar en un contenedor de 20 pies con un costo de flete de US\$ 1500 y una prima de seguro de US\$ 45.

Si la tasa de derecho aduanero es S/. 98 soles, el régimen de percepciones aplicable es de 3,5% y el IGV+IPM es 18%, calcule usted lo siguiente:

- Los tributos a pagar por la importación de sandalias;
- El costo del producto puesto en Perú.

Usar el tipo de cambio del día.

## Solución

Datos de la importación	
Q (unidades)	8000
Valor FOB unitario	1,10
Valor FOB total	8800,00
Flete	1500,00
Seguro	45,00
Tipo de cambio del día (soles por dólar)	2,82
Cálculo de los tributos a pagar	
Monto imponible	10 345,00
Ad valorem %	11%
Ad valorem US\$	1 137,95
Liberación US\$	341,39
Ad valorem US\$ neto a pagar	796,57
IGV+IPM	2 005,48
Tasa de derecho aduanero US\$	34,75
Antidumping unitario US\$	0,62
Antidumping total US\$	4 960,00
Percepciones %	3,5%
Percepciones total US\$	634,96
Total tributos a pagar US\$	8 431,76
Costo del producto puesto en el Perú	
Valor CIF (monto imponible) US\$	10 345,00
Ad valorem US\$	796,57
Tasa de derecho aduanero US\$	34,75
Antidumping US\$	4 960,00
Costo total puesto en el Perú US\$(*)	16 136,32

(\*) El costo puesto en Perú no debe considerar el IGV+IPM ni las percepciones, porque estos se compensan con la recaudación del IGV+ IPM que hacen las empresas en sus ventas.

Tabla 6.22: Cálculo de la importación de sandalias de China

## 8. ESTRUCTURA DE COSTOS LOGÍSTICOS DE LA OPERACIÓN DE COMPRAVENTA INTERNACIONAL

El objetivo de esta sección es proporcionar al lector la descripción de los costos involucrados en una operación logística internacional y sus principales componentes, así como establecer metodologías para su cuantificación. La estructura de los

costos a estudiar se puede ver en la siguiente figura:

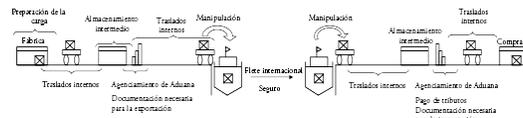


Figura 6.13: Estructura de costos logísticos de una operación de compraventa internacional

### 8.1. Costo de las mercancías

Está relacionado con el costo de la mercancía en función a la INCOTERM acordada en el contrato de compraventa internacional. Tener en cuenta que dicha INCOTERM es importante porque determina el reparto de los costos logísticos necesarios para llevar el producto desde el local del vendedor o exportador hasta el local del importador o comprador.

### 8.2. Preparación de la carga

La preparación de la carga está relacionada con las actividades de embalaje, marcado y unitarización estudiadas ampliamente en el capítulo de medios de transporte de este mismo libro. Cabe señalar en este punto que además de buscar proteger la carga para el transporte internacional se debe considerar requerimientos o especificaciones propias del país de destino, tales como etiquetados o envasados especiales, que deban ser tomados en cuenta por el exportador al momento de preparar la mercadería.

### 8.3. Traslados internos

Son los costos de transporte al interior de un país que se realizan antes o después del transporte internacional. Como se puede ver en la figura anterior, se dan tanto en el país de origen como en el país de destino y se generan comúnmente en los siguientes tramos:

En el país de origen:

- Fábrica – almacenes intermedios
- Almacenes intermedios – puerto

En el país de destino:

- Puerto – almacenes intermedios
- Almacenes intermedios – local del comprador

Si la carga es contenedorizada se deben considerar también los costos del transporte de los contenedores vacíos, tanto en el país de origen, para el llenado con la mercadería del exportador, como en el país de destino, para la devolución del contenedor al transportista luego que la mercancía es descargada.

### 8.4. Almacenamientos intermedios

Son almacenamientos de las mercancías necesarios en su tránsito entre el país de origen y el país de destino, en los cuales dicha mercadería permanece a la espera de la finalización de un trámite aduanero o la llegada de la unidad de transporte que realizará el transporte internacional.

Los recintos donde se realizan los almacenamientos intermedios son también llamados depósitos temporales<sup>41</sup>, los cuales son de propiedad privada, generalmente de un operador logístico o de la empresa transportista que va a realizar el transporte internacional.

Los costos en que se incurre en un depósito temporal son sensibles a los días de almacenamiento de la mercancía. Por lo general, dichos almacenes otorgan un número de días libres, sin pago, para la realización del trámite aduanero y la espera de la unidad de transporte internacional, pasados los cuales cobran la totalidad de días de almacenamiento en que se incurrieron, bajo el concepto de almacenaje. El número de días libres por lo general varía entre 10 a 15 días y depende de la negociación realizada.

Otros costos incurridos en los depósitos temporales son el uso de grúa para la descarga o carga del contenedor; la verificación del precinto del contenedor; y los gastos administrativos del depósito temporal.

### 8.5. Agenciamiento de aduana

Está relacionado con el pago realizado al agente de aduana por la realización de cualquier trámite ante la Aduana. En nuestro país las agencias de aduana cobran en función a dos componentes:

- Gastos operativos: es un cobro fijo que hace la agencia de aduana por cada trámite aduanero.
- Comisión: es un cobro variable el cual corresponde a un porcentaje del valor FOB si se trata de una exportación o del valor CIF si se trata de una importación.

## 8.6. Manipulación de la carga

Corresponde a los procesos de carga o descarga de la mercadería a la unidad de transporte internacional. Dependiendo de cómo se haya negociado el flete internacional este costo puede estar incluido o no en dicho flete<sup>42</sup>.

Si el transporte es marítimo, el uso del muelle, que es un pago que se hace por hacer uso de las instalaciones portuarias, también debe considerarse dentro de este rubro.

Si la carga es contenedorizada, en este rubro vamos a considerar también el costo del seguro del contenedor, el cual cubre cualquier daño a la estructura metálica del contenedor debido a las manipulaciones realizadas entre el país de origen y el país de destino.

Por lo general, los costos de manipulación son cobrados por el representante del transportista internacional (o la agencia de carga).

## 8.7. Flete internacional

Son los costos del transporte internacional. Dichos costos y sus recargos más comunes han sido tratados en el capítulo de medios de transporte de este mismo libro.

En el caso del transporte marítimo contenedorizado, el flete incluye el alquiler de los contenedores por un plazo máximo de 10 a 15 días posteriores a la descarga en el país de destino, luego de los cuales, si el contenedor no es devuelto el transportista cobra un recargo denominado sobreestadía.

La cotización del flete debe tener en consideración la INCOTERM pactada en el contrato de compraventa internacional. Por ejemplo, si el término pactado es DAT, el flete que debe contratar el vendedor debe incluir la carga y estiba de la mercadería a la unidad de transporte en el país de origen, el transporte internacional y la desestiba y descarga de la mercadería de la unidad de transporte en el país de destino.

## 8.8. Seguro internacional

El seguro de transporte de mercancías es aquel contrato por medio del cual el asegurador asume, es decir se compromete a indemnizar los daños y pérdidas materiales de la mercancía transportada por cualquier medio de transporte.

Si bien no existen normas legales que obliguen la contratación de un seguro, se recomienda a los exportadores o importadores contratarlo para cubrir las eventuales pérdidas o daños que puedan causarse a la carga durante su tránsito entre el país de origen y el país de destino. El costo del seguro por lo general se cotiza como un porcentaje del valor de la mercancía transportada más el flete.

### PUNTO CLAVE

El reparto de los costos logísticos entre el importador y el exportador está determinado por la Incoterms pactada en el contrato de compraventa internacional.

En el siguiente problema vamos a realizar el cálculo de la estructura de costos de una importación, en el cual vamos a identificar los rubros expuestos anteriormente y calcular el costo total de una importación.

### Problema 6.20

Una empresa ha importado de los Estados Unidos 28 000 cartuchos de silicona de 300 gramos cada uno en un contenedor de 20 pies. El precio FOB Miami por cartucho es de US\$ 1,25 y el flete en término Liner Term es de US\$ 1,25, siendo la travesía de 14 días.

El silicón importado corresponde a la partida arancelaria 3214.90.00.00, que establece un arancel del 6%, un ISC de 40% y el monto del seguro en 1,25% del valor CFR.

Adicionalmente, su agente de aduanas le envió la siguiente tabla de liberaciones para la silicona:

Origen	Porcentaje de liberación
Chile	100%
China	40%
UK	50%

USA	30%
-----	-----

Por problemas con la documentación, el contenedor fue retirado del depósito temporal al decimoprimer día de recepcionada la carga, y la descarga de la mercadería tomó un día completo, devolviéndose el contenedor el día trece.

Los operadores de comercio exterior le hicieron llegar sus respectivas facturas por la operación logística, cuyo detalle se muestra a continuación:

**Agente de carga**

El agente de carga tiene los siguientes costos:

- Trámite de envío del manifiesto de carga a la aduana: US\$ 33,90.
- Seguro de contenedores: US\$ 21,18 por contenedor de 20 pies.
- Verificación de precintos: US\$ 6,00.
- Sobreestadía.

El flete incluye el alquiler del contenedor para el traslado de las mercaderías. Los diez primeros días luego de la descarga del contenedor son libres, pasados los cuales se cobra US\$ 64 por día por cada uno de los días libres y por cada día de exceso sobre los días libres US\$ 68 diarios.

**Depósito temporal**

- Tracción desde el muelle al depósito temporal: US\$ 42 por contenedor de 20 pies. Cubre los gastos de transporte desde el muelle hasta el depósito temporal.
- Derecho de descarga: US\$ 130 por contenedor de 20 pies.
- Gastos administrativos del depósito: US\$ 6.
- Almacenamiento: el depósito temporal otorga 10 días libres para el almacenamiento de los contenedores, pasados los cuales se cobra US\$ 62 por día por cada uno de los días libres y por cada día de exceso sobre los días libres: US\$ 66 por día.
- Traslado del depósito temporal al almacén del importador.
- El traslado desde el depósito hasta las instalaciones de la empresa importadora es de US\$ 140 por viaje, sea este de ida o vuelta.

**Depósito de contenedores vacíos**

Luego que el contenedor es desestibado en el local del importador, este debe ser enviado al mismo depósito temporal, pero a una zona denominada «contenedores vacíos», para su uso posterior. En la devolución se incurre en los siguientes costos:

- Recepción del contenedor vacío: US\$ 30 por contenedor de 20 pies.
- Lavado del contenedor vacío: US\$ 18 por contenedor de 20 pies.

La comisión pactada con el agente de aduanas es 0,5% CIP más gastos operativos de US\$ 150.

**Pregunta:**

Calcular el monto a desembolsar por el pago de tributos, considerando que la percepción es 3,5% y el IGV + IPM es 18%.

Calcular el costo total de la importación de la silicona puesta en su almacén y el factor de importación de la silicona sobre la base del valor FCA – Miami.

**Solución**

Consideramos que bajo el término FOB Miami el exportador cubre todos los costos logísticos relacionados con la mercancía hasta ponerla a bordo del buque; por tanto, el importador debe asumir todos los gastos posteriores a partir de ese punto según se muestra en la siguiente figura:

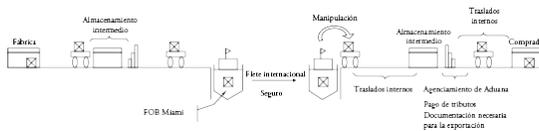


Figura 6.14: Importación de siliconas

El cálculo de dichos costos logísticos se muestra en la siguiente tabla.

**Solución parte a**

Cálculo de los tributos a pagar	
Valor FOB Miami (silicona) US\$	35 000
Flete internacional US\$	1 250
Cálculo del seguro internacional	
Valor VFR (silicona) US\$	36 250,00
Seguro (1,25% CFR) US\$	453,00
Base imponible US\$	36 703,00
Ad valorem (6% de la base imponible) US\$	2 202,00
Liberación (30% del ad valorem) US\$	661,00
Ad valorem neto US\$	1 541,53
ISC	15 297,86
IGV + IPM	9 638,00
Percepción	2 211,00
Total tributos a pagar	28 688,00

### Solución parte b

Agente de carga	
Envío de manifiesto de carga a la Aduana US\$	33,90
Seguro de contenedores US\$	21,18
Verificación de precintos US\$	6,00
Sobreestadía de contenedores	
Diez primeros días US\$	640,00
Tres siguientes días US\$	204,00
Total agente de carga US\$	905,08
Depósito temporal	
Tracción US\$	42
Derecho de descarga US\$	130
Gastos administrativos del depósito US\$	6
Gastos de almacenamiento	
Diez primeros días US\$	620
Día adicional US\$	66
Traslado del depósito temporal al almacén del importador US\$	140
Traslado del almacén del importador al depósito de contenedores vacíos US\$	140
Total depósito temporal US\$	1144
Depósito de contenedores vacíos	
Recepción del contenedor vacío US\$	30
Lavado del contenedor vacío US\$	18
Total depósito de contenedores vacíos US\$	48
Agente de aduanas	
Comisión 0,5% del CIP	183,52
Gastos operativos	150,00

Total agente de aduana	333,52
Tributos que forman parte del costo	
Ad valorem US\$	1 541,53
ISC US\$	15 297,86
Total tributos que forman parte del costo US\$	16 839,39
Total costo de producción puesto en almacén	55 973,11

Tabla 6.23: Costos logísticos del importador de siliconas

El costo total de la importación de la silicona es de US\$ 39 998,58.

## 9. PROBLEMAS RESUELTOS

### Problema 6.21

Usted es el jefe de importaciones de la compañía WXY, la cual se dedica a la comercialización de polipropileno en el Perú, y debe preparar el plan de compras para el siguiente año.

#### Características del polipropileno

El polipropileno es un producto que se embala en sacos de 25 kg. y se transporta en contenedores de 20 pies, con una capacidad de 800 sacos por cada contenedor de 20 pies.

La demanda anual de este producto para el siguiente año se estima en 2760 toneladas, constante durante todo el año.

Luego de la evaluación de proveedores, tiene dos alternativas para elegir la fuente de abastecimiento:

#### 1. Roche

País de procedencia	Brasil
Tamaño de lote a enviar	igual a EOQ*
Costo	US\$ 147,20 por ton CPT Callao
Seguro	0,3164% del valor CPT Callao, mínimo US\$ 635 por pedido
Flete	US\$ 500 por contenedor de 20 pies desde el Puerto de Santos en Brasil hasta el Puerto del Callao

\* Para hallar el lote económico tomar el valor de CPT Callao como costo del producto.

Adicionalmente, para la importación de productos desde el Brasil debe solicitar a su proveedor el certificado de origen, lo cual incrementa el costo de emisión de pedidos en US\$ 100 por cada pedido enviado.

#### 2. Takeda

País de procedencia	de China
Frecuencia envíos	de Cada tres meses
Tamaño de lote a enviar	Igual a la demanda de 3 meses
Costo	US\$ 90 por ton FCA Shanghái
Flete	US\$ 800 por contenedor de 20 pies desde el puerto de Shanghái al Puerto de Callao, incluye la manipulación en el puerto de origen y el transporte hasta el puerto de destino
Seguro	0,35% del valor CPT, mínimo US\$ 800 por pedido

Logística en el Perú: los costos de tramitación de pedidos en su empresa están valorados en US\$ 100 por pedido. La comisión de la agencia de aduana es de 1,3 % del valor CIP. Los costos de posesión de inventarios 12% anual.

#### Costos operativos

– Manipulación en el Callao: US\$ 1,95 tonelada bruta. Incluye la desestiba, la descarga, el uso de la grúa portacontenedores y todos los costos incurridos hasta poner el contenedor sobre la plataforma de un camión

estacionado al costado del buque. Los costos de la manipulación deben considerar el peso del contenedor vacío: 2,2 ton.

– Depósito temporal: US\$ 130 por contenedor de 20 pies. Incluye la tracción desde el puerto hasta el depósito temporal, descarga en dicho almacén, 10 días libres de almacenamiento de los contenedores llenos y carga al camión que lo lleva al almacén del importador.

– Traslado al almacén del importador: US\$ 200 por contenedor de 20 pies, desde el depósito temporal hasta el almacén del importador. Incluye el regreso con el contenedor vacío al depósito de contenedores vacíos.

– Depósito de contenedores vacíos: US\$ 48 por contenedor de 20 pies. Incluye US\$ 30 por la recepción del contenedor y US\$ 18 por el lavado del mismo.

Se le pide seleccionar al proveedor de polipropileno para esta empresa. Para ello usted debe tener en cuenta todas las fuentes de costos posibles.

## Solución

### 1. Alternativa Roche

En el caso de tomar dicha alternativa, debemos conocer el tamaño del lote económico, el cual coincidirá con los lotes de envío de mercancías.

El cálculo del EOQ se puede ver en la siguiente tabla:

Demanda anual	2800,00	ton/año
Costo de emisión por pedido US\$	128,00	incluye certificado de origen
Costo unitario	149,33	US\$/ton
i anual	12%	
EOQ	200	ton
Capacidad del contenedor	899	sacos/cont
	20	ton/cont
EOQ	10	cont/pedido

Tabla 6.24: Cálculo del EOQ

En la siguiente tabla calculamos los costos del producto puesto en el almacén del importador y añadimos los costos de posesión de inventarios consecuencia de la política de envíos del proveedor Roche y los costos de ordenar. La suma de los tres componentes corresponde al costo total del producto de dicha alternativa.

1. Datos logísticos del pedido		
Capacidad del contenedor	20	ton/cnt
Número de contenedores por pedido	10	cnt/pedido
Número de pedidos anuales	14	pedidos/año
2. Valor CPT Callao		
Valor CPT Callao por contenedor	2 986,60	US\$/cnt
Valor CPT Callao por pedido	29 866,00	US\$/pedido
3. Cálculo del seguro		
Costo	94,50	US\$/pedido
Mínimo	635,00	US\$/pedido
Se toma el mínimo		
Costo del seguro por contenedor	63,50	US\$/cnt
4. Manipulación en el puerto del Callao		
Peso del contenedor vacío	2,2	ton
Peso de la mercadería	20	ton/cnt

Peso total (mercadería + contenedor)	22,2	ton
Costo de la manipulación	43,29	US\$/cnt
5. Depósito temporal	130	US\$/cnt
6. Traslado al almacén del importador	200	US\$/cnt
7. Depósito de contenedores vacíos	48	US\$/cnt
8. Costo del producto puesto en almacén		
Costo por contenedor	3 471,39	US\$/cnt
Costo total anual del producto puesto en el almacén	485 994,60	US\$/año
Costo unitario del producto puesto en el almacén	173,57	US\$/ton
9. Costos de emisión de pedidos		
Número de pedidos en el año	14	pedidos/año
Costo de emitir pedidos	128	US\$/pedido
Costo anual de pedidos	1792	US\$/año
10. Costos de posesión de inventarios		
Inventario promedio (q/2)	100	ton
Tasa de posesión (i) anual	12%	
Costo unitario del producto puesto en el almacén	173,57	US\$/ton
Costo de posesión de inventarios	2082,83	US\$/año
11. Costo total anual Roche	489 869,43	US\$/año

Tabla 6.25: Cálculo de los costos totales alternativa Roche

## 2. Alternativa Takeda

Al igual que en la alternativa anterior debemos conocer el lote de envío, pues los costos de posesión de inventarios y de emisión de pedidos van a variar de acuerdo al tamaño del lote de envío.

El lote de envío es igual a la demanda de tres meses. Si la demanda mensual es de  $2800/12 = 233,3$  ton, entonces el lote de envío será de 700 ton.

En la siguiente tabla elaboramos una tabla parecida a la alternativa Roche y calculamos los costos totales de dicha opción.

1. Datos logísticos del pedido		
Número de pedidos anuales	4	pedidos/año
Capacidad del contenedor	20	ton/cnt
Número de contenedores por pedido	35	cnt/pedido
2. Valor FCA del producto		
Costo FCA	90	US\$/ton
Costo FCA por contenedor	1800	US\$/ctn
3. Flete por contenedor	800	US\$
4. Cálculo del seguro		
Calor CPT por contenedor	2600	US\$/ctn
Valor del seguro por pedido	318,50	US\$/pedido
Mínimo	800	US\$/pedido
Se toma el mínimo		
Costo del seguro por contendor	22,86	US\$/cnt

5. Manipulación en el puerto del Callao	43,29	US\$/cnt
6. Depósito temporal	130	US\$/cnt
7. Traslado al almacén del importador	200	US\$/cnt
8. Depósito de contenedores vacíos	48	US\$/cnt
9. Costo del producto puesto en almacén		
Costo por contenedor	3 044,15	US\$/cnt
Costo total anual del producto puesto en el almacén	426 180,60	US\$/año
Costo unitario del producto puesto en el almacén	152,21	US\$/ton
10. Costos de emisión de pedidos		
Número de pedidos en el año	4	pedidos/año
Costo de emitir pedidos	100	US\$/pedido
Costo anual de pedidos	400	US\$/año
11. Costos de posesión de inventarios		
Inventario promedio (q/2)	350	ton
Tasa de posesión (i) anual	12%	
Costo unitario del producto puesto en el almacén	152,21	US\$/ton
Costo de posesión de inventarios	6392,71	US\$/año
12. Costo total anual Takeda	432 973,31	US\$/año

Tabla 6.26: Cálculo de los costos totales alternativa Takeda

Comparando ambas alternativas, la de menor costo es la de Takeda.

### Problema 6.22

Usted negoció con su proveedor en Colombia la compra y venta de 1250 toneladas de azúcar en términos FAS Buenaventura, a US\$ 7 por saco de 50 kg. si el envío era como carga suelta y CIP Callao US\$ 4500 por contenedor de 20 pies si se enviaba por contenedores. Además, sabe que un contenedor de 20 pies puede traer 500 sacos de 50 kg. y la tara del contenedor (peso del contenedor vacío) es de 3 toneladas.

Su proveedor en Colombia le envió un e-mail con la alternativa de costos de transporte marítimo:

#### Opción carga suelta:

En el caso de carga suelta tenía las siguientes alternativas:

Flete FI (Free In)	37 US\$/tm
Flete FO (Free Out)	40 US\$/tm
Flete (bajo términos de línea)	45 US\$/tm

#### Opción contenedorizada:

Flete FO	1300 US\$/contenedor de 20 pies
----------	---------------------------------

Adicionalmente, se obtuvo una cotización por la operación de carga de mercadería del muelle al buque, en el país de origen por US\$ 10 por tonelada.

El seguro del transporte internacional era de 0,5% del valor DAT Callao para la carga contenedorizada y 0,7% del valor FAS para la carga suelta.

Su agencia de aduanas en el Perú le informó que se había contactado con un operador portuario en el Callao que le cobraba por la descarga de la mercadería del buque al muelle del puerto del Callao: US\$ 54,60 por contenedor en el caso de carga contenedorizada y US\$ 4 por tonelada si se trataba de carga suelta.

Una vez la mercadería en el Callao, el transporte desde el muelle al almacén del consignatario era de US\$ 260 por contenedor (incluye la devolución del contenedor vacío) o de US\$ 150 por camión semirremolque de 30 toneladas de capacidad para el caso de carga suelta.

Determine usted la mejor alternativa para la empresa, tomando en cuenta que, según sus registros históricos, en el caso de carga suelta, usted manejaba el siguiente ratio: de cada 100 toneladas compradas, solo 95 llegaban aptas para la venta, el resto llegaba mojado o en mal estado. Si el transporte era contenedorizado, las pérdidas eran de 0%.

## Solución

### Alternativa 1. Opción de carga suelta

En el caso de carga suelta debemos determinar el término de flete marítimo a contratar. En el siguiente cuadro se evalúan las tres alternativas dadas: FI, FO, términos de línea.

	Carga	Transporte	Descarga	Total
Término FI	10	37		47
Término FO		40	4	44
Término de línea		45		45

Tabla 6.27: Elección del término del flete marítimo a contratar

Se puede ver que el término FO es el más conveniente. Por tanto, el costo del flete para esta opción es de US\$ 40 por tonelada.

En el siguiente cuadro establecemos los costos relacionados con la alternativa carga suelta.

1. Valor del producto	
Valor FAS-Buenaventura (por saco de 50 kg) US\$	7
Lote del producto (toneladas)	1250
Valor total FAS – Buenaventura US\$	175 000
2. Cálculo del flete	
Flete (US\$ por tonelada)	40
Flete total US\$	50 000
3. Cálculo del seguro	
Costo del seguro (sobre el valor FAS)	0,7%
Costo total del seguro US\$	1225
4. Manipulación en el puerto del Callao	
Descarga de la carga suelta US\$	5000
5. Traslado del muelle al almacén del importador US\$	6250
6. Costos totales de la alternativa US\$	237 475

Tabla 6.28: Costos de la alternativa carga suelta

### Alternativa 2. Carga contenedorizada

El número de contenedores a usar para trasladar las 1250 ton de azúcar es de 1250 toneladas por contenedor de 25 toneladas (50 contenedores).

El cálculo de los costos relacionados con esta alternativa se muestra a continuación.

1. Valor CIP – Callao US\$	225 000
2. Manipulación en el Puerto	
Descarga US\$	2730
3. Traslado del muelle al almacén del importador US\$	13 000
Costos totales de la alternativa US\$	240 730

Tabla 6.29: Costos de la alternativa contenedorizada

Al parecer, observando solo los costos totales, la alternativa correcta es la de carga suelta. Para completar el análisis debemos incorporar el efecto de las mermas relacionadas con la carga suelta, y descontarlas para calcular el costo unitario de los productos que finalmente llegan en buen estado al almacén del comprador. En el siguiente cuadro mostramos dicho análisis:

	Carga suelta	Carga en contenedor
Lote a transportar (sin merma) (toneladas)	1250	1250
Mermas	5%	0%
Mermas (toneladas)	63	0
Lote en buen estado (descontando mermas) (ton)	1188	1250
Costo total del lote US\$	237 475	240 730
Costo unitario (por tonelada) US\$	199,98	192,58

Tabla 6.30: Cálculo del costo unitario del producto transportado por alternativa

Luego de incorporar en el análisis el efecto de las mermas, se puede ver que la mejor alternativa es la contenedorizada.

### Problema 6.23

Usted es el analista de comercio exterior de un importante exportador de prendas de vestir y su jefe, el gerente de supply, le pide calcular el monto a reclamar por concepto de drawback por la siguiente operación de exportación:

Cliente: El Corte Inglés

País: España

Cantidad de pantalones exportados: 10 000 unidades (en dos contenedores de 40 p)

Valor FOB: US\$ 10 por unidad

Estructura de costos del producto:

Tela (comprada a proveedores locales): US\$ 3,00 por unidad

Cremalleras (importadas, con tributos de importación completamente pagados): Valor CIF: US\$ 0,5 por unidad y tributos ad valorem 6% del valor CIF

Cartón corrugado: US\$ 1 por cartón. En un cartón entran diez pantalones. Comprado a proveedores locales.

Botones: US\$ 0,1 por unidad. Se usan dos botones por cada pantalón

Mano de obra directa: US\$ 2 por unidad

Costos indirectos de fabricación: US\$ 1 por unidad

- Indique usted el monto a reclamar por drawback
- El gerente de supply decide comprar el cartón corrugado a un exportador colombiano a US\$ 0,70 por cartón (en un cartón entran 10 pantalones). Dicha importación está «liberada» del pago de tributos de importación en el marco de la Comunidad Andina de Naciones. Calcule usted el nuevo monto a reclamar por drawback.

Asuma usted que por medidas del gobierno, el porcentaje de restitución del drawback es 8% del valor FOB.

### Solución

Datos del problema:

Cliente: El Corte Inglés

Q exportado: 10 000 unidades

FOB exportación: US\$ 10 por unidad

Valor FOB total: US\$ 100 000

#### Parte a:

Verificación del cumplimiento de requisitos del drawback:

Valor CIF de los componentes importados (cremalleras) US\$ 5000

50% del valor FOB del producto exportado: US\$ 50 000

¿El valor CIF del producto importado es mayor al 50% del valor FOB del producto exportado?

No, entonces procede el drawback.

Drawback a reclamar: US\$ 8000.

¿El valor del drawback supera el 50% del costo de producción?

Cálculo del costo de producción unitario:

1. Materia prima	
1.1. Tela US\$	3,00
1.2. Cremalleras US\$	0,53
1.3. Cartón corrugado US\$	0,10
1.4. Botones US\$	0,10
Total materia prima US\$	3,70
2. Mano de obra US\$	2,00
3. Costos indirectos de fabricación US\$	1,00
4. Costo de producción unitario US\$	6,70
Total costo de producción	67 000
50% del costo de producción	33 500
El monto a reclamar por drawback (US\$ 8000) no supera el 50% del costo de producción	

Tabla 6.31: Cálculo de costo de producción y drawback

### Parte b:

El valor de la importación de cartón corrugado deberá restarse del valor FOB afecto al drawback.

Cartón corrugado – valor CIF: US\$ 0,07 por unidad

Cartón corrugado – valor CIF total: US\$ 700

Valor FOB ajustado: US\$ 99 300

Drawback a reclamar: US\$ 7944

### Problema 6.24

Usted es jefe de comercio exterior de una importante distribuidora de repuestos para autos en el país y debido a atrasos en los pagos de los principales clientes de la distribuidora usted no cuenta con el efectivo suficiente para realizar los pagos de tributos. Por ello, decide nacionalizar un contenedor de 40 p. de un embarque de dos contenedores de 40 p., y enviar a depósito autorizado el otro contenedor por tres meses, luego de los cuales lo nacionalizaría.

Usted le pide al analista de importaciones que calcule los costos locales totales de importación de los dos contenedores, para lo cual cuenta con la siguiente información:

Datos de importación:

Valor FOB de la factura comercial: US\$ 95 000 (por los dos contenedores)

Flete: US\$ 2300/cnt 40 p.

Seguro internacional: 0,1% del valor CFR

El packing list indicaba que cada contenedor de 40 p. tenía 990 cajas de repuestos en 33 pallets de tamaño estándar.

Depósito temporal:

Depósito temporal de llegada: Neptuno para los dos contenedores.

Los costos de recepción para ambos contenedores son:

– Derecho de descarga: S/. 380 soles por contenedor de 20 p.

– Derecho de descarga: S/. 500 por contenedor de 40 p.

Traslado del depósito temporal al depósito autorizado: S/. 150 por contenedor (sea de 20 p. o 40 p. Incluye la devolución del contenedor al depósito temporal.

Depósito autorizado:

Almacenaje: S/. 40 soles por pallet estándar por mes o fracción

Recepción de contenedores:

– Apertura y descarga: US\$ 100 por contenedor de 20 p.

– Apertura y descarga: US\$ 140 por contenedor de 40 p.

Otros:

– Servicio montacargas: S/. 82,50 por hora o fracción

– Servicio extraordinario: S/. 82,50 por hora o fracción

– Servicio de cuadrilla: S/. 82,50 por hora o fracción

- La operación de depósito autorizado requirió en total tres horas de servicios de montacargas y cinco horas de servicios de cuadrillas.

**Facturación:**

- Periodos de 30 días por adelantado
- Facturación mínima: S/. 330 por el almacenamiento mensual

**SUNAT**

Impuestos ad valorem de los repuestos: 6% del valor CIF

Tasa de servicio de despacho: 2,35 % de una UIT. Se cobra por trámite de numeración realizado, ya sea de nacionalización o de depósito autorizado.

**Agente de aduanas**

Comisión por numeración del agente de aduana: 0,5% del valor CIF de la mercadería.

Cargos fijos: US\$ 50 por cargos fijos por numeración, sea de depósito autorizado o nacionalización.

Traslado del depósito temporal al almacén del importador: S/. 900 por contenedor de 40 p., incluye el regreso del contenedor vacío al depósito temporal.

Traslado del depósito autorizado al almacén del importador una vez nacionalizada la mercadería: S/. 800 por camión de 70 m<sup>3</sup>, tamaño suficiente para llevar el total de mercadería en el depósito autorizado.

Calcule los costos totales de importación de los dos contenedores puestos en el almacén del importador. Asuma que el valor de una UIT es S/. 3800 y use el tipo de cambio del día.

**Solución**

Tipo de cambio: 2,82 soles por dólar

**Datos del embarque:**

Valor FOB total (2 contenedores x 40 p.): 95 000

Flete por contenedor: US\$ 2300

Seguro: 0,1% del valor CFR

Valor CFR total: US\$ 99 600

Seguro por dos contenedores de 40 p.: US\$ 100

Valor CIF total: US\$ 99 700

	US\$
<b>1. Depósito temporal</b>	
Derecho de descarga (ambos contenedores)	353,61
Traslado interno (un contenedor)	53,19
<b>Total depósito temporal</b>	<b>407,80</b>
<b>2. Depósito autorizado</b>	
a) Almacenamiento: 3 meses, por 33 pallets, a 40 soles al mes por pallet	
Costo de almacenamiento mensual (S/. 1320, supera el mínimo de S/. 330 por mes)	468,09
Costo de almacenamiento por tres meses	1404,27
b) Recepción de contenedores: un contenedor de 40 p.	
Apertura y descarga	140,00
c) Otros	
Montacargas (S/. 82,50/hora)	87,77
Cuadrillas (S/. 82,50/hora)	146,28
<b>Total otros</b>	<b>234,04</b>
<b>Total depósito autorizado</b>	<b>1831,49</b>
<b>3. Sunat</b>	
a) Tributos por la nacionalización del primer contenedor	
Ad valorem	2990,99
Tasa de servicio de despacho	31,67

b) Tributos por la nacionalización del segundo contenedor	
Tasa de servicio de despacho por numeración de D.A.	31,67
Tasa de servicio de despacho por numeración de nacionalización	31,67
Ad valorem	2290,99
Pago total a Sunat	<b>6076,98</b>
<b>4. Agente de aduana</b>	
a) Costo de trámite de numeración del primer contenedor - nacionalización	
Comisión por numeración	249,25
Cargo fijo	50,00
Total primer contenedor	299,25
b) Costo de trámite de depósito aduanero del segundo contenedor	
Cargo fijo por numeración – depósito	50,00
Comisión por numeración de depósito aduanero	249,25
Total trámite de depósito aduanero	299,25
c) Costo de trámite de nacionalización del segundo contenedor	
Cargo fijo por numeración – nacionalización	50,00
Comisión por numeración – nacionalización	249,25
Total trámite de nacionalización	299,25
Total trámite del agente de aduana	598,50
d) Traslados	
Primer contenedor – nacionalización	319,15
Segundo contenedor	283,69
Total traslados	602,84
Costos totales agente de aduana	1500,59
+ Valor CIF	99 700,00
Costos totales de importación de los dos contenedores	109 516,45

6.32: Cálculo del costo total de importación de contenedores de repuestos

### Problema 6.25

El jefe de mantenimiento de la empresa Trading Fashion le acaba de enviar un e-mail con el asunto «URGENTE se paralizó la producción». Luego de leer el correo, decide que debe de traer a la mayor brevedad dos repuestos desde Italia, para una importante máquina de producción que había dejado de funcionar porque no se habían realizado los mantenimientos preventivos.

Usted decide responder, con copia al gerente general, que los repuestos se traerían por el medio aéreo, indicando que los costos logísticos de la importación aérea podían llegar a igualar los costos del producto y le recalcó que debería planificar adecuadamente el mantenimiento preventivo.

Para el cálculo del costo de transporte, usted tiene la siguiente cotización de su agente de carga aéreo Martinair:

Flete: US\$ 35/kg\_m<sup>3</sup>

Desconsolidación: US\$ 10/kg\_m<sup>3</sup>. Mínimo: US\$ 100

Corte de guía: US\$ 30/guía aérea

Handling: US\$ 45

Costos de depósito temporal en Talma, se muestran a continuación:

	De 0 a 10 kg	De 11 a 60 kg	De 61 a 300 kg
De 1 a 10 días	3	4	5
De 11 a 20 días	5	6	7

Más de 21 días	8	10	12
----------------	---	----	----

Datos de los repuestos a importar:

- Los dos repuestos se traerían como carga suelta en contenedores aéreos.
- Cada uno de los repuestos serían embalados en dos bultos. Cada uno de los bultos tenían las siguientes dimensiones: largo 40 cm, ancho 15 cm y altura 55 cm.
- El peso de cada uno de los bultos es de 120 kg.

Calcule usted los costos logísticos de dicha importación aérea (gastos del agente de carga y gastos de depósito temporal), considerando que:

- Usted estima que el proceso de nacionalización le tomará cuatro días.
- El valor FOB de cada uno de los repuestos es de US\$ 8000.
- ambos repuestos se traerían bajo la misma AWB (*Airway Bill* o guía aérea).
- Para el cálculo del peso equivalente considere: 166,67 kg/m<sup>3</sup>.

## Solución

Número de bultos	2	
Peso de cada bulto	120	kg
Peso total	240	kg
Cálculo del peso volumétrico		
Largo	0,40	m
Ancho	0,15	m
Altura	0,55	m
Volumen por bulto	0,033	m <sup>3</sup>
Volumen embarcado	0,066	m <sup>3</sup>
Peso volumétrico	11,00	kg volumétricos
El mayor es el peso físico	240	kg
Agente de carga – Martinair		
Flete	35	US\$/kg m <sup>3</sup>
Peso mayor (físico)	240	US\$
Flete total	8400	US\$
Desconsolidación	10	US\$/kg m <sup>3</sup>
Costo total desconsolidación	2400	US\$
Corte de guía	30	US\$
Handling	45	US\$
Talma		
Peso físico	240	kg
Número de días	4	Días
Costo US\$/día	5	US\$/kg día
Costo total Talma	4800	US\$
Costos logísticos totales	15 675	US\$
Valor FOB de los repuestos	16 000	US\$

6.33: Cálculo de costo logístico total de importación aérea de repuestos

## Problema 6.26

Usted es el jefe de comercio exterior de una importante transnacional que comercializa laptops en el país y el gerente general le pide los costos de transporte marítimo de un embarque de 200 laptops para una promoción a realizarse el siguiente mes. Para ello solicita la cotización a dos agentes de carga.

### 1. Panalpina

Flete Miami-Callao: US\$ 6/kg\_m<sup>3</sup>  
 Desconsolidación: S/. 250, fijo  
 Handling en destino: S/. 120, fijo  
 Descarga: US\$ 4/kg\_m<sup>3</sup>  
 Emisión de BL: US\$ 20  
 Tiempo en tránsito: 15 días

### 2. DHL

Flete carga consolidada: Miami-Callao: US\$ 7/kg\_m<sup>3</sup>  
 Handling en destino: exonerado  
 Gastos de descarga y desconsolidación, se muestran en el cuadro:

	Carga hasta 500 kg.	Carga mayor a 500 kg
Descarga (US\$ por tonelada, mínimo US\$ 100)	US\$ 70	US\$ 35
Desconsolidación (fijo, soles)	S/. 90	S/. 90

Datos logísticos del producto:

- Dimensiones del empaque de las laptops: largo 30 cm, alto 15 cm y ancho 20 cm.
  - Peso de cada laptop (incluye el empaque): 2,1 kg.
- Seleccione usted al transportista a usar en el embarque de las 200 laptops. Usar el tipo de cambio del día.

### Solución

Tipo de cambio a usar: S/. 2,80 por dólar

Datos logísticos del producto:

Q (embarcar): 200 unidades  
 Peso de cada laptop: 2,1 kg/m<sup>3</sup>

Cálculo del volumen:

Largo: 0,30 m  
 Ancho: 0,15 m  
 Alto: 0,20 m  
 Volumen unitario (cc): 0,009 m<sup>3</sup>  
 Volumen total (cc): 1,8 m<sup>3</sup>  
 Peso equivalente: 1,8 toneladas  
 Peso físico o de balanza: 0,42 toneladas

Por tanto, se toma el peso equivalente.

### Alternativa 1. Panalpina

Se toma el peso equivalente	1,8	ton
Flete	65	US\$/ton_m <sup>3</sup>
Costo total del flete	117	US\$
Otros costos:		
Desconsolidación	89,29	US\$
Handling	42,86	US\$
Descarga	21,60	US\$
Emisión de BL	20,00	US\$
Total otros costos	173,74	US\$
Costo total Panalpina	290,74	US\$

## Alternativa 2. DHL

Flete carga consolidada	55,00	US\$/ton_m <sup>3</sup>
Costo total del flete	99,00	US\$
Descarga (se toma el mínimo)	100,00	US\$
Desconsolidación	32,14	US\$
Costo total DHL	231,14	US\$

Agente elegido: DHL

### Problema 6.27

Usted es el jefe de importaciones de una importante empresa local y ha colocado una orden de compra por 12 000 pares de zapatillas de una importante marca a nivel mundial. El lote de zapatillas se traerá en dos contenedores de 40 pies cada uno desde el puerto de Ningbó (China) con destino el puerto de Callao en un mismo BL.

El depósito temporal al cual usted dirige sus contenedores es Tramar que tiene los siguientes costos, en soles:

	Contenedor de 20 pies	Contenedor de 40 pies	Otros
Derecho de descarga	380	500	
Tracción	150	150	
Gastos administrativos (por BL)	50	50	
Otros rubros a cobrar:			
Posicionamiento del contenedor	88,50	88,50	
Apertura del contenedor (cobrado cada vez que hay posicionamiento)	88,50	118,00	
Montacargas (solo si lo solicitan, hora o fracción)			88,50
Servicio extraordinario (fuera del horario de trabajo, soles por hora)			88,50
Cuadrilla (solo si se solicita, cuatro estibadores)			73,00
Almacenamiento de contenedores. 20 días libres por contenedor desde el día siguiente de la fecha de fin de descarga (cobro retroactivo)	Del día 1 al 20	Del día 21 al 30	Desde el día 31
Contenedor de 20 pies (por día)	26,55	35,40	44,25
Contenedor de 40 pies (por día)	44,25	59,00	73,75
Otros cargos o conceptos a solicitud del interesado.			

Debido al DS 004-2003-Produce, usted debe rotular cada una de las zapatillas de cada par que está importando. El depósito temporal le indicó que podría realizar el trabajo a un costo de S/. 0,31 por etiqueta, además le serían cobrados los gastos de posicionamiento y apertura de contenedores.

Determine usted los pagos a realizar al depósito temporal, si el contenedor fue retirado el día 25 contados de la fecha siguiente de la fecha de fin de la descarga.

### Solución

Total contenedores de 40 pies a embarcar	2
Derecho de descarga S/.	1000
Tracción	300
Gastos administrativos S/.	50
Etiquetado	
Posicionamiento de contenedor S/.	177
Apertura de contenedor S/.	236
Cantidad de unidades a etiquetar (dos por par)	24 000

Costo por etiquetado unitario S/.	0,31
Costo total por etiquetado S/.	7440
<b>Almacenamiento de contenedores</b>	
Del día 1 al día 20	1770
Del día 21 al día 25	590
Total de gastos de almacenamiento	2360
<b>Total costos depósito temporal</b>	<b>11 563</b>

Tabla 6.34: Cálculo de depósito temporal de contenedores de zapatillas

## Problema 6.28

Usted es el jefe de comercio exterior de una importante distribuidora de útiles escolares y acaba de recibir un correo con el aviso de llegada de cuatro contenedores al puerto del Callao con crayolas, témperas, plumones, plastilinas, etcétera. Reenvía el e-mail al analista de comercio exterior a cargo de dicha importación y le pregunta si ya tiene las autorizaciones de importación correspondientes, dado que las mercaderías eran restringidas. Grande fue su sorpresa cuando el analista le indicó que no había empezado el trámite por que se «olvidó» de recoger los resultados del ensayo de las muestras que habían llegado el mes pasado.

Ante esta situación usted decide evaluar la conveniencia de dejar los contenedores en el depósito temporal hasta que salgan las autorizaciones (alternativa 1) o enviar la mercadería a un depósito autorizado (alternativa 2).

Para ello usted reúne la siguiente información:

Información de costos:

1. Costos del depósito temporal (en soles, sin IGV):

Depósito temporal	Contenedor de 20 pies	Contenedor de 40 pies	Otros
Derecho de descarga	330	440	
Tracción	120	120	
<b>Otros rubros a cobrar</b>			
Posicionamiento en caso de aforo físico o previo	88,50	88,50	
Apertura (estiba y desestiba en caso de aforo)	88,50	118,00	
Montacargas (solo si lo solicitan, hora o fracción)			88,50
Servicio extraordinario (fuera del horario de trabajo, soles por hora)			88,50
Cuadrilla (solo si es solicitado, cuatro estibadores)			73,00
Almacenamiento de contenedores. 30 días libres, retroactivos en caso de exceder los días libres	Del día 1 al 10	Del día 11 al 20	Desde el día 21
Contenedor de 20 pies (soles por día por contenedor)	26,55	35,40	44,25
Contenedor de 40 pies (soles por día por contenedor)	44,25	59,00	73,75

2. Costos del depósito autorizado (en soles, sin IGV)

Traslado del depósito temporal al depósito autorizado	165	Por contenedor de 20 o 40 pies
Costo de recepción de contenedores y desestiba	110	Por contenedor de 20 pies
Costo de recepción de contenedores y desestiba	185	Por contenedores de 40 pies
Costo de almacenaje	33	Por pallet mes o fracción
Costos de posicionamiento, apertura, montacargas, servicio extraordinario y cuadrilla	Igual a los de depósito temporal	

3. Costos de sobreestadía de contenedores (dólares por día):

--	--

Días del 1 al 10	64
Días del 11 al 20	68
Días del 21 en adelante	76
Días libres	20 no retroactivos

Información de procesos:

### Alternativa 1

En caso de elegir esta alternativa, el proceso a seguir es:

1. Los contenedores son trasladados del puerto al depósito temporal y se quedarían en el depósito temporal.
2. La mercadería se quedaría cargada dentro de los contenedores hasta obtener las autorizaciones y ser etiquetado el producto.
3. Luego de que el producto es etiquetado, el agente de aduana numera una sola DAM con régimen de importación definitiva por toda la mercadería.
4. El tiempo estimado que permanecerían los contenedores en el depósito autorizado es de aproximadamente 39 días contados desde el día siguiente de la fecha de fin de descarga.

### Alternativa 2

En caso de elegir esta alternativa, el proceso a seguir es:

1. Los contenedores serían trasladados al depósito temporal.
2. Al día siguiente de trasladados los contenedores, el agente de aduana numera una DAM con régimen de depósito aduanero por los cuatro contenedores.
3. Al día siguiente de concluida la numeración de régimen de depósito, se trasladan los contenedores del depósito temporal al depósito autorizado.
4. Los contenedores, una vez llegados al depósito autorizado, son abiertos y la mercadería es desestibada y colocada en pallets. Cada contenedor es descargado en 40 pallets. Los contenedores son devueltos al día siguiente.
5. Una vez obtenidas las autorizaciones se numera una segunda vez con el régimen de importación definitiva.
6. El tiempo que permanecerían las mercaderías en el depósito temporal sería de aproximadamente 40 días.

Calcule usted los costos de cada alternativa y elija la mejor. Use el tipo de cambio del día.

## Solución

Número de contenedores: 4 de 40 pies

Tipo de cambio del día: 2,82 soles por dólar

### Alternativa 1

Derecho de descarga	1760	soles
Tracción (traslado del puerto al depósito temporal)	480	soles
Almacenamiento de contenedores:		
Número de días de almacenamiento	39	días
Del día 1 al día 10	1770	soles
Del día 11 al día 20	2360	soles
Del día 21 al día 39	5605	soles
Costos totales de almacenamiento	9735	soles
Sobreestadía de contenedores		
Número de días de sobreestadía	39	días
Del día 1 al 10	7219	soles
Del día 11 al 20	7670	soles
Del día 21 al día 39	16 288	soles
Costos totales de sobreestadía	31 178	soles
Costos totales alternativa 1	43 153	soles

## Alternativa 2:

Derecho de descarga	1760	soles
Tracción (traslado del puerto al depósito temporal)	480	soles
Traslado del depósito temporal al depósito autorizado	660	soles
Recepción de contenedores y desestiba	740	soles
Costo de almacenamiento		
Número de meses de almacenamiento	2	meses
Número de pallets de almacenamiento	160	pallets
Costo de almacenamiento total	10 560	soles
Costos totales alternativa 2	14 200	soles

Alternativa elegida: depósito autorizado.

### Problema 6.29

Usted debe de realizar la nacionalización de una operación de importación de un contenedor de 40 pies de productos para el hogar por un valor FOB-Miami de US\$ 48 000, el BL indicaba un flete de US\$ 1500. La póliza de seguro indicaba una prima neta de US\$ 150 y derechos de emisión de US\$ 12.

Su agente de aduana le cobra los siguientes cargos:

- Comisión: 0,63% CIF. Mínimo US\$ 100
- Gastos operativos: US\$ 25
- Gastos administrativos: US\$ 16
- Fotocopias, digitación, etcétera: S/. 10 por embarque

Calcular los costos de la agencia de aduana para esta operación, considerar el tipo de cambio del día.

### Solución

Datos:

Tipo de cambio. 2,77 soles por dólar

Valor FOB Miami: US\$ 48 000

Flete: US\$ 1500

Seguro: US\$ 162

Total CIF: US\$ 49 662

Costos de agencia de aduana US\$:

Comisión (0,63%)	312,87
Gastos operativos	25,00
Gastos administrativos	16,00
Fotocopias, digitación	3,61
Total costo de agencia de aduana	357,48

Tabla 6.35: Costo de agencia de aduana

### Problema 6.30

Usted está realizando la importación de juguetes de playa en dos contenedores de 40 pies para la campaña de verano. Debido a que el analista de comercio exterior a cargo de la operación, no tramitó las autorizaciones correspondientes, tuvo que enviar la mercadería al régimen de depósito aduanero hasta obtener dichas autorizaciones.

El proceso que siguió la operación y los tiempos relacionados son los siguientes:

- Al día siguiente del fin de la descarga los contenedores fueron enviados al depósito temporal.
- En el depósito temporal los contenedores permanecieron cinco días calendarios hasta que el agente de aduana numeró la DAM con régimen 70 depósito de aduanas.
- El canal asignado por la Sunat fue rojo, lo que implicó una revisión física y documentaria (aforo). Para el aforo se usaron tres horas de montacargas y dos horas cuadrillas.

- Una vez terminado el aforo, los contenedores fueron enviados al depósito aduanero, donde fueron recepcionados y desestibados en 80 pallets en total.
- La mercadería permaneció en el depósito aduanero 35 días hasta que fue etiquetada y luego numerada con régimen 10 importación definitiva.
- Considere que se etiquetaron los 5000 juguetes de playa y se requirieron tres horas de montacargas y una hora de cuadrilla de estibadores.
- Considere que para el traslado de la mercadería del depósito temporal al almacén del importador se requirieron dos unidades de transporte de 5 toneladas cada una.

La factura comercial de su proveedor indicaba lo siguiente:

- Producto: baldes de playa
- Cantidad: 5000 unidades
- Precio FOB Shanghai: US\$ 5 por unidad

Su agente de aduana le envió un e-mail con los tributos afectos a la operación de importación:

- Ad valorem: 9%
- ISC: 25%
- IGV + IPM: 18%
- Tasa de despacho aduanero: S/. 90
- Percepciones: 3,5%
- Liberación por tratado de libre comercio: 30%
- Seguro de tabla: 2,5%

Se le pide hallar lo siguiente:

- La liquidación de tributos a pagar.
- El costo unitario del producto puesto en el almacén del importador.
- El factor de importación medido como gastos logísticos totales/valor FOB de la mercadería. Considerar como gastos logísticos totales todos los gastos en que se incurren luego de poner la mercadería en la bodega del buque (valor FOB) incluyendo los tributos de importación.

Usar el tipo de cambio del día.

Cotizaciones disponibles:

1. La cotización de su agente de carga indicaba lo siguiente:

1. Carga contenedorizada (cnt 20 p, 40 p, 40 HC)		
Flete internacional – contenedor de 20 p	1500	US\$
Flete internacional – contenedor de 40 p	2500	US\$
Gastos locales		
Emisión de BL	50	US\$/BL
Handling	60	US\$/BL
Gastos operativos varios	35	US\$/BL
Desconsolidación (solo cuando hay varios BLs en un contenedor, LCL/FCL)	1700	soles x cont (se reparte este costo entre todos los BL al volumen)
Devolución de contenedores vacíos		
Servicio integral de recepción (bajada del contenedor del camión al terminal de vacíos y lavado)	490	soles x cnt
Agentes portuarios/marítimos		
Vistos buenos	138	soles x BL
Seguro de contenedores	10	US\$ x cnt
Manejo de contenedores		
Días libres de sobreestadía ( <i>demurrage</i> , 30 días libres), no retroactivos	30	días
Estructura de costos de la sobreestadía. No retroactiva		

Primeros 10 días contenedor 20 pies	69	US\$
Primeros 10 días contenedor 40 pies	79	US\$
Desde el día 11 en adelante contenedor 20 pies	80	US\$
Desde el día 11 en adelante contenedor 40 pies	99	US\$
<b>2. Carga suelta (LCL)</b>		
Flete internacional	70	US\$/ton_m <sup>3</sup>
<b>Gastos locales</b>		
Handling	100	soles x BL
Gastos operativos	50	soles x m <sup>3</sup>
Desconsolidación	195	soles x ton (mínimo una tonelada)
<b>Agentes portuarios/marítimos</b>		
Vistos buenos	130	soles x BL
<b>Depósito temporal de carga suelta del agente de carga</b>		
En caso de aforo previo o reconocimiento físico (canal rojo)	34,38	soles x ton
Otros gastos:		
Cuadrillas (cuatro personas para previo)	82,50	soles x cuadrilla
Montacargas	82,50	soles x hora o fracción
Inspección SENASA	Como aforo	
Costos de servicio extraordinario	101,50	soles por hora, luego de las 5 p.m.
<b>Almacenaje en depósito temporal</b>		
Días libres de almacenaje	30	días, no retroactivos
Almacenaje por día que excede los días libres	12	soles x ton

2. La cotización del depósito temporal indicaba lo siguiente:

	Cnt 20 pies	Cnt 40 pies	
<b>Gastos fijos</b>			
Derecho de descarga	383,50	383,50	soles/cnt
Tracción	173,40	173,40	soles/cnt
Servicios de terminal (gastos administrativos)	36,88	36,88	soles/cnt
<b>Almacenamiento</b>			
Días libres no retroactivos	30		
Pasados los días libres, del 1 al 10	26,55	44,25	soles/día
Del 11 al 20	35,40	59,00	soles/día
Desde el 21	44,25	73,75	soles/día
En caso de aforo previo / reconocimiento físico			
Posicionamiento del contenedor	88,50	88,50	soles/cnt
Apertura (estiba y desestiba de la mercadería)	88,50	118,50	soles/cnt
<b>Otros servicios, solo si lo solicita el cliente</b>			
Montacargas por hora o fracción	88,50	88,50	soles por hora o fracción
Servicio extraordinario (a partir de las 5 p.m.)	88,50	88,50	soles por hora o fracción

Cuadrilla	88,50	88,50	soles por hora o fracción
-----------	-------	-------	---------------------------

3. La cotización del depósito aduanero indicaba lo siguiente:

1. Tarifa de almacenamiento (mes o fracción)	33,00	soles/pallet
2. Recepción de contenedores (incluye una cuadrilla y montacargas)		
Apertura y descarga – 20 pies	110,00	soles/cnt
Apertura y descarga – 40 pies	165,00	soles/cnt
3. Recepción de carga suelta		
Descarga (mínimo S/. 85,50)	9,65	soles/ton
4. Traslado del depósito temporal al depósito aduanero		
Carga suelta (mínimo 150 soles)	13,75	soles/ton
Contenedores (20p, 40p, 40HC)	165,00	soles/cnt
5. Otros, solo si lo solicita el cliente		
Servicio de montacarga	82,50	soles por hora o fracción
Servicio extraordinario (a partir de las 5 p.m.)	82,50	soles por hora o fracción
Servicio de cuadrilla	82,50	soles por hora o fracción

4. La cotización del agente de aduana indicaba lo siguiente:

Comisión	0,35%	del valor CIF, mínimo S/. 250
Gastos administrativos	120	soles
Traslado del depósito temporal al almacén del importador		
Contenedor 20p, 40p, 40 HC	760	soles/cnt
Carga suelta:		
De 0 a 300 kg	140	soles
De 301 a 500 kg	170	soles
De 501 a 1000 kg	200	soles
De 1001 a 2000 kg	250	soles
De 2001 a 4000 kg	450	soles
De 4001 a 6000 kg	660	soles
De 6001 kg. en adelante	760	soles
Costos del etiquetado		
De 0 a 2000 unidades	120	soles, mínima
De 2001 a 6000 unidades	0,12	soles/und
De 6000 a 12 000 unidades	0,11	soles/und
De 12 001 en adelante	0,10	soles/und
Costos de impresión de etiquetas		
De 0 a 3000 unidades	60	soles/millar
De 3001 a 6000 unidades	55	soles/millar
De 6001 a 12 000 unidades	50	soles/millar
De 12 001 en adelante	45	soles/millar

5. Póliza de seguro

Prima neta	0,60	del valor CIF

Derechos de emisión	20	US\$
---------------------	----	------

## Solución

Los datos generales del problema son:

Embarque: 2 contenedores de 40 pies

Q (comprado): 5000 unidades

Precio unitario FOB- Shanghai: US\$ 5

Precio FOB Shanghai total: US\$ 25 000

Tipo de cambio del día: 2,82 soles por dólar

### 1. Respuesta parte a. Liquidación de tributos a pagar

	US\$
<b>1. Cálculo del monto imponible</b>	
Valor FOB del producto	25 000
Flete (2 cnt de 40 pies)	5 000
Seguro:	
Prima neta	180
Derechos de emisión	20
Total seguro	200
<b>Total monto imponible</b>	<b>30 200</b>
<b>2. Cálculo de tributos a pagar</b>	
Ad valorem	2718,00
(Liberación)	-815,00
Ad valorem neto	1903,00
ISC	8025,65
IGV+IPM	7223,09
Tasa de despacho aduanero	31,91
Percepciones	1658,41
<b>Total de tributos a pagar</b>	<b>18 842</b>

### 2. Respuesta parte b. Costo unitario del producto puesto en almacén del importador

	US\$
Valor FOB del producto	25 000
Flete	5 000
Seguro	200
Valor CIF Callao	30 200
<b>Gastos locales del agente de carga</b>	
Emisión de BL	50
Handling	60
Gastos operativos varios	35
Devolución de contenedores	348
Vistos buenos	49
Seguro de contenedores	20
Total gastos locales del agente de carga	561
<b>Costos del depósito temporal</b>	<b>US\$</b>

Derecho de descarga	271,99
Tracción	122,98
Servicios del terminal	26,15
<b>Costos del aforo</b>	
Posicionamiento de contenedores	62,77
Apertura (estiba y desestiba de la mercadería)	84,04
Montacargas	94,15
Cuadrillas	62,77
Costos totales del depósito temporal	724,84
<b>Costos del depósito aduanero</b>	
	<b>US\$</b>
Traslado de contenedores	117,02
Recepción de contenedores	117,02
<b>Almacenaje (80 pallets, 2 meses)</b>	
	<b>US\$</b>
Costo del almacenaje	1872,34
<b>Costo de los servicios para el etiquetado</b>	
	<b>US\$</b>
Montacargas	87,77
Cuadrillas	29,26
Costo del servicio para el etiquetado	117,02
Total costo del depósito aduanero	2223,40
<b>Costo del agente de aduana</b>	
	<b>US\$</b>
Comisión	105,70
Gastos administrativos	42,55
<b>Etiquetado (5000 unidades)</b>	
	<b>US\$</b>
Costo de etiquetado	212,77
Costo de etiquetas	97,52
Costo total de etiquetado	310,28
Traslado del depósito temporal al almacén del importador	539,01
Total costo del agente de aduana	997,54
<b>Tributos a pagar a la Sunat (no recuperables)</b>	
	<b>US\$</b>
Ad valorem	1903,00
ISC	8025,65
Tasa de despacho aduanero	31,91
Tributos a pagar a la Sunat	9960,00
Costo total del producto puesto en almacén	44,667,41
Costo unitario del producto puesto en almacén	8,93

### 3. Respuesta parte c. Factor de importación (gastos logísticos totales/FOB)

Gastos logísticos	US\$
Flete	5 000
Seguro	200
Gastos locales de agente de carga	561

Depósito temporal	578
Depósito aduanero	2 223
Agente de aduana	927
Tributos a pagar a la Sunat (no recuperables)	9 960
Total gastos logísticos a considerar	19 450
Valor FOB del producto	25 000

Factor de importación: 0,78

## 10. PROBLEMAS PROPUESTOS

### Problema 6.31

Peta S.R. Ltda. es una empresa nacional dedicada a la importación y comercialización de artículos diversos. En esta oportunidad, decide realizar una compra de calzado en el mercado internacional, por lo que se pone en contacto con Cole Co., ubicada en Australia.

El día 10 de octubre, Cole Co., envía una cotización por 1500 pares de calzado de gamuza en diferentes modelos, en términos FCA, según el cuadro adjunto:

Cant.	Producto	FCA unitario US\$	FCA total US\$
252	Pares zapato style CL 111 Black T/6-11,5	4,85	1222,20
108	Pares zapato style CL 111 Burgund T/6-11,5	4,85	523,80
252	Pares zapato style CL 111 Navy T/6-11,5	4,85	1222,20
132	Pares zapato style CL 111 Olive T/6-11,5	4,85	640,20
252	Pares zapato style CL 101 Black T/6-11,5	5,10	1285,20
252	Pares zapato style CL 101 Navy T/6-11,5	5,10	1285,20
252	Pares zapato style CL 102 Navy T/6-11,5	5,05	1272,60
Valor FCA puerto de Freemantle, Australia			7451,40

Tabla 6.36: Cotización de los pares de calzado

El 18 de octubre se gestiona la carta de crédito ante el banco, el cual solicita la presentación de un contrato de seguro para la mercancía. El costo de dicho seguro es de 0,555% del valor FCA de la mercadería.

Luego de embarcada la mercadería, PETA recibe del banco los siguientes documentos:

- Bill of lading, con un importe por flete marítimo de US\$ 3740, que incluye los gastos de carga y estiba en el país de origen pero no los de descarga y desestiba del país de destino.
- Packing list.
- Factura comercial.

Finalmente, el 15 de enero llega la mercadería en un contenedor de 20 pies y se traslada ese mismo día a un depósito temporal. Los impuestos a pagarse son los siguientes:

- Ad valorem: 13% CIP.
- Anti dumping: 45% FOB.

El 23 de enero se envía electrónicamente la DUA con los datos necesarios. Aduanas procesa la DUA y le otorga el canal rojo que indica la revisión de la mercadería. Los costos logísticos incurridos en la importación son los siguientes:

- Descarga y desestiba en el puerto del Callao: US\$ 100 por contenedor.
- Uso del muelle (pago a ENAPU): US\$ 30 por contenedor.
- Traslado del puerto al terminal de almacenamiento: US\$ 100 por contenedor de 20 pies.
- La revisión de la mercadería por el inspector de aduanas (aforo físico) en el depósito temporal corre por cuenta de PETA y tiene los siguientes costos: 1) movilización del contenedor de 20 pies: US\$ 60; y 2) uso de cuadrillas de estibadores: US\$ 30 por contenedor de 20 pies.
- Costo de almacenamiento de contenedores en el depósito temporal: 1) días sin costo: los 10 primeros días; 2) pasados los días libres se cobra un cargo de US\$ 11 por día, por el total de días almacenados. Se sabe que el contenedor es retirado el 27 de enero.
- Traslado del terminal de almacenamiento a los almacenes de PETA: US\$ 140 por viaje (incluye el regreso del contenedor vacío).

Calcule usted los costos incurridos en la importación de los 1500 pares de calzado.

### Problema 6.32

ESFRE S.A. es una empresa ubicada en la ciudad de Lima y cuenta con una amplia experiencia en la comercialización a nivel internacional de espárragos frescos, principalmente en Europa.

Actualmente está planeando ingresar al mercado americano, para lo cual ha contratado a un consultor internacional para que le haga un estudio de la estructura de costos de importación y distribución en Miami, que sería el primer mercado a incursionar.

Luego de dos meses de extensas investigaciones, el consultor le presenta un informe en el que se explicaba la cadena de suministro de espárragos en Miami, formada por importadores, mayoristas y minoristas (tiendas al menudeo), según la siguiente figura:



Figura 6.15: Cadena de suministro de los espárragos

La estructura de costos de importación y distribución en Miami se puede ver en el siguiente cuadro:

Estructura de importación y distribución en Miami - USA		
Arancel	0%	Del valor CIP
Gastos de importación	1200	US\$ por embarque
Margen del importador	40%	Sobre sus costos totales
Margen del mayorista	35%	Sobre sus costos totales
Margen del minorista	15%	Sobre sus costos totales

Tabla 6.37: Estructura de costos de importación y distribución del espárrago

Para el mismo consultor, un precio de venta al público ganador, que asegure ventas de diez toneladas mensuales en el primer año, sería de US\$ 9,40 por kilo, incluido el impuesto a las ventas (IVA). Considerar el impuesto igual al 6% del precio de venta.

Con la finalidad de analizar la factibilidad de entrar al mercado americano, el directorio le pide a usted, gerente de operaciones, que desarrolle la estructura de costos de la exportación de espárragos al mercado americano.

Para ello usted recabó la siguiente información:

Costo de producción:

- Costo de producción: US\$ 2500 por tonelada. Incluye materia prima, mano de obra y gastos generales de producción y administración.
- Tipo de cambio: 2,8 soles por dólar.

Embalaje del producto:

- Las cajas con espárragos tienen un peso de 5 kg. cada una.
- La exportación de las diez toneladas de espárragos se harían en embarques mensuales de dos contenedores de carga aérea con cinco toneladas de producto cada uno.
- El costo de cada caja es de US\$ 1,40.
- Otros costos fijos por embarque: US\$ 250.

Gastos de exportación en Perú

- Carga y estiba: US\$ 150 por contenedor.
- Almacenaje: US\$ 60 por contenedor.
- Otros: US\$ 340 por embarque.
- Comisión del agente de aduanas: 1,2% del precio FCA.

Transporte internacional

- Medio de transporte: aéreo.
- Flete para 10 toneladas: US\$ 3600.
- Seguro de transporte: 1,05% del valor CPT.

Con esta información se pide establecer lo siguiente:

1. ¿Cuál sería el precio CIP Miami y FCA Callao a fin de que el precio de venta al público no exceda US\$ 9,40 por kilo, incluido IVA?
2. Tomando en cuenta el precio FCA Callao, calculado en la pregunta anterior, calcular el valor *Ex Works* del producto. Considerar que el precio Ex Work debe incluir los costos de producción, embalaje y margen de la empresa. ¿Cuál es el margen de utilidad de la empresa por embarque?
3. ¿Cuáles serían los precios FCA Callao y CIP Miami por embarque, considerando que la empresa desea obtener una utilidad de 30% sobre los costos de producción?
4. Tomando en cuenta la pregunta anterior, ¿cuál sería el nuevo precio de venta del minorista, incluido el IVA?

### Problema 6.33

PCA es una empresa productora de envases de hojalata para conservas de pescado que necesita importar desde Corea la hojalata para dichos envases. La empresa requiere cuatro tipos de formato de hojalata según el cuadro adjunto:

Formato	TM	CPT Callao US\$/TM
0,17 x 936 x 776	128,915	625
0,20 x 950 x 760	64,030	605
0,22 x 931 x 910	59,392	605
0,22 x 910 x 895	39,360	605

Tabla 6.38: Formatos de hojalata para PCA

Los precios indicados son CPT Callao.

El proveedor debe embalar y marcar el producto, lo que tiene un costo de US\$ 30/TM. El costo del seguro por la totalidad de la carga asciende a US\$ 533 y el costo del flete asciende a US\$ 9/TM.

Para importar la hojalata, PCA abre una carta de crédito en el BCP cuyos gastos bancarios ascienden a US\$ 6000.

Los gastos de la agencia de aduana ascienden a US\$ 11 600 y el gasto de almacenaje en el Callao asciende a US\$ 3900.

Considerar que el ad valorem es 6%.

Finalmente, PCA debe trasladar la hojalata a Chimbote, donde se encuentra ubicada la planta. El flete de Callao a Chimbote para el total de hojalata importada es de US\$ 4500.

- a) ¿Cuál es el costo total de la hojalata puesta en Chimbote?
- b) Otro proveedor de Corea le ha ofrecido todos los formatos de hojalata a US\$ 600 FCA. Considerando los demás costos similares al proveedor inicial, ¿le conviene cambiarse de proveedor?

### Problema 6.34

Usted es el jefe de importaciones de una empresa que distribuye alimentos en el Perú y se abastece en el mercado mundial. Las importaciones de azúcar las venía realizando como carga suelta en la bodega del buque, pero se encontraba abrumado por el incremento de las mermas, las cuales representaban el 5% del total de sacos que llegaban finalmente a su almacén en Ate, debido a la aparición de manchas de suciedad en el saco, humedad, deterioro del saco en la manipulación, entre otros. Esto eliminaba la posibilidad de que estos sacos se pudieran vender, y se perdía todo el costo del producto. Su operador logístico le recomienda la alternativa de importar el azúcar en contenedores de 20 pies, con lo cual la merma es cero.

Debe evaluar la alternativa propuesta por su operador logístico, pues según lo aprendido en sus clases de logística, las ventajas de la contenedorización no solo van por la mayor seguridad e integridad de la carga, sino también por la rapidez de la operación y los menores costos, aunque de esto todavía debía comprobarlo luego de revisar las cotizaciones recibidas.

Usted negoció con su proveedor en Colombia la compra y venta de 1250 toneladas de azúcar en términos CFR Callao a US\$ 7 por saco de 50 kg., el término del flete es FO si el envío iba como carga suelta, o de US\$ 3600 por contenedor de 20 pies en término DAT Callao si se enviaba por contenedores. Además, se sabe que un contenedor de 20 pies puede traer 500 sacos de 50 kg., y el peso del contenedor vacío (tara) es de 3 toneladas.

Adicionalmente, su proveedor le indicó que el costo del flete desde el puerto Buenaventura (Colombia) hasta el Callao era de US\$ 1300 en contenedor de 20 pies y US\$ 40 por TM como carga suelta. El seguro del transporte era de 0,5% del valor DAT Callao para la carga contenedorizada y 0,7% del valor CFR Callao para la carga suelta.

Su agencia de aduanas le informó que los costos de manipulación para la descarga de la mercadería en el muelle del puerto del Callao era de US\$ 1,95 TM bruta en el caso de carga contenedorizada, y US\$ 4 TM si se trataba de carga suelta. Considerar que el arancel para el azúcar es de 6%. El ISC es cero.

Los gastos en los que usted debía incurrir son los siguientes:

Depósito temporal:

- Derecho de descarga: US\$ 140 por contenedor de 20 pies. En el caso de modalidad de carga suelta el costo es de US\$ 6 por tonelada.
- Tracción del muelle al terminal: US\$ 52 por contenedor de 20 pies. En el caso de la carga suelta, US\$ 60 por un semirremolque de 30 toneladas de capacidad.
- Gastos administrativos del depósito: US\$ 10 por contenedor de 20 pies. Cubre los gastos por transmisiones, comunicaciones y otros trámites diversos necesarios para la descarga. En el caso de carga suelta el costo es de US\$ 0,60 por tonelada.

Traslado del depósito temporal al almacén del consignatario:

- Modalidad contenedorizada: el traslado desde el depósito temporal hasta las instalaciones de la empresa importadora es de US\$ 260 por contenedor de 20 pies. Incluye ida y vuelta.
- Modalidad carga suelta: el costo es de US\$ 300 en unidades de transporte de 30 toneladas de capacidad (incluye el regreso).

Descarga de mercancías en el almacén del consignatario:

- Cuadrilla de seis personas: S/. 30 por contenedor de 20 pies o S/. 1,20 por tonelada si es carga suelta.

Depósito de contenedores vacíos:

- Recepción del contenedor vacío: US\$ 45 contenedor de 20 o 40 pies.
- Lavado simple: cubre el lavado e inspección que se realiza a los contenedores para que se encuentren en condiciones de ser utilizados en los próximos despachos y retiros de exportación. Lavado del contenedor vacío: US\$ 21 por contenedor de 20 pies.

La comisión pactada con el agente de aduanas es 0,5% del monto imponible.

a) Determine usted los tributos a pagar a la Aduana para cada una de las alternativas. Considere IGV + IPM = 18%.

b) Indique usted la alternativa más económica para el transporte del azúcar.

### Problema 6.35

Usted es analista de comercio exterior de Trading Fashion y su jefe le pide calcular el monto a reclamar a la Sunat por concepto de drawback de una operación de exportación a los Estados Unidos de 20 000 polos que tiene las siguientes características:

Cliente: The Gap

País: Estados Unidos

Valor FOB: US\$ 5,30 por unidad

Estructura de costos del producto exportado:

- Tela importada: valor CIF unitario = US\$ 3,00. Adicionalmente se pagó un 6% del valor CIF como tributos de importación
- Etiqueta de marca que va en el cuello: US\$ 0,01 unidad
- Bolsas para el polo: US\$ 0,10 unidad
- Cartones corrugados para empacar el producto: US\$ 1,00 por cada diez polos
- Mano de obra directa: US\$ 0,30 la unidad
- Costos indirectos de fabricación: US\$ 0,30 la unidad

Se pide calcular el monto a reclamar por concepto de drawback y la utilidad que obtiene el exportador de esta operación de exportación.

### Problema 6.36

El gerente de supply del problema anterior cambió la participación de proveedores internacionales y locales y obtuvo la siguiente estructura de costos:

Estructura de costos del producto exportado:

- Tela comprada a proveedores locales: US\$ 2,00 por unidad.
- Etiqueta de marca que va en el cuello, comprada a un proveedor internacional (Japón): valor CIF unitario: US\$ 0,01 + 6% CIF de tributos de importación pagados completamente.
- Bolsas para el polo, compradas a un proveedor internacional (Bolivia), a un valor CIF US\$ 0,10 la unidad + 6% CIF de tributos de importación que fueron completamente exonerados por pertenecer Bolivia a la CAN.

- Cartones corrugados para empaquetar el producto: US\$ 1,00 por cada diez polos.
- Mano de obra directa: US\$ 0,30 por unidad.
- Costos indirectos de fabricación: US\$ 0,30 por unidad.

Se pide calcular el nuevo monto a reclamar por concepto de drawback y la utilidad que obtiene el exportador de esta operación de exportación.

### Problema 6.37

Usted recibe la siguiente cotización de la agencia de carga K&N para el traslado de 80 motores desde el puerto de Manchester, Reino Unido, hasta el puerto del Callao:

K&N - carga suelta:

- Flete: US\$ 30 ton/m<sup>3</sup>
- Handling local: S/. 112,00 + IGV
- Descarga: US\$ 20 ton/m<sup>3</sup>

El depósito temporal con el que trabaja el agente de carga le hizo llegar la siguiente cotización por sus servicios:

- Desconsolidación: S/. 150 ton/m<sup>3</sup>
- Gastos administrativos: 2,5% del valor total de la facturación, mínimo US\$ 15.

Antes de realizar la nacionalización de los productos, usted decidió realizar el aforo previo de la mercadería para determinar adecuadamente la partida arancelaria. Los costos adicionales incurridos en el depósito temporal fueron:

- Reconocimiento previo: S/. 33,00 por tonelada, mínimo una tonelada
- Servicio de montacargas: S/. 82,50 por el aforo previo realizado

Establezca usted los costos totales de importación considerando que cada motor tiene 0,15 m<sup>3</sup> y un peso de 45 kg. Para el cálculo del peso equivalente considere 1 ton/m<sup>3</sup>. Use el tipo de cambio del día.

### Problema 6.38

Usted solicita una cotización a Panalpina para un embarque desde Valparaíso al Callao de 230 bultos de 18 m<sup>3</sup> en total, que pesan cinco toneladas.

Al día siguiente recibe un e-mail con la siguiente información:

- Puerto de origen: Valparaíso, CL
- Puerto de descarga: Callao, PE
- O/F (\*1): US\$ 25 W/M
- BL: US\$ 50
- Handling origen: US\$ 50
- Forwarding fee: US\$ 80 + IGV
- Collect fee: US\$ 20 + IGV
- CAF: US\$ 15 + IGV
- Transmisión: US\$ 10 + IGV
- Frecuencia: semanal
- Servicio directo (O/F: Ocean Freight)

Adicionalmente, usted cuenta con la siguiente cotización de carga contenedorizada:

- Puerto de origen: Valparaíso, CL
- Puerto de descarga: Callao, PE
- 20'ST – US\$ 500 All In
- Naviera: K Line
- Frecuencia: semanal
- Servicio directo
- T/T 5 días aproximadamente
- 21 días libres de sobreestadía
- Cierre de nave (cut off): lunes anterior al ETA

### Preguntas

- Indique usted los costos de embarcar la mercadería como LCL y en contenedor.
- En base a los datos anteriores indique usted partir de cuantos m<sup>3</sup> conviene embarcar la mercadería como carga contenedorizada.

Nota: tenga en cuenta que un contenedor 20 ST tiene 30 m<sup>3</sup> de capacidad útil.

### Problema 6.39

Usted ha recibido un embarque LCL desde Hong Kong con un peso de 743 kg. y 2,75 m<sup>3</sup> con el BL Número 1HK789049. Para la realización de los trámites de nacionalización usted realizó tres aforos previos a la mercadería en tres días distintos, que requirió una hora de montacargas por cada día y el uso de una cuadrilla por cada uno de los aforos previos.

Por problemas en la documentación, usted retiró la carga luego de 33 días de recibida la misma. Los costos acordados con el depósito temporal son los siguientes:

Cotización del depósito temporal			
Gastos administrativos	10	US\$/BL	
Trámite documentario	90	soles/BL	
Manipulación de carga	150	soles/ton, mínimo 1 ton	
Otros costos, si son solicitados			
Aforo previo (por vez solicitada)	34,38	soles/ton, mínimo 1 ton	
Cuadrillas	82,50	soles/solicitud	
Montacargas	82,50	soles/hora o fracción	
Almacenaje	30	días libres - retroactivos	
Días	Del día 1 al 10	Del día 10 al 20	Desde el día 21
Carga suelta (ton/m <sup>3</sup> , el mayor)	S/. 3,30 TM/m <sup>3</sup>	S/. 4,13 TM/m <sup>3</sup>	S/. 4,95 TM/m <sup>3</sup>

Calcule usted los costos del depósito temporal. Considere el tipo de cambio del día.

### Problema 6.40

Usted acaba de importar 28 000 cartuchos de silicona de 300 gramos cada uno en un contenedor de 20 pies, con siliconas a un precio FCA Miami de US\$ 2,55 por unidad.

Revisando la bandeja de entrada de correos electrónicos, encuentra los siguientes mails:

- El agente de aduana le informa que el silicón importado pertenece a la subpartida nacional 3214.90.00.00, que establece un ad valorem de 6%, un ISC de 10% y un seguro de tabla de 1,25%. Adicionalmente, dicho silicón está sujeto a un impuesto antidumping de US\$ 0,50 por cartucho de 300 gramos. La empresa estaba sujeta un pago de percepciones de 3,5%, la TDA era de US\$ 32 y el IGV + IPM era de 18%.
- Su agente de carga le indicó que el costo del flete en términos Liner Term era de US\$ 1800 por contenedor de 20 pies y los gastos de transporte y manipulación en origen fueron de US\$ 300.
- Su empresa de seguros le escaneó la póliza, la cual indicaba una prima neta de US\$ 150, derechos de emisión de US\$ 12 y un deducible de 0,5% de la suma asegurada.

Establezca usted la liquidación de tributos a pagar a la Sunat.

### Problema 6.41

Usted acaba de entrar a trabajar en área de comercio exterior de una importante cadena de tiendas por departamento del país y su primera tarea consiste en definir el embalaje a utilizar en las importaciones de prendas de vestir a ser traídas desde la China. En base a su decisión se calculará el presupuesto de transportes de su área del próximo año, razón por la cual usted comenzó a sentir la necesidad de ser muy fino en el cálculo.

Al levantar información de las áreas involucradas, usted llegó a la conclusión de que tenía dos alternativas para realizar las importaciones:

#### Alternativa 1: Traer las prendas colgadas dentro de los contenedores

Con ello se minimizaban los costos de operación del centro de distribución, ya que las prendas entrarían directamente a los sistemas de almacenamiento en rieles, pero la utilización de la capacidad del contenedor era mínima (5400 prendas colgadas por contenedor de 20 pies), ya que una prenda colgada necesita más espacio.

#### Alternativa 2: Traer las prendas dobladas en cajas

La utilización del contenedor era máxima pero los costos de operación del centro de distribución casi se duplicaban, pues se tenía que abrir cada una de las cajas y colgar las prendas en el sistema de rieles de almacenamiento. Además, también

tenía que considerar que en el caso de traer las prendas dobladas, cuatro de cada cien prendas debían ser enviadas a planchar. El costo del planchado era de S/. 2,00 por prenda.

Logística en el país de origen (China):

Su operador logístico en China le envió un mail con la cotización de los costos en que se incurrían en el país de origen:

– Transporte interno desde la fábrica al puerto de exportación Chiwan: US\$ 200 por contenedor de 20 pies, incluye los almacenamientos intermedios.

– Operaciones en el puerto de embarque (Chiwan) (por contenedor de 20 pies):

Carga: US\$ 50

Estiba: US\$ 80

– Cotización de fletes (por contenedor de 20 pies):

FI (*Free In*): US\$ 3600

FO (*Free Out*): US\$ 330

FIO (*Free In and Out*): US\$ 3000

Logística en el país de destino (Perú) (por contenedor de 20 pies):

– Operaciones en el puerto del Callao:

Descarga: US\$ 130

Desestiba: US\$ 180

– Tracción del puerto al terminal de abastecimiento: US\$ 100

– Costo promedio en el terminal de almacenamiento: US\$ 200

– Tracción del terminal de almacenamiento al CD: US\$ 130

Centro de distribución:

Una vez las prendas lleguen al centro de distribución deben ser procesadas para su almacenamiento. Los costos de operación están asociados a los siguientes ratios de rendimiento:

– Caso colgado: rendimiento en el CD = 100 prendas/hora hombre

– Caso doblado: rendimiento en el CD = 60 prendas/hora hombre

Considerar el sueldo mensual de un operario de recepción de prendas S/. 500, el costo de empresa 1,57 y el tipo de cambio 3,30 soles por dólar.

Preparación de la descarga:

Las principales medidas de un contenedor de 20 pies son: 2,4 m de largo, 6 m de largo y 2,6 m de alto. La capacidad en peso es de 25 toneladas.

Las cajas a utilizar, en caso de elegir esta alternativa, tienen las siguientes medidas: 40 cm de largo, 30 cm de ancho y 40 cm de alto. La capacidad es de 15 prendas por caja, y el costo de cada caja es de US\$ 0,30.

Si su proveedor le cotizó en términos Ex Work, en su fábrica, a un costo de US\$ 1,50 por prenda, determine usted la alternativa de embalaje más conveniente. Para ello tome en cuenta el impacto de su decisión en los costos de cada uno de los eslabones de la cadena logística de importación. Comente.

### Resumen del capítulo

1. Los aspectos de las Incoterms más relacionadas con la logística son: lugar de entrega y transmisión del riesgo, gastos que asume el vendedor y modo de transporte.
2. Los regímenes aduaneros en el comercio exterior regulan el flujo de productos de entrada y de salida de un país específico. Los regímenes aduaneros, según la legislación peruana son trece, y están divididos en seis grupos: de importación, de exportación, de perfeccionamiento, de depósito, de tránsito y regímenes aduaneros de excepción.
3. Los costos logísticos relacionados con una operación de compraventa internacional son: costos de la mercadería, de preparación de la carga, traslados internos, almacenamientos intermedios, agenciamiento de aduana, tramitación de la documentación necesaria para el trámite aduanero, manipulación de la carga, flete internacional, seguro internacional y pago de tributos.

<sup>27</sup> El lector puede revisar página web [www.sunat.gob.pe](http://www.sunat.gob.pe)

<sup>28</sup> Proyecto de Procedimientos Aduaneros <http://www.sunat.gob.pe/legislacion/proyectos-ta/index.html>. Consulta: 24 de abril de 2009.

<sup>29</sup> Mercancías restringidas y prohibidas de importación: <http://www.aduanet.gob.pe/orientacAduana/index.html> (consulta: 30 de diciembre de 2010).

<sup>30</sup> Los intereses son calculados en base al TAMEX, tasa activa a la moneda extranjera.

<sup>31</sup> Mercancías restringidas y prohibidas de exportación: <http://www.aduanet.gob.pe/orientacAduana/index.html> (consulta: 30 de diciembre de 2010).

<sup>32</sup> INTA-PG.07 Restitución Simplificada de Derechos Arancelarios: <http://www.sunat.gob.pe/legislacion/procedim/despacho/perfeccionam/drawback/procGeneral/inta-pg.07-V4.htm> (consulta: 7 de junio de 2014).

<sup>33</sup> Materiales directos utilizados, mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación.

<sup>34</sup> INTA PG-24. Autorización y Acreditación de Operadores de Comercio Exterior: <http://www.sunat.gob.pe/legislacion/procedim/despacho/operadores/procGeneral/index.html> (consulta: 8 de junio de 2014).

<sup>35</sup> Texto muy usado por los agentes de carga para indicar que para el cálculo del valor del flete se comparará el peso indicado por la balanza y el peso volumétrico o peso equivalente. Se usa el mayor de estos valores.

<sup>36</sup> INTA-PG.02 Exportación Definitiva: <http://www.sunat.gob.pe/legislacion/procedim/despacho/fdetalle.html> (consulta: 30 de diciembre de 2010).

<sup>37</sup> INTA-PG.01 Importación para el consumo: <http://www.sunat.gob.pe/legislacion/procedim/despacho/fdetalle.html> (consulta: 30 de diciembre de 2010).

<sup>38</sup> INTA-IT.00.04: Instructivo: Declaración Aduanera de Mercancías (DAM): <http://www.sunat.gob.pe/legislacion/procedim/despacho/procAsociados/instructivos/inta-it.00.04.htm> (consulta: 15 de junio de 2014).

<sup>39</sup> INTA-PE.01.10a: Procedimiento Específico: Valoración de Mercancías según el Acuerdo del Valor de la OMC: <http://www.sunat.gob.pe/legislacion/procedim/despacho/importacion/importac/procEspecif/inta-pe-01-10a.htm> (consulta: 15 de junio de 2014).

<sup>40</sup> Ley 29173, Régimen de Percepciones del Impuesto General a las Ventas. Publicada en el Diario Oficial *El Peruano* el 23 de junio de 2007.

<sup>41</sup> En este libro usamos los términos terminal de almacenamiento o depósito temporal de manera indistinta.

<sup>42</sup> Ver términos del flete marítimo de este mismo capítulo.

## CAPÍTULO 7

### DISTRIBUCIÓN FÍSICA

#### **Objetivos de aprendizaje**

Después de leer este capítulo el lector será capaz de:

1. Explicar las razones por las que se usa los canales de distribución.
2. Analizar el impacto de los canales de distribución sobre las actividades logísticas.
3. Entender las consideraciones que existen al momento de diseñar la red de distribución.

La distribución física estudia aquella parte de la cadena que está relacionada con el flujo de productos terminados desde el final de la línea de producción hasta el consumidor final, que es aquel que compra el producto para su consumo individual y no para revenderlo posteriormente. Asimismo, abarca el flujo inverso de mercaderías, desde los clientes hasta los productores.

En su recorrido hasta el consumidor final, el producto sale de las instalaciones del fabricante, pasa a través de distribuidores y minoristas o detallistas, cada uno de los cuales tiene a su vez instalaciones de almacenamiento, políticas de renovación de stocks y usan medios de transporte para mover dichos productos. Al conjunto de empresas formados por fabricantes, distribuidores y minoristas que buscan explotar las necesidades del cliente final se les llama canales de distribución.

El estudio de la distribución física se ha dividido en tres secciones. La primera trata sobre los canales de distribución, las razones por las cuales los fabricantes optan por usarlos en lugar de entregar ellos mismos sus productos al consumidor final. La respuesta a estas interrogantes nos lleva a definir conceptos como canal directo o indirecto y analizar las ventajas y desventajas de su utilización.

En la segunda sección analizamos las redes de distribución. Para que el producto fluya a través de los distintos eslabones del canal de distribución, fabricantes, distribuidores y detallistas, cada uno de ellos debe tener en mayor o menor grado capacidades de almacenamiento, transporte y políticas de stock que muevan al producto en su camino al cliente final. La red de distribución combina las capacidades logísticas mencionadas para satisfacer las necesidades del cliente al costo más bajo posible.

En la tercera sección analizamos la logística inversa, describimos los principales procesos de recuperación de valor y realizamos una comparación entre el flujo directo y el flujo inverso.

#### **1. CANALES DE DISTRIBUCIÓN**

Un canal de distribución es un sistema formado por un conjunto de empresas que tiene como objetivo el hacer llegar los productos o servicios desde los lugares de producción hasta los lugares de consumo. Estas empresas pueden participar adquiriendo el producto o simplemente facilitando su transferencia.

El canal de distribución se constituye en la ruta por la cual atraviesan los productos desde los puntos de producción hasta los de consumo. Las empresas que conforman esta ruta también son llamadas intermediarias.

Un fabricante o productor puede utilizar varias rutas para hacer llegar sus productos al consumidor final. La ruta que siguen los productos no es única. En esta ruta se repiten continuamente actividades de almacenamiento y distribución de productos. En este capítulo se estudiará la naturaleza de estas actividades.

##### **1.1. ¿Por qué se utilizan los canales de distribución?**

El uso de intermediarios o canales de distribución en la ruta que siguen los productos o servicios desde el fabricante hasta el consumidor final agrega al precio de venta final del producto los costos y las utilidades del intermediario, ya que los intermediarios no trabajan gratuitamente. A cambio de este incremento del precio del producto, los intermediarios cumplen funciones valoradas por el cliente final y que justifican su existencia. Estas funciones se explican a continuación:

###### **1.1.1. Reducción del número de contactos**

La figura 6.1 muestra una de las formas en las que el uso de un intermediario puede resultar ventajoso. Supongamos que en la parte izquierda del esquema tenemos a tres productores de impresoras, cada uno de los cuales produce un solo tipo de impresora, y que en la parte derecha tenemos a tres clientes que desean comprar una impresora. Para que dichos clientes puedan analizar la oferta total disponible de impresoras se requiere realizar nueve viajes en total, como se muestra en el esquema, pero si ponemos un intermediario entre los productores y el cliente, el número de viajes necesario se

reduce a seis, como se puede ver en la figura 7.2. De esta forma, los intermediarios reducen los costos de transporte que tienen que realizar tanto los productores como los consumidores.

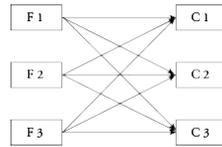


Figura 7.1: Relación directa entre productores y consumidores

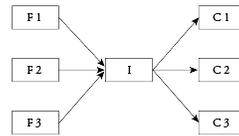


Figura 7.2: Relación indirecta usando un intermediario

Donde:

F: Fabricante

C: Cliente

I: Intermediario

### ***1.1.2. Acople de la oferta con la demanda***

Debido a razones de economías de escala y especialización, entre otras, los fabricantes producen grandes lotes de productos de una variedad limitada. Los consumidores buscan exactamente lo contrario: lotes pequeños en variedades ilimitadas. En los canales de distribución se adecúa la oferta del fabricante a las necesidades de los consumidores. Los intermediarios compran los grandes lotes de diversos fabricantes y los dividen o fraccionan en lotes pequeños y de gran variedad. De esta manera, acoplan la oferta del productor con la demanda del consumidor.

### ***1.1.3. Mejor combinación de oferta y mejor servicio***

Los canales de distribución, debido a su cercanía con el cliente, conocen mejor los gustos y preferencias de este último; por tanto, están en mejores condiciones de ofrecer lo que ellos necesitan y seleccionar los productos que más se ajustan a la demanda que atienden. La combinación de productos que ofrece el canal de distribución se acerca mucho más a las necesidades del cliente, mientras la combinación de productos que ofrece el productor está determinada por factores como procesos homogéneos de producción, *know how* tecnológico o materia prima disponible, los cuales no siempre coinciden con el interés del cliente.

### ***1.1.4. Volumen de operaciones logísticas***

Al consolidar la oferta de varios productores, el intermediario es capaz de ejercer las funciones de almacenamiento y transporte de productos para un volumen más grande que lo que un solo productor podría hacer. El intermediario está, pues, en mejores condiciones de beneficiarse de las economías de escala.

### ***1.1.5. Financiamiento y riesgos***

En algunos casos los canales de distribución financian a los consumidores, al otorgarles créditos para el consumo de los productos que venden, asumiendo así el riesgo de una cartera morosa. Por otro lado, también asumen el riesgo de no vender los productos ofertados, con las consiguientes pérdidas que ello origina.

### ***1.1.6. Cobertura del mercado***

Los canales de distribución, por su cantidad y su ubicación geográfica, ofrecen la oportunidad de llegar a más clientes, proporcionando una cobertura mayor de mercado comparada con las posibilidades que tienen los productores por sí solos.

## **1.2. Tipos de intermediarios**

### ***1.2.1. Minoristas***

El minorista es aquel intermediario que vende directamente a los consumidores o usuarios finales de los productos ofrecidos. Un usuario final es aquel que va a consumir el producto y no lo va a volver a vender. Los minoristas también son llamados detallistas.

Los minoristas se sitúan entre los mayoristas y los clientes finales. Además de las actividades de compraventa de productos, los minoristas añaden servicios nuevos que enriquecen al producto, tales como financiamiento a las compras del usuario final, servicios post venta, asistencia técnica, entre otros.

### **Clasificación de minoristas**

- Por línea de productos. La forma más elemental de clasificación de los minoristas es por línea de productos. Esta es un conjunto de productos estrechamente relacionados entre sí, ya sea porque funcionan de manera similar, corresponden a los mismos hábitos de consumo, se venden a los mismos clientes, en los mismos puntos de venta, o tienen precios similares, entre otras características comunes. Ejemplos de minoristas clasificados por líneas de productos son las zapaterías, licorerías, tiendas de abarrotes y otras por el estilo.
- Por la naturaleza de las transacciones. Según la naturaleza de las transacciones podemos encontrar aquellos minoristas que realizan: (a) ventas por correo; (b) ventas de puerta a puerta; (c) venta ambulatoria; (d) ventas a través de máquinas expendedoras, y demás.

Existen otros tipos de clasificaciones de minoristas, como por ejemplo por el control del establecimiento (tiendas independientes, cadena de tiendas, sucursales, franquicias, entre otras).

#### ***1.2.2. Distribuidores***

Comerciantes intermediarios que venden a minoristas o a otros distribuidores. Se ubican entre los fabricantes y los minoristas o detallistas.

Los distribuidores, a diferencia de los mayoristas, poseen instalaciones de almacenamiento y una flota de transporte para realizar las entregas en el centro de distribución o local del minorista.

En países como el Perú, en el cual el consumo masivo está muy fragmentado, es decir a cargo de muchos minoristas pequeños, bodegas, entre otros, el papel de los distribuidores es muy importante pues se convierten en un puente entre los fabricantes y minoristas, ofreciendo variedad de productos de muchos fabricantes, escalas en las operaciones logísticas que un minorista por sí solo no alcanzaría, y líneas de crédito, entre otros. En cambio, en otras realidades como la americana o la europea, en las cuales el consumo masivo está dominado por unas cuantas cadenas de detallistas, estas tienen mejores condiciones para negociar directamente con los fabricantes y lograr escalas en sus operaciones logísticas con los bajos costos que ello significa, sin necesidad de distribuidores u otros intermediarios, razón por la cual estos tienen un papel más limitado en la distribución física.

#### ***1.2.1. Agente intermediario***

Es el intermediario que negocia compras o ventas de bienes sin adquirir la propiedad de los mismos. Su función radica en facilitar la transferencia de la propiedad. Sus ganancias son comisiones que están previamente fijadas. La mayoría de ellos están dedicados a las transacciones al por mayor.

### **1.3. Número de niveles del canal de distribución**

El número de niveles de un canal de distribución está determinado por el número de intermediarios que participan en la ruta del producto del fabricante hasta el consumidor o usuario final.

Los canales, dependiendo del número de intermediarios participantes, pueden ser llamados cortos o largos. No existe un acuerdo común para definir cuándo un canal es corto o largo.

Por simplicidad, denominaremos canal corto o directo a aquel que está formado por uno o ningún intermediario. Es el caso del canal 0 y canal 1 mostrado en la figura 7.3. Un ejemplo de canal corto es la empresa peruana Renzo Costa, que vende sus productos de cuero a los consumidores finales.

Un canal largo o indirecto es aquel formado por dos o más de dos intermediarios, como en el caso del canal 2 del mismo esquema. La empresa peruana Alicorp, cuando vende sus productos a distribuidores o mayoristas, utiliza un canal largo (canal 2); y cuando vende a los detallistas (Wong, Vivanda, entre otros), utiliza un canal corto.

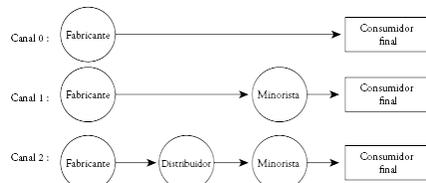


Figura 7.3: Número de niveles del canal de distribución

## 1.4. Estrategias de distribución

El fabricante, al momento de empezar la distribución de sus productos al cliente o usuario final, debe resolver dos preguntas básicas:

- ¿Debo llevar yo mismo mis productos al punto de venta final (minoristas) o de consumo final (consumidor) o debo dárselo a los canales de distribución ya establecidos?
- ¿A cuántos puntos de venta debo llegar en determinado territorio?; o, lo que es lo mismo, ¿qué nivel de cobertura de mercado debo tener para vender mis productos?

Si el fabricante decide llevar los productos al punto de venta o consumidor final, estaremos usando un canal corto (canal 0 o 1) y el tipo de distribución utilizado se denomina distribución directa. En caso de que el fabricante decida entregar sus productos a los canales de distribución establecidos, estaremos usando el canal largo (de dos o más intermediarios) y el tipo de distribución utilizado se denominará distribución indirecta.

El criterio para decidir entre una distribución directa o indirecta está basado en los costos y en el control del producto.

En un canal de distribución indirecto los costos de almacenamiento y transporte de los productos son asumidos por las empresas que conforman el canal. Por tanto, los costos logísticos del fabricante son bajos, ya que no requieren de una red de almacenes y transportes para llegar a todos los puntos de venta, a los cuales sí llega el canal de distribución. A cambio de esos bajos costos, el fabricante pierde el control sobre lo que pasa con su producto más allá del distribuidor en aspectos tales como el estado de conservación del producto, la rapidez en su transporte, una exhibición preferente y visible en el punto de venta, el personal del minorista que aconseja a los consumidores acerca de las bondades del producto, entre otros.

Si el fabricante elige un canal de distribución directo, entonces debe tener o subcontratar una red de almacenes y de transportes, similar a la que poseen los canales de distribución, para hacer llegar sus productos al minorista o cliente final. Esto elevará sus costos de almacenamiento, transporte, mantenimiento de inventarios, entre otros. Los costos son mayores, pero, a cambio de estos costos, controla su producto, tiene un contacto directo con el cliente o consumidor final y las múltiples ventajas que de ello se derivan.

### PUNTO CLAVE

Si el fabricante decide utilizar el canal directo (distribución directa) deberá asumir los costos logísticos que conlleva llevar los productos al minorista o al cliente final. Si opta por un canal indirecto (distribución indirecta), los costos logísticos los asumirán los canales, así como también asumirán un mayor control sobre los productos.

Con respecto a la segunda pregunta, existen tres tipos de distribución para lograr distintos niveles de cobertura de mercado:

#### 1.4.1. Distribución intensiva

El objetivo de este tipo de distribución es llegar al máximo número de canales de distribución posible. Es recomendable para productos del sector del consumo masivo tales como goma de mascar, bebidas, gaseosas, cigarrillos, entre otros.

La cobertura total y continua del mercado, que garantiza la distribución intensiva, asegura un máximo nivel de ventas. Los riesgos son la posible pérdida del control de la política de comercialización del fabricante, de los precios de venta y de la calidad del servicio.

#### 1.4.2. Distribución selectiva

La distribución selectiva es aquella en la cual el fabricante selecciona un número limitado de canales de distribución del total posible, sobre la base de ciertos criterios, los cuales pueden ser:

- **Tamaño del canal.** Generalmente el tamaño del canal se mide por el nivel de ventas. Así pues, este criterio es muy utilizado. Distribuir únicamente a intermediarios con alto nivel de ventas es un objetivo deseable, ya que se obtienen altas ventas con un costo de distribución bajo.

- Servicios del canal. Créditos, condiciones de compra, instalaciones, garantía, servicio técnico, servicio post venta, información, conocimiento del mercado, equipamiento, *know how*, entre otros, son atributos apreciables al momento de elegir al distribuidor.
- Imagen del canal. Condiciones del establecimiento, actitud de servicio del personal de ventas, mobiliario de exhibición, etcétera, son variables que determinan la imagen que tienen los clientes del distribuidor y que, además, refuerzan la imagen del producto. Por eso se le considera un factor muy apreciado por los fabricantes.

El riesgo de la distribución selectiva es la limitada cobertura del mercado, la cual es sustancialmente menor que la intensiva. El fabricante debe asegurarse, al momento de elegir el canal, que los consumidores lo conozcan y acudan al canal seleccionado, de lo contrario perderán oportunidades de venta.

### 1.4.3. Distribución exclusiva

Es un caso especial de la distribución selectiva, en el cual un solo canal es elegido para la distribución de los productos. El fabricante otorga exclusividad, generalmente territorial, a determinados canales. Así también los canales se comprometen, entre otras cosas, a no vender productos de la competencia.

La elección de una de las tres formas de distribución para cubrir el mercado depende básicamente de los hábitos de compra o consumo del producto a distribuir.

Los productos, según sus hábitos de compra, se pueden clasificar en los siguientes grupos:

1. Productos de compra corriente. Son los productos que el consumidor compra con frecuencia, con un mínimo o ningún esfuerzo de comparación y de compra. Estos productos exigen una máxima cobertura del mercado, ya que, si el consumidor no encuentra el producto, escogerá sin muchos reparos un producto de la competencia o un sustituto. En estos tipos de producto la fidelidad a la marca ayuda a la compra rutinaria. La mezcla de disponibilidad y fidelidad (logística y marketing) favorecen la compra rutinaria; ambos se deben dar simultáneamente. Este tipo de productos se adaptan mejor a la distribución intensiva.
2. Productos de compra reflexionada. Este tipo de productos son comprados luego de visitar varios puntos de venta, establecer parámetros de comparación entre distintos proveedores, analizar la calidad del producto, garantía, servicio post venta, etcétera. Son productos de precios elevados y frecuencia de compra baja. Ejemplos de esta categoría de productos son: muebles, aparatos electrodomésticos, ropa fina, entre otros. La distribución selectiva o exclusiva se acomoda mejor a este tipo de productos.
3. Productos de especialidad. Son aquellos que tienen características únicas, valoradas por el cliente, por las cuales está dispuesto a pagar un precio mayor. Un ejemplo de esta categoría son los automóviles de lujo, restaurantes muy caros, entre otros. Este tipo de productos pueden distribuirse de manera selectiva o exclusiva.

#### PUNTO CLAVE

Los hábitos de compra o consumo del producto determinarán la cobertura del mercado y por ende el tipo de distribución: intensiva, selectiva o exclusiva.

## 2. REDES DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución debe estar destinada a satisfacer las necesidades de servicio del cliente al más bajo costo posible. La red de distribución está formada por el conjunto de decisiones que debemos tomar acerca de la cantidad y ubicación de las instalaciones de almacenamiento, los stocks que vamos a poner en cada instalación y los medios de transporte a utilizar en la red con el fin de satisfacer las necesidades del cliente.

Existen muchas dimensiones del nivel de servicio que valora el cliente, aunque algunas de ellas escapan al control de la logística. Gutiérrez y Prida (1998, p. 109) en sus investigaciones realizadas en los canales de distribución del sector del consumo masivo en España elaboraron una lista de doce aspectos del nivel de servicio que valoran las empresas que realizan actividades en dicho sector:

1. Tiempo del ciclo de pedido-entrega (plazo de entrega);
2. Entrega en días y horas fijos;
3. Fiabilidad del plazo de entrega;
4. Fiabilidad del inventario, tanto por ciento de roturas de stock, tanto por ciento de demanda no atendida, entre otros;
5. Fiabilidad de la preparación y del transporte: porcentaje de errores, rechazos en la entrega;
6. Fiabilidad de la facturación: porcentaje de errores en la facturación;

7. Consistencia de los factores anteriores: variabilidad por zonas geográficas y meses del año;
8. Capacidad de respuesta ante hechos imprevistos: huelgas, pedidos urgentes;
9. Intercambio electrónico de información: pedidos;
10. Comunicaciones con el cliente sobre situación del pedido, stock disponible;
11. Procedimiento para ocuparse de las quejas y reclamaciones del cliente;
12. Seguimiento y garantía de los productos vendidos.

En nuestro análisis vamos a tomar dos aspectos del nivel de servicio de dicha lista que consideramos centrales al momento de diseñar la red de distribución: el tiempo del ciclo pedido-entrega, también llamado tiempo de respuesta, que es medido como el tiempo transcurrido entre el momento en que se recibe un pedido y el momento en que este es entregado; y la fiabilidad del inventario, también llamada disponibilidad, que se mide como la posibilidad de atender los pedidos con los stocks mantenidos en almacén.

Por ejemplo, si en un canal directo formado por un fabricante y un minorista, el minorista hace un pedido a un fabricante, el tiempo de respuesta se mide como el tiempo transcurrido entre el momento en que el fabricante recibe el pedido del minorista y el momento en que el minorista tiene el pedido en su almacén, mientras la disponibilidad está asociada a la posibilidad de atender el pedido del minorista con los stocks que mantiene el fabricante en el almacén.

Para satisfacer las necesidades señaladas, es preciso organizar instalaciones de almacenamiento, medios de transporte y políticas de inventario en dichas instalaciones que cumplan los requisitos de servicio al cliente.

Si un fabricante de alimentos eligió un canal indirecto y atiende solamente a distribuidores, deberá decidir cuántas instalaciones de almacenamiento va a tener y dónde estarán ubicadas para atender a sus distribuidores, así como también los productos que colocará en cada instalación, la política de reposición de stocks y finalmente los medios de transporte que usará para atender los pedidos.

De la misma manera, el distribuidor que se abastece del fabricante de alimentos del ejemplo anterior debe planificar sus instalaciones, medios de transporte y políticas de inventario para atender los pedidos de los minoristas a los que atiende. Como se puede ver, cada una de las etapas del canal de distribución maneja su propia red de distribución. En esta sección vamos a mencionar los principios o criterios al momento de diseñar la red de distribución. Cabe mencionar que dichos principios son válidos para cualquier etapa del canal de distribución, sea esta fabricante-distribuidor o distribuidor-detallista, en el caso de distribución indirecta; o fabricante-minorista, fabricante-consumidor final en el caso de distribución directa, o cualquier otra combinación posible.

#### PUNTO CLAVE

El diseño de la red de distribución está relacionado con las decisiones acerca de número y ubicación de instalaciones, los stocks a poner en cada instalación y los medios de transporte a utilizar. Dichas instalaciones deben estar alineadas con el nivel de servicio que se quiere dar al cliente final.

### 2.1. Consideraciones de número de instalaciones en la red

Dentro de las dimensiones del nivel de servicio que la red debe satisfacer, el tiempo de respuesta ofrecido al cliente y la disponibilidad determinan en gran parte la capacidad que debe tener la red de distribución y los costos en que incurrirá.

Si deseamos atender a un segmento de clientes que valora tiempos de respuesta cortos, entonces incrementaremos el número de instalaciones de almacenamiento y las ubicaremos cerca de dichos clientes.

Por ejemplo, un fabricante de bebidas gaseosas atiende a minoristas ubicados en tres grandes mercados del país (M1, M2 y M3). Si los minoristas están dispuestos a esperar por sus pedidos de reabastecimiento de gaseosas, entonces el fabricante podrá centralizar sus instalaciones de almacenamiento en un solo lugar y ganar escalas de almacenamiento, aunque la entrega de pedidos demorará más debido a la mayor distancia que deben recorrer los transportes para llegar al minorista. Pero si los minoristas valoran un tiempo de respuesta corto, entonces el fabricante se verá impulsado a poner un almacén en cada mercado y atender los pedidos con stocks locales.

Cuando el fabricante usa una sola instalación, diremos que ha optado por centralizar los stocks; cuando opta por varios puntos de almacenamiento para entregar más rápido a sus clientes, diremos que está descentralizando sus stocks, como se ve en la siguiente figura.

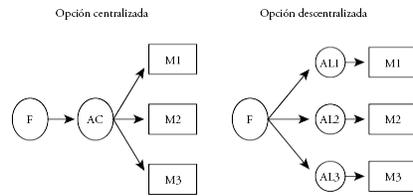


Figura 7.4: Centralización y descentralización de stocks

A continuación, presentamos un interesante análisis de las relaciones existentes entre número de instalaciones, tiempos de respuesta y costos de transporte en una red de distribución, desarrollado por Chopra y Meindl (2013, pp. 70-72).

Conforme las empresas del canal de distribución incrementen el número de instalaciones y las acerquen al cliente, lograrán reducir los tiempos de respuesta, como se puede ver en la figura 7.5. Sin embargo, a su vez, los costos operativos de mantener varias instalaciones pequeñas se incrementan debido a la pérdida de las economías de escala al operar una sola instalación, como se puede ver en la figura 7.6.

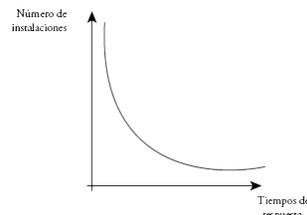


Figura 7.5: Relación tiempos de respuesta vs. número de instalaciones

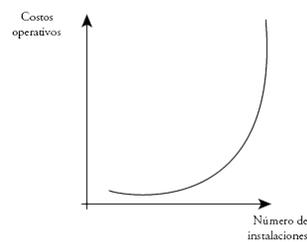


Figura 7.6: Relación costos operativos vs número de instalaciones

#### PUNTO CLAVE

La mejora de los tiempos de respuesta al cliente determinará el incremento del número de instalaciones de la red de distribución, lo cual también impactará en los costos operativos de la red.

Los costos de transporte también son afectados, pues en la opción centralizada los costos del transporte que ingresa a la instalación aprovechan las escalas que representan enviar grandes lotes a una sola instalación. Sin embargo, el transporte saliente es más caro, debido a las mayores distancias que se deben recorrer y también a que los pedidos de los clientes son más pequeños que los lotes entrantes. Si el incremento en el número de instalaciones no hace perder las escalas de los lotes entrantes, el costo del transporte total baja conforme se incrementa el número de instalaciones, hasta perder las escalas del transporte entrante, entonces el costo total del transporte vuelve a subir, como se muestra en la figura 7.7.

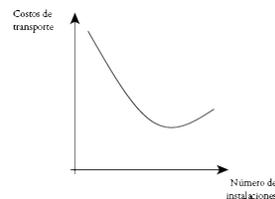


Figura 7.7: Relaciones costos de transporte vs. número de instalaciones

#### PUNTO CLAVE

Los costos de transporte varían conforme el número de instalaciones de la red de distribución se incrementa.

Las necesidades de stock en la red de distribución, específicamente el stock de seguridad, aumentan conforme incrementamos el número de instalaciones, manteniendo el mismo nivel de disponibilidad. A este comportamiento del stock de seguridad en la red se llama el efecto portafolio.

Siguiendo con el ejemplo del fabricante de gaseosas, si este atiende a  $k$  mercados, los cuales tienen una distribución normal con media  $\mu(i)$  y desviación estándar  $s(i)$ , el tiempo de entrega de la fábrica a cualquier almacén es  $l$  y la disponibilidad deseada es  $z$ , entonces si el fabricante elige la opción descentralizada, el nivel de stock de seguridad para toda la red es:

$$S.S. = z * (\sum_{i=1}^k s(i) * \sqrt{l})$$

Lo cual es igual a:

$$S.S. = z * \sqrt{l} * \sum_{i=1}^k s(i)$$

Ecuación 7.1

Si el fabricante elige la opción centralizada, es decir atender toda la demanda con una sola instalación, el nivel de stock de seguridad para la única instalación de la red es:

$$S.S. = z * \sqrt{l} * \sqrt{\sum_{i=1}^k s(i)^2 + 2 * \sum_{i=1, j=1}^k r(i, j) * s(i) * s(j)}$$

Ecuación 7.2

Donde:

$r(i, j)$ : Coeficiente de correlación entre los mercados  $(i, j)$ .

En este punto vale la pena analizar el papel del coeficiente de correlación de los mercados en los niveles de stock de seguridad y la variación de dichos stocks con el número de instalaciones de la red.

El coeficiente de correlación  $r(i, j)$  mide la relación que existe entre la demanda de los mercados  $i$  y  $j$ , y su valor varía desde  $-1$  a  $+1$ .

Un coeficiente de  $r(i, j) = 1$  significa que si la demanda en el mercado  $i$  aumenta, entonces la demanda en el mercado  $j$  también aumenta en la misma proporción.

Reemplazando el valor de  $r(i, j) = 1$  en la ecuación 7.2 tenemos:

$$S.S. = z * \sqrt{l} * \sqrt{\sum_{i=1}^k s(i)^2 + 2 * \sum_{i=1, j=1}^k s(i) * s(j)}$$

$$S.S. = z * \sqrt{l} * \sqrt{(\sum_{i=1}^k s(i))^2}$$

$$S.S. = z * \sqrt{l} * \sum_{i=1}^k s(i)$$

Con lo cual el nivel de stock de seguridad de la centralización es igual a la opción descentralizada. Esto significa que no hay reducciones de stock de seguridad con la centralización.

Lo antes expuesto se explica por el hecho de que los mercados  $(i, j)$  tienen un comportamiento similar —si uno aumenta la demanda el otro también la incrementa en la misma proporción— por lo que el incremento de la demanda en un mercado no se anula con la disminución del otro, minimizando la necesidad de inventarios de seguridad.

Es por ello que en esta situación la centralización no produce ninguna disminución en los niveles de stock de seguridad. Conforme el coeficiente de correlación disminuye desde  $1$  a valores más bajos, se podrán ver los beneficios de la centralización.

Un coeficiente de  $r(i, j) = 0$  significa que no hay relación entre los dos mercados. Si la demanda en uno de los mercados aumenta, el otro mercado puede aumentar, disminuir o no variar su demanda. También se dice que dichos mercados tienen demanda independiente.

Reemplazando el valor de  $r(i, j) = 0$  en la ecuación 7.2 tenemos:

$$S.S. = z * \sqrt{l} * \sqrt{\sum_{i=1}^k s(i)^2}$$

Un caso especial es cuando la desviación estándar de la demanda en cada uno de los  $i$  mercados son todas iguales a  $s$ , entonces el stock de seguridad es:

$$S.S. = z * \sqrt{l} * \sqrt{k * s^2}$$

$$S.S. = z * \sqrt{l} * s * \sqrt{k}$$

### Ecuación 7.3

La ecuación 7.3 la debemos comparar con la ecuación 7.1, que corresponde a la opción descentralizada, en la cual vamos a incluir la condición dada para el análisis de este caso especial: la desviación estándar de la demanda en cada uno de los  $i$  mercados son todas iguales a  $s$ , con lo cual tendremos la ecuación 7.4, que servirá para compararla con la ecuación 7.3:

$$S.S. = z \cdot \sqrt{l} \cdot s \cdot \sqrt{k}$$

Ecuación 7.4

Podemos ver, comparando las ecuaciones 7.3 y 7.4 que la centralización de stocks reduce los niveles de inventarios de seguridad en un factor igual a  $(k)^{0.5}$  con respecto a la opción descentralizada. A esto se le llama la regla de la raíz cuadrada.

Recordar que la regla de la raíz cuadrada solo se aplica a mercados independientes cuyas desviaciones estándar de la demanda son todas iguales a un único valor.

Un coeficiente de  $r(i,j) = -1$  significa que si la demanda en el mercado  $i$  aumenta, entonces la demanda en el mercado  $j$  disminuye en la misma proporción.

Reemplazando el valor de  $r(i,j) = -1$  en la ecuación 7.2 tenemos:

$$S.S. = z \cdot \sqrt{l} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^k s(i)^2 - 2 \cdot \sum_{i=1}^k s(i) \cdot s(i)}$$

En este escenario, el stock de seguridad de la opción centralizada es el mínimo posible, lográndose las mayores reducciones en los niveles de inventarios. Esto se explica en el hecho de que los incrementos de la demanda en un mercado se anulan con las disminuciones proporcionales del otro, logrando obtener el stock de seguridad mínimo.

Por tanto, podemos decir que la centralización de stocks disminuye los niveles de stock de seguridad conforme se reduce el coeficiente de correlación entre los mercados. El stock de seguridad necesario se hace mínimo cuando el coeficiente de correlación es igual a  $-1$ .

### PUNTO CLAVE

Las necesidades de stock de seguridad varían en función a dos factores: el coeficiente de correlación de la demanda de los mercados a los que va a atender la red y el número de instalaciones que va a tener la red para atender dichos mercados.

En los siguientes problemas resueltos vamos a analizar los ahorros en los niveles de stock entre las distintas opciones de la red —centralizada y descentralizada— y sus relaciones con los costos de la red de distribución.

### Problema 7.1

Usted es el jefe de planificación de una cadena de tiendas de venta de partes y repuestos para computadoras conformada por tres tiendas en Lima ubicadas en San Miguel, San Isidro y Surquillo. Usted ha recibido un correo del gerente de supply, que le solicita calcule los ahorros en los niveles de inventario resultado de centralizar los stocks en una sola ubicación, Surquillo, y atender a toda la demanda desde dicha ubicación, ya que sus clientes, en su mayoría corporativos podían mandar a recoger sus pedidos con mensajeros y no valoraban la disponibilidad de lugar que ofrecía cada una de las tres tiendas.

Usted coloca las órdenes de compra para cada tienda bajo el modelo de punto de reorden, con lotes de abastecimiento iguales al lote económico de compra que los proveedores atendían directamente a cada una de las tiendas con un  $l_t$  de 4 días.

Los datos de la demanda con los que contaba se muestran en la siguiente tabla. Considere año de 365 días.

Tienda	Demanda promedio mensual (und/día)	Variaciones de la demanda (und/día)
San Miguel	318	55
San Isidro	180	23
Surquillo	197	46

Los coeficientes de correlación de la demanda se muestran a continuación:

R (1,2)	0,3
R (1,3)	-0,2
R (2,3)	-0,15

Adicionalmente, usted sabe que el nivel de servicio de atención al cliente deseado es de 90%,  $Z(90\%) = 1,28$ , los costos de posesión de inventarios en las tiendas son de 20% anual, los costos fijos de ordenar por pedido US\$ 50, y el costo

unitario del producto es de US\$ 25.

Considerando la situación actual de la cadena de suministro (cadena descentralizada de tres tiendas), calcule usted lo siguiente:

- a) El lote de envío a cada una de las tiendas desde el proveedor.
- b) El stock de seguridad en cada una de las tiendas.
- c) El nivel de inventario promedio y el costo de posesión de inventario para toda la cadena.

En caso de centralizar las instalaciones en una sola tienda (cadena centralizada), calcule usted lo siguiente:

- d) El lote de envío desde el proveedor a la ubicación centralizada, considerando que la demanda de dicha ubicación es la suma de las demandas de las tres tiendas.
- e) El stock de seguridad en dicha ubicación centralizada.
- f) El nivel de inventario promedio y el ahorro en dólares por año en los niveles de inventario resultado de la centralización.

Nota: la solución de este problema requiere que el alumno revise las siguientes fórmulas, las cuales han sido desarrolladas en la lógica del punto de reorden del capítulo de inventarios de este libro.

– El lote de envío viene determinado por el lote económico de compra, el cual tiene la siguiente fórmula:

$$q = \sqrt{\frac{2 * A * D}{i * C_u}}$$

Donde:

A: costo de ordenar (fijo por cada pedido emitido)

D: demanda anual

i: tasa de posesión de inventarios

Cu: costo unitario

– El cálculo del stock de seguridad en la lógica de punto de reorden viene determinado por:

$$S.S. = z * \sqrt{s_1^2 * l_t + d_p^2 * s_2^2}$$

Donde:

z: nivel de disponibilidad

s1: desviación estándar de la demanda

s2: desviación estándar de los tiempos de entrega

l<sub>t</sub>: lead time

d<sub>p</sub>: demanda promedio

El inventario promedio viene determinado por:

$$I.P. = \frac{q}{2} + ss$$

Donde

IP: inventario promedio

q: lote de abastecimiento

ss: stock de seguridad

El costo de posesión de inventario está determinado por:  $CPI = i * C_u * IP$

Donde:

i: tasa de posesión de inventario anual

Cu: costo unitario

IP: inventario promedio

## Solución

### 1. Datos logísticos

Año: 365 días

A (costos de ordenar): US\$ 50

Cu (costo unitario): US\$ 25

Z (90%): 1,28

Lt: 4 días

I: 0,2 anual

**2. Situación actual: cadena descentralizada**

<b>a. Lote de envío a cada una de las tiendas</b>				
	San Miguel	San Isidro	Surquillo	Totales
Demanda promedio (und/día)	318	180	197	695
Demanda anual	116 070	65 700	71 905	253 675
Lote de envío (q)	1 524	1 156	1 199	
<b>b. Stock de seguridad en cada una de las tiendas</b>				
SS	141	59	118	317
<b>c. El inventario promedio y el costo de posesión de inventario</b>				
Inventario promedio	902,61	632,03	717,36	2 252
Costo de posesión de inventarios	4 513,04	3 160,15	3 586,82	11 260

**Situación propuesta: cadena centralizada**

<b>d. Cálculo del lote de abastecimiento</b>	
	Ubicación centralizada
Demanda anual	253 675
Lote de abastecimiento	2 252

e. Cálculo del stock de seguridad

	S(i)	s(i)^2
San Miguel	55	3025
San Isidro	23	529
Surquillo	46	2116
Totales		5670

(i,j)	R (i,j)	s(i)	s(j)	R(i,j)*s(i)*s(j)
(1,2)	0,3	55	23	379,5
(1,3)	-0,2	55	46	-506
(2,3)	-0,15	23	46	-158,7
Total				-285,2
SS =	183 unidades			

f. Nivel de inventario promedio y ahorro en los niveles de inventario

Inventario promedio	1309	unidades
CPI	6545,17	US\$/año
Ahorro	4714,83	US\$/año

**Problema 7.2**

Usted es el jefe de planeamiento del distribuidor de autos Mercedes Benz en el Perú, Dive Motors, el cual tiene siete tiendas que atienden al mercado de Lima. La demanda semanal de cada punto de venta tiene una media de 25 autos y una desviación estándar de cinco autos por semana. El tiempo de espera para el reabastecimiento desde el país de producción es de siete semanas por vía marítima.

Usted ha recibido un correo de la casa matriz en el que le indican que evalúe los ahorros en costos anuales de posesión de stocks de seguridad si centraliza las siete instalaciones en una sola más grande.

Si el coeficiente de correlación de la demanda entre cada par de tiendas es de  $-0,18$ , el nivel de disponibilidad establecido por la casa matriz es de  $95\%$   $z(95\%) = 1,65$ , la tasa de posesión de inventarios es  $18\%$  y el costo de cada auto es de US\$ 25 000 puesto en Lima, calcule usted:

- Los ahorros anuales en posesión de stock de seguridad si centraliza las siete instalaciones en una sola.
- Si el coeficiente de correlación entre cada par de tiendas sube a  $0,20$ , calcule el nuevo ahorro en costos de posesión de inventarios con respecto a la situación descentralizada.

### Solución

Datos logísticos

Costo unitario: US\$ 25 000

Tasa de posesión de inventarios:  $18\%$

Lead time: 7 semanas

Número de tiendas: 7

$Z(95\%)$ : 1,65

Demanda semanal de cada tienda (unidades)	25 000
Desviación estándar de la demanda de cada tienda	18%
$s$ (demanda de cada tienda) – unidades	52
SS de una tienda – unidades	21,83
SS de las siete tiendas – unidades	152,79
Coefficiente de correlación: $R(i,j)$	$-0,18$
Sumatoria de $s(i)^2$ (unidades por semana)	175
Sumatoria de $r(i,j)*s(i)*s(j)$ (unidades por semana)	$-31,5$
SS para la ubicación centralizada (unidades)	46,2
Ahorro en niveles de inventario en unidades	106,59
Ahorro en niveles de inventario en US\$ al año	479 665
Nuevo coeficiente de correlación: $R(i,j)$	$0,20$
Sumatoria de $s(i)^2$ (unidades por semana)	175
Sumatoria de $r(i,j)*s(i)*s(j)$ (unidades por semana)	35
SS para la ubicación centralizada (unidades)	68
Ahorro en niveles de inventario (unidades)	84,46
Ahorro en niveles de inventario en US\$ al año	380 076

### Problema 7.3

Usted acaba de ser ascendido a director de operaciones de la región andina de una importante transnacional europea dedicada a la comercialización de prendas de vestir del sector deportivo, con fábricas ubicadas en el Asia.

Una de sus primeras tareas fue evaluar la estrategia de localización de almacenes y analizar la alternativa de tener un solo almacén para toda la región o mantener los dos almacenes que actualmente tiene, uno en Callao y el segundo en Santiago para el mercado peruano y chileno respectivamente, según muestra el diagrama a continuación.

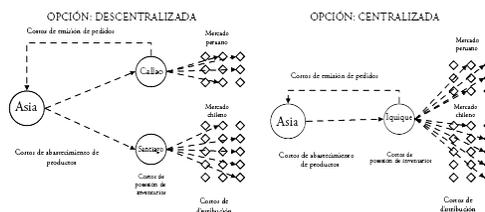


Figura 7.8: Opciones de red centralizada y descentralizada

### Situación actual: opción descentralizada

El abastecimiento a los mercados de Perú y Chile se hace a almacenes ubicados en Callao y Santiago respectivamente. Los costos logísticos relacionados son:

- Los costos de emisión de pedidos de los almacenes de Callao y Santiago son de US\$ 140 por pedido a sus proveedores del Asia. Los tiempos de entrega del proveedor son de 4,5 meses para el almacén del Callao y 4 meses para el almacén de Santiago.
- Los fletes de abastecimiento desde el Asia a cada uno de los almacenes se muestran a continuación:  
Proveedor del Asia a almacén Callao: US\$ 4500 por contenedor de 40 pies.  
Proveedor del Asia a almacén Santiago: US\$ 3900 por contenedor de 40 pies.  
Considerar que la capacidad de cada contenedor es de 6000 prendas.
- La distribución a los clientes se realiza en furgones de 30 m<sup>3</sup>, los cuales tienen una capacidad de 1200 prendas. Los fletes de distribución son:  
Callao: entrega en furgón de 30 m<sup>3</sup>: US\$ 140 por viaje  
Santiago: entrega en furgón de 30 m<sup>3</sup>: US\$ 160 por viaje

### Situación a analizar: opción centralizada

En el caso de esta alternativa, el almacén central elegido estaría en Iquique, el cual abastecería directamente a los clientes de Perú y Chile. Los costos logísticos de esta alternativa son los siguientes:

- Costos de emisión de pedidos del almacén de Iquique a los proveedores del Asia: US\$ 180 por pedido. Tiempos de entrega del proveedor: 3 meses.
- Los fletes de abastecimiento desde el Asia al almacén de Iquique son de US\$ 3000 por contenedor de 40 pies, con capacidad de 6000 prendas.
- Los costos de distribución a los clientes de Perú y Chile desde Iquique se calcularon en US\$ 0,15 por unidad para los clientes del Perú y US\$ 0,12 por unidad para los clientes de Chile.

El producto a distribuir

El artículo tiene un costo de US\$ 10 por unidad en el Asia y la demanda de los productos se comporta como una distribución normal con media y desviación estándar como se muestra en la siguiente tabla:

	1. Distribución descentralizada		2. Distribución centralizada
	Callao	Santiago	Iquique
Demanda anual (und)	1 728 000	3 047 000	4 775 000
Promedio (und/mes)	144 000	253 917	397 816,7
Desviación estándar (s) und/mes	17 596,5	39 617,4	40 243,5

Tabla 7.1: Datos de la demanda del producto a distribuir

El sistema de renovación de inventarios es el Q para ambas alternativas. Los costos de posesión de inventarios para la empresa están en 20% y el nivel de disponibilidad deseado del producto, independiente de la alternativa a elegir es de 90% ( $Z=1.28$ ).

Determine la alternativa óptima de ubicación del almacén.

### Solución

En la tabla 7.2 mostramos un resumen de los costos hallados para cada una de las alternativas, detalladas en la tabla 7.3.

Costos en US\$	Opción descentralizada	Opción centralizada
Fletes de abastecimiento	3 276 550	2 387 500
Costos de posesión de inventarios	358 421	217 405
Costos de emisión de pedidos	37 441	30 041
Fletes de distribución	607 867	624 840
Total	4 280 279	3 259 786

Tabla 7.2: Resumen de costos de las alternativas

Es preciso notar cómo se comportan los costos de cada opción:

- La opción centralizada presenta menores costos en fletes de abastecimiento debido a las economías de escala logradas en el transporte entrante.
- Los costos de posesión de inventarios de la opción centralizada son menores que la opción descentralizada debido a que 1) cuando agregamos la demanda en la opción centralizada el lote económico de compra no se incrementa en la misma proporción en que se incrementa la demanda sino en una proporción menor, debido a que el lote económico cambia en función a la raíz de la demanda; y 2) los niveles de stock de seguridad bajan debido a la centralización (efecto portafolio).
- La centralización también redujo los costos de emisión de pedidos, según los datos del problema.
- Con respecto a los fletes de distribución, la centralización aumentó dichos costos debido a las mayores distancias existentes entre el almacén central (Iquique) hacia los clientes ubicados en Perú y Chile, pero este aumento no fue significativo.

Revisando los costos totales de cada una de las alternativas de la tabla 7.2 la opción de menor costo es la centralizada (S/. 3 259 786).

	Opción descentralizada			Opción centralizada
	Callao	Santiago	Total opción descentralizada	
<b>1. Cálculo de los fletes de abastecimiento</b>				
Demanda anual (unidades)	1 728 000	3 047 000	4 775 000	4 775 000
Flete (US\$/und)	0,75	0,65		0,5
Costos totales de abastecimiento (US\$/año)	1 296 000	1 980 550	3 276 550	2 387 500
<b>2. Cálculo de los costos de posesión de stocks en almacén</b>				
Cálculo de q*				
A: emisión de pedidos (US\$/ped)			140	180
I: costos de posesión			0,2	0,2
Costo en Asia (US\$/und)	10			
Demanda anual (und)	1 728 000	3 047 000	4 775 000	
Costo unitario (US\$/ped)	10,75	10,65		10,50
q* (und/pedido) =	15 001	20 014		28 611
Cálculo de stocks de seguridad				
Z =	1,28			
Lead time (meses)	4,5	4		3
Desviación estándar mensual (und/mes)	17 596	39 617		40 243
SS (unidades)=	47 780	101 421	149 200	89 221
Inventario promedio (unidades)	55 280	111 427	166 708	103 526
Costo de posesión de stocks (US\$/año)	118 853	239 569	358 421	217 405
<b>3. Costo de emisión de pedidos</b>				
Número de pedidos por año	115	152	267	167
Costo de emisión (US\$/año)	16 126	21 314	37 441	30 041
<b>4a. Cálculo de los fletes de distribución (descentralizado)</b>				
Capacidad del furgón (unidades)	1200			
Flete (US\$/viaje)	140	160		
Número de viajes	1440	2539	3979	
Costos totales de distribución (US\$/año)	201 600	406 267	607 867	

4b. Cálculo de los fletes de distribución (centralizado)				
	Perú	Chile		
Flete (US\$/und)	0,15	0,12		
Número de unidades a distribuir	1 178 000	3 047 000		4 775 000
Costos totales de distribución (US\$/año)	259 200	365 640		624 840
5. Costos totales (US\$/año)	1 632 579	2 647 700	4 280 279	3 259 786
Opción elegida: alternativa centralizada				

Tabla 7.3: Solución de opciones descentralizada y centralizada

## 2.2. Consideraciones de localización de las instalaciones en la red

Una vez determinado el número de instalaciones en la red de distribución en base a criterios de centralización o descentralización de stocks, se requiere establecer la localización física de dicha instalación. Se pueden utilizar las relaciones de costo que existen entre los elementos que conforman la red expuestas a lo largo de esta sección para determinar aquella que produce menor costo, manteniendo los niveles de servicio que se requieran.

La ubicación de la instalación será aquella que presente la menor combinación de costos de fletes de entrada, costos de operación de la instalación, costos de posesión de inventarios en la red y costos de fletes de salida.

En el siguiente problema vamos a identificar la mejor ubicación para una instalación de producción. Lo que buscamos con este problema es identificar adecuadamente los costos mencionados; para ello hemos simplificado en gran medida la descripción de la situación.

### Problema 7.4

Se desea determinar la ubicación óptima de una fábrica de fideos. Se tienen cuatro ubicaciones posibles: A, B, C, D. El trigo, materia prima necesaria para la producción de los fideos, está disponible solo en A. La logística de entrada se caracteriza por lo siguiente:

El transporte del trigo se realiza a granel en camiones de 20 toneladas de capacidad. La empresa ha calculado que si quiere enviar a la fábrica 100 toneladas debe cargar 101 toneladas, debido a las mermas del manipuleo y transporte a granel.

Los datos de la demanda de cada una de las cuatro ciudades, costos operativos sin incluir la depreciación, la inversión en la fábrica y costos de los fletes del trigo se muestran a continuación:

Ciudad	Demanda fideos (ton/año)	Costos operativos US\$/año	Inversión US\$	Fletes trigo US\$/viaje
A	1500	320 000	800 000	0
B	3000	210 000	900 000	300
C	2500	250 000	600 000	250
D	2800	240 000	750 000	190

Tabla 7.4: Datos relacionados a cada ubicación

Una vez que los fideos han sido embolsados se almacenan en pallets. Cada pallet pesa en promedio 375 kilos y se trasladan de la planta a la ciudad demandante en camiones portapallets con capacidad máxima de 48 pallets o 20 toneladas de carga. No existen mermas para el transporte de los fideos en pallets. Los fletes cobrados por los camiones portapallets, en dólares por viaje, se muestran a continuación:

Fletes	A	B	C	D
A		320	280	230
B			245	270
C				250
D				

Tabla 7.5: Fletes de productos terminados

Si la fábrica tiene una vida útil de diez años y los datos de la demanda, costos operativos y fletes son los promedios estimados para los próximos diez años, se pide determinar la ubicación óptima de la fábrica de fideos.

### Solución

Para resolver este problema, la primera consideración a tomar es calcular la cantidad de trigo, incluyendo las mermas debido al manipuleo y transporte, que debemos trasladar de A hacia el posible emplazamiento de la fábrica. Los cálculos se presentan a continuación:

Ciudad	Ton/año
A	1500
B	3000
C	2500
D	2800
Total	9800
Mermas	98
Total a cargar	9898

Tabla 7.6: Cálculo de la cantidad a trasladar

Se debe incluir los costos de depreciación anual dentro de los costos operativos. La depreciación anual se calcula dividiendo la inversión entre la vida útil.

Finalmente, para calcular el costo de distribución es preciso calcular el número de viajes entre la fábrica y cada una de las ciudades a atender; para ello debemos considerar las restricciones de peso y volumen de los camiones portapallets.

El cálculo de los costos de cada una de las alternativas se presenta a continuación:

	A	B	C	D
<b>Parte A</b>				
<b>1. Flete de abastecimiento</b>				
Costo del flete US\$/viaje	0	300	250	190
Número de viajes por año	0	495	495	495
Costo total anual de fletes US\$	0	148 500	123 750	94 050
<b>2. Costos de operación</b>				
Costos operativos sin incluir depreciación US\$/año	320 000	210 000	250 000	240 000
Depreciación US\$/año	80 000	90 000	60 000	75 000
Costos operativos totales US\$/año	400 000	300 000	310 000	315 000
<b>3. Costos de distribución</b>				
Viajes a clientes en A por año	0	84	84	84
Viajes a clientes en B por año	167	0	167	167
Viajes a clientes en C por año	139	139	0	139
Viajes a clientes en D por año	156	156	156	0
Flete a clientes en A por año	0	26 880	23 520	19 320
Flete a clientes en B por año	53 440	0	40 915	45 090
Flete a clientes en C por año	38 920	34 055	0	34 750
Flete a clientes en D por año	35 880	42 120	39 000	0
Total fletes distribución	128 240	103 055	103 435	99 160
<b>4. Costos totales anuales</b>	<b>528 000</b>	<b>551 555</b>	<b>537 185</b>	<b>508 210</b>

Tabla 7.7: Cálculo de costos totales de la ubicación de la fábrica de fideos

La ubicación de menor costo para la fábrica corresponde a la ubicación D.

En la localización de las instalaciones de producción, el papel que cumplen las materias primas dentro del proceso productivo es un elemento que afecta la ubicación de la instalación. Si el proceso productivo es de pérdida de peso, como por ejemplo la producción del acero, es decir, si se pierde peso debido a subproductos no utilizables, se recomienda localizar la planta cerca de las fuentes de materias primas, para evitar así el transporte de estos subproductos.

Si el proceso es de ganancia en peso, es decir, si la producción incorpora elementos disponibles en la naturaleza, tales como agua o aire, se recomienda localizar la planta cerca de los mercados de consumo, para evitar el transporte de agua o aire. Un ejemplo de este caso es la producción de gaseosas.

Si el proceso no es de pérdida ni de ganancia en peso, como por ejemplo operaciones de ensamblado, la localización de la planta no depende directamente de la ubicación de las fuentes de materias primas ni de los mercados de consumo (Ballou, 2004, p. 553).

En el siguiente problema se usan los conceptos del tipo de proceso productivo para establecer la ubicación idónea de una planta de producción.

### Problema 7.5

Usted debe elegir la ubicación de una planta de embotellamiento de bebidas gaseosas. Tiene dos alternativas posibles. La primera alternativa es ubicar la planta en Lima, con unos costos operativos de US\$ 0,75 US\$ por litro de producto terminado. Los concentrados que constituyen la esencia del producto se traerían desde Santiago y representarían solo el 20% del producto terminado (medidos en litros); el resto es agua. La segunda alternativa es embotellar la bebida gaseosa en Santiago, donde ya se cuenta con una planta que abastece al mercado chileno. Lo atractivo de esta alternativa es que las economías de escala logradas permitirían unos costos operativos muy bajos, es decir, la tercera parte de lo que cuesta en Lima.

La demanda anual del mercado limeño es estimada en doce millones de litros. Además, los concentrados solo se encuentran disponibles en Santiago. La logística de cada una de las alternativas es la siguiente:

Alternativa 1. Planta embotelladora ubicada en Lima:

- Valor FOB Valparaíso de los concentrados: US\$ 1,00 por litro.
- Flete: los concentrados son traídos por vía marítima en contenedores tanque de 3000 lt de capacidad y con un costo de flete de Valparaíso-Callao de US\$ 1800 por contenedor.
- Seguro: 0,5% del valor FOB Valparaíso.
- Los impuestos a pagar por la importación de los concentrados son:
  - Ad valorem (AdV): 12% CIF Callao
  - ISC: 20% del (CIF + AdV)
  - Antidumping: US\$ 0,6 por litro

Alternativa 2. Planta embotelladora ubicada en Santiago:

- Valor FOB Valparaíso de las bebidas gaseosas: US\$ 1,25 por litro.
- Flete: el traslado de las bebidas gaseosas se realiza en contenedores de 40 pies, los cuales pueden llevar 2500 litros de productos terminados. El flete Valparaíso-Callao es de US\$ 1200 por contenedor.
- Seguro: 0,5% del valor FOB Valparaíso.
- El ad valorem (4% CIF Callao) es el único impuesto que grava la importación de las bebidas gaseosas.

La distribución de los productos terminados en el mercado peruano tiene un costo de un millón de dólares anuales. Este costo es independiente de dónde sean fabricados los productos.

Determine los costos de cada una de las alternativas y elija la más conveniente para la realización de la operación.

### Solución

Datos del problema:

Deñada anual de productos terminados: 12 000 000 litros por año

% concentrado/producto final: 20%

Costos operativos Lima: US\$ 0,75 por litro

Costos operativos Santiago: US\$ 0,25 por litro

	Alternativa 1	Alternativa 2
--	---------------	---------------

	Planta embotelladora en Lima (importación de concentrado)	Planta embotelladora en Santiago (importación de producto terminado)
FOB Valparaíso Concentrados/producto terminado US\$/lt	1,00	1,25
Transporte		
Flete por contenedor US\$	1800	1200
Capacidad en litros	3000	2500
Flete por litro US\$	0,60	0,48
Seguro US\$/lt	0,0050	0,0063
Costo CIF Callao US\$/lt	1,60	1,7363
Impuestos:		
Ad valorem US\$/lt	0,1926	0,0695
ISC US\$/lt	0,3595	0
Antidumping US\$/lt	0,6000	0
Costo concentrado/producto terminado en Perú US\$/lt	2,7571	1,8057
Volumen a importar (litros por año)	2 400 000	12 000 000
Costo total importación US\$/año	6 617 088	21 668 400
Costos operativos Lima US\$ por año	9 000 000	
Costos distribución US\$ por año	1 000 000	1 000 000
<b>Costos totales US\$/año</b>	<b>16 617 088</b>	<b>22 668 400</b>

7.8: Cálculo de costos totales de planta de embotellamiento de gaseosas

### 2.3. Consideraciones de localización de los stocks en la red

Si bien es cierto que los canales de distribución tienen que decidir entre incrementar o no el número de instalaciones con el fin de alcanzar los objetivos de servicio al cliente, también debemos evaluar la conveniencia de poner toda la variedad de productos en las instalaciones de la red.

Las preguntas subyacentes son las siguientes: en el canal directo mostrado a continuación, ¿es necesario que todos los productos del fabricante se mantengan en las instalaciones del minorista?, ¿reporta algún beneficio realizar la entrega desde el stock del fabricante convirtiendo al minorista en un tomador de pedidos o punto de exhibición de los productos?



Figura 7.9: Localización correcta del stock

Para Carranza (2005, p. 273) existen cuatro fuerzas que empujan los inventarios en una u otra dirección a lo largo del canal, las cuales resumimos a continuación:

- Rotación del producto. Cuanto mayor sea la rotación, existirá un mayor interés del canal en llevar el stock de dicho producto hasta el último eslabón del canal de distribución. Además, los riesgos de obsolescencia y caducidad son menores.
- Tiempo de respuesta. Si el objetivo es proporcionar una respuesta rápida al cliente, entonces los inventarios deben llevarse hasta el último eslabón del canal de distribución.
- Nivel de disponibilidad exigida por los mercados. Cuanto mayor sea el nivel de servicio exigido por el cliente, las empresas deberán esforzarse más por llevar el stock hasta el último eslabón del canal de distribución.
- Costo añadido. Cuanto mayor sea el costo del producto, mayores serán los costos de posesión de inventarios, razón por la cual será más conveniente centralizar los stocks y atender los pedidos de los clientes desde eslabones anteriores para aprovechar los ahorros en niveles de inventario (efecto portafolio).

Desde el punto de vista de Carranza, el costo del producto es la única fuerza en los canales que busca mantener los stocks en etapas anteriores, las demás fuerzas —relacionadas con el mercado: rotación, tiempo de respuesta y disponibilidad— empujan a movilizar el stock hacia adelante, hasta las etapas próximas al consumidor final.

Las tiendas por departamento como Saga, Oeschle o Ripley nos brindan un ejemplo de la aplicación de los puntos de vista de Carranza. A continuación, vamos a tomar tres categorías de productos, compararlos entre sí y establecer su ubicación correcta en la cadena de suministro. Las categorías de producto a analizar y comparar son prendas de vestir, refrigeradoras y muebles de lujo.

Las características de los tres tipos de producto en relación a la rotación, tiempos de respuesta, disponibilidad del stock y costos son las siguientes:

**Rotación:** de los tres productos elegidos, las prendas de vestir tienen una rotación mayor que las refrigeradoras y a su vez estas tienen una rotación mayor que los muebles de lujo.

**Tiempo de respuesta:** el consumidor espera obtener la prenda de vestir inmediatamente, mientras en el caso de refrigeradoras está dispuesto a esperar dos o tres días por la entrega en su casa. En cuanto a los muebles de lujo, la entrega puede demorar dos o tres semanas debido a que una vez que el cliente realiza el pedido y elige el color del mueble, este es ensamblado de acuerdo a sus especificaciones.

**Disponibilidad del stock:** el consumidor espera encontrar la talla y el color que prefiere disponible en la tienda, mientras en el caso de las refrigeradoras y muebles de lujo, el cliente encuentra solo una unidad que representa las distintas variedades de productos; es decir, encuentra una sola refrigeradora, por ejemplo de color blanco, aunque también existan disponibles otros colores en distintos tamaños. Algo similar ocurre con los muebles de lujo.

**Costos:** claramente, el producto de menor costo unitario es la prenda de vestir. Las refrigeradoras tienen un costo unitario mucho más alto y, finalmente, los muebles de lujo tienen un costo aún mayor.

Tomando en cuenta las características de los tres tipos de productos y los criterios para localizar los stocks enunciados anteriormente, las prendas de vestir deberían llegar hasta el último eslabón de la cadena de suministro, las refrigeradoras deberían llegar hasta un eslabón anterior y los muebles de lujo deberían quedarse inclusive un eslabón antes.

En efecto, si la cadena de suministro de una tienda por departamento está formada por proveedores, centro de distribución y tiendas que atienden al consumidor final, como se ve en la figura 7.10, la ubicación de los stocks para cada tipo de producto es la siguiente:

- Las prendas de vestir llegarán hasta las tiendas que atienden a los consumidores.
  - Las refrigeradoras llegarán hasta el centro de distribución y desde dicha localización se entregarán al consumidor final dos o tres días luego de que el cliente realizó la compra. Las tiendas solo mantienen una unidad de exhibición y se convierten en tomadores de pedido. Esta localización del stock permite aprovechar los ahorros en niveles de inventario que propone el efecto portafolio.
  - Los muebles de lujo se mantendrán en las instalaciones del proveedor, y desde dicha localización se entregarán al consumidor final. El tiempo de respuesta será de dos o tres semanas, debido a que el proveedor ensamblará el mueble de acuerdo a las especificaciones del pedido del cliente. Esto permitirá a la cadena de suministro obtener importantes ahorros en niveles de inventario de productos muy caros. Además, mantener el stock en la locación del proveedor permitirá aprovechar aún más los ahorros en niveles de inventarios que propone el efecto portafolio.
- Adicionalmente, la cadena de suministro podrá ofrecer una mayor variedad de productos, dado que pospone la personalización del mueble a la medida del pedido del cliente.

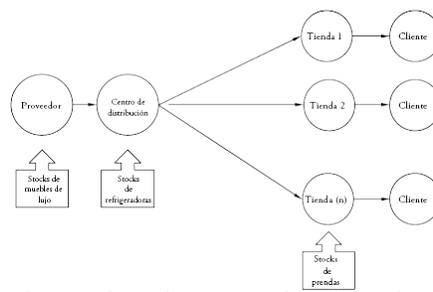


Figura 7.10: Localización de stocks en una cadena de tiendas por departamento

Dado que Carranza nos da criterios cuantitativos para localizar los stocks en la red de distribución, es posible cuantificar los ahorros producidos por una adecuada localización, para en base a ello estimar la mejor ubicación del stock. El siguiente problema nos ayudará a establecer un modelo de análisis para determinar la mejor ubicación de los stocks.

## Problema 7.6

Un fabricante de computadoras personales (PC) comercializa sus productos utilizando un canal directo, para lo cual cuenta con 1024 tiendas ubicadas a lo largo del país, en las que atiende al consumidor final como se muestra en la siguiente figura:

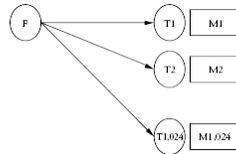


Figura 7.11: Distribución del fabricante de PC

Donde:

F: fabricante

T(i): tiendas desde  $i = 1$  hasta 1024

M(i): mercados desde  $i = 1$  hasta 1024

Dicho fabricante tiene dos líneas de productos importantes, la primera es la línea Hogar, formada por computadoras personales (PC) para uso familiar de gran demanda y bajo costo, la segunda línea es la línea gráfica orientada a un mercado más sofisticado, con mayor potencia de procesamiento y gráficas, y una demanda mucho menor pero un costo más alto.

El fabricante, debido a la intensa competencia que existe en el mercado, quiere evaluar si le conviene centralizar o no los stocks en un centro de distribución (CD) con el fin de disminuir los inventarios en su red y realizar el reparto desde el CD al consumidor final y convertir sus tiendas en lugares de exhibición, información al cliente y generación de ventas. En caso de que le convenga centralizar, quiere saber si debería centralizar las dos líneas o solo una y cuál.

Para el análisis usted tomó dos productos representativos de cada línea, cuyos datos mostramos a continuación:

### Línea hogar: PC Hogar

Costo del producto por unidad US\$	700
Demanda semanal en unidades	900
Desviación estándar de la demanda semanal (s) en unidades	45

### Línea gráfica: PC Gráfica

Costo del producto por unidad US\$	9100
Demanda semanal en unidades	20
Desviación estándar de la demanda semanal (s) en unidades	35

Adicionalmente, el fabricante le indica que el nivel de disponibilidad deseado en cualquier alternativa es de 95% ( $z = 1,65$ ), el costo de posesión de inventarios de 26% y el tiempo de entrega de la fábrica a cada una de las tiendas es de cuatro semanas. Si se implemente el CD el tiempo de entrega de la fábrica al CD se mantendría también en cuatro semanas.

Además, el grado de correlación de la demanda entre las tiendas para las dos líneas es cero.

Se le pide a usted que calcule los ahorros por unidad vendida generados por la centralización de stocks y que sugiera al fabricante la mejor alternativa de distribución para cada línea.

## Solución

En función a lo visto anteriormente, la centralización de stocks genera disminución de los niveles de stock de seguridad requeridos. Vamos a empezar calculando los niveles de stock de seguridad para cada línea de productos bajo la opción descentralizada.

### Opción descentralizada

Como sabemos, el stock de seguridad en cada tienda es:

$$SS = z * s(lt)$$

Si la desviación estándar es la misma en cada tienda y el número de instalaciones  $k$  es 1024, entonces tenemos que el stock de seguridad en toda la red es:

$$SS = k * z * s * \sqrt{I}$$

Realizando los cálculos, tenemos los siguientes niveles de stock de seguridad y sus costos de posesión:

Opción descentralizada	Línea hogar	Línea gráfica
Desviación estándar semanal (unidades)	45	35
Tiempo de entrega desde la fábrica (semanas)	4	4
Z (95% de disponibilidad)	1,65	1,65
SS (unidades por tienda)	149	116
Número de tiendas	1024	1024
SS (en todas las tiendas)	152 064	118 272
Cálculo de costos de posesión del SS		
i	26%	26%
Costo del producto US\$	700	9100
Costo de posesión del SS US\$/año	27 675 648	279 831 552

Tabla 7.9: Opción descentralizada para el fabricante de PC

En el caso de la opción centralizada, debido al efecto portafolio estudiado anteriormente, los niveles de stock de seguridad bajan. Dado que la correlación de la demanda de las tiendas es cero y la desviación de la demanda es igual en cada tienda para cada línea de productos, entonces, podemos aplicar la regla de la raíz cuadrada. Por lo tanto, el stock de seguridad en la opción centralizada es:

$$SS = z * \sqrt{k} * s * \sqrt{I}$$

Realizando los cálculos para cada línea, tenemos:

Opción centralizada	Línea hogar	Línea gráfica
Desviación estándar semanal (unidades)	45	35
Tiempo de entrega desde la fábrica	4	4
Z (95% de disponibilidad)	1,65	1,65
Número de tiendas	1024	1024
SS (centralizado) unidades	4752	3696
Cálculo de los costos de posesión del SS US\$/año	864 864	8 744 736

Tabla 7.10: Opción centralizada para el fabricante de PC

Si calculamos los ahorros por unidad vendida y los ahorros como porcentaje del costo del producto para cada línea de productos tenemos:

Cálculo de ahorros por unidad	Línea hogar	Línea gráfica
Ahorros logrados por centralizar	25 849 824	271 086 816
Ventas semanales por tienda	900	20
Ventas anuales totales	47 923 200	1 064 960
Ahorro por unidad	0,54	255
Ahorro como porcentaje del costo	0,0771%	2,7973%

Tabla 7.11: Ahorros generados por la centralización

Revisando los cálculos realizados, verificamos que más beneficio produce centralizar la línea gráfica y mantener en tienda la línea hogar, por lo cual podríamos recomendar al fabricante mantener la línea hogar en las tiendas y centralizar la línea gráfica, como se muestra en las figuras 7.12 y 7.13 respectivamente. Adicionalmente, debemos evaluar si el ahorro

generado por la centralización de la línea gráfica compensa los costos adicionales de operar un CD y del reparto directo al consumidor final. En cualquier caso, los ahorros por unidad generados por la línea gráfica (US\$ 255 por unidad) están en mejor posición para soportar dichos costos que la línea hogar, lo cual refuerza nuestra recomendación.

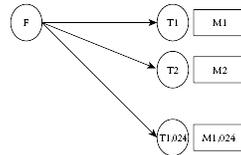


Figura 7.12: Distribución descentralizada para la línea Hogar

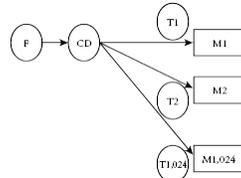


Figura 7.13: Distribución centralizada para la línea gráfica

En este problema hemos comprobado las ideas dadas por Carranza: estamos dejando en las tiendas el producto más barato y de mayor rotación (línea hogar), mientras el producto más caro y de menor rotación lo centralizamos en un CD.

Un argumento adicional a favor de la centralización de stocks de productos caros está en los hábitos de compra de dichos productos. Por lo general la compra de un producto caro cae en la categoría de productos de compra reflexionada, para lo cual los compradores están dispuestos a comparar precios, desempeño, garantía, entre otros, entre muchas marcas antes de decidir la compra, con lo cual el incremento de 1 o 2 días en la entrega que significa distribuir desde el CD no representaría ningún inconveniente para estos compradores. Esto vuelve a reforzar los argumentos a favor de la centralización de los productos caros.

Finalmente, es importante valorar el impacto de la incertidumbre de la demanda en la localización del stock. La incertidumbre se puede medir con el coeficiente de variación:

$$cv = \frac{s}{\mu}$$

Donde:

- cv: coeficiente de variación
- s: desviación estándar de la demanda
- $\mu$ : demanda promedio

Un producto con mayor incertidumbre presenta un coeficiente de variación alto. En nuestro ejemplo, la línea gráfica tiene un coeficiente de variación de 1,75 y la línea hogar un coeficiente de variación de 0,05. Entonces, es lógico centralizar los stocks para aquellos productos que presentan mucha incertidumbre, de manera que reducimos los stocks y estamos menos expuestos a la obsolescencia o salida prematura del mercado a que están expuestos dichos productos.

Si el producto tiene un bajo coeficiente de variación, podemos desplazar masivamente los stocks en todas las instalaciones, confiando en la salida continua que tiene.

#### PUNTO CLAVE

Los criterios para localizar los productos en una red de distribución están relacionados con la rotación del producto, tiempo de respuesta, nivel de disponibilidad, costo del producto, coeficiente de correlación de los mercados y coeficiente de variación de la demanda.

## 2.4. Implementación de plataformas en la red

Las plataformas que existen en la red de distribución pueden ser de los siguientes tipos:

- Plataformas de consolidación
- Plataformas de expedición
- Centros de distribución
- Plataformas de cross dock

Recomendamos al lector revisar la sección de tipos de almacenes del capítulo de almacenes de este libro para encontrar información detallada de cada una de estas plataformas. A continuación, resumimos cada una de dichas plataformas y sus criterios de implementación.

### 2.4.1. Plataformas de consolidación

Se usan cuando se tienen varios proveedores que abastecen a un mismo eslabón, como se aprecia en la figura 7.14. La implementación de una plataforma de consolidación es posible siempre y cuando los ahorros en el transporte entrante que genera una plataforma son mayores o iguales al costo de mantener dicha plataforma. Este concepto se ilustra de la siguiente manera:

Sea la situación inicial como la descrita en la figura 7.14, en la cual los proveedores realizan el abastecimiento al eslabón en camiones pequeños, envíos independientes que recorren una distancia  $D$ . El costo total del transporte entrante al eslabón es:  $F1 + F2 + F3$ .

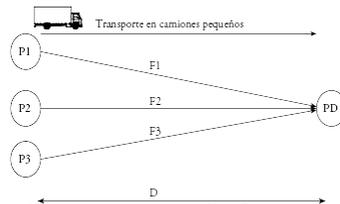


Figura 7.14: Abastecimiento sin plataformas de consolidación

P1, P2, P3: son los puntos de origen  
 PD: Punto de destino o eslabón de destino

Si se decide colocar una plataforma de consolidación cercana a las fuentes de abastecimiento, la distancia  $D$  se parte en dos  $d1$  y  $d2$ , como se muestra en la figura 7.15. En esta situación el camión pequeño de la situación inicial recorre una distancia mucho más pequeña  $d1$  y un camión de mayor tamaño, con economías de escala en el transporte, recorre la distancia mayor  $d2$ , con los envíos de los tres proveedores. El nuevo costo total del transporte entrante al eslabón es  $(f1 + f2 + f3 + F4)$ .

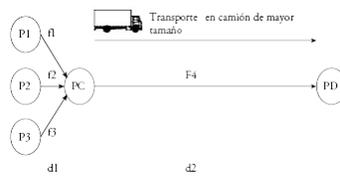


Figura 7.15: Abastecimiento con plataformas de consolidación

La implementación de la plataforma será posible siempre y cuando los ahorros en fletes que produce la plataforma sean mayores al costo operativo de la misma (CO), es decir:

$$(F1 + F2 + F3) - (f1 + f2 + f3 + F4) > CO$$

Los ahorros en costos que producen las plataformas de consolidación pueden ser incentivados por los siguientes factores:

- Tamaño del lote de envío. Cuanto menor sea el tamaño del lote de envío de los proveedores, más ahorros en costos puede producir la plataforma. Si el tamaño de lote de envío del proveedor es grande y llena un camión grande, entonces no tiene mucho sentido usar la plataforma para descargar el envío y luego volverlo a cargar en otro camión del mismo tamaño. Si este fuera el caso, el envío debe realizarse directamente del proveedor, sin utilizar la plataforma.
- Distancia geográfica entre el punto de origen y el de destino. Cuanto mayor sea la distancia entre el punto de origen y destino, el camión grande con economías de escala producirá un ahorro mayor que si la distancia a recorrer es pequeña.

La logística internacional, caracterizada por sus grandes distancias, usa intensivamente las plataformas de consolidación. Por ejemplo, existen muchas plataformas de consolidación en Asia para envíos pequeños con destino a muchos puertos del mundo, entre ellos, el puerto del Callao. Por otro lado, en la logística local no es común encontrar plataformas de consolidación para mover mercaderías de un punto a otro dentro de la misma ciudad.

- Frecuencia de envíos. Una frecuencia de envíos de los proveedores muy baja no favorece la implementación de una plataforma de consolidación, porque el tiempo necesario para la consolidación se incrementa, exponiendo al punto de destino a retrasos en el abastecimiento de materiales. Por el contrario, si la frecuencia de envíos es muy alta y los lotes de envío son pequeños, el uso de una plataforma de consolidación tiene mayores posibilidades de generar ahorros.
- Número de proveedores y cercanía geográfica entre los mismos. Si la base de proveedores es reducida y estos se encuentran alejados entre sí, la posibilidad de hacer un uso eficiente de la plataforma de consolidación es limitada. Cuanto mayor sea la cantidad de proveedores y su cercanía, mayores serán las posibilidades de generar ahorros mediante el uso de una plataforma.

### 2.4.2. Plataformas de expedición

Se usan cuando varios clientes son abastecidos desde una misma fábrica o almacén. Al igual que una plataforma de consolidación, una plataforma de expedición debe generar ahorros en costos de transporte mayores o iguales al costo de sostener una plataforma.

De la misma forma que en la plataforma de consolidación, los ahorros en costo de una plataforma de expedición se calculan de la siguiente manera:

En la figura 7.15 se muestra el transporte a los distintos puntos de entrega en camiones pequeños y envíos independientes sin el uso de una plataforma de expedición. El costo del transporte es:  $F_1 + F_2 + F_3$ .

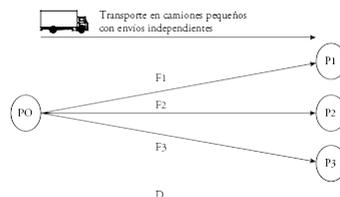


Figura 7.16: Transporte sin plataforma de expedición

Si colocamos una plataforma de expedición cercana a los puntos de destino, como se muestra en la figura 7.16, los nuevos costos de transporte son:  $(f_1 + f_2 + f_3 + F_4)$ .

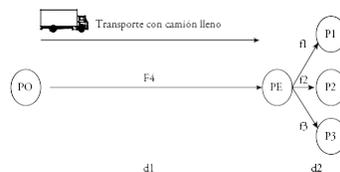


Figura 7.17: Transporte con plataforma de consolidación

La implementación de la plataforma de expedición será posible siempre y cuando los ahorros en fletes que produce la plataforma sean mayores al costo operativo de la misma (CO), es decir:

$$(F_1 + F_2 + F_3) - (f_1 + f_2 + f_3 + F_4) > CO$$

Los factores que favorecen el uso de las plataformas de expedición tienen un razonamiento similar a los usados para explicar el uso de plataformas de consolidación. Dichos factores son:

- Tamaño del lote de envío
- Distancia geográfica entre el punto de origen y el de destino
- Frecuencia de envíos
- Número de proveedores y cercanía geográfica entre los mismos

El lector debe explicar el sentido en que estos factores favorecen o no el uso de las plataformas de expedición.

### 2.4.3. Centros de distribución

Al igual que una plataforma de expedición, los centros de distribución se usan cuando varios clientes son abastecidos desde una misma fábrica o almacén. Por el contrario, un centro de distribución mantiene stocks para abastecer la demanda de los clientes y una plataforma de expedición no.

El mantener stocks en el centro de distribución permite atender los pedidos de los clientes en un tiempo más corto que la plataforma de expedición, dado que el centro de distribución está localizado cerca de los clientes, pero a su vez exige que el ahorro en transporte sea suficiente no solo para cubrir los costos operativos del CD sino también los costos de posesión de los stocks que ahí se mantienen.

Los ahorros en costos de transporte que genera un centro de distribución se calculan de la siguiente manera:

En la figura 7.18 se muestra el transporte a distintos puntos de entrega en camiones pequeños y envíos independientes sin el uso de un centro de distribución. El costo del transporte es:  $F_1 + F_2 + F_3$ .

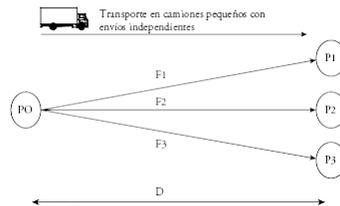


Figura 7.18: Transporte sin centro de distribución

Si colocamos un centro de distribución cerca de los puntos de destino, como se muestra en la figura 7.19, los nuevos costos de transporte son:  $(f_1 + f_2 + f_3 + F_4)$ .

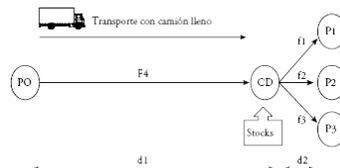


Figura 7.19: Transporte con centro de distribución

La implementación de un centro de distribución será posible siempre y cuando los ahorros en fletes que produce el centro de distribución sean mayores al costo operativo del mismo más el costo de posesión de inventarios, es decir:

$$(F_1 + F_2 + F_3) - (f_1 + f_2 + f_3 + F_4) > CO + CPI$$

Los factores que favorecen la implementación de un centro de distribución son los mismos que los explicados anteriormente y se deja al lector la explicación del sentido en que dichos factores favorecen o no la implementación del centro de distribución.

#### 2.4.4. Plataformas cross dock

Una plataforma de cross dock se usa cuando se tienen múltiples proveedores con envíos a múltiples puntos de entrega. El funcionamiento de una plataforma de cross dock es parecido al funcionamiento combinado de una plataforma de consolidación y expedición; es decir, los proveedores en lugar de enviar a cada punto de entrega de manera independiente, consolidan los pedidos de todos los puntos y los entregan en la plataforma de cross dock. En la plataforma de cross dock se combinan los pedidos de varios proveedores que tienen el mismo punto de entrega y se hace un solo envío a cada punto de entrega.

Los ahorros en costos de transporte que genera una plataforma de cross dock se calculan de la siguiente manera:

En la figura 7.20 se muestra el transporte a los puntos de entrega en camiones pequeños y envíos independientes sin el uso de una plataforma de cross dock. El costo del transporte es:  $F(1,1) + F(1,2) + F(1,3) + \dots + F(3,3)$

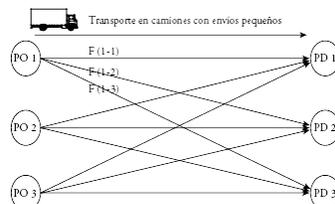


Figura 7.20: Transporte sin plataforma de cross dock

Si colocamos una plataforma de cross dock entre los puntos de origen y los puntos de destino, como se muestra en la figura 7.20, los nuevos costos de transporte son:  $f(1p) + f(2p) + f(3p) + f(p1) + f(p2) + f(p3)$ .

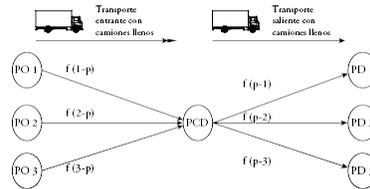


Figura 7.21: Transporte con plataforma de cross dock

La implementación de una plataforma de cross dock será posible siempre y cuando los ahorros en fletes que produzca la plataforma sean mayores al costo operativo de la misma, es decir:

$$[F(11) + F(12) + F(1+3) + \dots + F(3,3)] - f(1p) + f(2p) + f(3p) + f(p1) + f(p2) + f(p3) > CO$$

Los factores que favorecen la implementación de una plataforma de cross dock son los mismos que los explicados anteriormente y se deja al lector la explicación del sentido en que dichos factores favorecen o no la implementación del centro de distribución.

### Problema 7.7

Usted es el gerente de operaciones de una transnacional americana con fábricas ubicadas en Asia, donde compra la ropa para el mercado peruano. Dado el pequeño tamaño de sus embarques, está evaluando la implementación de una plataforma de consolidación en Hong Kong para sus compras, que le permitiría ahorrar en fletes internacionales.

#### Situación actual: carga suelta

Para realizar su análisis usted toma como referencia un mes promedio, con los siguientes datos logísticos:

Número de embarques mensuales promedio	72
Peso promedio por embarque (toneladas)	3,5
Volumen promedio por embarque (m <sup>3</sup> )	5
Flete internacional (LCL) US\$/ton/m <sup>3</sup>	45

Gastos locales en Perú:

- Agente de carga:
- Desconsolidación (cobrado por el agente de carga por cada embarque): S/. 65 ton/m<sup>3</sup>
- Handling (gastos administrativos, fijo por embarque): S/. 150
- Depósito temporal:
- Gastos administrativos, fijo por embarque: S/. 50
- Cuadrillas (para el manipuleo de la carga, fijo por embarque): S/. 80

#### Situación a analizar: carga contenedorizada

Usted se contactó con un operador logístico en Hong Kong que le cotizó una plataforma de consolidación con costos fijos mensuales de US\$ 5000, incluyendo la manipulación de la carga y llenado de contenedores.

Además, obtuvo los siguientes costos en fletes de su agente de carga:

Fletes del puerto del Fabricante a Hong Kong (US\$), transporte como carga suelta por ton/m <sup>3</sup>	8
Flete desde Hong Kong al puerto del Callao US\$ por contenedor de 20 pies	1050
Capacidad del contenedor de 20 pies (toneladas)	25
Capacidad del contenedor de 20 pies (m <sup>3</sup> )	33
Capacidad útil del contenedor de 20 pies (m <sup>3</sup> )	30

Los gastos locales en Perú son los siguientes:

- Agente de carga:

- Handling (gastos administrativos, fijo por embarque): S/. 150. Cada contenedor se considera un embarque
- Depósito temporal:
  - Tracción del contenedor, del puerto al depósito temporal: US\$ 40 por cont. de 20 pies
  - Derecho de descarga (inc. uso de muelle y la grúa): S/. 330 por contenedor de 20 pies
  - Gastos administrativos: S/. 50 por contenedor de 20 pies

Determine usted si es conveniente la implementación de una plataforma de consolidación y establezca los costos mensuales de cada alternativa. Usar el tipo de cambio del día.

## Solución

Tipo de cambio del día: S/. 2,80 por dólar

### Cálculo de costos: situación actual (carga suelta)

Fletes internacionales		
Flete internacional en unidades (LCL)	45	US\$/ton_m <sup>3</sup>
Número de embarques mensuales	72	embarques
Peso promedio por embarque	3,5	toneladas
Volumen promedio por embarque	5	m <sup>3</sup>
Peso equivalente por embarque	5	ton equivalente
Se toma el peso equivalente	5	ton/embarque
Flete internacional por embarque	225	US\$
Total gastos en flete internacional por mes	16 200	US\$
Gastos locales – agente de carga		
Desconsolidación (soles)	65	ton_m <sup>3</sup>
Desconsolidación (US\$)	23,21	ton_m <sup>3</sup>
Gasto de desconsolidación (US\$ por embarque)	116,07	US\$
Gasto de desconsolidación (US\$ por mes)	8357,14	US\$
Handling (soles por embarque)	150	soles/embarque
Handling (US\$ por embarque)	53,57	US\$
Handling (US\$ por mes)	3857,14	US\$/mes
Total gastos locales – agente de carga	12 214,29	US\$/mes
Gastos locales – depósito temporal		
Gastos administrativos	50	soles/embarque
Gastos administrativos	1285,71	US\$/mes
Cuadrillas	80	soles/embarque
Cuadrillas	2057,14	US\$/mes
Total gastos locales – depósito temporal	3342,86	US\$/mes
<b>Costos totales – situación actual</b>	<b>31 747,14</b>	<b>US\$/mes</b>

### Cálculo de costos: situación propuesta (carga contenedorizada)

Fletes del puerto del fabricante a Hong Kong		
Flete como carga suelta (US\$/ton_m <sup>3</sup> )	8	US\$/ton_m <sup>3</sup>
Flete como carga suelta (US\$/embarque)	40	US\$/emb
Total de fletes como carga suelta (US\$/mes)	2880	US\$/mes
Fletes de Hong Kong hasta el puerto del Callao		

Capacidad del contenedor, al peso	25	ton
Número de embarques por contenedor, al peso	7,14	embarques/cont. 20 pies
Capacidad útil del contenedor, al volumen	30	m <sup>3</sup>
Volumen promedio del embarque	5	m <sup>3</sup>
Total de embarques/contenedor, al volumen	6	embarques/cont. 20 pies
Se toma el menor, entre 7,14 y 6,0	6	embarques/cont. 20 pies
Total de contenedores al mes	12	Cont. 20 pies/mes
Flete por contenedor	1050	US\$/cont. 20 pies
Total de gastos de fletes/mes	12 600	US\$/mes
Costos de la plataforma de consolidación	5000	US\$/mes
<b>Gastos locales del agente de carga</b>		
Número de embarques	12	cont/mes
Handling	53,57	US\$/emb
Total de gastos por handling/mes	642,86	US\$/mes
<b>Gastos locales del depósito temporal</b>		
Tracción	40	US\$/cont. 20 pies
Total de gastos de tracción al mes	480	US\$/mes
Derecho de descarga	330	soles/cont. 20 pies
Total de derecho de descarga (US\$ al mes)	1414,29	US\$/mes
Gastos administrativos	50	soles/cont. 20 pies
Total gastos administrativos/mes	214,29	US\$/mes
Total gastos locales del depósito temporal	2108,57	US\$/mes
Total costo – alternativa contenedores	23 241,43	US\$/mes

Ahorro probable: US\$ 8525,71 por mes.

La alternativa consolidada es la más económica.

### Problema 7.8

Usted es gerente de supply de un importador de equipos de sonido, cuenta con un almacén central en el Callao donde recibe los equipos importados y realiza los embarques directos a sus clientes ubicados en el país.

Debido al crecimiento de la competencia en el norte, está evaluando la posibilidad de implementar un centro de distribución con stock para atender a tres mercados importantes y reducir los tiempos de entrega de una semana, desde que el cliente pone el pedido, a un día.

Situación actual:

La demanda promedio mensual de equipos de sonido y la desviación estándar de la demanda de los tres mercados del norte se puede ver en la siguiente tabla.

	M1	M2	M3
Demanda promedio mensual (dp, und/mes)	1,800	2,500	2,200
Desviación estándar (s1, und/mes)	300	250	400
Flete desde Callao a cada mercado (soles/und)	10	9	11

La siguiente figura muestra la operación actual de la cadena de suministro.

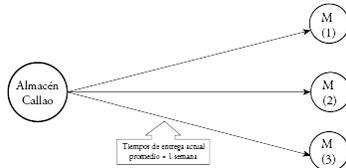


Figura 7.22: Operación actual de la cadena de suministro

### Situación propuesta

Usted iba a proponer la implementación de un CD en Chiclayo que sería abastecido desde el almacén en el Callao. Para ello, el planificador de su empresa le indicó lo siguiente:

– Los tres mercados del norte tenían los siguientes coeficientes de correlación:

$$R(1,2) = 0,3$$

$$R(1,3) = -0,2$$

$$R(2,3) = 0,1$$

– El tamaño de cada pedido del CD de Chiclayo al almacén del Callao sería de 1300 unidades, que coincidía con el tamaño de un contenedor de 40 pies. Esto con el objetivo de optimizar el transporte.

– El costo fijo de emitir un pedido de reposición del CD de Chiclayo al almacén Callao era de S/. 180 por pedido

El área de transporte de su empresa le dijo:

El flete del Callao a Chiclayo para un contenedor de 40 pies era de S/. 2500. El tiempo en tránsito de cuatro días.

El flete de distribución del CD de Chiclayo a cada uno de los tres mercados sería:

	Flete de distribución (soles/und)
M(1)	3,5
M(2)	4,0
M(3)	3,8

La estructura de la cadena de suministro se muestra en la siguiente figura:

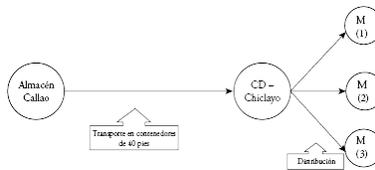


Figura 7.23: Cadena de suministro propuesta

Establezca, desde el punto de vista de los costos, si es conveniente o no implementar un CD en Chiclayo, considerando que:

– La tasa anual de posesión de inventarios es de 22,5%, la cual además del costo de oportunidad también incluye el costo anual de mantener el CD.

– El nivel de servicio deseado para el nuevo CD es de 99%,  $z(98\%) = 2,33$

– Costo unitario del producto = S/. 450.

### Solución

#### 1. Situación actual:

Costos totales	M1	M2	M3	M4
Demanda promedio mensual en unidades	1800	2500	2200	6500
Flete desde el Callao a cada mercado (soles/unidad)	10	9	11	
Total mensual S/.	18 000	22 500	24 200	64 700
<b>Total anual S/.</b>	<b>776 400</b>			

#### 2. Situación propuesta:

Gastos en transporte Callao-Chiclayo	

Tamaño del pedido en unidades	1300
Demanda mensual total en unidades	6500
Número de camiones al mes	5
Número de camiones al año	60
Flete de transporte (S/. por contenedor de 40 pies)	2500
<b>Gasto anual en transporte S/.</b>	<b>150 000</b>

Gastos de distribución en Chiclayo	M1	M2	M3
Demanda promedio mensual en unidades	1800	2500	2200
Flete unitario en S/.	3,5	4	3,8
Flete total mensual S/.	6300	10 000	8360
<b>Flete total anual S/.</b>	<b>295 920</b>		

**Gastos totales anuales en flete S/. 445 920**

### 3. Cálculo del inventario promedio:

Coeficientes de correlación:

$R(1,2): 0,3$

$R(1,3): -0,2$

$R(2,3): 0,1$

Desviación estándar de la demanda:

$S(1): 300$

$S(2): 250$

$S(3): 400$

$Z(99\%): 2,33$

Lead time: 0,13 meses

$R(i,j) \times s(i) \times s(j): 8500$

$SS = 488,37$  unidades

Lote de envío: 1300 unidades

Inventario promedio: 1138 unidades

### Cálculo del costo de posesión del producto:

$i = 0,225$

Costo unitario del producto: S/. 450

CPI anual: S/. 115 260

### Cálculo de los costos de pedir:

Demanda anual en unidades	78 000
Lote de pedido en unidades	1300
N (número de pedidos al año)	60
Costos de pedir (por pedido)	180
<b>Costo total de pedir (anual)</b>	<b>10 800</b>

**Costo total anual alternativa propuesta: S/. 571 980**

## 2.5. Consideraciones sobre los medios de transporte en la red

Una característica de las instalaciones de almacenamiento en los canales de distribución es la relativa simplicidad de la planificación de los transportes entrantes comparada con la planificación de los transportes salientes de la instalación.

Por ejemplo, un fabricante tiene su almacén de productos terminados desde el cual atiende los pedidos de bodegas y tiendas de abarrotes ubicadas en Lima. El almacén recibirá camiones con cargas completas de la fábrica, con lo cual tiene un transporte entrante eficiente, pero los pedidos de los clientes que atiende son menores a una carga completa y los puntos de entrega están geográficamente dispersos, como se puede ver en la figura 7.24. Debido a ello, igualar las

eficiencias y bajos costos del transporte entrante no es sencillo, toda vez que la entrega de productos debe manejar restricciones como la hora de entrega o cita, el tamaño máximo del camión que puede entrar al almacén del cliente, accesos o permisos municipales que restringen la circulación de las unidades de transporte en cuanto a zonas geográficas, horarios, tamaños de la unidad, entre otros, que hacen más compleja la tarea de diseñar una ruta de reparto que garantice una alta eficiencia en el transporte saliente.

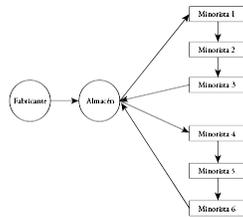


Figura 7.24: Organización de una ruta de reparto o distribución.

Esta situación es común en las instalaciones de almacenamiento de los canales de distribución, porque por definición cada etapa del canal fracciona los grandes lotes que salen de las fábricas en lotes más pequeños hasta que tengan el tamaño de consumo del cliente final, y a su vez incrementa el número de puntos de entrega, para lograr una mayor cobertura, como se puede ver en la figura 7.25.

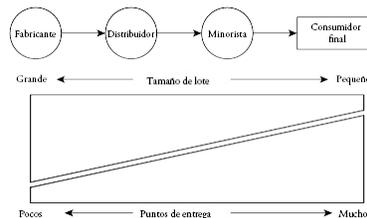


Figura 7.25: Naturaleza del tamaño de lote y puntos de entrega en un canal.

Organizar el transporte saliente del almacén requiere la utilización de técnicas y herramientas para hacer eficiente el diseño de rutas. Esta eficiencia se mide en términos de distancias recorridas y uso de la capacidad de la bodega del camión. Una ruta eficiente minimiza las distancias recorridas y además maximiza la utilización de la bodega del camión.

#### PUNTO CLAVE

El diseño de rutas en una red de distribución hace más eficiente el transporte desde una instalación o centro de distribución a múltiples puntos de entrega en términos de distancia recorrida y uso eficiente de la capacidad de transporte.

El algoritmo de diseño de rutas que vamos a estudiar en esta sección es el denominado algoritmo del ahorro o algoritmo C-W, llamado así en honor a sus creadores Clarke y Wright (1963, p. 234). Este algoritmo, a pesar de ser muy antiguo, ha logrado permanecer en el tiempo debido a que las soluciones que proporciona el método se encuentran, según Ballou (2004, p. 243) en promedio 2% cerca del óptimo y además su simplicidad permite manejar de manera flexible las restricciones que se puedan presentar al momento de diseñar la ruta.

Los ahorros, en el algoritmo C-W, se logran uniendo cada par de puntos de entrega. El concepto es el siguiente: consideremos que debemos realizar desde un CD la entrega a las tiendas 1 y 2, que se encuentran ubicadas según el siguiente gráfico:

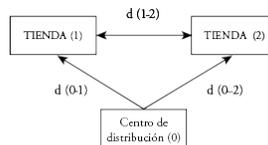


Figura 7.26: Aplicación del algoritmo C-W

En la situación inicial el algoritmo de C-W calcula la distancia total recorrida desde el CD hasta una tienda, regresar al CD e ir hasta la otra tienda y regresar. La distancia total queda expresada en la siguiente expresión:

$$\text{Distancia Total}_1 = 2*d_{01} + 2*d_{02}$$

Luego, el algoritmo de C-W considera el ahorro que podría significar unir dos puntos, es decir, ir desde el CD hasta una de las tiendas, luego a la segunda y finalmente regresar al CD. Esta ruta ahorra el viaje de regreso de la tienda 1 al CD, así como el viaje desde el CD hasta la tienda 2. La nueva distancia recorrida es la siguiente:

$$\text{Distancia Total}_2 = d_{01} + d_{02} + d_{12}$$

El ahorro neto  $A_{1,2}$ , ganado por unir las dos tiendas dentro de la misma ruta, resulta de restar la distancia total (1) – distancia total (2):

$$A_{i,j} = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij}$$

Este sencillo ejemplo nos sirve muy bien para ilustrar el concepto del ahorro del algoritmo. En la práctica los problemas son mucho más complejos, la cantidad de puntos es considerablemente mayor y el manejo de las restricciones más problemático. Fitzsimmons y Fitzsimmons (1998, pp. 95-99) nos explican la utilización del algoritmo a través de cinco pasos sencillos descritos en el siguiente ejemplo.

Un almacén central abastece a cuatro franquicias de comidas rápidas en Lima, las cuales están ubicadas según el siguiente gráfico:

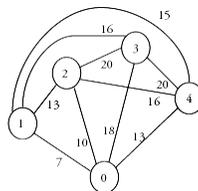


Figura 7.27: Distancias en kilómetros entre el almacén central y las franquicias

El diseño de la ruta de reparto, utilizando el método del algoritmo C-W, es el siguiente:

Paso 1. Se construye una matriz de distancias mínimas entre cada par de puntos. Para el problema propuesto, dicha matriz es la siguiente:

	1	2	3	4
0	7	10	18	13
1		13	16	15
2			20	16
3				20

Matriz 7.1: Distancias mínimas

Paso 2. Se construye una situación inicial de reparto sencilla, basada en un viaje de ida y vuelta a cada una de las franquicias.

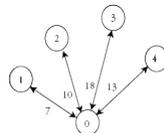


Figura 7.28: Situación inicial

Paso 3. Se construye una matriz de ahorros, resultante de unir cada par de puntos. El cálculo de los ahorros de unir un par de puntos dados se muestra a continuación:

$$S(1,2) = 7 + 10 - 13 = 4 \text{ (*)}$$

$$S(1,3) = 7 + 18 - 16 = 9$$

$$S(1,4) = 7 + 13 - 15 = 6$$

$$S(2,3) = 10 + 18 - 20 = 8$$

$$S(2,4) = 10 + 13 - 16 = 7$$

$$S(3,4) = 18 + 13 - 20 = 11$$

(\*) El ahorro de unir los puntos 1 y 2 en un mismo recorrido se calcula como:

$$S_{1,2} = d_{01} + d_{02} - d_{12}$$

Donde:

$S_{1,2}$  es el ahorro calculado de unir los puntos 1 y 2.

$D_{0,1}$ ,  $D_{0,2}$  es la distancia existente entre el punto 0 (almacén central) y el punto 1 y 2 (franquicias) respectivamente.

$D_{1,2}$  es la distancia existente entre el punto 1 y 2.

Los ahorros calculados se colocan en una matriz de ahorros, de la siguiente manera:

	1	2	3	4
0				
	1	4	9	6
		2	8	7
			3	11

Matriz 7.2: Matriz de ahorros

Paso 4: Indicar el número de viajes de cada par de puntos.

Para ello, se define la variable T como el número de viajes entre un par de puntos. En la situación inicial, esquema 7.5, el valor del indicador T se muestra como a continuación.

$$T(0,1) = 2$$

$$T(0,2) = 2$$

$$T(0,3) = 2$$

$$T(0,4) = 2$$

Los demás pares de puntos posibles tienen un valor de  $T = 0$ , ya que no existen viajes entre ninguno de los puntos entre sí.

Este valor de T es ingresado en la matriz de ahorros, dentro de paréntesis para distinguirlos de los demás valores. Por simplicidad, el valor de  $T = 0$  no se registra.

	1	2	3	4
0	(2)	(2)	(2)	(2)
	1	4	9	6
		2	8	7
			3	11

Matriz 7.3. Matriz de ahorros con el indicador T

Paso 5. Realizar las iteraciones:

Identificar la celda con mayor ahorro dentro de la matriz de ahorro (i,j) y unir el par de puntos, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- (i)  $T(0,i)$  y  $T(0,j)$  deben ser mayores a cero. Notar que si uno de los valores es  $T = 0$  ello significaría que el punto en cuestión es un punto intermedio en una ruta ya establecida, por tanto, no puede unirse a ningún otro punto.
- (ii) Las localizaciones i, j no se encuentran ya en la misma ruta.
- (iii) Uniendo las localizaciones i, j no se viola ninguna restricción del sistema.

Primera iteración: (3,4)

En la matriz 7.3 la celda (3,4) produce el máximo ahorro al sistema (11 km) y además no viola ninguna de las tres condiciones planteadas, razón por la cual se procede a su unión.

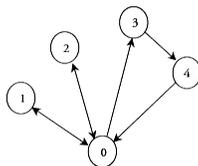


Figura 7.29: Primera iteración

Los valores de T, luego de esta unión de par de puntos, deben ser actualizados en la matriz de ahorros. Los cambios son los siguientes:

$T(0,3) = 2 \rightarrow 1$ : Se ha reducido un viaje entre los puntos 0,3.

$T(0,4) = 2 \rightarrow 1$ : Se ha reducido un viaje entre los puntos 0,4.

$T(3,4) = 0 \rightarrow 1$ : Se ha establecido un viaje entre los puntos 3,4.

La matriz de ahorro, luego de esta primera iteración, se muestra como se ve a continuación:

	1	2	3	4
0	(2)	(2)	(2)	(2)
1		4	9	6
2			8	7
3				(1) 11

Matriz 7.4: Primera iteración

Las rutas diseñadas luego de la primera iteración son las siguientes:

Primer viaje: 01-0

Segundo viaje: 020

Tercer viaje: 0340

Segunda iteración: (1,3)

El par de puntos (1,3) produce el siguiente mayor ahorro al sistema (9 kilómetros) y además no se viola ninguna de las condiciones estipuladas. Por ello, se procede a unirlos:

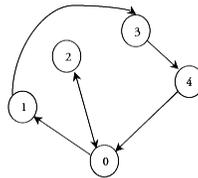


Figura 7.30: Segunda iteración

La matriz de ahorros luego de la segunda iteración, con los valores de T actualizados se muestra como se ve a continuación:

	1	2	3	4
0	(1)	(2)		(2)
1		4	(1) 9	6
2			8	7
3				(1) 11

Matriz 7.5: Segunda iteración

Las rutas diseñadas luego de la segunda iteración son las siguientes:

Primer viaje: 0-1-3-4-0

Segundo viaje: 0-2-0

Tercera iteración: (2,3)

El par de puntos (2,3) produce el siguiente mayor ahorro al sistema (8 kilómetros) pero no cumple la primera restricción, pues el valor de  $T(0,3) = 0$ . Por ello, no se procede a unirlos.

Cuarta iteración: (2,4)

El par de puntos (2,4) produce el siguiente mayor ahorro al sistema (7 kilómetros) y cumple con las tres condiciones estipuladas, razón por la cual se procede a su unión.

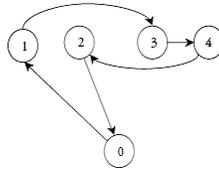


Figura 7.31: Cuarta iteración

La matriz de ahorros, luego de la cuarta iteración, y con los valores de T actualizados, se muestra como se ve a continuación:

	1	2	3	4
0	(1)	(1)		
1		4	(1) 9	6
2			8	(1) 7
3				(1) 11

Matriz 7.6: Cuarta iteración

Debido a que no quedan más puntos que unir, la ruta siguiente es la final:

Ruta final: 0-1-3-4-2-0

La introducción de las restricciones en el algoritmo del ahorro es resuelta en el problema 7.10 de este capítulo.

### 3. LOGÍSTICA INVERSA

La logística inversa está relacionada con la gestión del flujo de productos desde el punto final o de consumo hasta el punto de origen, con el objetivo de recuperar una parte o la totalidad del valor del producto, disponer adecuadamente de él o cumplir con las regulaciones medioambientales.

Los tipos de productos que maneja el flujo de la logística inversa se pueden clasificar en:

- Productos que se encuentran al final de su vida útil en los que los procesos de recuperación de la mayor parte del valor de los mismos son muy importantes.
- Las devoluciones comerciales que realizan los canales de distribución a los fabricantes por muchas razones, siendo las más comunes exceso de stocks, productos obsoletos, inventarios estacionales, productos con fallas de fábrica, productos con envases o embalajes deteriorados o devoluciones por errores o problemas en la emisión, digitación o preparación de la orden de compra.
- Devoluciones por garantía de fábrica que hacen los consumidores.
- Los desechos o residuos de producción.
- Los envases o embalajes de los productos.

Los procesos de recuperación del valor del producto al final de su vida útil son gestionados por la logística inversa y pueden ser clasificados en los siguientes tipos:

- Reparación y restauración. El objetivo es volver a poner el producto usado en condiciones de funcionamiento con el fin de extender su vida útil. Estas operaciones se dan comúnmente en los talleres, las instalaciones de los fabricantes y en algunos casos, cuando la situación lo permite, en los mismos hogares o casas de los dueños de los productos.
- Refabricación. Consiste en dar al producto usado estándares de calidad iguales al producto nuevo. Un ejemplo muy conocido son las cámaras de un solo uso de Kodak, a las que Kodak, luego de revelar el carrete, vuelve a poner operativas y aptas para su reventa.
- Recuperación. También llamado canibalismo, consiste en recuperar algunas partes o componentes del producto usado para operaciones posteriores de reparación, restauración o refabricación de otros productos.
- Reciclado. Consiste en recuperar el material de los productos usados con el fin de fabricar otros productos. Por ejemplo, el plástico de las botellas de agua, luego de ser usadas sirve para la fabricación de folders, micas, etcétera.

Una vez definido el concepto de logística inversa y los procesos de recuperación de valor que gestiona, vale la pena identificar las diferencias que existen entre el flujo directo, es decir el flujo que va desde los proveedores hasta el cliente final y el flujo inverso o logística inversa que se origina en el cliente y termina en el fabricante para ser reintroducido en el proceso productivo o en algún otro punto que someta al producto a un proceso diferente:

- En el flujo directo, conforme avanzamos en dirección al cliente el número de puntos de entrega se incrementa en cada etapa, mientras que en el flujo inverso sucede lo contrario: empieza en múltiples puntos y termina en solo unos pocos puntos o en un único punto.
- En el flujo directo, los envases y embalajes de los productos son uniformes y están diseñados para proteger al producto y hacer un uso eficiente de las instalaciones de almacenamiento y medios de transporte. En el flujo inverso, en muchos casos no se cuenta con el embalaje y si este existe está dañado o deteriorado en la mayoría de las veces o consiste en cajas no uniformes, que contrastan fuertemente con las cajas y pallets estándar del flujo directo.
- Los flujos inversos tienen una mayor incertidumbre que los directos, tanto en la cantidad de productos como en la calidad de los mismos, lo cual es mucho más heterogéneo que el flujo directo.
- Mientras en el flujo directo la rapidez en la entrega es necesaria para competir adecuadamente en el mercado, en el flujo inverso la velocidad no es tan importante, por lo cual el producto se mueve a una velocidad menor.

Estas diferencias entre la logística inversa y los flujos directos se ven reflejadas en los costos. Por ejemplo, los costos de transporte y manipulación son considerablemente más altos en la logística inversa debido a la gran cantidad de puntos de recolección y a la disparidad de envases y embalajes que impide un uso eficiente de los recursos.

Lo mismo sucede con los procesos de revisión. Mientras la revisión en el flujo directo es apoyada por la automatización derivada del uso de códigos de barra y de sistemas RFID/EPC y la estandarización de los envases y embalajes, en la logística inversa la revisión se hace compleja debido a la calidad desigual de los productos. Esto hace necesario procesos más intensivos de inspección que vuelven más costoso dicho proceso de revisión.

Sin embargo, en este punto la tecnología nos puede ayudar mucho haciendo más eficiente el proceso de revisión. Por ejemplo, Bosch incorpora sensores en sus máquinas y herramientas eléctricas, que son leídos al final de la vida útil del producto por los sistemas de Bosch e indican el tipo de proceso de recuperación de valor que puede seguir el producto: reparación o restauración, refabricación para ser posteriormente vendido como nuevo o recuperación de sus partes y componentes. Esta tecnología reduce radicalmente los tiempos y costos de la inspección y mejora la eficiencia del flujo logístico inverso y sus costos asociados, al direccionar el producto a la instalación adecuada para su tratamiento.

Finalmente, los costos de posesión de inventarios en la logística inversa son menores que los del flujo directo, debido al menor valor del producto en sí y a que están menos expuestos a robos y mermas.

#### 4. PROBLEMAS RESUELTOS

##### Problema 7.9

Usted debe presentar un informe al directorio recomendando la localización de una nueva fábrica de productos lácteos (queso, mantequilla, yogurt, etcétera). Tiene cuatro alternativas (A, B, C, D), pero la materia prima (leche) solo se encuentra disponible en A. En el cuadro siguiente figuran los datos relevantes de demanda, inversión estimada y costos operativos sin incluir la depreciación de la fábrica y fletes:

Ciudad	Demanda en MM lts/año	Costos de operación MM US\$/año	Inversión fábrica MM US\$	Flete de la leche (US\$ por litro)
A	0,5	6,0	12,0	0
B	1,0	4,0	10,0	0,5
C	2,0	4,0	8,0	0,8
D	3,0	3,0	6,0	1,2

Tabla 7.112: Datos relacionados a cada ubicación

En el siguiente cuadro se observan los fletes de distribución. Por ejemplo, el transporte del producto terminado de A a B cuesta US\$ 0,40 por litro. Si la fábrica se ubicara en A, la distribución dentro de la misma ciudad se considera mínima (igual a cero). Idéntica suposición se hace para las demás ciudades.

Flete de los productos terminados US\$/lt				
	A	B	C	D
A		0,4	0,6	1,0

B	0,4		0,5	0,7
C	0,6	0,5		0,9
D	1,0	0,7	0,9	

Tabla 7.13: Fletes de distribución

Se asume que:

La fábrica tiene una vida útil de diez años y se amortiza en ese período.

La demanda es la promedio para los próximos diez años.

Debido a las mermas del proceso, usted debe transportar 10% más de leche (MP) que lo teóricamente requerido para cubrir la demanda de los productos.

### Solución

Los costos relevantes a considerar para la localización de la fábrica son:

Costos de transporte de materias primas

Costos de operación de la fábrica

Depreciación de la inversión

Costos de transporte de los productos terminados

Cálculo de la demanda anual de leche:

Demanda anual de materias primas en MM lt/año	
A	0,5
B	1
C	2
D	3
Total	6,5
Mermas	0,65
Total a transportar	7,15

### Cálculo de los costos relevantes:

	A	B	C	D
1. Flete de materias primas (leche)				
Costo de flete US\$/lt		0,5	0,8	1,2
Volumen total a trasladar (MM lts/año)	7,15	7,15	7,15	7,15
Costo total del flete de MP (MM US\$/año)	0	3,575	5,72	8,58
2. Costos de operación anual (MM US\$/año)				
	6	4	4	3
3. Depreciación de la inversión (MM US\$/año)				
	1,2	1	0,8	0,6
4. Flete de productos terminados				
Flete hasta A	0	0,2	0,3	0,5
Flete hasta B	0,4	0	0,5	0,7
Flete hasta C	1,2	1	0	1,8
Flete hasta D	3	2,1	2,7	0
Costo total flete de productos terminados (MM US\$/año)	4,6	3,3	3,5	3
5. Costos totales (MM US\$/año)				
	11,80	11,875	14,02	15,18

Tabla 7.14: Cálculo de los costos totales para cada alternativa

Por tanto, si la decisión se basa exclusivamente en los costos, entonces la ubicación de la planta corresponde a la ubicación A.

### Problema 7.10

Usted debe recomendar la ubicación de un almacén de *parquet* de madera. Tiene cuatro opciones, aunque la fábrica que lo abastecerá se ubica en A.

La demanda, costos e inversión para cada una de las alternativas se muestran a continuación:

Ciudad	Demanda (miles de kg)	Costos operativos (miles de US\$)	Inversión (miles de US\$)
A	1000	2500	9000
B	800	1000	5000
C	1200	1200	6000
D	900	1300	5500

Tabla 7.15: Datos relacionados a cada ubicación

Los fletes promedio del *parquet* entre ciudades, en US\$/kg, se muestran a continuación:

	A	B	C	D
A	X	0,9	1,2	1,4
B	0,9	X	1,1	1,2
C	1,2	1,1	X	0,8
D	1,4	1,2	0,8	X

Tabla 7.16: Costo de fletes entre ciudades

La demanda de los clientes ubicados en la ciudad A es abastecida directamente desde la fábrica a un costo de US\$ 0,03 por kilo, sin necesidad de pasar por el almacén.

La fábrica tiene una vida útil de diez años y se amortiza en ese período. La demanda es la promedio para los próximos diez años.

Las mermas se consideran despreciables.

### Solución

Los costos relevantes relacionados con la decisión de ubicación del almacén se muestran a continuación:

Cantidad a transportar: 2900 kilos

	A	B	C	D
1. Flete de la fábrica al almacén				
Costo del flete US\$/kg	0	0,9	1,2	1,4
Peso a transportar miles kg	0	2900	2900	2900
Costo total del flete miles US\$/kg	0	2610	3460	4060
2. Costos de operación miles US\$/kg	2500	1000	1200	1300
3. Depreciación miles US\$/kg	900	500	600	550
4. Flete del almacén al cliente				
Fletes a clientes de B miles US\$/kg	720	0	880	960
Fletes a clientes de C miles US\$/kg	1440	1320	0	960
Fletes a clientes de D miles US\$/kg	1260	1080	720	0
Total de fletes miles US\$/kg	3420	2400	1600	1920
5. Costos totales miles US\$/kg	6820	6510	6880	7830

Tabla 7.17: Cálculo de costos totales para cada alternativa

Los costos de transporte a los clientes de la ciudad A, son los mismos para cada alternativa, por lo cual no son relevantes. Si la decisión se basa exclusivamente en los costos, la ubicación adecuada corresponde a la B.

### Problema 7.11

Usted debe recomendar la ubicación de un almacén de esculturas de vidrio.

El almacén es abastecido por una fábrica ubicada en A y debe atender a sus clientes, grandes mayoristas, ubicados en las ciudades A, B, C y D.

Debido a la fragilidad de las esculturas, la empresa ha calculado que si quiere enviar a su destino 1000 kg. en buen estado, debe cargar  $1000 \times 1,07 = 1070$  kg.

La demanda, costos e inversión para cada una de las alternativas se muestran a continuación:

Ciudad	Demanda (miles de kg)	Costos operativos (miles US\$)	Inversión (miles de kgs)
A	1000	2000	8000
B	200	2500	9000
C	800	1200	6000
D	1200	1300	4000

Tabla 7.18: Datos relacionados a cada ubicación

Los fletes promedio de las esculturas de vidrio entre ciudades, en US\$/kg, se muestran a continuación:

	A	B	C	D
A	X	0,8	1,2	0,9
B	0,8	X	1,0	0,8
C	1,2	1,0	X	1,1
D	0,9	0,8	1,1	X

Tabla 7.19: Fletes de las esculturas

La demanda de los clientes ubicados en la ciudad A es abastecida directamente desde la fábrica a un costo de US\$ 0, por kilo, sin necesidad de pasar por el almacén.

La fábrica tiene una vida útil de diez años y se amortiza en ese período. La demanda es la promedio para los próximos diez años.

## Solución

	A	B	C	D
1. Flete de la fábrica al almacén (miles de kilos)				
Para cubrir demanda de B (miles de kilos)	0	214	229	229
Para cubrir demanda de C (miles de kilos)	0	916	856	916
Para cubrir demanda de D (miles de kilos)	0	1374	1374	1284
Total cantidad a transportar (miles de kilos)	0	2504	2459	2429
Costo del flete (US\$/kg)	0	0,8	1,2	0,9
Total cantidad a transportar (miles de US\$)	0	2003	2951	2186
2. Costos de operación (miles de US\$)				
	2000	2500	1200	1300
3. Depreciación (miles de US\$)				
	800	900	600	400
4. Flete del almacén al cliente (miles de US\$)				
Fletes a clientes de B (miles de US\$)	171	0	214	171
Fletes a clientes de C (miles de US\$)	1027	856	0	942
Fletes a clientes de D (miles de US\$)	1156	1027	1412	0
Total del fletes (miles de US\$)	2354	1883	1626	1113
5. Costos totales (miles de US\$)				
	5154	7286	6377	4999

Tabla 7.20: Cálculo de costos totales de ubicación de almacén

Los costos de transporte a los clientes de la ciudad A son los mismos para cada alternativa, razón por la cual no es una variable relevante.

Si la decisión se basa exclusivamente en los costos, la ubicación adecuada corresponde a la D.

### Problema 7.12

El directorio de la fábrica de productos lácteos del problema 7.9 le pide que incorpore el concepto del valor del dinero en el tiempo, para lo cual usted recibe la siguiente información: tasa de descuento: 10%; impuesto a la renta: 35%; y el valor de recupero de la fábrica al cabo de los diez años, que se muestra en el siguiente cuadro:

Fábrica en	Valor de recupero (MM US\$)
A	11
B	6
C	6
D	4

¿Cuál sería la nueva ubicación recomendada para la fábrica?

### Solución

La solución de este problema requiere el conocimiento de matemáticas financieras. La ubicación quedará determinada por aquella alternativa que tenga el menor valor presente neto (VPN).

El cálculo del VPN requiere traer al año 0 el flujo efectivo anual después de impuestos (línea 7 de la tabla 7.21 al final de este problema) y el recupero de la inversión después de impuestos (línea 6 de la tabla 7.21), lo cual se calcula de la siguiente manera:

$$\text{VPN (año 0)} = \text{inversión inicial} + \text{flujo de efectivo anual después de impuestos traído al año 0} - \text{recupero inversión después de impuestos (año 0)} \quad [\text{fórmula 1}]$$

El flujo de efectivo anual (FEA) después de impuestos (línea 5 de la tabla 7.21) se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{FEA después de impuestos} = (\text{ingresos} - \text{costos}) \times (1 - t) + \text{depreciación} \quad [\text{fórmula 2}]$$

Donde t: impuesto a la renta.

El flujo de efectivo anual después de impuestos traído al año 0 se calcula de la siguiente manera:

#### Para el caso de la ciudad A:

FEA después de impuestos (ciudad A):  $A^* \times [((1+i)^n - 1) / ((1+i)^n \cdot i)]$

Donde:

$A^* = 6,47$  MM US\$, flujo efectivo anual después de impuestos en la ciudad A

I = Tasa de descuento

n = 10 (vida útil del proyecto)

Se procede de la misma manera para las demás ciudades.

El recupero de la inversión después de impuestos traído al año 0 se calcula de la siguiente manera:

a) Recupero inversión después impuestos traído al año 0 =  $\text{Recupero inversión después de impuestos} / ((1+i)^n)$

Donde:

i: tasa de descuento

n: vida útil del proyecto (10 años)

b) Recupero inversión después de impuestos =  $11 \times (1 - t) = 7,15$  MM US\$ (línea 6 de la tabla 7.21)

Se procede de la misma manera para las demás ciudades.

Los valores hallados se reemplazan en la fórmula 1 para cada una de las ciudades, luego de lo cual se comparan. La ubicación propuesta corresponde a la alternativa con el menor valor presente neto, en este caso es la ciudad A: 49 MM US\$, tal como se puede observar en la siguiente tabla.

	A	B	C	D
	MM de US\$ anuales			
1. Inversión inicial	12	10	8	6
2. Costos totales	11,80	11,88	14,02	15,18

3. Costos totales (1 - t)	7,67	7,72	9,11	9,87
4. Depreciación	1,20	1,00	0,80	0,60
5. Flujo de efectivo anual después de impuestos	6,47	6,72	8,31	9,27
6. Recupero de inversión después de impuestos	7,15	4,23	3,9	2,6
7. Valor presente neto (año 0)	49,00	49,65	57,58	61,94

Tabla 7.21: Cálculo de costos totales de cada ubicación

### Problema 7.13

La empresa XYZ, ubicada en el punto 0, reparte cemento a sus cuatro locales (1, 2, 3, 4). Si la distribución se realiza en el turno de la mañana, los tiempos de recorrido, en horas, se muestran en la figura 7.32. Pero si esta se realiza en el turno de noche, los tiempos de recorrido disminuyen según la figura 7.33; sin embargo, los gastos en sueldos del chofer y su ayudante aumentan en un 35%.

Se pide determinar lo siguiente:

- La ruta óptima en cada turno;
- Considerando la ruta óptima, ¿en qué turno conviene realizar la distribución de los productos?

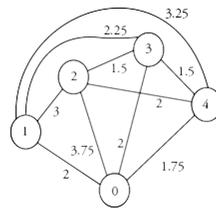


Figura 7.32: Distribución realizada en el turno de la mañana

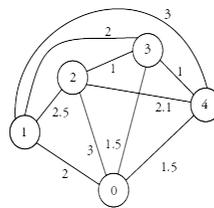


Figura 7.33: Distribución realizada en el turno noche.

### Solución

- El cálculo de las matrices de horas de recorrido y ahorro, correspondiente a los turnos de mañana y noche, y el desarrollo del algoritmo se muestran a continuación:

#### Turno de mañana:

Matriz de horas de recorridos

	1	2	3	4
0	2	3,75	2	1,75
1		3	2,25	3,25
2			1,5	2
3				1,5

Matriz de ahorros:

	1	2	3	4
0	(2)	(2)	(2)	(2)
1		2,75	1,75	0,50
2			4,25	3,50

3 2,25

Primera iteración: 2-3  
 Valores de T > 0  
 Están en diferentes rutas.  
 No hay restricciones.

	1	2	3	4
0	(2)	(1)	(1)	(2)
1	2,75	1,75	0,50	
2		(1)	3,50	
3		4,25		
4			2,25	

Rutas:  
 0-1-0  
 0-2-3-0  
 0-4-0  
 Segunda iteración: 3-4  
 Valores de T > 0  
 Están en diferentes rutas  
 No hay restricciones.

	1	2	3	4
0	(2)		(1)	(1)
1	2,75	1,75	0,50	
2		(1)	(1)	
3		4,25	3,5	
4			2,25	

Rutas:  
 0-1-0  
 0-4-2-3-0  
 Tercera iteración: 1-2  
 T 02 = 0

Cuarta iteración 3-4  
 Están en la misma ruta.

Quinta iteración 1-3  
 Valores de T > 0  
 Están en diferentes rutas.  
 No hay restricciones.

	1	2	3	4
0	(1)			(1)
1	2,75	(1)	0,50	
2		(1)	(1)	
3		4,25	3,5	
4			2,25	

Rutas:  
 0-4-2-3-1-0

La ruta económica para el turno de la mañana es: 0-4-2-3-1-0

**Turno de noche**

Matriz de horas de recorrido

	1	2	3	4
0	2	3	1,5	1,5
1		2,5	2	3
2			1	2,1
3				3
4				

Matriz de ahorro:

	1	2	3	4
0	(2)	(2)	(2)	(2)
1		2,5	1,5	0,5
2			3,5	2,4
3				3
4				

Primera iteración: 2-3

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas

No hay restricciones.

	1	2	3	4
0	(2)	(1)	(1)	(2)
1		2,5	1,5	0,5
2			(1) 3,5	2,4
3				3
4				

Rutas:

0-1-0

0-2-3-0

0-4-0

Segunda iteración: 1-2

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas

No hay restricciones.

	1	2	3	4
0	(1)		(1)	(2)
1		(1) 2,5	1,5	0,5
2			(1) 3,5	2,4
3				3
4				

Rutas:

0-1-2-3-0

0-4-0

Tercera iteración: 2-4

$T_{02} = 0$

Cuarta iteración: 3-4  
 Valores de T > 0  
 Están en diferentes rutas  
 No hay restricciones.

	1	2	3	4
0	(1)			(1)
1		(1) 2,5	1,5	0,5
2			(1) 3,5	2,4
3				(1) 2

Rutas:  
 0-1-2-3-4-0

- b) Para poder comparar las horas empleadas en cada turno hay que considerar el sobre costo que implica distribuir en el turno de la noche.  
 El turno de la noche realiza el recorrido en ocho horas, pero cada hora cuesta un 35% más. Por tanto, el número de horas equivalentes es:  $8 \times 1,35 = 10,8$  horas, el cual es mayor que el turno de la mañana: 9,5 horas. Así, pues, el turno de la mañana es el más conveniente para realizar el reparto de los productos.

### Problema 7.14

La empresa comercializadora de carne de vacuno Bobino S.A. necesita reducir algunos costos en su negocio para mejorar su margen de rentabilidad. Uno de los principales gastos de esta empresa es el combustible, ya que los clientes, en su mayoría pequeñas carnicerías, necesitan que el producto (carne de vacuno) se les entregue en sus locales todos los días de la semana, pues no cuentan con el equipo adecuado para refrigerar y conservar el producto. A usted le pareció adecuado programar los despachos diarios para poder reducir las distancias recorridas diariamente y, de esta manera, reducir también el gasto en combustible.

Se muestra a continuación la tabla de distancias entre locales (en kilómetros)

	A	B	C	D	E
0	10	12	15	16	9
A		7	8	6	7
B			8	9	6
C				5	3
D					9

Si el camión utilizado por la empresa rinde 26 km/gal y el costo del diesel 2 es de S/. 7,50 por galón, se le pide:

- a) Utilizar el algoritmo CW para determinar la ruta óptima que debe seguir el camión para atender a todos sus clientes diariamente.  
 b) Determinar, del mismo modo, el gasto en combustible.  
 Se sabe, además, que el vehículo tiene una capacidad de una tonelada y que cada uno de sus clientes compra en promedio 420 kilos semanales, los siete días de la semana.

### Solución

- a) La matriz de ahorros es la siguiente:

	A	B	C	D	E
0					
A		15	17	20	12
B			19	19	15
C				26	21

D 16

Primera iteración: C - D

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas

Cumple la restricción del peso.

	A	B	C	D	E
0	(2)	(2)	(1)	(1)	(2)
A	15	17	20	12	
B		19	19	15	
C			(1) 26	21	
D				16	

Rutas:

0-A-0

0-B-0

0-C-D-0

0-E-0

Segunda iteración: C - E

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas

Cumple la restricción del peso.

	A	B	C	D	E
0	(2)	(2)		(1)	(1)
A	15	17	20	12	
B		19	19	15	
C			(1) 26	(1) 21	
D				16	

Rutas:

0-A-0

0-B-0

0-E-C-D-0

Tercera iteración: A-D

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas

Cumple la restricción del peso.

	A	B	C	D	E
0	(1)	(2)		(1)	(1)
A	15	17	(1) 20	12	
B		19	19	15	
C			(1) 26	(1) 21	
D				16	

Rutas:

0-E-C-D-A-0

0-B-0

Cuarta iteración: B-D

T0D = 0

Quinta iteración: B-C

T0C = 0

Sexta iteración: A-C

T0C = 0

Sétima iteración: D-E

T0D = 0

Octava iteración: A-B

Valores de T > 0

Están en diferentes rutas

Cumple la restricción del peso.

	A	B	C	D	E
0		(1)			(1)
A		(1) 15	17	(1) 20	12
B			19	19	15
C				(1) 26	(1) 21
D					16

Ruta:

0-E-C-D-A-B-0

b) El recorrido realizado tiene:  $9 + 3 + 5 + 6 + 7 + 12 = 42$  km

El gasto diario en combustible es:  $42 / 26 * 7,5 = S/. 12,10$

### Problema 7.15

Los clientes de la carnicería aumentan sus pedidos según la tabla mostrada a continuación:

Cliente	Pedidos (kg/día)
A	500
B	500
C	400
D	400
E	600
Total	2400

Se pide lo siguiente:

- Elaborar las rutas que debe seguir el camión para atender los pedidos de los clientes.
- Calcular el incremento porcentual del costo de los combustibles con respecto al problema anterior.
- Calcular la utilización de la capacidad en peso de cada ruta encontrada.

### Solución

a) La matriz de distancias y la matriz de ahorros continúan siendo las mismas del problema anterior.

Primera iteración: C-D

Valores de T > 0

Están en diferentes rutas

Restricción del peso:  $400 + 400 < 1000$  kg.

	A	B	C	D	E
0	(2)	(2)	(1)	(1)	(2)
A		15	17	20	12
B			19	19	15
C				(1) 26	21
D					16

Rutas:

0-A-0

0-B-0

0-C-D-0

0-E-0

Segunda iteración: C-E

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas.

Restricción del peso:  $400 + 400 + 600 > 1000$  kg (no cumple)

Tercera iteración: A-D

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas.

Restricción del peso:  $400 + 400 + 500 > 1000$  kg (no cumple)

Cuarta iteración: B-C

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas.

Restricción del peso:  $400 + 400 + 500 > 1000$  kg (no cumple)

Quinta iteración: B-D

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas.

Restricción del peso:  $400 + 400 + 500 > 1000$  kg (no cumple)

Sexta iteración: A-C

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas.

Restricción del peso:  $400 + 400 + 500 > 1000$  kg (no cumple)

Séptima iteración: D-E

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas.

Restricción del peso:  $400 + 400 + 600 > 1000$  kg (no cumple)

Octava iteración: A-B

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas.

Restricción del peso:  $500 + 500 \leq 1000$  kg (cumple)

	A	B	C	D	E
0	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)
A		(1) 15	17	20	12
B			19	19	15

C	(1) 26	21
	D	16

Rutas:

0-A-B-0

0-C-D-0

0-E-0

Novena iteración B-E

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas.

Restricción del peso:  $500 + 500 + 600 > 1000$  kg (no cumple)

Décima iteración: A-E

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas.

Restricción del peso:  $500 + 500 + 600 > 1000$  kg (no cumple)

No se pueden realizar más iteraciones.

b) El incremento (%) de los costos de los combustibles se calcula a continuación:

Ruta 1: 0-A-B-0:  $10 + 7 + 12 = 29$  km

Ruta 2: 0-C-D-0:  $15 + 5 + 16 = 36$  km

Ruta 3: 0-E-0:  $9 + 9 = 18$  km

Total de km recorridos:  $29 + 36 + 18 = 83$  km

El gasto diario en combustible es:  $83/26 * 7,5 = S/. 23,94$

El incremento % en los costos de los combustibles es:  $(23,94 - 12,10)/12,10 = 97,8$  %

c) Cálculo de la utilización de la capacidad:

Ruta 1:  $1000/1000 = 100\%$

Ruta 2:  $800/1000 = 80\%$

Ruta 3:  $600/1000 = 60\%$

### Problema 7.16

Las constantes quejas de los clientes debido a que por algunos días no se completaban las tres rutas diarias que debía recorrer el camión de la empresa Bobino S.A., hacen que usted tome contacto con una empresa de transporte que le ofrece fletes más económicos que los que actualmente tiene y, además, le ofrece poner a su disposición dos camiones de 1300 kg de capacidad cada uno para realizar su reparto.

Calcule:

a) Las rutas que minimicen los recorridos de las dos unidades de transporte.

b) Los incrementos (%) en los costos en combustibles con respecto al problema anterior.

c) La utilización de la capacidad de las unidades de transporte.

### Solución

a) La matriz de distancias y la matriz de ahorros continúan siendo las mismas del problema anterior.

Primera iteración: C-D

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas.

Restricción del peso:  $400 + 400 < 1300$  kg.

	A	B	C	D	E
0	(2)	(2)	(1)	(1)	(2)
A		15	17	20	12
B			19	19	15
C				(1) 26	21
D					
E					

Rutas:

0-A-0

0-B-0

0-C-D-0

0-E-0

Segunda iteración: C-E

Restricción del peso:  $400+400+600 > 1300$  kg

Tercera iteración A-D

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas.

Restricción del peso:  $400 + 400 + 500 < 1300$  kg

	A	B	C	D	E
0	(1)	(2)	(1)		(2)
	A	15	17	(1) 20	12
		B	19	19	15
			C	(1) 26	21
				D	16

Rutas:

0-C-D-A-0

0-B-0

0-E-0

Cuarta iteración: B-C: no cumple las restricciones del peso.

Quinta iteración: B-D: no cumple las restricciones del peso.

Sexta iteración: A-C: está en la misma ruta y no cumple las restricciones del peso.

Séptima iteración D-E: no cumple las restricciones del peso.

Octava iteración: A-B: no cumple las restricciones del peso.

Novena iteración B-E:

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas.

Restricción del peso:  $500 + 600 < 1300$  kg.

	A	B	C	D	E
0	(1)	(1)	(1)		(1)
	A	15	17	(1) 20	12
		B	19	19	(1) 15
			C	(1) 26	21
				D	16

Rutas:

0-C-D-A-0

0-B-E-0

(b) El costo de los combustibles se calcula a continuación.

Ruta 1: 0-C-D-A-0:  $15 + 5 + 6 + 10 = 36$  km

Ruta 2: 0-B-E-0:  $12 + 6 + 9 = 27$  km

Total de km recorridos:  $36 + 27 = 63$  km

El gasto diario en combustible es:  $63/26 * 7,5 = S/. 18,17$

El incremento % es de:  $(18,223,94)/23,94 = -24\%$

Existe un ahorro debido a que las unidades de transporte tienen mayor capacidad y, por tanto, pueden entregar a más clientes dentro de un mismo viaje.

c) Cálculo de la utilización de la capacidad:

Ruta 1:  $1300/1300 = 100\%$

Ruta 2:  $1100/1300 = 84,61\%$

### Problema 7.17

Juan Domínguez, propietario y publicista del periódico local Lima 2005, tiene un *staff* de seis escritores. Normalmente, los empleados manejaban cada mañana desde su casa, recorriendo las distancias que se muestra en la siguiente figura (el periódico está designado como punto cero).

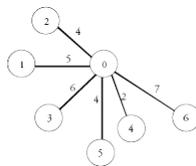


Figura 7.34: Distancias recorridas

Debido al incremento de los precios de la gasolina, los empleados han aprovechado la sugerencia de Juan de usar la van para nueve pasajeros como movilidad. Juan consiguió los siguientes datos de distancias (en kilómetros) de las localizaciones de los empleados:

Ruta	Distancia en kilómetros	Ruta	Distancia en kilómetros	Ruta	Distancia en kilómetros
1-2	2	2-3	5	3-5	5
1-3	4	2-4	6	3-6	10
1-4	6	2-5	7	4-5	3
1-5	6	2-6	11	4-6	5
1-6	12	3-4	6	5-6	5

Tabla 7.22: Distancias entre empleados

Una alternativa adicional a la van es usar un carro económico para tres pasajeros, además del chofer, aunque esto podría requerir dos viajes separados. Aun así, el rendimiento de 26 km por galón del auto compacto frente a los 12 km por galón de la van es relevante, en especial cuando el precio de la gasolina está en S/. 8 por galón.

Una consideración final es la congestión del tráfico. El promedio posible de velocidad es de 30 km/hr antes de las 8 a.m.; y de 15 km/hr entre las 8 y las 9 de la mañana.

### Preguntas:

- ¿Cuál es el costo de la gasolina por día en las condiciones actuales (empleados manejando sus propios autos)? Asumir el rendimiento de 10 km por galón.
- Encontrar la ruta de menor costo para la van de nueve pasajeros. ¿Cuál es el costo de la gasolina por día para esta disposición?
- ¿Qué tiempo podría tomarle a la van recoger y dejar a los empleados en la oficina a las 8 a.m.? ¿Y a las 9 a.m.?
- Si se usara el auto compacto, ¿qué ruta podría recomendarse para minimizar el gasto en gasolina? ¿Cuál sería el gasto en gasolina de esta opción?
- ¿A qué hora necesitaría salir de la oficina el auto pequeño y empezar su recorrido para terminar a las 8 a.m.? ¿Y a las 9 a.m.?

### Solución

a) Los kilómetros recorridos actualmente son:

010: 5 km

020: 4 km

030: 6 km

040: 2 km

050: 4 km

060: 7 km

Total: 28 km

Costo de la gasolina:  $(28/10) \times 8 = S/. 22,40$

b) Se muestran a continuación la matriz de distancias y la matriz de ahorros.

Matriz de distancias:

	1	2	3	4	5	6
0	5	4	6	2	4	7
1		2	4	6	6	12
2			5	6	7	11
3				3	6	5
4					4	3
5						5

Matriz de ahorros:

	1	2	3	4	5	6
0	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)
1		2	4	6	6	12
2			5	6	7	11
3				3	6	5
4					4	3
5						5

Primera iteración: 12

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas

Cumple las restricciones.

	1	2	3	4	5	6
0	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)
1		(1) 7	7	1	3	0
2			5	0	1	0
3				3	2	5
4					4	3
5						4
6						

Rutas:

0120

030

040

050

060

Segunda iteración: 1-3

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas  
Cumple las restricciones.

	1	2	3	4	5	6
0		(1)	(1)	(2)	(2)	(2)
1		(1) 7	(1) 7	1	3	0
2			5	0	1	0
3				3	2	5
4					4	3
5						5
6						

Rutas:  
03120  
040  
050  
060

Tercera iteración: 5-6  
Valores de T > 0  
Están en diferentes rutas  
Cumple las restricciones.

	1	2	3	4	5	6
0		(1)	(1)	(2)	(1)	(1)
1		(1) 7	(1) 7	1	3	0
2			5	0	1	0
3				3	2	5
4					4	3
5						5
6						

Rutas:  
03120  
040  
0560

Cuarta iteración: 23  
Se encuentran en la misma ruta.

Quinta iteración: 35  
Valores de T > 0  
Están en diferentes rutas  
Cumple las restricciones.

	1	2	3	4	5	6
0		(1)		(2)		(1)
1		(1) 7	(1) 7	1	3	0
2			5	0	1	0
3				3	2	(1) 5
4					4	3
5						
6						

5	(1)
	6

Rutas:

0653120

040

Sexta iteración: 46

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas

Cumple las restricciones.

	1	2	3	4	5	6
0		(1)		(1)		
1		(1) 7	(1) 7	1	3	0
2			5	0	1	0
3				3	2	(1) 5
4					4	3
5						(1) 4
6						

Ruta:

04653120

Ya no hay más puntos que unir. Por tanto, esa es la ruta elegida.

Total de kilómetros recorridos =  $2 + 5 + 5 + 5 + 4 + 2 + 4 = 27$  km

Costo de la gasolina:  $27/12 * 8 = S/. 18$

c) Tiempo estimado para una llegada a las 8 a.m.:  $27/30 = 0,9$  hrs = 54 min

El tiempo estimado para una llegada a las 9 a.m. se puede ver en la siguiente tabla:

Ruta	Recorrido (km)	Tiempo (min)	Velocidad (km/hr)
0-4	2	4	30
4-6	5	10	30
6-5	5	10	30
5-3	5	20	15
3-1	4	16	15
1-2	2	8	15
2-0	4	16	15
		84	

Tabla 7.23: Tabla de recorridos tiempos y velocidades

d) La matriz distancia y la matriz de ahorro son las mismas del problema anterior.

Primera iteración: 12

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas

Cumple las restricciones.

	1	2	3	4	5	6
0	(1)	(1)	(2)	(2)	(2)	(2)
1		(1) 7	7	1	3	0
2			5	0	1	0
3				3	2	5
4						
5						
6						

	4	3	4
		5	6

Rutas:

0120

030

040

050

060

Segunda iteración: 13

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas

Cumple las restricciones.

	1	2	3	4	5	6
0		(1)	(1)	(2)	(2)	(2)
1		(1) 7	(1) 7	1	3	0
2			5	0	1	0
3				3	2	5
4					4	3
5						5
6						

Rutas:

03120

040

050

060

Tercera iteración: 56

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas

Cumple las restricciones.

	1	2	3	4	5	6
0		(1)	(1)	(2)	(1)	(1)
1		(1) 7	(1) 7	1	3	0
2			5	0	1	0
3				3	2	5
4					4	3
5						5
6						(1) 6

Rutas:

03120

040

0560

Cuarta iteración: 23: se encuentran en la misma ruta.

Quinta iteración: 35: no cumple la restricción.

Sexta iteración: 46

Valores de  $T > 0$

Están en diferentes rutas

Cumple las restricciones.

	1	2	3	4	5	6
0		(1)	(1)	(1)	(1)	
1	(1) 7	(1) 7	1	3	0	
2		5	0	1	0	
3			3	2	5	3
4				4	3	(1) 4
5					5	(1) 6

Rutas:

03120

04650

La ruta recomendada es la siguiente:

03120

04650

El recorrido en kilómetros es el siguiente:

Ruta 1: 03120:  $6 + 4 + 2 + 4 = 16$  km

Ruta 2: 04650:  $2 + 5 + 5 + 4 = 16$  km

Recorrido total = 29 km

Costo de gasolina de esta opción:  $(32/26) \times 8 = S/. 9,84$

e) Terminar el recorrido a las ocho:

Recorrido rutas 1 y 2:  $16 + 16 = 32$  km

Velocidad: 30 km/hr

Tiempo de viaje:  $32/30 = 1$  hr + 4'

El auto debe salir a las 6:56 a.m.

Terminar el recorrido a las nueve:

Entre las 8 y las 9 la velocidad es de 15 km/hr y la distancia recorrida es de 15 km Resta por recorrer  $3215 = 17$  km a una velocidad de 30 km/hr. El tiempo necesario es de 34 minutos. Por tanto, el auto deberá salir a las 7:26 a.m.

## 5. PROBLEMAS PROPUESTOS

### Problema 7.18

Usted es el director de operaciones de una cadena de tiendas de electrodomésticos y debe decidir la configuración de la red logística de distribución de sus productos en el interior del país, abasteciéndose desde su proveedor ubicado en el Callao. Para ello, tiene dos alternativas posibles: (1) atender la demanda del país desde tres puntos de almacenamiento ubicados en el norte (Trujillo), centro (Lima) y sur (Arequipa), que atenderían la demanda de sus productos de esas zonas; y (2) atender la demanda de sus productos desde un solo gran punto de almacenamiento ubicado en Lima (ver figura 7.35). Sabía que esta última alternativa requería menores niveles de inventario que la primera, con lo cual conseguiría ahorros en costos de posesión de inventarios en la red, pero no estaba seguro de si dichos ahorros absorberían los incrementos de los costos de fletes de una distribución centralizada.

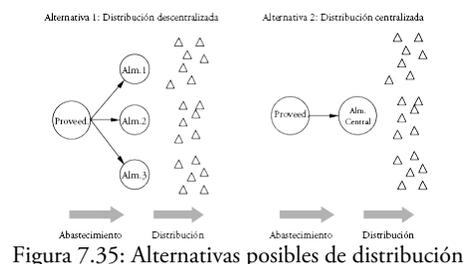


Figura 7.35: Alternativas posibles de distribución

## El producto a distribuir

La demanda de sus productos se comporta como una distribución normal con media y desviación estándar mostrada en la tabla 7.24. El artículo tiene un valor de US\$ 10 en el almacén del proveedor ubicado en Callao.

	Alternativa 1: distribución descentralizada			Alt. 2: dist. central
	Trujillo	Lima	Arequipa	Lima
Enero	218	101	268	587
Febrero	188	87	296	571
Marzo	225	123	321	669
Abril	217	101	312	630
Mayo	176	95	301	572
Junio	187	97	294	578
Julio	221	93	285	599
Agosto	212	131	305	648
Setiembre	210	76	289	575
Octubre	203	101	303	607
Noviembre	188	87	324	599
Diciembre	185	114	332	631
Demanda anual en unidades	2430	1206	3630	7266
Promedio de unidades por mes	202,5	100,5	302,5	605,5
Desviación estándar S (und/mes)	16,8	15,6	18,0	32,4

Tabla 7.24: Distribución de la demanda de los productos por zona de demanda

## Logística de la distribución

### Alternativa 1. Opción descentralizada:

- Los costos de emisión de pedidos de los almacenes 1, 2 y 3 al proveedor son de US\$ 40 por pedido. Los tiempos de entrega del proveedor a cada almacén son de 1 semana.
- Los fletes de abastecimiento por unidad a cada uno de los almacenes se muestran a continuación:
  - del proveedor al almacén 1: US\$ 0,10
  - del proveedor al almacén 2: US\$ 0,09
  - del proveedor al almacén 3: US\$ 0,08
- Los fletes de distribución de los almacenes a los puntos de venta, por unidad, son de US\$ 0,12 en promedio.
- El sistema de abastecimiento de cada almacén corresponde al sistema Q con lotes de envío igual al lote económico.

### Alternativa 2. Opción centralizada:

- Los costos de emisión de pedidos del único almacén al proveedor son de US\$ 75 por pedido. El tiempo de entrega de la fábrica al almacén es de dos semanas.
- El flete de abastecimiento de la fábrica al almacén central es de US\$ 0,07 por unidad y los fletes de distribución en promedio son de US\$ 0,15 por unidad.
- El sistema de abastecimiento del almacén, al igual que en el caso anterior es el sistema Q.

Si el costo de posesión de inventarios es de 20% anual y el nivel de disponibilidad del sistema debe ser del 90% ( $Z = 1,28$ ), determine la alternativa óptima de distribución.

## Problema 7.19

El fabricante de fideos del problema 7.4 decide incorporar el concepto del valor del dinero en el tiempo, y para ello trabaja con una tasa de descuento de 10% anual, el impuesto a la renta es del 35% y el valor de recupero de la fábrica al término de la vida útil se muestra en el siguiente cuadro:

Fábrica en:	Valor recupero US\$
-------------	---------------------

A	750 000
B	730 000
C	500 000
D	710 000

Tabla 7.25: Valor de recuperio

Se pide determinar la nueva ubicación óptima de la fábrica.

### Problema 7.20

Un inversionista desea establecer la ubicación idónea para una fábrica de mermelada de fresa en frasco. Cada frasco pesa aproximadamente 1 kilo, y el 80% de su peso corresponde a la materia prima, fresa, y el 20% restante del peso se reparte en el agua, azúcares, esencias y el mismo frasco de vidrio.

La demanda estimada de frascos de mermelada y otros datos relacionados con el negocio se muestran a continuación:

Ciudad	Demanda (miles de frascos)	Costos operativos (US\$ por año)	Inversión (miles US\$)	Fletes desde E (US\$ por ton)
A	1200	200 000	1000	60
B	800	250 000	1100	70
C	1150	180 000	1200	66
D	1300	270 000	1300	76

Tabla 7.26: Datos relacionados a cada ubicación

Se ha establecido localizar a la fábrica en cualquiera de las ciudades a excepción de la ciudad E, donde se encuentra la materia prima, debido a que no existe mano de obra calificada en ese lugar y al mal estado de las carreteras de salida de E, que dañarían el frágil envase de vidrio del producto final.

El producto terminado se embala en cajas de cartón corrugado y se transporta en camiones que pueden llevar como máximo 3 toneladas de peso.

Los fletes de estas unidades de transporte se muestran a continuación (US\$/viaje):

	A	B	C	D
A		280	230	240
B			250	255
C				235
D				

Tabla 7.27: Fletes del producto terminado

Si la vida útil del proyecto es de diez años, encontrar la localización óptima de la fábrica.

### Problema 7.21

Usted tiene que elegir la ubicación de una fábrica de productos de limpieza como lejía, desinfectantes, entre otros. Tiene dos alternativas posibles. La primera es ubicar la planta en Lima, con unos costos operativos de US\$ 0,075 por litro de producto terminado. Los ácidos y concentrados que constituyen la esencia del producto se traerían desde Santiago y representarían solo el 13% del producto final, medido en litros; el resto es agua. La segunda alternativa es fabricar el producto terminado en Santiago, donde ya se cuenta con una planta que abastece al mercado chileno. Lo atractivo de esta alternativa es que las economías de escala logradas permitirían unos costos operativos muy bajos, es decir, la tercera parte de lo que cuesta en Lima.

La demanda anual del mercado limeño es estimada en doce millones de litros. Además, los ácidos y concentrados solo se encuentran disponibles en Santiago.

La logística de la operación es la siguiente:

Si la fábrica es ubicada en Lima, los ácidos y concentrados son traídos desde Santiago a granel y por vía marítima, en contenedores tanque de 3000 litros de capacidad y con un costo de flete de Santiago–Lima de US\$ 1800 por contenedor.

Si la fábrica es ubicada en Santiago, el traslado del producto terminado se realiza también vía marítima en contenedores de 40 pies. Debido al embalaje de los productos, cajas corrugadas que contienen las botellas plásticas de lejías y desinfectantes, en cada contenedor entran 2500 litros de productos terminados. El flete en estos contenedores es de US\$ 1200 por contenedor.

La distribución de los productos terminados en el mercado peruano tiene un costo de un millón de dólares anuales. Este costo es independiente de dónde sean fabricados los productos.

Determine la ubicación óptima de la planta.

### Problema 7.22

Si el empleado que vive en la localización 6 del problema del periódico Lima 2005 (problema 7.17) se ofrece a guardar la van durante la noche, ¿cuál sería la nueva ruta a seguir?, ¿cuál sería el nuevo punto de origen?

### Problema 7.23<sup>43</sup>

Aerolíneas «El Viajero» está planeando implementar un servicio de enlace entre sus cinco almacenes y el aeropuerto Jorge Chávez. Usted ha recibido la tarea de desarrollar la ruta y programación de servicios con el objetivo de obtener los costos más bajos.

Para la ejecución de la tarea, usted recibió la siguiente información:

Costo promedio de la operación: US\$ 0,455 por km

Velocidad promedio de operación: 60 km/hr

Tiempo promedio de parada por escala: 9 minutos

A partir de un mapa de la ciudad, se desarrolla la siguiente matriz de distancias en kilómetros de las localizaciones de los almacenes. El aeropuerto está designado como el punto cero.

	1	2	3	4	5
0	10	4	5	5	7
1		7	11	15	6
2			8	9	8
3				6	4
4					9

- Usando el algoritmo de C-W, recomendar la mejor programación de rutas con el objetivo de bajo coste. Halle la distancia total recorrida y el costo total de la ruta.
- Debido a las continuas quejas de los usuarios por los largos tiempos de espera, se estipuló que el recorrido de cada bus deberá tener un tiempo máximo de viaje de 40 minutos, excluyendo solo el tiempo de carga y descarga en el aeropuerto. Aunque esto ofrecerá a los usuarios un servicio más rápido, significará un costo mayor de operación.

Desarrollar una nueva ruta que considere esta nueva restricción de tiempo, manteniendo aún el objetivo de bajo coste. Halle las distancias recorridas y el costo total de la operación.

### Problema 7.24

Una conocida transnacional de bebidas gaseosas acaba de ingresar al Perú, comprando una marca local de bebidas ya posicionada en el norte del país. La demanda que proyecta la transnacional en el norte del país se muestra en el siguiente cuadro:

Ciudad	Demanda anual proyectada siguientes diez años (litros)
Tumbes	40 000
Piura	60 000
Chiclayo	70 000
Trujillo	50 000
Chimbote	25 000

Actualmente la empresa cuenta con dos plantas ubicadas en las siguientes ciudades:

Piura: que abastece al mercado de Chiclayo, Piura y Tumbes

Trujillo: que abastece al mercado de Trujillo y Chimbote

La transnacional le encomienda a usted evaluar la conveniencia de implementar una nueva planta en Chiclayo, que abastezca solamente a esa ciudad, manteniendo el abastecimiento de las demás ciudades por las plantas actuales. Para ello, usted recaba la siguiente información:

1) Los costos de producción de las plantas actuales y los estimados de funcionar la futura fábrica:

	Chiclayo	Piura	Trujillo
Costo de producción (US\$/lt). Incluyen fletes de abastecimiento de las materias primas para la producción de las gaseosas	1,2	1,4	1,45

2) Los costos de los fletes de productos terminados entre ciudades y los costos de distribución al interior de cada ciudad:

Ciudad	Piura (US\$/lt)	Trujillo (US\$/lt)
Tumbes	0,420	0,852
Piura	0,250	0,543
Chiclayo	0,322	0,289
Trujillo	0,543	0,180
Chimbote	0,932	0,319

3) El costo de distribución dentro de la ciudad de Chiclayo es de US\$ 0,215 por litro.

Evalúe usted la conveniencia de implementar la nueva planta en Chiclayo.

### Problema 7.25

Usted ha sido contratado para planificar la demanda de un importante detallista de artículos de ferretería y reparación para el hogar con doce tiendas ubicadas en todo el país. Como primera tarea le han encomendado analizar la conveniencia de una de las siguientes dos alternativas:

#### Alternativa 1. Inventarios descentralizados en cada tienda

El proveedor abastecería a cada una de las tiendas según la figura 7.36 y el cliente compraría el motor en cada tienda. Los datos logísticos de esta alternativa son los siguientes:

- El tiempo de abastecimiento del proveedor a cada tienda es de dos semanas.
- La demanda de cada tienda tiene un promedio de cincuenta motores por semana y una desviación estándar semanal de cincuenta motores.
- El costo de la orden de cada tienda al proveedor es de US\$ 50
- Cada tienda repone sus stocks según el sistema Q

#### Alternativa 2. Inventarios centralizados en un centro de distribución

El proveedor entregaría a un CD ubicado en el Callao, contratado específicamente para esta operación, desde donde se entregaría a domicilio a los clientes según los pedidos tomados por las tiendas. Con esta alternativa solo se mantendrían stocks en el CD, ahorrándose los stocks en cada una de las tiendas, pero tendría que incurrirse en costos extras de entrega a domicilio que no existían en la alternativa 1. La figura 7.36 describe la operación de ambas alternativas.

Los datos logísticos de esta alternativa son los siguientes:

- El tiempo de abastecimiento del proveedor al CD es de 0,7 semanas.
- La demanda semanal de motores del CD es de 600 motores por semana y la desviación estándar de la demanda es de 173,2 motores por semana.
- El costo de ordenar del CD al proveedor es de US\$ 65 por orden.
- El costo extra de la entrega a domicilio de cada uno de los motores es de US\$ 0,90 por motor.

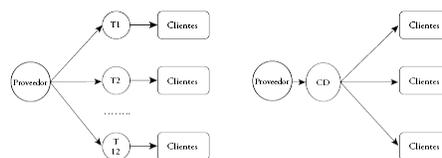


Figura 7.36: Alternativas descentralizada y centralizada

Considere:

- Año de 52 semanas
- Costo unitario del motor: US\$ 80 por unidad, en cualquier eslabón de la cadena
- Tasa de posesión de inventarios del detallista: 25% anual
- Nivel de disponibilidad deseado: 95% ( $Z = 1,65$ )

Determine la alternativa de menor costo para el detallista.

#### Resumen del capítulo

1. Los fabricantes optan por usar canales de distribución para hacer llegar sus productos al cliente final por que los canales: reducen el número de contactos para llegar al cliente final, acoplan la oferta de los productores con la demanda de los clientes finales, mejoran la combinación de oferta servicio, tienen un volumen mayor de operaciones logísticas, asumen el financiamiento y riesgo y proporcionan una mayor cobertura del mercado.
2. En un canal de distribución directo el fabricante asume los costos logísticos de entregar los productos al cliente final o al minorista, mientras en un canal indirecto son los canales los que asumen dichos costos, los cuales, al tener un volumen mayor de operaciones logísticas y reducir los contactos, pueden hacerlo de manera más eficiente.
3. Al momento de diseñar la red de distribución se requiere tener en cuenta las siguientes consideraciones:
  - Las relaciones existentes entre el número de instalaciones, los costos de operación de las mismas, los costos de transporte y los costos de posesión de inventarios.
  - Los criterios para la localización óptima de los stocks en la red de distribución.
  - El diseño adecuado de rutas para hacer eficiente el reparto desde una instalación a múltiples puntos en la red, en términos de distancias recorridas y uso de la capacidad de transporte.

<sup>43</sup> Adaptado de Fitzsimmons y Fitzsimmons (1998, p. 105).

## CAPÍTULO 8

### MODELO DE CONTROL DE LA CADENA DE SUMINISTRO Y OPERADORES LOGÍSTICOS

Objetivos de aprendizaje

Después de leer este capítulo el lector será capaz de:

1. Entender el funcionamiento de un sistema de control de la cadena de suministro.
2. Entender el concepto de los 3PL y los 4PL. Identificar sus principales diferencias.
3. Explicar los principales beneficios y riesgos de la subcontratación logística.

#### 1. MODELO DE CONTROL DE LA CADENA DE SUMINISTRO

La gestión de la cadena de suministro, como cualquier actividad funcional de la empresa, requiere de un sistema de control. Un sistema de control simple presupone la existencia de metas u objetivos, una situación deseada, y el resultado de una situación actual. Lo ideal es que las metas y el resultado actual sean iguales o que tiendan a la igualdad.

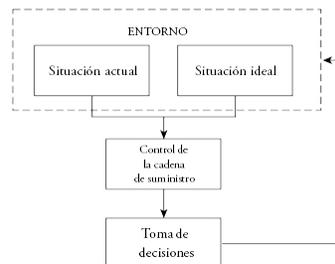
Cuando la diferencia entre el objetivo y lo actuado es muy grande, se hace necesario el análisis y la toma de decisiones para reducir la brecha. Estas acciones tienen el objetivo de corregir estas diferencias y acercar lo actuado al ideal.

La cadena de suministro, por su naturaleza vinculante, relaciona a la empresa con su entorno, sea este de clientes o proveedores. Del mismo modo, es muy sensible a los cambios en el exterior, los cuales pueden actuar positivamente, acortando la brecha, o de manera negativa, haciéndola más grande. Por tanto, el análisis del entorno es determinante en la medición de la gestión de la cadena de suministro.

Las decisiones tomadas tienen por objetivo modificar la actuación de la empresa, pero también se pueden modificar las metas o establecer nuevas, y, en algunos casos, inclusive se puede modificar el entorno. Debido a la naturaleza cambiante del entorno se hace necesaria una evaluación periódica constante de la gestión de la cadena de suministro.

Cuando se observa un aumento considerable en los costos de la empresa, existan demasiadas quejas de los clientes por un bajo nivel de servicio o se cumplan plazos los de revisión previamente establecidos, sean estos anuales, semestrales o mensuales, se hace necesaria una revisión.

El modelo de control de la cadena de suministro estudiado en este libro contiene estos cinco elementos básicos, y su interrelación se muestra en el siguiente cuadro.



Esquema 8.1: Estructura del modelo de control de la cadena de suministro.

#### 2. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL Y FORMULACIÓN DE LA SITUACIÓN DESEADA

¿Cómo describir la situación actual y formular la situación deseada? Existen varias formas de describir ambas situaciones. En este libro usaremos los indicadores de cadena de suministro y los informes cualitativos.

Los indicadores son coeficientes que permiten medir la eficiencia de la cadena de suministro en cuanto al uso de los recursos y cumplimiento de los niveles de servicio.

El indicador debe enfocarse en la esencia misma de la actividad y en sus características relevantes. Por ejemplo, si la actividad analizada es el área de compras, el dinero invertido en comprar y los ahorros obtenidos son las características más importantes de esta actividad. Por ello, un indicador podría incidir en los ahorros comprobados obtenidos por el área de compras dividido entre las compras totales.

Los indicadores, como parte de un sistema de control, deben ser usados tanto para describir la realidad como para identificar los objetivos deseados al cabo de un plazo determinado. Por tanto, para cada actividad analizada se requieren dos indicadores, el primero describe la situación actual y el segundo describe la meta a alcanzar. El establecimiento de indicadores requiere la recolección de información relacionada y la formulación del indicador.

No existe un juego de indicadores maestro que sirva para todas las situaciones posibles. En la práctica, la formulación del indicador depende mucho de la situación específica que se esté analizando, así como de la experiencia y conocimiento de la persona que formula el indicador.

A continuación, se presentan los indicadores más usados, agrupados en las distintas áreas de estudio de este libro, los que pueden servir de base para cualquier estudio posterior.

- Inventarios
- Almacenes
- Transporte
- Compras
- Distribución física

## **2.1. Indicadores del área de inventarios**

La información necesaria para formular indicadores de inventarios es la siguiente:

### ***2.1.1. Información de costos de inventarios***

La clasificación ABC de los costos de inventarios es una herramienta que nos ayuda a concentrar nuestros esfuerzos en la reducción de los costos de aquellos productos que tienen los mayores montos de inversión.

También es necesario conocer los costos totales de los productos en inventarios, los costos de los productos recepcionados y los despachados.

### ***2.1.2. Información de movimiento de inventarios***

En este rubro se registran los niveles de inventarios promedios, la cantidad de productos recepcionados, despachados, obsoletos, etc., medidos en unidades monetarias, toneladas, m<sup>3</sup>, pallets, etcétera. Utilizar nuevamente la clasificación ABC o de Pareto en la cantidad de productos despachados resultará útil para organizar los inventarios.

### ***2.1.3. Información de disponibilidad de inventarios***

Para medir la disponibilidad de inventarios de la empresa se debe conocer el número de pedidos recibidos, la cantidad de pedidos atendidos completamente, la cantidad de pedidos con productos sin stock y la cantidad de productos activos sin stock.

Los indicadores más usados en la gestión de inventarios son los siguientes:

- Coeficiente de rotación de productos: se obtiene dividiendo el total de productos despachados entre el inventario promedio.
- Disponibilidad: mide el total de unidades atendidas con el stock de la empresa entre el total de unidades pedidas.
- Coeficiente de obsolescencia: se obtiene dividiendo el total de productos obsoletos entre el total de productos mantenidos en inventario. De la misma manera, se puede calcular el coeficiente de mermas, daños, pérdidas, etcétera.
- Cobertura o días de stock: se obtiene dividiendo el stock actual de un producto entre el consumo promedio diario.
- Stock out: el número de productos activos sin stock dividido entre el total de productos activos de la empresa.

## **2.2. Indicadores del área de almacenes**

La información necesaria para formular indicadores de almacenes es la siguiente:

- Información de infraestructura de almacenes: en lo referente a la infraestructura, es importante obtener datos sobre la capacidad de almacenamiento, uso de esta capacidad, y costos incurridos (depreciación, mantenimiento, entre otros).
- Información de equipamiento de almacenes: cantidad de equipos disponibles, costos incurridos (operador, combustible, energía, depreciación, mantenimiento, alquileres, entre otros), tiempos de carga y descarga de productos, flexibilidad en su uso y horas diarias de utilización del equipo. Todo ello es información necesaria para establecer indicadores de utilización de recursos.
- Información de deterioros, daños, mermas y pérdidas: con respecto a los cuidados que se tiene con los productos al momento de manipularlos, es importante saber la cantidad de productos dañados, el monto en dinero de dichos productos, la cantidad de accidentes ocurridos en la manipulación y sus causas.
- Información de actividades del ciclo de almacenamiento: en las actividades de recepción y despacho es útil conocer la cantidad de vehículos atendidos en un turno de trabajo, la cantidad de bultos, cajas, pallets y contenedores atendidos por turno; el personal empleado y los equipos y horas de trabajo por turno complementan la información necesaria.

La preparación de pedidos es clave al momento de evaluar la gestión de los almacenes, pues incide directamente en el nivel de servicio ofrecido al cliente. La cantidad total de pedidos preparados y los pedidos preparados sin errores son los principales elementos de la evaluación. Los errores posibles durante la preparación son de tres tipos: (1) producto equivocado, (2) cantidad equivocada y (3) conservación inadecuada (despacho de productos deteriorados, con fecha de expiración vencida, entre otros). Los recursos utilizados completan la información requerida: personal, equipos y tiempo necesario para la preparación de pedidos.

En lo referente al control de stocks es necesario identificar los productos que tienen diferencias entre el físico y el kárdex, tanto en cantidad como en monto de dinero que representa.

Algunos indicadores que se pueden formular con respecto a los almacenes son los siguientes:

- Coeficiente de utilización del almacén: se obtiene dividiendo la capacidad usada entre la capacidad total del almacén. Los valores cercanos a 1 indican una buena utilización del almacén. Valores muy alejados a 1 requieren una nueva planificación de la capacidad del almacén, ya sea por sobreutilización o subutilización.
- Costos unitarios de almacenamiento y manipulación de productos: se obtiene dividiendo el costo total de la infraestructura de almacenamiento entre la capacidad usada del almacén. Está expresado en unidades monetarias por tonelada, m<sup>3</sup>, pallets, entre otros. De la misma forma, se pueden hallar los costos unitarios de recepción, preparación de pedidos y despacho de productos.
- Índice de deterioros, daños, mermas, pérdidas: se obtiene dividiendo la cantidad de productos deteriorados entre el total almacenado, medido en unidades o unidades monetarias.
- Precisión de la preparación de pedidos: se encuentra dividiendo el número de pedidos correctamente preparados entre el total de pedidos. Este índice mide el nivel de servicio con que trabaja el almacén.
- Exactitud de registros de inventarios: se obtiene dividiendo el número total de productos que no presentan diferencias entre el físico y el kárdex entre el total de productos almacenados.
- Ineficiencias en la manipulación: existen actividades que implican un costo innecesario, como mover productos para poder manipular otros y cambiar los productos de un almacén a otro. Estas ineficiencias pueden medirse dividiendo el costo de este tipo de manipulación entre los costos de manipulación totales.

Otros indicadores pueden ser (1) el coeficiente de utilización de los equipos: rendimiento de los equipos (bultos, cajas, pallets manipulados por hora), y (2) el rendimiento del personal (bultos, cajas, pallets manipulados por hora hombre).

### 2.3. Indicadores del área de transportes

La información necesaria para formular indicadores de transporte es:

- Información de la flota de transporte: se debe conocer la cantidad y tipo de vehículos de transporte, capacidad en peso y volumen, factor de ocupación (carga transportada/capacidad de la unidad de transporte), personal de carga y descarga asignado a la flota, tiempos de la unidad en movimiento, y tiempos de la unidad parada.
- Información con respecto a los pedidos: número de pedidos recibidos, puntos de entrega de los pedidos, volumen y peso promedio de los pedidos, fecha y hora de entrega.
- Información de costos: según el modelo sobre transporte carretero utilizado en el capítulo sobre medios de transporte, los costos se agruparán en tres rubros: costos operativos, de naturaleza variable; costos del vehículo y costos de la organización. Estos dos últimos son de naturaleza fija.

Los indicadores propuestos para el área de transporte y distribución son:

- Costo por tonelada kilómetro: se obtiene dividiendo los costos totales (fijos y variables) entre los kilómetros recorridos en la ruta. Luego, este resultado se divide entre las toneladas transportadas<sup>44</sup>.

Por otra parte, los costos por tonelada kilómetro no son iguales en todas las rutas. Una ruta ascendente que une la costa con la sierra tiene un costo por tonelada kilómetro mayor que una ruta que une dos puntos en la costa. En nuestro país, Bonifaz y otros realizaron un estudio muy interesante sobre el impacto del peaje en los costos operativos y totales de las empresas de transporte de carga, en el cual señalan los factores que determinan los costos de cada ruta:

En el trayecto de la carretera, se exige al vehículo una serie de maniobras de aceleración, desaceleración y frenadas para afrontar los diversos obstáculos en ruta. Estas operaciones se asocian a un mayor consumo de combustible y lubricantes, mayor desgaste de las llantas y deterioro en la conservación de la unidad motriz. Los obstáculos o factores de las vías que afectan el costo del servicio pueden clasificarse en: factores físicos de diseño y construcción, factores topográficos o factores de medio ambiente (Bonifaz y otros, 2002, p. 24).

- Costo por punto de entrega: los costos totales se dividen entre el total de puntos de entrega. Este indicador puede ayudar a establecer el tamaño mínimo de pedido. El pedido de menor tamaño debe ser aquel cuyo margen sea mayor a los costos de entrega.
- Coeficiente de cumplimiento: se mide como el porcentaje de veces que el transportista entregó los pedidos a tiempo en fecha, hora, cantidad, adecuada conservación del producto, entre otros.
- Tamaño promedio del pedido: este indicador se obtiene dividiendo el total de metros cúbicos o toneladas entregadas entre el número de pedidos. Intuitivamente se puede entender que cuanto más pequeño es el tamaño del pedido, la distribución se aproxima más al tipo directo, entrega a minoristas y clientes finales; cuanto más grande es el tamaño del pedido, la distribución es del tipo indirecto, entrega a mayoristas y distribuidores.
- Factor de uso: es el tiempo que la unidad de transporte se encuentra en movimiento dividido entre el tiempo total (tiempo en movimiento + tiempo parada). El objetivo es lograr un alto factor de uso para prorratear los costos fijos entre un mayor número de kilómetros recorridos y tener así un costo tonelada kilómetro menor.
- Documentación sin problemas: es el porcentaje de documentos cuyos datos coinciden totalmente con los requerimientos en la primera vez que estos fueron elaborados. Los documentos pueden ser guías de remisión, órdenes de compra, facturas, entre otros.
- Daños y deterioros: se calcula dividiendo la cantidad de productos dañados entre el total de productos entregados.

## 2.4. Indicadores del área de compras

La información necesaria para formular indicadores de compras es:

- Información con respecto a los pedidos: es importante tener los registros de los pedidos que llegan al área de compras, los que pueden ser clasificados según su origen: las diferentes áreas funcionales de la empresa; según su apremio: los que tienen carácter de urgencia y los que no; según su trámite de atención: los que siguen el proceso previsto completamente y los que no; según su cumplimiento: los que llegan al almacén a tiempo y los que no; entre otros.

Llevar un registro de los pedidos con carácter de urgencia y clasificarlos de acuerdo al área solicitante puede ser una tarea útil, pues nos indicará qué áreas de la empresa no planifican con la debida atención sus requerimientos. Este tipo de requerimientos genera costos adicionales en su atención. Una manera de combatirlos es cargar estos sobre costos al área que genera los pedidos urgentes.

- Información con respecto a los proveedores: los montos comprados a cada proveedor y una clasificación ABC de proveedores en base a estos montos es el paso inicial para el análisis de proveedores.

Con aquellos proveedores de la categoría A, los más representativos, se pueden establecer visitas periódicas, inspecciones a sus procesos productivos, mediciones de su desempeño logístico en cuanto al cumplimiento de plazos de entrega, exactitud en sus despachos, calidad en sus productos, entre otros. Posteriormente, estas actividades se pueden extender a los demás proveedores de la empresa, siempre y cuando las posibilidades de ahorros o mejoras sean mayores que los costos asociados a dichas actividades.

- Información con respecto a las compras: los productos comprados y una clasificación ABC de los productos en función a los montos comprados es la información básica a recolectar. Buscar una base pequeña de proveedores para aquellos productos en los que la empresa invierte las mayores cantidades de dinero puede representar posibilidades de ahorro importantes.

Tener un registro de los montos totales comprados, de los ahorros comprobados, la cantidad de órdenes de compra emitidas, el número total de compradores de la empresa, los costos del área de compras, entre otros, nos permitirá establecer indicadores apropiados que midan la gestión del área de compras.

Algunos indicadores que se pueden establecer en función de la información recolectada son los siguientes:

- Ahorros comprobados partidos por las compras totales: un ahorro comprobado se puede obtener restando el precio obtenido por la empresa del precio referencial del producto. Este indicador se obtiene dividiendo los ahorros comprobados entre el monto total comprado.

Es importante realizar un seguimiento a los ahorros obtenidos por compras, pero no debe realizarse de manera aislada, pues se pueden obtener importantes ahorros a costa de grandes volúmenes comprados, con la consiguiente necesidad de mayor capital de trabajo, mayores costos de inventarios, mayor riesgo de obsolescencia, entre otros.

- Costo de emisión de órdenes de compra: este indicador se halla dividiendo los costos totales del área de compras entre la cantidad de órdenes de compra emitidas. Este indicador es importante tanto para el área de compras como para los cálculos de la cantidad económica a comprar.

- Órdenes de compra emitidas por comprador: nos indica la productividad por comprador. Se halla dividiendo el total de órdenes de compras emitidas entre el número total de compradores. Este indicador está limitado por los procesos administrativos de cada empresa en particular, ya que dichos procesos pueden aligerar o ser un obstáculo en la gestión de la compra.

Adicionalmente, si la empresa está embarcada en un proceso de asociación con sus proveedores o búsqueda de proveedores únicos, el número de órdenes de compra emitidas disminuirá, pero aumentará el trabajo con los proveedores: visitas, inspecciones, reuniones, entre otros.

Otros indicadores útiles:

- Valor comprado por orden de compra
- Porcentaje de órdenes de compra que llegan fuera del plazo estipulado
- Valor comprado por empleado del área de compras
- Cantidad de visitas o inspecciones por proveedor

## 2.5. Indicadores del área de distribución física

Los indicadores del área de distribución están muy relacionados con el desempeño logístico de la empresa desde el punto de vista del cliente. Algunos indicadores relacionados con la distribución son:

- Duración del ciclo del pedido: es el tiempo que transcurre desde que el cliente hizo su pedido hasta que lo recibe en su almacén.
- *On time*: mide el porcentaje de pedidos entregados a tiempo entre el total de pedidos entregados.
- *Fill rate*: mide la cantidad de unidades atendidas entre la cantidad de unidades solicitadas por el cliente.
- *In full*: mide el porcentaje de pedidos entregados completos entre el total de pedidos entregados. También es llamado *order fill rate*.
- *On time in full*: mide el porcentaje de pedidos entregados completos y a tiempo entre el total de pedidos entregados.
- Disponibilidad: mide el total de unidades atendidas con el stock de la empresa entre el total de unidades pedidas.
- Costos de la distribución: mide el costo de la distribución total, que incluye los costos de almacenes y medios de transporte usados en la distribución. Se calcula como porcentaje sobre las ventas o como costo por unidad vendida.

## 2.6. Informes cualitativos

Los indicadores representan la actuación de la cadena de suministros de manera parcial; tienen aspectos que no pueden ser representados pero que influyen decisivamente en la gestión de la cadena de suministro. Un informe que contenga estos aspectos cualitativos complementa adecuadamente el uso de indicadores.

¿Qué aspectos de la cadena de suministro pueden registrarse en los informes cualitativos? Una lista sugerida de aspectos a considerar en un informe se presenta a continuación:

- Motivación de los trabajadores para la realización de su trabajo y grado de compromiso con la correcta ejecución de su trabajo.
- Calificación adecuada de los trabajadores para el cumplimiento de sus funciones
- Existencia de manuales de procedimientos, funciones, organigramas, políticas de la empresa, entre otros
- Procedimientos de trabajo idóneos, a la medida de las necesidades de la empresa, que agilicen la realización de los procesos y que no representen trabas
- Limpieza, orden y conservación de las instalaciones y equipos
- Soporte tecnológico apropiado a las necesidades de la empresa

## 3. ANÁLISIS DEL ENTORNO

El entorno afecta en gran medida el desarrollo de la cadena de suministro. Los factores del entorno que afectan dicha actividad se pueden agrupar en dos tipos:

- Contingenciales: aquel tipo de hechos o sucesos que ocurren de manera imprevista, de corta duración y que alteran el desarrollo de la actividad. Por ejemplo, huelgas, paros, bloqueos de carreteras, terremotos, inundaciones, entre otros.

La gestión de la cadena de suministro debe incorporar planes alternativos para afrontar este tipo de hechos. Por ejemplo, ante posibles bloqueos de carreteras, se deben establecer de antemano las carreteras alternativas a utilizar. En caso de no existir esta posibilidad, ¿qué medios de transporte alternativos existen? En caso de que uno de los

almacenes de la empresa sea afectado, se debe determinar qué otro almacén de la empresa puede reemplazarlo, o si existen opciones de alquiler de almacenes en la zona.

- Estructurales: existen cambios de naturaleza profunda que afectan la manera en que se realizan las actividades de la cadena de suministro. Así, por ejemplo, la entrada de un nuevo competidor puede obligar a la empresa a elevar el nivel de servicio para mantener su participación en el mercado. La aparición de operadores logísticos con grandes economías de escala, bajos costos y alta especialización pueden motivar la subcontratación de la actividad logística en lugar de seguir haciéndola en casa.

Las regulaciones del Estado también pueden cambiar el escenario en que se desarrolla la cadena de suministro. Por ejemplo, en la década de 1990 el Estado peruano liberalizó la importación de vehículos usados, con lo cual se incrementó la oferta de transporte terrestre de carga y se superó la demanda, lo que trajo consigo informalidad en el sector y una reducción drástica de los fletes de transporte.

#### 4. CONTROL DE LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

El control de la cadena de suministro está orientado al cumplimiento del nivel de servicio y al control de los costos. Para realizar este control se debe tener información cuantitativa y cualitativa, tanto sobre la situación actual como de la meta a alcanzar. Las diferencias existentes deben ser analizadas y serán objeto de decisiones con el fin de eliminarlas.

Al analizar el nivel de servicio es importante considerar los aspectos del servicio que valora el cliente: pueden darse casos de altos desempeños en parámetros que el cliente no aprecia, así como una actuación pobre en lo que sí es valorado por el cliente. La siguiente figura nos muestra la valoración del cliente a determinados parámetros, la calificación de la empresa en dichos parámetros y la calificación del mejor competidor. Claramente la empresa analizada debe plantearse metas en aquellos aspectos en los que tiene un bajo desempeño y en aquellos que el cliente valora.

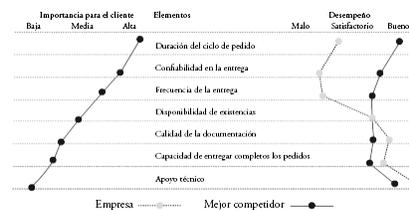


Figura 8.1: Perfil del servicio al cliente (Christopher, 2002, p. 243)

El control de los costos de la empresa a través de los indicadores debe realizarse de manera global. A continuación, Mather (1984) nos describe con un ejemplo cómo buscar optimizar solamente un indicador no garantiza optimizar el conjunto:

[...]Pongamos un ejemplo sencillo: el principal criterio financiero de los directivos de compras es la desviación en los precios de compra lo que se paga por algo en comparación con un precio de referencia dado. Naturalmente, el personal de compras intenta comprar al menor precio posible, pero en ocasiones ello significa comprar en grandes lotes (que aumentan las existencias), comprar a proveedores cuyos plazos de entrega son poco fiables (lo cual aumenta aún más las existencias) o comprar a proveedores situados en el otro extremo del mundo (aumento adicional de las existencias) (1984, p. 97).

En el caso citado, tratar de elevar el indicador de ahorros obtenidos en las compras puede implicar disminuir los índices de rotación, lo cual nos lleva a necesidades mayores de capital de trabajo, que pueden neutralizar los ahorros obtenidos.

#### 5. TOMA DE DECISIONES

Cuando existan diferencias entre la situación actual y la propuesta hay que tomar decisiones que corrijan estas diferencias. No todos los casos ameritan la acción correctora; debe definirse un margen de tolerancia dentro del cual se puede desempeñar el sistema sin necesidad de cambios. ¿Qué tamaño debe tener el margen de tolerancia? El criterio, la importancia de la actividad y la situación específica determinarán la respuesta. Como guía se puede afirmar que una tolerancia muy ajustada o pequeña nos llevará a tomar acciones correctoras de manera constante, con lo cual los costos pueden ser más altos que los beneficios logrados. Una tolerancia muy holgada nos puede llevar a situaciones en las cuales los cambios necesarios para corregir la situación resulten más costosos que efectuar pequeños cambios a tiempo.

Como se puede apreciar, la naturaleza de la acción correctora no tiene siempre la misma fuerza. Existen ajustes que implican cambios ligeros en la cadena de suministro y otros más profundos que implican el rediseño de toda la cadena de suministro. Por ejemplo, si una empresa fabricante de equipos de telefonía celular —que produce estos aparatos y los vende de sus stocks— registra problemas de disponibilidad de sus equipos, un aumento de sus stocks de seguridad podría

solucionar sus problemas; sin embargo, si continúan las quejas por falta de equipos y se incrementa la variedad de equipos, suben con ello los costos de posesión de inventarios y se dan continuas roturas de stocks en algunos tipos y sobrestocks en otros. Dado que los equipos pasan a ser obsoletos en corto tiempo, probablemente se requiera un rediseño de todo el sistema. Fabricar en base a módulos y componentes intercambiables puede reducir los niveles de inventario tanto de partes como del producto final y postergar el ensamble del equipo hasta el momento en que se registre el pedido de los clientes en lugar de atender de sus stocks, lo cual puede determinar la solución a varios problemas.

## 6. OPERADORES LOGÍSTICOS

Los 3PL (*Third Party Logistic*) u operadores logísticos son empresas especializadas en realizar una amplia gama de actividades logísticas en representación de la empresa contratante o cliente. A diferencia de las empresas tradicionales de transporte y almacenamiento, los operadores logísticos ofrecen una mayor variedad de servicios, e inclusive llegan a ejecutar y hacerse responsables por algunas funciones logísticas de la empresa contratante o de toda la función logística de dicha empresa.

Las actividades ofertadas por un operador logístico pueden agruparse de varias maneras: por el tipo de actividades que ofrecen, por los productos manipulados, por el alcance geográfico, entre otros. Una agrupación de estas actividades se puede dar en función de su complejidad:

- Actividades logísticas básicas: almacenamiento, transporte y distribución de mercancías.
- Actividades logísticas de valor añadido: embalaje, marcado, unitarización, etiquetados, ensamblaje, instalaciones sencillas, diseño de rutas, control de inventarios, análisis de localización de almacenes, consultorías, control de proyectos, diseño de instalaciones, gestión aduanera.

Obsérvese que estas mismas actividades pueden nuevamente ser agrupadas en aquellas relacionadas directamente con el flujo físico de materiales y aquellas que no lo están:

- Actividades básicas relacionadas con el flujo físico de materiales: almacenamiento, transporte, distribución.
- Actividades de valor añadido relacionadas con el flujo físico: embalaje, marcado, unitarización, etiquetado, ensamblaje, instalaciones sencillas, etcétera.
- Actividades de soporte y gestión: diseño de rutas, control de inventarios, análisis de localización de almacenes, consultorías, control de proyectos, diseño de instalaciones, gestión aduanera, entre otros.

Delfmann, Sascha y Gehring (2002, pp. 205-207) nos proponen una tercera agrupación de las actividades que realiza un operador logístico en función al grado de personalización de dichas actividades con respecto a las necesidades del cliente, lo cual nos lleva a la siguiente clasificación:

### – Actividades estandarizadas:

El grado de personalización de estas actividades es nulo, el cliente las toma tal como las ofrece el operador y corresponden a lo que hemos definido como las actividades logísticas básicas. Los servicios de paquetería son ejemplos de este tipo de actividades. El nivel de estandarización con la que están diseñadas permite a los operadores logísticos alcanzar altas escalas de operación y ofrecer bajos costos para estas actividades. En esta categoría podemos también incluir a las empresas tradicionales de transporte y de almacenamiento.

### – Actividades empaquetadas:

En este rubro el cliente toma un grupo de actividades, por lo menos dos —generalmente una básica y otra de valor añadido relacionada con el flujo físico—, y arma un paquete de actividades logísticas, y el operador se encarga de la coordinación y ejecución de las actividades seleccionadas por el cliente. Un paquete puede ser, por ejemplo, la distribución e instalación de productos electrodomésticos o el transporte; otro caso es el agenciamiento de aduanas y las actividades de transporte y almacenamiento asociadas.

### – Actividades personalizadas:

Estas actividades son diseñadas a la medida de las necesidades de un cliente específico. Corresponden a una gama de actividades más amplia que el grupo anterior, incluyendo las actividades de soporte y gestión, así como también el diseño y planeamiento de la actividad logística del cliente, en coordinación y colaboración con el mismo cliente. Por ejemplo el diseño y operación de las actividades de almacenamiento y transporte de productos desde los proveedores locales a una cadena de supermercados incluyendo las actividades de valor añadido relacionadas con ambas actividades. Los operadores logísticos en este tipo de actividades asumen la responsabilidad por las funciones logísticas de sus clientes y en algunos

casos llegan a contratar a otros operadores logísticos para la ejecución de las actividades físicas dedicándose a la supervisión y control de la ejecución óptima de dichas actividades en representación de sus clientes.

La siguiente figura nos proporciona una visión de la agrupación propuesta por Delfmann:

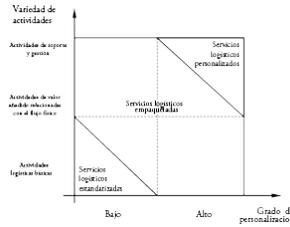


Figura 8.2: Clasificación de los servicios logísticos en función a su grado de personalización

Por otro lado, en los últimos años ha aparecido un nuevo concepto en la subcontratación logística, el 4PL (*Fourth Party Logistic*). Un 4PL es definido como un proveedor que integra las capacidades de otros 3PL y proveedores de servicios logísticos estandarizados con sus propias capacidades, basadas en tecnologías, sistemas de información y coordinación, para entregar soluciones integrales de cadena de suministro para sus clientes.

En estricto rigor un 4PL no realiza actividades físicas sino contrata a otros para su ejecución. Su papel está limitado a labores de administración, diseño y gestión basados en sus capacidades tecnológicas, de sistemas de información y coordinación.

Un ejemplo de 4PL lo constituye Li & Fung, que entrega soluciones de abastecimiento para sus clientes. Li & Fung gestiona las capacidades de producción de miles de fábricas ubicadas en Asia y las compromete para sus clientes ubicados en EE.UU. y Europa, de manera tal que cuando uno de estos, por ejemplo Reebok, requiere la producción de determinado producto, Li & Fung busca en su base de datos de fábricas aquella que tiene capacidad disponible inmediata, compra los materiales necesarios para la producción, coordina con operadores logísticos el transporte de dichos materiales hasta la fábrica y ordena la producción en nombre de su cliente. Finalmente, se encarga de coordinar el traslado del producto terminado hasta el lugar donde indica el cliente.

Li & Fung, al especializarse exclusivamente en la coordinación de capacidades de producción de miles de fábricas, puede encontrar mejores fábricas con capacidad disponible que cada uno de sus clientes por separado. Esta capacidad permite a sus clientes postergar el inicio de la producción de sus productos hasta el momento en que las tendencias de la demanda estén más claras y definidas, pues Li & Fung les asegura capacidad de producción en todo momento, algo que cada uno de sus clientes por separado no podría hacer de manera eficiente, pues solo tiene acceso a un número limitado de fábricas con las que debe separar capacidad de producción con suficiente anticipación.

Adicionalmente, Li & Fung, al agregar la demanda de sus clientes, puede negociar mejores precios de producción con las fábricas, mejores precios de las materias primas necesarias con los proveedores y mejores tarifas de almacenamiento y transporte con los operadores logísticos. En resumen, es capaz de entregar a sus clientes capacidades de producción de respuesta inmediata a bajo costo.

### 6.1. Beneficios y riesgos de la subcontratación logística

Algunas empresas encuentran muchos beneficios en la subcontratación de sus actividades a operadores logísticos. En general, las razones que pueden motivar la subcontratación de actividades logísticas están relacionadas con una mayor escala de operaciones que reducen los costos logísticos de una empresa, la especialización y las competencias de los operadores en logística. En las siguientes líneas vamos a identificar los principales beneficios que ofrecen los operadores logísticos a sus clientes:

- Reducción de los costos de almacenamiento. Al agregar las necesidades de almacenamiento de sus clientes, un operador logístico puede llegar a tener mayores escalas de almacenamiento, un mejor uso de sus instalaciones y equipos con la consiguiente reducción de costos, como se muestra en las figuras 8.3 y 8.4.

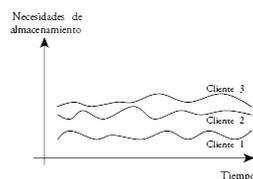


Figura 8.3: Necesidades de almacenamiento de distintos clientes

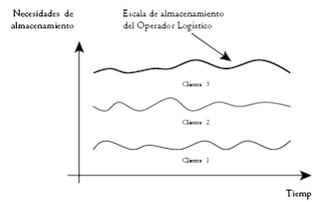


Figura 8.4: Necesidades de almacenamiento agregadas de distintos clientes

Las estacionalidades en las necesidades almacenamiento pueden favorecer la contratación de los operadores logísticos, pues estos traslapan las estacionalidades de varios de sus clientes y obtienen un uso eficiente de las instalaciones durante un plazo de tiempo mayor a la estacionalidad.

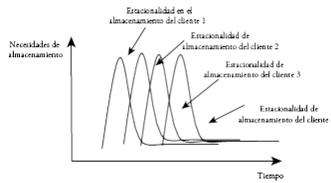


Figura 8.5: Necesidades de almacenamiento estacionales de cada cliente independiente

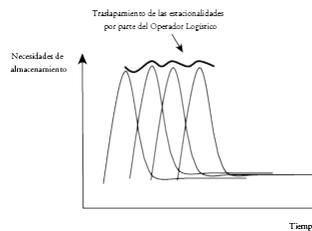


Figura 8.6: Traslapamiento de estacionalidades agregadas de distintos clientes

- Mejoras en la eficiencia del transporte. Los operadores logísticos buscan agregar las necesidades de carga de varios de sus clientes, con lo cual logran utilizar unidades de transporte de mayor capacidad, y encuentran fácilmente las economías de escala en el transporte.

También los operadores logísticos pueden equilibrar las cargas de transporte en ambas direcciones. Si la empresa contratante solo tiene carga en una sola dirección, deberá realizar el viaje de regreso vacío. En este caso, dejar el transporte a un operador logístico que completa las cargas en ambas direcciones reducirá los costos de transporte.

Adicionalmente, la consolidación de cargas de varios de sus clientes tiene efecto sobre la distribución al incrementar la densidad del recorrido de la unidad de transporte, si es que dichas cargas deben entregarse en la misma zona geográfica. Cada cliente por separado tiene una densidad de recorrido determinado por el número de entregas partido por la distancia recorrida, como se puede ver en la figura siguiente, para dos clientes dados:

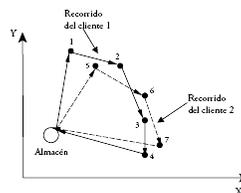


Figura 8.7: Densidad de recorrido para cada cliente por separado

Al consolidar las cargas en un solo viaje, el operador logístico logra mejorar la densidad de recorrido incrementando el número de entregas con una pequeña variación en las distancias recorridas, como se puede ver en la siguiente figura.

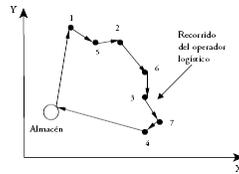


Figura 8.8: Densidad de recorrido para el operador logístico agregando cargas de varios clientes

- Intercambio de costos logísticos fijos por costos variables. Las tarifas cobradas por el operador logístico generalmente se expresan en términos variables en función de las unidades almacenadas o transportadas, lo cual va a permitir cambiar los costos fijos por variables.
- Minimización de las necesidades de inversión en infraestructura logística. La ejecución de la logística requiere inversiones en almacenes y unidades de transporte que, en algunos casos, debido a su alto costo o baja utilización proyectada, no pueden ser realizados por la empresa. El operador logístico pone a disposición del contratante su propia infraestructura, con lo cual se elimina la necesidad de realizar dichas inversiones.
- Acceso a nuevas tecnologías de información. Debido a su especialización, los operadores logísticos están constantemente invirtiendo en nuevas tecnologías relacionadas con la logística, cuyos costos pueden ser repartidos entre todos los clientes a los que atiende, con lo cual cada cliente tiene acceso a nuevas tecnologías a un costo más bajo.
- Mejora del servicio al cliente. Algunas empresas pueden desear alcanzar niveles de servicio a los cuales no pueden llegar por sí solas. En estos casos se puede recurrir a un operador logístico y establecer dichos niveles de servicio como requisito para la subcontratación de la actividad logística.
- Posibilidad de enfocarse en el núcleo de su negocio, dejando la actividad logística en manos de especialistas.

Entre los principales riesgos de entregar o subcontratar la logística con un tercero se encuentran:

- Pérdida del contacto entre cliente y proveedor. La logística, por su naturaleza, es una actividad que vincula a la empresa tanto con el mercado de proveedores como con el mercado de clientes, al dejarla en manos de un tercero la empresa puede verse privada del *feedback* o retroalimentación de primera mano del mercado, como cambios en las tendencias, nuevas necesidades, gustos, entre otros.
- Subestimar las necesidades de coordinación. Debido a la naturaleza vinculante de la logística, descrita en el punto anterior, las necesidades de coordinación y alineación de actividades entre la empresa contratante y el operador logístico son altas. Subestimar dichas necesidades y no tener en cuenta su impacto en los costos puede perjudicar tanto al contratante como al operador y poner en riesgo la operación logística. Adicionalmente, limitar la coordinación a la resolución de problemas operativos o del día a día, sin buscar soluciones consensuadas entre el contratante y el operador logístico a los problemas de fondo, puede reducir las posibilidades de obtener mejoras continuas y sostenidas en aspectos como el costo y la performance de ejecución de la operación logística.
- Pérdida de la capacidad interna para realizar la logística. Esto puede dejar a la empresa contratante a expensas de la capacidad de los operadores logísticos, lo cual es más crítico si el poder de negociación de la compañía contratante es mucho menor que el del operador logístico.
- Fuga de datos e información confidencial. Debido a que la información logística está relacionada con los mercados de clientes y proveedores y que en muchas ocasiones los operadores logísticos cuentan entre sus clientes a empresas competidoras del contratante, la posibilidad de fuga de información se vuelve sensible y puede poner en riesgo las operaciones de la empresa contratante.
- Expectativas irreales puestas en la subcontratación. En algunas situaciones la empresa contratante tiene puestas expectativas de reducción de costos y mejoras de servicio irreales o difícilmente alcanzables, alimentadas en muchos casos por promesas realizadas por el mismo operador logístico en su afán por conseguir al cliente. La imposibilidad de alcanzar dichas mejoras puede llevar al cliente a dar por terminada la subcontratación logística.

Finalmente, según Ballou (2004, p. 718), decidir subcontratar o no depende de la situación en que se encuentra la empresa con respecto a los siguientes dos factores: la importancia de la logística para el éxito de la compañía y el desempeño logístico de la empresa.

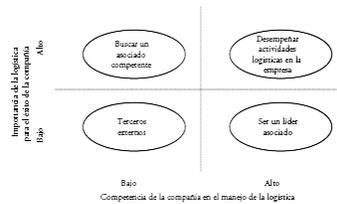


Figura 8.9: Diagrama de selección para la subcontratación

En efecto, cuando la actividad logística sea importante para el éxito de la empresa, y mientras la empresa tenga un desempeño logístico alto, entonces la empresa no tendrá ninguna motivación para subcontratar o asociarse a otra y por tanto mantendrá la actividad logística en casa. En el extremo opuesto, un bajo desempeño logístico y una actividad logística irrelevante para el éxito empresarial pueden ser razones suficientes para la subcontratación.

Por otro lado, continúa Ballou, cuando la logística es importante para la estrategia de la empresa, pero la eficiencia con la que se realiza la actividad logística es baja, entonces buscar asociarse con una empresa que tenga mayores capacidades logísticas, almacenes mejor ubicados y capacidad de transporte libre puede ayudar a la empresa a elevar su desempeño logístico. La situación inversa se da si un alto desempeño logístico y una actividad logística irrelevante para la estrategia puede ser razón suficiente para buscar empresas que quieran asociarse para aprovechar las habilidades logísticas de la empresa y lograr economías de escala con un volumen mayor de operaciones que bajen aún más los costos logísticos.

Con respecto al análisis de Ballou, en el mercado peruano podemos observar la escasa existencia de asociaciones logísticas entre empresas y, más bien, se recurre a los operadores logísticos cuando la importancia de la logística es alta y el grado de competencia bajo (cuadrante superior izquierdo). Por otro lado, en el sector del consumo masivo, caracterizado por una alta importancia de la logística y un grado de competencia medio o alto (cuadrante superior derecho), se ha observado la tendencia al uso de los operadores logísticos para lograr ahorros que aumenten los reducidos márgenes de este sector.

## 6.2. Criterios de selección de operadores logísticos

Debido a la aparición de gran cantidad de operadores logísticos en el mercado, es necesario tener una noción sobre los criterios a tener en cuenta para la selección del operador logístico que más se ajuste a las necesidades del contratante. La siguiente lista enumera los criterios básicos de selección, organizados en dos grupos:

### 6.2.1. Criterios estratégicos:

- Reputación, experiencia del operador logístico en el sector en que trabaja el contratante del servicio, así como un genuino interés por desarrollarse aún más en este sector, lo cual es clave para el logro de futuras economías de escala mayores.
- Estabilidad financiera del operador, que garantice relaciones a largo plazo, con lo cual se evita el riesgo de desarrollos que pueden quedar trancos por razones ajenas a la contratación del servicio.
- Compromiso del operador logístico con el nivel de servicio y la reducción de costos.
- Desarrollo tecnológico del operador logístico.
- Gran capacidad de infraestructura del operador, que facilite el logro de las economías de escala.
- Habilidad del operador para anticiparse a problemas futuros, así como capacidad para trabajar en la solución de los problemas actuales de manera conjunta con el contratante.

### 6.2.2. Criterios tácticos

- Ubicación de las instalaciones del operador en los mercados de interés del contratante.
- Compatibilidad de los productos manejados, lo cual permitiría aprovechar las instalaciones del operador para el almacenamiento y manipulación de los productos y la utilización de la misma flota de transporte o distribución, logrando, de esta manera, alcanzar las economías de escala previstas.
- Buscar operadores con los mismos puntos de entrega o al menos cercanos a los del contratante para conseguir dos efectos: (a) la consolidación de la carga de transporte y (b) el uso de unidades de transporte de mayor capacidad. Estos efectos combinados permiten lograr mayores ahorros en costos de distribución.
- Complementariedad en la dirección de las cargas. Si el contratante requiere trasladar su carga en dirección, por ejemplo, de Lima a Piura, contratar un operador que disponga de viajes en dirección inversa, de Piura a Lima, permitirá reducir los costos de los fletes de transporte.

### 6.3. Sugerencias y recomendaciones para la subcontratación logística

La entrega de toda la actividad logística o gran parte de ella a un operador es un proceso complejo muy distinto a la contratación eventual de almacenes o transportes. A continuación, se desarrollan algunas sugerencias o recomendaciones para llevar a cabo exitosamente este proceso de subcontratación.

- Calcular los costos logísticos reales de la empresa antes de la subcontratación, así como la determinación clara de los niveles de servicio. Esto es importante para comparar los resultados logrados por el operador contra los propios de la empresa y determinar si existen realmente beneficios en la subcontratación.
- Establecer contratos en los que se detallen las actividades que son objeto de la contratación, los objetivos de costo y nivel de servicio, los plazos en los que se lograrán, las penalidades en caso de incumplimiento, así como las bonificaciones si se superan los objetivos.

Existe la tendencia a especificar detalladamente en los contratos cómo se realizarán las actividades. Esto es beneficioso para ambas partes, pues establece una clara separación de responsabilidades, pero puede quitar flexibilidad al operador para encontrar soluciones creativas que generen mayores ahorros en costos o mejoren el servicio. Es aconsejable llegar a un punto de equilibrio en el cual se establezcan responsabilidades y exista relativa flexibilidad para el operador.

- Incrementar las actividades subcontratadas de manera gradual. Así, por ejemplo, la relación con un operador logístico puede iniciarse con la contratación de la actividad de almacenamiento de todos los productos de la empresa, luego incorporar actividades de valor añadido, como etiquetados, armado de paquetes promocionales, etcétera. Finalmente, se puede contratar la distribución de los productos a los clientes finales de la empresa. La ventaja de esta estrategia se encuentra en que se puede medir al operador logístico en cada etapa de la subcontratación, así como evaluar los resultados logrados y, en base a ello, decidir si seguir avanzando con el operador, cambiar de operador o mantener las actividades en casa.
- Incentivar la formación de equipos de trabajo conformados por personal de ambas empresas para la solución conjunta de los problemas relacionados con la subcontratación, rediseño de las actividades logísticas y establecimiento de nuevas metas en base a los resultados obtenidos.

## 7. PROBLEMAS RESUELTOS

### Problema 8.1

La empresa Farmicos S.A., tiene un portafolio de 5500 referencias, inventario promedio anual de 362 915 cajas valorizadas en US\$ 12 447 368 al costo, con unos pedidos anuales totales de US\$ 236 500 000 en 4 730 000 cajas pedidas. El ingeniero Ramírez, gerente de logística de la empresa, ha contratado una auditoría con una firma consultora que ha calculado algunos indicadores de desempeño actuales en Farmicos. El resultado muestra que la empresa tiene unas pérdidas en ventas anuales de US\$ 7 095 000 debido a un bajo fill rate del 97% y otros resultados poco alentadores, como el rendimiento en despacho de 27,01 cajas por hora.

Por otro lado, como parte del estudio, la firma consultora ha desarrollado unos objetivos meta para los indicadores calculados, basados en un estudio de *benchmarking* del sector. Las metas a alcanzar son:

- Aumentar el fill rate hasta 99,98%.
- Mejorar la productividad del despacho, mediante el uso de las nuevas tecnologías, hasta lograr 40 cajas por hora.
- Aumentar la rotación del inventario a 30 veces por año.
- Aumentar la densidad del almacenaje en su bodega de 22 000 m<sup>2</sup> a 21 cajas/m<sup>2</sup>.
- Mejorar la utilización de los vehículos de transporte a 95% de su capacidad.

Como usted sabe, la mejora de los ratios del almacén viene acompañada de inversiones en tecnologías, personal capacitado, nuevos procesos, los cuales no son gratis. Para justificar dichas inversiones, el gerente de logística debía cuantificar los ahorros probables anuales, los cuales servirían para amortizar la inversión.

El gerente general le ha pedido al gerente de logística considerar dentro de los objetivos de la mejora de la productividad un costo de la mano de obra de US\$ 1,6 por hora. Igualmente, le advierte que el 60% de utilización actual de la capacidad del transporte no es tolerable en el mediano o largo plazo y que por lo menos debe llegar a la meta planteada por la consultora, para los 21 200 despachos anuales para entregar los productos a los clientes. Considerar que el costo del flete por cada despacho es de US\$ 82.

Adicionalmente, el gerente de logística había analizado los operadores logísticos del país y cotizó el costo de espacio mensual a US\$ 7,50 por m<sup>2</sup>.

En el proceso de planeación del proyecto, el gerente financiero le informó que el costo de oportunidad del dinero en la empresa es de 27%.

Determine usted los ahorros probables anuales de alcanzar cada uno de los indicadores meta individualmente.

## Solución

<b>1. Indicador de fill rate</b>		
Pedidos anuales (US\$)	236 500 000	US\$
Pedidos anuales (cajas)	4 730 000	cajas
Fill rate actual	97%	
Fill rate objetivo	99,98%	
Número de cajas actualmente despachadas	4 588 100	cajas
Número de cajas objetivo a despachar	4 729 054	cajas
Incremento en cajas por mejora de fill rate	140 954	cajas
Valor de venta de la caja	50	US\$
Mejora en las ventas por incremento de fill rate	7 047 700	US\$
<b>2. Mejora en la productividad del despacho</b>		
Cajas despachadas	4 588 100	cajas
Productividad actual	20,70	cajas/hh
Productividad objetivo	40	cajas/hh
Número de horas hombre a la productividad actual	221 647,34	hh
Número de horas hombre a la productividad objetivo	114 702,50	hh
Ahorro en horas hombre	106 944,84	hh
Costo de la hora hombre	1,60	US\$/hh
Ahorro en US\$	171 111,75	US\$
<b>3. Aumentar la rotación de inventario</b>		
Cálculo de la rotación actual:		
Cajas despachadas	4 588 100	cajas
Inventario promedio de cajas actual	362 915	cajas
Rotación actual	12,64	veces/año
Rotación objetivo	30	veces/año
Inventario promedio en cajas objetivo	152 936,67	cajas
Cálculo del ahorro en costos de posesión de inventarios:		
Ahorro en inventario promedio	209 978	cajas
Tasa (i)	27%	
Costo unitario	34,30	US\$
Ahorro en posesión de inventario	1 944 513,04	US\$/año
<b>4. Incremento en la densidad del almacenaje</b>		
Densidad actual (inv. prom. actual/espacio actual)	16,50	cajas/m <sup>2</sup>
Densidad objetivo	21	cajas/m <sup>2</sup>
Espacio necesario a la densidad objetivo	17 281,67	m <sup>2</sup>
Espacio actual empleado	22 000	m <sup>2</sup>

Ahorro en espacio necesario	4718,33	m <sup>2</sup>
Costo del m <sup>2</sup> por mes	7,50	US\$/m <sup>2</sup> _mes
Ahorro anual en espacio necesario en US\$	424 650	US\$/año
<b>5. Mejorar la utilización de las unidades de transporte</b>		
Utilización actual de la unidad de transporte	60%	
Utilización objetivo de la unidad de transporte	95%	
Cálculo de la capacidad de la unidad de transporte:		
Número de cajas despachadas por año	4 588 100	cajas/despacho
Número de despachos anuales	21 200	despachos
Número de cajas por despacho al 60% de la utilización	216	cajas/despacho
Capacidad de la unidad de transporte	361	cajas/unidad de transporte
Número de cajas por unidad de transporte al 95%	343	cajas
Número de despachos anuales en unidades al 95%	13 389,47	despachos
Disminución en los despachos anuales	7810,53	despachos
Ahorro anual en despacho	640 463,16	US\$/año

Tabla 8.1: Cálculo de ahorros anuales por indicador

## 8. PROBLEMAS PROPUESTOS

### Problema 8.2

Usted acaba de cumplir un año como gerente de compras de una importante empresa nacional y debe informar a la gerencia general los resultados de su gestión utilizando los indicadores propios de la función de compras.

Durante su primer año, implementó dos proyectos importantes en el área de desarrollo de proveedores.

Su antecesor tenía por política fomentar la competencia de precios entre sus proveedores. Usted, según lo aprendido en su escuela de negocios, sabía que eso era una visión antigua de la gestión de compras y por ello implementó alianzas con proveedores.

Los ahorros logrados en el desarrollo de proveedores se muestran en el siguiente cuadro.

Gestión de su antecesor:

Tipo de proveedor	# proveedores	Monto comprado	Ahorro
Convencional	300	2 000 000	0,5%

Su gestión:

Tipo de proveedor	# proveedores	Monto comprado	Ahorro
Proveedor socio	2	1 476 000	3,0%
Proveedor asociado	50	738 000	1,0%
Proveedor convencional	98	246 000	0,5%

Adicionalmente logró reducir los sobrecostos en el área de producción originados por fallas de calidad en las partes suministradas por los proveedores desde US\$ 14 000 hasta US\$ 6000.

Debido a la menor cantidad de proveedores y las alianzas logradas, las órdenes de compra emitidas bajaron desde 1010 a 600 por año.

#### Modernización de los sistemas de información:

Al iniciar su gestión encontró que sus compradores empleaban mucho tiempo en la emisión de órdenes de compra (emisión de documentos, seguimiento de firmas, archivo de documentos, etcétera). Para reducir ello adquirió un software por valor de US\$ 110 000 que automatizaba toda la gestión de compras y le permitió lograr los siguientes ahorros:

- Reducir de 6 a 3 la planilla de compradores.
- Reducir el tiempo que le dedicaban los compradores a esta tarea de 30% a solo 10%.

- Tiempo total de tramitación bajó de 3 a 1,5 semanas.
- Ahorros en material de oficina, cómputo, telefonía fija etc., de US\$ 30 000 a US\$ 25 000 anuales.

El sueldo de cada uno de sus compradores era de S/. 4500 mensual. El costo empresa 1,57 y el tipo de cambio S/. 3,30 por dólar.

Las ventas anuales de la compañía ascendieron de 5,0 millones a 6,125 millones de dólares, los cuales incluían ventas de chatarra desechada por la compañía a los proveedores, gestionada por los propios compradores, por un valor de US\$ 20 000 en 2001 y de US\$ 23 000 en 2002.

En base a lo aprendido en clase y a su propio criterio determine una lista de indicadores claves del área de compras. Cuantifique el impacto de sus proyectos de mejora en dichos indicadores.

### Problema 8.3

Usted acaba de ser contratado como gerente de logística de una importante transnacional americana del sector farmacéutico, que tiene sus fábricas en el Asia e importa los medicamentos al Perú por vía marítima, los cuales son distribuidos directamente a las farmacias a nivel nacional.

La demanda anual de la empresa es de aproximadamente 1 182 500 unidades, por un valor de US\$ 23 650 000, de los cuales solo atiende US\$ 22 940 500 debido a problemas logísticos diversos, tales como retrasos en las entregas que originan rechazos de los clientes, despacho de pedidos incompletos, baja exactitud de registro de inventarios, etcétera.

Usted decide realizar la medición de los siguientes KPI (indicadores), y obtiene los siguientes resultados:

Indicador	Fórmula	Valor
Fill Rate	Número de unidades despachadas/total de unidades pedidas	97%
Rotación de existencias	Número de unidades despachadas/inventario promedio en unidades	7 veces/año
Productividad en la preparación de pedidos	Número de unidades preparadas (*1)/hora hombre de operario	100 und/hh
Utilización de la unidad de transporte	Número de unidades despachadas/capacidad del vehículo de transporte en unidades	70%
Lead time	Número de días promedio desde la entrega del proveedor en origen hasta la llegada de la mercadería al almacén de destino	90 días
Tasa de rechazos	Número de pedidos rechazados/total de pedidos	5%

(\*1) El número de unidades preparadas es igual al número de unidades despachadas

Para elevar el desempeño logístico está evaluando los siguientes proyectos:

- Implementar un proyecto de automatización del almacén, que le permitirá subir el fill rate a 99,5% e incrementar la productividad de la preparación de pedidos a 230 und/hh.
- Implementar un software de diseño de rutas, que le permitirá a la empresa mejorar la utilización de las unidades de transporte a 97% y reducir la tasa de rechazos a 2%.
- Cambiar de línea naviera para las importaciones, lo que le permitirá bajar el lead time a 60 días. Esto elevaría la rotación de las existencias a 8,5 veces/año, aunque los fletes se incrementarían ligeramente.

Para el análisis de cada uno de los proyectos deberá considerar lo siguiente:

Con respecto a la distribución:

- Número de unidades promedio por pedido: 45
- Sueldo bruto mensual del operario de preparación de pedidos: S/. 650
- Costo empresa por operario: 1,57
- Número de horas mensuales trabajadas por operario: 240
- Capacidad de los vehículos de reparto: 2000 unidades por vehículo de transporte
- Flota total de vehículos de reparto: 7 vehículos
- Costo por viaje: US\$ 120 por viaje
- Costo de procesamiento de rechazos: US\$ 7 por pedido rechazado. Incluye reimpresión de documentación, coordinación para la siguiente entrega, etcétera.

Con respecto a los inventarios

- Costo unitario promedio: S/. 12

- Tasa anual de posesión de inventarios: 7%

Calcular los ahorros generados por cada uno de los proyectos en dólares por año. Considere el tipo de cambio del día.

#### Resumen del capítulo

1. El funcionamiento de un sistema de control logístico está compuesto por las siguientes etapas:
  - Determinación de la situación actual y una situación deseada. Para ello se elaborarán indicadores e informes cualitativos.
  - El análisis del entorno, el cual influye en la actividad logística a nivel contingencial o estructural.
  - El control de la gestión logística analizando las brechas entre la situación actual y la deseada.
  - Toma de decisiones para acercar la situación actual a la situación deseada.
2. Los 3PL u operadores logísticos son empresas especializadas en realizar actividades logísticas en representación de sus clientes. Dichas actividades se pueden clasificar en función a su complejidad, su relación con el flujo de materiales y su grado de personalización. Los 4PL, a diferencia de los 3PL, no realizan actividades físicas sino que contratan a otros 3PL para su ejecución. Los 4PL están abocados a entregar soluciones integrales de cadena de suministro para sus clientes.
3. Los beneficios de la subcontratación de la actividad logística con un operador logístico son:
  - Reducción de los costos de almacenamiento debido a un incremento en las escalas o el traslapamiento de estacionalidades;
  - Mejoras en la eficiencia del transporte debido a un incremento en la densidad del recorrido o equilibrio de cargas en ambas direcciones;
  - Intercambio de costos fijos por variables;
  - Minimización de la inversión en infraestructura logística;
  - Acceso a nuevas tecnologías,
  - Mejora del servicio al cliente de la empresa contratista;
  - Posibilidad para la empresa contratista de enfocarse en el núcleo del negocio.
4. Los riesgos de la subcontratación están relacionados con:
  - Pérdida del contacto con el cliente o el proveedor;
  - Subestimar las necesidades de coordinación;
  - Pérdida de la capacidad interna para hacer logística;
  - Fuga de información;
  - Expectativas irreales puestas en la subcontratación.

<sup>44</sup> En algunos casos se utilizarán los metros cúbicos transportados en vez de las toneladas.

## CAPÍTULO 9

### LA COORDINACIÓN Y COLABORACIÓN EN LA CADENA DE SUMINISTRO

Objetivos de aprendizaje

Después de leer este capítulo el lector será capaz de:

1. Describir el efecto látigo en la cadena de suministro y proponer acciones para mitigar dicho efecto.
2. Identificar las características de la cadena de suministro de alto rendimiento.

#### 1. LA COLABORACIÓN Y COORDINACIÓN EN LA CADENA DE SUMINISTRO

La colaboración y cooperación son importantes en la cadena de suministro si están encaminadas a mejorar la actuación de toda la cadena.

La falta de coordinación se da porque los participantes tienen distintos objetivos, algunas veces contradictorios, debido a que por lo general tienen distintas propiedades, porque la información que fluye a lo largo de la cadena se retrasa o distorsiona o porque cada una de las etapas de la cadena busca optimizar sus procesos de manera independiente, sin considerar el impacto de sus decisiones sobre las demás etapas de la cadena. Esto origina lo que se denomina efecto látigo en la cadena de suministro.

##### 1.1. El efecto látigo en la cadena de suministro

El efecto látigo distorsiona la información de la demanda a lo largo de la cadena de suministro. Mather nos describe como sucede dicha distorsión:

Si la demanda real del cliente final aumenta en un 2% y el minorista decide aumentar su nivel de existencias para atender a ese mayor volumen de ventas, el distribuidor recibe pedidos en los que, además de ese 2% de aumento de la demanda, se refleja el porcentaje de existencias de reserva que necesite el minorista. El total estará próximo al 4%. Esta demanda incrementada obliga al distribuidor a aumentar sus propias existencias para atenderla, de modo que su proveedor, quizá un almacén regional, recibirá un pedido incrementado en un 8%. Cada uno de los segmentos de la cadena logística, al relacionar sus respectivos niveles de existencia con la demanda, dan por bueno ese aumento aparente de la misma y la amplifican al cursar pedidos a sus proveedores. ¿Qué tiene de malo ello? Que la acumulación de existencias por encima de la demanda real no puede ser sino temporal. En un momento dado será preciso reducir esas existencias, ya sea porque la demanda descienda o bien por que los tipos de interés desorbitados hagan disminuir los beneficios de la actividad empresarial (1984, p. 94).

Las siguientes figuras representan las variaciones descritas por Mather a lo largo de la cadena de suministro. En la figura 9.1 podemos ver las variaciones de la demanda en el nivel del minorista, en la figura 9.2, las variaciones amplificadas en el nivel del distribuidor y finalmente en la figura 9.3 podemos ver las variaciones de la demanda que debe enfrentar el fabricante.

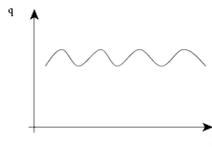


Figura 9.1: Variaciones de la demanda real del cliente final en el nivel del detallista

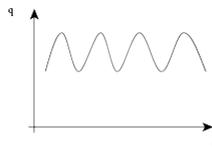


Figura 9.2: Variaciones de la demanda en el nivel distribuidor

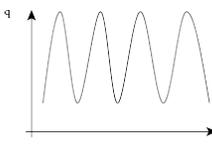


Figura 9.3: Variaciones de la demanda en el nivel del fabricante

Lo mismo, pero en sentido contrario, ocurre cuando desciende la demanda. Así, cada uno de los participantes de la cadena disminuye sus pedidos y se producen las grandes variaciones.

¿Cuál es el impacto de esta variabilidad de la demanda en la cadena de suministro? Claramente, para que el fabricante pueda atender los picos de pedido producidos por el efecto látigo debe incrementar su capacidad o trabajar sobretiempos. En ambas situaciones encarece el costo del producto que suministra a la cadena y disminuye el valor que esta genera.

Los tiempos de entrega del fabricante aumentan al tener que enfrentar un mayor volumen de pedido. La reacción natural de los distribuidores y los detallistas ante un incremento del tiempo de entrega del fabricante es volver a incrementar la cantidad pedida.

Esto genera periodos en que los pedidos suben drásticamente, cargando de stocks a toda la cadena, con lo cual los costos de posesión de inventarios en la cadena suben, y nuevamente disminuye el valor que genera.

Los periodos de alzas en los pedidos vienen acompañados por periodos en que estos bajan, debido a la estabilización de la demanda. Dichos periodos de baja encuentran a la cadena de suministro cargada de stocks, con lo cual se organizan descuentos por volúmenes de compra, remates y liquidaciones para dar salida al stock, disminuyendo nuevamente el valor generado por la cadena, sin considerar la erosión del valor de la marca y la irritación producida al consumidor final que compró el producto un tiempo atrás a un precio mayor.

## 1.2. ¿Qué podemos hacer para eliminar o moderar el efecto látigo?

Entre las acciones que se deben empezar en la cadena de suministro para mitigar el efecto látigo, están las siguientes:

- Usar la demanda real del cliente final. En realidad, la única demanda que la cadena debe atender es la demanda del cliente final. Es por ello que los detallistas o minoristas deben compartir la información de la demanda final con toda la cadena. Dell es un ejemplo de cómo compartir los datos de la demanda final y los stocks en su fábrica con los proveedores, para asegurar que estos solo fabriquen en función a la demanda real.
- Usar las tecnologías de información. Explotar el uso de las tecnologías basadas en internet puede mejorar las operaciones de la cadena y reducir el efecto látigo. El uso de tecnologías de información tiene efectos en los niveles de stock de seguridad y en el tamaño de los lotes de entrega, pues el tiempo de entrega es un factor determinante en el cálculo del nivel del stock de seguridad que cada etapa de la cadena debe mantener. Realizar la transmisión de pedidos entre los eslabones de la cadena a través de internet y de manera automatizada entre los sistemas de información — evitando la participación humana en tareas como digitación de pedidos— reduce en gran parte el tiempo de entrega y los niveles de inventario de seguridad.

Recordemos que el stock de seguridad es calculado como:

$$SS = z * s * \sqrt{lt}$$

Donde  $lt$  es el tiempo de entrega.

Además de la reducción del tiempo de transmisión del pedido, las tecnologías de información reducen los costos de emisión de pedidos, con lo cual los lotes de entrega se vuelven más pequeños (no olvidemos que el tamaño del lote económico es proporcional al costo de emisión de pedidos) y se hace posible planificar los reabastecimientos en la cadena en lotes pequeños y frecuentes, según las variaciones del cliente final.

El lote económico de compra se calcula como:

$$q^* = \sqrt{\frac{2 * A * D}{i * C}}$$

Donde  $A$  es el costo de emisión de pedidos.

### 1.2.1. Preparar las operaciones de la cadena de suministro

Lo anterior no es posible si las operaciones de la cadena no están preparadas para hacer fluir productos en lotes pequeños y frecuentes, según la demanda del consumidor final, a bajos costos.

Para ello, es necesario implementar plataformas de cross dock a lo largo de la cadena, que aceleren el flujo de productos. Estas plataformas de cross dock deben estar acompañadas con el uso de ASN y códigos de barra (EAN o UPC) que faciliten la recepción y revisión de los productos. Estas implementaciones tienen un doble efecto en la cadena: acelerar el flujo de productos, con lo cual bajan los stocks en la cadena; y reducir los costos fijos de recepción en el almacén, con lo que se reducen los costos de emisión de pedidos y en consecuencia el tamaño de lote económico de compra.

Adicionalmente, las instalaciones de producción en la cadena de suministro deben ser flexibles, de manera que se puedan fabricar lotes pequeños a bajos costos y cambiar de producción de manera rápida y eficiente.

### 1.2.2. Control del reabastecimiento realizado por una etapa de la cadena de suministro

Para organizar los reabastecimientos de la cadena es preciso que una de las etapas asuma el liderazgo. Por lo general, este papel de liderazgo ha caído sobre los fabricantes, y consecuentemente se han desarrollado varios modelos para organizar los reabastecimientos. En esta sección enumeramos dos muy conocidos:

- CRP (*Continuous Replenishment Program* o programa de reabastecimiento continuo). En este programa el fabricante o distribuidor reabastece continuamente al detallista según las salidas o ventas de mercaderías, reponiendo lo que ha vendido. Para impulsar las ventas, los fabricantes o distribuidores suelen poner impulsores o promotores en las superficies de venta del detallista para favorecer la venta e incrementar las reposiciones.
- VMI (*Vendor Management Inventory* o inventario manejado por el vendedor). En este programa, a diferencia del anterior, el fabricante o distribuidor es dueño del stock hasta que el detallista lo vende, con lo cual el fabricante asume una proporción mayor del costo de posesión de inventarios. A cambio de ello, el fabricante o distribuidor tienen mayor poder de decisión sobre el surtido y la exhibición de los productos en el local del detallista.

En el siguiente problema podemos ver cómo la optimización de cada una de las etapas de la cadena de manera independiente no corresponde al óptimo de la cadena, y cómo la coordinación y colaboración en la cadena puede incrementar el valor total generado por la misma.

#### Problema 9.1

Una papelería abastece de un papel de un tipo muy especial a una imprenta en resmas, que es usado para confeccionar afiches.

La imprenta tiene una demanda mensual de 10 000 resmas, incurre en un costo fijo de emisión de pedidos a la papelería de US\$ 16,67 por pedido y el precio que la papelería le cobra por resma es de US\$ 20. El costo de posesión de inventarios para la imprenta es de 20%.

Por tanto, si la imprenta desea minimizar sus costos totales, la cantidad económica de compra para la imprenta es de  $q^*$  (imprenta) = 1000 resmas por pedido.

Los costos en que incurre la imprenta generados por su política de compras son:

Costos por ordenar anual	$(12 \times 10\,000/1000) \times 16,67 = \text{US\$ } 2000$
Costos de posesión anual	$0,20 \times 20 \times (1000/2) = \text{US\$ } 2000$
Costo total anual de la imprenta	US\$ 4000

Cada vez que la papelería recibe un pedido de la imprenta incurre en un costo de preparación de la orden de US\$ 250, el costo por resma es de US\$ 16 y su costo de posesión de inventarios es de 30%. Por tanto, los costos en que incurre la papelería por procesar un pedido de la imprenta son:

Costo de preparación de pedido por año	$(12 \times 10\,000/1000) \times 250 = \text{US\$ } 30\,000$
Costo de posesión de inventario por año	$0,30 \times 16 \times 1000/2 = \text{US\$ } 2400$
Costo total anual	US\$ 34 900

Por tanto, el costo total anual de la cadena es de  $4000 + 34\,900 = \text{US\$ } 38\,900$ .

Si el fabricante produjera según su lote económico de producción, sus costos serían:

Lote económico de producción	3535 resmas
Costos de preparación por año	$(12 \times 10\,000/3535) \times 250 = \text{US\$ } 8486$
Costos de posesión por año	US\$ 8488
Costo total anual	US\$ 16 970

Y los costos para la imprenta de comprar los lotes económicos de producción serían:

Costos de emisión por año	$(12 \times 10\,000/3535) \times 16,67 = \text{US\$ } 565$
Costos de posesión por año	$0,20 \times 20 \times (3535/2) = \text{US\$ } 7070$
Costo total anual	US\$ 7635

El costo total anual de la cadena es de  $16\,970 + 7635 = \text{US\$ } 24\,605$ .

Los costos de la imprenta han subido de US\$ 4000 a US\$ 7635 por año; es decir, han tenido un incremento de US\$ 3635, aunque para la cadena en su conjunto los costos anuales han bajado de US\$ 38 900 a US\$ 24 605, es decir se han reducido US\$ 14 295 por año. Por lo tanto, hay oportunidad de incrementar el valor generado por la cadena en US\$ 14 295 anual. Si la papelería logra convencer a la imprenta de que eleve sus pedidos de 1000 a 3535 resmas, la cadena puede ahorrar los US\$ 14 295 por año, pero como esto implica para la imprenta un incremento en sus costos de US\$ 3635 anuales, este incremento puede ser devuelto a la imprenta en forma de descuentos por volumen de compra otorgados por la papelería. Esto es, la papelería puede ofrecer un descuento de  $\text{US\$ } 3635 (12 \times 1000) = \text{US\$ } 0,3$  por resma o más si el pedido es mayor a 3535 resmas. De esta manera, tanto la papelería como la imprenta colaboran para generar un mayor valor en la cadena.

### 1.2.3. Control de inventarios multiescalón

Las lógicas de reposición de stocks estudiadas en el capítulo 2 de este libro optimizan los niveles de cada eslabón de manera aislada, sin considerar los niveles ni políticas de inventario de los demás eslabones. Esto puede llevar a niveles de stock innecesariamente altos en los eslabones de la cadena de suministro.

Por ejemplo, si tenemos una cadena de suministro de tres niveles, como se ve en la siguiente figura, en la cual los almacenes de nivel 3 abastecen a los almacenes de nivel 2 y estos a su vez a los almacenes de nivel 1, que atienden la demanda del consumidor o cliente final. Si se tienen altos niveles de stock de seguridad en los almacenes de nivel 1, no tiene sentido tener también altos niveles de stock de seguridad en el almacén del nivel 2, pues existe respaldo en el nivel 1.

Una lógica de renovación de stocks independiente para cada nivel no captura este tipo de situaciones, mientras la lógica de control de inventarios multiescalón tiene en cuenta estas relaciones con el objetivo de minimizar los niveles de inventario totales.

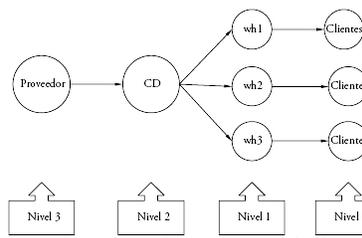


Figura 9.4: Cadena de suministro de dos niveles

Si los almacenes de nivel 1 usan una lógica de renovación de stocks de punto de reorden, de nivel objetivo o cualquier combinación de ambas, suficiente para abastecer la demanda del consumidor final (nivel 0), para el nivel siguiente superior, nivel 2, la lógica de inventarios multiescalón establece que:

- El stock de seguridad que se debe mantener en el nivel 2 debe ser el suficiente para abastecer las variaciones de la demanda consolidada del nivel 0 menos el stock de seguridad que ya se tiene en el nivel 1.
- La reposición del nivel 2 se hace cuando el nivel de stock del almacén de nivel 2 sumado a los almacenes de nivel 1 llega al punto de reorden (R2).
- La reposición del nivel 1 se hace cuando el nivel de stock del almacén de nivel 1 llega al punto de reorden (R1).

En los siguientes dos problemas vamos a desarrollar la lógica de renovación multiescalón y evaluar los ahorros que produce en comparación con renovar los stocks de cada eslabón de manera aislada.

### Problema 9.2

La compañía Orange opera en el Perú una cadena de tres tiendas ubicadas en Jockey Plaza, San Miguel y Salaverri, las cuales son abastecidas desde un CD Callao que a su vez es abastecido desde proveedores en Asia, como se muestra en la siguiente figura:

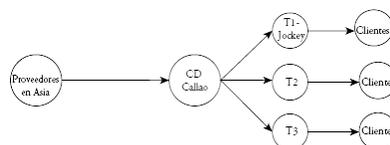


Figura 9.5 Cadena de suministro de Orange

La demanda de celulares iCell 5s en las tres tiendas y la demanda consolidada que enfrenta el CD para abastecer a las tiendas se muestra a continuación:

Demanda mensual en unidades	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Demanda anual	Demanda promedio mensual (dp)	Desviación estándar mensual (sl)
iStore J. Plaza	220	280	255	223	312	218	359	280	277	310	320	372	2426	285,50	51,52
iStore S. Miguel	200	220	210	228	321	304	331	215	218	233	321	420	3221	268,42	69,03
iStore Salaverry	181	145	165	173	125	211	280	206	195	217	254	355	2507	208,92	63,12
Consolidada (almacén Callao)	601	645	630	624	758	733	970	701	690	760	895	1147	9154	762,83	163,77

Tabla 9.1 Demanda de celulares iCell

Si las tiendas y el CD usan una lógica de punto de reorden para sus pedidos de abastecimiento de manera aislada, es decir las tiendas no toman en cuenta el stock del CD y el CD no toma en cuenta el stock de las tiendas, calcule usted el stock de seguridad, el punto de reorden y el lote de pedido de cada tienda y del CD.

Para ello considere lo siguiente:

- Nivel de disponibilidad en cualquier eslabón de la cadena de suministro: 95%,  $z(95\%) = 1,65$
- Tasa de posesión de inventario: 18% anual para cualquier eslabón de la cadena de suministro
- Logística del CD Callao a la tienda:
  - El costo de ordenar desde la tienda al CD es de US\$ 80 por orden de compra
  - El costo del producto en la tienda es de US\$ 200
  - El tiempo de entrega desde el CD Callao a cada una de las tiendas es de tres días (0,1 mes)
  - La desviación estándar de los tiempos de entrega ( $s_2$ ) es igual a cero.
- Logística del proveedor asiático al CD Callao:
  - El costo de ordenar del CD Callao al proveedor asiático es US\$ 150 por orden de compra
  - El costo del producto en el CD Callao es de US\$ 185
  - El tiempo de entrega del proveedor de Asia a Callao es de 1,6 meses
  - La desviación de los tiempos de entrega ( $s_2$ ) es de 0,3 meses

## Solución

Dado que los niveles de inventario se gestionan de manera independiente para cada eslabón, la solución del problema se calcula en base a lo desarrollado en el capítulo dos de este libro, la cual es mostrada a continuación:

### Datos generales:

- $i$  (anual): 18%
- $z$  (95%): 1,65

### Datos de las tiendas:

- A (de tienda a Callao): US\$ 80 por orden de compra
- C (en tienda): US\$ 200
- $L_t$  (de Callao a tienda): 0,1 mensual

### Datos del CD:

- A (de Callao a proveedores): US\$ 150 por orden de compra
- C (en CD): US\$ 185
- $L_t$  (de proveedores a Callao): 1,6 meses
- $s_2$  (del proveedor): 0,3 meses

### Cálculo:

1. Tiendas:

	Jockey Plaza	San Miguel	Salaverry
SS unidades	26,88	36,02	32,93
R unidades	55,43	62,86	53,83
$q^*$ unidades	123,40	119,65	105,56

2. Centro de distribución:

SS unidades	509,32
R unidades	1729,86
q* unidades	287,17

### Problema 9.3

Para el problema anterior, la casa matriz en Estados Unidos le indica que para la reposición de inventarios en el CD Callao debe de considerar los criterios de control de inventarios multiescalón para evitar duplicar los stocks de seguridad, tanto en el CD como en las tiendas de un producto tan caro como el iCell.

Calcule usted:

- El stock de seguridad, punto de reorden y lote de pedido de cada una de las tiendas.
- El stock de seguridad, punto de reorden y lote de pedido del CD usando la lógica de control multiescalón.
- El ahorro en costos de posesión anual de stocks de seguridad de implementar la lógica de multiescalón comparado con el ejemplo anterior.

### Solución

Se puede notar en la tabla lo siguiente:

- El stock de seguridad, el punto de reorden y el lote económico de compra para las tiendas se mantienen constantes.
- El stock de seguridad en el CD ha disminuido, debido a que le hemos restado al stock de seguridad que existe en tiendas calculado en el problema 9.2.
- El punto de reorden en el CD también disminuye debido a que ha disminuido el stock de seguridad.
- El lote económico de compra en el CD se mantiene igual al calculado en el problema 9.2.

### Datos generales

- i (anual): 18%
- z (95%): 1,65

### Datos de las tiendas:

- A (de tienda a Callao): US\$ 80 por orden de compra
- C (en tienda): US\$ 200
- Lt (de Callao a tienda): 0,1 mensual

### Datos del CD:

- A (de Callao a proveedores): US\$ 150 por orden de compra
- C (en CD): US\$ 185
- lt (de proveedores a Callao): 1,6 meses
- s2 (del proveedor): 0,3 meses

### Cálculo:

1. Tiendas:

	Jockey Plaza	San Miguel	Salaverry
SS (unidades)	26,88	36,02	32,93
R (unidades)	55,43	62,86	53,83
q* (unidades)	123,40	119,65	105,56

2. Centro de distribución:

SS unidades (control multiescalón)	413,49
R unidades (control multiescalón)	1634,03
q* unidades	287,17

3. Cálculo del ahorro anual en stocks de seguridad:

Stock de seguridad anterior (unidades)	509,32
Nuevo stock de seguridad (unidades)	413,49

Ahorro en SS en el CD (unidades)	95,83
Ahorro en costos de posesión de SS (US\$)	3191,13

### 1.3. Cadenas de suministro de alto rendimiento

Hau Lee, un experto en cadenas de suministro que ha estudiado por más de quince años cadenas exitosas, nos dice que además de la colaboración y coordinación existen tres cualidades que caracterizan a las cadenas de suministro de alto rendimiento: agilidad, adaptabilidad y alineamiento<sup>45</sup>.

La agilidad está relacionada con la capacidad de responder a las fluctuaciones de los mercados con rapidez y a bajos costos. La mayoría de cadenas responden rápidamente elevando los costos, las cadenas ágiles obtienen rapidez a bajo costo.

La falta de agilidad puede cobrarle un alto precio a la cadena de suministro. Por ejemplo Compaq, durante la década de 1990, cada vez que Intel sacaba un nuevo procesador se demoraba más que sus competidores para lanzar la nueva generación de PC debido a su largo ciclo de diseño, con lo cual nunca tenía entre sus consumidores a los adaptadores tempranos, que son los que generan demanda por los nuevos productos de alta tecnología. También debido a su largo ciclo de diseño tenía altos niveles de componentes en stock, con lo cual no podía aprovechar las caídas de precio de los componentes que caracterizan a este sector, pues ya tenía gran cantidad de componentes en proceso. La falta de agilidad le hizo perder a Compaq participación de mercado durante toda la década, hasta que en el 2001 fue comprada por HP.

La adaptabilidad está relacionada con la capacidad que tiene la cadena para ajustarse a las nuevas necesidades de sus clientes o a los cambios estructurales en los mercados. Estos cambios suelen ocurrir debido al progreso económico de los países, las tendencias demográficas y los avances tecnológicos, entre otros.

Por ejemplo, cuando Microsoft lanzó Xbox, un videojuego que competiría con PlayStation de Sony, optó por tercerizar su producción con Flextronics. En el lanzamiento del producto, en el año 2001, Flextronics estimó que debía tener dos instalaciones de producción, una en México y otra en Hungría. Aunque los sitios eran relativamente caros, tenían la ventaja de estar cerca de sus principales mercados consumidores: EE.UU. y Europa, y contaban con buenos ingenieros que iban a dar soporte a Microsoft en las modificaciones al diseño y especificaciones de ingeniería que implica un nuevo lanzamiento.

Posteriormente, cuando el producto maduró y la competencia con Sony se basaba en el precio, Flextronics centralizó las dos plantas de producción en una sola, ubicada en China, para reducir los costos. Para 2003 Xbox tenía el 20% del mercado de los videojuegos.

Finalmente, Lee nos dice que la alineación está relacionada con la capacidad de las cadenas de lograr que todos sus integrantes tengan los mismos intereses y que a través de determinados incentivos se maximice el valor total generado por la cadena.

Fabricantes como Flextronics y Cisco tienen centros de distribución donde sus proveedores de partes y componentes reabastecen el stock en el CD en función a los planes de producción del fabricante. El stock pasa a ser parte del fabricante cuando este retira el componente o parte del CD y lo lleva a su planta de producción.

Con ello los fabricantes trasladaron los costos de posesión de inventarios a los proveedores, pero estos, al ser pequeños o medianos no tenían tasas de interés preferenciales con la banca para financiar los inventarios en el CD. Al tener tasas más altas, toda la cadena genera menor valor. Alinear los intereses para esta cadena significó permitir la participación de intermediarios financieros con tasas de interés más bajas que los pequeños proveedores. Así, compran el stock de partes y componentes en el CD y luego los venden al fabricante, con lo cual bajaron los costos de financiamiento del inventario de partes y componentes, incrementando el valor generado por la cadena. Obviamente, tales arreglos y compromisos requieren de la confianza y colaboración entre proveedores, intermediarios financieros y fabricantes.

El siguiente cuadro, tomado de Lee (2004), nos resume las principales ideas de este estudio:

Construyendo la cadena de suministro triple A
<p><b>Agilidad</b>  <i>Objetivos</i>  Responder a cambios en el corto plazo en la oferta o la demanda rápidamente, manejar disrupciones externas con fluidez.</p> <p><i>Métodos</i>  Promover el flujo de información con proveedores y clientes  Desarrollar relaciones de colaboración con los proveedores  Diseñar para el aplazamiento  Desarrollar inventarios de reserva manteniendo un stock de componentes baratos pero claves  Tener un sistema o socio logístico confiable  Trazar planes de contingencia y desarrollar equipos de manejo de crisis.</p>

<p><b>Adaptabilidad</b></p> <p><i>Objetivos</i> Ajustar el diseño de la cadena de suministro a cambios estructurales en los mercados, modificar la red de suministro según estrategias, productos y tecnologías</p> <p><i>Métodos</i> Monitorear economías alrededor del mundo para detectar nuevos mercados y bases de suministros Usar intermediarios para desarrollar nuevos proveedores e infraestructura logística Evaluar las necesidades de consumidores finales, y no solo de clientes inmediatos Crear diseños flexibles de productos Determinar la posición de los productos en la empresa en términos de ciclos de tecnología y ciclos de vida de productos</p>
<p><b>Alineación</b></p> <p><i>Objetivos</i> Crear incentivos para un mejor desempeño</p> <p><i>Métodos</i> Intercambiar información y conocimiento libremente con proveedores y clientes Definir claramente los roles, tareas y responsabilidades de proveedores y clientes Compartir equitativamente los riesgos, costos y ganancias de las iniciativas de mejoramiento</p>

Tabla 9.2: Cualidades que caracterizan a una cadena de suministro de alto rendimiento.

La adaptabilidad de la cadena de suministro de HP se puede ver en la decisión de reconfigurar su cadena de suministro. Esta tenía inicialmente una instalación central en Europa e instalaciones en cada país que se encargaban de la configuración local de la PC. Esta cadena contaba con una sola instalación central que realizaría las entregas a cada país mediante transporte aéreo, para evitar los tiempos de espera largos que resultan perjudiciales en productos de ciclos de vida muy cortos.

De esta manera HP también alcanzó agilidad, porque los ahorros en costos que obtuvo gracias a la centralización de stocks fueron mayores que los incrementos de los fletes por la utilización del transporte aéreo, con lo cual bajó los costos de la cadena e incrementó su velocidad.

Además, logró la alineación de la siguiente manera: en un sector como el de la alta tecnología existen acuerdos de protección de precios entre los fabricantes y distribuidores, con lo cual, si el distribuidor adquiere una PC para venderla en US\$ 1000 y dos semanas después el fabricante ordena una reducción de precios a los distribuidores de US\$ 50, entonces el fabricante debe rembolsar dichos US\$ 50 al distribuidor. Para evitar los sobrecostos que representa la protección de precios, HP implementó programas de VMI con sus distribuidores y les dio incentivos para que redujeran los stocks sin afectar una disponibilidad mínima del producto previamente acordada. Dichos incentivos resultaban para HP más económicos que la protección del precio (Callioni y otros, 2005, pp. 72-79).

A lo largo de los ejemplos expuestos en este capítulo, el lector puede comprobar que la gestión de cadenas de suministro es por lo general iniciativa del fabricante, e incluye a los eslabones inmediatos anteriores y posteriores. Aunque la iniciativa sea del fabricante, y abarca a su proveedor y al distribuidor o minorista, la definición de la cadena de suministro abarca a todas las empresas que participan en la cadena, desde que el producto es materia prima hasta que llega al consumidor final. Esto aún no se ha dado, pero se espera que en los siguientes años podamos tener casos reales y exitosos en los que se logre integrar un mayor número de participantes en la gestión de la cadena de suministro.

### Resumen del capítulo

1. La complejidad de la gestión de la cadena de suministro está determinada por la cantidad y variedad de empresas participantes en esta, que va desde proveedores hasta el cliente final, y por los distintos objetivos que tiene cada una de estas empresas participantes, que en algunos casos pueden llegar a ser contradictorios.
2. El efecto látigo está relacionado con la distorsión de la información de la demanda a lo largo de la cadena de suministro, con lo cual pequeñas variaciones de la demanda en el nivel del minorista se amplifican hasta llegar a ser grandes variaciones en el nivel del fabricante o proveedor.
3. Las acciones para mitigar el efecto látigo son:
  - a) Uso de la demanda real del cliente final.
  - b) Uso intensivo de las tecnologías de información.
  - c) Preparación de las operaciones de la cadena de suministro para hacer fluir productos en lotes pequeños y frecuentes.
  - d) Control del reabastecimiento por una sola etapa de la cadena.
4. Las características de una cadena de suministro de alto rendimiento son:
  - a) Agilidad: capacidad de responder a las fluctuaciones de los mercados con rapidez y a bajo costo.

- b) Adaptabilidad: capacidad de ajustarse a los cambios estructurales del mercado.
- c) Alineamiento: capacidad de la cadena para que todos sus integrantes tengan los mismos intereses.

---

<sup>45</sup> Las ideas presentadas en esta sección son un resumen del artículo «La cadena del suministro triple A» (Lee, 2004, pp. 74-86).

## BIBLIOGRAFÍA

- Ballou, Ronald (2004). *Logística: administración de la cadena de suministro*. México D.F.: Pearson.
- Berstein, Patricio (2004). Flujos físicos: factores de relevancia en los centros de distribución. *Revista de Logística y Distribución Física*, XIII(36), 37-38.
- Bonifaz, José Luis; Roberto Urrunaga & Jennifer Wakeham (2002). *Financiamiento privado e impuestos. El caso de las redes viales en el Perú*. Lima: Universidad del Pacífico.
- Bowersox, Donald; David Closs & Bixby Cooper (2007). *Administración y logística en la cadena de suministro*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Callioni, Gianpaolo; Xavier Montgros; Regine Slagmulder & otros (2005). Los costos inducidos por las existencias. *Harvard - Deusto Business Review*, junio, 72-79.
- Cámara de Comercio Internacional (2000). Incoterms 2010. Disponible en: <http://www.iccspain.org/> (Fecha de consulta: 29 de diciembre de 2010).
- Carranza, Octavio (2005). *Logística: mejores prácticas en Latinoamérica*. Ciudad de México: Thomson.
- Castro, Carlos (2010). Negociaciones de defensa comercial: La tendencia mundial y el Perú: ¿Existe algo más allá de la OMC? En Ernesto Guevara y Fabián Novak, eds., *El Perú y el comercio internacional*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Christopher, Martín (2002). *Logística. Aspectos estratégicos*. Ciudad de México: Limusa.
- Chopra, Sunil & Peter Meindl (2013). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. Segunda edición. Ciudad de México: Pearson.
- Clarke, G. & J.W. Wright (1963). Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points. *Operating Research*, 11, 568-581.
- Comisión Permanente del Congreso de la República (2007). Ley 29173: Régimen de Percepciones del Impuesto General a las Ventas. *Diario Oficial El Peruano*, 23 de diciembre, pp. 360894-360896.
- Coyle, John; John Langley; Robert Novak & Brian Gibson (2013). *Administración de la cadena de suministro. Una perspectiva logística*. Ciudad de México: Cengage Learning.
- Delfmann, Werner; Albers Sascha & Martín Gehring (2002). The impact of electronic commerce on logistic services providers. *International Journal of Physical Distribution & Logistic Management*, 32(3), 203-222.
- Díez de Castro, Enrique (1999). *Distribución comercial*. Madrid: McGraw-Hill.
- Drucker, Peter (1962). The Economy's Dark Continent. *Fortune*, abril, 265-270.
- Durán, Alfonso; Gil Gutierrez & Teresa Sánchez (2001). *La logística y el comercio electrónico*. Madrid: McGraw-Hill.
- Fitzsimmons, James A. & Mona J. Fitzsimmons (1998). *Service Management for Competitive Advantage*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Fraxelle, Edwards & Ricardo Sojo (2007). *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*. Bogotá: Norma.
- Gallegos, Carlos (2000). Las tendencias del transporte marítimo y el desarrollo portuario en el contexto del comercio mundial. Disponible en: <http://www.comunidadandina.org/prensa/discursos/gallegos6-9-00.htm> (Fecha de consulta: 8 de setiembre de 2007).
- Gobierno Central (1991). Decreto legislativo 690: Declaran de preferente interés nacional la inversión privada en la actividad ferroviaria. *Diario Oficial El Peruano*, 11 de junio, pp. 101453.
- Gutierrez, Gil & Bernardo Prida (1998). *Logística y distribución física*. Madrid: Mc-Graw Hill.
- Hoffmann, Jan (2003). Los servicios de transporte marítimo y la competitividad de la economía peruana. *Revista Logística y Distribución Física*, 12(35), 8-11.
- Hostalot, Roger (2008). Griva: cero errores en producción y logística. *RFID Magazine*, 2(9), 30-33.
- Krajewski Lee, Ritzman Larry & Manoj Malhotra (2013). *Administración de operaciones. Procesos y cadena de valor*. Ciudad de México: Pearson.
- Langley, John (1986). The evolution of the logistics concepts. *Revista Journal of Business Logistic*, 7(2), 1-13.
- Laseter, Timoty (2000). *Alianzas estratégicas con los proveedores. Un modelo de abastecimiento equilibrado*. Bogotá: Norma.
- Lee, Hau (2004). La cadena de suministro triple A. *Harvard Business Review*, octubre, 74-86.
- Leenders, Michiel; Harold Fearon & Wilbur England (2001). *Administración de compras y materiales*. Ciudad de México: Continental.
- Long, Douglas (2006). *Logística internacional. Administración de la cadena de abastecimiento global*. Ciudad de México: Limusa Noriega.

- Mather, Half (1984). Por una reducción de los niveles de existencias. *Harvard - Deusto Business Review*, 20(4), 93-98.
- Matsuura, Hugo (2012). *Comercio exterior y operatividad aduanera*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad San Martín de Porres.
- Mauleón, Mikel (2003). *Sistemas de almacenaje y picking*. Madrid: Díaz de Santos.
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2009). *Guía de orientación al usuario de transporte acuático*. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. Viceministerio de Comercio Exterior. Dirección Nacional de Desarrollo de Comercio Exterior, setiembre 2009, p. 49.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2003a). Decreto Supremo 058. Reglamento Nacional de Vehículos. Disponible en: <http://placas.pe/Documentos/DS-058-2003-MTC.pdf> (en formato PDF, pp. 1-119).
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2003b). Ley del sistema portuario nacional 27943. Diario Oficial El Peruano, 28 de febrero. Disponible en: [http://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/PUERTOS\\_FICHA/Ley\\_Sistema\\_Portuario\\_Nacional.pdf](http://www.proinversion.gob.pe/RepositorioAPS/0/0/JER/PUERTOS_FICHA/Ley_Sistema_Portuario_Nacional.pdf) (en formato PDF, pp. 1-29).
- Muller, Max (2006). *Fundamentos de administración de inventarios*. Bogotá: Norma.
- Ruibal, Alberto (1994). *Gestión logística de la distribución física internacional*. Colombia: Norma.
- Sharman, Graham (1984). The rediscovery of logistics. *Harvard Business Review*, setiembre/octubre, 71-78.
- Sierralta, Aníbal (2013). *Contratos de comercio internacional*. Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Tong, Jesús; Raúl Ramos & Wilfredo Lafosse (2003). ¿Costos mínimos en el transporte de carga?. [http://www.puntodeequilibrio.com.pe/punto\\_equilibrio/01i.php?pantalla=noticia&cid=37&bolnum\\_key=2&serv\\_key=2100](http://www.puntodeequilibrio.com.pe/punto_equilibrio/01i.php?pantalla=noticia&cid=37&bolnum_key=2&serv_key=2100) (Fecha de consulta: 9 de octubre de 2007).
- Valdés, Armando (1984). *Administración logística*. Lima: SAGSA.

*Cadena de suministro y logística* recoge más de veinte años de experiencia en la actividad logística en el sector privado y amplía y actualiza la anterior publicación del autor, *Logística de la A a la Z*, para ser entendida desde un enfoque de cadena de suministro.

El libro incluye más de 120 ejercicios, lo que lo hace especialmente útil para estudiantes y docentes de pregrado y maestría en el campo de la logística y cadena de suministro, tanto en universidades como en escuelas de negocio.

La teoría y los problemas desarrollados están adaptados de situaciones reales vividas por el autor en su ejercicio profesional, por lo que esta obra también puede ser consultada por gerentes o directores de cadena de suministro de empresas que tengan operaciones internacionales y locales. Consciente de los constantes cambios vividos en el sector logístico global, el autor analiza y desarrolla las situaciones de la logística internacional en el contexto de las nuevas INCOTERMS 2010, vigentes desde enero de 2011.



FONDO  
EDITORIAL

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ