

FUNDAMENTOS DE CADENA DE SUMINISTRO

Teoría y Aplicaciones

Juan Mejía Trejo



AMIDI
Academia Mexicana
de Investigación y Docencia
en Innovación

FUNDAMENTOS DE CADENA DE SUMINISTRO

Teoría y Aplicaciones

Juan Mejía Trejo



Este libro fue sometido a un proceso de dictamen por pares de acuerdo con las normas establecidas por el Comité Editorial de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (AMIDI)

Primera edición, 2023

D.R. © Academia Mexicana de Investigación y
Docencia en Innovación (AMIDI)
Av. Paseo de los Virreyes 920.
Col. Virreyes Residencial
C.P. 45110, Zapopan, Jalisco

ISBN: 978-607-59397-1-1
Hecho en México

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. CONCEPTOS BÁSICOS	3
¿Qué es la cadena de suministro?	5
Historia de las cadenas de suministro	10
Ajustando la estrategia	13
Principios a considerar de funcionamiento	15
Características de las cadenas de suministro	17
Procesos de las cadenas de suministro.....	18
Etapas de la cadena de suministro	22
La logística: primer antecedente de las cadenas de suministro	23
Conocimientos básicos a considerar en el manejo de cadenas de suministro.....	29
Problemas por superar	32
Agrupaciones profesionales de cadenas de suministro.....	33
Evaluación de las cadenas de suministro y logística	35
Cadena de suministro y sus ciclos clave.....	37
Cadenas de suministro y sus complementos en una empresa	38
Las cadenas de suministro del futuro	39
Las cadenas de suministro en la era post-covid.....	45
El caso de México.....	47
Oportunidades por aprovechar: eficiencia vs. cercanía.....	49
Razones por ser especialista en cadenas de suministro	50
Planeando el futuro de las cadenas de suministro	52
Ejercicios	54
CAPÍTULO 2. LOS INVENTARIOS	56
Índices y cobertura.....	64
El kárdex.....	65
Costos a considerar de los inventarios	66
Patrones de la demanda.....	69
Métodos de cálculo de la demanda.....	71

Renovación de inventarios	73
Nivel de servicio	79
Ejercicios	80
CAPÍTULO 3. LOS ALMACENES.....	90
Tipos de almacenes	92
Manejo de materiales y unidades de manipulación	99
Localización de materiales	100
Flujos de salida.....	103
Códigos de identificación	103
Códigos de barras	104
Ventajas de los códigos de barras.....	105
Estándares mundiales de los códigos de barras	107
Sistemas RFID / EPC	109
Smartcodes o Códigos 2D	111
Ciclos de almacenamiento.....	111
Recepción	112
Almacenamiento.....	114
Despacho	115
Control de stocks	116
Estantes para almacenamiento	117
Equipos de manipulación.....	121
Calculando la capacidad del almacén	122
Sistemas de gestión de almacenes (WMS. <i>Warehouse Management System</i>)	124
Costos de almacén	125
Ejercicios	127
CAPÍTULO 4. MEDIOS DE TRANSPORTE	142
Carga a transportar	145
Tipo de transporte disponible	149
Criterios de selección	156
Ejercicios	157
CAPÍTULO 5. DISEÑO DE REDES DE CADENA DE SUMINISTRO.....	170

Características y tipos de red.....	173
Selección de la red	180
Ejercicios	181
CAPÍTULO 6. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA	240
Características de los pronósticos de la demanda	241
Modelos de pronósticos de la demanda cualitativos	243
Componentes de la demanda cuantitativa	245
Modelos de pronósticos de la demanda cuantitativos: Series de tiempo y regresiones lineales.....	248
Modelos de pronósticos de la demanda cuantitativos: Relaciones causales	260
Procesos de descomposición de tendencia y estacionalidad	263
Pronóstico y errores	269
CAPÍTULO 7. FIJACIÓN DE PRECIOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO	273
Fijación de precios y administración de los ingresos en múltiples segmentos de clientes. 275	
Asignación de la capacidad a múltiples segmentos en condiciones de incertidumbre	280
CAPÍTULO 8. LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES EN LA CADENA DE SUMINISTRO.....	287
Plataformas de software	289
PRACTICA. Megaventory	291
CAPÍTULO 9. APROVISIONAMIENTO ELECTRÓNICO (e-Procurement)	299
Ámbito empresarial	303
Su relación con el proceso de compra-entrega	305
Tipos	310
Estrategia de implementación	312
Arquitectura.....	314
Puesta en práctica	318
Relación con su estructura en el SCM	319
¿Comprar o construir?.....	324
Plataformas software	327
PRACTICA. Market Dojo	329

CAPÍTULO 10. ADMINISTRACIÓN DE LAS RELACIONES CON EL PROVEEDOR (SRM) ...	339
Certificaciones.....	341
Relación con la gestión de la cadena de suministros.....	342
Plataformas software	343
PRACTICA. Fishbowl Inventory	345
REFERENCIAS	353
ANEXO 1. Solver de EXCEL.....	359
Ejemplo de aplicación	363

INTRODUCCIÓN

La presente obra titulada: *Fundamentos de Cadena de Suministro, Teoría y Aplicaciones*, está dirigido a público en general interesado en conocer los principios que rigen esta actividad tan importante en la actividad comercial, tanto local como mundial. Para lograrlo, la obra esta dividida en capítulos.

El **capítulo 1** describe los conceptos básicos a tratar así como la historia e importancia que tiene la cadena de suministro en nuestros días, considerando el entorno global de los últimos años, considerandola guerra de los chips, la guerra de Rusia con Ucrania y el papel que juegan por su posición geo-estratégica, como lo es el caso de México. Cierra el capítulo con una descripción del futuro potencial de la cadena de suministro debido a la nueva normalidad y las nuevas tecnologías que han emergido como la IoT y la AI, entre otras. Se establece el alcance del libro en el campo de los inventarios, el control de almacenes, los medios de transporte, el diseño, cálculo de la demanda y fijación de precios de las cadenas de suministro así como la importancia de las tecnologías de información.

El **capítulo 2**, hace una descripción de lo que son los inventarios, cómo se controlan, cómo se calcula su demanda y su renovación. Se aplican ejercicios para su mejor entendimiento.

El **capítulo 3**, da cuenta del tipo de almacenes que existen, como se manejan los flujos principalmente de salida, lo que son los códigos de identificación, estándares RFID y tecnologías de apoyo, cómo son los ciclos de almacenamiento, los tipos de estantes de almacenamiento, los sistemas de gestión de almacenes y sus costos. Cierra con ejercicios de aplicación.

El **capítulo 4**, describe los medios de transporte, los tipos que existen y sus criterios de selección. Cierra con ejercicios de aplicación minuciosos basados en Solver de Excel.

El **capítulo 5** ofrece al lector qué son y cómo se diseñan las redes de cadena de suministro, sus características por tipo de red y cómo se seleccionan. Cierra igualmente con ejercicios de aplicación minuciosos basados en Solver de Excel.

El **capítulo 6**, describe los pronósticos de la demanda y sus tipos de cálculo, tanto cualitativos como cuantitativos. Explica lo que son los errores del pronóstico y cómo afectan la tendencia y estacionalidad. Se incluyen ejercicios de cálculo para su comprensión.

El **capítulo 7**, con el conocimiento adquirido, permite esclarecer cómo fijar precios en la cadena de suministro, tanto por ingresos en múltiples segmentos de clientes como por asignación de capacidad en los mismos. Son tratados a lo largo del capítulo, ejercicios de cálculo para su mejor comprensión.

El **capítulo 8** describe la importancia de las tecnologías de información y comunicaciones en la cadena de suministro. Recomienda las **10** plataformas de software más reconocidas y muestra una práctica final de aplicación del software **MegaInventory**, uno de los más representativos.

El **capítulo 9** hace una referencia de otra modalidad complementaria a la cadena de suministro, el e-Procurement describiendo su historia y funcionamiento así como las **5** plataformas de software más populares. Se ofrece una práctica para apreciar cómo funciona con el software de aplicación **Market Dojo**.

Finalmente, el **capítulo 10** nos permite corroborar otro tipo de aplicaciones de software que son más bien, enfocadas ahora desde el punto de vista de los proveedores. Se describen las **5** herramientas de software más populares. Se ofrece una práctica para apreciar cómo funciona con el software de aplicación **Fishbowl Inventory**.

CAPÍTULO 1. CONCEPTOS BÁSICOS

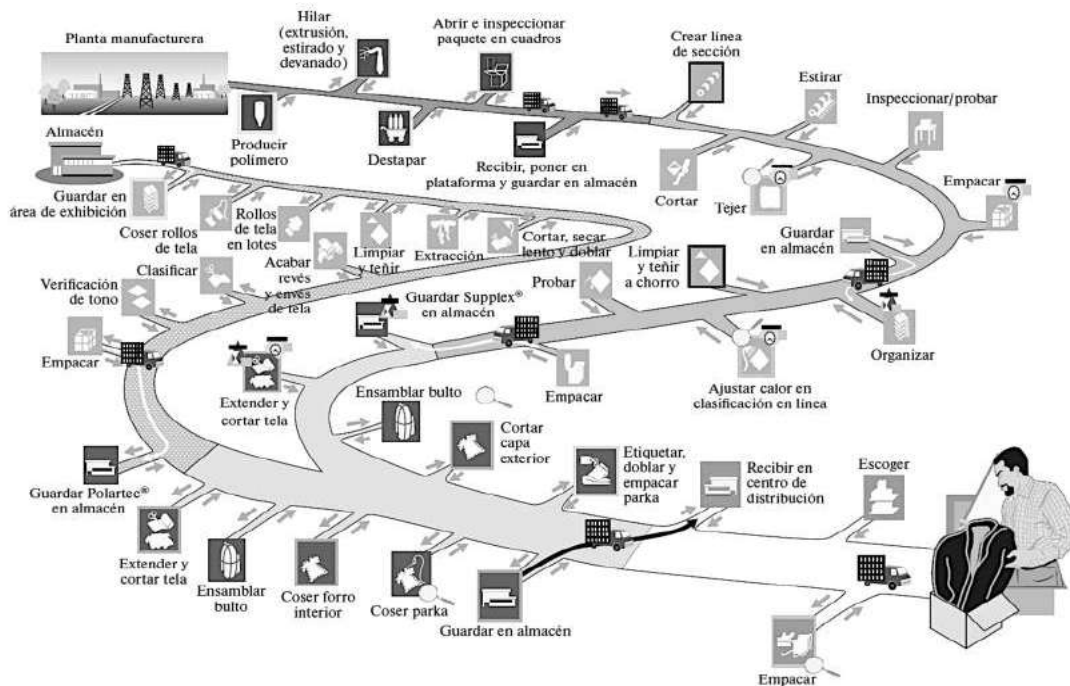


En el mundo industrial del siglo XXI, tenemos diversas definiciones que describen actividades clave, tales como la administración de la cadena de suministro, de las que podemos afirmar que son el diseño, operación y mejoramiento de los sistemas que crean y proporcionan los productos y servicios primordiales de una empresa siendo un campo funcional de los negocios, como lo son las finanzas o la mercadotecnia, con claras responsabilidades de administración de línea.

La administración de la cadena de suministro implica la gestión de los sistemas de producción de un producto o generación de servicios, donde es necesario esquematizar los elementos, etapas, redes de almacenamientos

traspasos, distribución, etc. que la componen para la entrega final al cliente a fin de lograr una mayor comprensión. Ver **Figura 1.1**

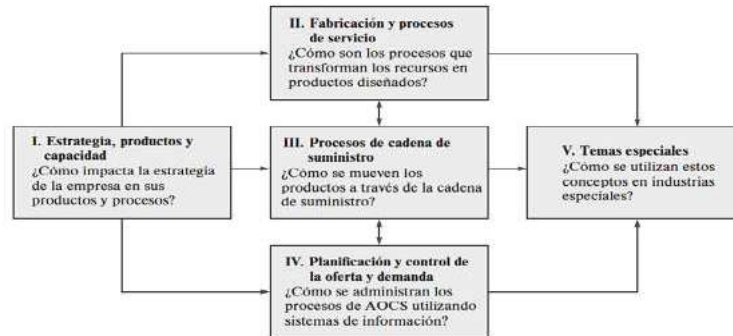
Figura 1.1. Proceso de fabricación de un abrigo



Fuente: Jacobs y Chase (2019)

Es importante reconocer dentro de la administración de la cadena de suministro, cual es el papel que responden sus diferentes elementos, con el fin de enfocar los esfuerzos y esclarecer los alcances de cada uno de los actores, como se observa en la **Figura 1.2**.

Figura 1.2. Elementos de la administración de la cadena de suministro



Fuente: Jacobs y Chase (2019)

¿Qué es la cadena de suministro?

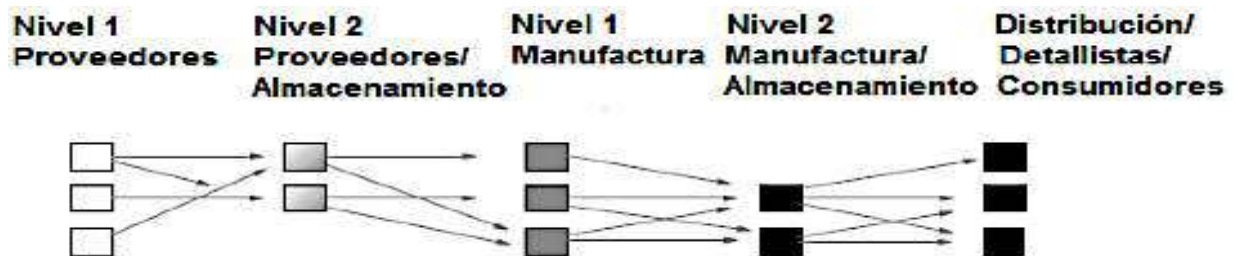
La *cadena de suministro* para un producto o servicio es el sistema en el que las compañías y sus funciones de negocios transitan desde la creación a la entrega del último consumidor. Para una compañía típica de fabricación, implica el modelo:

Proveedor->Fabricante->Distribuidor->Consumidor

La mayoría de las grandes organizaciones, sin embargo, son más complejas que esto, ya que incluye múltiples niveles de proveedores (proveedores de los proveedores, así como múltiples niveles de distribución y almacenamiento de productos terminados antes de ser entregados al consumidor.

Ver **Figura 1.3**

Figura 1.3. Modelo de cadena de suministro ampliada



Fuente: Mejía-Trejo (2019)

La tradicional administración de producción, se ha enfocado al proceso interno de la manufactura de la organización. Estos esfuerzos, se orientan a la mejora de la eficiencia de la producción y su calendarización.

La meta de la *cadena de suministro* es eliminar los costos desde los inventarios y recortar los tiempos de entrega al desarrollar vinculaciones muy cercanas entre la producción y el consumo del producto. Esta estrategia la convierte rápidamente en una de las ventajas competitivas más importantes hoy en día. Sin un enfoque de *cadena de suministro* extendido, cada organización en la cadena administra los requerimientos de los servicios de entrega de acuerdo a la construcción de inventarios sin considerar más información de lo que otros eslabones de la cadena están realizando.

Desafortunadamente, esto incrementa costos de almacenaje y obsolescencia cuando el producto no se consume tan rápidamente como es producido, o para fabricar aún más del mismo cuando es consumido más rápidamente de lo esperado. Esto es así, en cada una de los eslabones y vinculaciones dentro de la *cadena de suministro*.

Cada miembro intenta optimizar los inventarios basados en el histórico de la demanda o bajo una visión limitada a lo largo de la cadena, usando técnicas

administración de inventarios como el ordenamiento económico de cantidades (*economic order quantity*).

Esto produce un fenómeno llamado efecto látigo de Lee (*bull-whip effect*, Hau et al. 2004), el cual resulta en un modelo de demanda inesperada para los proveedores de los cambios posteriores de la cadena. El cambio a un paradigma centrado en el consumidor, ha cambiado la forma en que la cadena de suministro es administrada.

Más enfoque al consumidor ha provocado un mayor énfasis en las formas de reducir los costos de producción al mismo tiempo de acortar los ciclos de tiempos a través de toda la cadena. Administrando toda la cadena de suministro como una sola entidad, es la meta actual de las técnicas de la *cadena de suministro*.

La habilidad de hacerlo, es solamente posible a través del uso de las tecnologías de información. Los beneficios de una *cadena de suministro* efectivo pueden ser enormes en términos de costos de inventarios más bajos, mejores calendarios de producción y reduciendo, en última instancia, con mayores beneficios para los participantes.

Para hacer este trabajo más efectivamente, los miembros de la cadena deben mantener tener un trato de confianza entre ellos, el cual no es fácil de alcanzar, debido a la tradicional actitud en los negocios en las cuales siempre debe de haber un ganador y un perdedor (Poirier y Reiter, 1996). Además, la práctica de exprimir a los proveedores para reducción de precios, por los miembros dominantes, de la cadena de suministro, ha exacerbado el problema. Se recomienda leer a Porter (1985) para entender mejor las tecnologías que las *cadena de suministro* soporta y cómo pueden ser usadas para superar varios de estos problemas, en torno al análisis de la cadena de valor.

Una *cadena de suministro* está formada por todos aquellos procesos involucrados de manera directa o indirecta en la acción de satisfacer las necesidades del consumidor. La *cadena de suministro* incluye a los proveedores

(tercer nivel, segundo nivel y primer nivel), los almacenes (directa e indirecta), la línea de producción, canales de distribución, mayoristas, minoristas y el consumidor final. Dentro de cada organización existe una *cadena de suministro* diferente dependiendo del giro de la empresa. Existen tres tipos de empresas: *industriales, comercializadoras y de servicios*.

Las empresas de servicios cuentan con cadenas de suministros muy cortas. Las empresas industriales tienen *cadena de suministro* con una gran cadena logística dependiendo el giro, las líneas de producción con las que cuentan y los segmentos de mercado a los que van dirigidos sus productos. Las empresas comercializadoras, por ejemplo, tienen muy poco uso de stock por lo que sus cadenas de suministros son menos elaboradas.

Todas las funciones que participan en la *cadena de suministro* están destinadas a la recepción y el cumplimiento de una petición del consumidor. Estas funciones incluyen, pero no están limitadas al desarrollo de nuevos productos, la mercadotecnia, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al consumidor (Chopra, 2020).

De hecho, la cadena de suministro es: la secuencia de eventos que cubren el ciclo de vida entero de un producto o servicio desde que es concebido hasta que es consumido. La *cadena de suministro* no está limitada a empresas manufactureras, sino que se ha ampliado para incluir tanto productos tangibles como servicios intangibles que llegan al consumidor que requieren a su vez insumos de productos y servicios (Jacobs y Chase, 2019).

El Council of Supply Chain Management Professionals (**CSCMP**) define la *cadena de suministro* como: *La cadena de suministro eslabona a muchas compañías, iniciando con materias primas no procesadas y terminando con el consumidor final utilizando los productos terminados. Todos los proveedores de bienes y servicios y todos los consumidores están eslabonados por la demanda de los consumidores de productos terminados al igual que los intercambios materiales e informáticos en el proceso logístico, desde la adquisición de materias*

primas hasta la entrega de productos terminados al usuario final.

Internamente, en una empresa manufacturera, la *cadena de suministro* conecta a toda la organización pero en especial las funciones comerciales (mercadotecnia, ventas, servicio al consumidor) de abasto de insumos para la producción (abastecimiento), productivas (control de producción, manufactura) y de almacenaje y distribución de productos terminados (distribución), con el objetivo de alinear las operaciones internas hacia el servicio al consumidor, la reducción de tiempos de ciclo y la minimización del capital necesario para operar.

La *cadena de suministro* al igual que todas las actividades de la organización acepta la existencia de filosofías innovadoras y las incorpora a su quehacer, por lo que es fácil encontrar términos fortalecidos por las mismas como lo es *Lean Supply Chain Management* o *Lean Six Sigma Logistics*.

La *cadena de suministro* es el arte y ciencia de crear relaciones y acentuar las relaciones sinérgicas entre los miembros que constituyen la oferta de negociación y los canales de distribución. Los gerentes de la *cadena de suministro* se esfuerzan para entregar los bienes o servicios deseados a *la persona adecuada en la cantidad correcta en el momento adecuado*, de forma efectiva y eficiente.

Por lo general, esto se consigue al negociar o alcanzar un equilibrio entre el conflicto objetivos de la satisfacción del cliente vs. la relación coste-eficiencia. Cada eslabón de la *cadena de suministro* representa una intersección donde la oferta satisface la demanda, y el dirigir el flujo del producto y de su información a estos cruces, es en el núcleo de la *cadena de suministro*.

La propuesta de valor integral de *la cadena de suministro* es: *El rendimiento total de toda la cadena es mejorada cuando todos los eslabones de la cadena están optimizados simultáneamente comparados con el rendimiento total resultante cuando cada eslabón individual está optimizado por separado.* Obviamente, la coordinación de los distintos eslabones de la cadena es esencial para lograr este objetivo.

La internet, y las tecnologías de información en general, facilitan la integración de multitud de empresas de tal forma que se puede hablar que va, de una sustitución de la integración *vertical con la* integración virtual. El superar los obstáculos de la coordinación así como la creación de incentivos para la colaboración entre miembros de canales diferentes, son algunos de los principales retos actuales de la *cadena de suministro*. La *cadena de suministro* se puede resumir en el proceso de planificación, puesta en ejecución y control de las operaciones de la red de suministro con el propósito de satisfacer las necesidades del consumidor con tanta eficacia como sea posible (Chopra 2020).

La gerencia de la *cadena de suministro* atraviesa todo el movimiento y almacenaje de materias primas, el correspondiente inventario que resulta del proceso, y las mercancías acabadas desde el punto de origen al punto de consumo.

La correcta administración de la cadena de suministro debe considerar todos los acontecimientos y factores posibles que puedan causar una interrupción (Jacobs y Chase, 2019.). Algunos expertos distinguen entre la gerencia de la red de suministro y a la gerencia de la logística, mientras que otros los consideran términos intercambiables.

Desde el punto de vista de una empresa, el alcance de la primera está limitado, en lo relativo a los recursos, por los abastecedores de su proveedor, y en el lado del consumidor, por los propios contratistas.

Historia de las cadenas de suministro

El término *cadena de suministro*, también conocido como *cadena de abasto* (*Supply Chain*), entró al dominio público cuando Keith Oliver, un consultor en Booz Allen Hamilton, lo uso en una entrevista para el Financial Times en 1982. Tomó tiempo para afianzarse y quedarse en el léxico de negocios, pero a mediados de los 1990's empezaron a aparecer una gran cantidad de

publicaciones sobre el tema y se convirtió en un término regular en los nombres de los puestos de algunos funcionarios (Blanchard, 2010).

A continuación se muestra su desarrollo cronológico. Ver **Tabla 1.1**.

Tabla 1.1. La cadena de suministro y su historia

Año	Acontecimiento
1980	<ul style="list-style-type: none"> • Era de la creación. El concepto de Administración de la cadena de suministro fue acuñado por un consultor de la industria de EE.UU. en la década de 1980. Sin embargo, el concepto de una cadena de suministro en la administración fue de gran importancia mucho antes, en el siglo 20, especialmente con la creación de la línea de montaje. • Las características de esta era de la administración de la cadena de suministro incluyen la necesidad de cambios a gran escala, la reingeniería, la reducción impulsada por los programas de reducción de costos, y la atención generalizada a la práctica japonesa de gestión.
1990	<ul style="list-style-type: none"> • Era de la integración. En esta época la administración de la cadena de suministro se destacó con el desarrollo del intercambio electrónico de datos (EDI. Electronic Data Interchange) en la década de 1960 y desarrollado a través de la década de 1990 por la introducción de la planificación de recursos empresariales (ERP. Enterprise Resource Planning). • Esta época se ha seguido desarrollando en el siglo 21 con la expansión de internet basados en sistemas de colaboración. Esta era de la evolución de la cadena de suministro se caracteriza tanto por el aumento del valor añadido y la reducción de costes mediante la integración.
2000	<ul style="list-style-type: none"> • Era de la globalización. El tercer movimiento de la cadena de desarrollo de la gestión de abastecimiento, se caracteriza por la atención prestada a los sistemas mundiales de relaciones con los proveedores y la expansión de las cadenas de suministro en las fronteras nacionales y en otros continentes. • Aunque el uso de fuentes mundiales en la cadena de suministro de las organizaciones se remonta varias décadas (por ejemplo, en la industria petrolera), no fue hasta finales de 1980 que un número considerable de organizaciones comenzaron a integrar las fuentes mundiales en su negocio principal. Esta época se caracteriza por la globalización de la administración de la cadena de suministro en las organizaciones con el objetivo de aumentar su ventaja competitiva y de valor añadido, y la reducción de costos a través de la externalización global. • Nace el concepto de sistema de gestión de almacenes (WMS. Warehouse Management Systems) los cuales tienen como principal objetivo mantener los valores de existencias de los artículos y sus posiciones en el almacén de forma correcta y toda la información de los movimientos de los artículos dentro de un almacén, se logra registrando todos los movimientos físicos del almacén para luego consultarlos en la base de datos. • El borrado de registros de la base de datos es uno de los principales errores al crear un sistema transaccional como este. • Para evitar errores es conveniente seguir una serie de prácticas: <ul style="list-style-type: none"> • Todo artículo tiene que estar identificado con un código • El código del artículo debe ser único y debe ser representando por una etiqueta con su respectivo código.

	<ul style="list-style-type: none"> • Toda posición de almacenamiento debe estar identificada con un código que debe ser representado por un código de lectura automática (código de barras , rfid) en el caso de manutención manual de la misma. No será necesario el código en los casos de posiciones de manutención automatizada. • Los operarios de los dispositivos móviles que utilicen para cualquier labor, debe evitar, en la medida de lo posible, el ingreso de información por parte del usuario, por lo que los movimientos dentro del almacén deberán efectuarse preferentemente mediante lectura de códigos de barras o similar (Tags RFID). • Al ser un producto que trata un ámbito muy especializado, normalmente es un sistema informático departamental que se enlaza con el resto de la <u>gestión empresarial</u> o <u>ERP</u>, ya que los módulos de gestión de almacenes de los ERPs estándar normalmente no cumplen todas las funcionalidades requeridas o carecen de las interfaces adecuadas bien sea para el manejo de elementos de identificación automática (<u>códigos de barras</u>, <u>tags de radiofrecuencia</u>, <u>visores pick to light</u>, <u>sistemas de picking por voz</u>, etc.) o de manutención automáticas (<u>miniloads</u>, <u>transelevadores</u>, <u>rotativos</u>, <u>torres de extracción</u>, <u>caminos de rodillos</u>, etc.). • Un WMS posee dos tipos básicos de mecanismos de <u>optimización</u>, uno dedicado a optimizar el espacio de almacenaje, mediante una adecuada gestión de ubicaciones y otro destinado a optimizar los movimientos o flujos de material, bien sean éstos realizados por máquinas o por personas. • Además, puede integrar mecanismos de <u>cross docking</u>, para tratar aquellos casos en los que el material pasa por el almacén tan sólo para el proceso de distribución, con lo que no se almacena, sino que simplemente se distribuye, trasladándose el material de los muelles de entrada del almacén a los de salida, asignando automáticamente el material recibido de los proveedores a los pedidos de los clientes. Es este movimiento de distribución de <u>muelle</u> de entrada a muelles de salida el que da el nombre de <i>cross-docking</i> a este tipo de operativa. • En algunos casos integra además elementos destinados a la gestión de la documentación de expedición, tal como etiquetado, <u>packing list</u>, integración automática de datos físicos de la expedición (<u>peso</u>, <u>volumen</u>), etc. <p>Algunas características de sistemas comerciales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestiona movimientos de materiales tanto de producto terminado como de primeras materias, material de envase y repuestos, órdenes de recepción y mercancías. • Optimización avanzada del espacio usado para el almacenaje de productos, con mecanismos tales como la gestión avanzada de ubicaciones caóticas de dimensión variable. <p>Por su flexibilidad se adapta a cualquier sector y dispone de un módulo para el control de números de serie, lotes y fechas de caducidad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestiona totalmente la trazabilidad de todo el proceso productivo y/o de distribución y las fechas de caducidad. Funciona tanto con <i>papel</i> como con las tecnologías de radiofrecuencia, pick/put to light, pick by voice, RFID, etc. • Gestión multi-almacén, multi-área y multi-empresa. • Planificación, gestión y ejecución de rutas en los flujos de la mercancía. • Administración avanzada y control de equipos y sistemas de transporte automatizados. • Gestión y ubicación automática de la mercancía guiada por flujos. • Gestión de ubicaciones multiartículo, multicontenedor, multiformato y monoformato., a través de sistema avanzado y optimizado de preparación de pedidos multi-método, picking inverso con gestión de restos.
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación y control de mercancía por múltiples códigos de barras 1D y 2D y por medio de RFID.
2010	<ul style="list-style-type: none"> • Se funda el SCM como concepto que nace con un gran bagaje de conocimientos y experiencia en el despliegue de WMS. Sus fundadores provenían del equipo de desarrollo profesional DATASUL WMS, que no se adhieren a las TOTVS incorporación. Por lo tanto, las actividades iniciales se basaron en la consultoría y proyectos de desarrollo con WMS a través de la automatización de recopilación de datos.
2011	<ul style="list-style-type: none"> • Con el fin de ofrecer productos de esta naturaleza a su base de consumidores, el concepto SCM solicitó a mediados de 2011 en Softville el apoyo necesario para acelerar su nuevo negocio. Productos y componentes a los diferentes WMS a formar parte de la cartera de la compañía.
2012	<ul style="list-style-type: none"> • A principios, la alianza con Microsoft se hizo oficial, y desde entonces ha estado desarrollando productos en las últimas y más sólidas herramientas disponibles en el mercado de software.
2013	<ul style="list-style-type: none"> • El concepto de SCM comenzó a centrarse en la participación en ferias y exposiciones para presentar al público sus productos y servicios. Entre ellos se encuentran: PROMAT (Chicago / EE.UU.), Bit (Porto Alegre / RS), CeMat (São Paulo / SP), Movimat (São Paulo / SP) y ExpoGestão (Joinville / SC). Estar presente y ser reconocido como un proveedor de soluciones de logística es una estrategia para el éxito. • El futuro es a través de la planificación, por lo que el concepto de SCM ha sido el diseño de su crecimiento mediante el cumplimiento de la consolidación de sus consumidores a través de la excelencia de sus productos y servicios. Siempre centrado en sus consumidores y añadir valor logístico en diversos sectores industriales.

Fuente: recopilación propia

Ajustando la estrategia

¿Qué tan bien es la *cadena de suministro* en su conjunto se acopla en el logro a naturaleza de los productos que suministra, las estrategias competitivas de las empresas que interactúan y la estrategia global de la cadena de suministro? La planeación también juega un papel clave en el éxito de las *cadena de suministro*.

Las decisiones relativas a ubicación de las instalaciones, programas de fabricación, el transporte rutas, los niveles de inventario y la ubicación son los fundamentos que impulsan las cadenas de suministro y conforman las dimensiones de la eficacia táctica para dar fin a la demanda, de forma precisa y oportuna.

Las tecnologías de información permiten a las cadenas de suministro lograr un mejor rendimiento proporcionando visibilidad del suministro de toda la cadena y el estado de sus miembros, independientemente de su posición *en la cadena*. El éxito de las **CPFR** (*Collaborative Forecasting, Planning, and Replenishment*) ilustran el valor de la Internet en la *cadena de suministro*.

Algunas de las herramientas más populares de acceso a la información a los **SCM**, son: el software **ERP** y aplicaciones *relacionadas con la planeación*, los **ASP** (*Application Service Provider*), los mercados en línea (*Online Markets*) y mecanismos de subasta (*Auction Mechanisms*, como **B2B**), el **CRM** y el **B2C**.

Una cadena de suministro puede visualizarse como una red que consiste en una etapa fuente, una de manufactura y finalmente otra de distribución. Las operaciones desarrolladas por el Supply Chain Council (<http://www.apics.org/sites/apics-supply-chain-council>), suponen que todos los procesos de cada una de las etapas son integrales en todos los negocios.

Cada etapa juega dos roles, uno primario (usualmente de transformación física o creación de servicio) que depende de la estrategia de la cadena de suministro y otra dual (mediador de mercado) como una función de productos servidos requeridos por la demanda (Fisher, 1997).

La relación más estratégica se encuentra en la etapa manufactura y en la creación de servicio debido a su posición entre fabricantes y consumidores. Dependiendo de la estructura de la cadena (en términos de productos y proceso empleados), ésta refleja diferentes niveles de poder, por ejemplo, desde el proveedor al fabricante y de este a distribución

La *cadena de suministro* intenta identificar la relación más conveniente de *costo efectivo o rentabilidad de poner en el mercado el producto correcto en el lugar correcto, en el tiempo correcto* (Chopra, 2020).

Se trata de lograr la meta de entregar la correcta cantidad de productos o servicios desde el punto de origen hasta el punto de consumo en la menor cantidad de tiempo y al menor costo.

Esto se vuelve complejo en las cadenas de suministro que involucran múltiples niveles de proveedores, fabricantes, distribuidores, detallistas y consumidores. Una bien administrada cadena de suministro beneficia a todos los miembros de la cadena, maximizando, el rendimiento y la rentabilidad por la coordinación efectiva de todos los recursos de la cadena.

Tradicionalmente, los fabricantes se enfocan en la operación de producción de sus negocios, ya que el objetivo es realizar productos a través de la manufactura tan eficiente como sea posible. Las grandes empresas no controlan más la cadena total de suministro. Los negocios que solían hacer todos sus procesos de manufactura internamente se han convertido en ensambladores de sus bienes terminados, comprando más del 70% de sus componentes a sus proveedores. Muchos componentes provienen de otros países, requiriendo que la cadena de suministro sea acoplada a un nivel de alcance internacional. Las tendencias hacia la globalización han introducido problemas de tipos de cambio y consideraciones de impuestos.

El paradigma de la *cadena de suministro* ha cambiado de la administración centrada en la manufactura a la de la administración centrada en el consumidor y ha sido extendida a cubrir muchos más eslabones participantes.

Principios a considerar de funcionamiento

El flujo de información a lo largo de la cadena se ha convertido en el factor dominante al implementar mejoras en la cadena de suministro. Estos cambios aunados al extraordinario crecimiento que ha hecho Internet el campo de la cadena de suministro han creado nuevas oportunidades de ventaja competitiva con nuevos desarrollos de software y las tecnologías de información y comunicaciones. Ver **Tabla 1.2**.

Tabla 1.2. Los 7 principios de las cadenas de suministro

Los 7 principios de la cadena de suministro
• Segmento de consumidores basados en necesidades de consumidores
• Determinación de fuentes estratégicas
• Desarrollo de una amplia cadena de suministro basada en estrategia de tecnología
• Adoptar medidas de desempeño de canal
• Personalización de la logística de red
• Atención a las necesidades del mercado y planeación
• Diferenciación del producto más cercano al consumidor

Fuente: Anderson, et al. (SF)

Al analizar los principios de las cadenas de suministro, se tiene:

- a. **Para segmentar a los consumidores** basados en sus necesidades, los datos describen sus preferencias de compra, calidad, preocupaciones de costos, ubicación y datos demográficos para analizarse a través de tecnología de minería de datos de sistemas de datos externos e internos.
- b. **Personalizar las redes de logística** es más efectiva que usar simulación de la cadena de suministro y la optimización de herramientas de software.
- c. **Las señales de demanda** de mercado son mejor capturadas y analizadas usando tecnologías de administración de la demanda
- d. **Para diferenciar el producto** mejor que el punto actual de consumo, el sistema de planeación de demanda debe saber en tiempo real qué es lo que el consumidor necesita y con tecnologías avanzadas de planeación y calendarización deberá extender la visibilidad de los componentes de producción para compartirlos con los proveedores de la compañía así que se asegure su entrega.
- e. **Al ubicar las fuentes de manera estratégica**, la planeación de insumos y los sistemas de ejecución que rastrean y rankean el desempeño del agente de ventas en términos de costo, calidad, y la entrega en tiempo en sitio. El software de simulación de la cadena de suministro puede ser también usado para la toma de decisiones sobre locaciones geográficas de proveedores de insumos de materiales.

- f. **La estrategia de tecnología para la cadena de suministro es dependiente de las decisiones** de infraestructura de tecnología. Estas decisiones deben ser hechas a la luz de la cadena de suministro completa.
- g. **Las mediciones sobre el desempeño** del canal pueden ser exitosamente implementadas y monitoreadas solamente si la tecnología está en sitio para permitir un monitoreo y control oportuno.

Características de las cadenas de suministro

La *cadena de suministro* al igual que todas las actividades de la organización acepta la existencia de filosofías innovadoras y las incorpora a su quehacer, por lo que es fácil encontrar términos fortalecidos por las mismas como lo es *Lean Supply Chain Management* o *Lean Six Sigma Logistics*, guardando ciertas características, como:

- a. **Es dinámica e implica un flujo constante de información**, productos y fondos entre las diferentes etapas.
- b. **El consumidor es parte primordial de las cadenas de suministro.** El propósito fundamental de las cadenas de suministro es satisfacer las necesidades del consumidor.
- c. **Una cadena de suministro típica puede abarcar varias etapas** que incluyen: consumidores, detallistas, mayoristas/distribuidores, fabricantes, proveedores de componentes y materias primas.
- d. **Cada etapa de la cadena de suministro se conecta a través del flujo de productos**, información y fondos.
- e. **No es necesario que cada una de las etapas esté presente en la cadena de suministro.** El diseño apropiado de la cadena de suministro depende de las necesidades del consumidor como de las funciones que desempeñan las etapas que abarca.

f. La administración de la *cadena de suministro* debe tratar los siguientes problemas:

- **Configuración de una red de distribución:** número y localización de proveedores, instalaciones de producción, centros de distribución, almacenes y consumidores.
- **Estrategia de la distribución:** centralizado contra descentralizado, envío directo, muelle cruzado, tire o empuje de las estrategias, logística de terceros.
- **Información:** integra los sistemas y los procesos a través de la cadena de suministros para compartir la información valiosa, incluyendo señales de demanda, pronósticos, inventario y transporte.
- **Gerencia de inventario:** cantidad y localización del inventario incluyendo las materias primas, productos en proceso y mercancías acabadas, que abarcan la cantidad, la localización y la calidad del inventario.
- **Estrategia del transporte** que compete a la frecuencia, las rutas y la contratación.
- **Benchmarking** de todas las operaciones contra competidores y la implementación de mejores prácticas a través de la empresa
- **Contratos de sourcing** y otras decisiones de compra.
- **Decisiones de la producción**, que incluyen la contratación, la localización y la definición del proceso de planificación.

Procesos de las cadenas de suministro

Es importante considerar que la cadena de suministro, es un integrador de procesos y funciones de la organización. Ver **Tabla 1.3**.

Tabla 1.3. Procesos macro en el interior de una empresa u organización manufacturera o de servicios y sus sub-procesos

Administración de las Relaciones con Proveedores (SRM. Supplier Relationship Management)
<ul style="list-style-type: none"> • Selección y evaluación de proveedores • Negociación de contratos • Compras • Colaboración en el diseño • Colaboración en el suministro
Administración de la Cadena de Suministro Interna (ISCM. Internal Supply Chain Management)
<ul style="list-style-type: none"> • Planificación estratégica • Planificación de la demanda • Planificación del abasto • Cumplimiento en el procesamiento de órdenes • Cumplimiento en el servicio
Administración de las Relaciones con Consumidores (CRM. Customer Relationship Management)
<ul style="list-style-type: none"> • Mercadotecnia • Fijación de precios • Ventas • Atención al consumidor • Administración de órdenes

Fuente: Chopra (2020)

Aunque existe consenso acerca de las funciones que deben o no reportar jerárquicamente a una misma Gerencia / Dirección (por ejemplo, de manufactura), sí existe consenso en el sentido de que deben operar coordinadamente para que la *cadena de suministro* interna (o la Logística interna) sea eficiente y efectiva, como se muestra en la **Tabla 1.4**

Tabla 1.4. Funciones que componen la cadena de suministro interna a una empresa de manufactura.

Funciones que componen la cadena de suministros
<ul style="list-style-type: none"> • Administración del Portafolio de Productos y Servicios (PPS), que es la oferta que la compañía hace al mercado. Toda la <i>cadena de suministro</i> se diseña y ejecuta para soportar esta oferta. • Servicio a Consumidores (SAC), que es responsable de conectar la necesidad del consumidor

con la operación interna de la compañía. Los sistemas transaccionales permiten que la organización visualice los compromisos derivados de las órdenes procesadas, pero en términos simples, si existe inventario para satisfacer la demanda del consumidor
• instrucciones directamente a Distribución ; si hay que producir, envía a Control de Producción.
• Control de Producción (CP) , que, derivado de las políticas particulares de servicio que tenga la compañía y de la Administración de la Demanda, se encarga de programar la producción interna y, como consecuencia, dispara la actividad de Abastecimiento de insumos.
• Abastecimiento (Aba) , que se encarga de proveer los insumos necesarios para satisfacer las necesidades de Producción (Materia prima y Materiales) cuidando los tiempos de entrega de los proveedores y los niveles de inventario de insumos..
• Distribución (Dis) , que se encarga de custodiar insumos y producto terminado (en algunas organizaciones solo producto terminado), hacerlo llegar a los Consumidores y/o a su red de distribución, que puede incluir otros almacenes ó Centros de Distribución (CD) ó no.

Fuente: Chopra (2020)

Cabe destacar, que la sincronización es muy importante en estas cadenas para que no se produzca desperdicio, medido como inventario, tiempo o fallo de servicio al consumidor.⁸ Ayuda contar con una buena predicción de la demanda para no provocar sobrantes ni faltantes de productos terminados.

Un fallo en esta predicción provocará un denominado *efecto látigo* (también llamado *bullwhip effect*). Por ello, se dice que el impacto de una acción en una *cadena de suministro* es directamente proporcional a su demora en la propagación de la comunicación (Hau et al., 2004).

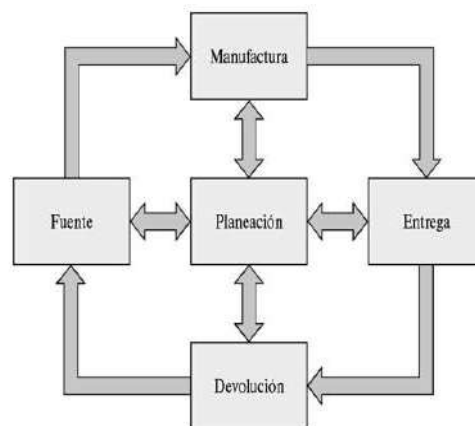
Como se ha podido apreciar, una *cadena de suministro* se refiere a procesos que desplazan información y material con destino y origen en los procesos de manufactura y servicio de la empresa. Entre estos se encuentran los procesos de logística que mueven físicamente los productos: y los de almacenamiento que colocan los productos para su rápida entrega al cliente. La *cadena de suministro*, en este contexto, se refiere a proporcionar artículos y servicios a plantas y almacenes en el extremo de entrada, y también proporcionar artículos y servicios al cliente en el extremo de salida de la *cadena de suministro*.

Una *cadena de suministro* se compone de todas las partes involucradas, directa o indirectamente, para satisfacer la petición de un cliente e incluye no sólo al fabricante y los proveedores, sino también a almacenistas, vendedores

detallistas o de menudeo, los transportistas, e incluso a los clientes mismos. La *cadena de suministro* apoya a la *administración de operaciones* en los procesos de manufactura y procesos de servicio mediante los cuales los recursos de una empresa se transforman en los productos deseados por los clientes. Por ejemplo, un proceso de manufactura genera productos físicos, como una laptop o una camioneta tipo SUV; un proceso de servicio produce un intangible, como la consultoría de clientes que requieren conocimiento especializado como asistencia a servicios bancarios online, que repentinamente se han ralentizado o un hospital que atiende a víctimas de accidentes en su sala de urgencias.

La planificación de estos procesos implica analizar capacidad, trabajo y necesidades materiales a lo largo del tiempo. Para gestionar estos procesos se necesita asegurar la calidad y hacer mejoras continuas. Las empresas están posicionadas en diferentes lugares en la *cadena de suministro*. Dentro del contexto de su posición, todas requieren planificación, abastecimiento, manufactura, entregas y procesos de devolución. Ver **Figura 1.4**.

Figura 1.4. Cadena de suministros y sus procesos



Fuente: Jacobs y Chase (2019)

Siendo su descripción, la mostrada en la **Tabla 1.5**.

Tabla 1.5. Descripción de procesos de una cadena de suministro

Proceso	Descripción
Planeación	Consta de los procesos necesarios para operar estratégicamente una <i>cadena de suministro</i> ya existente. Aquí, una compañía debe determinar en qué forma satisfacer anticipadamente la demanda con los recursos disponibles. Un aspecto importante de la planeación es crear un conjunto de medidas para vigilar la <i>cadena de suministro</i> de modo que sea eficiente y entregue alta calidad y valor a los clientes.
Fuente	Comprende la selección de proveedores que entregarán los artículos y servicios a la compañía para crear el producto. Son necesarios un conjunto de procesos para determinar precios, entrega y pagos junto con medidas para vigilar la mejora de relaciones entre los socios de la empresa. Estos conceptos incluyen la recepción de envíos, verificarlos, transferirlos a instalaciones de manufactura y autorizar pagos a proveedores.
Manufactura	Es donde se fabrica el producto o se proporciona el servicio principal. Aquí se requiere programar procesos para trabajadores y coordinar material y otros recursos de importancia crítica, como el equipo de apoyo a la producción o para brindar el servicio. Se siguen actividades que miden la rapidez, calidad y productividad del trabajador para vigilar estos procesos.
Entrega	También se conoce como procesos de logística. Se seleccionan transportistas para mover productos a almacenes y clientes, coordinar y programar el movimiento de artículos e información a través de la red de suministro, formar y operar una red de almacenes, y operar los sistemas de información que manejen la recepción de pedidos de clientes además de los sistemas de facturación que recolectan pagos de clientes
Devolución	Comprende procesos para recibir productos desgastados, defectuosos y excedentes que envíen los clientes, así como dar apoyo a los clientes que tengan problemas con productos entregados. En el caso de servicios, esto puede comprender todo tipo de actividades de seguimiento que se requieran para apoyo después de ventas.

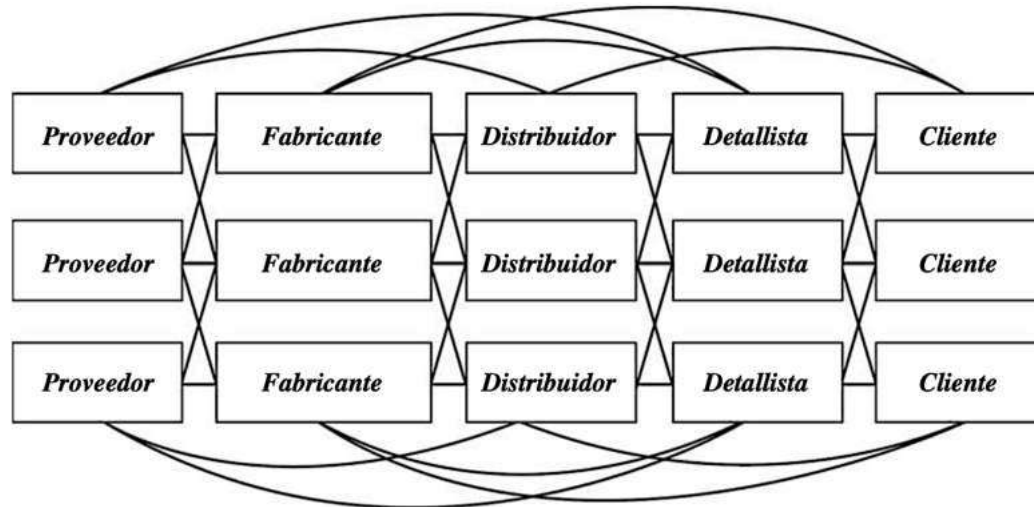
Fuente: Jacobs y Chase (2019) con adaptación propia

Etapas de la cadena de suministro

Una *cadena de suministro* puede incluir varias etapas, como las siguientes (ver **Figura 1.5**):

- Clientes
- Detallistas
- Mayoristas y distribuidores
- Fabricantes
- Proveedores de componentes y materias primas

Figura 1.5. Etapas de una cadena de suministro



Fuente: Chopra (2020)

Aunque no es necesario que aparezcan todos los involucrados, el diseño apropiado de la *cadena de suministro* depende tanto de las necesidades del cliente como de las funciones realizadas por las etapas implicadas.

El objetivo de toda *cadena de suministro* debe ser maximizar el valor total generado. El valor (también conocido como superávit de la *cadena de suministro*) que genera una *cadena de suministro* es la diferencia entre lo que el cliente paga por el producto final y los costos en que incurre la cadena para cumplir con el pedido (Chopra, 2020), o sea:

$$\text{Superávit de la cadena de suministro} = \text{Valor para el cliente} - \text{Costo para la cadena de suministro}$$

Por lo tanto, lo importante es analizar todas las decisiones relacionadas con la *cadena de suministro* en función del impacto que tienen en el superávit de la cadena.

La logística: primer antecedente de las cadenas de suministro

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 (**NCPDM**), fundado en 1963 en los Estados Unidos, cambia de nombre a Council of Logistic Management (**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. 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. De acuerdo al **CLM** logística es: “...*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 cuanto a *distribución física*, se tiene el término adoptado por Gutiérrez y Prida (2000):

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...

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, basada en el *nivel de 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*. Así, definimos:

1. 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.

2. 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.

La planeación 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. Ver **Tabla 1.6**.

Tabla 1.6. Principios de la planeación logística

Principio	Descripción
Del costo total	Se le conoce también como: balance de costos opuestos, logística integral, logística total, entre otros. 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.
Determinación del lote económico de compra (EOQ . <i>Economic Order Quantity</i>)	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

	<p>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 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.</p>
<p>Estandarización y postergación</p>	<p>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.</p> <p>La <i>estandarización</i> 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.</p> <p>La <i>postergación</i> 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.</p> <p>Existen aplicaciones simultáneas de <i>estandarización</i> y <i>postergación</i> por ejemplo en la industria de las telecomunicaciones a partir de los smartphones en diferentes modelos y colores. Por ejemplo, un fabricante decidió dejar de ensamblar totalmente cada smartphone 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%</p>
<p>Consolidación</p>	<p>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. 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.</p>

Ley de Pareto	<p>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. 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.</p>
---------------	--

Fuente: Carreño-Solis (2017), con adaptación propia

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. Ver **Tabla 1.7**

Tabla 1.7. Relaciones de la logística con las áreas internas de la empresa

Tipo de relación	Descripción
Logística-Comercial	<p>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 <i>urgentes</i> 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.</p>

Logística-Finanzas	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>El trabajo de ambas áreas estará basado en la coordinación para que ambas áreas cumplan sus objetivos de manera simultánea.</p>
--------------------	---

Fuente: Carreño-Solis (2017), con adaptación propia

Conocimientos básicos a considerar en el manejo de cadenas 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. 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. 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, **ASN3**

(**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. Por ejemplo, existen cadenas de suministro como las de ciertos fabricantes de computadoras personales, 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.

Es también importante considerar, que el profesional dedicado al manejo de cadenas de suministro, deberá al menos, los conocimientos básicos señalados en la **Tabla 1.8**.

Tabla 1.8. Conocimientos básicos del personal que maneja cadena de suministros.

Conocimientos	Descripción aproximada	Desarrollo en el tiempo
Estrategia de producción	Enfatiza cómo las capacidades de una fábrica podrían ser utilizadas estratégicamente para obtener ventaja sobre un empresa competidora	Finales 1970
Justo a tiempo (JIT)	Un conjunto integrado de actividades diseñadas para lograr un gran volumen producción, utilizando inventarios mínimos de partes que llegar exactamentecuando se necesitan.	Inicios 1980
Control de calidad total (TQC)	Búsqueda agresiva para eliminar las causas de los defectos de producción.	Mediados 1980
Producción esbelta	Para alcanzar un nivel alto de servicio al cliente con mínimo niveles de inversión de inventario.	Principios 1990
Administración de la calidad total (TQM)	Gestión de la organización completa por lo que sobresale en todos los aspectos de los productos y servicios importantes para el cliente.	Principios 1990
Reingeniería de procesos empresariales	Un enfoque para mejorar procesos de negocios que busca hacer cambios revolucionarios en lugar de cambios evolutivos (pequeños).	Mediados 1990
Calidad Six Sigma	Un término estadístico para describir el objetivo de calidad de no más de 3.4 defectos por cada millón de unidades. También se refiere a una filosofía y programa de mejora de la calidad.	Mediados 1990
Producción personalizada en masa o cadena de suministro	La capacidad de producir un producto único ajustado a los requisitos de un cliente en particular.	Fines 1990
Comercio electrónico	El uso de Internet como un elemento esencial de actividades de negocios.	Principios 2000
Análisis de negocio	El uso de los datos de negocio actual para resolver los problemas de negocios mediante el análisis matemático.	Mediados 2010
Sostenibilidad	La capacidad de cumplir con la corriente recursos necesarios sin comprometer lacapacidad de futuras generaciones para cumplir sus necesidades.	Fines 2010

Fuente: Jacobs y Chase (2019), con adaptación propia

Las cadenas de suministro enfrentan desafíos permanentes, siendo principalmente, los que corresponden a : **1.** Considerar las relaciones entre organizaciones separadas con apoyo recíproco tales como el outsourcing o la creación de empresas filiales; **2.** La optimización de las redes globales de proveedores, producción y distribución; **3.** Administrar los puntos de contacto con los clientes; **4.** Concientizar a la alta gerencia de que la administración de *la cadena de suministro* es un herramienta competitiva muy importante. Estos retos, deberán enfatizar que todo el proceso deba guardar, de forma permanente una alta **efectividad**, en función de:

- a. **Eficiencia.** Se entiende como una proporción de la producción real de un proceso relativo a un estándar. Ser eficiente implica hacer algo con el menor costo posible.
- b. **Eficacia.** Hacer las cosas que crearán el mayor valor al cliente.
- c. **Valor.** El atractivo de un producto en relación con su precio.

Problemas por superar

Una nueva teoría sugiere que el problema de la gerencia de la cadena de suministro se ha centrado en el proveedor en lugar de centrarse en el consumidor.

Usando la analogía de una autopista sin peaje, el teórico Carlos Daganzo (2011), del Instituto de Estudios del Transporte en Berkeley encontró que las faltas en la *cadena de suministro* tienden a ser causadas por los embotellamientos en el extremo del consumidor de la misma, que causó los efectos en toda la cadena hasta el proveedor, como lo indica el efecto de látigo (*Bullwhip*).

Gracias a que la demanda del consumidor es raramente estable, los negocios deben prever la demanda para posicionar apropiadamente el inventario y otros recursos. Las previsiones están basadas en estadísticas, y son raramente cuidadosas. Debido a que hay espacio a errores de previsión, las compañías a menudo llevan un inventario de almacenamiento (*buffer*) llamado *stock de*

seguridad.

Moviéndonos hacia arriba en la *cadena de suministro* de consumidor a proveedor, cada participante tiene una gran variación observada en demanda y así una necesidad más grande para generar el stock *de seguridad*.

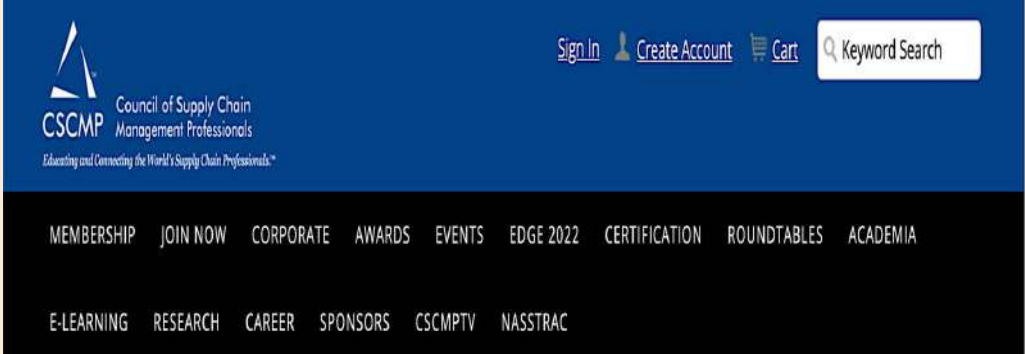

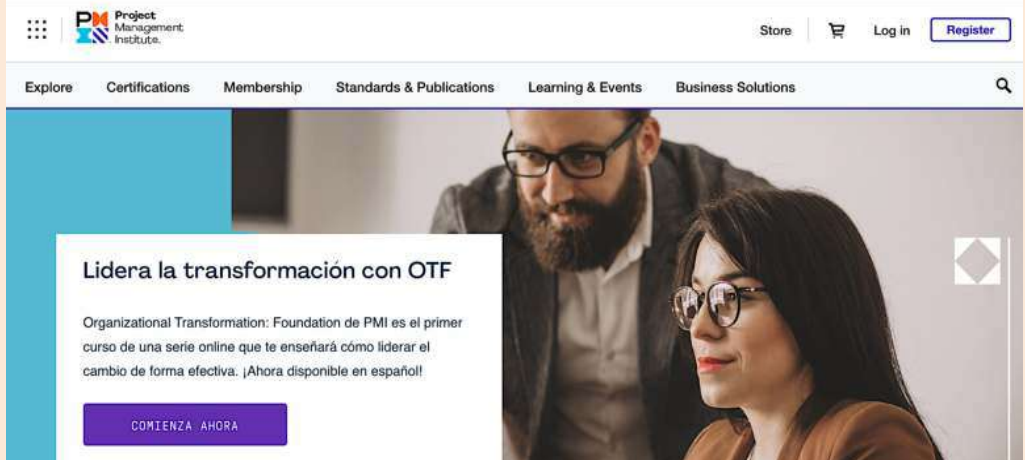
En periodos de aumento de la demanda, los consumidores toman del stock sin afectar su abastecimiento. En periodos de descenso de la demanda el stock es fácilmente reubicable para no perder la oportunidad de suministro. El efecto consiste en que las variaciones están amplificadas cuando hay un movimiento cuesta arriba en la *cadena de suministro* (más allá del consumidor). Esta secuencia de acontecimientos es bien simulada por el juego de distribución de la cerveza que estuvo desarrollado por MIT Sloan Escuela de Administración en los 1960s.

La estrategia de inventario denominada justo a tiempo (**JIT**. *Just In Time*) es un ejemplo de una estrategia que trata este problema de la gerencia de la cadena desde la fuente, pero no es, por supuesto, aplicable en todos los niveles de la demanda. Así que existe una gran oportunidad para seguir perfeccionando las modalidades que el SCM generará en el futuro ya que se tienen intentos por habilitar software de predicción de condiciones tanto políticas, económicas, sociales e incluso climáticas que afectan directamente a la *cadena de suministro*.

Agrupaciones profesionales de cadenas de suministro

Existen agrupaciones de profesionales de *cadena de suministro*, de las que se sugiere ser miembro, a fin de actualizar sus conocimientos en la materia. Ver **Tabla 1.9**

Tabla 1.9. Asociaciones de profesionales de cadena de suministro

Asociación	Link
<p>Council of Supply Chain Management Professionals</p> 	<p>https://cscmp.org/</p>
<p>Institute for Supply Management</p> 	<p>http://www.ism.ws/</p>
<p>Project Management Institute</p> 	<p>https://www.pmi.org/</p>

Fuente: recopilación y adaptación propia

Evaluación de las cadenas de suministro y logística

Las grandes empresas tienden a ser consideradas en función a términos de la administración de la *cadena de suministro* resultando muy importante a los inversionistas el costo relativo de ofrecer un bien o servicio a fin de que las ganancias crezcan. Como se sabe, el crecimiento de las ganancias está en función de la rentabilidad de la empresa, y de la utilidad las cuales se incrementan si se registran más ventas y/o se reducen costos. Una empresa altamente eficiente, suele destacar en momentos críticos como la demanda baja en periodos de recesión (como en este caso, la pandemia COVID-19) conservando sus utilidades debido a su estructura de costos bajos.

Empresas como Amazon, incluso llegan a observar que dichos momentos de recesión es una oportunidad para ganar participación de mercado mientras que las competidoras menos eficientes se esfuerzan por permanecer en operación.

Existen relaciones clave entre los costos relacionados con funciones de la administración de la *cadena de suministro* y beneficios está en el impacto directo de la reducción de costos en una de estas funciones en el margen de beneficio de la empresa. Normalmente, se observan en los estados de situación financiera el retorno de la inversión (**ROI**) para la compañía previo a una reducción en el costo de las materias primas vs. el estado de situación financiera con los mismos datos, pero, por ejemplo, con una reducción de un **X%** en el costo de las materias primas. La reflexión a considerar es que el costo de las materias primas afecta los valores a lo largo de la *cadena de suministro*, incluyendo el costo de los bienes vendidos, valor de inventario, y el valor total de los activos; por lo tanto, la reducción de los costos de las materias primas en un **X%** puede conducir a **Y%**

de aumento de los márgenes de beneficio y un aumento de **Z%** en el rendimiento de la inversión de la empresa.

Por lo tanto, existe casi un **(Z%/X%):1** de apalancamiento en cada dólar ahorrado reduciendo los costos de la materia prima. Este es un conjunto común de indicadores financieros con que los inversionistas toman de referencia a las empresas que denominan relaciones de eficiencia de gestión. Esta es una excelente práctica de *benchmarking* que permite lograr bases de comparación entre empresas y verificar las mejores *prácticas de la industria*. Algunos índices básicos de contabilidad que suelen llevarse a práctica para realizar dichos comparativos, se muestran en la **Tabla 1.10**.

Tabla 1.10. Índices de contabilidad base de comparativos entre empresas de cadena de suministro y logística

Rotación de cuentas por cobrar= Ventas anuales a crédito/Promedio de cuentas por cobrar
<p>Un tercio de la razón de eficiencia mide el número de veces que las cuentas por cobrar se recogen, en promedio, durante el año fiscal. Este índice mide la eficiencia de una compañía en la recopilación de sus ventas a crédito. Las cuentas por cobrar representan los préstamos libres de interés indirecto que la empresa está ofreciendo a sus clientes.</p> <p>Una razón mayor de cuentas por cobrar implica que la compañía opera sobre una base de efectivo o que su extensión del crédito y los métodos de recopilación son eficientes. Además, una razón alta refleja un breve lapso de tiempo entre las ventas y la recaudación de dinero en efectivo.</p> <p>Una razón baja significa que la recopilación lleva más tiempo. Cuanto menor sea la razón, las cuentas por cobrar más largas ya están siendo retenidas y mayor es el riesgo de no ser cobradas.</p> <p>Una razón baja, indicará que la empresa necesita mejorar sus políticas de crédito y procedimientos de cobranza. Si la razón aumenta, cualesquiera esfuerzos de cobranza están mejorando, las ventas están aumentando o las cuentas por cobrar se están reduciendo. Desde una perspectiva de AOCSL, la empresa puede ser capaz de afectar esta razón por cosas como la velocidad de entrega de los productos, la precisión en cumplimentar pedidos y la cantidad de inspecciones que el cliente necesita pasar. Factores como la calidad saliente del producto y cómo se toman los pedidos del cliente, junto con otras actividades de procesamiento de pedidos, pueden tener un gran impacto en la razón de rotación de cuentas por cobrar. Los catálogos de internet al ser la principal interfaz entre el cliente y la empresa, confirman y refuerzan este hecho.</p>
Rotación de inventario= Costo de materiales vendidos/ Valor promedio de inventario
<p>Este índice mide el número promedio de veces que el inventario se vende y es reemplazado durante el año fiscal. Este índice mide la eficiencia de la empresa en convertir su inventario en ventas. Su finalidad es medir la liquidez o la velocidad de uso del inventario. Esta razón generalmente se compara con la media del sector.</p>

Cuando la **razón es baja** es una señal de ineficiencia, porque el inventario inmoviliza capital que podría ser utilizado para otros fines. Podría entrañar ventas pobres o exceso de inventario en relación a las ventas y puede indicar una escasa liquidez, el posible exceso de existencias y obsolescencia, pero también puede reflejar una acumulación de existencias previstas en el caso de escasez de materiales o en previsión de un rápido aumento de los precios.

Cuando la **razón es alta** puede implicar tanto fuertes ventas como ineficaces (la empresa podría estar comprando demasiado a menudo y en pequeñas cantidades, haciendo subir el precio de compra) y puede indicar una mayor liquidez, pero también puede indicar la escasez o insuficiencia de los niveles de inventario, lo que puede conducir a una pérdida de negocio. Generalmente, cuando la **razón es alta** y se compara con los competidores, es buena. Esta proporción es controlada en gran medida por las operaciones y los procesos de la *cadena de suministro*. Factores tales como tiempos de orden, prácticas de compras, el número de artículos en stock, la producción y las cantidades de los pedidos tienen un impacto directo en la razón.

Rotación de activos = Utilidad (o ventas) / Activos totales

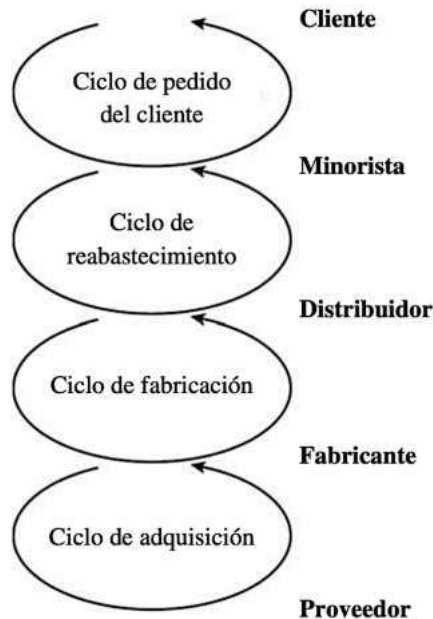
Este índice mide, la eficiencia de la empresa en el uso de sus activos en la generación de ingresos por ventas, cuanto mayor sea el número, mejor. Sobre la estrategia de fijación de precios indica que las empresas con bajos márgenes de ganancias tienden a tener una **alta razón**, mientras que aquellos con altos márgenes de beneficio tienen una **baja razón**. Esta razón varía considerablemente según la industria, por lo que las comparaciones entre empresas no relacionadas no son útiles. En gran medida, este índice es similar a la rotación de cuentas por cobrar y a la razón de rotación de inventario, ya que las tres se refieren a la inversión en activos. Este índice es más general e incluye las plantas, almacenes, equipo y otros bienes de propiedad de la empresa. Puesto que muchas de estas instalaciones son necesarias para apoyar las operaciones y actividades de la *cadena de suministro* y logística, la razón puede estar significativamente afectada por las inversiones en tecnología y subcontratación, como caso de ejemplo.

Fuente: recopilación y adaptación propia

Cadena de suministro y sus ciclos clave

Básicamente, esta obra se concentra en: *inventarios, almacenes y medios de transporte*, los cuales se combinan con las etapas mencionadas en la **Figura 1.4** así como en los procesos en una *cadena de suministro* basada en los ciclos, las cuales llegan a traslaparse y no tener una clara definición de su inicio y término, tales como: *ciclo del pedido del cliente, ciclo de reabastecimiento, ciclo de fabricación, ciclo de adquisición*. Ver **Figura 1.6**.

Figura 1.6. Ciclos del proceso de la cadena de suministro



Fuente: Chopra (2020), con adaptación propia

Una visualización de ciclo de la *cadena de suministro* define con claridad los procesos implicados y los propietarios de cada proceso. Esta visualización es útil cuando se consideran decisiones de operaciones, porque especifica las funciones y responsabilidades de cada miembro de la *cadena de suministro* y el resultado deseado de cada proceso.

Cadenas de suministro y sus complementos en una empresa

Actualmente, el software de apoyo empresarial permite visualizar una integración de procesos previos basados en los negocios electrónicos (Mejía-Trejo, 2019), tales como son:

1. **CRM** (*Customer Relationship Management*. Administración de las relaciones con los consumidores), el cual es un modelo de gestión de toda la organización, basada en la satisfacción del consumidor (u orientación al mercado). El concepto más cercano es la mercadotecnia relacional que tiene mucha relación con otros conceptos como: *clienting*, mercadotecnia 1x1, mercadotecnia directa de base de datos, etc.. Incluye: mercado, precio, venta, centro de llamadas, administración de pedidos, quejas, levantamiento de pedidos, facturación, etc.
2. **ERP** (*Enterprise Resource Planning*. Planeación de los recursos de la empresa), el cual representa el modelo de gestión de toda la organización, basada en la administración y planeación de los recursos externos e internos de la misma (*front-office/back-office*). Incluye: planeación estratégica, planeación de la demanda y suministros, etc.
3. **SRM**. (*Supplier Resources Management*. Administración de los recursos con el proveedor), el cual representa el modelo de gestión de toda la organización respecto al proveedor. Incluye: contactos, negociación de insumos, compra, colaboración de transporte, diseño, etc.

Las cadenas de suministro del futuro

Siguiendo a Calatayud y Katz (2019), la aplicación de la tecnología de la Cuarta Revolución Industrial a todos los aspectos de la *cadena de suministro* puede denominarse *Cadena de suministro 4.0*. Dichas cadenas destacan por su alto grado de interconexión entre el mundo físico y el digital, los sensores **IoT** (*Internet of Things*) recopilan y transmiten información en tiempo real a lo largo de la cadena, el análisis de *Big Data*, la inteligencia artificial y el Cloud Computing (computación en la nube) pueden tomar decisiones simultáneamente sobre varios procesos para optimizar el desempeño global de los procesos de la *cadena de*

suministro en tiempo real. A su vez, la implementación de decisiones es facilitada por la automatización y robotización sin intervención humana.

Lo anterior, genera la expectativa de importantes ganancias en agilidad, control, tiempo y costo a hacer convergentes varias de las tecnologías como lo son la **IoT**, la inteligencia artificial (**AI**), la automatización y computación en la nube entre otras, aplicadas en la *cadena de suministro*, con beneficios sin precedentes. De hecho, con más de 50 mil millones de sensores **IoT** en funcionamiento para 2020, la *conectividad* entre empresas, la capacidad de compartir información en tiempo real, crecerá exponencialmente (Calatayud, 2017). Por ejemplo:

- Los sensores montados en camiones de distribución, pueden proporcionar a los administradores de flotas y a sus clientes información sobre el consumo de combustible, la velocidad, la ubicación y las fallas potenciales que requieren un mantenimiento preventivo del vehículo.
- Los sensores instalados en cualquier empaque de producto a ser distribuido, pueden transmitir información sobre su temperatura, hora y ubicación, lo que facilita la gestión de la calidad y el inventario en toda la *cadena de suministro*.
- Los montacargas *conectados en red* pueden generar datos de inventario y transmitirlos en tiempo real a los administradores de almacenes y sus usuarios para garantizar una gestión óptima de materiales y productos durante el transporte.

Ninguno de los elementos mencionados -camiones, empaques, montacargas- han sido asociado tradicionalmente a los sistemas de información (DHL, 2015a), por lo que ahora estos elementos han comenzado a generar y transmitir enormes cantidades de datos, para monitorear el desempeño de las cadenas de suministro con información más precisa, reaccionar en tiempo real ante cualquier cambio o desviación del plan y minimizar el riesgo de interrupción Ver **Tabla 1.11**.

Tabla 1.11. El futuro de las cadenas de suministro

IoT (Internet of Things)
<p>Se estima que IoT generará un impulso de 1.9 mil millones de USD para las cadenas de suministro y operaciones logísticas a nivel mundial (DHL, 2015b), ya que las empresas que invierten en IoT han reducido sus inventarios hasta en un 30%, aumentando el cumplimiento de órdenes en un 7% e incrementando sus ingresos hasta en un 15% (DHL, 2015a). Se espera también que, hacia 2025, la implementación de IoT a gran escala en la gestión de operaciones de <i>cadena de suministro</i> genere ahorros cercanos a los 7 mil millones de USD a nivel mundial (McKinsey, 2015).</p> <p>Han surgido varias plataformas digitales para analizar y compartir los grandes datos generados por los sensores IoT a lo largo de la <i>cadena de suministro</i> incluso denominada IIoT (<i>Industrial Internet of Things</i>) (McKinsey, 2021). De esta forma tenemos a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Predix de General Electric ubicada en la nube, que optimiza los procesos industriales utilizando aplicaciones de <i>big data</i> e inteligencia artificial que interconecta los dispositivos industriales con el IoT y la transferencia de los datos generados por ellos. • Microsoft Azure e IBM Watson, que generalmente se enfocan en diferentes procesos en la <i>cadena de suministro</i> en lugar del proceso de fabricación. • Tendencia a digitalizar procesos como el <i>freight forwarding</i>, así como la gestión aduanera. Un caso notable en los últimos años es el de <i>Uber Freight</i> que entró en el mercado en 2017, creció casi un 450% en 2018 y constituye la aplicación más popular en este segmento tecnológico, con una cuota de mercado de aproximadamente 30% (The Economist 2019). La plataforma <i>One Touch</i> de Alibaba, por ejemplo, permite a sus clientes externalizar de esta forma toda la gestión de importación y exportación, incluso reservando espacio para contenedores de las navieras Maersk y CMA CGM. Otras plataformas, tienen como propósito, es facilitar la celebración de contratos de servicios de logística, proporcionando a los usuarios información sobre los precios y servicios ofrecidos por diferentes operadores, facilitando así su comparación y aumentando la transparencia y la competencia en la industria
Inteligencia Artificial (AI, Artificial Intelligence)
<p>Esta es una de las tecnologías que ofrece mayor capacidad de transformación de los procesos formar una <i>cadena de suministro</i>. Al implementar algoritmos que se aplican para extraer grandes cantidades de datos de múltiples fuentes relacionadas con las actividades de todos los agentes de la cadena, será posible alcanzar un nuevo umbral en términos de niveles de servicio, con un amplio marco estratégico de transformación de la <i>cadena de suministro</i> en la que se mejorarán significativamente los procesos clave como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La previsión de la demanda • La gestión de cumplimiento de pedidos (<i>order fulfillment</i>) • La gestión logística en almacenes y depósitos, plantas y puertos integrados e inteligentes • La distribución y gestión logística, etc. <p>En los últimos años, el concepto de minería de procesos (<i>Process Mining</i>) se ha convertido en uno de los mecanismos de aplicación de la AI para mejorar y gestionar los procesos de la <i>cadena de suministro</i>. Este tipo de solución le permite identificar desviaciones de los procesos estándar, predecir resultados no deseados y determinar el mejor curso de acción basado en el uso de <i>big data</i> y la aplicación de AI combinadas. El uso de este método ha permitido alcanzar umbrales de productividad antes inimaginables. La aplicación de algoritmos de AI a los miles de millones de datos generados por los sensores de IoT y los grandes datos recopilados por otros sistemas mejorará radicalmente la previsión de la demanda. De hecho, reducir los errores de pronóstico es uno de los temas más importantes en la gestión de la</p>

cadena de suministro, ya que de ello depende la eficiencia de casi todos los demás procesos, incluida la sostenibilidad financiera de las empresas involucradas en la *cadena de suministro*. Este es el caso del fenómeno *bullwhip effect*, el cual representa uno de los riesgos más importantes y costos en la gestión de la *cadena de suministro*. Ocurre cuando la información de la demanda del consumidor pasa distorsionada a medida que se transfiere del minorista a los actores que se encuentran más arriba en la cadena. Esta distorsión puede conducir a decisiones de inventario, producción y distribución muy costosas (por ejemplo, producir más que la demanda real). No es extraño que las grandes empresas involucradas, en un 80% confirmen que la falta de información confiable y oportuna sea una de sus mayores preocupaciones (Calatayud, 2017). Así que el uso de la **IoT**, *big data* y la **AI** permiten abatir este problema. Empresas multinacionales entrevistadas afirmaron haber reducido el inventario en un 75 %, los costos de inventario entre un 15 % y un 30 % y los costos administrativos en un 80 % (McKinsey, 2018).

La **AI** tiene la capacidad de actuar en múltiples necesidades dentro de la *cadena de suministro* tales como la predicción del mantenimiento de los equipos, que evitan interrupciones debido a fallas súbitas planificando mejor los procesos de distribución, almacenaje y transporte. Existen algoritmos de **AI** que replican modelos de la naturaleza como los *algoritmos genéticos* y las redes neuronales, con mayor poder de explicación y predicción aplicadas por ejemplo a *problemas únicos* como el enrutamiento de vehículos, localización de inventario, selección de proveedores, etc. Así como *problemas múltiples* que ocurren de manera convergente como lo es la optimización de inventario y la estrategia de distribución al mismo tiempo.

La **AI** ya está utilizando a los sensores de **IoT** para hacer que la infraestructura y los equipos logísticos sean *inteligentes*. Millones de datos generados en tiempo real son analizados por algoritmos que los convierten en información valiosa tanto para los propietarios de los datos como para los usuarios de la infraestructura y los servicios. Un ejemplo, son los datos generados por sensores instalados en áreas de carga tales como estacionamientos de instalaciones logísticas y portuarias, para informar a los operadores logísticos sobre áreas de estacionamiento disponibles, rutas para llegar a ellos y costos estimados. Además, los datos generados por sensores y cámaras instalados en calles y carreteras son posibles usar para enviar información a los vehículos sobre el nivel de congestión y la mejor ruta a un destino. Además, los administradores de infraestructuras pueden utilizarlos para determinar la tarificación por congestión u otras decisiones para optimizar el uso de la infraestructura (en Guangzhou, China se usan semáforos inteligentes que ajustan los niveles de tráfico reduciendo la congestión de rutas en un 9% o el caso de Australia que a través de los sensores de tráfico se logran incrementar entre un 35% a un 60% la velocidad en rampas de entrada y de salida o el caso de los Ángeles, EUA, donde a partir de cámaras de video, sensores y *big data* es posible gestionar el tráfico central para sincronizar 4500 semáforos y responder a los volúmenes de tráfico de la ciudad). En logística, desde 2013, empresas como Amazon utilizan la **AI** para acortar los tiempos de entrega de los productos adquiridos a través del comercio electrónico. Los algoritmos crean perfiles de compradores en función de su historial de compras, búsquedas, datos demográficos, ubicación y más para predecir lo que los consumidores comprarán en el futuro. Estos artículos se envían al almacén más cercano al consumidor para su entrega inmediata después de la compra. El uso de esta tecnología será fundamental para satisfacer la creciente demanda de entrega rápida a bajo costo o sin costo alguno. De esta forma, se espera que las entregas en el mismo día que representan el 5% de más operaciones de Amazon, se eleven en 2025 a un 15% (McKinsey, 2018).

A pesar de la importancia que representa el uso de estas tecnologías para las cadenas de suministro, los esfuerzos para su adopción se encuentran aún incipientes. De una encuesta realizada por la agencia McKinsey (HBR, 2019), solo el 8% de los 1000 directores ejecutivos de todo el mundo dijeron que están participando en iniciativas de **AI** para la planeación estratégica de mejoras a sus cadenas de suministro. Por otro lado, el nivel de digitalización de los distintos

sectores de la economía también resulta ser un factor determinante para la adopción de la **AI** en una *cadena de suministro*, siendo los más representativos al momento los sectores automotriz, servicios financieros, bienes de consumo, logística y transporte (McKinsey, 2018).

Automatización

Una característica en la que se basa la *cadena de suministro* 4.0 es la tecnología de sensores y **AI** que son clave para la automatización. En las últimas décadas ha aumentado el grado de automatización del proceso de fabricación, y hoy en día encontramos fábricas donde la mayoría de las tareas son realizadas por robots realizando trabajos repetitivos, sucios y peligrosos. Al mismo tiempo, la plantilla se orienta hacia procesos de mayor valor añadido. La automatización misma promete revolucionar todas las formas de logística y transporte particularmente en:

- **Platooning.** Tecnología que utiliza conexiones inalámbricas combinadas con *Adaptive Cruise Control* y que forman un equipo o *pelotón* de camiones que ajustan dinámicamente la velocidad y la distancia para replicar los cambios de marcha y dirección del camión líder del equipo.
La mayoría de las principales empresas de la industria, como Volvo, DAF, Daimler, Scania e Iveco, están probando esta tecnología en carreteras geoperimetradas en EUA, UE, y Singapur, principalmente (Reuters, 2018). Los resultados muestran que, dada la mayor coordinación y eficiencia en la conducción de los camiones, esta tecnología podría generar ahorros de combustible entre el 10% y el 30% anuales (UKGOF, 2019). Además, las tecnologías necesarias para el *platooning*, como el *Advanced Emergency Braking System* (AEBS), podrían reducir el número de accidentes que involucran a camiones en hasta un 80%, incluso cuando los mismos no están siendo encolumnados en un pelotón (World Maritime University, 2019).
- **Camiones autónomos.** Esta tecnología se refiere a la conducción autónoma de un camión, de nivel 4 o superior. La industria automotriz y de las empresas de tecnología han incrementado su interés en pruebas tanto en zonas geo-perimetradas como abiertas. Los beneficios de los camiones autónomos, a partir del nivel 3 de autonomía, son significativos ya que:
 1. reducen de tareas repetitivas y de menor valor agregado, liberando así tiempo de los conductores para tareas de control, gestión de carga, etc., e incrementando el interés por la profesión (actualmente, en preocupante descenso en los países avanzados)
 2. Disminuye del costo de mano de obra, el cual representa alrededor del 60% de los costos de operación en el transporte por carretera
 3. Reduce del *factor humano* (fatiga, errores, etc.), que suele ser el mayor causante de los accidentes de tránsito
 4. Aumento del horario de operación, por no estar sujeto a los turnos de los conductores;
 5. Cuando combinado con la conexión vehículo a vehículo y vehículo a infraestructura (V2V y V2I, respectivamente), el incremento de la eficiencia en el enrutamiento por parte de la empresa de transporte y de gestión del tráfico por parte del operador de la infraestructura;
 6. Mejora de la capacidad de la infraestructura, reducción de la congestión y mayor cumplimiento de órdenes, a partir de una conducción coordinada y segura entre vehículos, lo que permite disminuir la distancia requerida entre los mismos (TRB, 2019)
- **Buques autónomos.** Se han anunciado en años recientes, varios proyectos de desarrollo tecnológico en este campo, siendo en general, proyectos de investigación que involucran el uso de sensores con **AI** para monitorear las operaciones de los barcos, identificar y comunicarse con elementos ambientales (puertos y otros barcos), y tomar decisiones sobre dirección, velocidad y consumo de energía. Según anuncios recientes, los primeros barcos con estas características están disponibles desde 2020. Será el YARA Birkenland, un portacontenedor autónomo totalmente eléctrico para el transporte de productos fertilizantes en Noruega. En la primera fase, la tripulación

controlará el barco de forma remota. Luego irá al control remoto, pero sin el personal. Se espera que la conducción sea totalmente autónoma para 2022. Los representantes de la industria estiman que los costos operativos de los barcos autónomos se pueden reducir en un 20 por ciento y mejorar significativamente la seguridad en el mar.

- **Drones.** La tecnología de vehículos aéreos no tripulados, comúnmente conocida como tal, ha recibido mucha atención de la industria de la tecnología y la logística después de haber sido probada en varias operaciones, como la entrega y el transporte de productos livianos comprados a través del comercio electrónico, para el transporte de productos farmacéuticos en áreas remotas y equipos médicos de emergencia para áreas de baja conectividad o congestionadas. Por ejemplo, se tiene el caso de la empresa de transporte y logística UPS, la cual ha estado probando el uso de drones para realizar entregas en áreas rurales donde la conectividad física es difícil. Para ello, diseñó una camioneta con una plataforma de lanzamiento de drones en la parte superior. El conductor coloca el paquete a entregar en un contenedor especial adjunto al dron. Mientras el dron entrega el paquete, el conductor puede realizar otra entrega. Luego, el dron y la camioneta se encuentran en una dirección predeterminada, donde el conductor carga un nuevo paquete para que el dron lo entregue. UPS estima que la solución mejorará las operaciones de entrega en la última milla y reducirá los costos de combustible: si cada conductor ahorra una milla en su viaje diario, podría ahorrar hasta \$50 millones de USD al año (CNN, 2017). Otros usos posibles, incluyen apoyo a tareas de vigilancia durante el transporte de mercancías, de gestión de inventario en almacenes y de obtención de imágenes para la planificación del transporte.
- **Distribución urbana mediante mini-robots.** Aunque los expertos en la industria logística han manifestado la baja probabilidad de uso de drones en áreas urbanas es en un futuro cercano debido al riesgo que representan para los transeúntes y la baja disponibilidad de áreas de aterrizaje y despegue, los micro-robots se vuelven una opción importante para garantizar un menor impacto en el tráfico urbano en lo que se refiere a la *última milla*. Opciones de entrega de última milla más rápidas. Las pruebas y resultados disponibles que han utilizado robots lo han hecho para transportar hasta 10 Kg. con el uso de aceras y carriles separados (como carriles para bicicletas) para su desplazamiento. Al llegar a destino, se emite un código a los consumidores, a manera de notificación, para abrir el contenedor del robot y recoger su pedido. Algunas compañías han sugerido comenzar a utilizar estos robots como espacios temporales para almacenamiento de pedidos, a fin de reducir el costo de las entregas fallidas (CNN, 2017). Además, empresas líderes en comercio electrónico y distribución de última milla están desarrollando soluciones utilizando micro-robots. El mini-robot Scout de Amazon y el SameDay Bot de FedEx operaron a principios de 2019. Las pruebas del Scout inicialmente implicaron la presencia de un empleado de Amazon. En el caso de FedEx, se asoció con minoristas nacionales como Pizza Hut, Walmart y Walgreens para probar la entrega en las ciudades porque el 60 % de los clientes de esas empresas se encuentran dentro de un radio de 3 millas de sus almacenes, según FedEx, distancia óptima para las operaciones.
- **Infraestructuras logísticas automatizadas.** En el caso del almacenamiento, la adopción de robots y **AI** para movimiento y gestión de inventario, *Picking* y *order fulfillment* ha sido muy rápida, dado el avance del desarrollo tecnológico para el sector, los menores costos de adquisición de tecnología frente a otros segmentos, el claro retorno de la inversión (ahorros significativos en mano de obra, procesos más rápidos y con menor nivel de error, operaciones 24/7 y sin interrupción, mayor densidad de almacenamiento y menores gastos en servicios públicos dado que, por ejemplo, los robots no necesitan luz para operar) y la capacidad de satisfacer picos de demanda, ante un volumen de negocio creciente liderado por el avance del comercio electrónico. Ver, por ejemplo, el caso del almacén de Amazon ubicado en Baltimore, EUA, donde En sus 93.000 m², diferentes tipos de robots y

maquinaria automatizada preparan 1 millón de órdenes por día y gestionan un inventario de 10 millones de productos

Por otro lado, para las terminales portuarias, también se espera que la automatización de grúas y equipos de manejo de contenedores aumente significativamente la productividad a través de operaciones estandarizadas y consistentes las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

Lo anterior es un factor crítico dado que los tamaños de los barcos seguirán creciendo, creando enormes desafíos operativos para la carga y descarga en las terminales y la gestión de los patios de contenedores. Desafortunadamente, los niveles de adopción son aún bajos dada la cuantiosa inversión requerida, así como la preocupación de la fuerza laboral en el puerto, lo que ha repercutido con un solo un 2% de terminales semiautomatizadas y un 1% completamente automatizadas a nivel mundial.

Fuente: Calatayud y Katz (2019), con adaptación propia

Las cadenas de suministro en la era post-covid

La era post-covid reciente las disrupciones sustantivas en las cadenas de suministro globales, incidiendo en aumento en los costos de transporte, obstaculizando los flujos de insumos y mercancías, retrasando los tiempos de entrega con modificación de la configuración empresarial de industrias y países enteros. Así, aunado al avance exponencial tecnológico digital, con su integración global en el comercio internacional éstas se ven aún más complicada por las condiciones geopolíticas mundiales agudizadas en 2022, tales como:

1. La guerra de Rusia contra Ucrania, en la que Rusia tiene un papel de primer nivel en los mercados mundiales de la energía, como uno de los principales exportadores de gas y petróleo. En concreto es el tercer principal productor de petróleo a escala global y uno de los principales de gas, llegando a copar gran parte de los suministros muchos países europeos, incluida Alemania, fuerza económica de la Unión Europea. Al mismo tiempo, Ucrania como uno de los principales graneros del mundo, con reseñables producciones de trigo y maíz, así como de aceite de girasol, por lo que se resienten, los efectos sobre las cadenas de suministro internacionales en: incremento de los costes de transporte, alteraciones en las principales rutas internacionales, especialmente de carga aérea y transporte marítimo de contenedores y los precios de la energía más caros, lo que aumentará los

costes de las empresas de transporte, fundamentalmente de carretera y mar (FIELDEAS, 2022). Lo anterior crea una profunda dependencia de los países en conflicto al escasear sus productos al exterior.

2. El interés de EUA en fortalecer y relocalizar las cadenas de suministro de varios insumos como los semiconductores para la industria automotriz, con sus socios comerciales más cercanos como México (Expansión, 2022)
3. La guerra comercial entre EUA y China que ya está obligando a las empresas mover sus actividades de *cadena de suministro* fuera de China, en especial las etapas de ensamblaje y acabado del producto final. Ante la amenaza de tarifas altas, quienes venden a los EUA están considerando estrategias más rentables, pero ¿se mudarán las empresas extranjeras fuera de China? La mayoría de las empresas no pueden permitirse el lujo de considerar una reubicación completa de sus fábricas fuera de China o reemplazar a sus proveedores de abastecimiento chinos. Esto se debe a que la infraestructura de la *cadena de suministro* requiere de tiempo para establecerse y China está en el corazón de la mayoría de las necesidades de producción, abastecimiento y adquisición del mundo. Sin embargo, para muchas empresas, los beneficios de trasladar la fabricación fuera de China o diversificar los canales de producción pueden ser mayores a largo plazo, dado el aumento constante de los costes laborales en China, el aumento de los requisitos de cumplimiento, las contribuciones a los seguros sociales, los estrictos controles ambientales y otras presiones (China Briefing, 2019).
4. La crisis de los *chips* donde la concentración en la era de la globalización señalaba que Taiwán concentraba el 63% de la producción mundial, Corea el 18%, es decir el 80% entre los dos países (La Vanguardia, 2021) y por ello, el desabasto notable en la pandemia de COVID y sus efectos en la nueva normalidad. No es de extrañar las medidas de EUA por aprobar estímulos por 52,700 millones de USD para producción local (*reshoring*), con inversión anunciada inicial de 42,000 millones de USD (France 24, 2022). Samsung ha

anunciado la construcción de 11 plantas de semiconductores en Texas, por 200,000 millones de USD (El Financiero, 2022). Sin embargo, la guerra de los chips entre EUA y China está aún por verse dado el anuncio de este último por apoyar a su industria por 136,000 millones de USD (CincoDias,2022)

5. Los efectos de las políticas centrales de China en la época de post-pandemia COVID han provocado bloqueo de puertos como el Shanghai y Guangzhou (Abr-2022) de manera unilateral afectando las cadenas de suministro mundiales, principalmente con los EUA (FWEspañol, 2022).

El caso de México

México con sus 3,200 Km de frontera con los EUA quienes representan el 25% del PIB mundial, tiene una gran oportunidad que aprovechar sobre las nuevas tendencias de las cadenas de suministro que evolucionan del *offshoring* al *nearshoring* vía el *reshoring* reposicionando su papel geoestratégico, resolviendo, antes que nada, sus problemas de seguridad, energía y espacio disponible a nivel de parques industriales. Se destaca por ejemplo, el caso de México, en el que a pesar de que la Secretaría de Economía del gobierno Federal ha manifestado el interés de 400 empresas de los EUA de relocalizar sus cadenas de suministro desde hacia el país, tanto la saturación de los parques industriales y los cuellos de botella en el suministro de energía, son algunos de los factores que impiden explotar al máximo el potencial del *nearshoring*. Se establece que de los más de 430 parques industriales que hay en 21 estados del país, los que existen en la frontera norte se encuentran al 90% de saturación de acuerdo a la Asociación Mexicana de Parques Industriales Privados (Mural, 2022).

Credit Suisse considera que el *nearshoring* es un impulsor potencial de diversas industrias nacionales, entre ellas la inmobiliaria. En octubre, Credit Suisse registró otros 10 sectores industriales que tomaron papeles protagónicos en la atracción de inversiones: automotriz, calefacción, ventilación, aire

acondicionado, maquinaria, muebles, consumo, plásticos, electrónica y textiles. En el informe *Mexico Nearshoring Tracker 2nd Edition* se identificaron 20 anuncios de inversión relacionados con el nearshoring con un monto acumulado de 2,050 millones de USD (en línea con el promedio de enero a septiembre), lo que eleva la cifra inversión extranjera directa a 17,200 millones de USD (vs. IED de 13,700 millones de USD en 2021). La industria automotriz continúa siendo el principal impulsor en términos de cantidad invertida, con VW, Continental, Pirelli y Michelin anunciando nuevas inversiones; aun así, no se debe pasar por alto un conjunto bastante diverso de anuncios este mes de octubre en los sectores de HVAC, maquinaria, muebles, consumo, plásticos, electrónica y, sorprendentemente, textiles (Cluster industrial, 2022)

La demanda de naves industriales, debido a la acelerada relocalización (*nearshoring / reshoring*) ha provocado una demanda de 735 mil metros cuadrados en 2021, esperando cierre en este 2022 en un millón 100 mil metros cuadrados siendo los más requeridos los ubicados en la zona norte del país (90%) durante 2021 (se estima que la demanda de espacio tan solo en Cd. De Monterrey es del 45%, seguido por el estado de Coahuila en 20%, Cd. Juárez 17%, Tijuana 8% y resto del país 10%) (CBRE, 2022).

Estas preocupaciones también afectan de manera desproporcionada a quienes se encuentran en el sector de menor valor añadido del proceso de fabricación, muchos de los cuales ya se han trasladado a destinos de menor coste (*nearshoring/reshoring*). Por ejemplo, la plataforma de fabricación de empresa a empresa estadounidense Sourcify trasladó sus fábricas a India, Bangladesh, Vietnam, Filipinas y México a medida que aumentaban los costes laborales en China (China Briefing, 2019).

Oportunidades por aprovechar: eficiencia vs. cercanía

Los recientes hechos como la guerra de Rusia contra Ucrania han develado las limitaciones de la globalización, ya que no es factible el mundo *just-in-time*, esto es, ya no es factible sostener cadenas de suministro que corren miles de kilómetros para llegar a fábricas o mercados sin estar expuesto a distintos sucesos.

México tiene una oportunidad histórica para impulsar su producción y exportaciones, sin embargo, la capacidad que se tiene para aprovecharla está en duda. JP Morgan (CORREO, 2022) revela que México podría elevar el valor de sus exportaciones de bienes manufactureros a Estados Unidos en los próximos cinco años en 130 mil millones de USD, pero si atiende temas esenciales para inversionistas se elevaría hasta 170 mil millones de USD. Esto ocurriría si se aprovecha el *nearshoring* esto es, la reubicación de una parte de la planta productiva de las empresas hacia países (como el nuestro) que están cerca de los principales mercados de consumo como EUA, y a la par atender la falta de infraestructura, inseguridad, políticas públicas y confianza de los inversionistas. En otro escenario, menos benigno, se plantea que el valor de las exportaciones hacia EUA podría ser inferior; de 80 mil millones de USD.

Se asegura que el sector manufacturero de EUA tiene que desprenderse de China, y eso puede (y debe) aprovecharlo México. Para el departamento de análisis económico del Bank of America (BofA), la ubicación geográfica de México, el T-MEC, su estabilidad macroeconómica y política, así como los salarios relativamente bajos, entre otros factores, atraerán la reubicación de recursos provenientes de Asia, ya que nuestro País es un candidato natural para ello tras la fragmentación de las cadenas de suministro globales y los choques comerciales entre China y EU que seguirán persistiendo en el futuro.

Razones por ser especialista en cadenas de suministro

Dada la importancia estratégica que tienen actualmente las cadenas de suministro para las organizaciones, a sus líderes les preocupa no tener el talento adecuado para satisfacer sus necesidades en rápida evolución. Ese es un problema no solo para los ejecutivos operativos, sino también para los **CIO** (*Chief Information Officer*) con los que se asocian para transformar sus cadenas de suministro a través de la implementación de tecnologías emergentes y procesos comerciales. Tan sólo en los EUA, en el reporte emitido por la 3ª Encuesta Anual de Cadena de Suministro de Deloitte (Deloitte, 2015) a 400 ejecutivos de cadenas de suministro, se obtuvo:

- Solo el 38% de ellos confiaban en que su gente tiene las competencias requeridas hoy
- Solo el 44% de los ejecutivos dijeron que confiaban en que tendrían las habilidades que necesitaban a 5 años
- El 24 % de los encuestados de las empresas de fabricación informaron que utilizaban la impresión 3D de alguna forma. Un 21% espera hacerlo en los próximos tres años
- Más del 70% de los ejecutivos dijeron que sus empresas utilizan actualmente o esperan utilizar 12 de las 13 capacidades técnicas de rápida evolución sobre las que se preguntó en la encuesta; pero, de ocho de ellas solo dos fueron consideradas fortalezas por la mayoría de los encuestados
- Solo el 43% de los encuestados consideró que la organización de su *cadena de suministro* era excelente o muy buena en lo que respecta al *pensamiento estratégico y la resolución de problemas*.
- El 44% cree que sus organizaciones podrán poner en práctica los conocimientos, habilidades y destrezas necesarios

Años de reducción de plantilla, recortes presupuestarios de formación y jubilación de personas altamente cualificadas han contribuido a la escasez de talento en la *cadena de suministro*. Al mismo tiempo, una combinación de acelerar el desarrollo tecnológico y la experimentación generalizada con nuevos modelos de sistemas operativos, están ampliando el alcance de las operaciones de la *cadena de suministro*, creando una demanda de nuevos tipos de empleados, una tendencia que se espera que se acelere en el futuro. Los márgenes son tan escasos en muchas industrias, que cualquier tecnología o cambio operativo que pueda proporcionar una ventaja competitiva, es fundamental y esas las capacidades dependen inherentemente del talento humano. Ver **Tabla 1.12**.

Tabla 1.12. Capacidades técnicas de las cadenas de suministro

Item	Capacidades de la cadena de suministro	% de uso real	% de uso esperado	% Total
1	Herramientas de optimización	56	39	95
2	Proyección de la demanda	53	43	96
3	Planeación integrada de negocios	48	45	93
4	Colaboración con los proveedores y análisis de riesgos	46	47	93
5	<i>Computing in-memory</i>	37	52	89
6	GPS y/o RFID*	37	49	86
7	Rastreo en tiempo real de embarque*	37	50	87
8	Analítica de torre de control y visualización	27	53	80
9	Manufactura avanzada en robótica**	26	51	77
10	Impresión 3D**	24	48	72
11	<i>Wearable technology</i> **	23	50	73
12	Inteligencia Artificial	17	56	73
13	Sistemas avanzados de entrega**	12	47	59

Notas:

*. Responden: Fabricantes y minoristas

** . Responden solo Fabricantes

Fuente: Deloitte (2015), con adaptación propia

Si bien una gran mayoría de los encuestados (73%) dijo que era extremadamente o muy importante contratar empleados con las competencias técnicas requeridas para que su empresa cumpliera con los objetivos estratégicos, aún más (79 %) dijo que las competencias profesionales y de

liderazgo (como resolución de problemas, gestión del cambio y desarrollo del talento) eran extremadamente o muy importantes. El pensamiento estratégico y la resolución de problemas se consideraron más críticos en el futuro con el 74% de los encuestados diciendo que aumentaría su importancia. Pero solo el 43% dice que es muy bueno o excelente en la actualidad.

Este puede ser un desafío aún mayor para los ejecutivos de la *cadena de suministro* que localizar profesionales técnicamente capacitados que muestren conocimientos y liderazgo. Ver **Tabla 1.13**.

Tabla 1.13. Liderazgo y competencias profesionales de los empleados en las cadenas de suministro. Desempeño actual vs. Cambio esperado en importancia

Ítem	Competencias	%
1	Habilidad para para negociar y colaborar con los socios de la cadena de valor	51*
		64**
2	Habilidad para colaborar entre funciones	47*
		68**
3	Habilidad para persuadir y comunicarse efectivamente	42*
		65**
4	Conducir y desarrollar a otros	41*
		66**

Nota:

*. Excelente o Muy Bueno

** . Será el más importante

Fuente: Deloitte (2015), con adaptación propia

Planeando el futuro de las cadenas de suministro

Así, se espera que las cadenas de suministro ganen un mayor grado de autonomía, hasta llegar a convertirse en verdaderas *self-thinking supply chains* o cadenas que piensan y actúan por sí mismas con mínima o nula intervención humana en ciertos eslabones (Calatayud et al. 2018). El desarrollo de la visibilidad en la *cadena de suministro* hace que la gestión gire a dar importancia a la agilidad y la resiliencia como valores fundamentales en la gestión logística dentro de un

entorno de gran incertidumbre como el actual (FIELDEAS, 2022). En este sentido, la *cadena de suministro* tendrá una flexibilidad sin precedentes.

De los modelos lineales y rígidos tradicionales, la transformación digital permitirá cadenas más ágiles, radiales, multidireccionales e inteligentes. La escala de este cambio será enorme ya que la competencia evolucionará cada vez más de una cadena a otra. Por lo tanto, los grandes titulares de industrias tradicionales como la automotriz, los bienes de consumo masivo y los textiles deben competir en función de la agilidad y el desempeño de sus socios en dichas cadenas de suministro. Esto tendrá un impacto significativo en la diversidad de las PyME menos adaptables que participan en las cadenas de suministro, obligándolas a cambiar significativamente sus habilidades técnicas o perder su participación en estas cadenas de suministro en las que es probable que existan *torres de control* que centralicen los sistemas de monitoreo y gestión autónoma de dichas cadenas, tal y como lo hacen las empresas *KN Control Tower* o DHL con su *Resilience 360* (Calatayud y Katz, 2019).

Se destaca la importancia de dichas torres de control en la *cadena de suministro* a fin de identificar riesgos, generar planes de mitigación y, con ello, minimizar posibles interrupciones debidas a diversas causas como lo son los fenómenos meteorológicos extremos (sismos, huracanes, tsunamis, incendios, etc.), condiciones geopolíticas (la guerra de Rusia contra Ucrania) y comerciales (tensiones comerciales de EUA contra China), fallas en el aprovisionamiento (por parte de los proveedores), interrupciones en el transporte o, inclusive, ciberataques.

Se debe tomar en cuenta, que los expertos han sugerido que en el futuro próximo los ciclos económicos proyectados de 10 a 15 años ahora se reducen a cinco años. Lo anterior tendrá como consecuencia, entre otras, el que surgirán nuevas ciudades que atenderán a una gran población. India, por ejemplo, verá más de 1.000 nuevos centros urbanos en los próximos 20 años y China verá más del 60 por ciento de la demanda minorista proviene de ciudades medias

incrementando la demanda y complejidad de sus cadenas de suministros principalmente en la *última milla*. Así también, se deberá tomar en cuenta la movilidad social de las clases medias, como en el caso de la India en el que se estima 100 millones de personas que destacarán por su movilidad de mejora social volviéndose consumidores más demandantes al estilo de los EUA y donde la ventaja salarial junto a China, se reduce a medida que países como Tailandia, Indonesia, México y Egipto cierran dicha brecha (McKinsey, 2013).

Ejercicios

Con lo aprendido, realice:

Actividad
<ol style="list-style-type: none">1. De cualquier producto o servicio de su elección, identifique la cadena de suministro por etapas (Figura 1.5) y por sus ciclos (Figura 1.6)2. Tomando en cuenta la Figura 1.2. Elementos de la administración de la cadena de suministro, explique su relación con la Figura 1.4. Cadena de suministros y sus procesos3. Basados en la Tabla 1.2. Principios de la planeación logística y la Tabla 1.7. Relaciones de la logística con las áreas internas de la empresa ¿qué similitudes y/o diferencias guarda con los conceptos de ERP, CRM y SRM como complementos de la cadena de suministro en una empresa?4. Refiriéndose a la Tabla 1.8. Conocimientos básicos del personal que maneja cadena de suministros ¿qué relación considera que guarda con lo mencionado en la Tabla 1.12. Capacidades técnicas de las cadenas de suministro y la Tabla 1.13. Liderazgo y competencias profesionales de los empleados en las cadenas de suministro. ¿Desempeño actual vs. Cambio esperado en importancia?5. Investigue a nivel nacional de su país que asociaciones existen relacionadas a la cadena de suministro y verifique los servicios que aportan.6. Explique el porqué de la importancia de lo mostrado en la Tabla 1.10. Índices de contabilidad base de comparativos entre empresas de cadena de suministro y logística7. Basados en la Tabla 1.11. El futuro de las cadenas de suministro realice un breve ensayo exponiendo como las tecnologías emergentes interactuaran con los diversos elementos de administración de la cadena de suministro, sus etapas y/o ciclos en un futuro próximo8. Realice una investigación de las condiciones política, económica, social en que se encuentra su país y explique si se encuentra en condiciones de mantener las prácticas de la cadena de suministro a nivel de <i>offshore</i> y/o <i>nearshore</i>.9. Entre a la página web y obtenga la certificación en Cadena de Suministro y Costo de Autotransporte https://becasycursos.org/curso-gratis-online-de-cadena-de-suministro-y-costo-del-autotransporte/

- 10.** Busque una Pyme e identifique su problemática a nivel de cadena de suministro y proponga tres alternativas de solución para mejorar sus condiciones de almacenamiento, control de inventario y/o transporte con los conocimientos adquiridos.

CAPÍTULO 2. LOS INVENTARIOS



Son 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 y que son referidas como stock, inventarios y/o existencias.

Así tenemos como puntos clave de ventaja, lo siguiente:

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

2. Las razones a favor de mantener los inventarios 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.
3. 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.
4. 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.

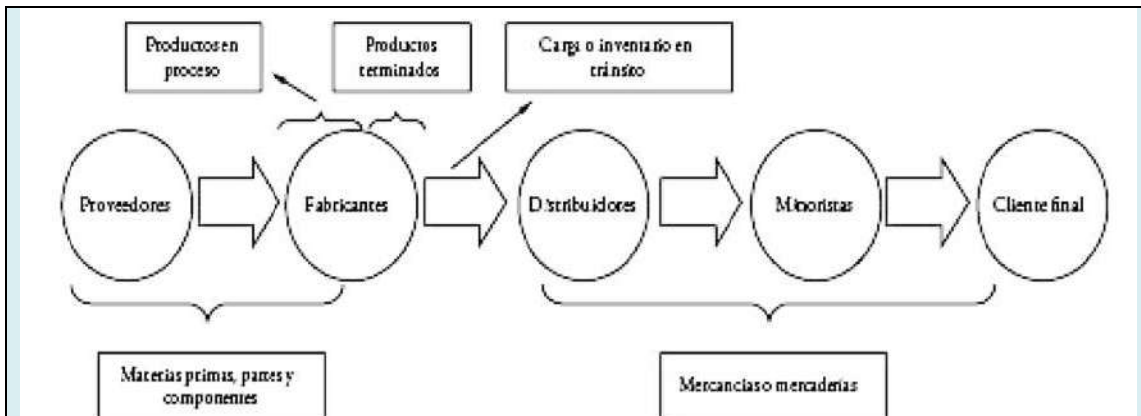
Pero también acumular stocks tiene sus desventajas, tales como:

- a. 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.
- b. También, el mantenimiento de stocks puede ocultar problemas de calidad o fallas de producción que dejan de ser visibles con los inventarios.

De esta forma tenemos varios criterios para clasificar los inventarios, los cuales se muestran en la **Tabla 2.1**

Tabla 2.1. Criterios de clasificación de inventario

Por el tipo de actividad de la empresa
<p>Las empresas participantes en la cadena de suministro por las actividades realizadas se clasifican en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empresas industriales, constituidas por los fabricantes y sus proveedores. • Empresas comerciales, constituidas por los distribuidores, mayoristas, minoristas, entre otros. Así: <ol style="list-style-type: none"> 1. En las empresas industriales los stocks pueden ser de: <ol style="list-style-type: none"> a. 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. b. 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. c. 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. d. 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. e. Suministros industriales. Utilizados para asegurar la conservación y limpieza de los equipos y maquinarias de la empresa. 2. En las empresas comerciales los stocks reciben el nombre de mercancías o mercaderías y pueden ser: <ol style="list-style-type: none"> a. 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. b. 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. c. 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. d. 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.
Por su ubicación en la cadena de suministro
<p>El esquema muestra los distintos tipos de inventarios revisados según su ubicación en la cadena de suministro.</p>



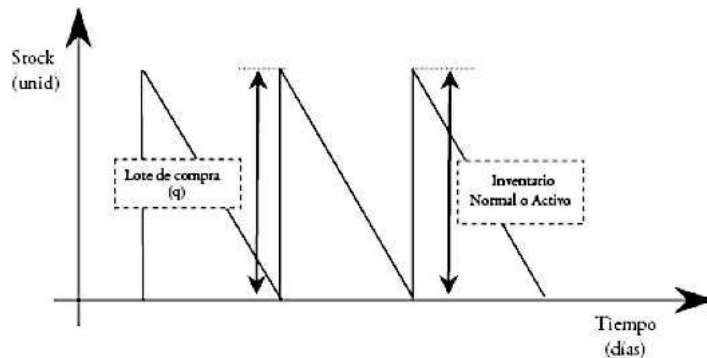
El stock en tránsito, más conocido como carga, se encuentra entre cada par de etapas en la cadena de suministro, y corresponde a los stocks cargados en la bodega de una unidad de transporte

Por la naturaleza de su demanda

- 1. Inventarios con demanda independiente.** Pertenecen al sector de la comercialización y distribución. Se caracteriza principalmente, 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 libros de texto 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. Si se enfrenta a una demanda independiente, la renovación de los stocks se realizará conforme el mercado vaya demandando nuestros productos terminados.
- 2. 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.

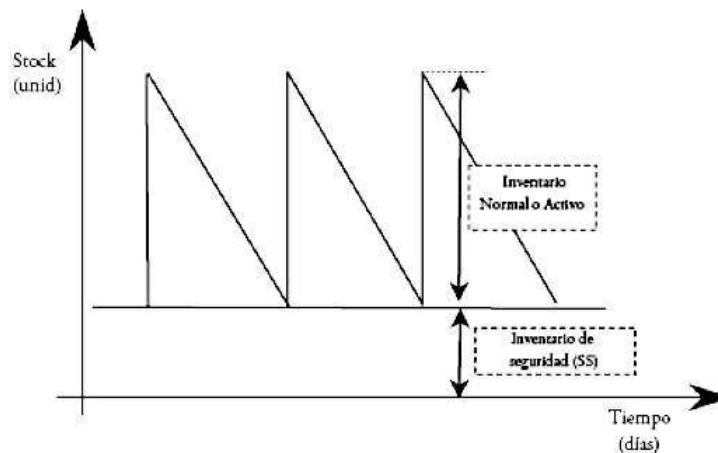
Por el papel que desempeñan

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



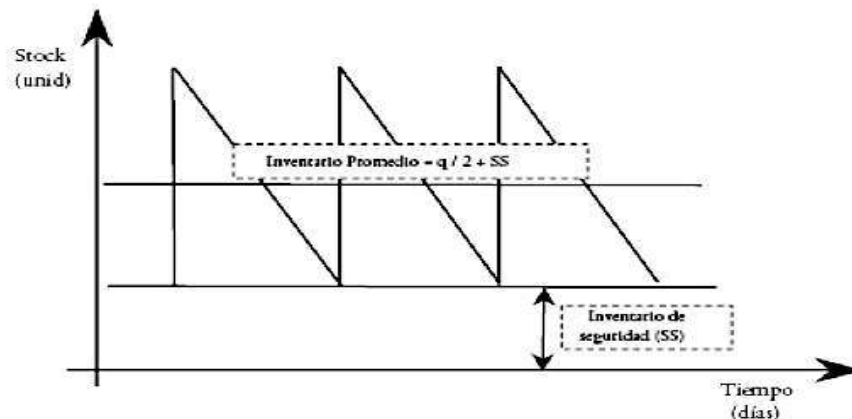
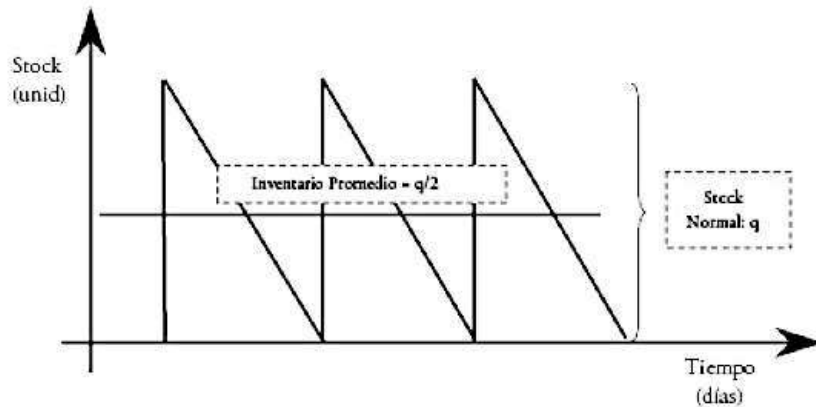
La gestión de este tipo de inventarios requiere la respuesta de dos preguntas básicas: *¿cuánto pedir?* y *¿cuándo pedir?* El stock normal o activo nos permite afrontar la demanda de los procesos productivos o comerciales, mientras el stock de seguridad nos permite afrontar las variaciones de la demanda y de los tiempos de entrega de los proveedores.

2. **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.



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.

3. **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 siguientes 2 figuras, respectivamente.



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:

$$IP = \text{II enero} + \text{II febrero} + \dots + \text{II diciembre}$$

Donde:

IP: Inventario promedio anual

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

- 4. 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.

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. 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.

Por tipo de componente de las decisiones a tomar

El inventario en la cadena de suministro existe debido al desajuste entre la oferta y la demanda. El inventario afecta los activos que se conservan, los costos en que se incurre, y la capacidad de respuesta provista en la cadena de suministro. El inventario también tiene un impacto significativo en el tiempo de flujo de material en una cadena de suministro. El *tiempo de flujo de material* es el que transcurre entre el momento en que el material entra a la cadena de suministro y en que sale. Para una cadena de suministro, el *rendimiento* es la velocidad a la que ocurren las ventas. Si **I** representa el *inventario*, **T** el *tiempo de flujo*, y **D** el *rendimiento*, los tres pueden relacionarse aplicando la **ley de Little** como sigue:

$$I=DT$$

Por ejemplo, si **T** proceso de ensamble de una laptop es de 10 horas y **D** es de 60 unidades por hora, la **ley de Little** nos dice que el inventario es de $60 \times 10 = 600$ unidades. Si fuéramos capaces de reducir el inventario a 300 unidades mientras mantenemos el rendimiento constante, reduciríamos nuestro tiempo de flujo a 5 horas ($300/60$). El inventario y el tiempo de flujo son sinónimos en las cadenas de suministro, ya que el rendimiento suele estar determinado por la demanda del cliente. Los gerentes deben tomar medidas para reducir los niveles de inventario sin aumentar los costos ni reducir la capacidad de respuesta, ya que la reducción del tiempo de flujo puede ser un beneficio significativo para la cadena de suministro. Las grandes cantidades de inventario de productos terminados cercanas a los clientes permiten que una cadena de suministro tenga capacidad de respuesta, pero a un costo alto. El objetivo de un buen diseño de cadena de suministro es encontrar la forma correcta, la ubicación, y la cantidad de inventario que ofrezcan el nivel correcto de capacidad de respuesta al menor costo posible.

De esta forma se identifican, para los gerentes de una cadena de suministro responsables del inventario, las decisiones que deben tomar para responder con más capacidad y más eficiencia y son:

Inventario de ciclo, definido como la cantidad promedio de inventario utilizado para satisfacer la demanda entre recepciones de embarques del proveedor. El tamaño del inventario de ciclo depende de la producción, el transporte o la compra de material en grandes lotes. Las compañías producen o compran en grandes lotes para explotar las economías de escala en el proceso de producción, transporte y compras. El incremento del tamaño del lote, sin embargo, conlleva un incremento de los costos de manejo. Como ejemplo de una decisión relacionada con el inventario de ciclo, consideremos un detallista de libros en línea. Sus ventas promedian unos 10 camiones cargados de libros por mes. Las decisiones relacionadas con el inventario de ciclo que el detallista debe tomar son cuánto pedir para reabastecerse y con qué frecuencia debe colocar estos pedidos. El detallista podría pedir 10 camiones una vez cada mes, o un camión cada tres días. El compromiso básico que los gerentes de la cadena de suministro enfrentan es el costo de mantener grandes lotes de inventario (cuando el inventario de ciclo es alto) frente al costo de pedir producto con frecuencia (cuando el inventario de ciclo es bajo).

Inventario de seguridad, que es que se mantiene en caso de que la demanda exceda las expectativas; se mantiene para contrarrestar la incertidumbre. Si el mundo fuera perfectamente predecible, sólo se requeriría el inventario de ciclo. Sin embargo, como la demanda es incierta y puede exceder las expectativas, las compañías mantienen el inventario de seguridad para

satisfacer demandas inesperadamente altas. Los gerentes enfrentan una decisión clave cuando determinan cuánto inventario de seguridad deben mantener. Por ejemplo, un detallista de juguetes debe calcular su inventario de seguridad para la temporada de compras decembrinas. Si cuenta con demasiado inventario quizá no pueda vender todos los juguetes y tendrá que venderlos con descuento después de las fiestas. Si tiene poco inventario entonces perderá ventas, y con ello el margen que dichas ventas habrían producido. Por consiguiente, la selección del inventario de seguridad implica hacer un compromiso entre los costos de tener demasiado inventario y los costos de perder ventas por no tenerlo.

Inventario estacional, que es el que se acumula para contrarrestar la variabilidad estacional predecible de la demanda. Las compañías que utilizan inventario estacional lo acumulan en periodos de baja demanda y lo guardan para periodos de alta demanda cuando no tendrán la capacidad de producir lo necesario para satisfacer la demanda. Los gerentes enfrentan decisiones clave al determinar si acumular inventario estacional, y si lo hacen, al decidir qué tanto acumular. Si una compañía puede cambiar con rapidez la tasa de su sistema de producción a un costo muy bajo, entonces quizá no requiera el inventario estacional, porque el sistema de producción puede ajustarse a un periodo de alta demanda sin incurrir en grandes costos. Sin embargo, si el cambio de la tasa de producción es caro (por ejemplo, cuando se debe contratar o despedir trabajadores), entonces sería sensato que la compañía estableciera una tasa de producción uniforme y acumulara su inventario durante periodos de baja demanda. Por consiguiente, el compromiso básico que los gerentes de la cadena de suministro enfrentan al determinar cuánto inventario estacional acumular es el costo de manejar el inventario estacional adicional frente al costo de tener una tasa de producción más flexible.

Nivel de disponibilidad del producto, definido como la fracción de la demanda que se satisface a tiempo con producto mantenido en el inventario. Un alto nivel de disponibilidad de producto permite un alto nivel de capacidad de respuesta pero incrementa el costo porque se mantiene mucho inventario que rara vez se utiliza. Por el contrario, un bajo nivel de disponibilidad de producto reduce el costo de mantener el inventario pero el resultado es una mayor fracción de clientes que no son atendidos a tiempo. El compromiso básico cuando se determina el nivel de disponibilidad del producto es entre el costo del inventario para incrementar la disponibilidad de producto y la pérdida por no atender a los clientes a tiempo.

Métricas

- **Tiempo de ciclo de efectivo a efectivo** es una métrica de alto nivel que incluye los inventarios, las cuentas por pagar, y las cuentas por cobrar.
- **Inventario promedio** mide la cantidad promedio de inventario mantenido. El inventario promedio debe medirse en unidades, días de demanda, y valor financiero.
- **Rotaciones de inventario miden el número de veces que el inventario rota en un año.** Es la razón del inventario promedio al costo de los productos vendidos o las ventas.
- **Productos con más de un número especificado de días en el inventario** identifica los productos de los cuales la empresa mantiene un alto nivel de inventario. Esta métrica puede usarse para identificar productos con sobreoferta o para identificar razones que justifiquen el inventario alto, como descuentos de precios o un movimiento muy lento.
- **Tamaño del lote de reabastecimiento promedio** mide la cantidad promedio en cada pedido de reabastecimiento. La unidad de control de existencias (SKU) debe medir el tamaño del lote en términos tanto de unidades como de días de demanda. Se puede calcular promediando con base en el tiempo la diferencia entre el inventario máximo y el mínimo (medido en cada ciclo de reabastecimiento) disponibles.
- **Inventario de seguridad promedio** mide la cantidad promedio de inventario disponible cuando llega un pedido de reabastecimiento. La unidad de control de existencias (SKU) debe medir el inventario de seguridad promedio tanto en unidades como en días de demanda. Se puede calcular, promediando con base en el tiempo, el inventario mínimo disponible en cada ciclo de reabastecimiento.

- **Inventario estacional** mide la diferencia entre el flujo de entrada del producto (tanto del inventario de ciclo como del de seguridad) y sus ventas, que se compra sólo para atender los incrementos repentinos anticipados de la demanda.
- **Tasa de surtido** (pedido/caja) mide la fracción de pedidos/demandas que se atendió a tiempo con el inventario. La tasa de surtido no debe promediarse con base en el tiempo sino con base en un número especificado de unidades de demanda (por ejemplo, cada mil, millón, etcétera).
- **Fracción de tiempo sin inventario** mide la fracción de tiempo que una SKU particular tuvo inventario cero. Esta fracción puede usarse para estimar las ventas perdidas durante el periodo sin inventario.
- **Inventario obsoleto** mide la fracción del inventario que sobrepasó una fecha de obsolescencia específica.

Compromiso a cumplir

El compromiso fundamental que enfrentan los gerentes cuando toman decisiones relacionadas con el inventario es entre la capacidad de respuesta y la eficiencia. El incremento del inventario hace que la cadena de suministro responda más rápido al cliente. Un nivel más alto de inventario también reduce los costos de producción y transporte debido a las economías de escala mejoradas en ambas funciones. Esta opción, sin embargo, incrementa el costo de manejo del inventario.

Fuente: Carreño-Solis (2017) y Chopra (2020), con adaptación propia

Índices y cobertura

Los índices, razones o rotaciones como se explicó en la **Tabla 6** 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. Así, tenemos:

1. 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. Esto es, un índice $R = \text{Rotación de un artículo en un periodo de tiempo específico}$. Desde el punto de vista financiero, la rotación se calcula como el costo de las existencias vendidas dividido entre las existencias promedio al costo, durante un periodo de tiempo dado. Desde la perspectiva **logística** se usan medidas como: pallets, cajas, metros cúbicos, toneladas, entre otros, como unidades para calcular la rotación en lugar de solamente los costos. Por ejemplo, una rotación anual de 7 significa que el almacén se renueva en promedio 7 veces al año.

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.
2. 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 automóviles, 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.

El kárdex

El registro de las transacciones de ingresos y salidas de un almacén se realiza en un documento físico o electrónico. De esta forma:

1. Son ingresos las entradas de producción, transferencias entre almacenes y devoluciones de los clientes, entre otros.
2. Son salidas las ventas, transferencias, las devoluciones a proveedores, entre otros.

El ajuste del kárdex y su valorización son dos aspectos a considerar. Ver **Tabla 2.2.**

Tabla 2.2. Aspectos del kárdex a revisar

Ecuación de ajuste de inventarios
<p>Esta ecuación 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.</p> <p style="text-align: center;">IVF= IVI+IGA-EGA</p> <p>Donde: IVF. Inventario Final; IVI. Inventario Inicial; IGA. Ingresos al Almacén; EGA. Egresos al Almacén</p>
Valorización
<p>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:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. PEPS (Primeras Entradas Primeras Salidas). Los primeros productos en entrar al almacén son los primeros en salir. También llamado FIFO. b. UEPS (Últimas Entradas Primeras Salidas). Los últimos productos en entrar al almacén son los primeros en salir. También llamado LIFO. c. PROMEDIO. El inventario se costea como un promedio de todos los artículos en stock. <p>Nota: Existen legislaciones, que autorizan 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.</p>

Fuente: Carreño-Solis (2017), con adaptación propia

Costos a considerar de los inventarios

Conocer los costos asociados a las existencias, permite determinar una política adecuada de renovación de stocks, por lo que se requiere 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 se pueden perder 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. Ver **Tabla 2.3**

Tabla 2.3. Costos de los inventarios

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.
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: <ol style="list-style-type: none"> 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. Los costos de emisión de pedidos son fijos y aparecen cuando se emite un pedido, no varían en función de la cantidad pedida.
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:

1. 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.
2. 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.
3. 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.

En general podemos decir:

Donde:

CPI. Costo de posesión de inventarios en unidades monetarias anuales

i. Tasa de posesión de inventario anual promedio valorizado

C. Costo unitario

Ip. Inventario promedio

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.

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.

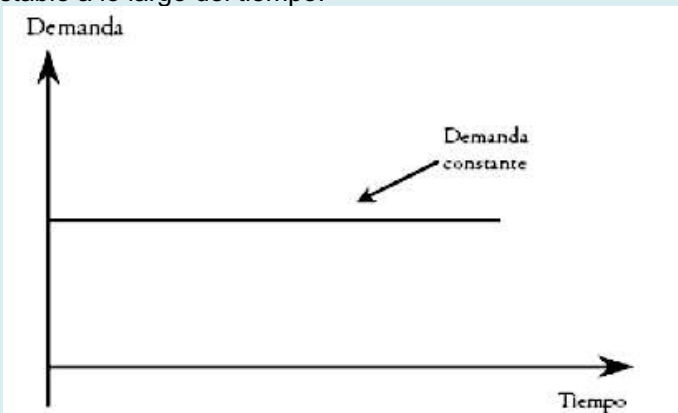
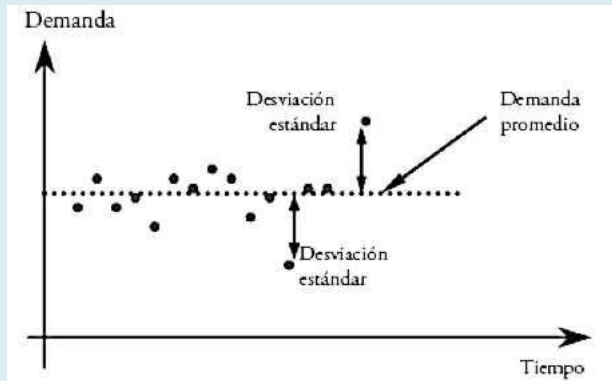
Fuente: Carreño-Solis (2017), con adaptación propia

Patrones de la demanda

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*. La cantidad de productos demandados está determinada por **factores controlables o no** por la empresa. Así:

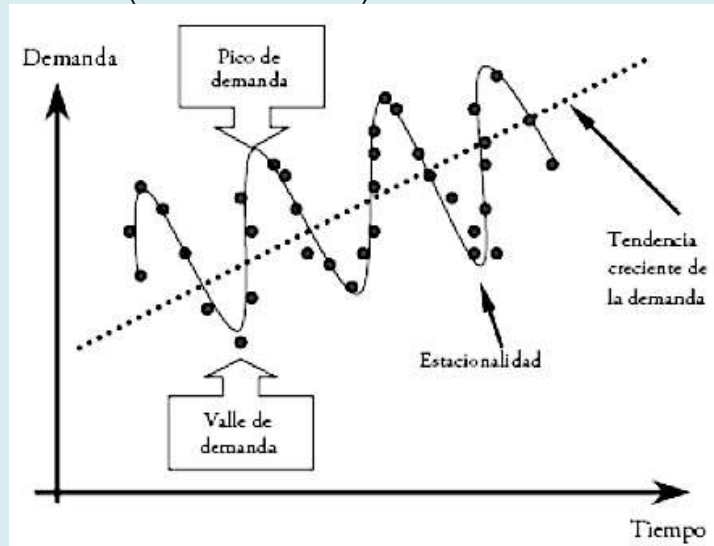
- a. Los **factores controlables** son aquellos que maneja la empresa para influir en el nivel de demanda de acuerdo a sus intereses o necesidades. Por ejemplo, el precio, las promociones, la publicidad, los plazos de entrega, el servicio post venta, etc., son variables utilizadas por las empresas para influir sobre la cantidad demandada.
- b. 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. Así, se tiene que ambos factores intervienen como lo mostrado en la **Tabla 2.4**.

Tabla 2.4. Patrones de la demanda

Patrón de demanda constante
<p>La demanda es constante cuando los productos vendidos por la empresa tienen un comportamiento estable a lo largo del tiempo.</p> <div style="text-align: center;">  </div>
Patrón de demanda aleatoria (sin tendencias ni estacionalidades)
<p>En este caso la demanda varía sin mostrar ninguna tendencia ni estacionalidad en su comportamiento.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Utilizaremos dos medidas para describir el patrón de comportamiento de este tipo de demanda. La demanda promedio (μ) mide la media aritmética de los datos de la demanda:</p> $\mu = (\sum_{i=1}^n X_i) / n$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> μ = Demanda promedio X_i = Cantidad de demanda n. Tamaños de muestra o cantidad de la demanda <p>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):</p> $s = \sqrt{\sum (X_i - \mu)^2 / (n - 1)}$

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).



Fuente: Carreño-Solis (2017), con adaptación propia

Métodos de cálculo 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. Ver **Tabla 2.5**.

Tabla 2.5. Métodos de cálculo de la demanda

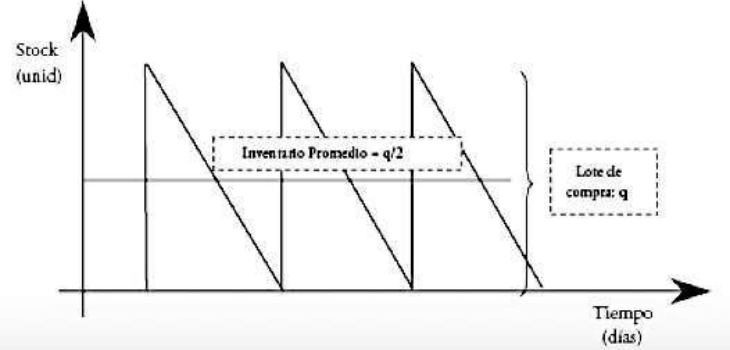
Método de la media móvil
<p>Calcule la demanda del periodo siguiente en función de la media aritmética de las últimas (n) observaciones, de la siguiente manera:</p> $D_{n+1} = \sum_{i=1}^n D_1 / n$ <p>Donde: D_{n+1} = Demanda del periodo n+1 D₁ = Demanda observada del periodo i n= Número de observaciones en que se basa la media móvil</p> <p>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.</p>
Método del ajuste exponencial
<p>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. Así:</p> $D_{(i+1)} = a * D_{(i)} + (1-a) * P(i)$ <p>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.</p>
Funciones adicionales
<p>En algunas situaciones se buscará ajustar el patrón de la demanda a funciones matemáticas tales como:</p> <p>Lineal. $Y = a * X + b$ Cuadrática. $Y = a + b * X + c * X^2$ Exponencia. $Y = a * b^X$ Logarítmica. $Y = a * \log (X)$ Entre otras</p>

Fuente: Carreño-Solis (2017), con adaptación propia

Renovación de inventarios

Se tienen los mostrados en la **Tabla 2.6**.

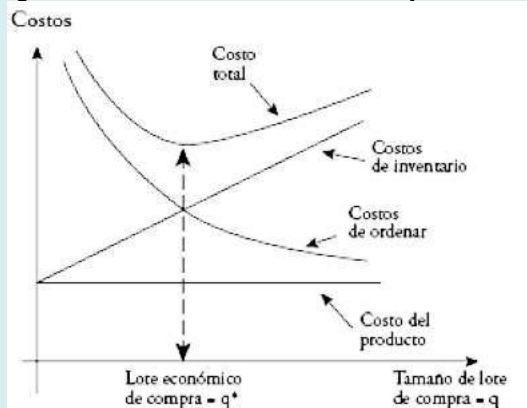
Tabla 2.6. Renovación de inventarios

Lote económico de compra
<p>La teoría del lote económico de compra o EOQ (<i>Economic Order Quantity</i>) 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.</p> <p>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:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La demanda y el tiempo de entrega del proveedor son conocidos y constantes; 2. No existen descuentos por volúmenes de compra por parte del proveedor; 3. La entrega es del lote completo de productos pedidos (q), no existen entregas parciales. <p>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:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>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:</p> $CTC = CP + CO + CI$ <p>Donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> CTC= Costo total de compra CP= Costo del producto CO= Costo de ordenar CI= Costo de posesión de inventarios <p>Si consideramos las siguientes variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 :



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:

$$q^* = \sqrt{(2 * A * D) / \sqrt{1 * C}}$$

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:

$$R = dp * L_t$$

Donde:

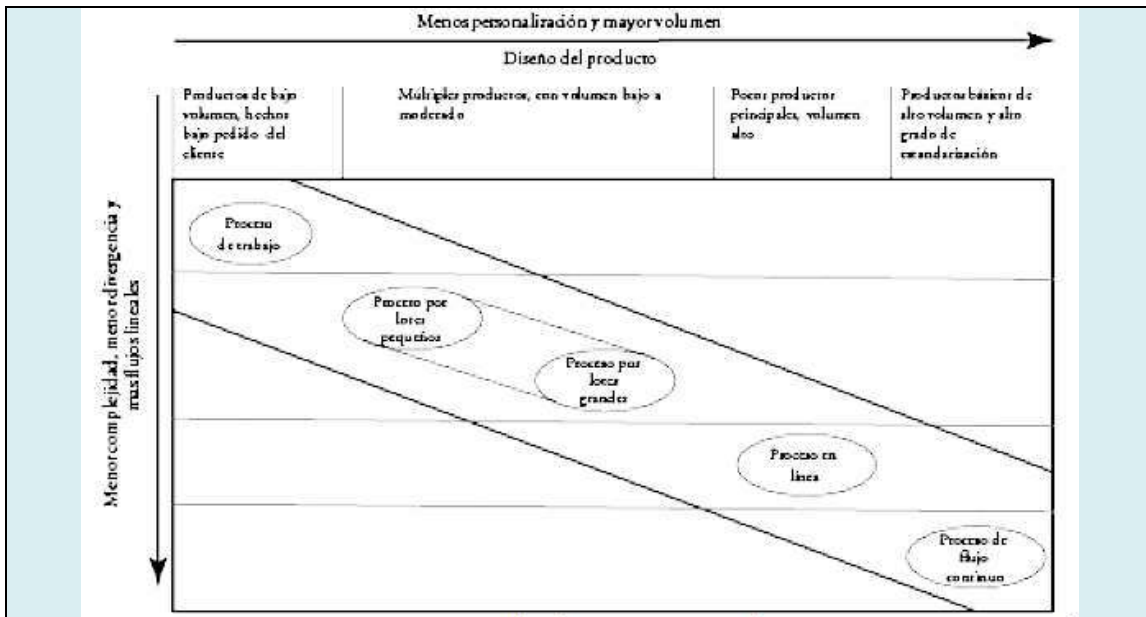
dp = Demanda promedio

L_t = 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.

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) 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.

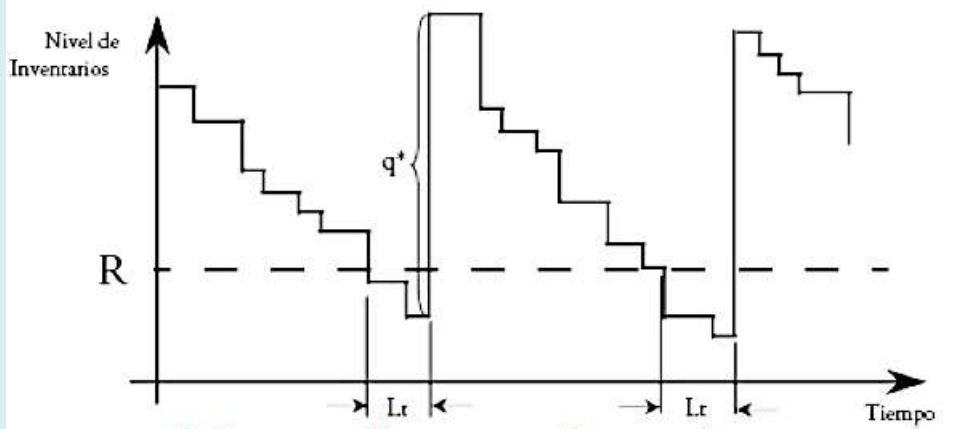


Un **proceso de flujo** continuo se caracteriza por una producción constante de un mismo producto en periodos de tiempo relativamente largos, que pueden llegar a uno o varios años, lo que da como resultado un volumen o lote de producción muy grande. Un ejemplo de este tipo de proceso es la producción 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.

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:

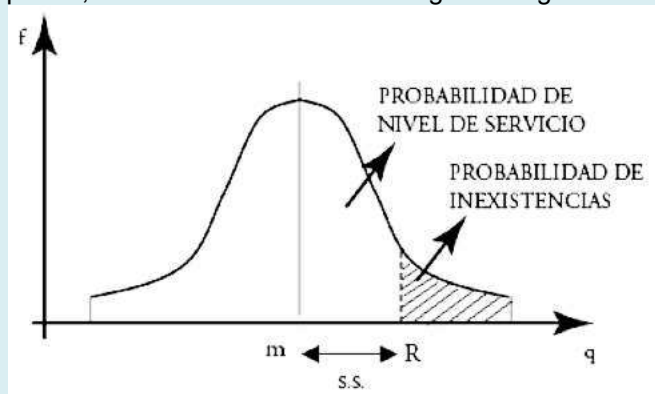


El sistema funciona de la siguiente manera: la posición de las existencias cae aleatoriamente hasta que alcanza el punto de reorden R , momento en el cual se coloca una orden por q^* unidades. La orden se recibe posteriormente luego de un tiempo Lt . Los stocks del almacén aumentan y se continúa con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



El punto de reorden se hace igual a la demanda promedio durante el tiempo de entrega ($dp \times Lt$) 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:

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

Donde:

S.S= Stock de seguridad
dp= Demanda promedio
Lt= Tiempo de entrega
dp*lt= Media del consumo durante el tiempo de entrega
z= Factor de seguridad dado por el nivel de servicio
s1(lt)= Desviación estándar durante el tiempo de entrega
 El stock de seguridad se calcula como:

$$S.S. = z * s1 * \sqrt{Lt} = z * s1(Lt)$$

La lógica de punto de reorden **Q** 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:

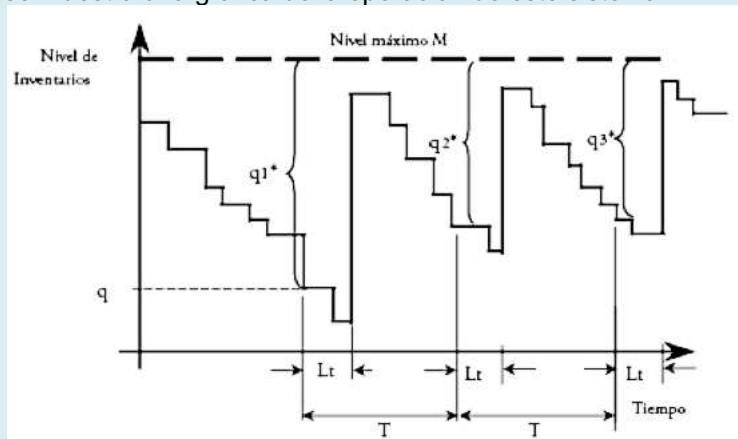
$$R = dp * Lt + z * \sqrt{s1^2 * Lt + s2^2 * dp^2}$$

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

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

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:



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).

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

Donde:

SS. Stock de seguridad

$$SS = z * s1(T + Lt) = z * s1 * (T + Lt)^{0.5}$$

$s1(T + Lt)$ = Desviación estándar de la demanda en el tiempo $(T + Lt)$

z = Factor de seguridad en función del nivel de servicio

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:

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

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 . 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.

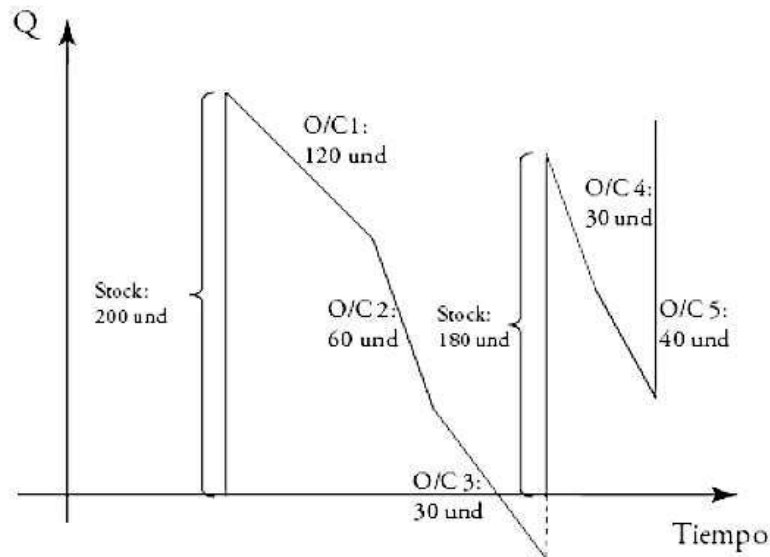
Fuente: Carreño-Solis (2017), con adaptación propia

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:

- a. 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.
- b. 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.
- c. 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 generalmente más utilizado 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. En la siguiente figura se muestra la atención de cinco órdenes de compra del almacén de un distribuidor que atiende a tres minoristas:



Fuente: recopilación con adaptación propia

Ejercicios

A continuación, se muestran algunos problemas para su realización.

Problema 1

Tomando en cuenta los inventarios mostrados en la **Tabla 2.7** y **Tabla 2.8** establezca una clasificación de Pareto o clasificación ABC basada en:

a. Costos en orden descendente de inventarios

Tabla 2.7. Inventarios costos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Código	Descripción	Unidad	Costo unitario USD	Prom. Stock	Art. Acum. F2... (F2+E3)	Costo Stock Prom. (D2 *E2)	Costo Acum. G2... (H 2+G3)	%Costo Acum. (H2/H \$17)*100	%Art. Acum (F2/\$17)*100
1										
2	A014	Tuercas tipo B	Caja	100.00	75.00	75.00	7500.00	7500.00	34.77	2.76
3	A013	Tuercas tipo C	Caja 30 unidades	80.00	90.00	165.00	7200.00	14700.00	68.14	6.06
4	A009	Tuercas tipo D	Caja 40 unidades	20.00	80.00	245.00	1600.00	16300.00	75.56	9.00
5	A012	Tuercas Tipo E	Caja 10 unidades	50.00	20.00	265.00	1000.00	17300.00	80.19	9.74
6	A010	Pinzas de corte	Unidad	7.00	120.00	385.00	840.00	18140.00	84.09	14.14
7	A006	Alcohol	Botella 50 ml	14.00	50.00	435.00	700.00	18840.00	87.33	15.98
8	A011	Algodón	Paquete	3.00	180.00	615.00	540.00	19380.00	89.83	22.59
9	A008	Tuercas tipo A	Caja	30.00	15.00	630.00	450.00	19830.00	91.92	23.14
10	A004	Cinta aislante	Caja	10.00	30.00	660.00	300.00	20130.00	93.31	24.25
11	A016	Tornillos tipo L	Caja	0.30	900.00	1560.00	270.00	20400.00	94.56	57.31
12	A002	Guantes	Par	3.00	90.00	1650.00	270.00	20670.00	95.81	60.62
13	A015	Tornillos tipo K	Unidad	0.40	600.00	2250.00	240.00	20910.00	96.93	82.66
14	A001	Aflojatodo	Botella 100 ml	0.60	400.00	2650.00	240.00	21150.00	98.04	97.35
15	A005	Pintura B	Botella 100 ml	15.00	15.00	2665.00	225.00	21375.00	99.08	97.91
16	A007	Pinzas de presión	Unidad	4.00	27.00	2692.00	108.00	21483.00	99.58	98.90
17	A003	Plastico protector	Rollo	3.00	30.00	2722.00	90.00	21573.00	100.00	100.00

b. Demanda de productos

Solución

a. Costos en orden descendente de inventarios

Paso 1. Determinación de la variable a analizar: costo stock prom. de inventarios (columna G).

Paso 2. Realizar ordenamiento descendente por columna G.

Paso 3. Calcular los valores acumulados en columna H y sus porcentajes en columna I, así también los porcentajes acumulados de los artículos en columna J.

Paso 4. Identificar los extremos de las categorías de los artículos y sus límites porcentuales. Se apreciará que unos pocos artículos concentran los mayores costos de inventarios, teniendo un gran número de estos un costo relativamente bajo. Así, se determinan las siguientes categorías:

Categoría A. Formado por el **15.98%** de los artículos (A014, A013, A009, A012, A010, A006) que representan el **87.33%** de los costos de inventarios.

Categoría B. Formado por el **60.62%** de los artículos (A011, A008, A004, A016, A002) que representan el **95.81%** de los costos de inventarios.

Categoría C. Formado por el **98.90%** de los artículos (A015, A001, A005, A007) que representan el **99.58%** de los costos de inventarios.

Tabla 2.8. Inventarios demanda

	A	B	C	D	E	F	K	L	M	N
1	Código	Descripción	Unidad	Costo unitario USD	Prom. Stock	Art. Acum. F2... (F2+E3)	Demanda Prom. Mensual	Demanda Acum.L2...(M2+L3)	% Demanda Acum.(L2/K\$18)*100	%Art. Acum.(F2/E\$18*100)
2	A015	Tomillos tipo K	Unidad	0.40	600.00	600.00	800	800	30.42	22.04
3	A016	Tomillos tipo L	Caja	0.30	900.00	1500.00	700	1500	57.03	55.11
4	A001	Aflojatodo	Botella 100 ml	0.60	400.00	1900.00	600	2100	79.85	69.80
5	A011	Algodón	Paquete	3.00	180.00	2080.00	200	2300	87.45	76.41
6	A010	Pinzas de corte	Unidad	7.00	120.00	2200.00	60	2360	89.73	80.82
7	A014	Tuercas tipo B	Caja	100.00	75.00	2275.00	50	2410	91.63	83.58
8	A013	Tuercas tipo C	Caja 30 unidades	80.00	90.00	2365.00	45	2455	93.35	86.88
9	A009	Tuercas tipo D	Caja 40 unidades	20.00	80.00	2445.00	40	2495	94.87	89.82
10	A002	Guantes	Par	3.00	90.00	2535.00	30	2525	96.01	93.13
11	A004	Cinta aislante	Caja	10.00	30.00	2565.00	20	2545	96.77	94.23
12	A003	Plastico protector	Rollo	3.00	30.00	2595.00	20	2565	97.53	95.33
13	A007	Pinzas de presión	Unidad	4.00	27.00	2622.00	18	2583	98.21	96.33
14	A006	Alcohol	Botella 50 ml	14.00	50.00	2672.00	17	2600	98.86	98.16
15	A012	Tuercas Tipo E	Caja 10 unidades	50.00	20.00	2692.00	10	2610	99.24	98.90
16	A008	Tuercas tipo A	Caja	30.00	15.00	2707.00	10	2620	99.62	99.45
17	A005	Pintura B	Botella 100 ml	15.00	15.00	2722.00	10	2630	100.00	100.00
18					2722.00		2630			

b. Demanda del inventario

Paso 1. Determinación de la variable a analizar: demanda promedio mensual (columna K).

Paso 2. Realizar ordenamiento descendiente por columna K.

Paso 3. Calcular los valores de demanda acumulada en columna L y sus porcentajes en columna M así también los porcentajes acumulados de los artículos en columna N.

Paso 4. Identificar los extremos de las categorías de los artículos y sus límites porcentuales. Se apreciará que unos pocos artículos concentran los mayores costos de inventarios, teniendo un gran número de estos un costo relativamente bajo. Así, se determinan las siguientes categorías:

Categoría A. Formado por el **76.41%** de los artículos (A015, A016, A001, A011) que representan el **87.45%** de la demanda de stocks.

Categoría B. Formado por el **89.82%** de los artículos (A010, A014, A013, A009) que representan el **94.87%** de la demanda de stocks.

Categoría C. Formado por el **99.45%** de los artículos (A002, A004, A003, A007,A006,A012,A008) que representan el **99.62%** de la demanda de stocks.

Problema 2

Compruebe el kárdex de la **Tabla 2.9** y calcule la rotación del periodo que va de enero a julio.

Solución

Tabla 2.9.Kárdex y rotación inventario

A	B	C	D	E	F	G
Mes	Transacción	Cantidad	Inventario Inicial	Entradas	Salidas	Inventario Final (D3+E3-F3)
Ene	Saldo Inicial	60				60
	Compras	100	60	100		160
	Ventas	80	160		80	80
Feb	Compras	100	80	100		180
	Ventas	90	180		90	90
	Devolución al proveedor	10	90		10	80
	Devolución de cliente	15	80	15		95
Mar	Compras	90	95	90		185
	Ventas	85	185		85	100
	Devolución al proveedor	15	100		15	85
Abr	Compras	110	85	110		195
	Ventas	95	195		95	100
	Devolución al proveedor	5	100		5	95
May	Ventas	80	95		80	15
Jun	Compras	120	15	120		135
	Ventas	100	135		100	35
Jul	Compras	90	35	90		125
	Ventas	80	125		80	45
	Devolución al proveedor	10	45		10	35
					650	100
		Rotación Ene-Jul= F21/Prom (G21)			6.52	

Problema 3

Un artículo **N** ha tenido la demanda de unidades durante el año **D(i)** y se requiere calcular el pronóstico demanda **P(i)** para el segundo semestre del año **D(i+1)**, usando el método exponencial, con un factor de ponderación **a= 0.2**. Ver **Tabla 2.10**

Tabla 2.10. Demanda del artículo N

P(i)	D(i)	D(i+1)
Trimestre 1	4000	4600
Trimestre 2	3000	¿?
Trimestre 3	3300	
Trimestre 4	3900	

Solución

De acuerdo a la fórmula:

$$D_{(i+1)} = a * D_{(i)} + (1-a) * P(i)$$

Se tiene:

$$D(i) = 3600 ; P(i) = (4000 + 3000 + 3300 + 3900) / 4 = 3550$$

$$D(i+1) = 0.2 * 4600 + (1 - 0.2) * 3550 = 3760$$

En el caso de la selección del valor de **a**, este tiende a ser **1** si el experto considera que, de acuerdo al contexto, se puede otorgar un mayor peso a las observaciones recientes; si se requiere dar mayor peso a los valores históricos, entonces **a** es más pequeño y tiende a **0**. Este método aporta pronósticos muy acertados cuando la demanda sigue un patrón aleatorio sin tendencia ni estacionalidad. De hecho, cuando existen estacionalidades o tendencias, el método puede ingresar factores de ajuste para obtener proyecciones confiables.

Problema 4

Considerando el modelo **EOQ**, se tiene que la demanda anual del producto **A** en **200 000** unidades anuales, constante a lo largo del tiempo, con costo unitario de 10 USD. El costo de ordenar o renovar es de 5,320 USD por orden de compra. El costo de posesión se estableció en **32%** anual sobre el inventario promedio y el tiempo de entrega es **Lt = 4** 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

Solución

- Usando directamente el modelo **EOQ** tenemos:

$$D = 200,000 \text{ unidades/año}$$

$$i = 30\% \text{ anual}$$

$$A = 5,000 \text{ USD/pedido}$$

$$C = 20 \text{ USD/artículo}$$

Aplicando el modelo EOQ,

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

$$q^* = 18,257 \text{ unidades}$$

- Número de pedidos a realizar = $D / q^* = 200\,000 / 18257 = 10.95$. 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 = 9

$$q^* = 200,000 / 9 = 22,222 \text{ unidades}$$

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

$$CTC = 20 * 200,000 + 200,000 / 22,222 * 5,000 + 22,222 / 2 * .30 * 20$$

$$CTC = 4'000,000 + 45,000 + 66,666$$

$$CTC = 4'111,666 \text{ USD}$$

Caso 2: Cálculo del costo total anual cuando el número de pedidos = **10**

$$q^* = 200,000/10 = \mathbf{20,000 \text{ unidades}}$$

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

$$CTC = 20 * 200,000 + 200,000/20,000 * 5,000 + 20,000/2 * .30 * 20$$

$$CTC = 4'000,000 + 50,000 + 60,000$$

$$CTC = \mathbf{4'110,000 \text{ USD}}$$

Se puede ver que el costo total de compra baja cuando el número de pedidos al año es de **11**. Por tanto, la cantidad económica a pedir es $q^* = \mathbf{20,000}$ unidades

c. Cálculo del **punto de reorden (R)**:

$$R = dp * Lt$$

Donde:

$$dp = \text{Demanda promedio semanal} = 200,000/52 \text{ semanas} = \mathbf{3847 \text{ unidades}}$$

$$Lt = 4 \text{ semanas}$$

$$R = 3847 * 4 = \mathbf{15,388 \text{ unidades}}$$

Problema 5

Se tiene un almacén que distribuye artículos varios, en cajas a cierto tipo de clientes, con:

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= 10/caja USD

Suponga 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: $q^* = 5$ días*200 cajas diarias = **1,000** cajas

Cálculo de R : $dp * Lt = 200 * 4 = 800$ cajas

$s_1(Lt)$ = Desviación estándar durante el tiempo de entrega = $s_1 * \sqrt{LT} = 150 * \sqrt{4} = 300$ cajas

$z = 1.65$ (para un nivel de servicio del 95%)

$SS = z * s_1(Lt) = 1.65 * 300 = 495$ cajas

$R = dp * Lt + SS = 800 + 495 = 1,295$ cajas

Número de pedidos.

Demanda anual: $200 * 5 * 50 = 50,000$ cajas

$NP = 50,000 / 1,000 = 50$ pedidos al año

Por tanto, se pedirán **1,000** cajas en cada pedido, se realizará el pedido cuando el stock llegue a **1,295** cajas y en promedio se realizarán **50** pedidos al año, es decir, cada **5** días de trabajo.

Problema 6

Al realizar verificación del 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 ($s_2 = 2$ 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:

$SS = z * \sqrt{(s_1^2 * Lt + s_2^2 * dp^2)} = 1.65 * \sqrt{(150^2 * 4 + 2^2 * 200^2)} = 825$ unidades. El punto de reorden se calcula de la siguiente manera:

$R = dp * Lt + SS = 800 + 825 = 1,625$ unidades

Problema 7

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: 20 USD por orden

Costo de posesión de inventarios: 20% anual

Costo unitario del producto: 10 USD 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: $q^* = 1,000$ unidades

Cálculo del periodo de revisión T: $T = 1,000$ unidades/**200** unidades/día = **5** días

Cálculo del nivel máximo: $M = dp^*(T+Lt) + z*s1(T+Lt)$

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

$s1(T+Lt)$ = Es la desviación estándar de la demanda en **9** días; $s1(T+Lt) = 150*9^{(0.5)} = 450$

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

$M = 1800 + 1.65*450 = 2,543$ unidades

El tiempo entre revisiones es de **5** días y el nivel máximo de **M** es de **2,543** unidades.

Problema 8

Continuando con el caso anterior, el proveedor tiene una variabilidad en los tiempos de entrega (s_2) igual a 2 días. Calcule el nuevo stock de seguridad y el nuevo nivel objetivo M .

Solución

Sobre el nuevo stock de seguridad, tenemos:

$SS = z(s_1^2(T+L_t) + s_2^2 dp^2)^{0.5} = 1.65 * (150^2(5+4) + 2^2 * 200^2)^{0.5} = 993$
unidades.

Sobre el nuevo nivel objetivo de inventario, tenemos:

$M = dp(T+L_t) + SS = 1,800 + 993 = 2,793$ unidades

CAPÍTULO 3. LOS ALMACENES



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.

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*) 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.

Tipos de almacenes

La cadena de suministro los distingue, de acuerdo a la **Tabla 3.1**.

Tabla 3.1. Tipos de almacenes

Almacén de uso general
<p>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.</p> <p>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) , comprando en grandes cantidades cuando el precio está bajo y anticipándose a los periodos en que el precio sube.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
Plataformas de consolidación
<p>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.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Donde:</p>

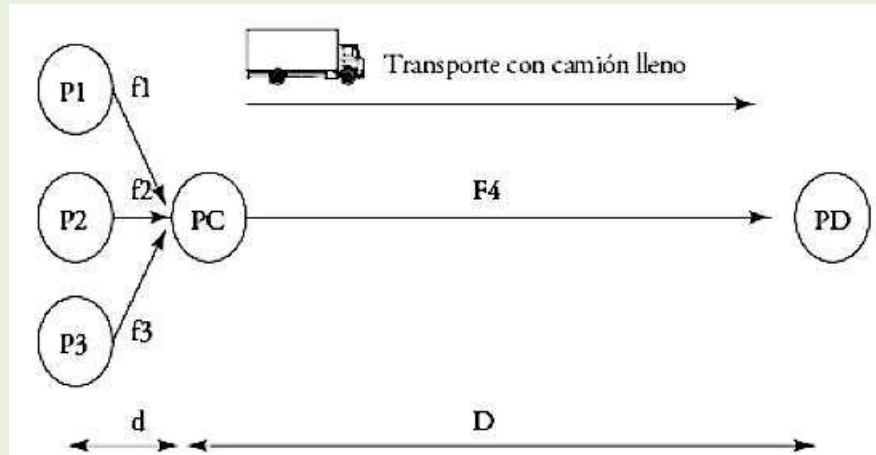
P1, 2, 3= Puntos de origen 1, 2 y 3

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.



Donde:

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

P= 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:

$$(F1+F2+F3)-(f1+f2+f3+F4) > CO$$

Donde:

CO= Costos de operación de la plataforma de consolidación.

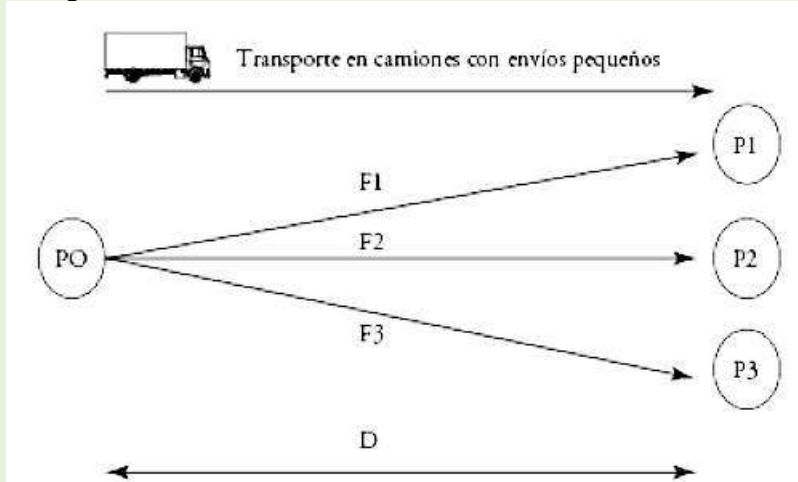
Una ventaja adicional a considerar en la operación de una plataforma de consolidación es el ahorro que supone para el punto de destino el tener que atender un número menor de unidades de transporte. La desventaja está relacionada con el aumento del tiempo necesario para trasladar los envíos del punto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

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.

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.



Donde:

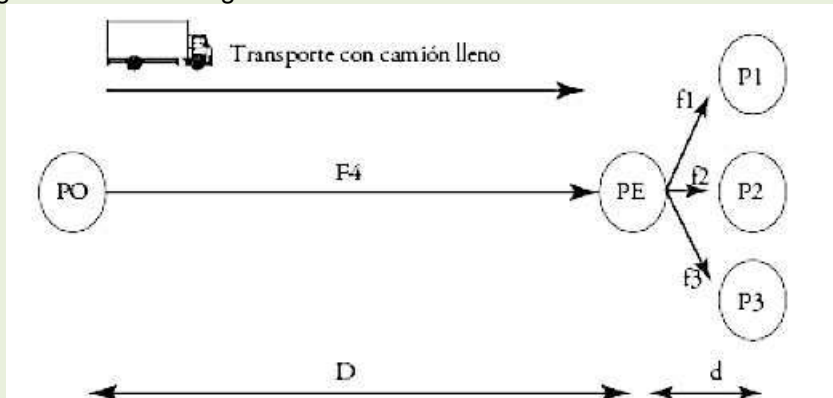
PO= Punto de origen

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.



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:

$$(F1+F2+F3)-(f1+f2+f3+F4) > CO$$

Donde:

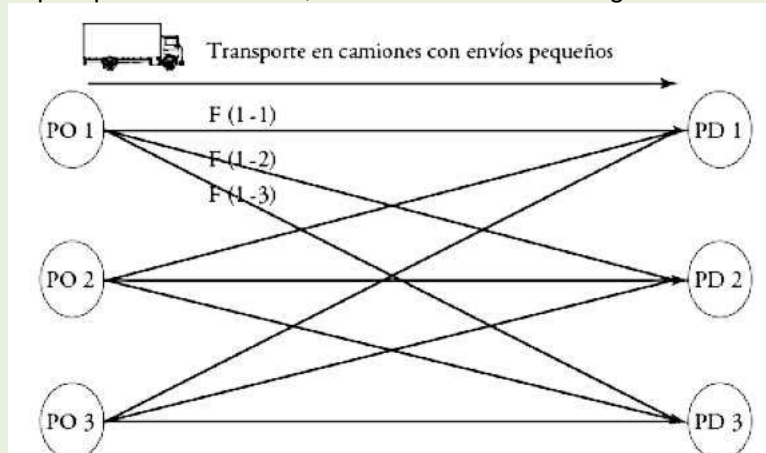
CO= Costos de operación de la plataforma de expedición.

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 la Cd. de Guadalajara, Jalisco, México, 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. 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.

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:



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 envío¹⁰, 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.

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.

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), 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:

- a. Por el tipo de producto que almacenan: de materias primas, de productos en proceso, de productos terminados, de material auxiliar como empaques y embalajes.
- b. Por el tipo de estanterías: estanterías frontales o de selección, estanterías de acumulación, estanterías de acumulación dinámica por gravedad, armarios, etc.
- c. Por su naturaleza jurídica: almacenes propios o almacenes alquilados.

Por tipo de componente de las decisiones a tomar

- **Rol.** Las empresas deben decidir si las instalaciones de producción serán flexibles, dedicadas, o una combinación de ambas. La capacidad flexible puede utilizarse para muchos tipos de productos pero con frecuencia es menos eficiente, en tanto que la capacidad dedicada puede usarse para sólo un número limitado de productos pero es más eficiente. Las empresas también deben decidir si diseñar una instalación enfocada en el producto o en las funciones. Una instalación enfocada en el producto realiza todas las funciones (por ejemplo, fabricación y ensamble) necesarias para producir un solo tipo de producto. La instalación enfocada en las funciones realiza un conjunto dado de funciones (por ejemplo, fabricación o ensamble) con muchos tipos de productos. El enfoque en el producto permite adquirir más experiencia sobre un tipo particular de producto, a expensas de la experiencia funcional que proviene de una metodología funcional. En cuanto a los almacenes y centros de distribución, las empresas deben decidir si serán principalmente instalaciones de reparto directo o de almacenamiento. En instalaciones de reparto directo se descargan los camiones que llegan de los proveedores; el producto se divide en lotes pequeños y de inmediato se cargan en camiones que salen rumbo a las tiendas. Cada camión que sale rumbo a las tiendas lleva una variedad de productos, algunos de cada camión que llega del proveedor. En cuanto a las instalaciones de almacenamiento, las empresas deben decidir qué productos se almacenarán en cada instalación.
- **Ubicación.** La decisión de dónde ubicará una compañía sus instalaciones constituye una gran parte del diseño de una cadena de suministro. Un compromiso básico en este caso es o centralizar para obtener economías de escala, o descentralizar para tener una mayor capacidad de respuesta por la cercanía a los clientes. Las compañías también deben considerar una serie de temas relacionados con las diversas características del área local en que se ubique la instalación. Éstos incluyen factores macroeconómicos, la calidad y costo de los trabajadores, el costo de la instalación, la disponibilidad de la infraestructura, la proximidad a los clientes, la ubicación de otras instalaciones de la empresa, efectos fiscales y otros factores estratégicos.
- **Capacidad.** Las compañías también deben determinar la capacidad de una instalación de realizar su función o funciones pensadas. Una gran capacidad excedente permite a la instalación responder a oscilaciones drásticas de las demandas que debe satisfacer. Sin embargo, la capacidad excedente implica costos y por consiguiente puede reducir la eficiencia. Quizás una instalación con poca capacidad excedente sea más eficiente por unidad de producto que fabrica que una con mucha capacidad sin utilizar. La instalación de alto uso, sin embargo, tendrá dificultades para responder a fluctuaciones de la demanda. Por consiguiente, una compañía debe hacer un compromiso para determinar la cantidad correcta de capacidad que debe tener en cada una de sus instalaciones.

Métricas

Las decisiones relacionadas con la instalación impactan tanto el desempeño financiero de la empresa como la capacidad de respuesta de la cadena de suministro ante los clientes. Por el lado financiero, las decisiones relacionadas con las instalaciones impactan el costo de los productos vendidos y los activos representados por la planta y el equipo. Un gerente debe dar

seguimiento a las métricas relacionadas con la instalación que influyen en el desempeño de la cadena de suministro, y que se enuncian a continuación.

- **Capacidad** mide la cantidad máxima que puede procesar una instalación.
- **Utilización** mide la fracción de la capacidad que actualmente se está utilizando en la instalación. La utilización afecta tanto el costo unitario de procesamiento como los retrasos asociados. Los costos unitarios tienden a declinar (la rotación de la planta, propiedad y equipo se incrementa) y los retrasos a incrementarse, a medida que se incrementa la utilización.
- **Tiempo de procesamiento/preparación/inactividad/ocioso** mide la fracción de tiempo en que la instalación estuvo procesando unidades, en preparación para procesar unidades, no disponible porque estaba inactiva, u ociosa porque no había unidades que procesar. Idealmente, la utilización debe estar limitada por la demanda y no por el tiempo de preparación o de inactividad.
- **Costo de producción por unidad** mide el costo promedio de producir una unidad. Estos costos pueden medirse por unidad, por caja o por peso, según el producto.
- **Pérdidas de calidad** miden la fracción de la producción perdida debido a defectos. Las pérdidas de calidad perjudican tanto el desempeño financiero como la capacidad de respuesta.
- **Tiempo teórico de flujo/ciclo de producción** mide el tiempo requerido para procesar una unidad si no hay retrasos en ninguna etapa.
- **Tiempo de flujo/ciclo real promedio** mide el tiempo real promedio requerido para procesar todas las unidades durante un tiempo específico, como una semana o un mes. El tiempo de flujo/ciclo real incluye el tiempo teórico y cualesquier retrasos. Esta métrica debe utilizarse cuando se establezcan los tiempos de entrega de los pedidos.
- **Eficiencia del tiempo de flujo** es la razón del tiempo de flujo teórico al tiempo de flujo real promedio. Los valores bajos de eficiencia del tiempo de flujo indican que una gran parte del tiempo se consume en espera.
- **Variación del producto** mide el número de productos o familias de productos procesados en una instalación. Es probable que los costos de procesamiento y los tiempos de flujo se incrementen con la variedad de productos.
- **Contribución al volumen del 20% superior de unidades de control de inventario (SKU) y clientes** mide la fracción del volumen total procesado por una instalación, que proviene del 20% superior de unidades de control de inventario o clientes. Un resultado 80/20 en el que el 20% superior contribuye con 80% del volumen indica los probables beneficios de una instalación en la que se utilizan procesos distintos para procesar el 20% superior y el 80% restante.
- **Tamaño de lote de producción promedio** mide la cantidad promedio producida en cada lote. Los tamaños de lote grandes reducen el costo de producción pero incrementan los inventarios.
- **Nivel de servicio de producción** mide la fracción de las órdenes de producción terminadas a tiempo y completas.

Compromiso a cumplir

El compromiso fundamental que los gerentes enfrentan cuando toman decisiones relacionadas con los almacenes es entre el costo del número, ubicación, capacidad y tipo de instalaciones (eficiencia), y el nivel de capacidad de respuesta que estas instalaciones ofrecen a los clientes de la compañía. Al incrementar el número de instalaciones se incrementan los costos de instalaciones e inventario, pero se reducen los costos de transporte y el tiempo de respuesta. Si se incrementan la flexibilidad o la capacidad de una instalación, se incrementa el costo de las instalaciones pero se reducen los costos de inventario y el tiempo de respuesta.

Fuente: Carreño-Solis (2017) y Chopra (2022), con adaptación propia

Manejo de materiales y unidades de manipulación

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

Existen varios tipos de unidades de manipulación. Ver **Tabla 3.2.**

Tabla 3.2. Unidades de manipulación

Unidades de manipulación
<p>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. 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.</p>
Contenedor Roll
<p>Los contenedores roll, muy usados en las cadenas de supermercados, las cajas, bandejas, bidones, sacos, etcétera</p>

Fuente: Carreño-Solis (2017), con adaptación propia

Un aspecto básico al 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.

Localización de materiales

La distribución física de los productos dentro de los almacenes, resuelve el problema de la localización de materiales 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.

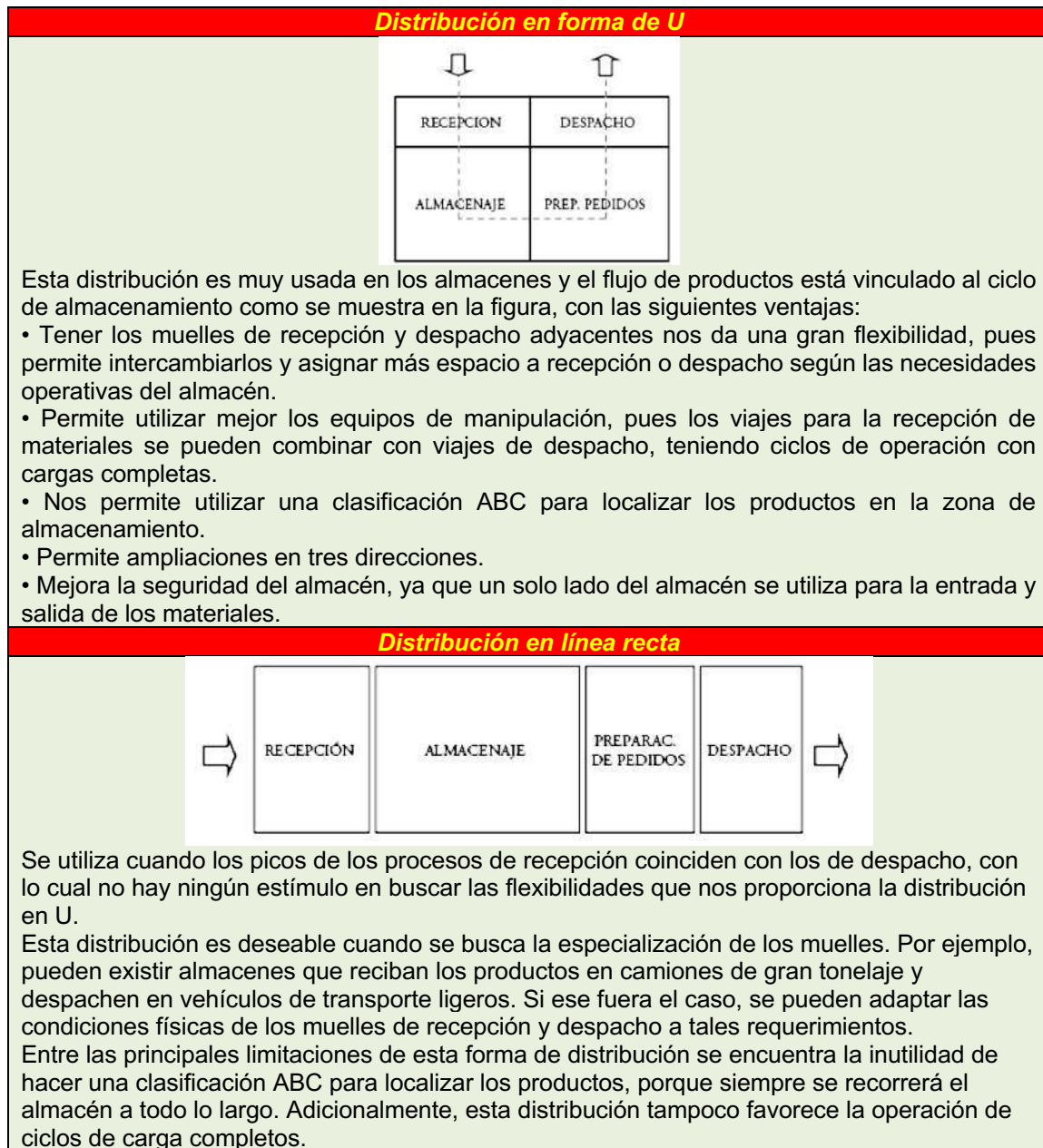
Por otro lado, existen ciertas incompatibilidades en los productos que impiden su almacenamiento uno cerca del otro. Por ejemplo, balones de gasolina no pueden ser almacenados al costado de balones de oxígeno, debido al alto riesgo de incendios. Del mismo modo, los desinfectantes no pueden ser almacenados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

A fin de realizar una mejor ubicación y localización de los materiales, es importante contar con un **layout** del almacén, con 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.

Así, se sugieren **2 layout** básicos en la **Tabla 3.3**.

Tabla 3.3. Layouts básicos



Fuente: Frazelle y Sojo-Quirós (2007), con adaptación propia

Flujos 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.

Códigos de identificación

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 existen 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.

Códigos de barras

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 barras son una herramienta importante en la actividad diaria del almacén pues permiten identificar artículos y registrar información sin errores y a grandes velocidades. 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, con las siguientes ventajas:

- 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.

Ventajas de los códigos de barras

Entre todas las primeras justificaciones de la implantación del código de barras se encontraron la necesidad de agilizar la lectura de los artículos en las

cajas y la de evitar errores de digitación. Otras ventajas que se pueden destacar de este sistema son:

- Agilidad en etiquetar precios, pues no es necesario hacerlo sobre el artículo, sino simplemente en el lineal.
- Rápido control del stock de mercancías.
- Estadísticas comerciales. El código de barras permite conocer las referencias vendidas en cada momento pudiendo extraer conclusiones de mercadotecnia.
- El consumidor obtiene una relación de artículos en el tique de compra lo que permite su comprobación y eventual reclamación.
- Se imprime a bajos costos.
- Posee porcentajes muy bajos de error.
- Permite capturar rápidamente los datos.
- Los equipos de lectura e impresión de código de barras son flexibles y fáciles de conectar e instalar.
- Permite automatizar el registro y seguimiento de los productos.

La información se procesa y almacena con base en un sistema digital binario donde todo se resume a sucesiones de unos y ceros. La memoria y central de decisiones lógicas es un computador electrónico del tipo universal, disponible ya en muchas empresas comerciales y generalmente compatible con las distintas marcas y modelos de preferencia en cada país. Estos equipos permiten también interconectar entre sí distintas sucursales o distribuidores centralizando toda la información. Ahora el distribuidor puede conocer mejor los parámetros dinámicos de sus circuitos comerciales, permitiéndole mejorar el rendimiento y las tomas de decisiones, ya que conocerá con exactitud y al instante toda la información proveniente de las bocas de venta estén o no en su casa central. Conoce los tiempos de permanencia de depósito de cada producto y los días y horas en que los consumidores realizan sus rutinas de compras, pudiendo entonces decidir en qué momento debe presentar ofertas, de qué productos y a qué precios.

Entre las pocas desventajas que se le atribuyen se encuentra la imposibilidad de recordar el precio del producto una vez apartado del lineal. También hay que aclarar que el código **QR** no es un código de barras propiamente, sus métodos de lectura se diferencian y claramente los **QR** no son barras. Se incluyen aquí por ser utilizados para el mismo fin que los códigos de barras.

Estándares mundiales de los códigos de barras

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. 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.

Existen niveles que corresponden 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. 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**. Ver **Tabla 3.4**.

Tabla 3.4. Niveles de codificación estándar EAN en unidades de consumo

Código EAN13
<p>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.</p> <p>La estructura del código es la siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Código de país. Los tres primeros dígitos de la izquierda: en el caso México, el código es 750 (http://www.actives.net/resources/PERFIJOSBARRAS.pdf) • 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.
Código EAN 8
<p>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.</p> <p>El código EAN 8 tiene la siguiente estructura:</p> <p>Código de país: 3 dígitos Código de producto: 4 dígitos Dígito verificador: 1 dígito</p>

Fuente: Recopilación y adaptación propia

También se consideran 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**. Ver **Tabla 3.5**.

Tabla 3.5. Niveles de codificación estándar EAN en unidades de empaque

Código EAN 14
<p>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,</p>

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.

Fuente: Recopilación y adaptación propia

Sistemas RFID / EPC

Los sistemas de identificación por medio de **RFID** (*Radio Frequency Identification*) 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 aliadas o no.

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:

- a. 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.
- b. Las antenas del equipo **RFID** activan cada uno de los tag recogiendo la información contenida en cada uno de ellos.
- c. Al igual que los códigos **EAN**, los códigos **EPC** (*Electronic Product Code*) 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.

Smartcodes o Códigos 2D

Tecnología que permite el acceso a un sitio móvil mediante el uso de la cámara de fotos del celular. Se le saca una foto a un código 2D para escanearlo y se accede en forma automática a un sitio móvil. Requiere de una aplicación instalada en el celular, que actúa de reader. Permiten, entre otros:

- Acceder a un sitio móvil.
- Descargar un contenido.
- Mostrar un contenido codificado. Tipo de códigos 2D:
 - QR-Codes: Contiene mucha información, pero requiere mejor cámara y celular. Uso libre,irrestricto.
 - Semacodes: similar a QR-Codes pero propietario.
 - Shotcodes: contiene menos información pero es más fácil de procesar. Generalmente sólo envía una URL. Es propietario.

Tipos de Smartcodes



Ciclos de almacenamiento

En los productos, consta de las siguientes etapas: *recepción, almacenamiento, preparación de pedidos, despacho, control de stocks*

Recepción

Se basan en:

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.

8. 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.

Una plataforma **cross dock**, por ejemplo, en cadenas de supermercados, suponen el siguiente proceso:

1. Los supermercados se abastecen de varios proveedores de abarrotes y envían los productos a las tiendas de la cadena
2. Inician previamente operaciones, 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.
3. Los archivos son lógicos con el detalle de todas las unidades logísticas enviadas, su contenido y los respectivos códigos de barra asociados. El 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.
4. Asimismo, cuando la mencionada plataforma inició operaciones tiempo atrás, se acordó con los proveedores el uso de unidades logísticas estándar y su intercambio.
5. 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 llevárselo de regreso, sino que recibe un **pallet** estándar vacío equivalente, **del stock de pallets de la plataforma**.
6. 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.
7. 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 récord de precisión en los envíos. Así, cuando se recibe la mercadería del **proveedor 1** 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.

8. Una vez llegado el día y la hora programados para la entrega, el transporte 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.
9. 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.
10. 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.

Almacenamiento

Tiene inicio una vez que los materiales se colocan en una ubicación del almacén y concluye cuando se inicia la preparación de pedidos. La actividad se orienta a guardar y preservar los materiales, resguardándolos a fin de entregarlos en condiciones óptimas. Se distinguen dos sistemas para almacenamiento, así como dos métodos de ubicación, como se muestra en la **Tabla 3.6**.

Tabla 3.6. Sistemas de almacenamiento

Almacenamiento en bloque
<p>Generalmente pallets, cajas o sacos, como unidades logísticas, se apilan unas encima de otras. La altura del apilamiento está en función de la resistencia de la unidad logística. Las ventajas de este almacenamiento, se relacionan con sus bajos costos y los niveles de densidad altos de almacenamiento que se pueden alcanzar. Una desventaja principal es que no todos los materiales pueden ser apilables por lo que hay riesgo de daños, así como falta de estabilidad de la carga limitando el apilado en su altura.</p>
Almacenamiento por estantes
<p>Los estantes, generalmente son de madera o metálicos, sirviendo a la colocación de las unidades logísticas, con lo que no es necesario el apilamiento, como el almacenamiento en bloque. El uso de dichas estructuras permite aprovechar las alturas para el almacenamiento. Los tipos de estantes, son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para pallets • Para cargas ligeras • Para cargas largas: cantilever

Fuente: Carreño-Solis (2017) con adaptación propia

Al ser definido el sistema de almacenamiento, se debe establecer el método para ubicar los materiales. Ver **Tabla 3.6**.

Tabla 3.6. Métodos de ubicación de materiales

Ubicación fija
<p>Aquí se asigna a cada material un número fijo de estantes o una zona determinada. Es muy muy simple y es altamente utilizado en almacenes con poca variedad de materiales; en casos extremos, no requiere ningún código formal de la ubicación. Se debe tener cuidado al momento de asignar el tamaño del espacio físico de almacenamiento de cada material, ya que puede resultar insuficiente en las épocas de alto stock, o más que suficiente en las épocas de bajo stock.</p>
Ubicación aleatoria o caótica
<p>Aquí se almacenan los materiales en cualquier zona libre dentro del almacén. El método produce una mejor utilización del espacio que el anterior, pero depende de la utilización de un código de ubicación para el estante o zona que permita la rápida localización y acceso de los materiales para su despacho. Es frecuente su uso en los sistemas automatizados de almacenamiento y preparación de pedidos, en los que la principal restricción está en el espacio disponible de almacenamiento.</p>

Fuente: Carreño-Solis (2017), con adaptación propia

Despacho

Describe la entrega de los materiales a los transportistas, por medio de una orden, nota de entrega o vale de salida, como el comprobante de la entrega

efectuada. La **técnica del control ciego** verifica la precisión con que se ha realizado la preparación de pedidos y 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 el proceso de verificación, son confrontados los resultados tanto del conteo del transportista vs. el pedido del cliente. Las posibles diferencias se verifican y corrigen en el momento.

Control de stocks

Es la actividad que se basa en la verificación física de los productos realizada durante todo el ciclo de almacenamiento, desde la recepción hasta el despacho.

Esta etapa es importante ya que mantiene la exactitud de registros del kárdex del almacén, haciendo una eficiente renovación de los inventarios, facilitando el surtido de los pedidos y minimizando los costos de pérdidas del almacén. Los aspectos a verificar en el control de stocks son:

- Tipo de producto,
- Cantidad del mismo (unidades, peso, volumen, entre otros),
- 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*. Ver **Tabla 3.7**.

Tabla 3.7. Tipos de control de stocks o toma de inventarios

Toma masiva de inventarios
Se ejecuta a todos los productos almacenados, al menos una vez al año, coincidiendo con el cierre del ejercicio contable anual. Es una actividad compleja, debido al gran volumen de productos a contar, requiriendo 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 realizarlo, se sugiere:

1. 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.
2. Se debe verificar que los materiales se encuentren en sus ubicaciones respectivas y evitar tener un mismo material, con el mismo código, en varios lugares del almacén.
3. Las tarjetas de identificación de los materiales deben estar completas y legibles.
4. 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.
5. Es posible requerir la participación de personal adicional para cumplir con el objetivo de contar la totalidad de los productos almacenados, con capacitación previa.
6. 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.
7. De existir diferencias, un tercer equipo, dirigido por el responsable de la toma de inventario, establecerá la cantidad definitiva de mercancías.

Toma cíclica de inventarios

Aquí, 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. Su organización requiere apoyo 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.*

Fuente: Carreño-Solis (2017) con adaptación propia

Estantes para almacenamiento

Al escoger el tipo de estantería a usar se deben seleccionar entre dos modelos distintos: **el modelo frontal y el de acumulación**, siendo los criterios de selección, relacionados principalmente con:

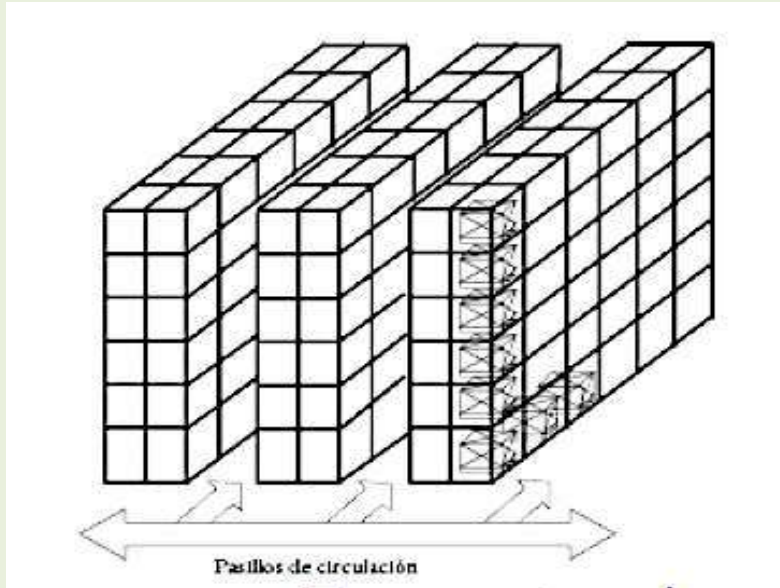
- La variedad de artículos a almacenar
- La cantidad a almacenar por cada tipo de artículo
- Las reglas para el flujo de salida de los productos

Ver **Tabla 3.8**.

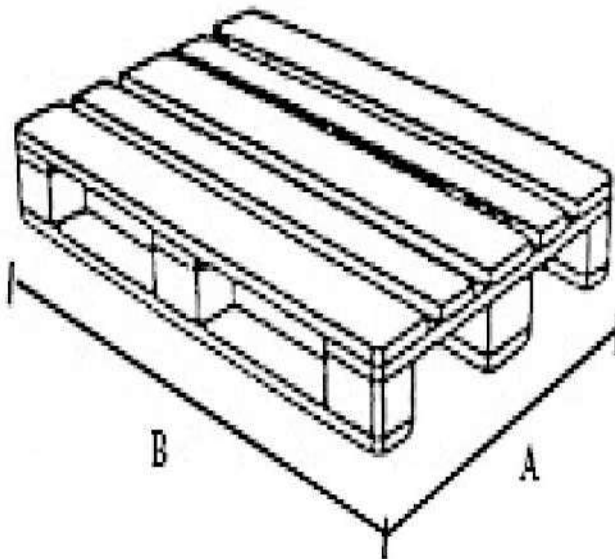
Tabla 3.8. Estantes para pallets

Estantes frontales o selectivos

Son estantes 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.

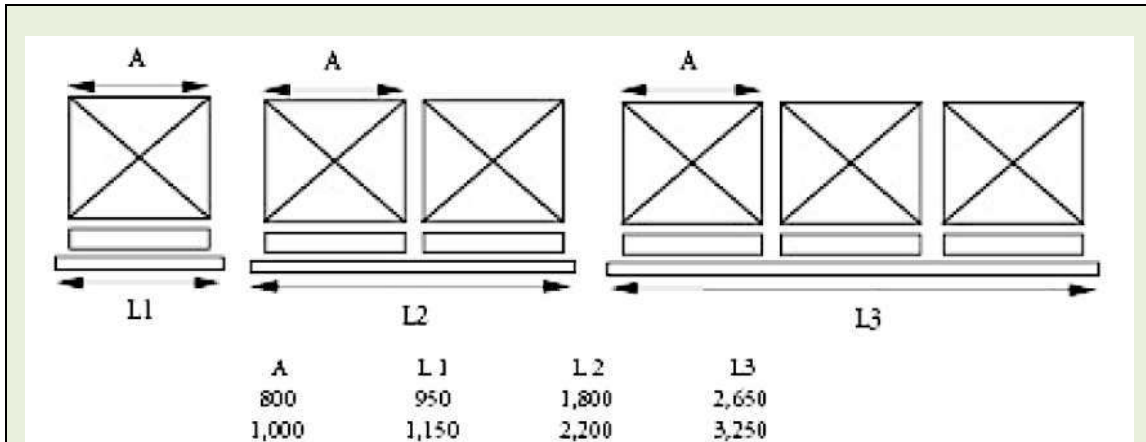


Dependiendo del tipo de **pallet** utilizado y la cantidad de **pallets** a almacenar por estante, se sugieren las siguientes longitudes mínimas del larguero del estante (Mauleón, 2003)



Longitud del pallet (mm)

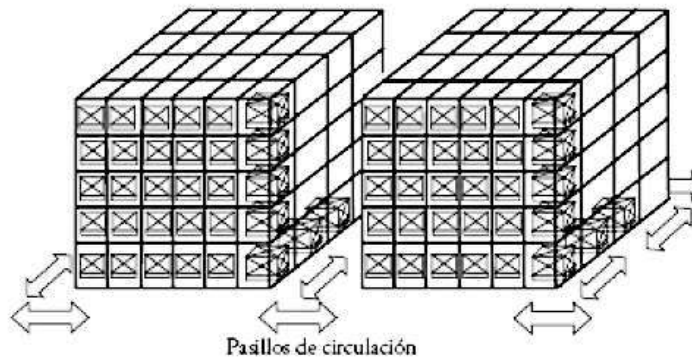
A	B
800	1,000
800	1,200
1,000	1,200



Este tipo de estantes se adaptan a cualquier regla de salida de mercaderías, ya sea **FIFO**, **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.

Estantes de acumulación o drive in

Parten de estantes de una profundidad mayor a la simple, permitiendo un mejor aprovechamiento del espacio que el de tipo selectivo. La destinación de espacios para los pasillos de circulación, es mucho menor al del tipo selectivo. Otra diferencia importante en este tipo de estantes con respecto al modelo anterior está en que este tipo no exhibe todos los pallets a la vez



En este caso, se requiere:

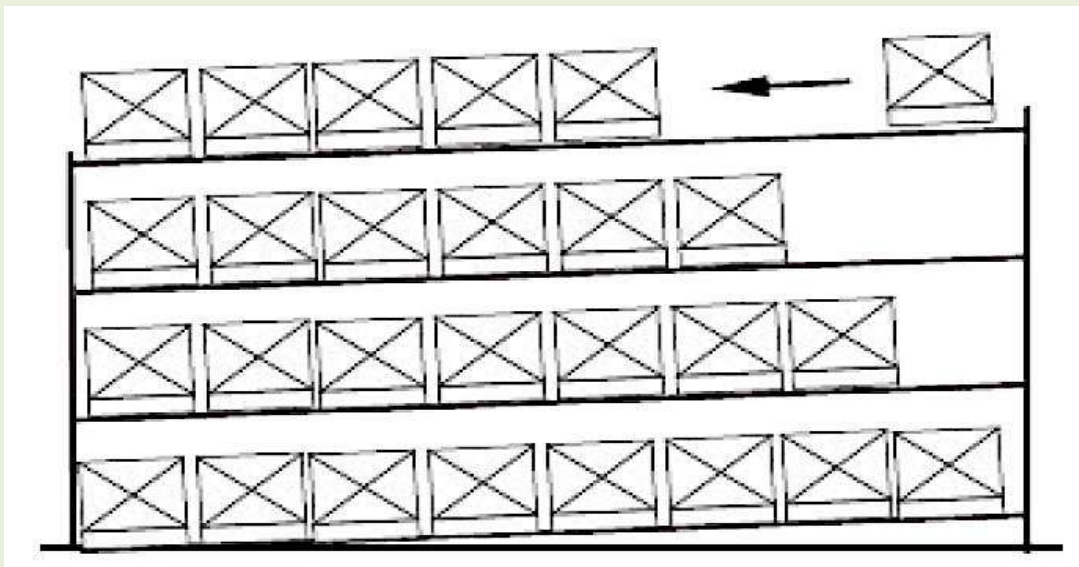
- Que el operario de montacargas entre dentro de la misma, por un solo lado del pasillo de circulación, y vaya colocando o retirando los **pallets**.
- Para retirar el **pallet** que está más al fondo de la estantería es necesario retirar todos los pallets que están delante.
- Por ello, respetar el **LIFO** 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.

e. 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**.

En el diseño de estanterías, el **concepto de frontalidad** 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.

Estanterías de acumulación dinámica por gravedad

Esta categoría de estantes permite que los **pallets** se desplacen 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.



Estantes de cargas ligeras por armario móvil

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 estantes puede lograr una gran utilización de los espacios, con la **desventaja** de elevar los tiempos de operación debido al movimiento de los estantes. Es muy usado en archivos de documentos o bibliotecas.

Estantes de cargas ligeras por ángulos ranurados

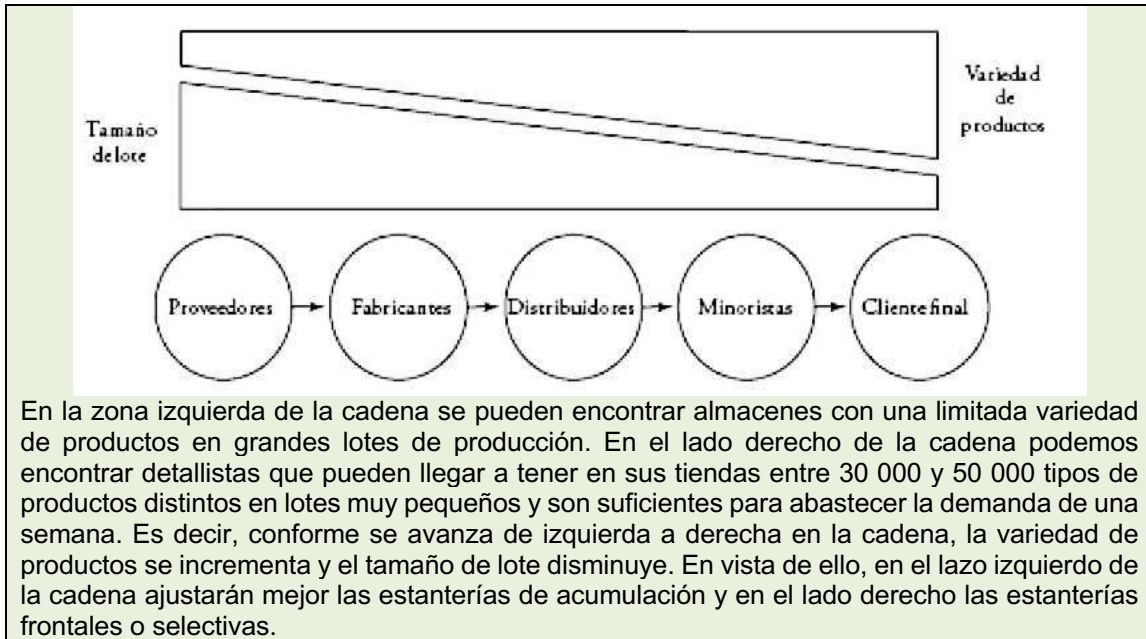
Estantes que almacenan productos pequeños y de poco peso, muy utilizadas en talleres, ferreterías, almacenes de productos para autos y comercios, entre otros. Una de sus principales ventajas es su fácil montaje.

Estantes 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.

Estantes en la cadena de suministro

Se basan en *frontalidad y acumulación*. El **concepto de frontalidad** se ajusta 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.



Fuente: Carreño-Solis (2017) con adaptación propia

Equipos de manipulación

Se tienen de dos tipos: transportadores de **pallets** y **carretillas o montacargas**. Ver **Tabla 3.9**.

Tabla 3.9. Equipos de manipulación

Transportadores de pallets
<p>Para el desplazamiento horizontal de los pallets, se utilizan equipos con una capacidad que va de una a tres toneladas clasificándose en dos tipos: manuales y eléctricos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>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 para realizar con mayor precisión y facilidad el acomodo de las cargas en lugares estrechos. Estos transportadores pueden llevar al operador a bordo o no, sentado o de pie en una pequeña plataforma, mirando de costado la carga, lo cual facilita el cambio de marcha de adelante hacia atrás, muy constante en los almacenes.</p>
Carretillas o montacargas
<p>Es el equipo más usado en los almacenes permitiendo el desplazamiento horizontal y vertical de pallets, los cuales son cargados por horquillas y/o adaptados con bobinas o prensas, según el tipo de producto a manipular. El mástil de la carretilla es el elemento sobre el cual descansan</p>

las horquillas y posibilitan el desplazamiento vertical de la carga. Las carretillas pueden tener tres o cuatro ruedas ya que cuando trabajan dentro del almacén tienen tres ruedas siendo 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. De acuerdo a la altura que alcanzan, se clasifican en:

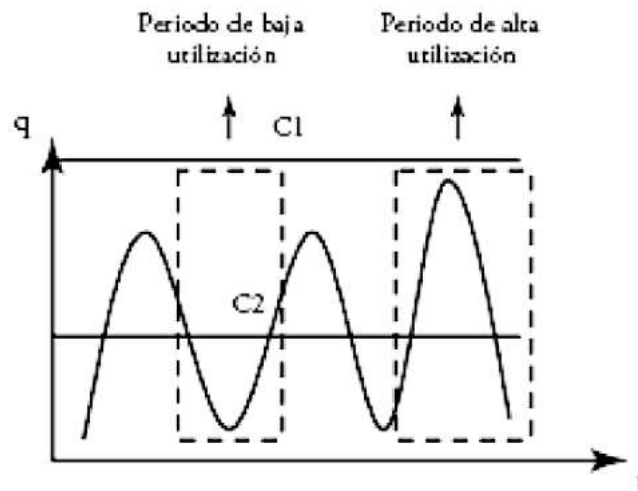
- **Carretillas contrabalanceadas.** Tienen un contrapeso en la parte posterior que sirve para balancear la carga cuando esta se eleva. Pueden alcanzar alturas de hasta **seis metros**.
- **Carretillas mástil retráctil.** Tienen un mástil que se va desplegando a medida que las horquillas van ganando altura, llegando hasta los **doce metros**.
- **Carretillas con horquillas tridireccionales.** 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**.

Fuente: Carreño-Solis (2017) con adaptación propia

Calculando la capacidad del almacén

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. Cuando se tienen altas fluctuaciones, la determinación de la capacidad se complica, pues si la capacidad es como **C1**, según la siguiente figura, tendremos periodos de alta utilización y periodos de muy baja utilización, con los consiguientes sobrecostos que esto significa. 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 3.1**, lo óptimo es tener una capacidad de almacenamiento con una holgura de **10 a 15%** por encima de las necesidades.

Figura 3.1. Cálculo de capacidades



Fuente: Carreño-Solis (2017), con adaptación propia

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 con 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.

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.

Sistemas de gestión de almacenes (WMS. Warehouse Management System)

Estos sistemas permiten gestionar los recursos de un almacén de manera eficiente, como se muestra en la **Tabla 3.10**.

Tabla 3.10. Funciones de gestión de un WMS

Gestión de las entradas de productos
El uso de los códigos de barras agiliza el proceso de recepción y elimina los problemas derivados de una deficiente identificación de los productos apoyado por el conocimiento anticipado de los ingresos de productos para la planificación adecuada de las operaciones del área de recepción con el WMS . Este va asignando a los operadores, según la disponibilidad de estos, las labores de recepción y una vez que estas terminan, asigna una localización de almacenamiento a los productos para luego disponer su traslado 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.
Gestión del almacenamiento
Asignar las zonas de almacenamiento tiende a ser una actividad crítica en el almacén ya que determina en gran parte la eficiencia en la preparación del pedido. Un WMS asigna localizaciones teniendo en cuenta los principios de localización mencionados siendo el principal requisito, tener identificadas todas las zonas o localizaciones de almacenamiento disponibles, y la actualización de los estados posibles de cada locación como 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.
Gestión de preparación de pedidos
Esta es quizás, la actividad más cara y la que mayores recursos consume particularmente, de mano de obra. El WMS logra alta eficiencia y mejoras en el costo de esta actividad, lo cual justifica su implementación. Es vital priorizar los pedidos, antes de realizar su preparación. No se debe pretender prepararlos pedidos uno por uno conforme van llegando, ni todos a la vez. Es altamente recomendable: <ul style="list-style-type: none"> • Agrupar los pedidos en función a su urgencia o las rutas de transporte diseñadas. • 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. Esto es algunos productos pueden ser pedidos en **pallets** completos, otros pueden ser pedidos en cantidades pequeñas en cajas o **pallets**. Así también, es posible que un mismo pedido contenga productos que se deban extraer de diversas zonas alejadas entre sí; por tanto, su ejecución requiere de la participación de varios operadores.
- Una situación como la anterior, obliga a dividir el pedido en varias partes. El **WMS** realiza esta división para 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 forma que se entregue el pedido preparado totalmente cuando la unidad de transporte llegue al almacén.

Gestión del despacho

El **WMS** asegura que:

- Todos los pedidos se carguen en la misma unidad de transporte y esten agrupados en su zona de muelle para su carga rápida.
- La carga de la unidad requiere que los productos estén organizados en el muelle, a fin de que el 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 los productos.
- El **WMS**, con 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 **TIC** en la gestión de almacenes ha sido decisivo y seguirá siéndolo y debe alinearse con la infraestructura y equipamiento existentes. Los **WMS** automatizan las actividades del ciclo de almacenamiento a fin de hacerlas más eficientes

Fuente: recopilación y adaptación propia

Costos de 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. Ver **Tabla 3.11**.

Tabla 3.11. Costos de almacén

Costo de las instalaciones del almacén
<p>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:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alquiler del local. Los costos de alquiler aparecen si el local es alquilado y varían en función a los m2 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: <b style="text-align: center;">Depreciación = Inversión Inicial / Vida Útil 2. 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. 3. Impuestos municipales, contribuciones, tasas (arbitrios, derechos y licencias). 4. Seguros del local que lo proteja contra siniestros. 5. Gastos varios: luz, agua, teléfono, etc.
Costo estantes de almacenamiento
<p>Se realizan con el fin de mejorar las capacidades de almacenamiento y los costos adicionales para su adecuada conservación. Son similares a los costos de las instalaciones y están relacionados con el alquiler o depreciación, el mantenimiento y la reparación y los costos de seguros.</p>
Costos de equipos de manipulación
<p>Son inversiones que 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.</p>
Costos de personal
<p>Corresponden al personal:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que labora en los almacenes, realizando labores de recepción, almacenamiento, preparación de los pedidos, despacho, control de inventarios, acomodo de mercaderías, embalajes, entre otros. • Se debe distinguir entre el sueldo bruto del empleado y el costo que la empresa asume por el empleado (costo empresa que incluye el sueldo, gratificaciones, aportes diversos del empleador) como el costo del personal. • En general, el costo empresa variará de empresa a empresa, dependiendo de lo que esté dispuesta a asumir por sus empleados.
Costo por mermas, robos y pérdidas en el almacén
<p>Cierta parte de las existencias podrán contaminarse, dañarse, deteriorarse o ser robadas, quedando inservibles y no aptas para la venta en el mantenimiento de los inventarios. Son considerados en esta categoría los costos relacionados con dichas pérdidas y que sean de responsabilidad del almacén.</p>

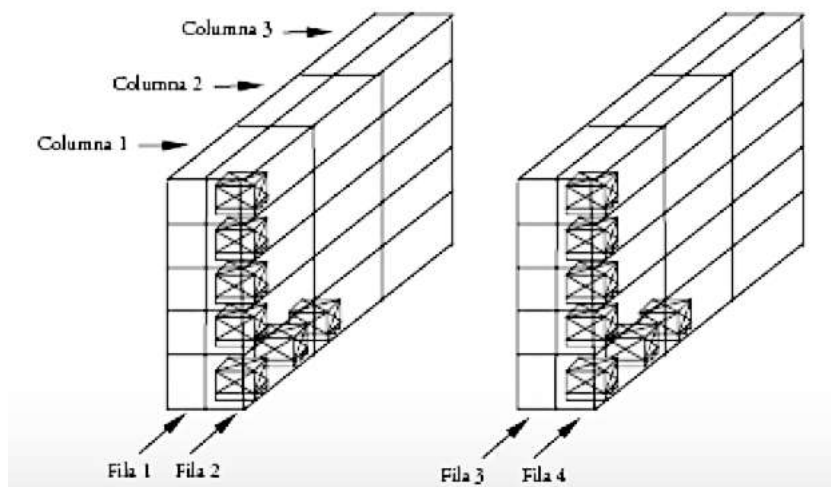
Fuente: Carreño-Solis (2017), con adaptación propia

Ejercicios

A continuación, se muestran algunos problemas para su realización

Problema 1

La gerencia de almacenes de una empresa transnacional que comercializa refacciones automotrices requiere realizar un levantamiento piezas iniciales, y al cabo de tres meses mostrar las mejoras de su gestión. El almacén tiene un área de 60 m de profundidad y 30 m de ancho, equipado con estanterías de tipo selectivo para **pallet** estándar, dispuestos en **10** filas, cada fila con **16** columnas, cada columna con espacio para **2 pallets** y las estanterías con **5** niveles de almacenamiento, tal como se muestra en la siguiente figura.



Los equipos de manipulación incluyen un montacargas de **mástil retráctil para la elevación** de los **pallets** a las estanterías de almacenamiento, un **montacargas contrabalanceado** para el patio de maniobras, **3 transpallets eléctricos** para las operaciones de picking, 3 transpallets manuales para las operaciones de recepción, despacho y movimiento horizontal de pallets y una plataforma abatible.

El sistema de almacenaje es para un stock promedio que utiliza el 70% de la capacidad total, según los cálculos iniciales. Sin embargo, en un recorrido de inspección, 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 las refacciones y afectando las buenas prácticas de almacenamiento. La gerencia de ventas proporcionó información sobre la demanda y rotación de productos estimada para el presente mes. Además, informó que se esperaba que esta se mantuviera estable en los siguientes **6 meses**, tal como se indica en la siguiente tabla , columnas [A], [B], [C], [D]:

[A]	[B]	[C]	[D]	[E]	[F]	[G]	[H]	[I]	[J]	[K]	[L]
Refacción 1	390,422	10	A	Instalaciones – obras civiles (US\$/m2)	250	30	2	Jefe de almacén	1	3,000	4,710
Refacción 2	157,550	10	A	Estanterías (US\$/pallet)	40	20	2	Asistente	1	2,000	3,140
Refacción 3	125,124	10	A	Equipo: mástil retráctil (US\$/equipo)	40,000	10	8	Operario 1	1	1,200	1,884
Refacción 4	27,886	7	B	Equipo: MTC contrabalancado (US\$/equipo)	18,000	10	8	Operario 2	1	800	1,256
Refacción 5	26,270	7	B	Equipo: transpallet eléctrico (US\$/equipo)	6,000	5	8	Operario 3	3	600	2,826
Refacción 6	24,936	7	B	Equipo: transpallet manual (US\$/equipo)	600	3	8	Operario 4	3	600	2,826
Refacción 7	23,887	7	B	Plataformas abatibles	3000	3	3	Operario 5			
Refacción 8	23,625	7	B								
Refacción 9	18,410	3	C								
Refacción 10	13,867	3	C								

Refacción 11	9,960	3	C
Refacción 12	8,813	3	C
Refacción 13	7,428	3	C
Refacción 14	5,236	3	C
Refacción 15	1,834	3	C

Notas:

A. Refacciones; **B.** Ventas mes cajas; **C.** Rotación (mes); **D.** ABC; **E.** Rubro; **F.** Costo USD; **G.** Años depreciación; **H.** % Mantenimiento anual; **I.** Puesto; **J.** No. personas; **K.** Sueldo mensual; **L.** Costo empresa

Donde **ABC** representa la clasificación de Pareto en base a la demanda que había realizado la gerencia de ventas. El departamento de contabilidad informa también sobre los costos de las estanterías y los equipos del almacén.

Ver columnas **[E]**, **[F]**, **[G]**, **[H]**. El costo anual de mantenimiento se calcula como un porcentaje de la inversión inicial. Recursos humanos también informa que el personal operativo de su gerencia registraba **2 horas extras** al día en promedio.

La empresa tiene por política pagar todas las horas extras, pero una de las primeras metas con respecto a dichas horas, es bajarlas a cero. El horario de trabajo del personal operativo es de lunes a sábado de 8 a.m. a 5 p.m. (incluye una hora de refrigerio). Ver columnas **[I]**, **[J]**, **[K]**, **[L]**.

El jefe del almacén informa adicionalmente, que debido al sobre stock existente en el almacén, las labores de **picking** se volvían más tediosas, pues es necesario mover los **pallets** para poder retirar productos que estaban detrás de otros. Además, el sobre stock también ha originado que un mismo producto se encontrara en muchas ubicaciones. Todo esto explica por qué los operarios no se daban abasto y la constante recurrencia a las horas extras. En una revisión al archivo documentario del almacén se observa que faltan manuales de procedimiento, así como de funciones, registros de horas extras actualizados, las guías de remisión no estaban ordenadas y el sistema está desactualizado. Se han

solicitado los datos de la **paletización del almacén (# de cajas/pallet)**, los cuales 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 informa que el costo del **pallet** promedio almacenado es de:

Pallet de categoría A: 3000 USD

Pallet de categoría B: 2000 USD

Pallet de categoría C: 1000 USD

De esta forma,

- a. Calcule la capacidad del almacén y el porcentaje de utilización medido como inventario promedio mensual sobre la capacidad del almacén.
- b. Halle la estructura de costos mensual del almacén.
- c. Halle el costo promedio del stock almacenado. ¿Qué % son los costos de almacenamiento del costo del stock almacenado?
- d. Elabore brevemente un plan de acción para mejorar la situación de los almacenes.

Solución

Parte a:

Con base a lo expuesto, se infiere que la capacidad del almacén es el producto de: número de filas * (número de columnas * 2) * el número de niveles. Es decir: $10 * (16 * 2) * 5 = 1,600$ pallets.

Para el cálculo del inventario promedio considerar que este es igual a la venta dividida entre la rotación. Con esta base, deberá calcular el inventario promedio que es de **2,030 pallets**. Finalmente, la utilización del almacén será: $2,030/1,600 = 1.27$. Se puede observar claramente que existe una sobre

utilización del almacén coincidente con las observaciones del gerente de almacenes.

Parte b:

La estructura de costos se presenta como sigue:

Estructura de costos	USD/mes
Costo de instalaciones	
Depreciación	1,250
Mantenimiento	750
Costos de infraestructura de almacenamiento	
Estanterías – depreciación	267
Estanterías – mantenimiento	107
Costos de equipos de manipulación	
Depreciación	
- Mástil retráctil	333.3
- MTC contrabalanceado	150
- Transpallet eléctrico	300
- Transpallet manual	50
-Plataformas abatibles	83.3
Mantenimiento	
- Mástil retráctil	266,70
- MTC contrabalanceado	120,00
- Transpallet eléctrico	120,00
- Transpallet manual	12
- Plataformas abatibles	7.5
Costo personal	
- Costo empresa personal	5,043
- Costo empresa horas extras	666
Costos toales (USD/Mes)	9,525

Parte c:

El stock promedio valorizado corresponde a: inventario promedio en **pallets * costo** del pallet. Realizando los cálculos dicho valor es de **4'635,165 USD**.El porcentaje que representan los costos del almacén del stock promedio valorizado es **9,525/4,635 165 = 0.21%**

Problema 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, 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. Ver columnas [A] y [B].

Semanas del mes	%Pedidos
Semana 1	10
Semana 2	10
Semana 3	30
Semana 4	50

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 * **6** días/semana). Para cubrir las **85,000** unidades que en promedio sedespachaban al mes, debía firmar vales de horas extras, las cuales les costaban a la empresa un **25%** más por las **2** 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 m²**. 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 **4** 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 **30** años y los montacargas tenían **4** años de antigüedad (el periodo de depreciación de los montacargas era de **10** 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 planeación había definido un inventario de seguridad de diez días de venta (en base a una venta promedio diaria de **3,500** cajas), siendo el inventario promedio diario diferente entre cada una de las semanas, pues variaba con las ventas y la producción de la fábrica. Por política de la empresa el inventario al inicio de cada mes era igual al stock de seguridad. Los ingresos de stock al almacén (producción) se pueden ver en la siguiente tabla .

Semanas del mes	Ingresos de stock (producción en unidades)
Semana 1	15,000
Semana 2	15,000
Semana 3	15,000
Semana 4	40,000

Los costos del almacén

Enzo percibía un sueldo de **5,000** USD al mes, cada uno de los dos supervisores recibía **2,500** USD por mes, los operarios recibían **660** USD 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 **2000** USD por mes. Los gastos de mantenimiento anual de los montacargas ascendían a **8%** del valor de su inversión (que fue de **30,000** USD cada uno), el mantenimiento de las instalaciones del almacén a **5,700** por mes y la depreciación del sistema de información utilizado en el almacén era de **300** USD mensuales.

El costo del inventario era de **200** por caja y el costo del capital de la empresa era de **15%** al año en dólares. El tipo de cambio era de **3** por USD.

Asimismo, los daños producidos a las mercancías por mala manipulación de las mismas ascendían a **5,000** al mes. El costo anual del seguro de la mercadería ascendía a **2%** del valor del inventario promedio almacenado.

Preguntas:

- a. Calcular la capacidad del almacén.
- b. Calcular el stock del almacén al final de cada una de las cuatro semanas y la cobertura de dicho stock final. Se entiende por cobertura el cociente de stock/demanda promedio.
- c. Calcule la utilización de la capacidad de despacho del almacén en cada una de las cuatro semanas.

Solución

La solución se muestra en las siguientes tablas

a. Cálculo de la capacidad del almacén en pallets.

Medidas del pallet estándar	
Largo	1.2 m
Ancho	1.00 m
Considerando los espacios entre pallets	
Largo	1.25 m
Ancho	1.05 m
Área	1.313 m ²
Área de almacenamiento	600 m ²
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

b. Cálculo del stock y la cobertura

Usando la ecuación de ajuste de inventario, se tiene:

Semana	Inventario inicial	Producción	Ventas	Inventario final (cajas)	Cobertura (días)
1	35,000	15,000	8,500	41,500	4.88
2	41,500	15,000	8,500	48,000	5.70
3	48,000	15,000	25,500	37,500	1.47
4	37,500	40,000	42,500	35,000	0.82

c. Cálculo de la utilización de la capacidad de despacho del almacén

Número de horas/día	8	Horas/día
Días/semana	6	Días/semana
Semanas/mes	4	Semanas/mes
Rendimiento por operario	227	Unidades/operario día
No. De operarios	19	Operarios
Capacidad de despacho	4313	Unidades/día

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Unidades a despachar/semana	8,500	8,500	8,500	42,500
Unidades a despachar/día	1,417	1,417	4,250	7,083
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%

Como se aprecia, el stock al final de la 3a. semana es casi igual a a la capacidad del almacén y al final de la 4a semana, supera dicha capacidad.

Problema 3

Siguiendo a Ibarra (2021) sobre el problema de desalojar diferentes tipos de residuos, los cuales son: orgánico, PET, Aluminio, Cartón y papel, Sanitario y Otros inorgánicos.

Pregunta. Para el caso de tipo orgánico, se requiere conocer el número de contenedores necesarios tomando en cuenta superficie de almacenamiento y costos mínimos, de acuerdo a la siguiente tabla. Resolver usando el complemento de **Solver de Excel** (ver Anexo 1 para su activación).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Ejercicio de optimización de almacenamiento, considerando costo y superficie de almacenamiento mínimas						
2							
3		Tipo de residuo	Volume de almacenamiento (m ³)	\$ por ventas			
4							
5		Orgánico	6.450				
6		PET	17.052	\$ 16,380.00			
7		Aluminio	5.542	\$ 41,932.80			
8		Cartón y papel	20.780	\$ 14,742.00			
9		Sanitario	9.236				
10		Otros inorgánicos	8.565				

Por otro lado, se tienen los datos técnicos de cada modelo de contenedor tales como el volumen de almacenamiento, dimensiones (largo y ancho en m.), cálculo de la superficie ocupada en m² y costo de los mismos.

Característica de los contenedores						
	Modelo	Volume de almacenamiento (m ³)	Dimensiones en la base		Superficie ocupada (m ²)	Costo (\$)
			Largo (m)	Ancho (m)		
17	https://articulo	C1	1.100	1.23	1.09	\$ 11,399.00
18	https://articulo	C2	0.660	1.25	0.79	\$ 7,259.00
19	https://articulo	C3	0.120	0.68	0.58	\$ 1,619.00
20	https://articulo	C4	0.060	0.48	0.42	\$ 579.00

Paso 1. Preparación de la tabla de **Excel** donde **Solver** generará las soluciones Para lograrlo, será necesario hacer el planteamiento por tipo de residuo (en este ejemplo el orgánico) así como minimizando tanto costos como minimizando superficie.

- a. Para el caso de **minimización de costos**, se requerirá abrir la **columna F # de contenedores** y **columna G Vol. Total (m³)** las cuales son las columnas en las que se generarán las soluciones por parte de **Solver**.
- b. Realizar lo mismo para el caso de **minimización de superficie de almacenamiento**.

Solución propuesta para residuos ORGÁNICOS minimizando COSTOS:								
Modelo	Almacenamiento individual (m ³)	Superficie individual (m ²)	Costo individual	# de contenedores	Vol. total (m ³)	Superficie total (m ²)	Costo total (\$)	
C1	1.1	1.341	\$ 11,399.00	1	1.100	1.341	\$ 11,399.00	
C2	0.66	0.988	\$ 7,259.00	1	0.66	0.988	\$ 7,259.00	
C3	0.12	0.394	\$ 1,619.00	1	0.120	0.394	\$ 1,619.00	
C4	0.06	0.202	\$ 579.00	1	0.060	0.202	\$ 579.00	
				Σ=	4	1.94	2.9242	\$ 20,856.00
					Vol. Objetivo=	6.450		
Solución propuesta para residuos ORGÁNICOS minimizando SUPERFICIE DE ALMACENAMIENTO:								
Modelo	Almacenamiento individual (m ³)	Superficie individual (m ²)	Costo individual	# de contenedores	Vol. total (m ³)	Superficie total (m ²)	Costo total (\$)	
C1	1.100	1.341	\$ 11,399.00	6	6.600	8.044	\$ 68,394.00	
C2	0.660	0.988	\$ 7,259.00	0	-	-	\$ -	
C3	0.120	0.394	\$ 1,619.00	0	-	-	\$ -	
C4	0.060	0.202	\$ 579.00	0	-	-	\$ -	
				Σ=	6	6.6	8.044	\$ 68,394.00
					Vol. Objetivo=	6.450		

Paso 2. Activación de **Solver** mediante la barra de herramientas **Datos**, fijando:

- a. Establecer objetivo: **\$I\$33**
- b. Selección minimizar: **Min**
- c. Cambiando las celdas de variables: **\$F\$28:\$F\$31**

Considerando un almacenamiento separado, se realiza el análisis para cada tipo de residuos

Solución propuesta para residuos ORGÁNICOS minimizando COSTOS:								
Modelo	Almacenamiento individual (m ³)	Superficie individual (m ²)	Costo individual	# de contenedores	Vol. total (m ³)	Superficie total (m ²)	Costo total (\$)	
C1	1.1	1.341	\$ 11,399.00	1	1.100	1.341	\$ 11,399.00	
C2	0.66	0.988	\$ 7,259.00	1	0.66	0.988	\$ 7,259.00	
C3	0.12	0.394	\$ 1,619.00	1	0.120	0.394	\$ 1,619.00	
C4	0.06	0.202	\$ 579.00	1	0.060	0.202	\$ 579.00	
				Σ=	4	1.94	2.9242	\$ 20,856.00
					Vol. Objetivo=	6.450		

Solución propuesta para residuos ORGÁNICOS minimizando SUPERFICIE DE ALMACENAMIENTO:								
Modelo	Almacenamiento individual (m ³)	Superficie individual (m ²)	Costo individual	# de contenedores	Vol. total (m ³)	Superficie total (m ²)	Costo total (\$)	
C1	1.100	1.341	\$ 11,399.00	6	6.600	8.044	\$ 68,394.00	
C2	0.660	0.988	\$ 7,259.00	0	-	-	\$ -	
C3	0.120	0.394	\$ 1,619.00	0	-	-	\$ -	
C4	0.060	0.202	\$ 579.00	0	-	-	\$ -	
				Σ=	6	6.6	8.044	\$ 68,394.00
					Vol. Objetivo=	6.450		

Parámetros de Solver

Establecer objetivo: \$G\$33

Para: Máx Mín Mayor de

Cambiando las celdas de variables: \$F\$12:\$F\$13

Sujeto a las restricciones:

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución: GRG No lineal

Método de resolución: Seleccione el motor GRG No lineal para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Botones: Agregar, Cambiar, Eliminar, Restablecer todo, Cargar/Guardar, Resolver, Cerrar.

d. Se fijan las restricciones. Oprimir **Agregar**.

e. En nuestro caso la celda **Vol. Total (m³)** (**\$G\$33**) deberá ser **>=** a la celda **Vol. Objetivo** (**\$G\$34**).

Considerando un almacenamiento separado, se realiza el análisis para cada tipo de residuos

Solución propuesta para residuos ORGÁNICOS minimizando COSTOS:								
Modelo	Almacenamiento individual (m ³)	Superficie individual (m ²)	Costo individual	# de contenedores	Vol. total (m ³)	Superficie total (m ²)	Costo total (\$)	
C1	1.1	1.341	\$ 11,399.00	1	1.100	1.341	\$ 11,399.00	
C2	0.66	0.988	\$ 7,259.00	1	0.66	0.988	\$ 7,259.00	
C3	0.12	0.394	\$ 1,619.00	1	0.120	0.394	\$ 1,619.00	
C4	0.06	0.202	\$ 579.00	1	0.060	0.202	\$ 579.00	
				Σ=	4	1.94	2.9242	\$ 20,856.00
					Vol. Objetivo=	6.450		

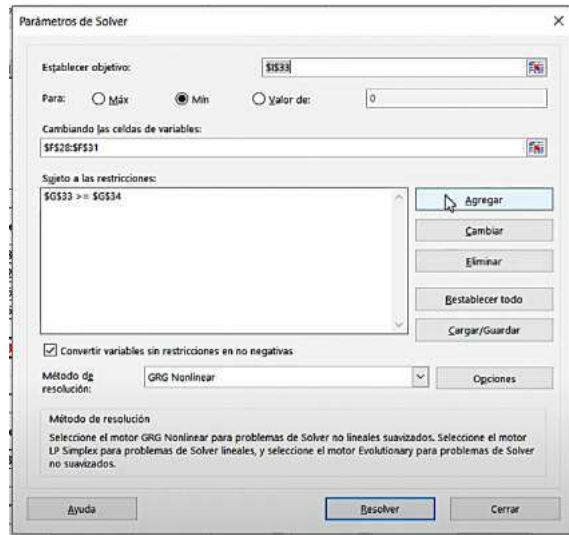
Agregar restricción

Referencia de celda: \$G\$33

Restricción: >= \$G\$34

Botones: Aceptar, Agregar, Cancelar.

f. Se vuelve a mostrar cuadro de diálogo de **Solver** y se oprime **Agregar** para adicionar más restricciones.

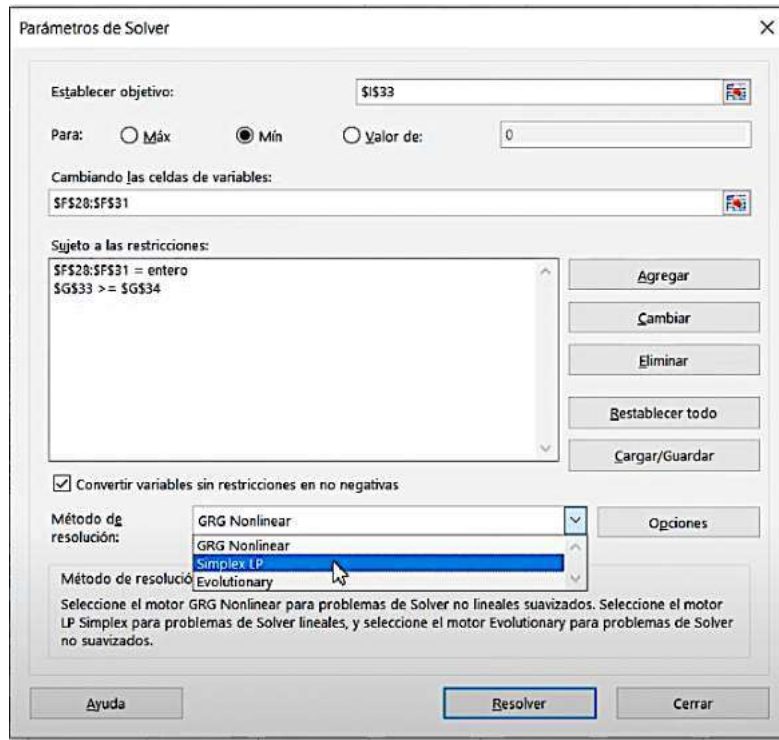


- g. Otra restricción a considerar es que los resultados de cantidad de contenedores sea en números enteros, es decir, no se acepten soluciones fraccionadas. En nuestro caso, se marcan las celdas **\$F\$28:\$F\$31** como **entero**. Oprimir **Aceptar**.

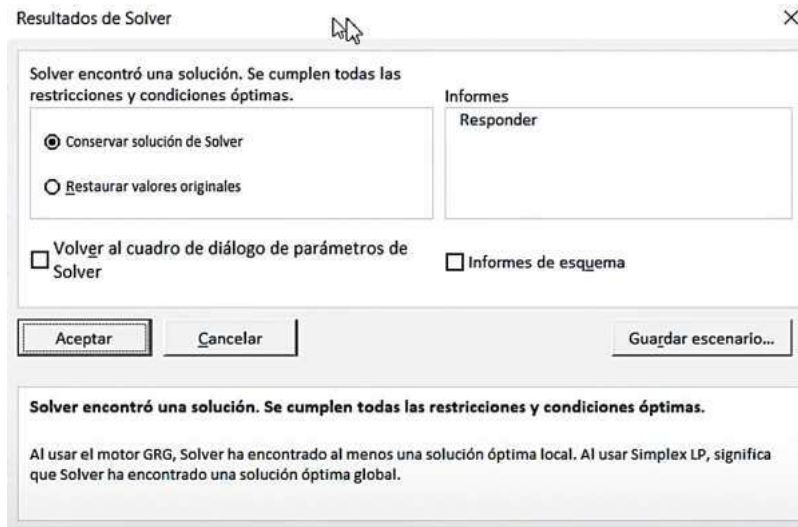
Modelo	Almacenamiento individual (m ²)	Superficie individual (m ²)	Costo individual	# de contenedores	Vol. total (m ³)	Superficie total (m ²)	Costo total (\$)	
C1	1.1	1.341	\$ 11,399.00	1	1.100	1.341	\$ 11,399.00	
C2	0.66	0.988	\$ 7,259.00	1	0.66	0.988	\$ 7,259.00	
C3	0.12	0.394	\$ 1,619.00	1	0.120	0.394	\$ 1,619.00	
C4	0.06	0.202	\$ 579.00	1	0.060	0.202	\$ 579.00	
				=	4	1.94	2.9242	\$ 20,856.00
				Vol. Objetivo=	6.450			



- h. Finalmente, para evitar resultados con números negativos, se marca la opción **Convertir variables sin restricciones en no negativas** y el **Método de resolución: Simplex LP**. Oprimir **Resolver**.



- i. Aparecerá cuadro de diálogo **Solver** indicando la generación de resultados depositados en la tabla de **Excel**. Oprimir **Aceptar**



Paso 3. Análisis de resultados de Solver en tabla de Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
19	https://articulo	C3	0.120	0.68	0.58	0.394	\$ 1,619.00		
20	https://articulo	C4	0.060	0.48	0.42	0.202	\$ 579.00		
21									
22		Considerando un almacenamiento separado, se realiza el análisis para cada tipo de residuos							
23									
24									
25		Solución propuesta para residuos ORGÁNICOS minimizando COSTOS:							
26		Modelo	Almacenamiento individual (m³)	Superficie individual (m²)	Costo individual	# de contenedores	Vol. total (m³)	Superficie total (m²)	Costo total (\$)
27									
28		C1	1.1	1.341	\$ 11,399.00	0	-	-	\$ -
29		C2	0.66	0.988	\$ 7,259.00	0	0	-	\$ -
30		C3	0.12	0.394	\$ 1,619.00	0	-	-	\$ -
31		C4	0.06	0.202	\$ 579.00	108	6.480	21.773	\$ 62,532.00
32									
33					Σ=	108	6.48	21.7728	\$ 62,532.00
34						Vol. Objetivo=	6.450		

En nuestro caso, el método de programación lineal simplex seleccionado, tras una serie de iteraciones, nos muestra que la propuesta de solución para alojar los residuos orgánicos, tomando las características técnicas de cada contenedor, sus precios así como el volumen objetivo, minimizando costos, es el **contenedor 4**, con un costo total de 62,532 **USD**.

CAPÍTULO 4. MEDIOS DE TRANSPORTE



El traslado físico de productos se realiza a través del transporte entre dos instalaciones de la cadena de suministro, bajo los diversos medios como:

1. El acuático (marítima, fluvial y lacustre)
2. El terrestre (carretero y ferroviario)
3. El aéreo y finalmente, los ductos.

El objetivo del transporte planificado es garantizar la entrega del producto en perfecto estado de conservación, en tiempo y en costo razonable, considerando:

la carga a transportar, tipo de transporte disponible y criterios de selección del medio de transporte

El transporte mueve el producto entre las diferentes etapas en una cadena de suministro e impacta tanto la capacidad de respuesta como la eficiencia. El transporte rápido permite que una cadena de suministro tenga más capacidad de respuesta pero reduce su eficiencia. El tipo de transporte que una compañía utiliza también afecta al inventario y las ubicaciones de las instalaciones en la cadena de suministro.

Por ejemplo, fabricantes que reciben por avión algunos componentes desde Asia porque esto permite a la compañía reducir el nivel de inventario evidentemente, tal práctica incrementa la capacidad de respuesta pero reduce la eficiencia del transporte porque es más costoso que transportar partes por barco.

El transporte permite a una empresa ajustar la ubicación de sus instalaciones e inventario para determinar el equilibrio correcto entre capacidad de respuesta y eficiencia. Una empresa que vende artículos costosos, como smartphones de alta gama, puede utilizar transporte rápido para tener capacidad de respuesta a la vez que centraliza sus instalaciones e inventario para reducir el costo.

En contraste, una empresa que vende artículos baratos de alta demanda, por ejemplo encendedores, puede mantener una cantidad bastante grande de inventario cerca del cliente y luego utilizar un transporte de bajo costo como barco, ferrocarril y camiones totalmente cargados para reabastecer el inventario desde plantas localizadas en países de costos bajos. Ver **Tabla 4.1**.

Tabla 4.1. Tipo de decisiones del transporte que deben analizar las empresas de cadena de suministro

Por tipo de componente de las decisiones a tomar
<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de una red de transporte definida como el conjunto de modos de transporte, ubicaciones y rutas a lo largo de las cuales puede enviarse el producto. Una compañía debe decidir si transportar desde una fuente de suministro directamente al punto de demanda o a través de puntos de consolidación intermedios. Las decisiones de diseño también contemplan si se incluirán o no múltiples puntos de oferta o demanda en un solo recorrido. • Elección del modo de transporte que es la manera en la cual un producto se desplaza de un lugar a otro en la cadena de suministro. Las compañías pueden escoger entre aviones, camiones, ferrocarril, barcos u oleoductos como modos de transporte para sus productos. En la actualidad, los productos informativos también pueden enviarse por Internet. Cada modo tiene diferentes características con respecto a la velocidad y tamaño de los envíos (paquetes individuales, tarimas, camiones y barcos totalmente cargados), el costo del envío, y la flexibilidad, que hacen que las compañías seleccionen un modo particular sobre los demás.
Métricas
<p>Las decisiones relacionadas con el transporte de entrada afectan el costo de los productos vendidos en tanto que los costos del transporte de salida son parte de los gastos de ventas, generales y administrativos. Por consiguiente, los gastos de transporte afectan el margen de utilidad. Un gerente debe dar seguimiento a las métricas relacionadas con el transporte que afectan el desempeño de la cadena de suministro y que se enuncian a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo promedio de transporte entrante normalmente mide el costo de traer el producto a la instalación como un porcentaje de las ventas o costo de los productos vendidos (COGS, <i>Cost Of Goods Sold</i>). Idealmente, este costo debe medirse por unidad traída, pero puede ser difícil. En general el costo del transporte entrante se incluye en el costo de los productos vendidos. Es útil para separar este costo por proveedor. • Tamaño promedio de envío entrante mide el número promedio de unidades o dólares en cada envío que llega a una instalación. • Costo promedio de transporte entrante por envío mide el costo promedio de transporte de cada envío entrante. Junto con el tamaño del envío entrante, esta métrica identifica las oportunidades de mayores economías de escala en el transporte entrante. • Costo promedio de transporte saliente mide el costo de enviar al cliente un producto desde una instalación. Idealmente, este costo debe medirse por unidad enviada, pero a menudo se mide como un porcentaje de las ventas. Es útil para separar esta métrica por cliente. • Tamaño promedio del envío saliente mide el número promedio de unidades o dólares en cada envío que sale de una instalación. • Costo promedio de transporte saliente por envío mide el costo de transporte de cada envío que sale. Junto con el tamaño del envío saliente, esta métrica identifica oportunidades de mayores economías de escala en el transporte de salida. • Fracción transportada por modo mide la fracción de transporte (en unidades o dólares) que utiliza cada modo de transporte. Esta métrica puede usarse para estimar si ciertos modos se sobreutilizan o se subutilizan
Compromiso a cumplir
<p>El compromiso fundamental a conseguir, es entre el costo de transporte de un producto dado (eficiencia) y la velocidad a que se transporta el producto (capacidad de respuesta). La</p>

utilización de estos modos rápidos de transporte incrementa la capacidad de respuesta y el costo de transporte, pero reduce el costo de mantener el inventario.

Fuente: Chopra (2020) , con adaptación propia

Carga a transportar

Un conjunto de bienes arreglados de manera tal que su transporte y almacenamiento se realice con facilidad y rapidez, es el concepto de carga. La carga puede ser clasificada de acuerdo a la **Tabla 4.2**.

Tabla 4.2. Carga a transportar

Carga general
<p>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:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <p>Por lo general este tipo de productos se almacenan en silos o tanques y se manipulan con bandas transportadoras o ductos.</p>
<pre> graph TD A[Tipos de carga] --> B[Carga general] A --> C[Carga a granel] B --> D[No unitarizada] B --> E[Unitarizada] E --> F[Pallet] E --> G[Contenedor] C --> H[Líquida] C --> I[Sólida (seca)] </pre>
Carga perecedera

Es aquel tipo de productos con un tiempo de vida determinado, al cabo del cual perece o se degrada el producto. 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

Se distingue por que los productos son 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

Se distingue porque la carga 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.

Carga de dimensiones/pesos especiales

Esta 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.

Fuente: recopilación y adaptación propia

Con lo anterior, es posible preparar los productos a transportar mediante, actividades de preparación conforme a la **Tabla 4.3**.

Tabla 4.3. Preparación de productos en el almacén

El embalaje
<p>Tiene los siguientes objetivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Preparación de la carga a transportar 2. Proteger a la carga durante su transporte y manipulación a través de los distintos países que cruza hasta llegar al destino final. 3. Facilitar 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. 4. 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. <p>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 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, 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.</p>
El marcado

El mercado consiste en identificar las principales características de cada una de las piezas o partes que conforman la carga. Algunas consideraciones para la realización del mercado son las siguientes:

1. Las letras, números y demás símbolos utilizados deben ser legibles y estar expresados en la lengua del país de destino.
2. 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.
3. 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) 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.

Haciendo unitaria la carga

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. Paletización

Esto consiste en colocar sobre una plataforma o pallet las mercancías para facilitar su transporte, almacenamiento y manipulación. Siguiendo 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. 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. Entre las **ventajas**, se tiene:

- **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.** Mano de obra; **b.** los equipos necesarios, que generalmente son montacargas o transpallets manuales para movilizar la carga; **c.** el costo del pallet; y 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 recogiendo en el lugar de destino, para su posterior alquiler a otros usuarios.

2. Ubicar en contenedores

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^3 y de 66 m^3 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

Manipulación

Esta actividad se origina por motivos como:

- 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.
- El tipo de carga y su naturaleza también determinan los costos de la manipulación.

Fuente: Carreño-Solis (2017), con adaptación propia

Tipo de transporte disponible

El traslado físico de los productos es el siguiente problema a resolver. La selección adecuada de los medios de transporte disponibles, determina los costos y el tiempo del transporte. Es muy importante el conocimiento de las rutas, los elementos que componen cada medio de transporte como terminales de carga y unidades de transporte, así como las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Ver casos mar, tierra y aire en las Tablas 4.4., 4.5., 4.6. y 4.7.

Tabla 4.4. Transporte marítimo

Transporte marítimo
<p>Es el que puede trasladar el mayor volumen de carga, de los tipos más diversos y recorriendo las distancias más grandes. Sus características principales, son:</p> <p>Economía: es el único medio para transportar grandes volúmenes de mercancías a bajo costo.</p> <p>Flexibilidad: existen distintos tipos de buque adaptados o especializados para los distintos tipos de carga.</p> <p>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.</p> <p>1. Ventajas</p> <p>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> <p>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 %.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>2. Desventajas:</p>

- **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.

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.

Terminales de carga

Los terminales de carga o portuaria son los lugares geográficos que sirven asegurar la transferencia de productos entre los distintos medios de transporte al comercio tanto interior como exterior del país. Existen casos donde los puertos son además zonas industriales y las áreas dedicadas al servicio de los buques son una pequeña fracción del área total.

Las funciones más importantes de los terminales son: **a)** la manipulación de la carga, **b)** la transferencia o intercambio de carga entre los distintos medios y **c)** la consolidación de la carga. La **eficiencia portuaria** sirve para comparar los servicios que brinda un puerto en relación con otros que refleja en el tiempo de estadía del buque en el puerto y la fluidez con que se realizan las operaciones de carga/descarga. Son muy deseables los puertos que ofrecen una atención rápida 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.

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**. 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.

Clasificación de los puertos

1. Por la titularidad de sus obras e instalaciones, los puertos o terminales portuarios pueden ser **públicos** (la infraestructura y/o instalaciones son de propiedad del Estado) o son **privados** cuando dichos bienes son de propiedad privada.
2. 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**.

3. 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.
4. Por su ubicación: **marítimos, fluviales y lacustres**.
5. Por su alcance y ámbito: **nacionales y regionales**, que serán establecidos en el Reglamento de la presente Ley.

Elementos principales de un puerto

- **Muelles o espigones.** Son los lugares físicos donde 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. Los equipos de manipulación de la infraestructura de almacenamiento deben estar en relación con el tipo de carga que se planea manejar en el puerto. Los almacenes normalmente se encuentran 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.

Modalidades 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.

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 dueño de la mercancía (*fletador*) y la compañía naviera dueña de los buques (*armador fletante*), 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.

Fuente: Carreño-Solis (2017) con adaptación propia

Tabla 4.5. Transporte carretero

Trasporte carretero
<p>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).</p> <p>Los transportistas TL operan en el transporte de productos entre fábricas y entre almacenes, en los cuales se envían grandes cantidades de un punto a otro punto. Normalmente se caracteriza por muy pocas barreras de entrada, pues basta tener un camión para empezar a operar. Los objetivos principales de los estos transportistas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientados a minimizar los tiempos en que las unidades se encuentran paradas • Equilibrar las cargas, de forma completas, de ida y 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 TIC 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. <p>1. Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es muy utilizado para el transporte de productos terminados y semi terminados, debido a su versatilidad y acceso, • 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. <p>2. Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • La capacidad de carga es limitada en comparación con otros medios de transporte. El peso bruto vehicular típico máximo permitido es de 48 toneladas, el cual está conformado por el peso el 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.
- Está expuesto a las congestiones de tráfico, disturbios, cierre de carreteras, entre otros, lo
- Puede causar serias demoras en el tiempo de entrega del producto.

Tipos

Rígidos: aquellos cuya unidad de tracción y unidad de carga forman un solo componente.

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.

Semirremolque: requiere apoyarse en un tracto camión para ser movido, debido a que solo tiene ejes posteriores.

Remolque: al tener los ejes delanteros y posteriores, no requiere apoyarse en otro vehículo para ser movido.

Tractocamión: unidad de tracción diseñada para halar exclusivamente semirremolques.

Carga que transportan

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.

Terminales de carga

Los elementos básicos de un terminal de carga son:

1. Los **muelles** para la carga/descarga de las mercancías,
2. Los **equipos de manipuleo** necesarios (de acuerdo a la naturaleza de la carga, pudiendo ser montacargas, carretillas hidráulicas, fajas transportadoras, entre otros) y a las **zonas de servicios** a los vehículos de transporte: **mantenimiento y estacionamiento**.
3. Se realizan 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.
4. 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.

Fletes de transporte carretero

Los precios se basan en los **costos fijos y variables de las empresas de transporte y la utilidad respectiva**. Así, 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**. Así, se tiene un modelo de agrupación de costos de una empresa de transporte con costos en tres grandes rubros:

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.

Costos del vehículo. Costos relacionados con la adquisición del vehículo, tales como depreciación, gastos financieros, seguros, entre otros.

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.

Aunque se describen más elementos a considerar como en el caso Mercosur (1999)

Fuente: Carreño-Solis (2017) con adaptación propia

Tabla 4.6. Transporte aéreo

Transporte aéreo
<p>Es el más caro medio de transporte, pero muy atractivo por su rapidez. Transporta productos de gran valor a grandes distancias de todos tipos, en travesías por lo general intercontinentales, tanto de perecederos como de entrega urgente.</p> <p>1. Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es el más rápido de todos los medios. • Bajos costos de inventarios en tránsito. • Una alta rotación de productos. • Debido al cuidado con que se manipula la carga aérea, requiere un mínimo de embalaje, • Los riesgos por daños son menores • Las primas de seguros son reducidas. <p>2. Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Para productos de bajo valor unitario (por ejemplo, minerales, petróleo, productos a granel) sus altos costos lo hacen prohibitivo. • Su baja capacidad de carga. • Debido al terrorismo, se ha restringido el transporte aéreo de carga considerada peligrosa, principalmente en aviones de pasajeros.
Tipos de aviones
<p>Existen como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aviones para pasajeros. • Aviones para carga o cargueros (nunca comparables con ninguno de los otros medios de transporte). • Aviones mixtos, para pasajeros y carga. <p>De esta forma, la carga aérea por lo general:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es ligera. • De alto valor para absorber los altos costos de los fletes. • Se transporta generalmente unitarizada en pallets o contenedores. • De menor capacidad que los estándares estudiados adaptados a los requerimientos especiales de los aviones.
Terminales de carga
<ul style="list-style-type: none"> • De alta tendencia a ineficiencias por trámites diversos como la aduana, seguridad, etc. • Altamente susceptible a demoras y pérdida de dinero. • De alta planificación previa. • Alta sincronización de entrada/salida de las aeronaves.

Fuente: Carreño-Solis (2017) con adaptación propia

Tabla 4.7. Transporte ferroviario

Transporte ferroviario
<p>Se enfoca principalmente al recorrido a baja velocidad, de grandes cantidades de productos, materias primas a granel, tales como minerales, cereales, madera, productos químicos, entre otros, y de productos manufacturados de bajo valor.</p> <p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dada su alta capacidad de arraste, 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, tienen una capacidad promedio de 83 toneladas de carga. • Una de las grandes limitaciones es que está restringido a la existencia de vías férreas. • Costo muy alto y, en algunos casos, ningún uso alternativo. • Casi siempre es necesario el uso de un transporte previo o posterior al uso del ferrocarril. • Se distinguen dos tipos de servicios distintos: <ul style="list-style-type: none"> a) 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. b) 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 rodante¹, compuesto por locomotoras, coches y vagones, y a los sistemas de señalización, telecomunicaciones y electricidad. <p>Ambos servicios tienen directrices de costo totalmente distintas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 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
Fletes del transporte ferroviario
<p>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.</p> <p>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.</p>
Ductos o tuberías
<p>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.</p> <p>El desplazamiento de los fluidos a través de los ductos es muy lento, llegando a 5-6,5 kilómetros por hora, 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.</p>

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. que una tubería de 12 pulgadas puede transportar tres veces más volumen que una de 8 pulgadas.
- 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 llegan a mezclarse van con el grado más bajo.

Intermodal

En muchas ocasiones se requiere la utilización de varios medios de transporte, por razones de accesibilidad, rutas, costos, etc. Al transporte de mercancías, a través de distintos medio 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.

Fuente: Carreño-Solis (2017) con adaptación propia

Criterios de selección

El factor determinante de selección de cualquier medio de transporte, es el costo del flete. Pero no es el único por los que deben también analizarse los aspectos operativos del servicio, el tipo de producto a transportar así como el impacto del sobre los inventarios. Ver **Tabla 4.8**.

Tabla 4.8. Criterios de selección del medio de transporte

Característica operativa	Marítimo	Carretero	Ferroviano	Aéreo	Ducto
Velocidad	4	2	3	1	5
Disponibilidad	4	1	2	3	5
Confiabilidad	4	2	3	5	1
Capacidad	1	3	2	4	5
Frecuencia	5	2	4	3	1
Clasificación acumulada	18	10	14	16	17

Browsersox (et al., 2007)

Como se observa, **ninguna opción de medio de transporte es óptima al 100%**. Así tenemos otros criterios a considerar:

1. La relación **valor/peso o valor/volumen**. 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.
2. 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.
3. Los niveles de inventario que mantiene la cadena de suministro, son otro criterio. 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.

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.

Ejercicios

A continuación, se muestran algunos problemas para su realización.

Problema 1

La empresa **X** ha obtenido un contrato para venderle a la empresa **Y** los productos que produce. Las condiciones del contrato establecen: El lote de productos enviados podrá fluctuar entre **6,000** y **8,000** unidades, de acuerdo a la capacidad del camión contratado por la empresa **Y**. Las cajas que contienen los productos pueden ser cargadas directamente al camión (modalidad llamada **carga suelta**) o pueden agruparse en **pallets** (carga paletizada).

La empresa **Y** pagará **3.50** USD, sin incluir (impuestos), por cada producto que llegue en buen estado a sus almacenes.

El peso promedio del producto es de **1.8 Kg**.

El costo de fabricación es de **2** USD por unidad.

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:

Empaque individual del producto

Descripción	Opción 1	Opción 2
Costo US\$/unidad	0.3	0.4
Largo (cm)	15	15
Ancho (cm)	15	20
Alto (cm)	15	15
Peso (Kg)	0.2	0.3
Pérdida de producto en transporte carga suelta	10%	3.5%

Embalaje de caja cartón

Descripción	Unidades
Costo de la caja de cartón (USD)	1.00
Largo (cm)	60
Ancho (cm)	30
Alto (cm)	15
Peso caja (Kg)	0.7
Apilamiento máximo (Kg/col)	245

Pallets

Descripción	Unidades
Costo unitario (USD/Pallet)	18
Medidas (cm)	120x120
Carga máxima soportada (Kg)	1,000
Apilamiento máximo (pallets)	2

Costos de la carga de la unidad de transporte:

- a. Si la carga se transporta **suelta**, los datos son los siguientes:

Descripción	Unidades
Personal de carga y descarga	4
Costo 8 hrs jornada por persona (USD)	25
Rendimiento del grupo (Cajas/Hr)	120

- b. Si la carga se transporta paletizada, los datos son los siguientes:

Descripción	Unidades
Costo de alquiler de montacarga (hora o fracción) (USD/Hr)	10
Tiempo de acomodo por pallet (min)	5

Datos del camión contratado por la empresa Y:

Descripción	Unidades
Dimensión de la unidad de carga	2.5x4.85
Tiempo de acomodo por pallet (min)	5

Preguntas

- 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.
- 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.
- Establezca la mejor alternativa de embalaje y estiba para las esculturas y determine el margen de utilidad alcanzado.

Solución 1

1. El camión es llenado por la modalidad de **carga suelta**.

Opción 1:

Número de productos 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: $(1 + 245)/16.7 = 15.67$. **15 niveles**

Número total de cajas cargadas al camión: $15 * 64 = 960$ cajas

Número total de productos: $960 * 8 = 7,680$ productos

Mermas durante el transporte: $10\%(7,680) = 768$ productos

Total de productos en buen estado: $7,680 - 768 = 6912$ 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: $(1 * 25 * 4)/3.25 = 30.70$ USD

Cálculo del margen de la operación:

Ventas (descontando las mermas del transporte): $3.5 * 6,912 = \text{USD } 24,192$

Costo del producto: $7,680 * 2 = 15,360$ USD

Costo del empaque: $7,680 * 0.3 = 2,304$ USD

Costo de las cajas: $960 * 1 = 960$ USD

Costo de la estiba: **30.7** USD

Margen: **5537.30** USD

Opción 2:

Número de productos por caja: **6**

Peso por caja: $6 * (1.8+0.3) + 0.7 = 13.3$ Kg.

Peso máximo soportado: **245 Kg.**

Número máximo de niveles: $(1 + 245)/13.3 = 19.42$. **19 niveles**

Número total de cajas cargadas al camión: $19 * 64 = 1,216$ cajas

Número total de esculturas: $1,216 * 6 = 7,296$ **productos**

Mermas durante el transporte: $3.5\% * 7,296 = 255$ **productos**

Total de productos en buen estado: $7,296 - 255 = 7041$ **productos**

Estiba del camión:

Número de horas necesarias para la carga: $1,216/120 = 10.13$ equivale a **1.5 jornales**

Costo de la estiba: $1.5 * 25 * 4 / 3.25 = 46$ **USD**

Cálculo del margen de la operación:

Ventas (descontando las mermas del transporte): $3.5 * 7,041 = \text{US\$D } 24, 643$

Costo del producto: $7,296 * 2 = 14,592$ **USD**

Costo del empaque: $7,296 * 0.4 = 2,918$ **USD**

Costo de las cajas: $1,216 * 1 = 1,216$ **USD**

Costo de la estiba: **46 USD**

Margen: **5,872 USD**

2. El camión es llenado por la modalidad de carga paletizada.

Opción 1:

Número de productos por caja: 8

Peso por caja: $8 (1.8+0.2) + 0.7 = 16.7$ **Kg.**

Número de cajas por nivel en un **pallet**: $4 * 2 = 8$ **cajas**

Número máximo de niveles por pallet: $1,000/(8 * 16.7) = 7.4$. **7 niveles**

Número total de cajas por pallet: $7 * 8 = 56$ **cajas**

Número total de pallets en el camión: $8 * 2 = 16$ **pallets**

Número total de cajas en el camión: $16 * 56 = 896$ **cajas**

Total de esculturas en el camión: $8 * 896 = 7,168$ **productos**

Mermas durante el transporte: $7\% * 7,168 = 502$ **productos**

Total de esculturas en buen estado: $7,168 - 502 = 6,666$ **productos**

Costos de la estiba del camión:

Número de pallets a cargar en el camión: **16 pallets**

Tiempo estimado necesario para la carga: $16 * 5 = 80 \text{ min}$ (equivale a dos horas de alquiler)

Costo del alquiler del montacargas: $2 * 10 = 20 \text{ USD}$

Cálculo del margen de la operación

Ventas (descontando las mermas del transporte): $3.5 * 6,666 = \text{USD } 23,331$

Costo del producto: $7,168 * 2 = 14,336 \text{ USD}$

Costo del empaque: $7,168 * 0,3 = 2,150 \text{ USD}$

Costo de las cajas: $896 * 1 = 896 \text{ USD}$

Costo del alquiler del montacargas: **20 USD**

Costo del pallet: $18 * 16 = 288 \text{ USD}$

Margen: **5,641 USD**

Opción 2:

Número de productos por caja: 6

Peso por caja: **13.3 Kg.**

Número de cajas por nivel en un **pallet**: $4 * 2 = 8 \text{ cajas}$

Número máximo de niveles por **pallet**: $1,000 / (8 * 13.3) = 9.4$. **9 niveles**

Número total de cajas por **pallet**: $9 * 8 = 72 \text{ cajas}$

Número total de pallets en el camión: $8 * 2 = 16 \text{ pallets/viaje}$

Número total de cajas en el camión: $16 * 72 = 1,152 \text{ cajas}$

Total de productos en el camión: $6 * 1,152 = 6,912 \text{ productos}$

Merms durante el transporte: $0.5\% * 6912 = 35 \text{ productos}$

Total de esculturas en buen estado: 6,877

Costos de la estiba del camión:

Número de pallets a cargar en el camión: **16 pallets**

Tiempo estimado necesario para la carga: $16 * 5 = 80 \text{ min}$ (equivale a 2 horas de alquiler)

Costo del alquiler del montacargas: $2 * 10 = 20 \text{ USD}$

Cálculo del margen de la operación:

Ventas (descontando las mermas del transporte): $3.5 * 6,877 = 24,070$ USD

Costo del producto: $6,912 * 2 = 13,824$ USD

Costo del empaque: $6,912 * 0,4 = 2,765$ USD

Costo de las cajas: $1,152 * 1 = 1,152$ USD

Costo del alquiler del montacargas: **20** USD

Costo del **pallet**: $18 * 16 = 288$ USD

Margen: **6,021** USD

3. Conclusión: **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.

Problema 2

Tomando de referencia a Jimenez-Peñarreta (2018), tenemos el siguiente caso. Una empresa de almacenamiento en Quito, Perú, desea transportar sus mercancías desde seis bodegas mayoristas ubicadas en los puntos: Guápulo, El Batán, Kennedy, San Carlos, San Isidro y Cumbayá hacia seis centros de distribución: Iñaquito, El Girón, San Blas, Guamaní, La Pradera, La Floresta. Los costos por transportar cada producto desde los puntos de origen hacia sus respectivos destinos, se encuentran en la siguiente tabla conjuntamente con la demanda y las capacidades de cada uno.

Pregunta

Utilice **Solver** para determinar los costos totales mínimos de transporte para contar con un plan óptimo de envío.

	DESTINOS						
FUENTES	Iñaquito	El Girón	San Blas	Guamaní	La Pradera	La Floresta	OFERTA
Guápulo	45	15	85	110	52	20	35000
El Batán	60	90	35	112	46	90	55000
Kennedy	25	70	120	130	10	76	25000
San Carlos	65	125	50	62	8	105	45000
San Isidro	30	75	37	93	100	92	50000
Cumbayá	42	32	78	115	72	43	60000
DEMANDA	10000	25000	45000	35000	60000	75000	

Solución

Paso 1. Dado que es una matriz, la **DEMANDA** debe ser igual a la **OFERTA** por lo que se debe verificar.

The image shows two screenshots of a software interface for a transportation model. Both screenshots display the same data table as above. The top screenshot shows a status bar at the bottom with 'Promedio: 45000', 'Recuento: 7', and 'Suma: 270000'. The bottom screenshot shows a status bar with 'Promedio: 41666,66667', 'Recuento: 6', and 'Suma: 250000'. The difference in the number of rows (7 vs 6) and the total supply (270,000 vs 250,000) indicates that a fictitious column has been added to balance the model.

Paso 2. En este caso, existe **OFERTA** (270,000) > **DEMANDA** (250,000) se deberá proceder a insertar una columna ficticia con la diferencia (20,000) para continuar el cálculo. Este es un ejemplo de transporte No Balanceado; pudo hacer el caso contrario (**DEMANDA** > **OFERTA** > proceder a aumentar una fila).

FUENTES	DESTINOS						FICTICIA	OFERTA
	Iñaquito	El Girón	San Blas	Guamaní	La Pradera	La Floresta		
Guápulo	45	15	85	110	52	20	0	35000
El Batán	60	90	35	112	46	90	0	55000
Kennedy	25	70	120	130	10	76	0	25000
San Carlos	65	125	50	62	8	105	0	45000
San Isidro	30	75	37	93	100	92	0	50000
Cumbayá	42	32	78	115	72	43	0	60000
DEMANDA	10000	25000	45000	35000	60000	75000	20000	

Paso 3. Con estos resultados se procederá a realizar una copia para crear una matriz de soluciones, donde se aplicará **Solver** para la propuesta de las mismas, con las siguientes indicaciones:

- Agregar dos columnas y filas: **TOTAL** y **SIGNO**
- Poner todas las celdas a **0**
- Poner autosumas tanto de filas como de columnas
- En la columna **SIGNO** en la parte de **OFERTA** deberá asignarse los signos **<=** y en la fila **SIGNO** en la parte de la **DEMANDA** deberá asignarse los signos **>=**.

FUENTES	DESTINOS						FICTICIA	TOTAL	SIGNO	OFERTA
	Iñaquito	El Girón	San Blas	Guamaní	La Pradera	La Floresta				
Guápulo	0	0	0	0	0	0	0	<=	35000	
El Batán	0	0	0	0	0	0	0	<=	55000	
Kennedy	0	0	0	0	0	0	0	<=	25000	
San Carlos	0	0	0	0	0	0	0	<=	45000	
San Isidro	0	0	0	0	0	0	0	<=	50000	
Cumbayá	0	0	0	0	0	0	0	<=	60000	
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0			
SIGNO	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=			
DEMANDA	10000	25000	45000	35000	60000	75000	20000	COSTO MINIMO		

- Se deberá calcular el **COSTO MINIMO** a partir de la expresión (se deben marcar las áreas de las matrices previas):

SUMAPRODUCTO(C13:I18;C25:I30)

FUENTES	DESTINOS						FICTICIA	OFERTA
	Iñaquito	El Girón	San Blas	Guamaní	La Pradera	La Floresta		
Guápulo	45	15	85	110	52	20	0	35000
El Batán	60	90	35	112	46	90	0	55000
Kennedy	25	70	120	130	10	76	0	25000
San Carlos	65	125	50	62	8	105	0	45000
San Isidro	30	75	37	93	100	92	0	50000
Cumbayá	42	32	78	115	72	43	0	60000
DEMANDA	10000	25000	45000	35000	60000	75000	20000	

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
24		FUENTES	Iñaquito	El Girón	San Blas	Guamani	La Pradera	La Floresta	FICTICIA	TOTAL	SIGNO	OFERTA
25		Guápulo	0	0	0	0	0	0	0	0 <=		35000
26		El Batán	0	0	0	0	0	0	0	0 <=		55000
27		Kennedy	0	0	0	0	0	0	0	0 <=		25000
28		San Carlos	0	0	0	0	0	0	0	0 <=		45000
29		San Isidro	0	0	0	0	0	0	0	0 <=		50000
30		Cumbayá	0	0	0	0	0	0	0	0 <=		60000
31		TOTAL	0	0	0	0	0	0	0			
32		SIGNO	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=			
33		DEMANDA	10000	25000	45000	35000	60000	75000	20000			

Paso 4. Ingresar datos a **Solver**, mediante las siguientes indicaciones:

- En celda establecer objetivo se asigna la celda de excel **COSTO MINIMO** (\$L\$33)
- Seleccionar opción **Min** ya que estamos minimizando costos
- En la opción **Cambiando las celdas variables** seleccionar los valores en cero de la segunda matriz: \$C\$25:\$I\$30
- En el cuadro de diálogo **Sujeto a las restricciones**, dar opción **Agregar**

Parámetros de Solver

Establecer objetivo: \$L\$33

Para: Máx Min Valor de: 0

Cambiando las celdas de variables: \$C\$25:\$I\$30

Sujeto a las restricciones:

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución: Simplex LP

Método de resolución
 Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Botones: Agregar, Cambiar, Eliminar, Restablecer todo, Cargar/Guardar, Ayuda, Resolver, Cerrar

- e. Se selecciona la columna **TOTAL**, se confirman el signo \leq y se selecciona la columna **OFERTA**. Oprimir **Agregar**

		DESTINOS									
		Iñaquito	El Girón	San Blas	Guamani	La Pradera	La Floresta	FICTICIA	TOTAL	SIGNO	OFERTA
FUENTES	Guápulo	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	35000
	El Batán	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	55000
	Kennedy	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	25000
	San Carlos	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	45000
	San Isidro	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	50000
	Cumbayá	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	60000
	TOTAL	0	0	0	0	0	0	0			
	SIGNO	\geq	\geq	\geq	\geq	\geq	\geq	\geq			
DEMANDA		10000	25000	45000	35000	60000	75000	20000			

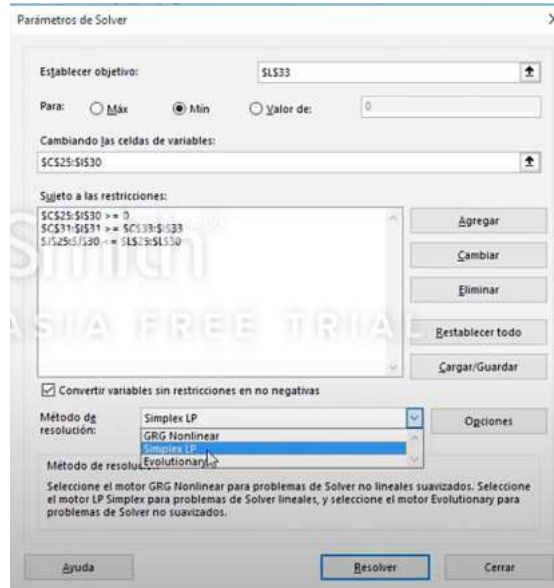
- f. Se procede a realizar lo mismo pero para la fila **TOTAL**, se confirma el signo \geq y se selecciona la fila **DEMANDA**. Oprimir **Agregar**

		DESTINOS									
		Iñaquito	El Girón	San Blas	Guamani	La Pradera	La Floresta	FICTICIA	TOTAL	SIGNO	OFERTA
FUENTES	Guápulo	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	35000
	El Batán	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	55000
	Kennedy	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	25000
	San Carlos	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	45000
	San Isidro	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	50000
	Cumbayá	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	60000
	TOTAL	0	0	0	0	0	0	0			
	SIGNO	\geq	\geq	\geq	\geq	\geq	\geq	\geq			
DEMANDA		10000	25000	45000	35000	60000	75000	20000			

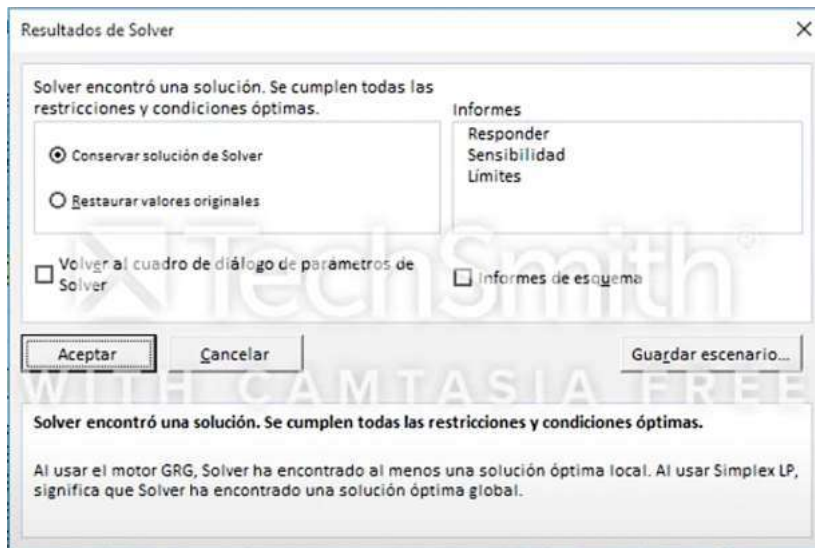
- g. La última restricción por agregar es a la matriz de soluciones ($\$C\$25:\$I\30) donde se confirma que los resultados deberan ser ≥ 0 . Oprimir **Agregar**

		DESTINOS									
		Iñaquito	El Girón	San Blas	Guamani	La Pradera	La Floresta	FICTICIA	TOTAL	SIGNO	OFERTA
FUENTES	Guápulo	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	35000
	El Batán	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	55000
	Kennedy	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	25000
	San Carlos	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	45000
	San Isidro	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	50000
	Cumbayá	0	0	0	0	0	0	0	0	\leq	60000
	TOTAL	0	0	0	0	0	0	0			
	SIGNO	\geq	\geq	\geq	\geq	\geq	\geq	\geq			
DEMANDA		10000	25000	45000	35000	60000	75000	20000			

- h. Seleccionar **Método de resolución Simplex LP**



i. Se genera cuadro de diálogo de las soluciones generadas



j. Al observar la matriz de soluciones de Exce, se encontrarán los resultados propuestos al problema entre nodos origen-destino y el costo mínimo de **8'875,000**

FUENTES	DESTINOS							TOTAL	SIGNO	OFERTA
	Iñaquito	El Girón	San Blas	Guamaní	La Pradera	La Floresta	FICTICIA			
Guápulo	0	0	0	0	0	35000	0	35000	<=	35000
El Batán	0	0	45000	0	0	0	10000	55000	<=	55000
Kennedy	0	0	0	0	25000	0	0	25000	<=	25000
San Carlos	0	0	0	10000	35000	0	0	45000	<=	45000
San Isidro	10000	5000	0	25000	0	0	10000	50000	<=	50000
Cumbayá	0	20000	0	0	0	40000	0	60000	<=	60000
TOTAL	10000	25000	45000	35000	60000	75000	20000			
SIGNO	>=	>=	>=	>=	>=	>=	>=			
DEMANDA	10000	25000	45000	35000	60000	75000	20000		COSTO MINIMO	8785000

CAPÍTULO 5. DISEÑO DE REDES DE CADENA DE SUMINISTRO



La etapa del diseño de la cadena de suministro se refiere a los cómo hará esta para trasladar y almacenar un producto desde el proveedor hasta el cliente.

El diseño está presente entre cada par de etapas en la cadena de suministro, por ejemplo, los insumos y los componentes se trasladan de los proveedores a los fabricantes, en tanto que el producto terminado se trasladan del fabricante al vendedor y este al consumidor final. El diseño influye en la red de distribución, es un controlador clave de la rentabilidad total de una empresa porque afecta directamente tanto el costo de la cadena de suministro como el valor para el cliente.

El diseño de la cadena de suministro puede requerir diferentes visiones o perspectivas de sus actividades. La mejor perspectiva depende del tipo de análisis que se necesite. Por ejemplo, si una organización desea analizar el diseño a largo plazo de su cadena de suministro, es probable que sea más benéfico un análisis que se centre en la red de relaciones de nodo y enlace. Así, existen cuatro enfoques para analizar los sistemas de cadena de suministro (Ver **Tabla 5.1**)

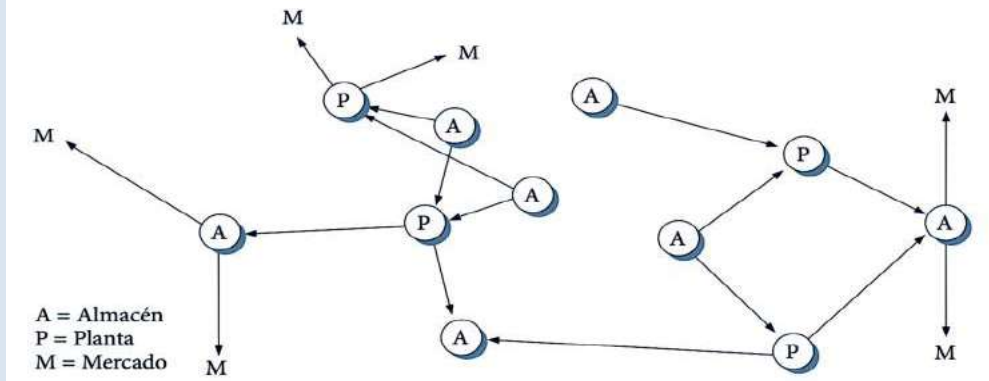
Tabla 5.1. Enfoques para analizar una cadena de suministro

Administración de materiales vs. distribución física
<p>La clasificación de la cadena de suministro en administración de materiales y distribución física (cadena de suministro de entrada y de salida) puede ser muy útil. Con frecuencia, el movimiento y el almacenamiento de materias primas son bastante diferentes del movimiento y el almacenamiento de los bienes terminados. Por ejemplo, un fabricante de paneles de yeso transporta yeso y otras materias primas a granel hacia sus plantas en vagones de ferrocarril. El almacenamiento es básico y consiste en bóvedas cerradas (ubicadas fuera de la planta) con una abertura en la parte superior a través de la cual se transfiere la roca de yeso de los vagones de ferrocarril. El movimiento y el almacenamiento de los bienes terminados para los paneles de yeso es diferente. La transpor- tación por lo general se hace en vagones de ferrocarril diseñados especialmente o vehículos de autotransporte de superficie plana. El almacenamiento de los paneles de yeso terminados por lo general es dentro de la instalación donde palés de hojas de paneles de yeso se apilan y preparan para su carga a fin de prevenir que los paneles se humedezcan.</p> <p>Los distintos requerimientos de la cadena de suministro que podrían existir entre la administración de mate- riales y la distribución física pueden tener implicaciones importantes para el diseño del sistema de logística. La coordinación estrecha entre la administración de materiales y la distribución física todavía es crucial, sin importar las diferencias</p>
Centro de costos
<p>La cadena de suministro por lo general incluye transportación, almacenamiento, inventario, manejo de materiales, embalaje industrial, etc. Al examinar estas actividades como centros de costos, es posible analizar los intercambios entre ellos para determinar el menor costo general o el sistema de logística con servicio más alto, lo cual representa un segundo enfoque para el análisis del sistema de logística. Por ejemplo, cambiar el modo de transportación de ferrocarril a tráiler podría dar como resultado, debido a los tiempos de tránsito más rápidos y más confiables, menores costos de inventario que podrían compensar el precio más alto del autotransporte. Puede ser, por ejemplo, que el precio del autotransporte sea más alto que el del ferrocarril, pero las reducciones resultantes en otros costos compensan el precio más alto de la transportación. Otro ejemplo podría ser incrementar el número de almacenes en un sistema de logística, aumentando por lo tanto los costos de almacenamiento e inventario, pero posiblemente disminuyendo los costos de transportación y las ventas perdidas. Sin embargo, esta podría no resultar la solución de menor costo.</p>
Nodos vs. Enlaces
<p>Los <i>nodos</i> son puntos espaciales fijos donde los bienes se detienen para su almacenamiento o procesamiento. En otras palabras, son instalaciones de manufactura/ensamblaje y almacenes</p>

donde la organización guarda materiales para su conversión en productos terminados o productos terminados para su entrega al cliente (equilibrar la oferta y la demanda).

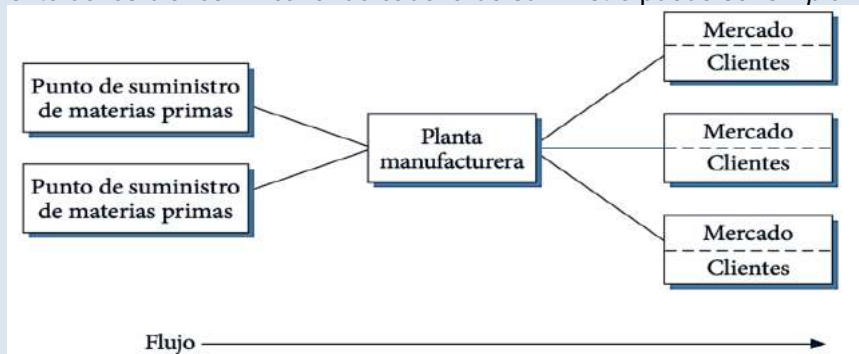
Los *enlaces* representan la red de transportación y conectan los nodos en el sistema de logística. La red puede estar compuesta por modos de transportación individuales (ferrocarril, auto-transporte, aéreo, marítimo o ducto) y de combinaciones y variaciones que se expondrán más adelante). Desde esta perspectiva, la complejidad de los sistemas de cadena de suministro pueden variar enormemente. Un sistema de nodo podría usar un enlace simple de los proveedores a una combinación de planta y almacén y luego a los clientes en un área de mercado relativamente pequeña. En el otro extremo del espectro están las organizaciones grandes con múltiples productos, con muchas ubicaciones de plantas y almacenes. Las redes de transportación complejas de estas últimas pueden incluir tres o cuatro modos diferentes y quizá transportación privada al igual que rentada.

La perspectiva nodo-enlace, al permitir el análisis de dos elementos básicos de un sistema de logística, representa una base conveniente para buscar posibles mejoras al sistema. Como se ha señalado, la complejidad de un sistema de logística a menudo se relaciona directamente con las distintas relaciones de tiempo y distancia entre los nodos y los enlaces y a la regularidad, la previsibilidad y el volumen del flujo de bienes que entran, salen y se mueven dentro del sistema

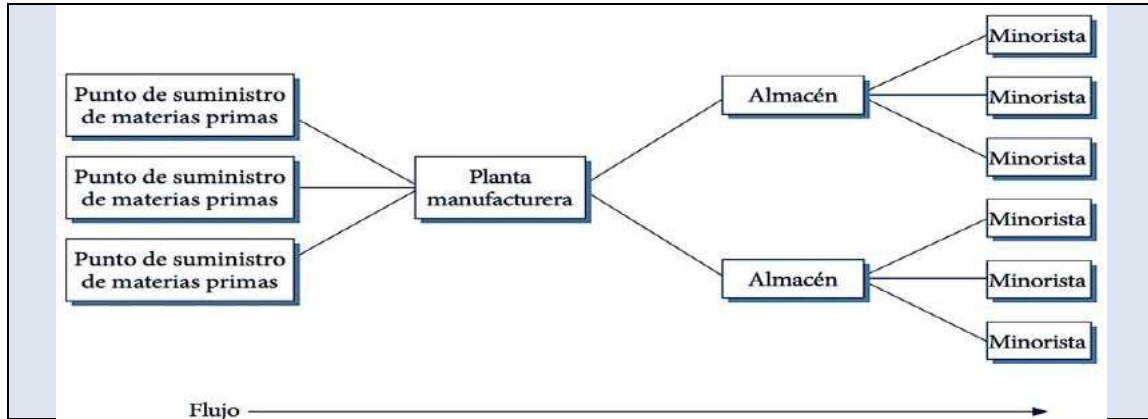


Canales de cadena de suministro

También llamada *cadena de suministro de la red de organizaciones* involucradas en la transferencia, el almacenamiento, el manejo, la comunicación y otras funciones que contribuyen al flujo eficiente de los bienes. El canal de cadena de suministro puede ser *simple*



o complejo



Fuente: Coyle et al. (2018) , con adaptación propia

Características y tipos de red

Diseñar una red de distribución tiende a resolver problemas que van desde lograr bajos costos hasta una alta capacidad de respuesta por lo que las compañías pueden optar por las que mas convengan. Ver **Tabla 5.2**.

Tabla 5.2. Características de diseño de una cadena de suministro

Factor de costos
<ol style="list-style-type: none"> 1. Inventario 2. Transporte 3. Instalaciones. Manejo 4. Información
De servicio al cliente
<ol style="list-style-type: none"> a. Tiempos de respuesta b. Variedad de producto c. Disponibilidad de producto d. Experiencia del cliente e. Rastreo f. Devolución del producto

Fuente: Chopra (2020) y Coyle et al.(2018) , con adaptación propia

Existen clientes que pueden tolerar un largo tiempo de respuesta y requieren sólo algunas instalaciones que pueden estar alejadas del cliente y en consecuencia se orientan en aumentar la capacidad de cada instalación. Por otro

lado, las empresas enfocadas en clientes que valoran el tiempo de respuesta corto deben situar las instalaciones cerca de ellos, lo que implica tener muchas instalaciones de baja capacidad. Por consiguiente, la reducción del tiempo de respuesta que los clientes desean incrementa el número de instalaciones requeridas en la red.

Lo anterior, lleva a plantear dos preguntas básicas de diseño:

1. ¿Se entregará el producto a domicilio o se entregará en un sitio predeterminado?
2. ¿Fluirá el producto a través de un intermediario?

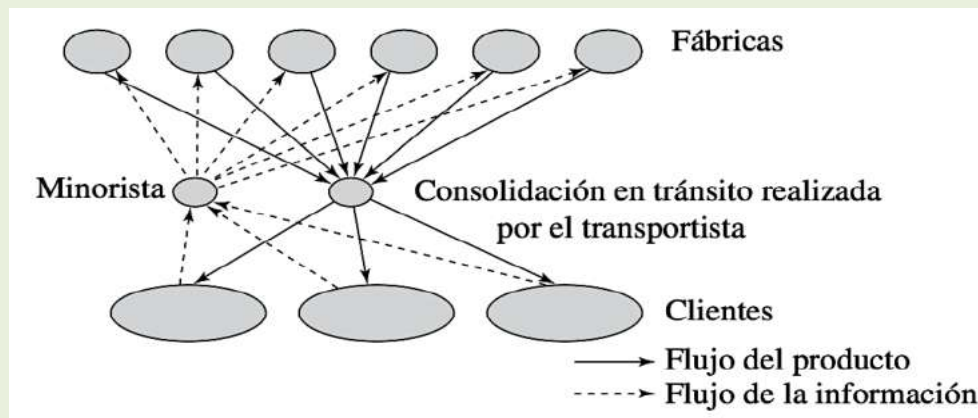
Con base en el ramo de la empresa y las respuestas a estas dos preguntas, se puede utilizar uno de seis diseños de red de distribución distintos para mover productos de la fábrica al cliente. Ver **Tabla 5.3**.

Tabla 5.3. Tipo de diseños de red de distribución en una cadena de suministro

Almacenamiento con el fabricante con envío directo	
<p>En esta opción el producto se envía directamente del fabricante al consumidor final, sin que pase por el minorista (quien toma el pedido e inicia la solicitud de entrega). Esta opción también se conoce como <i>envío directo</i>. El minorista no mantiene inventario.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: right;"> —————> Flujo del producto - - - - -> Flujo de la información </p>	
Factor de costo	Desempeño
Inventario	Costos bajos debido a la agregación. Los beneficios derivados de la agregación son altos con artículos de baja demanda y alto valor. Los

	beneficios son grandes si el fabricante puede aplazar la personalización del producto.
Transporte	Altos costos de transporte debido a la distancia incrementada y al envío desagregado.
Instalaciones	Bajos costos de instalación debido a la agregación. Algunos ahorros en los costos de manejo si el fabricante puede manejar envíos pequeños o enviarlos desde la línea de producción.
Información	Inversión significativa en infraestructura de información para integrar al fabricante y al minorista.
Factor de servicio	Desempeño
Tiempo de respuesta	Largo tiempo de respuesta, de una a dos semanas, debido a la distancia incrementada y a las dos etapas requeridas para procesar el pedido. El tiempo de respuesta puede variar según el producto, lo que complica la recepción.
Variedad del producto	Fácil de proporcionar un alto nivel de variedad.
Disponibilidad del producto	Fácil de proporcionar un alto nivel de disponibilidad del producto debido a la agregación en el sitio del fabricante.
Experiencia del cliente	Buena en términos de entrega a domicilio, pero puede sufrir si el pedido de varios fabricantes se hace en envíos parciales.
Tiempo para llegar al mercado	Rápido, cuando el producto está disponible en cuanto se produce la primera unidad.
Visibilidad del pedido	Más difícil pero también más importante desde la perspectiva de servicio del cliente.
Devolución	Cara y difícil de implementar.

Almacenamiento con el fabricante con envío directo y consolidación en tránsito

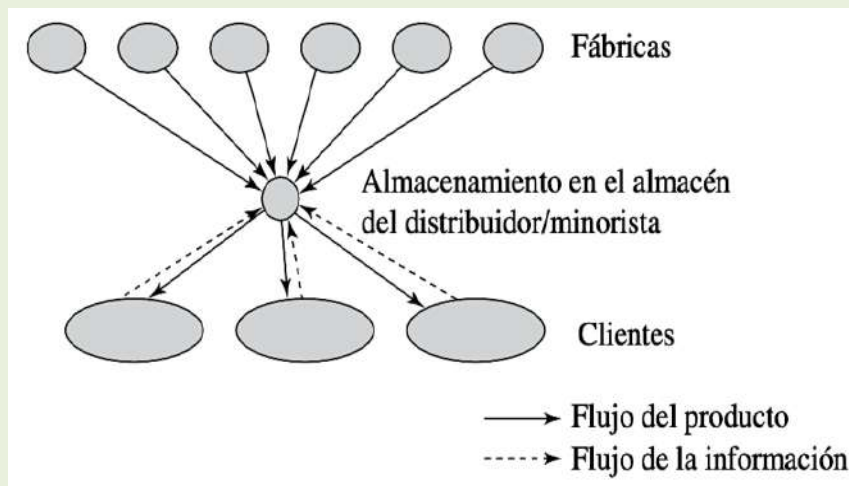


A diferencia del envío directo, conforme al cual cada producto del pedido se envía directamente desde su fabricante hasta el consumidor final, la consolidación en tránsito combina piezas del pedido provenientes de diferentes lugares de modo que el cliente reciba una sola entrega. Como con el envío directo, la capacidad de agregar inventarios y aplazar la personalización del producto es una ventaja significativa de la consolidación en tránsito. Este enfoque ofrece los mayores beneficios en el caso de productos de alto valor cuya demanda es difícil de pronosticar,

sobre todo si la personalización del producto se puede aplazar. Aunque se requiere incrementar la coordinación, la consolidación en tránsito reduce los costos de transporte en relación con el envío directo por la agregación de la entrega final. Para la consolidación en tránsito se requiere una infraestructura de información compleja. Además de la información, deben coordinarse las operaciones del minorista, el fabricante y la empresa de mensajería. La inversión en infraestructura de información es más alta que la del envío directo.

Factor de costo	Desempeño
Inventario	Similar al costo directo.
Transporte	Costos de transporte un poco más bajos que los del envío directo
Instalaciones	Costos de manejo más altos que los del envío directo para el transportista; costos de recepción más bajos para el cliente.
Información	Inversión un poco más alta que la del envío directo.
Factor de servicio	Desempeño
Tiempo de respuesta	Similar al del envío directo; puede ser marginalmente más alto.
Variedad del producto	Similar a la del envío directo.
Disponibilidad del producto	Similar a la del envío directo.
Experiencia del cliente	Mejor que con el envío directo porque se recibe sólo una entrega.
Tiempo para llegar al mercado	Similar a la del envío directo.
Visibilidad del pedido	Similar a la del envío directo.
Devolución	Similar a la del envío directo.

Almacenamiento con el distribuidor con entrega por mensajería

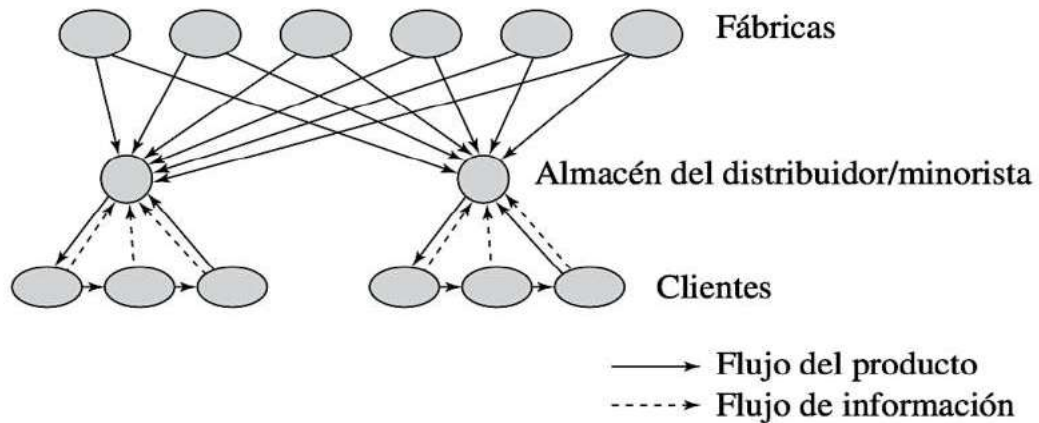


Con esta opción los fabricantes no mantienen inventario en las fábricas sino que los distribuidores/minoristas lo mantienen en almacenes intermedios, y se utilizan empresas de mensajería para transportar productos de los almacenes intermedios al cliente final. Con

respecto al almacenamiento en la instalación del fabricante, el del distribuidor requiere un nivel más alto de inventario debido a la pérdida de agregación. Desde la perspectiva del inventario, el almacenamiento en el sitio del distribuidor tiene sentido para productos con demanda un tanto alta. El almacenamiento con el distribuidor también tiene sentido cuando los clientes desean una entrega más rápida que la ofrecida por el almacenamiento con el fabricante, pero que no la necesitan de inmediato. El almacenamiento con el distribuidor puede manejar un nivel más alto de variedad que una cadena de tiendas minoristas.

Factor de costo	Desempeño
Inventario	Mejor que el del almacenamiento con el fabricante. La diferencia no es grande con artículos de rápido movimiento pero puede serlo con artículos de lento movimiento.
Transporte	Menor que el del almacenamiento con el fabricante. La reducción es máxima con artículos de rápido movimiento.
Instalaciones	Un poco más alto que el del almacenamiento con el fabricante. La diferencia puede ser grande con artículos de muy lento movimiento.
Información	Infraestructura más simple comparada con la del almacenamiento con el fabricante.
Factor de servicio	Desempeño
Tiempo de respuesta	Más rápido que con el del almacenamiento con el fabricante.
Variedad del producto	Menor que la del almacenamiento con el fabricante.
Disponibilidad del producto	Costo más alto para proporcionar el mismo nivel de disponibilidad que la del almacenamiento con el fabricante.
Experiencia del cliente	Mejor que la del almacenamiento con el fabricante con envío directo.
Tiempo para llegar al mercado	Más alto que el del almacenamiento con el fabricante.
Visibilidad del pedido	Más alto que el del almacenamiento con el fabricante.
Devolución	Más alto que el del almacenamiento con el fabricante.

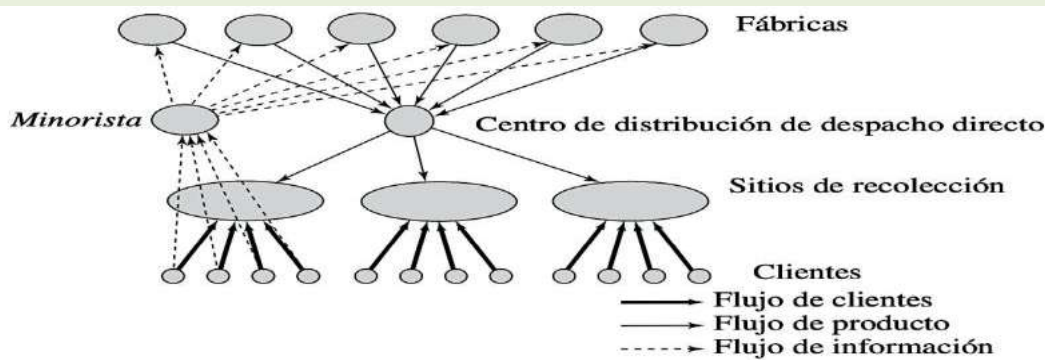
Almacenamiento con distribuidor con entrega a domicilio



La entrega a domicilio se refiere a que el distribuidor/minorista entrega el producto en el domicilio del cliente en lugar de utilizar una empresa de paquetería. Los fabricantes de equipo original (OEMs, *Original Equipment Manufacturers*) tienden a mantener la mayoría de las refacciones en un centro de distribución local, ubicado por lo general a no más de dos horas en auto de sus distribuidores y a menudo administrados por un tercero. El centro de distribución local es responsable de surtir las refacciones requeridas a un conjunto de distribuidores y realiza múltiples entregas al día. A diferencia de la entrega por paquetería, la entrega a domicilio requiere que el almacén del distribuidor esté mucho más cerca del cliente.

Factor de costo	Desempeño
Inventario	Más alto que el del almacenamiento con el distribuidor con entrega por paquetería.
Transporte	Costo muy alto dadas las economías de escala mínimas. Más alto que el de cualquier otra opción de distribución.
Instalaciones	Costos de instalaciones más altos que los del almacenamiento con el fabricante o el almacenamiento con el distribuidor con entrega por paquetería, pero más bajos que los de una cadena de tiendas minoristas.
Información	Similar a al del almacenamiento con el distribuidor con entrega por paquetería.
Factor de servicio	Desempeño
Tiempo de respuesta	Muy rápido, Entrega el mismo día o al día siguiente.
Variedad del producto	Un poco menor que la del almacenamiento con el distribuidor con entrega por paquetería, pero más grande que las tiendas minoristas.
Disponibilidad del producto	Más caro para proporcionar la disponibilidad que con cualquier otra opción excepto las tiendas minoristas.
Experiencia del cliente	Muy buena, en particular con artículos a granel.
Tiempo para llegar al mercado	Un poco más alto que el del almacenamiento con el distribuidor con entrega por paquetería.
Visibilidad del pedido	Menos importante y más fácil de implementar que con el almacenamiento con el fabricante o el almacenamiento con el distribuidor con entrega por paquetería.
Devolución	Más fácil de implementar que ninguna otra opción. Más difícil y más cara que con una red de tiendas minoristas.

Almacenamiento con el fabricante o distribuidor con recolección por parte del cliente



Las ventajas principales de una red como ésta, son que puede reducir el costo de entrega y ampliar la variedad de los productos vendidos, así como el número de clientes atendidos en línea. El mayor obstáculo es el costo de manejo incrementado y la complejidad en el sitio de recolección. Es probable que tal red sea más eficaz si las tiendas minoristas existentes se utilizan como sitios de recolección, ya que este tipo de red mejora las economías con la infraestructura existente.

Factor de costo	Desempeño
Inventario	Puede igualar el de cualquier otra opción, dependiendo de la ubicación del inventario.
Transporte	Más bajo que el de servicios de paquetería, en especial si se utiliza una red de entregas existente.
Instalaciones	Los costos de instalaciones pueden ser altos si se tienen que construir nuevas instalaciones o bajos si se utilizan las instalaciones existentes. El incremento del costo de manejo en el sitio de recolección puede ser significativo.
Información	Inversión significativa en la infraestructura requerida.
Factor de servicio	Desempeño
Tiempo de respuesta	Similar al de entrega por paquetería con almacenamiento con el fabricante o con el distribuidor. Entrega el mismo día posible para artículos almacenados en el sitio de recolección.
Variedad del producto	Similar a la de otras opciones de almacenamiento con el fabricante o con el distribuidor.
Disponibilidad del producto	Similar a la de otras opciones de almacenamiento con el fabricante o con el distribuidor.
Experiencia del cliente	Menor que con otras opciones porque no hay entrega a domicilio. La experiencia es sensible a la capacidad del sitio de recolección.
Tiempo para llegar al mercado	Similar al de las opciones de almacenamiento con el fabricante.
Visibilidad del pedido	Difícil pero esencial.
Devolución	Un poco más fácil, dado que el sitio de recolección puede encargarse de las devoluciones.

Almacenamiento en la tienda minorista con recolección realizada por el cliente

Es a menudo considerada como el tipo más tradicional de cadena de suministro, el inventario se almacena localmente en tiendas minoristas. Los clientes entran a la tienda o colocan un pedido en línea o por teléfono y lo recogen en la tienda. El almacenamiento local incrementa los costos de inventario por la falta de agregación. Sin embargo, con artículos de rápido a muy rápido movimiento existe un incremento marginal del inventario incluso con almacenamiento local.

Factor de costo	Desempeño
Inventario	Más alto que con otras opciones.
Transporte	Menor que con otras opciones.
Instalaciones	Más alto que con otras opciones. El incremento del costo de manejo en el sitio de recolección puede ser significativo para pedidos colocados en línea o por teléfono.

Información	Se requiere alguna inversión en la infraestructura para pedidos en línea o por teléfono
Factor de servicio	Desempeño
Tiempo de respuesta	Recolección posible el mismo día (inmediata) de artículos almacenados localmente en el sitio de recolección.
Variedad del producto	Menor que todas las demás opciones.
Disponibilidad del producto	Más cara de proporcionar que con todas las demás opciones.
Experiencia del cliente	Relacionada con si el cliente considera la compra una experiencia positiva o negativa.
Tiempo para llegar al mercado	El más alto entre las opciones de distribución.
Visibilidad del pedido	Trivial en el caso de pedidos realizados en la tienda. Difícil, pero esencial, para pedidos realizados en línea o por teléfono.
Devolución	Más fácil que con otras opciones porque la tienda minorista puede proporcionar un sustituto.

Fuente: Chopra (2020), con adaptación propia

Selección de la red

Quienes esten a cargo del diseño de una red deben considerar las características mencionadas y eventualmente, realizar ponderaciones que les permitan decidir cual o cuales redes serán las más apropiadas para su selección a nivel del desempeño. Ver **Tabla 5.3**

Tabla 5.3. Desempeño entre redes de cadena de suministro

Características	A	B	C	D	E	F
Tiempo de respuesta	1	4	4	3	2	4
Variedad del producto	4	1	1	2	3	1
Disponibilidad del producto	4	1	1	2	3	1
Experiencia del cliente	1 a 5	4	3	2	1	5
Tiempo para llegar al mercado	4	1	1	2	2	1
Visibilidad del pedido	1	5	4	3	2	6

Devolución	1	5	5	4	3	2
Inventario	4	1	1	2	3	1
Transporte	1	4	3	2	5	1
Instalación y manejo	6	1	2	3	4	5
Información	1	4	4	3	2	5

Notas:

A. Almacenamiento en la tienda minorista con recolección realizada por el cliente

B. Almacenamiento con el fabricante con envío directo

C. Almacenamiento con el fabricante con consolidación en tránsito

D. Almacenamiento con el distribuidor con entrega por paquetería

E. Almacenamiento con el distribuidor con entrega a domicilio

F. Almacenamiento con el fabricante con recolección

1. Desempeño Muy Alto; **6.** Desempeño Muy Bajo

Fuente: Chopra (2020), con adaptación propia

Ejercicios

A continuación, se muestran algunos problemas para su realización.

Problema 1

En un problema propuesto de Chopra (2020), resuelto por Ing. Alex Rws (2022), tenemos el siguiente caso. El vicepresidente de la cadena de suministro de la empresa SunOil está considerando varias opciones para satisfacer la demanda. Una posibilidad es construir una instalación en cada región, con la ventaja de este método de que disminuya los costos de transporte y ayuda a evitar los aranceles que pueden aplicarse si el producto se importa de otras regiones.

Su desventaja es que el tamaño de las plantas debe ser el adecuado para satisfacer la demanda local y quizá no explote del todo las economías de escala.

Un método alternativo es consolidar plantas en algunas regiones. Esto mejora las economías de escala pero incrementa los costos de transporte y los impuestos. El gerente debe considerar estas disyuntivas cuantificables junto con factores no cuantificables tales como el ambiente competitivo y el riesgo político.

Los modelos de optimización de redes son útiles para los gerentes que consideran la configuración regional en esta etapa. Ver la Tabla con los datos iniciales.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	Entradas-Costos, Capacidades, Demandas																
2		Región de la demanda					Costo	Capacidad (millones)	Costo	Capacidad (millones)							
3	Región de Abasto	N. América	S. América	Europa	Asia	África	Fijo (\$)	Baja	Fijo \$	Alta							
4	N. América	81	92	101	130	115	6000	10	9000	20							
5	S. América	117	77	108	98	100	4500	10	6750	20							
6	Europa	102	105	95	119	111	6500	10	9750	20							
7	Asia	115	125	90	59	74	4100	10	6150	20							
8	África	142	100	103	105	71	4000	10	6000	20							
9	Demanda	12	8	14	16	7											
10	Datos de costos (en miles de dólares) y datos de la demanda (en millones de unidades) de Sun Oil																

Paso 1. Recopilar los datos de anera que puedan usarse en un modelo cuantitativo.El vicepresidente de la cadena de suministro de SunOil decide considerar la demanda en fución de cinco regiones: Norteamérica, Sudamérica, Europa, África y Asia.Las pantas de alta capacidadmuestran algunas economías de scala y sus costos fijos son menos del doble de los de una planta de baja capacidad. Todos os costos fijos estan anualizados . El vicepresidente desea saber cómo sería la red de menor costo sobre un diseño de red que maximice las utilidades después de impuestos. Sin embargo, por simplicidad, se supone que toda la demanda debe satisfacerse y que se omiten los impuestos sobre utilidades.El modelo por tanto, se enfoca en minimizar el costo de satisfacer la demanda global. Sin embargo, se puede modificar para incluir las utilidades y los impuestos.

Paso 2. Considerar los criterios de optimización, los cuales, de acuerdo a Chopra (2020) se muestran a continuación:

El modelo de optimización de redes de ubicación de una planta, requiere de los siguientes datos:

n. Número de posibles ubicaciones y capacidades de la planta potencial (cada nivel de capacidad contará como una ubicación aparte)

m. Número de mercados o puntos de demanda

D_j . Demanda actual del mercado j

K_i . Capacidad potencial de la planta i

f_i . Costo fijo anualizado para mantener abierta la fábrica i

c_{ij} . Costo de producir y enviar una unidad desde la fábrica i al mercado j (el costo incluye los costos de producción, inventario, transporte y los aranceles)

Variables de decisión

y_i . 1 si la planta i está abierta, 0 si está cerrada

x_{ij} . Cantidad enviada desde la planta i al mercado j

Ecuación o Programa entero

$$\text{Min} = \sum_{i=1}^n f_i y_i = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$$

Sujeto a (restricciones)

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = D_j \text{ con } j=1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq k_i y_i \text{ con } i=1, \dots, n$$

$$y_i \in (0,1) \text{ con } i=1, \dots, n, x_{ij} \geq 0$$

Paso 3. Generar las tablas de solución y restricciones

	A	B	C	D	E	F	G	H
11								
12		Región de demanda Asignación de la producción por cada millón de unidades					Plantas Baja	Plantas Alta
13	Región de abasto	N. América	S. América	Europa	Asia	África	1=open	1=open
14	N. América	0	0	0	0	0	0	0
15	S. América	0	0	0	0	0	0	0
16	Europa	0	0	0	0	0	0	0
17	Asia	0	0	0	0	0	0	0
18	África	0	0	0	0	0	0	0
19								
20	Restricciones	Capacidad Excedente						
21	N. América	0						
22	S. América	0						
23	Europa	0						
24	Asia	0						
25	África	0						
26		N. América	S. América	Europa	Asia	África		
27	Demanda no satisfecha	12	8	14	16	7		

Paso 4. Dar parámetros a cada una de las tablas. Por ejemplo en restricciones, para encontrar el excedente se debe restar la producción de la demanda como se muestra.

	A	B	C	D	E	F	G	H
8	África	142	100	103	105	71	4000	10
9	Demanda	12	8	14	16	7		
10	Datos de costos (en miles de dólares) y datos de la demanda (en millones de unidades) de Sun Oil							
11								
12		Región de demanda Asignación de la producción por cada millón de unidades					Plantas Baja	Plantas Alta
13	Región de abasto	N. América	S. América	Europa	Asia	África	1=open	1=open
14	N. América	0	0	0	0	0	0	0
15	S. América	0	0	0	0	0	0	0
16	Europa	0	0	0	0	0	0	0
17	Asia	0	0	0	0	0	0	0
18	África	0	0	0	0	0	0	0
19								
20	Restricciones	Capacidad						
21	N. América	Excedente						
22	S. América	0						
23	Europa	0						
24	Asia	0						
25	África	0						
26		N. América	S. América	Europa	Asia	África		
	De	=B9-SUMA(B14:B18)			14	16	7	

Y se replica en las restantes regiones.

	A	B	C	D	E	F	G	H
10	Datos de costos (en miles de dólares) y datos de la demanda (en millones de unidades) de Sun Oil							
11								
12		Región de demanda Asignación de la producción por cada millón de unidades					Plantas Baja	Plantas Alta
13	Región de abasto	N. América	S. América	Europa	Asia	África	1=open	1=open
14	N. América	0	0	0	0	0	0	0
15	S. América	0	0	0	0	0	0	0
16	Europa	0	0	0	0	0	0	0
17	Asia	0	0	0	0	0	0	0
18	África	0	0	0	0	0	0	0
19								
20	Restricciones	Capacidad						
21	N. América	Excedente						
22	S. América	0						
23	Europa	0						
24	Asia	0						
25	África	0						
26		N. América	S. América	Europa	Asia	África		
27	Demanda no satisfecha	12	8	14	=F9-SUMA(F14:F18)			

Se procede a verificar a partir de la fórmula planteada en la celda B21 para el cálculo de los excedentes, la cual relaciona las capacidades baja y alta por su costo de estar abiertas menos el total de lo producido en todas las regiones.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
4	N. América	81	92	101	130	115	6000	10	9000	20				
5	S. América	117	77	108	98	100	4500	10	6750	20				Costo Variable de producción, inventario y transporte (incluyendo aranceles y pago de derechos)
6	Europa	102	105	95	119	111	6900	10	9750	20				Costo fijo anual (Planta baja capacidad)
7	Asia	115	125	90	59	74	4100	10	6150	20				Costo fijo anual (Planta Alta capacidad)
8	África	142	100	103	105	71	4000	10	6000	20				
9	Demanda	12	8	14	16	7								
10	Datos de costos (en miles de dólares) y datos de la demanda (en millones de unidades) de Sun Oil													
12	Región de demanda Asignación de la producción por cada millón de unidades													
13	Región de abasto	N. América	S. América	Europa	Asia	África	Plantas Baja	Plantas Alta						
14	N. América	0	0	0	0	0	1=open	1=open						
15	S. América	0	0	0	0	0	0	0						
16	Europa	0	0	0	0	0	0	0						
17	Asia	0	0	0	0	0	0	0						
18	África	0	0	0	0	0	0	0						
20	Restricciones	Capacidad												
21	N. América	Excedente												
22	S. América	= (G14*H4)+(H14*J4)-SUMA(B14:F14)												
23	Europa	0												

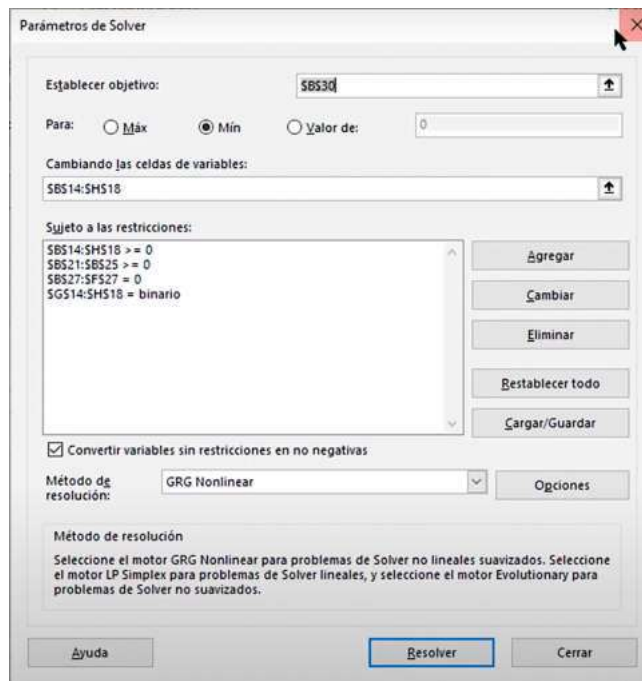
Se arrastra a todas las celdas.

	B	C	D	E	F	G	H
9	Demanda	12	8	14	16	7	
10	Datos de costos (en miles de dólares) y datos de la demanda (en millones de unidades) de Sun Oil						
12	Región de demanda Asignación de la producción por cada millón de unidades						
13	Región de abasto	N. América	S. América	Europa	Asia	África	Plantas Baja 1=open
14	N. América	0	0	0	0	0	0
15	S. América	0	0	0	0	0	0
16	Europa	0	0	0	0	0	0
17	Asia	0	0	0	0	0	0
18	África	0	0	0	0	0	0
20	Restricciones	Capacidad					
21	N. América	Excedente					
22	S. América						
23	Europa	0					
24	Asia	0					
25	África	0					
26		N. América	S. América	Europa	Asia	África	
27	Demanda no satisfecha	12	8	14	16	7	

Paso 5. Declarar los parámetros de la celda Costo (B30) a partir de la función SUMAPRODUCTO de las matrices de todo lo producido por las regiones por su costo, más todas las plantas abiertas de baja capacidad por sus costos fijos, más todas las plantas de alta capacidad por sus costos fijos.

=SUMAPRODUCTO(B14:F18,B4:F8)+SUMAPRODUCTO(G14:G18,G4:G8)+SUMAPRODUCTO(H14:H18,I4:I8)											
	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
12	Región de demanda Asignación de la producción por cada millón de unidades						Plantas Baja	Plantas Alta			
13	Región de abasto	N. América	S. América	Europa	Asia	África	1=open	1=open			
14	N. América	0	0	0	0	0	0	0			
15	S. América	0	0	0	0	0	0	0			
16	Europa	0	0	0	0	0	0	0			
17	Asia	0	0	0	0	0	0	0			
18	África	0	0	0	0	0	0	0			
19											
20	Restricciones	Capacidad									
21	N. América	Excedente									
22	S. América	0									
23	Europa	0									
24	Asia	0									
25	África	0									
26		N. América	S. América	Europa	Asia	África					
27	Demanda no satisfecha	12	8	14	16	7					
28											
29											
30	Costo=	=SUMAPRODUCTO(B14:F18,B4:F8)+SUMAPRODUCTO(G14:G18,G4:G8)+SUMAPRODUCTO(H14:H18,I4:I8)									

Paso 6. Ir barra de herramientas **Datos** y activar **Solver**



- a. Se confirman **Establecer objetivo:** \$B\$30; selección opción: **Mín**; **Cambiando las celdas variables:** \$B\$14:\$H\$18 y las restricciones indicadas como que no debe haber en las soluciones de demanda y de las plantas de baja y alta capacidad abiertas, números negativos. Oprimir **Agregar**.

Región de abasto	N. América	S. América	Europa	Asia	África	Plantas Baja	Plantas Alta
N. América	0	0	0	0	0	0	0
S. América	0	0	0	0	0	0	0
Europa	0	0	0	0	0	0	0
Asia	0	0	0	0	0	0	0
África	0	0	0	0	0	0	0

b. La capacidad excedente tampoco puede ser menor a **cero**. Oprimir **Agregar**.

Restricciones	Capacidad Excedente
N. América	0
S. América	0
Europa	0
Asia	0
África	0

c. Que no debe haber demanda no satisfecha; toda demanda se debe satisfacer. Oprimir **Agregar**.

Restricciones	Capacidad Excedente
N. América	0
S. América	0
Europa	0
Asia	0
África	0

- d. Que las plantas pueden estar o abiertas o cerradas por lo que tienen un estado binario. Oprimir **Agregar**.

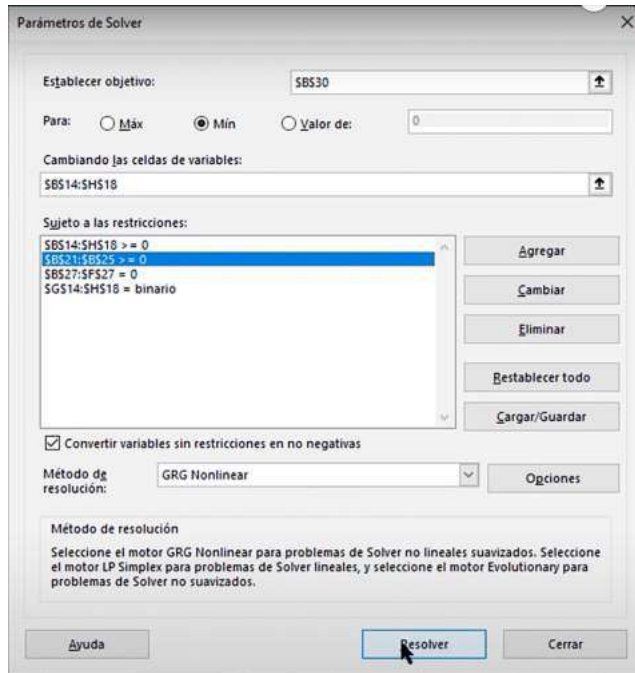
Región de demanda		Asignación de la producción por cada millón de unidades					Plantas Baja	Plantas Alta
Región de abasto	N. América	S. América	Europa	Asia	África	1=open	1=open	
N. América	0	0	0	0	0	0	0	
S. América	0	0	0	0	0	0	0	
Europa	0	0	0	0	0	0	0	
Asia	0	0	0	0	0	0	0	
África	0	0	0	0	0	0	0	

Restricciones	Capacidad	Excedente
N. América		0
S. América		0
Europa		0
Asia		0
África		0

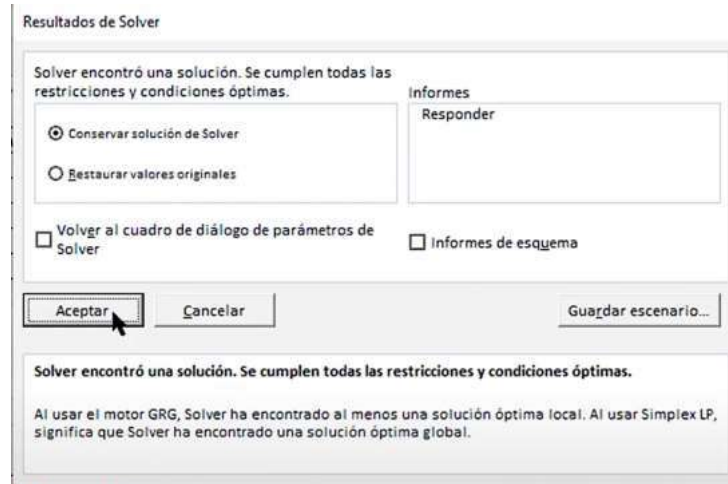
	N. América	S. América	Europa	Asia	África
Demanda no satisfecha	12	8	14	16	7

Costo= \$	-				
-----------	---	--	--	--	--

- e. Se recomienda marcar: Convertir variables en restricciones no negativas y marcar **Método de solución: GRG Nonlinear** y oprimir **Resolver**



- f. Se muestra el cuadro de diálogo con las propuestas de solución. Oprimir **Aceptar**



- g. Así, en la tabla de Excel se muestran los resultados propuesta de solución

=SUMAPRODUCTO(B14:F18,B4:F8)+SUMAPRODUCTO(G14:G18,G4:G8)+SUMAPRODUCTO(H14:H18,I4:I8)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	
12		Región de demanda Asignación de la producción por cada millón de unidades					Plantas Baja	Plantas Alta	
13	Región de abasto	N. América	S. América	Europa	Asia	África	1=open	1=open	
14	N. América	0	0	0	0	0	0	0	
15	S. América	12	8	0	0	0	0	1	
16	Europa	0	0	0	0	0	0	0	
17	Asia	0	0	4	16	0	0	1	
18	África	0	0	10	0	7	0	1	
19									
20	Restricciones	Capacidad							
21	N. América	Excedente							
22	S. América	0							
23	Europa	0							
24	Asia	0							
25	África	3							
26		N. América	S. América	Europa	Asia	África			
27	Demanda no satisfecha	0	0	0	0	0			
28									
29									
30	Costo=	\$ 23,751.00							

Observe finalmente que se con un costo de 23,751 USD se cumplen las condiciones en S. América y Asia al sumar la producción la máxima capacidad de

20 a excepción de África que tiene un excedente de 3 mostrado en la tabla de Capacidad exceden.

Problema 2

En un problema resuelto por Gómez-Rocha (2020) propuesto por Chopra (2020), se tiene que la empresa SC consulting, compañía consultora de cadenas de suministro debe decidir dónde ubicar sus oficinas centrales. Sus clientes se encuentran principalmente en los 16 estados . Existen cuatro sitios potenciales para las oficinas cntrales: Los Angeles, Tulsa, Denver y Seattle, el costo fijo anual de ubicar una oficina en Los Angeles es de 165,428 USD; en Tulsa es de 131,230 USD; Denver y Seattle es de 145,000 USD cada uno. El número esperado de viajes a cada estado y los costos de viaje desde cada sitio potencial se muestran en la siguiente **Tabla A**. Se espera que cada consultor haga a lo sumo 25 viajes al año.

Tabla A. Costos de viaje y números de viajes caso SC Consulting

Estado	Costos de viaje (\$)				Número de viajes
	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	
Washington	150	250	200	25	40
Oregon	150	250	200	75	35
California	75	200	150	125	100
Idaho	150	200	125	125	25
Nevada	100	200	125	150	40
Montana	175	175	125	125	25
Wyoming	150	175	100	150	50
Utah	150	150	100	200	30
Arizona	75	200	100	250	50
Colorado	150	125	25	250	65
Nuevo México	125	125	75	300	40
Dakota del Norte	300	200	150	200	30
Dakota del Sur	300	175	125	200	20
Nebraska	250	100	125	250	30
Kansas	250	75	75	300	40
Oklahoma	250	25	125	300	55

Preguntas

- Si no hay restricciones en cuanto al número de consultores en un sitio y el objetivo es minimizar costos ¿dónde deben ubicarse las oficinas centrales y cuántos consultores deben asignarse a cada oficina?, ¿cuál es el costo anual en términos de la instalación y el viaje?
- Si, como máximo se asignan 10 consultores a una oficina central ¿dónde deberían establecer las oficinas?, ¿cuántos consultores deben asignarse a cada oficina?, ¿cuál es el costo anual de esta red?
- ¿Qué piensa de una política según la cual todos los proyectos de consultoría originados en un estado en particular se asignen a una oficina central?, ¿cuánto podría esta política agregar al costo en comparación con la de permitir que múltiples oficinas manejen un solo estado?

Paso 1. Considerar los criterios de optimización, los cuales, de acuerdo a Chopra (2020) se muestran a continuación.

$$\min z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^n f_i y_i \quad (1)$$

sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = d_j \quad \forall j = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq k_i y_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, n. \quad (3)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, m, i = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$y_i \in (0, 1) \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Como se aprecia la ec. (1) nos indica que se realizará la minimización de costos (función objetivo) a partir de la suma producto de los costos del lugar de origen a un sitio potencial donde se requiere la consultor por la cantidad de viajes del mismo y que se deben sumar a los costos fijos anuales de operación por una decisión binaria de que se abra o no la oficina (1. Abierto; 0.Cerrado). La ec. (2) representa la restricción de que todo lo que se envíe de consultorías por cada uno

de los 16 sitios cumple con la demanda por ejemplo, el caso 1, todo lo que se envíe de consultorías desde Washington a Los Angeles, Tulsa, Denver y Seattle cumpla con 40 viajes. La ec. (3) nos indica la restricción de que todo lo que se envíe de consultorías desde las columnas Los Angeles, Tulsa, Denver y Seattle sea menor igual a su capacidad. Así, se hacen consideraciones adicionales como:

- m son sitios potenciales y n lugar cliente
- k_i son el número de consultores por la cantidad de viajes que a lo sumo pueden realizar y d_j cantidad de viajes a realizar por cada cliente (lugar)
- c_{ij} son los costos por cada viaje del consultor de ir del sitio potencial i al lugar del cliente j ; f_i son los costos de operación para una oficina
- x_{ij} , y_i son nuestras variables de decisión, son la cantidad de viajes que debe hacer cada oficina del sitio potencial i al destino j y los sitios potenciales para las oficinas
- Solo existiran soluciones factibles si $\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq k_i y_i$ además de $\sum_{i=1}^n x_{ij} = d_j$
- Los costos de los viajes son proporcionales al número de viajes realizados

Paso 2. La capacidad de producción para la primera y segunda parte del problema, se determina así:

- Para el primer caso al no existir un límite para los sitios potenciales, la capacidad de consultores deberá ser al menos de:

$$\sum_{j=1}^m d_j = 675$$

Si máximo pueden hacer 25 viajes se necesitarán $675/25 = 27$ consultores.

- Para el segundo caso, la capacidad de consultores deberá ser a lo mucho 10 para cada sitio potencial, así a lo más solo pueden realizar 25 viajes, la capacidad será $10 \cdot 25 = 250$ viajes. La cantidad de consultores vendrá dada por el entero próximo de dividir la capacidad usada entre 25:

$$(\sum_{j=1}^m x_{ij}) / 25$$

Por ejemplo, capacidad usada se refiere a que si Los Ángeles tiene capacidad de 250 pero nada más ocupa 200 sobrando 50 se tendría entonces $200/25= 8$ consultores van a ser requeridos ahí.

Paso 3. Preparación de tablas en Excel con:

- a. Los datos de los costos, números de viajes, los costos anualizados y si están o no abiertos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2											
3											
4		Costos de viaje (\$)									
5		Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	Número de viajes				
6		Washington	150	250	200	25	40		Costos fijo (\$)		Abre
7		Oregon	150	250	200	75	35		Los Angeles	165428	
8		California	75	200	150	125	100		Tulsa	131230	
9		Idaho	150	200	125	125	25		Denver	145000	
10		Nevada	100	200	125	150	40		Seattle	145000	
11		Montana	175	175	125	125	25				
12		Wyoming	150	175	100	150	50				
13		Utah	150	150	100	200	30				
14		Arizona	75	200	100	250	50				
15		Colorado	150	125	25	250	65				
16		Nuevo México	125	125	75	300	40				
17		Dakota del Norte	300	200	150	200	30				FO
18		Dakota del Sur	300	175	125	200	20				
19		Nebraska	250	100	125	250	30				
20		Kansas	250	75	75	300	40		Consultores	0	
21		Oklahoma	250	25	125	300	55		Maximo viaje por consultor	25	
22		Capacidad	675	675	675	675	675				
23			0	0	0	0					

- b. La creación de la tabla de soluciones

	A	B	C	D	E	F	G
22		Capacidad	675	675	675	675	675
23			0	0	0	0	
24							
25							
26							
27		Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	
28		Washington					0
29		Oregon					0
30		California					0
31		Idaho					0
32		Nevada					0
33		Montana					0
34		Wyoming					0
35		Utah					0
36		Arizona					0
37		Colorado					0
38		Nuevo México					0
39		Dakota del Norte					0
40		Dakota del Sur					0
41		Nebraska					0
42		Kansas					0
43		Oklahoma					0
44			0	0	0	0	

- c. Se verifica la capacidad de cada sitio potencial así como del número de viajes que es de 675

	A	B	C	D	E	F	G
3							
4		Costos de viaje (\$)					
5		Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	Número de viajes
6		Washington	150	250	200	25	40
7		Oregon	150	250	200	75	35
8		California	75	200	150	125	100
9		Idaho	150	200	125	125	25
10		Nevada	100	200	125	150	40
11		Montana	175	175	125	125	25
12		Wyoming	150	175	100	150	50
13		Utah	150	150	100	200	30
14		Arizona	75	200	100	250	50
15		Colorado	150	125	25	250	65
16		Nuevo México	125	125	75	300	40
17		Dakota del Norte	300	200	150	200	30
18		Dakota del Sur	300	175	125	200	20
19		Nebraska	250	100	125	250	30
20		Kansas	250	75	75	300	40
21		Oklahoma	250	25	125	300	55
22		Capacidad	675	675	675	675	=SUMA(G6:G21)
23			0	0	0	0	

d. Se verifica la capacidad disponible, siendo la capacidad del sitio potencial por si se abre o no dicho nodo (valor binario) y para cada una de las celdas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
3											
4		Costos de viaje (\$)									
5		Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	Número de viajes				
6		Washington	150	250	200	25	40	Costos fijo (\$)			Abre
7		Oregon	150	250	200	75	35	Los Angeles	165428		
8		California	75	200	150	125	100	Tulsa	131230		
9		Idaho	150	200	125	125	25	Denver	145000		
10		Nevada	100	200	125	150	40	Seattle	145000		
11		Montana	175	175	125	125	25				
12		Wyoming	150	175	100	150	50				
13		Utah	150	150	100	200	30				
14		Arizona	75	200	100	250	50				
15		Colorado	150	125	25	250	65				
16		Nuevo México	125	125	75	300	40				
17		Dakota del Norte	300	200	150	200	30				FO
18		Dakota del Sur	300	175	125	200	20				
19		Nebraska	250	100	125	250	30				
20		Kansas	250	75	75	300	40	Consultores	0		
21		Oklahoma	250	25	125	300	55	Maximo viaje por consultor	25		
22		Capacidad	675	675	675	675	675				
23			=C22*K7	0	0	0					

....

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
3											
4		Costos de viaje (\$)									
5		Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	Número de viajes				
6		Washington	150	250	200	25	40	Costos fijo (\$)			Abre
7		Oregon	150	250	200	75	35	Los Angeles	165428		
8		California	75	200	150	125	100	Tulsa	131230		
9		Idaho	150	200	125	125	25	Denver	145000		
10		Nevada	100	200	125	150	40	Seattle	145000		
11		Montana	175	175	125	125	25				
12		Wyoming	150	175	100	150	50				
13		Utah	150	150	100	200	30				
14		Arizona	75	200	100	250	50				
15		Colorado	150	125	25	250	65				
16		Nuevo México	125	125	75	300	40				
17		Dakota del Norte	300	200	150	200	30				FO
18		Dakota del Sur	300	175	125	200	20				
19		Nebraska	250	100	125	250	30				
20		Kansas	250	75	75	300	40	Consultores	0		
21		Oklahoma	250	25	125	300	55	Maximo viaje por consultor	25		
22		Capacidad	675	675	675	675	675				
23			0	0	0	=F22*K10					

- e. De la matriz de soluciones se prepara la suma de lo que cada sitio potencial enviará de consultores. Esto es parte de los preparativos de la segunda restricción.

	A	B	C	D	E	F	G
23			0	0	0	0	
24							
25							
26							
27		Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	
28		Washington					=SUMA(C28:F28)
29		Oregon					0
30		California					0
31		Idaho					0
32		Nevada					0
33		Montana					0
34		Wyoming					0
35		Utah					0
36		Arizona					0
37		Colorado					0
38		Nuevo México					0
39		Dakota del Norte					0
40		Dakota del Sur					0
41		Nebraska					0
42		Kansas					0
43		Oklahoma					0
44			0	0	0	0	

Se arrastra el criterio a las demás celdas

	A	B	C	D	E	F	G
23			0	0	0	0	
24							
25							
26							
27		Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	
28		Washington					0
29		Oregon					0
30		California					0
31		Idaho					0
32		Nevada					0
33		Montana					0
34		Wyoming					0
35		Utah					0
36		Arizona					0
37		Colorado					0
38		Nuevo México					0
39		Dakota del Norte					0
40		Dakota del Sur					0
41		Nebraska					0
42		Kansas					0
43		Oklahoma					0
44			0	0	0	0	

- f. Se verifica a continuación la suma de la capacidad usada por cada sitio potencial y por cada uno de los 16 sitios de demanda

	A	B	C	D	E	F	G
26							
27		Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	
28		Washington					0
29		Oregon					0
30		California					0
31		Idaho					0
32		Nevada					0
33		Montana					0
34		Wyoming					0
35		Utah					0
36		Arizona					0
37		Colorado					0
38		Nuevo México					0
39		Dakota del Norte					0
40		Dakota del Sur					0
41		Nebraska					0
42		Kansas					0
43		Oklahoma					0
44			C43)	0	0	0	

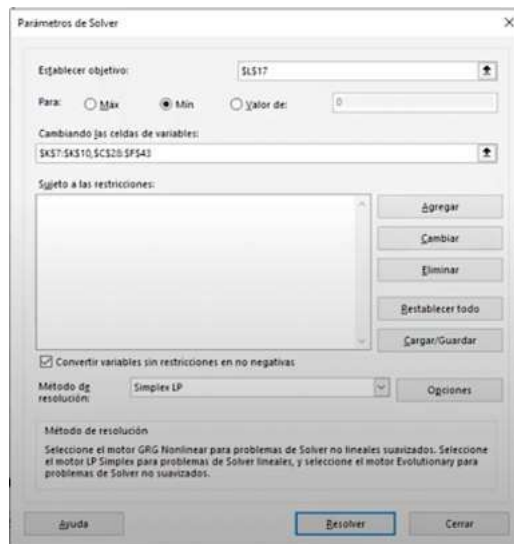
- g. Establecimiento de la función objetivo como la expresión matricial de:
 $SUMAPRODUCTO(C28,F43:C6,F21)+SUMAPRODUCTO(J7,J10:K7,K10)$

	B	C	D	E	F	G
27	Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	
28	Washington					0
29	Oregon					0
30	California					0
31	Idaho					0
32	Nevada					0
33	Montana					0
34	Wyoming					0
35	Utah					0
36	Arizona					0
37	Colorado					0
38	Nuevo México					0
39	Dakota del Norte					0
40	Dakota del Sur					0
41	Nebraska					0
42	Kansas					0
43	Oklahoma					0
44		0	0	0	0	

Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	Número de viajes	Costos fijo (\$)	Abre
Washington	150	250	200	25	40	Los Angeles	\$65428
Oregon	150	250	200	75	35	Tulsa	131230
California	75	200	150	125	100	Denver	145000
Idaho	150	200	125	125	25	Seattle	145000
Nevada	100	200	125	150	40		
Montana	175	175	125	125	25		
Wyoming	150	175	100	150	50		
Utah	150	150	100	200	30		
Arizona	75	200	100	250	50		
Colorado	150	125	25	250	65		
Nuevo México	125	125	75	300	40		
Dakota del Norte	300	200	150	200	30		FO
Dakota del Sur	300	175	125	200	20		
Nebraska	250	100	125	250	30		
Kansas	250	75	75	300	40	Consultores	0
Oklahoma	250	25	125	300	55	Maximo viaje por consultor	25
Capacidad	675	675	675	675	675		
	0	0	0	0			

Paso 4. Activación de **Solver** a partir de la barra de herramientas **Datos** con:

- a. **Establecer objetivo:** \$L\$17; selección **min**; **Cambiando las celdas de variables:** \$K\$7:\$K\$10,\$C\$28:\$F\$43. Como se observa,se toma de base las decisiones binarias para seleccionar el área de soluciones que se van a generar.



b. Establecimiento de la restricción 2 y **Agregar**

Demanda



Esto es:

	B	C	D	E	F	G	H	I
25								
26								
27	Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle			
28	Washington					0		
29	Oregon					0		
30	California					0		
31	Idaho					0		
32	Nevada					0		
33	Montana					0		
34	Wyoming					0		
35	Utah					0		
36	Arizona					0		
37	Colorado					0		
38	Nuevo México					0		
39	Dakota del Norte					0		
40	Dakota del Sur					0		
41	Nebraska					0		
42	Kansas					0		
43	Oklahoma					0		
44		0	0	0	0	0		

...

	B	C	D	E	F	G	H	I
4	Costos de viaje (\$)							
5	Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	Número de viajes		
6	Washington	150	250	200	250	25	40	Costos fijo (\$)
7	Oregon	150	250	200	75	35	35	Los Angeles
8	California	75	200	150	125	100	100	Tulsa
9	Idaho	150	200	125	125	25	25	Denver
10	Nevada	100	200	125	150	40	40	Seattle
11	Montana	175	175	125	125	25		
12	Wyoming	150	175	100	150	50		
13	Utah	150	150	100	200	30		
14	Arizona	75	200	100	250	50		
15	Colorado	150	125	25	250	65		
16	Nuevo México	125	125	75	300	40		
17	Dakota del Norte	300	200	150	200			
18	Dakota del Sur	300	175	125	200			
19	Nebraska	250	100	125	250			
20	Kansas	250	75	75	300			
21	Oklahoma	250	25	125	300			
22	Capacidad	675	675	675	675	675		

c. Establecimiento de la restricción 3 y **Agregar** Capacidad usada

Esto es:

	B	C	D	E	F	G	H	I
29	Oregon					0		
30	California					0		
31	Idaho					0		
32	Nevada					0		
33	Montana					0		
34	Wyoming					0		
35	Utah					0		
36	Arizona					0		
37	Colorado					0		
38	Nuevo México					0		
39	Dakota del Norte					0		
40	Dakota del Sur					0		
41	Nebraska					0		
42	Kansas					0		
43	Oklahoma					0		
44		0	0	0	0			
45								
46								

Agregar restricción

Referencia de celda: SC544:SF544 <= Restricción:

Aceptar Agregar Cancelar

...

	B	C	D	E	F	G	H	I
17	Dakota del Norte	300	200	150	200		30	
18	Dakota del Sur	300	175	125	200		20	
19	Nebraska	250	100	125	250		30	
20	Kansas	250	75	75	300		40	Consultores
21	Oklahoma	250	25	125	300		55	Maximo viaje por
22	Capacidad	675	675	675	675		675	
23		0	0	0	0			
24								
25								
26								
27	Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle			
28	Washington						0	
29	Oregon						0	
30	California							
31	Idaho							
32	Nevada							
33	Montana							
34	Wyoming							

Agregar restricción

Referencia de celda: SC544:SF544 <= Restricción: -SC523:SF523

Aceptar Agregar Cancelar

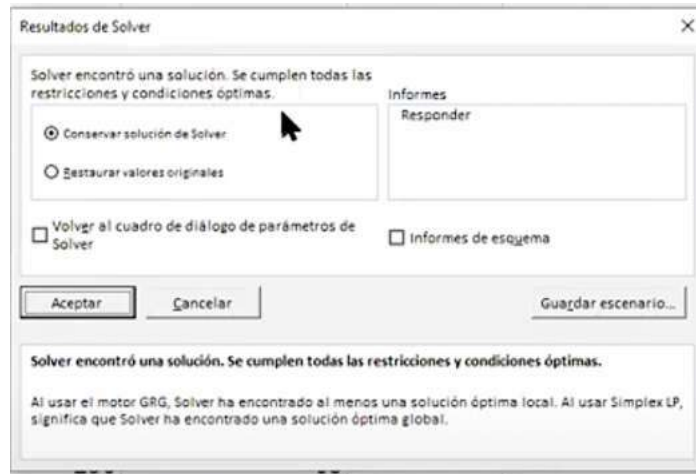
d. Establecimiento de las restricciones binarias, **Agregar** y **Aceptar**

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1										
2										
3										
4	Costos de viaje (\$)									
5	Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	Número de viajes				
6	Washington	150	250	200	25	40	Costos fijo (\$)			Abre
7	Oregon	150	250	200	75	35	Los Angeles		165428	
8	California	75	200	150	125	100	Tulsa		131230	
9	Idaho	150	200	125	125	25	Denver		145000	
10	Nevada	100	200	125	150	40	Seattle		145000	
11	Montana	175	175	125	125	25				
12	Wyoming	150	175	100	150	50				
13	Utah	150	150	100	200	30				
14	Arizona	75	200	100	250					
15	Colorado	150	125	25	250					
16	Nuevo México	125	125	75	300					
17	Dakota del Norte	300	200	150	200					FO
18	Dakota del Sur	300	175	125	200					

e. Se selecciona el **Método de resolución: Simplex LP** y se oprime **Resolver**



f. Se anuncia solución de **Solver**, se oprime **Aceptar**



- h. Se verifican resultados en la tabla de EXCEL, por ejemplo, en nuestro caso la **Función objetivo= 224,500 USD** como costo operativo anual, donde sólo **Denver** abre.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2											
3											
4	Costos de viaje (\$)										
5	Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	Número de viajes					
6	Washington	150	250	200	25	40		Costos fijo (\$)		Abre	0
7	Oregon	150	250	200	75	35		Los Angeles	165428		0
8	California	75	200	150	125	100		Tulsa	131230		0
9	Idaho	150	200	125	125	25		Denver	145000		1
10	Nevada	100	200	125	150	40		Seattle	145000		0
11	Montana	175	175	125	125	25					
12	Wyoming	150	175	100	150	50					
13	Utah	150	150	100	200	30					
14	Arizona	75	200	100	250	50					
15	Colorado	150	125	25	250	65					
16	Nuevo México	125	125	75	300	40					
17	Dakota del Norte	300	200	150	200	30					
18	Dakota del Sur	300	175	125	200	20					
19	Nebraska	250	100	125	250	30					
20	Kansas	250	75	75	300	40		Consultores		27	
21	Oklahoma	250	25	125	300	55		Maximo viaje por consultor		25	
22	Capacidad	675	675	675	675	675					
23		0	0	675	0						

Los consultores se calculan como se observa para dar un total de 27

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
10		Nevada	100	200	125	150		40	Seattle	145000
11		Montana	175	175	125	125		25		
12		Wyoming	150	175	100	150		50		
13		Utah	150	150	100	200		30		
14		Arizona	75	200	100	250		50		
15		Colorado	150	125	25	250		65		
16		Nuevo México	125	125	75	300		40		
17		Dakota del Norte	300	200	150	200		30		
18		Dakota del Sur	300	175	125	200		20		
19		Nebraska	250	100	125	250		30		
20		Kansas	250	75	75	300		40	Consultores	F23)/J21
21		Oklahoma	250	25	125	300		55	Maximo viaje por consultor	25
22		Capacidad	675	675	675	675		675		
23			0	0	675	0				

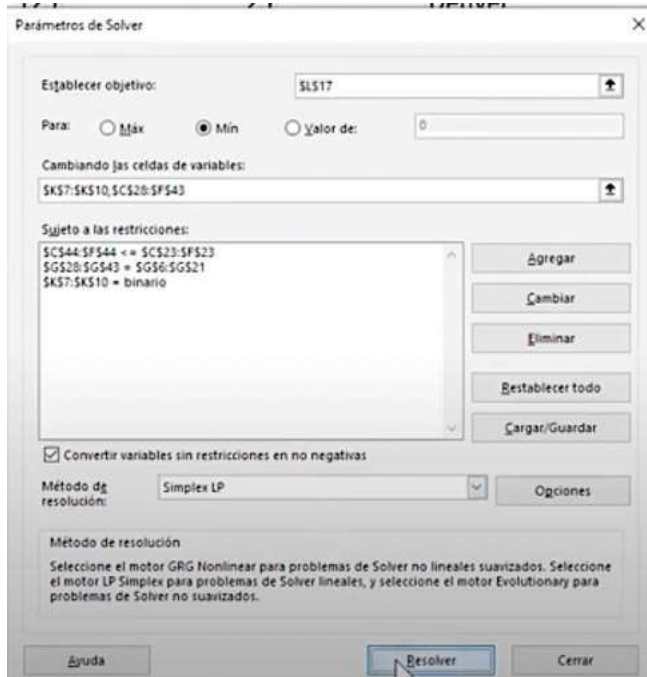
La tabla de soluciones, confirma como **Denver** abre para los 16 nodos de servicio.

	A	B	C	D	E	F	G
23				0	0	675	0
24							
25							
26							
27		Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	
28		Washington	0	0	40	0	40
29		Oregon	0	0	35	0	35
30		California	0	0	100	0	100
31		Idaho	0	0	25	0	25
32		Nevada	0	0	40	0	40
33		Montana	0	0	25	0	25
34		Wyoming	0	0	50	0	50
35		Utah	0	0	30	0	30
36		Arizona	0	0	50	0	50
37		Colorado	0	0	65	0	65
38		Nuevo México	0	0	40	0	40
39		Dakota del Norte	0	0	30	0	30
40		Dakota del Sur	0	0	20	0	20
41		Nebraska	0	0	30	0	30
42		Kansas	0	0	40	0	40
43		Oklahoma	0	0	55	0	55
44				0	0	675	0

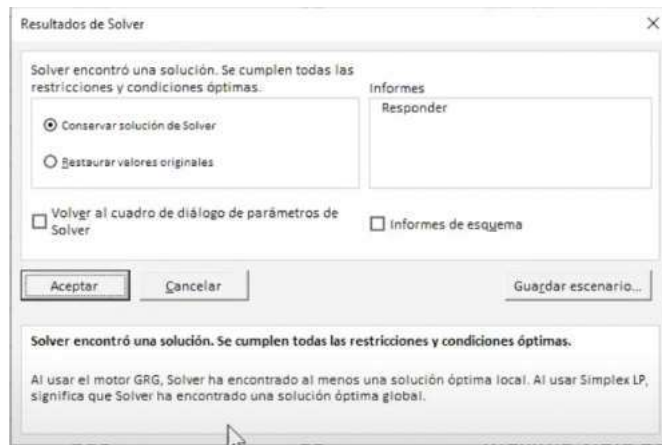
i. Ahora bien, ¿que pasaría si la capacidad cambia de 675 a 250?

	A	B	C	D	E	F	G
7		Oregon	150	250	200	75	35
8		California	75	200	150	125	100
9		Idaho	150	200	125	125	25
10		Nevada	100	200	125	150	40
11		Montana	175	175	125	125	25
12		Wyoming	150	175	100	150	50
13		Utah	150	150	100	200	30
14		Arizona	75	200	100	250	50
15		Colorado	150	125	25	250	65
16		Nuevo México	125	125	75	300	40
17		Dakota del Norte	300	200	150	200	30
18		Dakota del Sur	300	175	125	200	20
19		Nebraska	250	100	125	250	30
20		Kansas	250	75	75	300	40
21		Oklahoma	250	25	125	300	55
22		Capacidad	250	250	250	250	675
23			0	0	250	0	

Se vuelve a correr **Solver** oprimiendo **Resolver**



Se anuncia cuadro de diálogo donde Solver ha encontrado una solución. Oprimir **Aceptar**



- j. Se revisa la tabla de Excel encontrándose nuevos resultados como la **Función objetivo= 483,750 USD** de costo operativo anual, donde ahora se abren los nodos **Tulsa, Denver y Seattle** y ahora se requieren **30** consultores.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
3											
4	Costos de viaje (\$)										
5	Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	Número de viajes					
6	Washington	150	250	200	25	40	Costos fijo (\$)		Abre		
7	Oregon	150	250	200	75	35	Los Angeles	165428	0		
8	California	75	200	150	125	100	Tulsa	131230	1		
9	Idaho	150	200	125	125	25	Denver	145000	1		
10	Nevada	100	200	125	150	40	Seattle	145000	1		
11	Montana	175	175	125	125	25					
12	Wyoming	150	175	100	150	50					
13	Utah	150	150	100	200	30					
14	Arizona	75	200	100	250	50					
15	Colorado	150	125	25	250	65					
16	Nuevo México	125	125	75	300	40					
17	Dakota del Norte	300	200	150	200	30			FO	483730	
18	Dakota del Sur	300	175	125	200	20					
19	Nebraska	250	100	125	250	30					
20	Kansas	250	75	75	300	40	Consultores	30			
21	Oklahoma	250	25	125	300	55	Maximo viaje por consultor	25			
22	Capacidad	250	250	250	250	675					
23		0	250	250	250						

Además, la tabla de soluciones muestra que sólo Los Angeles no tendría flujo de consultores.

	B	C	D	E	F	G
25						
26						
27	Estado	Los Angeles	Tulsa	Denver	Seattle	
28	Washington	0	0	0	40	40
29	Oregon	0	0	0	35	35
30	California	0	0	0	100	100
31	Idaho	0	0	0	25	25
32	Nevada	0	0	15	25	40
33	Montana	0	0	0	25	25
34	Wyoming	0	0	50	0	50
35	Utah	0	0	30	0	30
36	Arizona	0	0	50	0	50
37	Colorado	0	0	65	0	65
38	Nuevo México	0	20	20	0	40
39	Dakota del Norte	0	30	0	0	30
40	Dakota del Sur	0	0	20	0	20
41	Nebraska	0	30	0	0	30
42	Kansas	0	40	0	0	40
43	Oklahoma	0	55	0	0	55
44		0	175	250	250	

Problema 3

En un problema resuelto por Gómez-Rocha (2020a) propuesto por Chopra (2020), Drylce, Inc., es un fabricante de acondicionadores de aire cuya demanda ha crecido significativamente. La compañía anticipa que la demanda a nivel nacional en el siguiente año sea de 180,000 unidades en el sur; 120,000 en el oeste medio; 110,000 en el este, y 100,000 unidades en el oeste. Los gerentes de Drylce están diseñando la red de manufactura y han seleccionado cuatro sitios potenciales: Nueva York, Atlanta, Chicago y San Diego. La capacidad de las plantas podría ser de 200,000 o de 400,000 unidades. Los costos fijos anuales en las cuatro ubicaciones se muestran en la **Tabla a.** junto con el costo de producir y enviar un acondicionador de aire a cada uno de los cuatro mercados.

Tabla a. Costos de producción y transporte de Drylce, Inc.

	Nueva York	Atlanta	Chicago	San Diego
Costo fijo anual de la planta de 200,000	\$6 millones	\$5.5 millones	\$5.6 millones	\$6.1 millones
Costo fijo anual de la planta de 400,000	\$10 millones	\$9.2 millones	\$9.3 millones	\$10.2 millones
Este	\$211	\$232	\$238	\$299
Sur	\$232	\$212	\$230	\$280
Oeste Medio	\$240	\$230	\$215	\$270
Oeste	\$300	\$280	\$270	\$225

Preguntas

¿Dónde deberá Drylce construir sus fábricas y qué tan grandes deben ser?

Paso 1. Considerar los criterios de optimización, los cuales, de acuerdo a Chopra (2020) se muestran a continuación.

$$\min z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^n f_i y_i + \sum_{i=1}^n F_i Y_i \quad (1)$$

sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = d_j \quad \forall i= 1,2,\dots,n \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq k_i y_i + K_i Y_i \quad \forall j= 1,2,\dots,n \quad (3)$$

$$y_i + Y_i \leq 1 \quad \forall i= 1,2,\dots,n \quad (4)$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad \forall j= 1,2,\dots,m, i= 1,2,\dots,n \quad (5)$$

$$y_i, Y_i \in (0,1) \quad \forall i= 1,2,\dots,n \quad (6)$$

Además, se hacen consideraciones adicionales como:

- m son sitios potenciales y n lugar cliente
- k_i y K_i son las capacidades de plantas baja y alta, d_j demanda de regiones
- c_{ij} son los costos de transporte por acondicionador i al lugar del cliente j ; f_i y F_i son los costos de operación de plantas con capacidad baja y alta
- x_{ij} , y_i y Y_i son nuestras variables de decisión, son la cantidad de productos a enviar de i al destino j y los sitios potenciales para las plantas con capacidad baja o alta
- Solo existiran soluciones factibles si $\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq y_i + Y_i$ además de $\sum_{i=1}^n x_{ij} = d_j$
- Los costos de los viajes son proporcionales al número de viajes realizados

Paso 2. Preparar hoja de trabajo Excel para **Solver**, de acuerdo a los datos proporcionados

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2											
3		Sitios potenciales							Costo	Capacidad	Abre/cierra
4		New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda		New York	6000000	200000	
5 Este		211	232	238	299	110000		Atlanta	5500000	200000	
6 Sur		232	212	230	280	180000		Chicago	5600000	200000	
7 Oeste Medio		240	230	215	270	120000		San Diego	6100000	200000	
8 Oeste		300	280	270	225	100000		New York	10000000	400000	
9								Atlanta	9200000	400000	
10		Unidades enviadas							Chicago	9300000	400000
11		New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda		San Diego	10200000	400000	
12 Este						0					
13 Sur						0					
14 Oeste Medio						0	FO		0		
15 Oeste						0					
16 Capacidad usada		0	0	0	0	0					
17 Capacidad dispC		0	0	0	0	0					
18 Capacidad dispG		0	0	0	0	0					
19 Suma capacidades		0	0	0	0	0					
20											
21 Solo un tipo de planta a la vez		1	1	1	1						
22 a lo mucho		0	0	0	0						

- a. Establecer la **Función objetivo** basado en las funciones de SUMAPRODUCTO indicadas, es decir las suma producto de las matrices de lo que cuestan de *i* a *j* por lo que se va a enviar de *i* a *j* más las suma producto de las matrices de costo operativos anuales de cada uno de los nodos por nivel de decisión si abre o cierra el nodo.

Sitios potenciales						Costo	Capacidad	Abre/cierra
	New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda			
Este	211	232	238	299	110000	New York	6000000	200000
Sur	232	212	230	280	180000	Atlanta	5500000	200000
Oeste Medio	240	230	215	270	120000	Chicago	5600000	200000
Oeste	300	280	270	225	100000	San Diego	6100000	200000
						New York	10000000	400000
						Atlanta	9200000	400000
						Chicago	9300000	400000
						San Diego	10200000	400000

Unidades enviadas						Demanda
	New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda	
Este					0	
Sur					0	
Oeste Medio					0	FO
Oeste					0	K4:K11

Capacidad usada	0	0	0	0	0	
Capacidad dispC	0	0	0	0	0	
Capacidad dispG	0	0	0	0	0	
Suma capacidades	0	0	0	0	0	
Solo un tipo de planta a la vez	1	1	1	1	1	
a lo mucho	0	0	0	0	0	

- b. Asegurar que las filas de la demanda en la tabla solución sean las sumas respectivas. Nota, esta fila el total de la demanda es \leq a la de cada uno de los sitios potenciales de la tabla de sitios potenciales.

Sitios potenciales						Costo	Capacidad	Abre/cierra
	New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda			
Este	211	232	238	299	110000	New York	6000000	200000
Sur	232	212	230	280	180000	Atlanta	5500000	200000
Oeste Medio	240	230	215	270	120000	Chicago	5600000	200000
Oeste	300	280	270	225	100000	San Diego	6100000	200000
						New York	10000000	400000
						Atlanta	9200000	400000
						Chicago	9300000	400000
						San Diego	10200000	400000

Unidades enviadas						Demanda
	New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda	
Este					0	
Sur					0	
Oeste Medio					0	FO
Oeste					0	K4:K11

Capacidad usada	0	0	0	0	0	
Capacidad dispC	0	0	0	0	0	
Capacidad dispG	0	0	0	0	0	
Suma capacidades	0	0	0	0	0	
Solo un tipo de planta a la vez	1	1	1	1	1	
a lo mucho	0	0	0	0	0	

c. Asimismo asegurar las sumas de las capacidades mencionadas en la tabla de solución.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
3		Sitios potenciales							Costo	Capacidad	Abre/cierra
4		New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda		New York	6000000	200000	
5	Este	211	232	238	299	110000		Atlanta	5500000	200000	
6	Sur	232	212	230	280	180000		Chicago	5600000	200000	
7	Oeste Medio	240	230	215	270	120000		San Diego	6100000	200000	
8	Oeste	300	280	270	225	100000		New York	10000000	400000	
9								Atlanta	9200000	400000	
10		Unidades enviadas							Chicago	9300000	400000
11		New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda		San Diego	10200000	400000	
12	Este					0					
13	Sur					0					
14	Oeste Medio					0	FO		0		
15	Oeste					0					
16	Capacidad usada	B15)	0	0	0	0					
17	Capacidad dispC	0	0	0	0	0					
18	Capacidad dispG	0	0	0	0	0					
19	Suma capacidades	0	0	0	0	0					
20											
21	Solo un tipo de planta a la vez	1	1	1	1	1					
22	a lo mucho	0	0	0	0	0					

d. Asegurar la matriz con cantidades de **Capacidad disponible chica** dependientes de si se abre o no abre el nodo, como se muestra.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
3		Sitios potenciales							Costo	Capacidad	Abre/cierra
4		New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda		New York	6000000	200000	
5	Este	211	232	238	299	110000		Atlanta	5500000	200000	
6	Sur	232	212	230	280	180000		Chicago	5600000	200000	
7	Oeste Medio	240	230	215	270	120000		San Diego	6100000	200000	
8	Oeste	300	280	270	225	100000		New York	10000000	400000	
9								Atlanta	9200000	400000	
10		Unidades enviadas							Chicago	9300000	400000
11		New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda		San Diego	10200000	400000	
12	Este					0					
13	Sur					0					
14	Oeste Medio					0	FO		0		
15	Oeste					0					
16	Capacidad usada	0	0	0	0	0					
17	Capacidad dispC	=K4*J4	0	0	0	0					
18	Capacidad dispG	0	0	0	0	0					
19	Suma capacidades	0	0	0	0	0					
20											
21	Solo un tipo de planta a la vez	1	1	1	1	1					
22	a lo mucho	0	0	0	0	0					

e. Realizar lo mismo para **Capacidad disponible grande**, dependientes de si se abre o no abre el nodo, como se muestra.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
3		Sitios potenciales							Costo	Capacidad	Abre/cierra
4		New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda		New York	6000000	200000	
5	Este	211	232	238	299	110000		Atlanta	5500000	200000	
6	Sur	232	212	230	280	180000		Chicago	5600000	200000	
7	Oeste Medio	240	230	215	270	120000		San Diego	6100000	200000	
8	Oeste	300	280	270	225	100000		New York	10000000	400000	
9								Atlanta	9200000	400000	
10		Unidades enviadas							Chicago	9300000	400000
11		New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda		San Diego	10200000	400000	
12	Este					0					
13	Sur					0					
14	Oeste Medio					0	FO		0		
15	Oeste					0					
16	Capacidad usada	0	0	0	0	0					
17	Capacidad dispC	0	0	0	0	0					
18	Capacidad dispG	=J8*K8	0	0	0	0					
19	Suma capacidades	0	0	0	0	0					
20											
21	Solo un tipo de planta a la vez	1	1	1	1						
22	a lo mucho	0	0	0	0						

f. Sobre el caso de un solo tipo de planta, se garantiza que las sumas sean ≤ 1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
3		Sitios potenciales							Costo	Capacidad	Abre/cierra
4		New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda		New York	6000000	200000	
5	Este	211	232	238	299	110000		Atlanta	5500000	200000	
6	Sur	232	212	230	280	180000		Chicago	5600000	200000	
7	Oeste Medio	240	230	215	270	120000		San Diego	6100000	200000	
8	Oeste	300	280	270	225	100000		New York	10000000	400000	
9								Atlanta	9200000	400000	
10		Unidades enviadas							Chicago	9300000	400000
11		New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda		San Diego	10200000	400000	
12	Este					0					
13	Sur					0					
14	Oeste Medio					0	FO		0		
15	Oeste					0					
16	Capacidad usada	0	0	0	0	0					
17	Capacidad dispC	=K4*J4	0	0	0	0					
18	Capacidad dispG	0	0	0	0	0					
19	Suma capacidades	0	0	0	0	0					
20											
21	Solo un tipo de planta a la vez	1	1	1	1						
22	a lo mucho	0	0	0	0						

Paso 3. Activar **Solver** mediante menú de herramientas **Datos**. Se define la celda de **Función objetivo**, se selecciona **Min** y las **Cambiando las celdas de variables** correspondientes: \$K\$4: \$K\$11, \$B\$12: \$E\$15 .Oprimir Agregar



- a. Se establecen cada una de las restricciones oprimiendo **Agregar**, como sigue:
Ec.2.

Sitios potenciales						
	Mass. York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda	
Este				38	299	110000
Sur				30	280	180000
Oeste Medio				15	270	120000
Oeste				70	225	100000

Unidades enviadas					
	New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda
Este					0
Sur					0
Oeste Medio					0
Oeste					0

Ec. 3

Sitios potenciales						
	Mass. York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda	
Este				238	299	110000
Sur				230	280	180000
Oeste Medio				215	270	120000
Oeste		300	280	270	225	100000

Unidades enviadas					
	New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda
Este					0
Sur					0
Oeste Medio					0
Oeste					0
Capacidad usada	0	0	0	0	0
Capacidad dispC	0	0	0	0	0
Capacidad dispG	0	0	0	0	0
Suma capacidades	0	0	0	0	0
Solo un tipo de planta a la vez	1	1	1	1	1
a lo mucho	0	0	0	0	0

Ec 4.

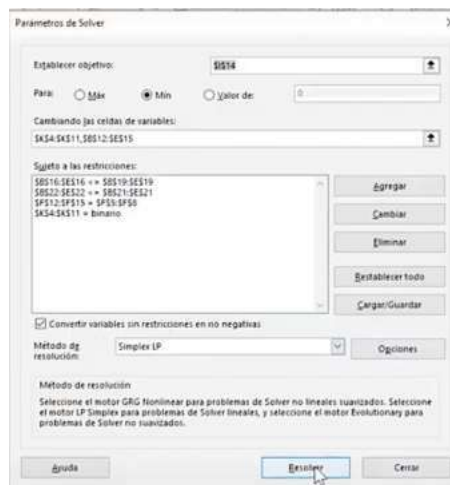
	San Diego	Demanda
Este	238	299
Sur	230	280
Oeste Medio	215	270
Oeste	300	280
	270	225
	100000	

	New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda
Este					0
Sur					0
Oeste Medio					0
Oeste					0
Capacidad usada	0	0	0	0	0
Capacidad dispC	0	0	0	0	0
Capacidad dispG	0	0	0	0	0
Suma capacidades	0	0	0	0	0
Solo un tipo de planta a la vez	1	1	1	1	1
a lo mucho	0	0	0	0	0

Restricción de los casos binarios

	San Diego	Demanda	New York	Costo	Capacidad	Abre/cierra
Este	238	299	110000	Atlanta	550000	200000
Sur	230	280	180000	Chicago	560000	200000
Oeste Medio	215	270	120000	San Diego	610000	200000
Oeste	300	280	100000	New York	1000000	400000
				Atlanta	920000	400000
				Chicago	930000	400000
				San Diego	1020000	400000
				FO		0

Para terminar se oprime **Cancelar**, desplegándose el cuadro de Diálogo de **Solver** para verificar las condiciones de cálculo. Oprimir **Resolver**



Aparece cuadro de diálogo Solver confirmando solución. Oprimir **Aceptar**.



b. Muestra de los resultados de Solver en la tabla de Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	
1												
2												
3		Sitios potenciales						Costo	Capacidad	Abre/cierra		
4		New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda		New York	600000	200000	0	
5	Este	211	232	238	299	110000		Atlanta	550000	200000	0	
6	Sur	232	212	230	280	180000		Chicago	560000	200000	0	
7	Oeste Medio	240	230	215	270	120000		San Diego	610000	200000	1	
8	Oeste	300	280	270	225	100000		New York	1000000	400000	0	
9								Atlanta	920000	400000	1	
10		Unidades enviadas						Chicago	930000	400000	0	
11		New York	Atlanta	Chicago	San Diego	Demanda		San Diego	1020000	400000	0	
12	Este	0	110000	0	0	110000						
13	Sur	0	180000	0	0	180000						
14	Oeste Medio	0	110000	0	10000	120000	FO		129480000			
15	Oeste	0	0	0	100000	100000						
16	Capacidad usada	0	400000	0	110000							
17	Capacidad dispC	0	0	0	200000							
18	Capacidad dispG	0	400000	0	0							
19	Suma capacidades	0	400000	0	200000							
20												
21	Solo un tipo de planta a la vez	1	1	1	1							
22	a lo mucho	0	1	0	1							

Como se observará, el análisis nos indica que se abrirá una planta en San Diego chica y una planta en Atlanta grande; Atlanta y San Diego despliegan sus envíos como se ve en la matriz de soluciones con un costo de 129'480,000 USD

Problema 4

En un problema resuelto por Gómez-Rocha (2020b) propuesto por Chopra (2020), se tiene Blue Computers, un importante fabricante de computadoras en Estados Unidos, tiene plantas actualmente en Kentucky y Pennsylvania. La planta de Kentucky tiene una capacidad de 1 millón de unidades al año y la de Pennsylvania es de 1.5 millones. La empresa divide Estados Unidos en cinco mercados: del noreste, del sureste, del oeste medio, del sur y del oeste. Cada computadora personal se vende en \$1,000. La compañía espera un crecimiento de 50% en la demanda (en cada región) este año (después del cual la demanda se estabilizará) y desea construir una planta con una capacidad de 1.5 millones de unidades al año para adaptarse al crecimiento. Los sitios potenciales a considerar están en Carolina del Norte y California. En la actualidad, la compañía paga impuestos federales, estatales y locales sobre el ingreso de cada planta.

Los impuestos federales son 20% del ingreso, y todos los impuestos estatales y locales son 7% del ingreso en cada estado. Carolina del Norte ha ofrecido reducir los impuestos durante los siguientes 10 años de 7 a 2%. A Blue Computers le gustaría considerar la reducción fiscal al planear su red. Considere el ingreso de los 10 años siguientes en su análisis. Suponga que todos los costos permanecen constantes durante los siguientes 10 años. Use un factor de descuento de 0.1 en su análisis. Los costos anuales fijos, los costos de producción y envío por unidad y la demanda regional actual (antes de 50% de crecimiento) se muestran en la tabla

Preguntas

- a. Si Blue Computers establece el objetivo de minimizar los costos fijos y variables totales, ¿dónde debe construir la nueva planta? ¿Cómo debe estructurarse la red?

- b. Si Blue Computers establece el objetivo de maximizar las utilidades después de impuestos, ¿dónde debe construir la nueva planta? ¿Cómo debe estructurarse la red?

Tabla a. Costos variables de producción y envío de Blue Computers

	Costos variables de producción y envío (\$/unidad)					Costo fijo anual (MDD)
	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	
Kentucky	185	180	175	175	200	150
Pensilvania	170	190	180	200	220	200
Carolina del Norte	180	180	185	185	215	150
California	220	220	195	195	175	150
Demanda (miles de unidades/mes)	700	400	400	300	600	

Paso 1. Se preparan las tabla de Excel para modelar en **Solver**

	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual (MDD)
Kentucky	185	180	175	175	200	150
Pensilvania	170	190	180	200	220	200
Carolina del Norte	180	180	185	185	215	150
California	220	220	195	195	175	150
Demanda (miles de unidades/mes)	700	400	400	300	600	

	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual
Kentucky	185	180	175	175	200	15000000
Pensilvania	170	190	180	200	220	20000000
Carolina del Norte	180	180	185	185	215	15000000
California	220	220	195	195	175	15000000
Demanda	700000	400000	400000	300000	600000	
Crecimiento demanda		1050000	600000	600000	450000	900000
	150%					

Año	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual
Año 1						
Kentucky	166.5	162	157.5	157.5	180	13500000
Pensilvania	153	171	162	180	198	18000000
Carolina del Norte	162	162	166.5	166.5	193.5	13500000
California	198	198	175.5	175.5	157.5	13500000
Año 2						
Kentucky	149.85	145.8	141.75	141.75	162	12150000
Pensilvania	137.7	153.9	145.8	162	178.2	16200000
Carolina del Norte	145.8	145.8	149.85	149.85	174.15	12150000
California	178.2	178.2	157.95	157.95	141.75	12150000

a. Se calcula el crecimiento de la demanda al 150%

Tabla 5-13 Costos variables de producción y envío de Blue Computers

	Costos variables de producción y envío (\$/unidad)					Costo fijo anual (MDD)
	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	
Kentucky	185	180	175	175	200	150
Pensilvania	170	190	180	200	220	200
Carolina del Norte	180	180	185	185	215	150
California	220	220	195	195	175	150
Demanda (miles de unidades/año)	700	800	800	300	600	

	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual
Kentucky	185	180	175	175	200	150000000
Pensilvania	170	190	180	200	220	200000000
Carolina del Norte	180	180	185	185	215	150000000
California	220	220	195	195	175	150000000
Demanda	700000	400000	400000	300000	600000	
Crecimiento demanda	=18*5H\$20	600000	600000	450000	900000	
	150%					

b. Se toman en cuenta las tasas de descuento anuales sugeridas, en este caso 1 USD de hoy valdrá en 10 años 34 centavos de USD

año	Tasa descuento
1	0.1
2	0.81
3	0.729
4	0.6561
5	0.59049
6	0.531441
7	0.4782969
8	0.43046721
9	0.387420489
10	0.34867844

c. Se realiza tabla con los nuevos precios por la tasa de descuento por año. Esto es, en el año 0 se paga por enviar de Kentucky al Noroeste 185 USD , pero a valor presente al año 1 se pagarán 166.5 USD y así sucesivamente.

	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
3		Costos variables de producción y envío (\$/unidad)						Impuesto F	20%			0.9	0.1
4							Impuesto E	7%			0.81		
5							Impuesto CN	2%			0.729		
6											0.6561		
7											0.59049		
8											0.531441		
9											0.4782969		
10											0.43046721		
11											0.387420489		
12											0.34867844		
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													

Aquí se muestra hasta el año 8 en 79.63 USD

	F	G	H	I	J	K	L	M	N
6	os: del	Kentucky	185	180	175	175	200	150	
7	Cada	Pensilvania	170	190	180	200	220	200	
8	espera	Carolina del Norte	180	180	185	185	215	150	
9	de año	California	220	220	195	195	175	150	
10	de construir	Demanda (miles de unidades/mes)	700	400	400	300	600		
11	des al								
12	a con-								
13	actuati-								
14	locales								
15	es son								
16	on 7%								
17	ido re-								
18	a 2%.								
19	scal al								
20	ientes								
21	cons-								
22	scuen-								
23	tos de								
24									
25	ctual								
26	3.								
27	ir los								
28	ir la								
29									
30	ir las								
31	ir la								
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									

Nota: No es que se pague menos, lo que sucede es ue son los mismos 185 USD proyectados como valor presente neto al año 8

	F	G	H	I	J	K	L	M	N
41			California	160.38	160.38	142.155	142.155	127.575	109350000
42									
43									
44			Año 4	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual
45			Kentucky	121.3785	118.098	114.8175	114.818	131.22	98415000
46			Pensilvania	111.537	124.659	118.098	131.22	144.342	131220000
47			Carolina del Norte	118.098	118.098	121.3785	121.379	141.0615	98415000
48			California	144.342	144.342	127.9395	127.94	114.8175	98415000
49									
50									
51			Año 5	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual
52			Kentucky	109.24065	106.2882	103.33575	103.336	118.098	88573500
53			Pensilvania	100.3833	112.1931	106.2882	118.098	129.9078	118098000
54			Carolina del Norte	106.2882	106.2882	109.24065	109.241	126.95535	88573500
55			California	129.9078	129.9078	115.14555	115.146	103.33575	88573500
56									
57									
58			Año 6	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual
59			Kentucky	98.316585	95.65938	93.002175	93.0022	106.2882	79716150
60			Pensilvania	90.34497	100.97379	95.65938	106.288	116.91702	106288200
61			Carolina del Norte	95.65938	95.65938	98.316585	98.3166	114.259815	79716150
62			California	116.91702	116.91702	103.630995	103.631	93.002175	79716150
63									
64									
65			Año 7	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual
66			Kentucky	88.484927	86.093442	83.7019575	83.702	95.65938	71744535
67			Pensilvania	81.310473	90.876411	86.093442	95.6594	105.225318	95659380
68			Carolina del Norte	86.093442	86.093442	88.4849265	88.4849	102.833834	71744535
69			California	105.22532	105.22532	93.2678955	93.2679	83.7019575	71744535
70									
71									
72			Año 8	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual
73			Kentucky	79.636434	77.484098	75.3317618	75.3318	86.093442	64570081.5
74			Pensilvania	73.179426	81.78877	77.484098	86.0934	94.7027862	86093442
75			Carolina del Norte	77.484098	77.484098	79.6364339	79.6364	92.5504502	64570081.5
76			California	94.702786	94.702786	83.941106	83.9411	75.3317618	64570081.5

Se comprueba así los precios de cada año por su tasa de descuento correspondiente.

	G	H	I	J	K	L	M	N
61		Carolina del Norte	95.65938	95.65938	98.316585	98.3166	114.259815	79716150
62		California	116.91702	116.91702	103.630995	103.631	93.002175	79716150
63								
64								
65		Año 7	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual
66		Kentucky	88.484927	86.093442	83.7019575	83.702	95.65938	71744535
67		Pensilvania	81.310473	90.876411	86.093442	95.6594	105.225318	95659380
68		Carolina del Norte	86.093442	86.093442	88.4849265	88.4849	102.833834	71744535
69		California	105.22532	105.22532	93.2678955	93.2679	83.7019575	71744535
70								
71								
72		Año 8	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual
73		Kentucky	79.636434	77.484098	75.3317618	75.3318	86.093442	64570081.5
74		Pensilvania	73.179426	81.78877	77.484098	86.0934	94.7027862	86093442
75		Carolina del Norte	77.484098	77.484098	79.6364339	79.6364	92.5504502	64570081.5
76		California	94.702786	94.702786	83.941106	83.9411	75.3317618	64570081.5
77								
78								
79		Año 9	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual
80		Kentucky	71.67279	69.735688	67.7985856	67.7986	77.4840978	58113073.35
81		Pensilvania	65.861483	73.609893	69.735688	77.4841	85.2325076	77484097.8
82		Carolina del Norte	69.735688	69.735688	71.6727905	71.6728	83.2954051	58113073.35
83		California	85.232508	85.232508	75.5469954	75.547	67.7985856	58113073.35
84								
85								
86		Año 10	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual
87		Kentucky	64.505511	62.762119	61.018727	61.0187	69.735688	52301766.02
88		Pensilvania	59.275335	66.248904	62.7621192	69.7357	76.7092568	69735688.02
89		Carolina del Norte	62.762119	62.762119	64.5055114	64.5055	74.9658646	52301766.02
90		California	76.709257	76.709257	67.9922958	67.9923	61.018727	52301766.02

- d. Se verifican las variables de decisión si los nodos abren o no siendo el caso del problema los nodos Carolina del Norte y California. Observar que el resultado de la suma corresponde a los de la tabla inicial.

- e. Revisar que la capacidad usada es lo que envía por ejemplo Kentucky a los diferentes mercados y que debe ser menor igual que la capacidad disponible, como se observa en la tabla.

- f. Se ajusta al resto de la tabla.

	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
10									0.43046721							
11									0.387420489							
12									0.34867844							
13	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual			Abre	Capacidad						
14	185	180	175	175	200	150000000			Kentucky	1	1000000					
15	170	190	180	200	220	200000000			Pensilvania	1	1500000					
16	180	180	185	185	215	150000000			Carolina del Norte	1	1500000					
17	220	220	195	195	175	150000000			California	0	1500000					
18	700000	400000	400000	300000	600000				FD							
19	1050000	600000	600000	450000	900000											
20									\$ 6,785,142,350.26							
21																
22	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 1	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo	
23	166.5	162	157.5	157.5	180	135000000	Kentucky	0	0	100000	0	900000	1000000	1000000	591750000	
24	153	171	162	180	198	180000000	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000	-5051658516	
25	162	162	166.5	166.5	193.5	135000000	Carolina del Norte	0	600000	50000	450000	0	1100000	1500000		
26	198	198	175.5	175.5	157.5	135000000	California	0	0	0	0	0	0	0		
27							Suma	1050000	600000	600000	450000	900000				

g. El costo será una suma producto del valor con tasa de descuento por el valor de las cantidades a enviar.

	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
10									0.43046721							
11									0.387420489							
12									0.34867844							
13	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual			Abre	Capacidad						
14	185	180	175	175	200	150000000			Kentucky	1	1000000					
15	170	190	180	200	220	200000000			Pensilvania	1	1500000					
16	180	180	185	185	215	150000000			Carolina del Norte	1	1500000					
17	220	220	195	195	175	150000000			California	0	1500000					
18	700000	400000	400000	300000	600000				FD							
19	1050000	600000	600000	450000	900000											
20									\$ 6,785,142,350.26							
21																
22	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 1	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo	
23	166.5	162	157.5	157.5	180	135000000	Kentucky	0	0	100000	0	900000	1000000	1000000	591750000	
24	153	171	162	180	198	180000000	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000	-5051658516	
25	162	162	166.5	166.5	193.5	135000000	Carolina del Norte	0	600000	50000	450000	0	1100000	1500000		
26	198	198	175.5	175.5	157.5	135000000	California	0	0	0	0	0	0	0		
27							Suma	1050000	600000	600000	450000	900000				

h. Este proceso se repite hasta el año 10 del problema...

	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
71																
72	Año 8	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 8	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	
73	Kentucky	79.636434	77.484098	75.3317618	75.3318	86.093442	64570081.5	Kentucky	0	0	100000	0	1000000	1000000	1000000	
74	Pensilvania	73.179426	81.78877	77.4840978	86.0934	94.7027862	86093442	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000	
75	Carolina del Norte	77.484098	77.484098	79.6364339	79.6364	92.5504502	64570081.5	Carolina del Norte	0	600000	150000	350000	0	1100000	1500000	
76	California	94.702786	94.702786	83.841106	83.8411	75.3317618	64570081.5	California	0	0	0	0	0	1.164E-10	1.16415E-10	
77								Suma	1050000	600000	600000	450000	900000			
78																
79	Año 9	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 9	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	
80	Kentucky	71.67279	69.735688	67.7985856	67.7986	77.4840978	58113073.35	Kentucky	0	0	100000	0	900000	1000000	1000000	
81	Pensilvania	65.861483	73.609893	69.735688	77.4841	85.2325076	77484007.8	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000	
82	Carolina del Norte	69.735688	69.735688	71.6727905	71.6728	83.2954051	58113073.35	Carolina del Norte	0	600000	150000	350000	0	1100000	1500000	
83	California	85.232508	85.232508	75.5469954	75.547	67.7985856	58113073.35	California	0	0	0	0	0	1.164E-10	1.16415E-10	
84								Suma	1050000	600000	600000	450000	900000			
85																
86	Año 10	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 10	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	
87	Kentucky	64.505511	62.762119	61.018727	61.0187	69.735688	52301766.02	Kentucky	0	0	100000	0	900000	1000000	1000000	
88	Pensilvania	59.275335	66.248904	62.7621192	69.7357	76.7092568	69735688.02	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000	
89	Carolina del Norte	62.762119	62.762119	64.5055114	64.5055	74.9658646	52301766.02	Carolina del Norte	0	600000	150000	350000	0	1100000	1500000	
90	California	76.709257	76.709257	67.9922958	67.9923	61.018727	52301766.02	California	0	0	0	0	0	2.328E-10	2.32831E-10	
91								Suma		600000	600000	450000	900000			

CAPÍTULO 5. Diseño de redes de cadena de suministro

ENTERO * X ✓ ↵ =SUMA(Q87:U87)

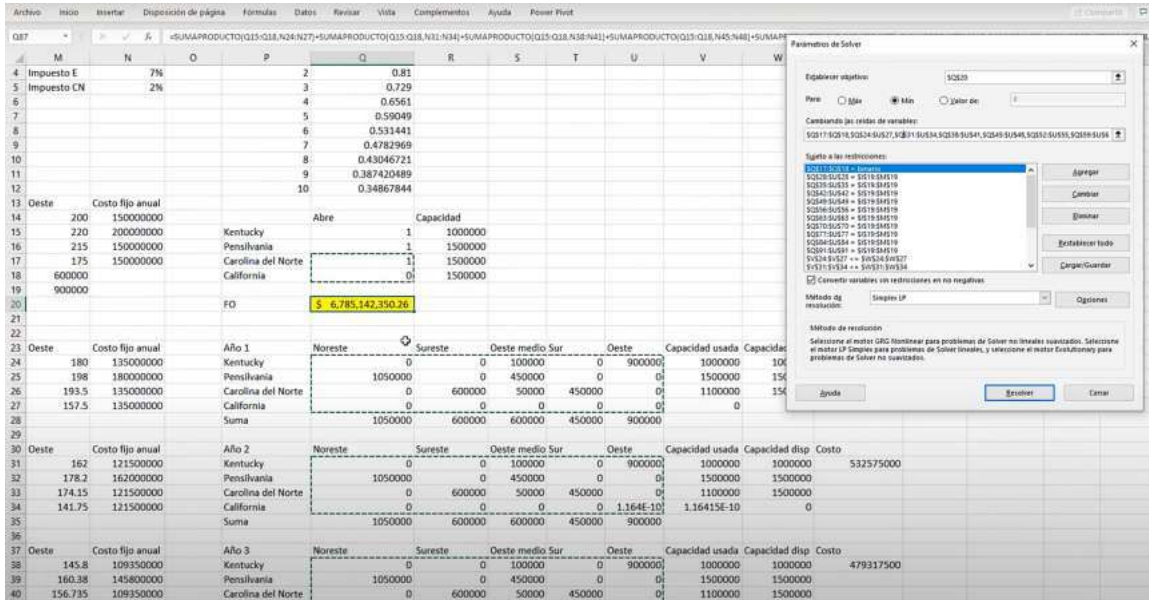
#	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
70								Suma	1050000	600000	600000	450000	900000			
71																
72	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 8	Noreste	Sureste	Oeste medio Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
73	79.636434	77.484098	75.3317618	75.3318	86.093442	64570081.5	Kentucky		0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	283032190.6
74	73.179426	81.78877	77.4840978	86.0934	94.7027862	86093442	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000		
75	77.484098	77.484098	79.6364339	79.6364	92.5504502	64570081.5	Carolina del Norte	0	600000	150000	350000	0	1100000	1500000		
76	94.702786	94.702786	83.941106	83.9411	75.3317618	64570081.5	California	0	0	0	0	1.164E-10	1.16415E-10	0		
77							Suma	1050000	600000	600000	450000	900000				
78																
79	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 9	Noreste	Sureste	Oeste medio Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
80	71.67279	69.735688	67.7985856	67.7986	77.4840978	58113073.35	Kentucky		0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	254728971.5
81	65.861483	73.609893	69.735688	77.4841	85.2325076	77484097.8	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000		
82	69.735688	69.735688	71.6727905	71.6728	83.2954051	58113073.35	Carolina del Norte	0	600000	150000	350000	0	1100000	1500000		
83	85.232508	85.232508	75.5469954	75.547	67.7985856	58113073.35	California	0	0	0	0	1.164E-10	1.16415E-10	0		
84							Suma	1050000	600000	600000	450000	900000				
85																
86	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 10	Noreste	Sureste	Oeste medio Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
87	64.505511	62.762119	61.018727	61.0187	69.735688	52301766.02	Kentucky		0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	229256074.4
88	59.275335	66.248904	62.7621192	69.7357	76.7092568	69735688.02	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000		
89	62.762119	62.762119	64.5055114	64.5055	74.9658646	52301766.02	Carolina del Norte	0	600000	150000	350000	0	1100000	1500000		
90	76.709257	76.709257	67.9922958	67.9923	61.018727	52301766.02	California	0	0	0	0	2.328E-10	2.32831E-10	0		
91							Suma	1050000	600000	600000	450000	900000				

ENTERO * X ✓ ↵ =SUMA(PRODUCTO(Q87:U87;M87:M87))

#	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
72																	
73		Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 8	Noreste	Sureste	Oeste medio Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
74		79.636434	77.484098	75.3317618	75.3318	86.093442	64570081.5	Kentucky		0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	2830
75	Norte	73.179426	81.78877	77.4840978	86.0934	94.7027862	86093442	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000		
76		77.484098	77.484098	79.6364339	79.6364	92.5504502	64570081.5	Carolina del Norte	0	600000	150000	350000	0	1100000	1500000		
77		94.702786	94.702786	83.941106	83.9411	75.3317618	64570081.5	California	0	0	0	0	1.164E-10	1.16415E-10	0		
78								Suma	1050000	600000	600000	450000	900000				
79		Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 9	Noreste	Sureste	Oeste medio Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
80		71.67279	69.735688	67.7985856	67.7986	77.4840978	58113073.35	Kentucky		0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	2547
81		65.861483	73.609893	69.735688	77.4841	85.2325076	77484097.8	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000		
82	Norte	69.735688	69.735688	71.6727905	71.6728	83.2954051	58113073.35	Carolina del Norte	0	600000	150000	350000	0	1100000	1500000		
83		85.232508	85.232508	75.5469954	75.547	67.7985856	58113073.35	California	0	0	0	0	1.164E-10	1.16415E-10	0		
84								Suma	1050000	600000	600000	450000	900000				
85																	
86		Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 10	Noreste	Sureste	Oeste medio Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
87		64.505511	62.762119	61.018727	61.0187	69.735688	52301766.02	Kentucky		0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	287309.8
88		59.275335	66.248904	62.7621192	69.7357	76.7092568	69735688.02	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000		
89	Norte	62.762119	62.762119	64.5055114	64.5055	74.9658646	52301766.02	Carolina del Norte	0	600000	150000	350000	0	1100000	1500000		
90		76.709257	76.709257	67.9922958	67.9923	61.018727	52301766.02	California	0	0	0	0	2.328E-10	2.32831E-10	0		
91								Suma	1050000	600000	600000	450000	900000				

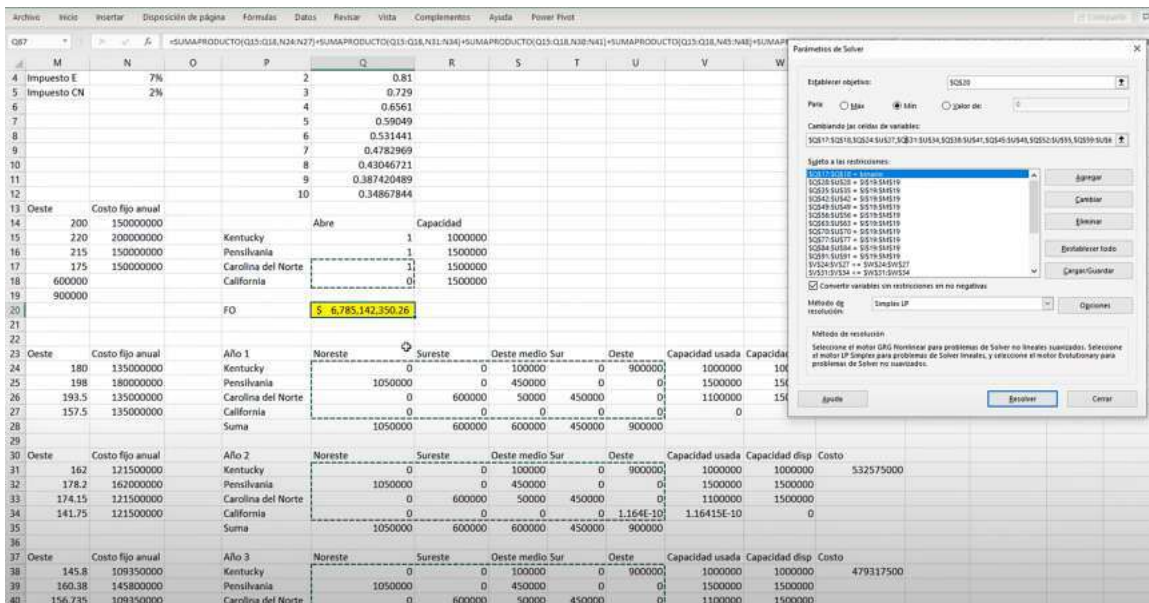
X37 * X ✓ ↵ =SUMA(PRODUCTO(Q87:U86;I87:W86))

#	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
72	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 8	Noreste	Sureste	Oeste medio Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
73	75.3317618	75.3318	86.093442	64570081.5	Kentucky		0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	283032190.6
74	77.4840978	86.0934	94.7027862	86093442	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000		
75	79.6364339	79.6364	92.5504502	64570081.5	Carolina del Norte	0	600000	150000	350000	0	1100000	1500000		
76	83.941106	83.9411	75.3317618	64570081.5	California	0	0	0	0	1.164E-10	1.16415E-10	0		
77					Suma	1050000	600000	600000	450000	900000				
78														
79	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 9	Noreste	Sureste	Oeste medio Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
80	67.7985856	67.7986	77.4840978	58113073.35	Kentucky		0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	254728971.5
81	69.735688	77.4841	85.2325076	77484097.8	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000		
82	71.6727905	71.6728	83.2954051	58113073.35	Carolina del Norte	0	600000	150000	350000	0	1100000	1500000		
83	75.5469954	75.547	67.7985856	58113073.35	California	0	0	0	0	1.164E-10	1.16415E-10	0		
84					Suma	1050000	600000	600000	450000	900000				
85														
86	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 10	Noreste	Sureste	Oeste medio Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
87	61.018727	61.0187	69.735688	52301766.02	Kentucky		0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	229256074.4
88	62.7621192	69.7357	76.7092568	69735688.02	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000		
89	64.5055114	64.5055	74.9658646	52301766.02	Carolina del Norte	0	600000	150000	350000	0	1100000	1500000		
90	67.9922958	67.9923	61.018727	52301766.02	California	0	0	0	0	2.328E-10	2.32831E-10	0		
91					Suma	1050000	600000	600000	450000	900000				

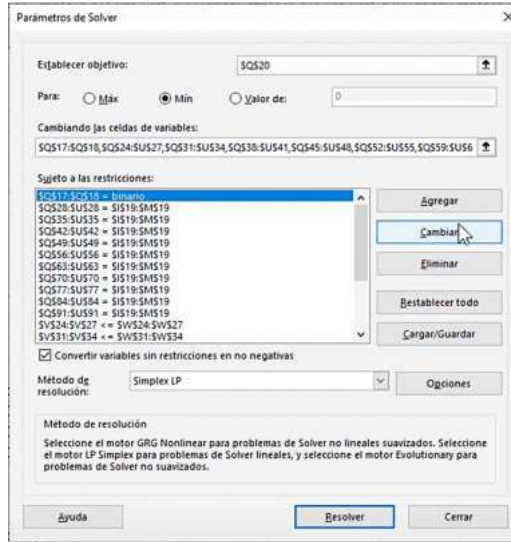


Paso 2. Activación de **Solver**, mediante barra de herramientas **Datos**, definiendo:

- La celda de Función objetivo: **\$Q\$20**; selección de **Min**
- En Cambiando las celdas de variables se parte de la apertura de las plantas de Carolina del Norte y la no apertura de California para cada uno de los 10 años. Cada área, se señala y se separa con comas.



- c. Verificar los parámetros de **Solver** en el cuadro de diálogo, sobre cada uno de los rangos de las restricciones como sigue.



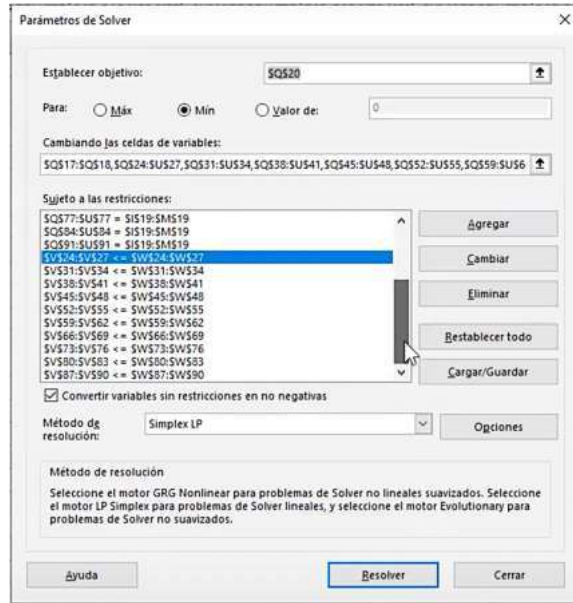
M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA
7				5	0.59049									
8				6	0.531441									
9				7	0.4782969									
10				8	0.43046721									
11				9	0.387420489									
12				10	0.34867844									
13	Oeste	Costo fijo anual												
14		200	150000000	Abre	Capacidad									
15		220	200000000	Kentucky	1	1000000								
16		215	150000000	Pensilvania	1	1500000								
17		175	150000000	Carolina del Norte	1	1500000								
18		600000		California	0	1500000								
19		900000												
20				FO	\$ 6,785,142,350.26									
21														
22														
23	Oeste	Costo fijo anual	Año 1	Noreste	Sureste	Oeste medio Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo				
24		180	135000000	Kentucky	0	0	100000	0	900000	1000000	1000000			591750000
25		198	180000000	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000			
26		193.5	135000000	Carolina del Norte	0	600000	50000	450000	0	1100000	1500000			
27		157.5	135000000	California	0	0	0	0	0	0	0			
28				Suma	1050000	600000	600000	450000	900000					



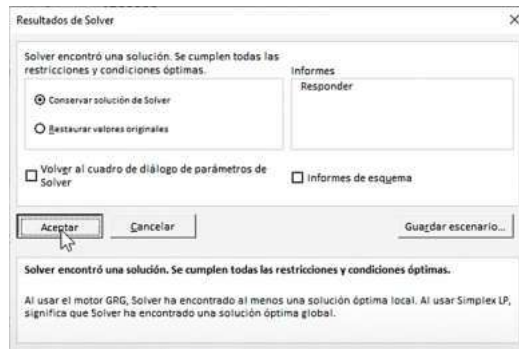
L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
9				7	0.4782969									
10				8	0.43046721									
11				9	0.387420489									
12				10	0.34867844									
13	Sur	Oeste	Costo fijo anual											
14		175	200	150000000	Abre	Capacidad								
15		200	220	200000000	Kentucky	1	1000000							
16		185	215	150000000	Pensilvania	1	1500000							
17		193	175	150000000	Carolina del Norte	1	1500000							
18		300000	600000		California	0	1500000							
19		450000	900000											
20				FO	\$ 6,785,142,350.26									
21														
22														
23	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 1	Noreste	Sureste	Oeste medio Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo			
24		157.5	180	135000000	Kentucky	0	0	100000	0	900000	1000000	1000000		591750000
25		180	198	180000000	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000		
26		166.5	193.5	135000000	Carolina del Norte	0	600000	50000	450000	0	1100000	1500000		
27		175.5	157.5	135000000	California	0	0	0	0	0	0	0		
28				Suma	1050000	600000	600000	450000	900000					



- d. Realizar año con año. Oprimir **Resolver**



e. Aparece cuadro de diálogo de resultados **Solver**. Oprimir **Aceptar**



Paso 3. Análisis de los resultados de **Solver** en la tabla de **Excel** donde:

	K	L	M	N	O	P	Q	R
8	150					6	0.531441	
9	150					7	0.4782969	
10						8	0.43046721	
11						9	0.387420489	
12						10	0.34867844	
13	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual			Abre	Capacidad
14	175	175	200	150000000				
15	180	200	220	200000000		Kentucky	1	1000000
16	185	185	215	150000000		Pensilvania	1	1500000
17	195	195	175	150000000		Carolina del Norte	1	1500000
18	400000	300000	600000			California	0	1500000
19	600000	450000	900000					
20						FD	\$ 6,785,142,350.26	

- a. Se observa la apertura del nodo Carolina del Norte como el más conveniente de acuerdo a la pregunta a; costo mínimo de operación de 6,785'142,350.26 USD
- b. Tomando en cuenta la pregunta b, el cálculo de la demanda anual se establece como se aprecia en la tabla.

	H	I	J	K	L	M	N
1							
2	Costos variables de producción y envío de Blue Computers					Costo Lap	1000
3	Costos variables de producción y envío (\$/unidad)					Impuesto F	20%
4					Costo fijo anual	Impuesto E	7%
5	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Impuesto CN	2%
6	185	180	175	175	200	Total Demanda	3600000
7	170	190	180	200	220		
8	180	180	185	185	215		
9	220	220	195	195	175		
10	700	400	400	300	600		
11							
12							
13		Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual
14	Kentucky	185	180	175	175	200	150000000
15	Pensilvania	170	190	180	200	220	200000000
16	Carolina del Norte	180	180	185	185	215	150000000
17	California	220	220	195	195	175	150000000
18	Demanda	700000	400000	400000	300000	600000	
19	Crecimiento demanda	1050000	600000	600000	450000	900000	
20		150%					

- c. La utilidad se calcula como Ingresos – Costos Totales de los 10 años, de acuerdo a la tabla.

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1														
2			Costo Lap	1000		año		Tasa descuento	Lap		Impuestos	Kentucky	Pensilvania	Carolina del Norte
3			Impuesto F	20%		1	0.9		900		1	243000000	267300000	297000000
4			Impuesto E	7%		2	0.81		810		2	218700000	240570000	267300000
5			Impuesto CN	2%		3	0.729		729		3	196830000	216513000	240570000
6	150		Total Demanda	3600000		4	0.6561		656.1		4	177147000	194861700	216513000
7	200					5	0.59049		590.49		5	159432300	175375530	194861700
8	150					6	0.531441		531.441		6	143489070	157837977	175375530
9						7	0.4782969		478.2969		7	129140163	142054179.3	157837977
10						8	0.43046721		430.46721		8	116326146.7	127848761.4	142054179.3
11						9	0.387420489		387.420489		9	104603532	115063885.2	127848761.4
12						10	0.34867844		348.6784401		10	94143178.83	103557496.7	115063885.2
13	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual			Abre	Capacidad						
14	175	175	200	150000000										
15	180	200	220	200000000		Kentucky	1	1000000						
16	185	185	215	150000000		Pensilvania	1	1500000						
17	195	195	175	150000000		Carolina del Norte	1	1500000						
18	400000	300000	600000			California	0	1500000						
19	600000	450000	900000											
20						Costos totales		Ingresos		Utilidad				
						\$	12,045,461,303.3	\$	21,102,818,540.8	\$	9,057,357,237.4			

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1									
2			Costo Lap	1000		año		Tasa descuento	Lap
3			Impuesto F	20%		1	0.9	0.1	900
4			Impuesto E	7%		2	0.81		810
5			Impuesto CN	2%		3	0.729		729
6			Total Demanda	3600000		4	0.6561		656.1
7						5	0.59049		590.49
8						6	0.531441		531.441
9						7	0.4782969		478.2969
10						8	0.43046721		430.46721
11						9	0.387420489		387.420489
12						10	0.34867844		348.6784401
13	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual				Capacidad	
14	175	175	200	150000000		Abre		1000000	
15	180	200	220	200000000		Kentucky		1500000	
16	185	185	215	150000000		Pensilvania		1500000	
17	195	195	175	150000000		Carolina del Norte		1500000	
18	400000	300000	600000			California		1500000	
19	600000	450000	900000						
20						Costos totales	Ingresos	Utilidad	
21						FO	\$ 12,045,061,303.3	\$ 21,102,818,540.8	\$ 9,057,757,237.4

Nota: los Costos totales implican tanto la suma producto de las tablas matrices de la izquierda sin restricciones más los costos de cada una de las tablas matrices de la derecha que están en función de las variables de decisión de que los dos abren o no, mencionados anteriormente.

	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1														
2			Costo Lap	1000		año		Tasa descuento	Lap					
3			Impuesto F	20%		1	0.9	0.1	900	Impuestos	Kentucky	Pensilvania	Carolina del Norte	California
4			Impuesto E	7%		2	0.81		810	1	243000000	267300000	297000000	0
5			Impuesto CN	2%		3	0.729		729	2	218700000	240570000	267300000	0
6			Total Demanda	3600000		4	0.6561		656.1	3	196830000	216513000	240570000	0
7						5	0.59049		590.49	4	177147000	194861700	216513000	0
8						6	0.531441		531.441	5	159432300	173375530	194861700	0
9						7	0.4782969		478.2969	6	143489070	157837977	173375530	0
10						8	0.43046721		430.46721	7	129140163	142054179.3	157837977	0
11						9	0.387420489		387.420489	8	116226146.7	127848761.4	142054179.3	0
12						10	0.34867844		348.6784401	9	104603532	115063885.2	127848761.4	0
13	Sur	Oeste	Costo fijo anual							10	94143178.83	103537496.7	115063885.2	0
14	175	175	200	150000000		Abre		Capacidad	1000000					
15	200	220	200000000		Kentucky			1500000						
16	185	215	150000000		Pensilvania			1500000						
17	195	175	150000000		Carolina del Norte			1500000						
18	400000	600000			California			1500000						
19	450000	900000												
20						Costos totales	Ingresos	Utilidad						
21						FO	$Q15:Q18,W17:N90)+X24*X31$	\$ 21,102,818,540.8	\$ 9,057,757,237.4					
22														
23	Sur	Oeste	Costo fijo anual		Año 1	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp.	Costo	
24	157.5	180	135000000		Kentucky	0	0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	593550000
25	180	198	180000000		Pensilvania	1050000	0	50000	0	0	1100000	1500000	1500000	
26	166.5	193.5	135000000		Carolina del Norte	0	600000	550000	350000	0	1500000	1500000	1500000	
27	175.5	157.5	135000000		California	0	0	0	0	0	0	0	0	
28					Suma	1050000	600000	600000	600000	450000	900000			
29														
30	Sur	Oeste	Costo fijo anual		Año 2	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp.	Costo	
31	141.75	162	121500000		Kentucky	0	0	100000	0	900000	1000000	1000000	532575000	
32	162	178.2	162000000		Pensilvania	1050000	0	450000	0	1500000	1500000	1500000	1500000	
33	149.85	174.15	121500000		Carolina del Norte	0	800000	50000	450000	0	1100000	1500000	1500000	
34	157.95	141.75	121500000		California	0	0	0	0	2328610	2328311-10	0	0	
35					Suma	1050000	600000	800000	450000	900000				

d. Ahora bien, el cálculo del precio de la Lap de acuerdo con las tasas de descuento, es como se muestra a valor presente y a lo largo de 10 años. Los costos y precios de ventas se suponen fijos.

	M	N	O	P	Q	R	S
1							
2	Costo Lap	1000	año			Tasa descuento	Lap
3	Impuesto F	20%		1	0.9	0.1	=N52*Q3
4	Impuesto E	7%		2	0.81		810
5	Impuesto CN	2%		3	0.729		729
6	Total Demanda	3600000		4	0.6561		656.1
7				5	0.59049		590.49
8				6	0.531441		531.441
9				7	0.4782969		478.2969
10				8	0.43046721		430.46721
11				9	0.387420489		387.420489
12				10	0.34867844		348.6784401
13	Oeste	Costo fijo anual					
14	200	150000000		Abre	Capacidad		
15	220	200000000		Kentucky	1	1000000	
16	215	150000000		Pensilvania	1	1500000	
17	175	150000000		Carolina del Norte	1	1500000	
18	600000			California	0	1500000	
19	900000				Costos totales	Ingresos	Utilidad
20				FO	\$ 12,045,061,303.3	\$ 21,102,818,540.8	\$ 9,057,757,237.4

S	
Lap	
1	900
	810
	729
	656.1
	590.49
	531.441
	478.2969
	430.46721
	387.420489
	348.6784401

- e. Son considerados los impuestos (federales y estatales) a aplicar al precio de venta cada lap a valor presente neto, por la capacidad usada de cada nodo como se aprecia en la tabla caso impuesto Kentucky año 1.

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
1															
2			Costo Lap	1000	año			Tasa descuento	Lap			Impuestos	Kentucky	Pensilvania	Carolina del Norte
3			Impuesto F	20%		1	0.9	0.1	900			1	=N53-N54	267300000	297900000
4			Impuesto E	7%		2	0.81		810			2	218700000	240570000	267300000
5			Impuesto CN	2%		3	0.729		729			3	196830000	216513000	240570000
6	150		Total Demanda	3600000		4	0.6561		656.1			4	177147000	194861700	216513000
7	200					5	0.59049		590.49			5	159432300	175375530	194861700
8	150					6	0.531441		531.441			6	143489070	157837977	175375530
9	150					7	0.4782969		478.2969			7	129140163	142054179.3	157837977
10						8	0.43046721		430.46721			8	116226146.7	127848761.4	142054179.3
11						9	0.387420489		387.420489			9	104603532	115063885.2	127848761.4
12						10	0.34867844		348.6784401			10	94143178.83	103557496.7	115063885.2
13	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual		Abre	Capacidad								
14	175	175	200	150000000		Kentucky	1	1000000							
15	180	200	220	200000000		Pensilvania	1	1500000							
16	185	185	215	150000000		Carolina del Norte	1	1500000							
17	195	195	175	150000000		California	0	1500000							
18	400000	300000	600000				Costos totales	Ingresos	Utilidad						
19	600000	450000	900000			FO	\$ 12,045,061,303.3	\$ 21,102,818,540.8	\$ 9,057,757,237.4						
20															
21															
22															
23	Oeste medio	Sur	Oeste	Costo fijo anual	Año 1	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
24	157.5	157.5	180	135000000	Kentucky	0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	593550000		
25	162	180	198	180000000	Pensilvania	1050000	0	0	50000	0	1100000	1500000	1500000		
26	166.5	166.5	193.5	135000000	Carolina del Norte	0	0	600000	550000	350000	0	1500000	1500000		
27	175.5	175.5	157.5	135000000	California	0	0	0	0	0	0	0	0		
28					Suma	1050000	600000	600000	600000	450000	900000				

- f. Caso de impuesto Kentucky, año 2

N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1												
2	1000	año		Tasa descuento	Lap			Impuestos	Kentucky	Pensilvania	Carolina del Norte	California
3	20%	1	0.9	0.1		900		1	243000000	267300000	297000000	0
4	7%	2	0.81			810		2	218700000	240570000	267300000	0
5	2%	3	0.729			729		3	196830000	216513000	240570000	0
6	3600000	4	0.6561			656.1		4	177147000	194861700	216513000	0
7		5	0.59049			590.49		5	159432300	175375530	194861700	0
8		6	0.531441			531.441		6	143489070	157837977	175375530	0
9		7	0.4782969			478.2969		7	129140163	142054179.3	157837977	0
10		8	0.43046721			430.46721		8	116226146.7	127848761.4	142054179.3	0
11		9	0.387420489			387.420489		9	104603532	115063885.2	127848761.4	0
12		10	0.34867844			348.6784401		10	94143178.83	103557496.7	115063885.2	0
13	Costo fijo anual											Total Impuestos
14	200	150000000	Abre	Capacidad								5258118953
15	220	200000000	Kentucky	1	1000000							
16	215	150000000	Pensilvania	1	1500000							
17	175	150000000	Carolina del Norte	1	1500000							
18	100000		California	0	1500000							
19	100000		Costos totales	Ingresos	Utilidad							
20		FO	\$	12,045,061,303.3	\$	21,102,818,540.8	\$	9,057,757,237.4				
23	Costo fijo anual	Año 1	Noreste	Sureste	Deste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
24	180	135000000	Kentucky	0	0	100000	900000	1000000	1000000	593550000		
25	198	180000000	Pensilvania	1050000	0	50000	0	0	1100000	1500000		
26	193.5	135000000	Carolina del Norte	0	600000	350000	350000	0	1500000	1500000		
27	157.5	135000000	California	0	0	0	0	0	0	0		
28		Suma	1050000	600000	600000	450000	900000					
30	Costo fijo anual	Año 2	Noreste	Sureste	Deste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
31	162	121500000	Kentucky	0	0	100000	0	900000	1000000	532575000		
32	178.2	162000000	Pensilvania	1050000	0	450000	0	0	1500000	1500000		
33	174.15	121500000	Carolina del Norte	0	600000	50000	450000	0	1100000	1500000		
34	141.75	121500000	California	0	0	0	0	2.328E+10	2.32831E+10	0		
35		Suma	1050000	600000	600000	450000	900000					
37	Costo fijo anual	Año 3	Noreste	Sureste	Deste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		

g. Caso de impuesto Pensilvania, año 1

N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
2	1000	año		Tasa descuento	Lap			Impuestos	Kentucky	Pensilvania	Carolina del Norte	California
3	20%	1	0.9	0.1		900		1	243000000	267300000	297000000	0
4	7%	2	0.81			810		2	218700000	240570000	267300000	0
5	2%	3	0.729			729		3	196830000	216513000	240570000	0
6	3600000	4	0.6561			656.1		4	177147000	194861700	216513000	0
7		5	0.59049			590.49		5	159432300	175375530	194861700	0
8		6	0.531441			531.441		6	143489070	157837977	175375530	0
9		7	0.4782969			478.2969		7	129140163	142054179.3	157837977	0
10		8	0.43046721			430.46721		8	116226146.7	127848761.4	142054179.3	0
11		9	0.387420489			387.420489		9	104603532	115063885.2	127848761.4	0
12		10	0.34867844			348.6784401		10	94143178.83	103557496.7	115063885.2	0
13	Costo fijo anual											
14	150000000		Abre	Capacidad								
15	200000000	Kentucky	1	1000000								
16	150000000	Pensilvania	1	1500000								
17	150000000	Carolina del Norte	1	1500000								
18		California	0	1500000								
19		Costos totales	Ingresos	Utilidad								
20		FO	\$	12,045,061,303.3	\$	21,102,818,540.8	\$	9,057,757,237.4				
23	Costo fijo anual	Año 1	Noreste	Sureste	Deste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
24	135000000	Kentucky	0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	593550000		
25	180000000	Pensilvania	1050000	0	0	50000	0	0	1100000	1500000		
26	135000000	Carolina del Norte	0	600000	0	550000	350000	0	1500000	1500000		
27	135000000	California	0	0	0	0	0	0	0	0		
28		Suma	1050000	600000	600000	450000	900000					

h. Caso de impuesto Carolina del Norte, año 1

L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
2		Costo Lap	1000	año		Tasa descuento	Lap			Impuestos	Kentucky	Pensilvania	Carolina del Norte	California
3		Impuesto F	20%	1	0.9	0.1		900		1	243000000	267300000	297000000	0
4		Impuesto E	7%	2	0.81			810		2	218700000	240570000	267300000	0
5		Impuesto CN	2%	3	0.729			729		3	196830000	216513000	240570000	0
6		Total Demanda	3600000	4	0.6561			656.1		4	177147000	194861700	216513000	0
7				5	0.59049			590.49		5	159432300	175375530	194861700	0
8				6	0.531441			531.441		6	143489070	157837977	175375530	0
9				7	0.4782969			478.2969		7	129140163	142054179.3	157837977	0
10				8	0.43046721			430.46721		8	116226146.7	127848761.4	142054179.3	0
11				9	0.387420489			387.420489		9	104603532	115063885.2	127848761.4	0
12				10	0.34867844			348.6784401		10	94143178.83	103557496.7	115063885.2	0
13	Sur	Deste	Costo fijo anual											
14	175	200	150000000		Abre	Capacidad								
15	200	220	200000000	Kentucky	1	1000000								
16	185	215	150000000	Pensilvania	1	1500000								
17	155	175	150000000	Carolina del Norte	1	1500000								
18	300000	600000		California	0	1500000								
19	450000	900000		Costos totales	Ingresos	Utilidad								
20			FO	\$	12,045,061,303.3	\$	21,102,818,540.8	\$	9,057,757,237.4					
23	Sur	Deste	Costo fijo anual	Año 1	Noreste	Sureste	Deste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo		
24	157.5	180	135000000	Kentucky	0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	593550000		
25	180	198	180000000	Pensilvania	1050000	0	0	50000	0	1100000	1500000	1500000		
26	166.5	193.5	135000000	Carolina del Norte	0	600000	0	550000	350000	1500000	1500000	1500000		
27	179.5	157.5	135000000	California	0	0	0	0	0	0	0	0		
28			Suma	1050000	600000	600000	600000	450000	900000					

i. Caso de impuesto California, año 1 y año 2

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1													
2	Costo Lap	1000		año		Tasa descuento	Lap		Impuestos	Kentucky	Pensilvania	Carolina del Norte	California
3	Impuesto F	20%		1	0.9	0.1	900		1	243000000	267300000	297000000	[S\$3-S\$54]
4	Impuesto E	7%		2	0.81		810		2	218700000	240570000	267300000	0
5	Impuesto CN	2%		3	0.729		729		3	196830000	216513000	240570000	0
6	Total Demanda	3600000		4	0.6561		656.1		4	177147000	194861700	216513000	0
7				5	0.59049		590.49		5	159432300	175375530	194861700	0
8				6	0.531441		531.441		6	143489070	157837977	175375530	0
9				7	0.4782969		478.2969		7	129140163	142054179.3	157837977	0
10				8	0.43046721		430.46721		8	116226146.7	127848761.4	142054179.3	0
11				9	0.387420489		387.420489		9	104603532	115063885.2	127848761.4	0
12				10	0.34867844		348.6784401		10	94143178.83	103557496.7	115063885.2	0
13	Oeste	Costo fijo anual		Abre	Capacidad								
14	200	150000000											
15	220	200000000		Kentucky	1	1000000							
16	215	150000000		Pensilvania	1	1500000							
17	175	150000000		Carolina del Norte	1	1500000							
18	600000			California	0	1500000							
19	900000				Costos totales	Ingresos	Utilidad						
20				FO	\$ 12,045,061,303.3	\$ 21,102,818,540.8	\$ 9,057,757,237.4						
21													
22													
23	Oeste	Costo fijo anual		Año 1	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo	
24	180	135000000		Kentucky	0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	593550000	
25	198	180000000		Pensilvania	1050000	0	50000	0	0	1100000	1500000		
26	193.5	135000000		Carolina del Norte	0	600000	550000	350000	0	1500000	1500000		
27	157.5	135000000		California	0	0	0	0	0	0	0		
28				Suma	1050000	600000	600000	450000	900000				

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
1													
2	Costo Lap	1000		año		Tasa descuento	Lap		Impuestos	Kentucky	Pensilvania	Carolina del Norte	California
3	Impuesto F	20%		1	0.9	0.1	900		1	243000000	267300000	297000000	0
4	Impuesto E	7%		2	0.81		810		2	218700000	240570000	267300000	[S\$3-S\$54]
5	Impuesto CN	2%		3	0.729		729		3	196830000	216513000	240570000	0
6	Total Demanda	3600000		4	0.6561		656.1		4	177147000	194861700	216513000	0
7				5	0.59049		590.49		5	159432300	175375530	194861700	0
8				6	0.531441		531.441		6	143489070	157837977	175375530	0
9				7	0.4782969		478.2969		7	129140163	142054179.3	157837977	0
10				8	0.43046721		430.46721		8	116226146.7	127848761.4	142054179.3	0
11				9	0.387420489		387.420489		9	104603532	115063885.2	127848761.4	0
12				10	0.34867844		348.6784401		10	94143178.83	103557496.7	115063885.2	0
13	Oeste	Costo fijo anual		Abre	Capacidad								
14	200	150000000											
15	220	200000000		Kentucky	1	1000000							
16	215	150000000		Pensilvania	1	1500000							
17	175	150000000		Carolina del Norte	1	1500000							
18	600000			California	0	1500000							
19	900000				Costos totales	Ingresos	Utilidad						
20				FO	\$ 12,045,061,303.3	\$ 21,102,818,540.8	\$ 9,057,757,237.4						
21													
22													
23	Oeste	Costo fijo anual		Año 1	Noreste	Sureste	Oeste medio	Sur	Oeste	Capacidad usada	Capacidad disp	Costo	
24	180	135000000		Kentucky	0	0	0	100000	900000	1000000	1000000	593550000	
25	198	180000000		Pensilvania	1050000	0	50000	0	0	1100000	1500000		
26	193.5	135000000		Carolina del Norte	0	600000	550000	350000	0	1500000	1500000		
27	157.5	135000000		California	0	0	0	0	0	0	0		
28				Suma	1050000	600000	600000	450000	900000				

j. Cálculo de la utilidad de una lap por nodo por año. En este caso Kentucky, se calcula como sigue.

	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1												
2		Tasa descuento	Lap		Impuestos	Kentucky	Pensilvania	Carolina del Norte	California			
3		0.9		900	1	243000000	267300000	297000000	0		657	730
4		0.81		810	2	218700000	240570000	267300000	0		591.3	591.3
5		0.729		729	3	196830000	216513000	240570000	0		532.17	532.17
6		0.6561		656.1	4	177147000	194861700	216513000	0		478.953	478.953
7		0.59049		590.49	5	159432300	175375530	194861700	0		431.0577	431.0577
8		0.531441		531.441	6	143489070	157837977	175375530	0		387.95193	387.95193
9		0.4782969		478.2969	7	129140163	142054179.3	157837977	0		349.15674	349.15674
10		0.43046721		430.46721	8	116226146.7	127848761.4	142054179.3	0		314.24106	314.24106
11		0.387420489		387.420489	9	104603532	115063885.2	127848761.4	0		282.81696	282.81696
12		0.34867844		348.6784401	10	94143178.83	103557496.7	115063885.2	0		254.53526	254.53526
13											Total Impuestos	
14	Abre	Capacidad									5258118953	

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1														
2		Costo Lap	1000		año			Tasa descuento	Lap		Impuestos	Kentucky	Pensilvania	Carolina del Norte
3		Impuesto F	20%			1		0.9	0.1		1	243000000	267300000	297000000
4		Costo fijo anual (BIS)	Impuesto E	7%		2		0.81			2	218700000	240570000	267300000
5		110	Impuesto CN	2%		3		0.729			3	196830000	216513000	240570000
6		200	Total Demanda	3600000		4		0.6561			4	177147000	194861700	216513000
7		150				5		0.59049			5	159432300	175375530	194861700
8		150				6		0.531441			6	143489070	157837977	175375530
9						7		0.4782969			7	129140163	142054179.3	157837977
10						8		0.43046721			8	116226146.7	127848761.4	142054179.3
11						9		0.387420489			9	104603532	115063885.2	127848761.4
12						10		0.34867844			10	94143178.83	103557496.7	115063885.2

k. Utilidad de una lap caso Carolina del Norte

	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1											
2	Tasa descuento	Lap		Impuestos	Kentucky	Pensilvania	Carolina del Norte	California			
3		0.1	900	1	243000000	267300000	297000000	0	657	730	
4			810	2	218700000	240570000	267300000	0	591.3	591.3	
5			729	3	196830000	216513000	240570000	0	532.17	532.17	
6			656.1	4	177147000	194861700	216513000	0	478.953	478.953	
7			590.49	5	159432300	175375530	194861700	0	431.0577	431.0577	
8			531.441	6	143489070	157837977	175375530	0	387.95193	387.95193	
9			478.2969	7	129140163	142054179.3	157837977	0	349.15674	349.15674	
10			430.46721	8	116226146.7	127848761.4	142054179.3	0	314.24106	314.24106	
11			387.420489	9	104603532	115063885.2	127848761.4	0	282.81696	282.81696	
12			348.6784401	10	94143178.83	103557496.7	115063885.2	0	254.53526	254.53526	
13									Total Impuestos	5258118953	
14	Capacidad										

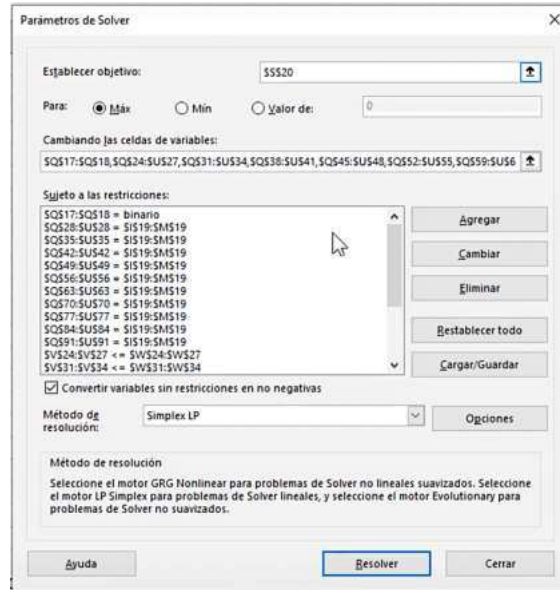
	M	N
1		
2	Costo Lap	1000
3	Impuesto F	20%
4	Impuesto E	7%
5	Impuesto CN	2%
6	Total Demanda	3600000

l. Confirmando la utilidad del proyecto a 10 años.

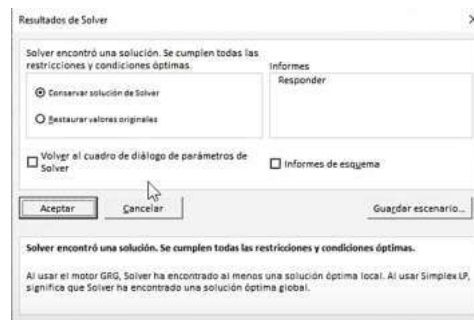
	M	N	O	P	Q	R	S
1							
2	Costo Lap	1000		año		Tasa descuento	Lap
3	Impuesto F	20%		1		0.9	0.1
4	Impuesto E	7%		2		0.81	810
5	Impuesto CN	2%		3		0.729	729
6	Total Demanda	3600000		4		0.6561	656.1
7				5		0.59049	590.49
8				6		0.531441	531.441
9				7		0.4782969	478.2969
10				8		0.43046721	430.46721
11				9		0.387420489	387.420489
12				10		0.34867844	348.6784401
13	Oeste	Costo fijo anual					
14	200	150000000		Abre		Capacidad	
15	220	200000000		Kentucky		1	1000000
16	215	150000000		Pensilvania		1	1500000
17	175	150000000		Carolina del Norte		1	1500000
18	600000			California		0	1500000
19	900000					Costos totales	Ingresos
20				FO		\$ 12,045,061,303.3	\$ 21,102,818,540.8
							Utilidad =R20-Q20

Paso 4. Activación Solver mediante barra de herramientas Datos, definiendo:

- a. Celda de función objetivo
 - b. Selección maximizar: **Max**
 - c. Se mantiene el resto de las restricciones originales
- Oprimir **Resolver**



- d. Solver confirma en cuadro de diálogo solución. Oprimir **Aceptar**



Paso 5. Análisis de los resultados de **Solver** en la tabla de **Excel** donde:

Se observa una utilidad maximizada de 9,057'757,237.04 USD, con un total de impuestos a pagar en 10 años de todos los nodos a valor presente de 5,258'118,953 USD.

Problema 5

En un problema resuelto por Gómez-Rocha (2020c) propuesto por Chopra (2020), se tiene Sleekfon y Sturdyfon son dos importantes fabricantes de teléfonos celulares que se fusionaron recientemente. Los tamaños de sus mercados actuales se muestran en la **Tabla a**.

Tabla a. Demanda global y derechos de importación de Sleekfon y Sturdyfon Europa Europa

Mercado	N. América	S. América	Europa (UE)	Europa (No UE)	Japón	Resto de Asia/Australia	África
Demanda de Sleekfon	10	4	20	3	2	2	1
Demanda de Sturdyfon	12	1	4	8	7	3	1
Derechos de importación (%)	3	20	4	15	4	22	25

Toda la demanda está en millones de unidades. Sleekfon tiene tres plantas de producción en Europa (UE), Norteamérica y Sudamérica. Sturdyfon también tiene tres plantas de producción en Europa (UE), Norteamérica y el resto de Asia/Australia. La capacidad (en millones de unidades), el costo fijo anual (en millones de \$) y los costos de producción variables (\$ por unidad) de cada planta se muestran en la **Tabla b**.

Tabla b. Capacidades y costos de las plantas de Sleekfon y Sturdyfon

		Capacidad	Costo fijo/ año	Costo variable/unidad
Sleekfon	Europa (UE)	20	100	6.0
	N. América	20	100	5.5
	S. América	10	60	5.3
Sturdyfon	Europa (UE)	20	100	6.0
	N. América	20	100	5.5
	Resto de Asia	10	50	5.0

Los costos de transporte entre regiones se muestran en la **Tabla c.**

Tabla c. Capacidades y costos de las plantas de Sleekfon y Sturdyfon

	N. América	S. América	Europa (UE)	Europa (no UE)	Japón	Resto de Asia/ Australia	África
N. América	1.00	1.50	1.50	1.80	1.70	2.00	2.20
S. América	1.50	1.00	1.70	2.00	1.90	2.20	2.20
Europa (UE)	1.50	1.70	1.00	1.20	1.80	1.70	1.40
Europa (No UE)	1.80	2.00	1.20	1.00	1.80	1.60	1.50
Japón	1.70	1.90	1.80	1.80	1.00	1.20	1.90
Resto de Asia/Australia	2.00	2.20	1.70	1.60	1.20	1.00	1.80
África	2.20	2.20	1.40	1.50	1.90	1.80	1.00

Todos los costos de transporte se muestran en dólares por unidad (USD) y los derechos se aplican sobre cada unidad con base en el costo fijo por capacidad unitaria, costo variable por unidad y costo de transporte. Por tanto, una unidad enviada en la actualidad de Norteamérica a África tiene un costo fijo por unidad de capacidad de 5.00 USD, un costo variable de producción de 5.50 USD, y un costo de transporte de 2.20 USD. El derecho de importación de 25% se aplica por tanto sobre 12.70 USD ($5.00 + 5.50 + 2.20$) para dar un costo total de importación de 15.88 USD. Para las preguntas siguientes, suponga que la demanda del mercado es como se muestra en **Tabla a.**

La compañía fusionada ha estimado que la reducción de la planta de 20 millones de unidades a 10 millones de unidades permite ahorrar 30% en costos

fijos. Los costos variables en una planta reducida no cambian. El cierre de una planta (de 10 millones o de 20 millones de unidades) permite ahorrar 80% en costos fijos. Los costos fijos se recuperan sólo en parte debido a indemnizaciones por despido y a otros costos asociados con un cierre.

Preguntas

- ¿Cuál es el menor costo alcanzable para la red de producción y distribución antes de la fusión? ¿Qué plantas atienden qué mercados?
- ¿Cuál es el menor costo alcanzable para la red de producción y distribución después de la fusión si ninguna de las plantas se cierra? ¿Qué plantas atienden qué mercados?

Paso 1. Se sugiere realizar los cálculos en una tabla que relacione el derecho de importación, como se muestra.

Mercado	N.AMÉRICA	S.AMÉRICA	EUROPA (UE)	EUROPA (no UE)	JAPON	ASIA/AUSTRALIA	AFRICA
Demanda Sleekfon	10	4	20	3	2	2	1
Demanda Sturdyfon	12	1	4	8	7	3	1
Derechos importación (%)	0.03	0.2	0.04	0.15	0.04	0.22	0.25

	Capacidad	Costo fijo/año	costo variable/unidad
Sleekfon	20	100	6
N.AMÉRICA	20	100	5.5
S.AMÉRICA	10	60	5.3
Sturdyfon	20	100	6
N.AMÉRICA	20	100	5.5
ASIA/AUSTRALIA	10	50	5

	N.AMÉRICA	S.AMÉRICA	EUROPA (UE)	EUROPA (no UE)	JAPON	ASIA/AUSTRALIA	AFRICA
EUROPA (UE)	1.5	1.7	1	1.2	1.8	1.7	1.4
N.AMÉRICA	1	1.5	1.5	1.8	1.7	2	2.2
S.AMÉRICA	1.5	1	1.7	2	1.9	2.2	2.2
EUROPA (UE)	1.5	1.7	1	1.2	1.8	1.7	1.4
N.AMÉRICA	1	1.5	1.5	1.8	1.7	2	2.2
ASIA/AUSTRALIA	2	2.2	1.7	1.6	1.2	1	1.8

	N.AMÉRICA	S.AMÉRICA	EUROPA (UE)	EUROPA (no UE)	JAPON	ASIA/AUSTRALIA	AFRICA
Sleekfon	15.24	12.48	14.03	13.312	15.494	15.5	
N.AMÉRICA	11.845	14.4	12.48	14.145	12.688	15.25	15.875
S.AMÉRICA	13.184	14.76	13.52	15.295	13.728	16.47	16.875
Sturdyfon	12.875	15.24	12.48	14.03	13.312	15.494	15.5

- Observar que se hace a lo largo y ancho de la tabla la actualización de los cálculos para obtener la matriz final de transporte de i a j

		N.AMERICA	S.AMERICA	EUROPA (UE)	EUROPA (no UE)	JAPON	ASIA/AUSTRALIA	AFRICA
Sleekfon	EUROPA (UE)	12.875	15.24	12.48	14.03	13.312	15.494	15.5
	N.AMERICA	11.845	14.4	12.48	14.145	12.688	15.25	15.875
	S.AMERICA	13.184	14.76	13.52	15.295	13.728	16.47	16.875
Sturdyfon	EUROPA (UE)	12.875	15.24	12.48	14.03	13.312	15.494	15.5
	N.AMERICA	11.845	14.4	12.48	14.145	12.688	15.25	15.875
	ASIA/AUSTRALIA	12.36	14.64	12.168	13.34	11.648	13.42	14.75

b. El modelo a resolver

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following structure:

- Columns:** M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, AA.
- Rows 1-5:** Headers for Sleekfon and Sturdyfon, including 'Resto de Asia/Australia' and 'Africa'.
- Rows 6-9:** Demand data for Sleekfon across regions.
- Rows 10-11:** Demand data for Sturdyfon.
- Rows 12-19:** Cost parameters for opening and closing plants, including 'Costo fijo/año' and 'Costo cerrar'.

De tal forma que si todas las plantas estuvieran cerradas, costarían 52 millones de USD

		N.AMERICA	S.AMERICA	EUROPA (UE)	EUROPA (no UE)	JAPON	ASIA/AUSTRALIA	AFRICA
Sleekfon	EUROPA (UE)							
	N.AMERICA							
	S.AMERICA							
	Demanda	10	4	20	3	2	2	1
	Abre	Costo fijo/año		Capacidad				
Sleekfon	EUROPA (UE)		100	20 FO				
	N.AMERICA		100	20	52			
	S.AMERICA		60	10				
	cierra	Costo cerrar						
		1	20					
		1	20					
		1	12					

- c. Así, se tiene que garantizar que lo que se envíe de las tres plantas se envíe a todos los mercados cumpla con su demanda por lo que se proyecta.

=SUMA(R6:R8)

	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
				N.AMERICA	S.AMERICA	EUROPA (UE)	EUROPA (no UE)	JAPON	ASIA/AUSTRALIA	AFRICA
Sleekfon			EUROPA (UE)							
			N.AMERICA							
			S.AMERICA							
			=SUMA(R6:R8)		0	0	0	0	0	0
			Demanda	10	4	20	3	2	2	1
			Abre	Costo fijo/año	Capacidad					
Sleekfon			EUROPA (UE)	100	20	FO				
			N.AMERICA	100	20		52			
			S.AMERICA	60	10					
			cierra	Costo cerrar						
				1	20					
				1	20					
				1	12					

=SUMA(R6:R8)

	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
				N.AMERICA	S.AMERICA	EUROPA (UE)	EUROPA (no UE)	JAPON	ASIA/AUSTRALIA	AFRICA
Sleekfon			EUROPA (UE)							
			N.AMERICA							
			S.AMERICA							
			Demanda	10	4	20	3	2	2	1

- d. Además, se tiene que considerar las capacidades no excedan ante las posibilidades de abrir o no abrir

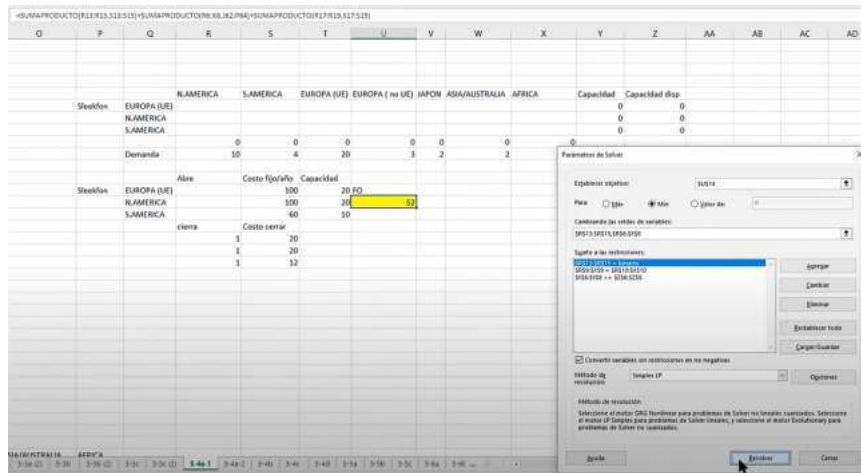
=SUMA(R6:X6)

	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
				N.AMERICA	S.AMERICA	EUROPA (UE)	EUROPA (no UE)	JAPON	ASIA/AUSTRALIA	AFRICA	Capacidad	Capacidad disp
Sleekfon			EUROPA (UE)								=X6	0
			N.AMERICA								0	0
			S.AMERICA								0	0
			Demanda	10	4	20	3	2	2	1		

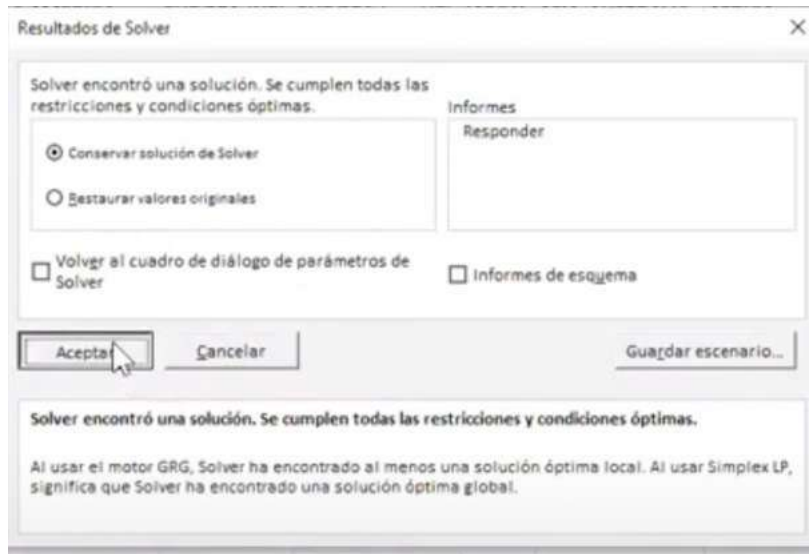
=R13*T11

	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
				N.AMERICA	S.AMERICA	EUROPA (UE)	EUROPA (no UE)	JAPON	ASIA/AUSTRALIA	AFRICA	Capacidad	Capacidad disp
Sleekfon			EUROPA (UE)								0	=R13*T13
			N.AMERICA								0	0
			S.AMERICA								0	0
			Demanda	10	4	20	3	2	2	1		
			Abre	Costo fijo/año	Capacidad							
Sleekfon			EUROPA (UE)	100	20	FO						
			N.AMERICA	100	20		52					
			S.AMERICA	60	10							

Paso 2. Aplicar **Solver** desde menú de herramientas **Datos**. Fijar la celda de la **Función objetivo**; seleccionar **Min**; seleccionar **Cambiando las celdas de variables**(\$R\$13:\$R\$15,\$R\$6:\$X\$8); seleccionar las restricciones correspondientes; oprimir **Resolver**.



Solver informa que ha determinado solución. Oprimir **Aceptar**



Paso 3. Analizar los resultados de **Solver** en la tabla Excel

	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														

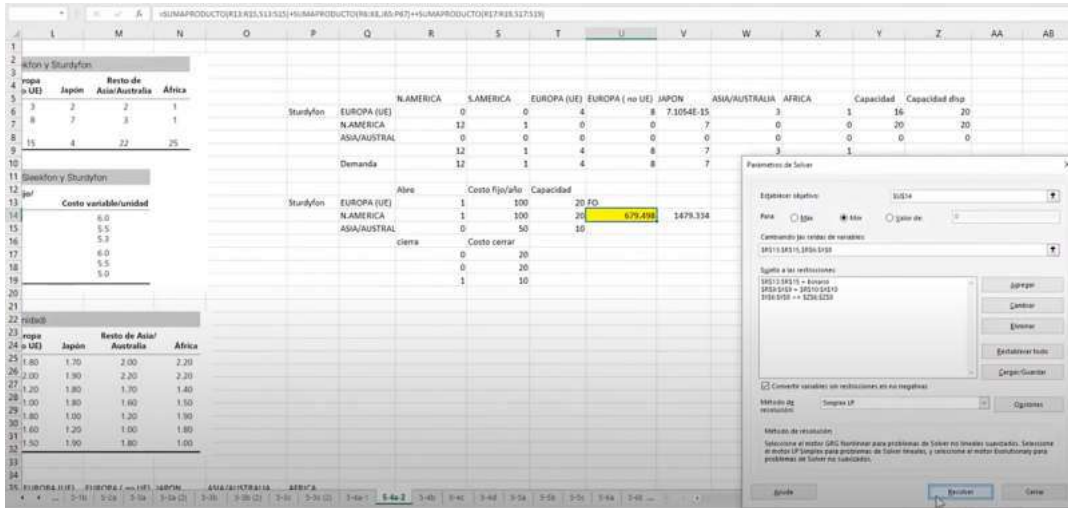
Los resultados indican un costo de 799,836 millones de USD, los mercados a ser surtidos y de qué plantas; ninguna planta cierra, todas abren; es notable observar que la planta de S. América sólo trabajan 2/10, las demás trabajan al máximo.

Paso 4. Para el caso b de Studyfon

a. La función SUMAPRODUCTO cambia

	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
45		Sturdyfon	EUROPA (UE)	20	100	6				
46			N. AMERICA	20	100	5.5				
47			ASIA/AUSTRALIA	10	50	5				
48										
49										
50										
51										
52			EUROPA (UE)	1.5	1.7	1	1.2	1.8	1.7	1.4
53			N. AMERICA	1	1.5	1.5	1.8	1.7	2	2.2
54			S. AMERICA	1.5	1	1.7	2	1.9	2.2	2.2
55			EUROPA (UE)	1.5	1.7	1	1.2	1.8	1.7	1.4
56			N. AMERICA	1	1.5	1.5	1.8	1.7	2	2.2
57			ASIA/AUSTRALIA	2	2.2	1.7	1.6	1.2	1	1.8
58										
59										
60										
61										
62		Sturdyfon	EUROPA (UE)	12.875	15.24	12.48	14.03	13.312	15.494	15.5
63			N. AMERICA	11.845	14.4	12.48	14.145	12.688	15.25	15.875
64			S. AMERICA	13.184	14.76	13.52	15.295	13.728	16.47	16.875
65		Sturdyfon	EUROPA (UE)	12.875	15.24	12.48	14.03	13.312	15.494	15.5
66			N. AMERICA	11.845	14.4	12.48	14.145	12.688	15.25	15.875
67			ASIA/AUSTRALIA	12.36	14.64	12.168	13.34	11.648	13.42	14.75

b. Se aplica de nueva cuenta **Solver**, oprimir **Resolver**



- c. Se observa un nuevo costo de operación de 679,498 millones de USD; Europa y N.América abren y Asia/Australia cierran; Europa trabajara 16/20.
- d. La suma de ambas nos da la nueva **Función objetivo** antes de la fusión **1479,334** (679,498+799.836) millones de USD

	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1									
2									
3									
4									
5	África				N.AMERICA	S.AMERICA	EUROPA (UE)	EUROPA (no UE)	JAPON
6	1		Sturdyfon	EUROPA (UE)	0	0	4	8	4.4409E-15
7	1			N.AMERICA	12	1	0	0	7
8				ASIA/AUSTRAL	0	0	0	0	0
9	25				12	1	4	8	7
10				Demanda	12	1	4	8	7
11									
12					Abre	Costo fijo/año	Capacidad		
13			Sturdyfon	EUROPA (UE)	1	100	20	FO	
14				N.AMERICA	1	100	20	679.498	1479.334
15				ASIA/AUSTRAL	0	50	10		
16				cierra	Costo cerrar				
17					0	20			
18					0	20			
19					1	10			

Paso 5. Aplicar Solver y oprimir Resolver:

- a. Para el caso de todas las plantas abiertas y fusionadas las dos empresas

		N.AMERICA	S.AMERICA	EUROPA (UE)	EUROPA (no UE)	JAPON	ASIA/AUSTRALIA	AFRICA	Capacidad	Capacidad disp	
Sleekfon	EUROPA (UE)	0	0	0	11	0	0	0	2	13	20
	N.AMERICA	11	0	9	0	0	0	0	0	20	20
	S.AMERICA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sturdyfon	EUROPA (UE)	0	0	15	0	0	0	0	0	15	20
	N.AMERICA	11	5	0	0	4	0	0	0	20	20
	ASIA/AUSTRALIA	0	0	0	0	0	5	5	0	10	10
Demanda		22	5	24	11	9	9	5	2		
		22	5	24	11	9	9	5	2		

- b. Se analizan los resultados de la tabla Excel obtenida donde se observa un costo de operación de 1503 millones de USD; todas las plantas abiertas y varios casos de subcapacidad de plantas; S. América 0/10 entre otras cuestiones.

		N.AMERICA	S.AMERICA	EUROPA (UE)	EUROPA (no UE)	JAPON	ASIA/AUSTRALIA	AFRICA	Capacidad	Costo fijo/año	Abre
Sleekfon	EUROPA (UE)	0	0	0	11	0	0	0	2	100	1
	N.AMERICA	11	0	9	0	0	0	0	0	100	1
	S.AMERICA	0	0	0	0	0	0	0	0	60	1
Sturdyfon	EUROPA (UE)	0	0	15	0	0	0	0	0	100	1
	N.AMERICA	11	5	0	0	4	0	0	0	100	1
	ASIA/AUSTRALIA	0	0	0	0	0	5	5	0	50	1
Demanda		22	5	24	11	9	9	5	2		
		22	5	24	11	9	9	5	2		

CAPÍTULO 6. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA



Los pronósticos de la demanda forman la base de toda planeación de la cadena de suministro. Pronosticar la demanda es un proceso vital para todo tipo de organización de negocios ya que incide en las decisiones importantes de la gerencia entre otras, para la planificación corporativa de largo plazo. Para las áreas de finanzas y contabilidad, el pronóstico de la demanda es la base para realizar presupuestos y controlar costos. Para áreas como la mercadotecnia el pronóstico de la demanda fundamenta las decisiones estratégicas para planificar productos nuevos, compensar al personal de ventas y tomar otras decisiones clave. Con el pronóstico de la demanda para la cadena de suministro, es posible determinar la cantidad de recursos humanos, técnicos y financieros implicados

desde la manufactura del producto y las operaciones de almacenamiento, control de inventario y transporte (Jacobs y Chase, 2019).

Características de los pronósticos de la demanda

Toda decisión de alta gerencia, debe tomar en cuenta las principales características de los pronósticos de la demanda de una cadena de suministro. Ver **Tabla 6.1**

Tabla 6.1. Principales características de los pronósticos de la demanda de una cadena de suministro

Item	Descripción
1	<p>Los <i>pronósticos siempre son imprecisos</i> y por tanto deben incluir tanto su valor esperado como una medida de error del pronóstico. Por ejemplo, en el caso de dos empresas se pueden tener expectativas diferentes. La empresa A puede esperar ventas que fluctúen entre 200 y 2,000 unidades, en tanto la empresa B espera que lo hagan entre 1,000 y 1,500. Aun cuando ambos distribuidores prevén un promedio de ventas de 1,000 las políticas de adquisición de cada serán muy diferentes dada la diferencia en la precisión del pronóstico. Por tanto, el error de pronóstico (o incertidumbre de la demanda) es una información clave en la mayoría de las decisiones de la cadena de suministro. Se destaca no obstante, que la mayoría de las empresas tienen registros del error de pronóstico.</p>
2	<p>Los <i>pronósticos de largo plazo</i>, en general, son menos precisos que los de <i>cortoplazo</i>. Esto es, los primeros tienen una mayor desviación estándar del error en relación con la media que los segundos. Por ejemplo, la empresa Seven-Eleven Japón ha instituido un proceso de reabastecimiento que le permite surtir un pedido en horas. Si el gerente de una tienda coloca un pedido a las 10:00 a.m. éste se entrega a las 7:00 p.m. del mismo día. De esta forma, el gerente pronostica lo que venderá esa noche, menos de 12 horas antes de la venta real. Dado el corto tiempo de espera, el gerente está en posibilidad de considerar la información actual, que afecta las ventas del producto, como el clima. Es probable que este pronóstico sea más preciso que si el gerente tuviera que pronosticar la demanda con una semana de anticipación.</p>
3	<p>Los <i>pronósticos agregados</i> son en lo general, más precisos que los <i>desagregados</i>, debido a que tienen una menor desviación estándar del error en relación con la media. Pronosticar el Producto Interno Bruto (PIB) de EUA es más fácil, por ejemplo, para un cierto año con un error menor que 2%. Sin embargo, es mucho más difícil pronosticar el ingreso anual de una compañía con menos de 2% de error, y es aún más difícil pronosticar el ingreso de un producto dado con el mismo grado de precisión. La diferencia clave entre los tres pronósticos es <i>el grado de agregación</i>. El PIB es una agregación de muchas compañías y los ingresos de una compañía son agregación de diversas líneas de productos. Así, <i>a mayor agregación, más preciso será el pronóstico</i>.</p>

4	Cuanto más arriba está una compañía en la cadena de suministro (o más lejos del consumidor) por lo general, mayor es la distorsión de la información que reciba. El <i>efecto de látigo</i> , es un ejemplo de esto, consistiendo en que <i>la variación del pedido se amplifica conforme los pedidos se alejan del cliente final</i> . Así, <i>cuanto más arriba se encuentre una compañía en la cadena de suministro, más grande será el error de pronóstico</i> . Para reducir el error de pronóstico, es usado el <i>pronóstico colaborativo</i> , el cual está basado en las ventas al cliente final para ayudar a las empresas que se encuentran más lejos del consumidor.
---	--

Fuente: Chopra (2020)

Las empresas deben estar al tanto de los numerosos factores relacionados con el pronóstico de la demanda, con el fin de escoger la metodología de pronóstico más adecuada . Ver **Tabla 6.2**

Tabla 6.2. Factores a considerar por las empresas relacionados con el pronóstico de la demanda

Factores a considerar por las empresas relacionados con el pronóstico de la demanda
<ul style="list-style-type: none"> • Demanda pasada • Tiempo de espera de reabastecimiento del producto • Publicidad planeada o esfuerzos de marketing • Descuentos de precios planeados • Estado de la economía • Acciones que los competidores han realizado

Fuente: Chopra (2020) , con adaptación propia

Los modelos de pronóstico se clasifican de acuerdo con los cuatro tipos siguientes: *Cualitativos*, *Series de tiempo y regresiones*, *Relaciones causales*. Puede ser difícil decidir para los gerentes, que método es más apropiado para pronosticar. De hecho, varios estudios han indicado que emplear múltiples métodos de pronóstico para crear un pronóstico combinado es más efectivo que emplear cualquier otro solo. Se destaca principalmente de los métodos de series de tiempo como los más apropiados cuando la demanda futura está relacionada con la demanda histórica, los patrones de crecimiento y los patrones estacionales. Siempre existe un elemento aleatorio que no puede ser explicado por los patrones de la demanda histórica con cualquier método de pronóstico. Cualquier demanda observada puede dividirse en un componente sistemático y en otro aleatorio:

$$O = S + R$$

O= Demanda observada; **S**= Componente sistemático; **R**= Componente aleatorio

El *componente sistemático* mide el valor esperado de la demanda y consiste en lo que llamaremos nivel, es decir la demanda desestacionalizada actual; tendencia, que es la tasa de crecimiento o declinación de la demanda para el periodo siguiente, y estacionalidad, que se refiere a las fluctuaciones estacionales predecibles de la demanda. El *componente aleatorio* es la parte del pronóstico que se desvía de la parte sistemática. *Una compañía no puede (y no debe) pronosticar la dirección del componente aleatorio.* Todo lo que una compañía puede pronosticar es el tamaño y la variabilidad del componente aleatorio, que permiten medir el error de pronóstico. El objetivo de pronosticar es filtrar el componente aleatorio (*ruido*) y estimar el componente sistemático. El error de pronóstico mide la diferencia entre el pronóstico y la demanda real. En promedio, un buen método de pronóstico tiene un error cuyo tamaño es comparable al componente aleatorio de la demanda. El gerente debe ser escéptico ante un método de pronóstico que afirme que no tiene error de pronóstico de la demanda histórica. En este caso, el método ha fusionado el componente aleatorio histórico con el componente sistemático. Como resultado, es probable que el método de pronóstico produzca un desempeño deficiente (Chopra, 2020)

Modelos de pronósticos de la demanda cualitativos

Los métodos cualitativos son principalmente subjetivos y se apoyan en el juicio humano. Son apropiados sobre todo cuando se dispone de pocos datos históricos o cuando los expertos cuentan con datos de investigación del mercado

que pueden afectar el pronóstico. Tales métodos también pueden ser necesarios para pronosticar la demanda a varios años en el futuro en una nueva industria. Se tienen los *modelos de pronóstico de la demanda cualitativos* más conocidos: *Investigación de Mercados, Grupos de Consenso, Analogía Histórica y el Método Delphi*, como se describe en la **Tabla 6.3**

Tabla 6.3. Métodos cualitativos para pronóstico de la demanda

Métodos cualitativos para pronóstico de la demanda
Las técnicas de pronóstico cualitativo, por lo general, se basan en el conocimiento de expertos requiriendo de su juicio. Generalmente, abarcan procesos bien definidos, para los participantes. En el caso de pronosticar la demanda de nueva mercancía de moda en una tienda minorista, por ejemplo, la empresa ifebe considerar una combinación de clientes comunes para expresar preferencias y de gerentes de tienda que entiendan la mezcla de productos y de volúmenes en la tienda, donde ven la mercancía efectuando una serie de ejercicios diseñados para llevar el grupo a una estimación de consenso. No se trata de cálculos sin sentido para determinar la demanda esperada, sino más bien, de un método bien planeado con una toma de decisiones estructurada. Las técnicas cualitativas, son más útiles cuando el producto es nuevo o hay poca experiencia con la venta en una región nueva. Los hábitos de los clientes en la región, cómo se anunciará e introducirá el producto, la información y el conocimiento de productos similares son importantes para estimar con éxito la demanda. Es útil considerar datos de la industria y la experiencia de empresas de la competencia para estimar la demanda esperada. Las técnicas cualitativas más conocidas son: <i>Investigación de Mercado, Grupos de Consenso, Analogía histórica, Método Delphi</i>
Investigación de Mercado
Para realizar este tipo de pronóstico, las empresas contratan a empresas externas que se especializan en la <i>investigación de mercado</i> , incluye entrevistas, encuestas, llamadas telefónicas en las que le preguntan sobre sus preferencias por ciertos productos, su ingreso, sus hábitos, etcétera. Se utiliza sobre todo para la investigación de productos con el objetivo de buscar nuevas ideas, conocer los gustos y disgustos relacionados con los productos existentes, los productos competitivos preferidos en una clase en particular, etc.
Grupos de Consenso
Esta técnica cualitativa, parte de la idea de que un grupo de personas que ocupan diversas posiciones elaboran un pronóstico más confiable que un grupo más reducido a través de reuniones abiertas con un intercambio libre de ideas de todos los niveles gerenciales e individuales. Esta técnica presenta el problema potencia de que los empleados de niveles inferiores se sientan intimidados por niveles más altos de la gerencia. De esta forma, se desarrolló la técnica de Delphi para tratar de corregir este impedimento del libre intercambio de ideas. Cuando las decisiones en el pronóstico se toman en un nivel más amplio y alto (como al introducir una nueva línea de productos o al tomar decisiones estratégicas sobre un producto, como en nuevas áreas de mercado), se utiliza el término <i>juicio ejecutivo</i> en el que participa un nivel gerencial más alto.
Analogía Histórica
Al tratar de pronosticar la demanda de un nuevo producto, una situación ideal sería contar con un producto existente o genérico como modelo. Existen muchas formas de clasificar estas analogías; por ejemplo, <i>productos complementarios, productos sustituibles o competitivos, y</i>

productos como función del ingreso. Una empresa, por ejemplo, que produce licuadoras y quiere fabricar cafeteras puede utilizar el historial de los tostadores como modelo de crecimiento probable.

Método Delphi

Este método oculta la identidad de los individuos que participan en el estudio, lo que garantiza la plena participación de todos los empleados de todas las jerarquías de la empresa. Todos tienen el mismo peso. El proceso implica a un moderador que elabora un cuestionario y lo distribuye entre los participantes. Sus respuestas se suman y se entregan a todo el grupo con un nuevo grupo de preguntas. El procedimiento paso a paso del método Delphi es:

1. Elegir a los expertos que van a participar. Debe haber gran variedad de personas con conocimientos en distintas áreas.
2. Por medio de un cuestionario (o correo electrónico), obtener las proyecciones (y cualquier premisa o calificación para el pronóstico) de todos los participantes.
3. Resumir los resultados y redistribuirlos entre los participantes con las preguntas nuevas apropiadas.
4. Volver a resumir, refinar las proyecciones y condiciones, y una vez más plantear preguntas nuevas.
5. Repetir el paso 4, si es necesario. Distribuir los resultados finales entre todos los participantes.

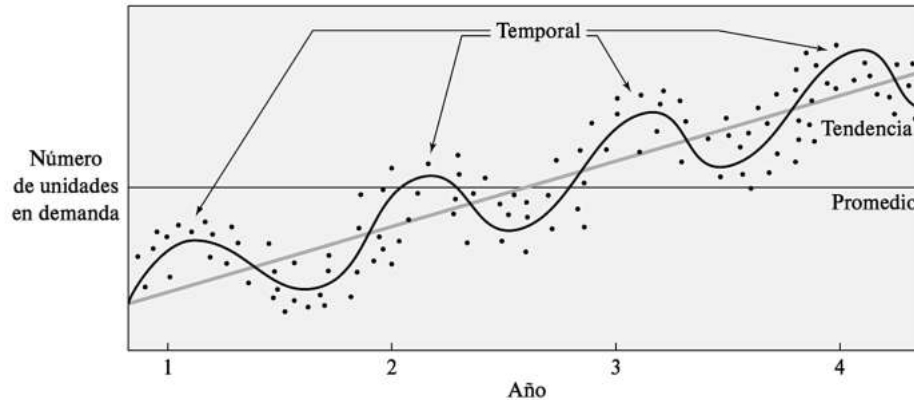
La técnica Delphi, por lo general, logra resultados satisfactorios en tres rondas. El tiempo requerido es una función del número de participantes, la cantidad de trabajo para que planteen sus pronósticos y su rapidez de respuesta.

Fuente: Jacobs y Chase (2019) y Chopra (2020), con adaptación propia

Componentes de la demanda cuantitativa

Para proponer el *modelo de pronóstico de la demanda cuantitativa*, se requiere conocer de sus componentes, los cuales, regularmente son: *demanda promedio para el periodo, tendencia, elemento estacional, elementos cíclicos, variación aleatoria y autocorrelación*, como se aprecia en la **Gráfica 6.1**

Gráfica 6.1. Componentes de la demanda



Fuente: recopilación propia

Se destaca la dificultad de determinar los *factores cíclicos* debido a que o se desconoce el tiempo o no se toma en referencia las causas de la demanda del ciclo por sucesos diversos: sucesos bélicos, acciones por resultados electorales, presiones psicológicas, economía global, etc. Existen *variaciones aleatorias* provocadas por sucesos al azar.

De esta forma, la parte inexplicable de la demanda, por estadística, es el resultado de restar las causas de la demanda mencionadas (*promedio, tendencias, estacionales, cíclicas y de autocorrelación*) de la demanda total. De no identificarse la causa del remanente, se supone que es aleatoria.

La *autocorrelación* indica la persistencia del hecho, es decir, es el valor esperado que, en un momento dado, presenta una correlación muy alta de sus propios valores anteriores. Por ejemplo, la longitud de una fila de espera tiene una autocorrelación muy elevada (teoría de la fila de espera), por lo que, en un momento determinado, si una fila es relativamente larga, sería de esperar que la fila siguiera siendo larga, poco después de ese tiempo.

Cuando la *demandas aleatoria*, es probable que varíe en gran medida de una semana a otra. Donde existe una *correlación alta*, no se espera que la demanda cambie mucho de una semana a la siguiente.

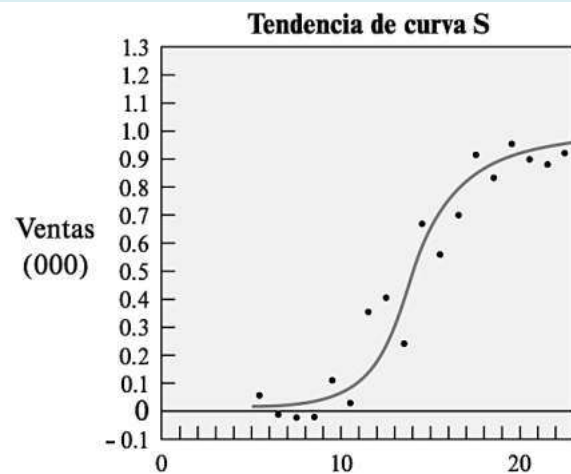
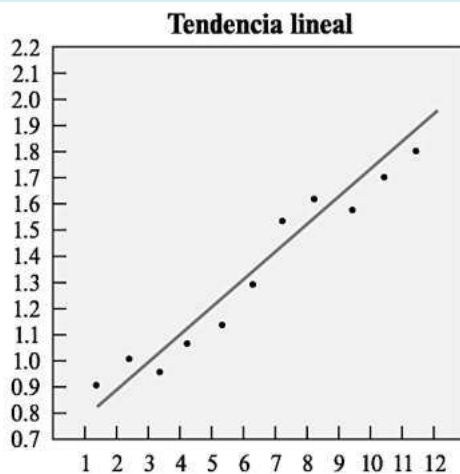
El punto de inicio al desarrollar un pronóstico, se basa normalmente en las *líneas de tendencia*. A partir de estas líneas de tendencia es que se ajustan los efectos estacionales, los elementos cíclicos y cualquier otro suceso esperado para el pronóstico final. Ver **Gráficas 6.2**.

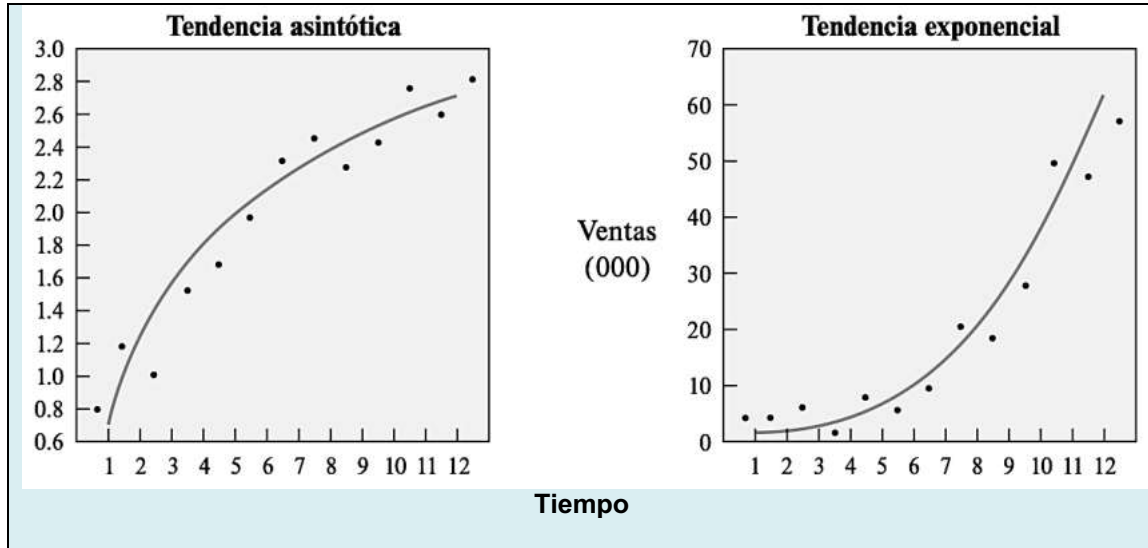
Gráficas 6.2. Tipos de Tendencias

- **Tendencia lineal** es una relación continua directa.
- **Tendencia de curva S** es una característica que implica el ciclo de crecimiento y el ciclo de madurez de un producto, siendo el punto más importante donde la tendencia cambia de crecimiento lento a rápido, o de rápido a lento.
- **Tendencia asintótica** inicia con el crecimiento más alto de la demanda que después se reduce. Cuando una empresa entra a un mercado existente con el objetivo de saturarlo y captar una mayor participación en él es cuando esta curva se presenta.
- **Tendencia exponencial** es típica de productos con un crecimiento explosivo sugiriendo que las ventas seguirán en aumento aunque no sea seguro realizar.

Graficar los datos para después calcular la distribución estándar (como lineal, curva S, asintótica o exponencial) que mejor se adapte a estos es un método de pronóstico común.

Ventas





Fuente: recopilación propia

Modelos de pronósticos de la demanda cuantitativos: Series de tiempo y regresiones lineales

Los métodos de pronóstico de series de tiempo utilizan la demanda histórica para hacer un pronóstico. Se basan en la suposición de que la historia de la demanda pasada es un buen indicador de la demanda futura. Estos métodos son más apropiados cuando el patrón de la demanda básica no varía significativamente de un año al siguiente. Son los métodos más sencillos de implementar y pueden servir como un buen punto de inicio para el pronóstico de una demanda.

Basados por lo tanto en los componentes de la demanda, los *modelos de pronóstico de la demanda cuantitativos* más conocidos, son las *series de tiempo*

y regresiones lineales (ver **Tabla 6.4**) así como las relaciones causales (ver **Tabla 6.5**)

Tabla 6.4. Modelos cuantitativos para pronóstico de la demanda: Series de tiempo

Métodos cuantitativos para pronóstico de la demanda cuantitativos			
Series de tiempo			
<p>El análisis de series de tiempo hacen predicciones con base en información previar. Con las cifras de ventas recopiladas durante seis semanas previas, por ejemplo, se pronostican las ventas durante la séptima semana. Pronosticar los trimestres futuros, se basa en manejar de cifras de ventas trimestrales, recopiladas durante los últimos años. Aunque ambos ejemplos contienen ventas, es probable que se utilicen distintos modelos de series de tiempo para elaborar los pronósticos. Los más usados son:</p>			
Método de pronóstico	Cantidad de datos históricos	Patrón de los datos	Horizonte de pronóstico
<i>Promedio Móvil Simple</i>	6 a 12 meses; a menudo se utilizan datos semanales	Los datos deben ser Estacionarios (es decir, sin tendencia ni temporalidad)	Corto
<i>Promedio Móvil Ponderado y Suavización Exponencial Simple</i>	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Los datos deben ser Estacionarios	Corto
<i>Suavización Exponencial con Tendencia</i>	Para empezar se necesitan de 5 a 10 observaciones	Estacionarios y Tendencias	Corto
<i>Regresión Lineal</i>	De 10 a 20 observaciones	Estacionarios, Tendencias y Temporalidad	Corto a mediano
<i>Modelos Estacionarios y Tendencias</i>	De 2 a 3 observaciones por temporada	Estacionarios, Tendencias y Temporalidad	Corto a mediano
<p>Los términos de plazo a usar, son:</p> <p><i>Corto</i> (< 3meses), para decisiones tácticas, como reponer inventario o programar empleados en fechas cercanas, los modelos de corto plazo compensan la variación aleatoria y se ajustan a los cambios de corto plazo (como las respuestas del consumidor a un producto nuevo); son buenos para medir la actual variabilidad en demanda y es útil para establecer niveles de seguridad de existencia o estimar cargas pico en una situación de servicio.</p> <p><i>Mediano</i> (3 meses a 2 años), para planificar una estrategia con la cual satisfacer la demanda de los siguientes seis meses a un año y medio. Son útiles para efectos estacionales.</p> <p><i>Largo</i> (> 2años) que detectan las tendencias generales y son muy útiles para identificar los cambios más importantes.</p> <p>El modelo de pronóstico que una empresa debe elegir depende de:</p> <ul style="list-style-type: none"> -El horizonte de tiempo que se va a pronosticar. -La disponibilidad de los datos. -La precisión requerida. 			

- El tamaño del presupuesto para el pronóstico.
- La disponibilidad de personal calificado.

Promedio Móvil Simple

Este promedio es útil para eliminar las fluctuaciones aleatorias del pronóstico cuando la demanda de un producto no crece ni baja con rapidez, y si no tiene características estacionales. El objetivo es calcular sencillamente la *demanda promedio* de los periodos más recientes. Cada vez que se hace un nuevo pronóstico, el periodo más longevo se descarta del promedio y se incluye el más nuevo. Por tanto, si se quiere pronosticar para diciembre con un promedio móvil de cinco meses, puede tomarse el promedio de julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre. Cuando pase diciembre, el pronóstico para enero será el promedio de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre. La selección del periodo debe estar en función de cómo se va a utilizar el pronóstico, pudiendo ser mensual o semanal y se debe tomar en cuenta que el número de periodos a usar en el pronóstico también tiene un impacto importante en la exactitud del pronóstico. Conforme el periodo del promedio móvil es más corto, y se usan menos periodos, hay más oscilaciones y un seguimiento cercano de la tendencia. Por el contrario, un periodo más largo da una respuesta más uniforme pero retrasa la tendencia. La fórmula de un *promedio móvil simple* es :

$$F_t = (A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n})/n$$

Donde:

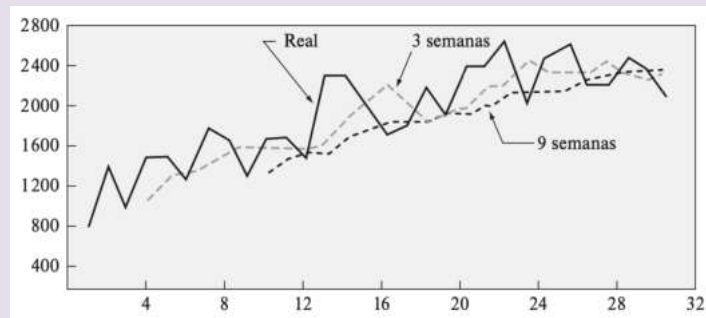
F_t Pronóstico para el siguiente periodo

n Número de periodos por promediar

A_{t-1} Evento real en el periodo pasado

$A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}$ Eventos reales hace dos periodos, hace tres periodos y sucesivos, hasta n periodos.

Una gráfica de datos típica, puede mostrar los efectos de las distintas duraciones de un periodo de un promedio móvil. Se ve que la tendencia de crecimiento se nivela alrededor de la semana 23. Aunque, en general, el promedio de nueve semanas es más uniforme, el promedio móvil de tres semanas responde mejor al seguir este cambio que el promedio de nueve semanas,.



La **desventaja** de calcular un promedio móvil es que todos los elementos individuales se deben manejar como información, pues un nuevo periodo de pronóstico comprende agregar datos nuevos y eliminar los primeros.

Promedio Móvil Ponderado

Mientras que el promedio móvil simple da igual importancia a cada componente de la base de datos del promedio móvil, un **promedio móvil ponderado** permite asignar cualquier importancia a cada elemento, siempre y cuando la suma de todas las ponderaciones sea igual a **uno**. La fórmula de un *promedio móvil ponderado* es :

$$F_t = w_1A_{t-1} + w_2A_{t-2} + w_3A_{t-3} + \dots + w_nA_{t-n}$$

Donde:

- w_1 Ponderación dada al evento real para el periodo $t-1$
- w_2 Ponderación dada al evento real para el periodo $t-2$
- w_n Ponderación dada al evento real para el periodo $t-n$
- n Número de periodos en el pronóstico

Problema 1

Una tienda departamental, por ejemplo, determina en un periodo de cuatro meses, que el mejor pronóstico se deriva con 40% de las ventas reales durante el mes más reciente, 30% de dos meses antes, 20% de tres meses antes y 10% de hace cuatro meses. Si las ventas reales fueron Mes 1= 100; Mes 2= 90, Mes 3= 105; Mes 4= 95; **Mes 5:?**

Solución

Ponderación (P)	0.4 (P1)	0.3 (P2)	0.2 (P3)	0.1 (P4)
Ventas Mes (M)	95 (M1)	105 (M2)	90 (M3)	100 (M4)

El pronóstico para el Mes 5, es:

$$F_5 = 0.4 (95) + 0.3 (105) + 0.2 (90) + 0.1 (100) = 97.5$$

Problema 2

Suponga que las ventas del mes 5 resultaron de 110. Entonces:

Solución

Ponderación (P)	0.4 (P1)	0.3 (P2)	0.2 (P3)	0.1 (P4)
Ventas Mes (M)	110 (M1)	95 (M2)	105 (M3)	90 (M4)

$$F_6 = 0.40(110) + 0.3 (95) + 0.20 (105) + 0.10(90) = 102.5$$

Las formas más sencillas de elegir las ponderaciones son por la experiencia así como la prueba y el error. Se tienen dos situaciones a considerar:

1. El pasado más reciente, por regla general, es el indicador más importante de lo que se espera en el futuro y por tanto debe tener una ponderación más alta. Así, la capacidad o los ingresos de la empresa del mes pasado, por ejemplo, serían un mejor estimado para el mes próximo que de hace varios meses.
2. Si los datos son estacionales, las ponderaciones se deben establecer en forma correspondiente. Por ejemplo, las ventas de trajes de baño en julio del año pasado deben tener una ponderación más alta que las ventas de trajes de baño en diciembre (en el Hemisferio Norte).

Una **ventaja** definitiva sobre el promedio móvil simple, es en cuanto a que puede variar los efectos de los datos pasados.

Suavización Exponencial

La principal **desventaja** de los métodos anteriores (al igual que la técnica causal de la regresión), es la necesidad de manejar en forma continua gran cantidad de datos históricos ya que al agregar cada unidad de datos se elimina la observación anterior calculando el nuevo pronóstico). En general, son mejores indicadores del futuro los hechos más recientes que los del pasado más distante. Así, si la importancia de los datos disminuye conforme el pasado se vuelve más distante, la *suavización exponencial* es el método más lógico y fácil para utilizar. La

suavización exponencial es la técnica de pronóstico más común. Es parte integral de casi todos los programas de pronóstico por computadora, y se usa con mucha frecuencia en agencias de servicios, al ordenar el inventario en empresas minoristas, y compañías mayoristas.

Las técnicas de suavización exponencial se generalizaron por seis razones principales:

1. Los modelos exponenciales son sorprendentemente precisos.
2. Formular un modelo exponencial es relativamente fácil.
3. El usuario entiende cómo funciona el modelo.
4. Se requieren muy pocos cálculos para utilizar el modelo.
5. Los requerimientos de almacenamiento en computadora son bajos en virtud del uso limitado de datos históricos.
6. Es fácil calcular las pruebas de precisión relacionadas con el desempeño del modelo.

Para realizar este tipo de pronóstico, sólo se requiere:

- a. El pronóstico más reciente,
- b. la demanda real que ocurrió durante el periodo de pronóstico y
- c. Una **constante de suavización alfa (α)** la cual determina el nivel de uniformidad y la velocidad de reacción ante las diferencias entre los pronósticos y los hechos reales. Su valor se determina basados en la naturaleza del producto como por la idea del gerente de lo que constituye un buen índice de respuesta. Así, si una empresa realiza un producto estándar con una demanda relativamente estable, el índice de reacción ante las diferencias entre la demanda real y pronosticada tenderían a ser pequeñas, tal vez de solo 5 o 10%. No obstante, si la empresa experimentara un crecimiento, sería mejor tener un índice de reacción más alto, quizá de 15 o 30%, para dar mayor importancia a la experiencia de crecimiento reciente. *Mientras más rápido sea el crecimiento, más alto deberá ser el índice de reacción.* Existen casos, donde los usuarios del *promedio móvil simple* cambian a la suavización exponencial conservando sus proyecciones. En este caso, α se calcula $2 \div (n + 1)$, donde n es el número de periodos del promedio móvil simple correspondiente.

La ecuación para un solo pronóstico de suavización exponencial es:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde:

F_t Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t

F_{t-1} Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo anterior

A_{t-1} Demanda real en el periodo anterior

α Índice de respuesta deseado o constante de suavización

Así, el nuevo pronóstico es igual al pronóstico anterior más una porción del error (la diferencia entre el pronóstico anterior y lo que ocurrió).

Problema 1

Una empresa considera que la demanda de largo plazo para uno de sus productos es relativamente estable, y determina adecuado una constante de suavización (α) de **0.05**. Suponiendo que el pronóstico del mes pasado fue de $F_{t-1} = 1,050$ unidades Si de hecho la demanda es de $A_{t-1} = 1,000$, en vez de 1 050, el pronóstico del mes presente, es:

Solución

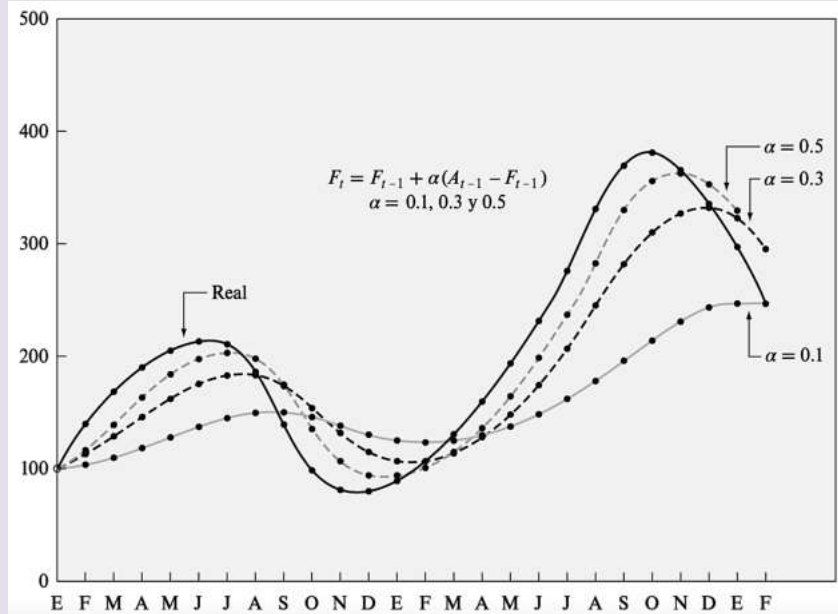
$$F_t = F_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - F_{t-1})$$

$$F_t = 1,050 + 0.05 (1,000 - 1,050) = \mathbf{1,047.5 \text{ unidades}}$$

La suavización exponencial simple tiene la **desventaja** de retrasar los cambios en la demanda.

En la gráfica se presentan los datos reales trazados como una curva suavizada para mostrar los efectos de demora de los pronósticos exponenciales.

El pronóstico se retrasa durante un incremento o un decremento pero se dispara cuando cambia la dirección. Mientras más alto sea el valor de α , el pronóstico será más cercano a la realidad y mientras más se acerque a la demanda real es probable sumar un factor de tendencia. También resulta útil ajustar el valor de α . Esto se conoce como *pronóstico adaptativo*.



Suavización exponencial con tendencia

El pronóstico exponencial siempre se queda por debajo o atrás de los hechos reales en una tendencia ascendente o descendente cuando los datos son recopilados durante una secuencia de periodos. Al agregar un ajuste a las tendencias, los pronósticos suavizados exponencialmente se corrigen. Corregir la tendencia requiere de dos constantes de suavización, la constante de suavización α , y una **constante de suavización delta (δ)**. Tanto α como δ reducen el impacto del error que ocurre entre la realidad y el pronóstico. Si no se incluyen, la tendencia sobre reacciona en forma exagerada ante los errores. La primera vez que se utiliza, es preciso capturar el valor manualmente para continuar con la ecuación de la tendencia. Este valor de la tendencia inicial puede ser una especulación con ciertas bases o un cálculo a partir de los datos observados pasados.

Las ecuaciones para calcular el pronóstico con la tendencia (PIT), son:

$$F_t = PIT_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - PIT_{t-1})$$

$$T_t = T_{t-1} + \delta (F_t - PIT_{t-1})$$

$$PIT_t = F_t + T_t$$

Donde:

- F_t Pronóstico suavizado exponencialmente para el periodo t
- T_t Tendencia suavizada exponencialmente para el periodo t
- PIT_t Pronóstico con la tendencia para el periodo t
- PIT_{t-1} Pronóstico con la tendencia hecha para el periodo anterior
- A_{t-1} Demanda real del periodo anterior
- α, δ Constantes de suavización

Problema 2

Suponga un pronóstico anterior que incluye una tendencia de 110 unidades, una tendencia previa de 10 unidades, un α de 0.20 y una δ de 0.30. Si la demanda real resulta ser de 115 en lugar de los 110 pronosticados, calcule el pronóstico para el periodo siguiente.

Solución

$$A_{t-1} = 115$$

$$F_t = PIT_{t-1} + \alpha (A_{t-1} - PIT_{t-1})$$

$$F_t = 110 + 0.2 (115 - 110) = \mathbf{111.0}$$

$$T_t = T_{t-1} + \delta (F_t - PIT_{t-1})$$

$$T_t = 10 + 0.3 (111 - 110) = \mathbf{10.3}$$

$$PIT_t = F_t + T_t$$

$$PIT_t = 111.0 + 10.3 = \mathbf{121.3}$$

Si, en lugar de 121.3, la realidad resulta ser 120, la secuencia se repetiría y el pronóstico para el siguiente periodo sería :

$$F_t = 121.3 + 0.2 (120 - 121.3) = \mathbf{121.04}$$

$$T_t = 10.3 + 0.3 (121.04 - 121.3) = \mathbf{10.22}$$

$$PIT_t = 121.04 + 10.22 = \mathbf{131.26}$$

La suavización exponencial requiere dar a las constantes de suavización un valor de entre 0 y 1. Por lo general, los valores relativamente pequeños se usan para el α y la δ en el rango de 0.1 a 0.3. Los valores dependen de qué tanta variación aleatoria hay en la demanda y de qué tan estable es el factor de la tendencia. Los errores de medición pueden ayudar a elegir los valores adecuados para estos parámetros.

Existen dos modelos de suavizamiento exponencial muy utilizados a considerar:

- a. **Modelo de Holt** corregido por tendencia. Este método es apropiado cuando se supone que la demanda tiene un nivel y una tendencia en el componente sistemático pero no estacionalidad, por lo que se tiene:

Componente sistemático de la demanda = nivel + tendencia

- b. **Modelo de Winter** corregido por tendencia y estacionalidad. Este método es apropiado cuando el componente sistemático de la demanda tiene un nivel, una tendencia y un factor estacional, por lo que se tiene:

Componente sistemático de la demanda = (nivel + tendencia) x factor estacional

Regresiones lineales

La relación se establece, generalmente, a partir de datos observados graficando los datos y determinar su linealidad o si al menos partes de los datos son lineales. La *regresión lineal* se refiere a la clase de regresión especial en la que la relación entre las variables forma una *recta* con la forma:

$$Y = a + b t$$

Donde:

Y Es el valor de la variable dependiente

a Es la secante en **y**,

b Es la pendiente la recta

t Periodo

La regresión lineal es útil para el pronóstico de largo plazo de sucesos importantes, así como la planificación agregada. Es muy útil su aplicación para pronosticar las demandas de productos. Si bien la demanda de productos individuales puede variar en gran medida durante un periodo, la demanda de toda la familia de productos es sorprendentemente suavizada.

La principal restricción al utilizar el **pronóstico de regresión lineal** es el supuesto que los datos pasados y las proyecciones a futuro caen sobre una recta, incluso en periodos considerados cortos. Por ejemplo, puede haber segmentos más cortos del periodo más largo que sean más o menos lineales. La regresión lineal se utiliza para pronósticos tanto de series de tiempo como de relaciones causales. Como análisis de serie temporal la variable dependiente (eje vertical en una gráfica) cambia como resultado del tiempo (trazado como el eje horizontal). Si una variable cambia debido al cambio en otra, se trata de una relación causal.

Problema 1

Una tienda departamental en su línea de productos, tuvo ventas como sigue.

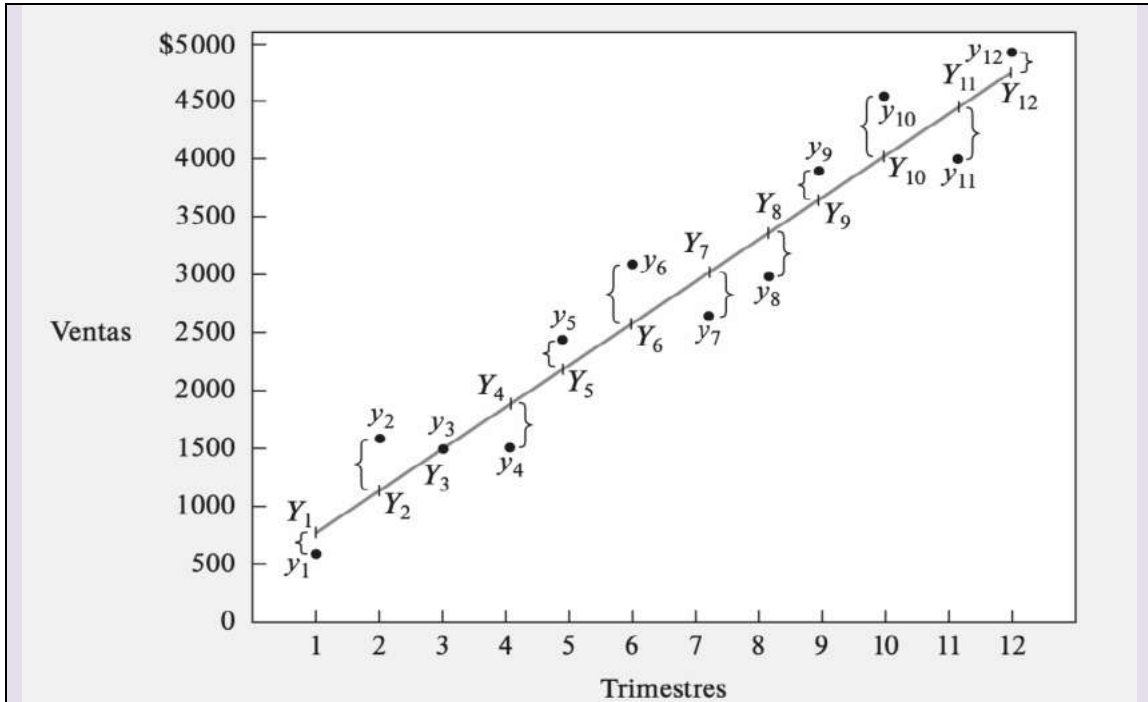
Trimestres	Ventas
1	600
2	1550
3	1500
4	1500
5	2400
6	3100
7	2600
8	2900
9	3800
10	4500
11	4000
12	4900

La empresa requiere pronosticar los periodos 13,14,15,16.

Solución

Utilizando la ecuación: $Y = a + bt$

El método de *mínimos cuadrados* trata de ajustar la recta a los datos que reducen al mínimo la suma de los cuadrados de la distancia vertical entre cada punto de datos y el punto correspondiente en la recta. Si se traza una recta a través del área general de los puntos, la diferencia entre el punto y la recta es $y - Y$. En la gráfica se muestran estas diferencias.



La suma de los cuadrados de las diferencias entre los puntos de datos trazados y los puntos de la recta es:

$$(y_1 - Y_1)^2 + (y_2 - Y_2)^2 + \dots + (y_{12} - Y_{12})^2$$

La mejor recta es la que reduce al mínimo este total.

$$b = \frac{\sum ty - n\bar{t} \cdot \bar{y}}{\sum t^2 - n\bar{t}^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{t}$$

Donde:

a = Secante Y
 b = Pendiente de la recta
 \bar{y} = Promedio de todas las y
 \bar{t} = Promedio de todas las t
 t = Valor t de cada punto de datos
 y = Valor y de cada punto de datos
 n = Número de punto de datos
 Y = Valor de la variable dependiente calculada con la ecuación de regresión.

De esta forma, podemos calcular las variables, obteniendo:

(1) <i>t</i>	(2) <i>y</i>	(3) <i>t</i> × <i>y</i>	(4) <i>t</i> ²	(5) <i>y</i> ²	(6) <i>y</i>
1	600	600	1	360000	801.3
2	1550	3100	4	2402500	1160.9
3	1500	4500	9	2250000	1520.5
4	1500	6000	16	2250000	1880.1
5	2400	12000	25	5760000	2239.7
6	3100	18600	36	9610000	2599.4
7	2600	18200	49	6760000	2959.0
8	2900	23200	64	8410000	3318.6
9	3800	34200	81	14440000	3678.2
10	4500	45000	100	20250000	4037.8
11	4000	44000	121	16000000	4397.4
12	4900	58800	144	24010000	4757.1
78	33350	268200	650	112502500	

$\bar{t} = 6.5$ $b = 359.6154$
 $\bar{y} = 2779.17$ $a = 441.6667$
 Por tanto, $Y = 441.67 + 359.6t$
 $S_{y_e} = 363.9$

Observe que la ecuación final para **Y** presenta una secante de **441.67** y una pendiente de **359.6**. La pendiente muestra que por cada cambio unitario en **t**, **Y** cambia 359.6. Observe que como solución alternativa, este problema también puede resolverse utilizando las funciones: INTERSECCION.EJE y PENDIENTE de **Excel**

Generador de fórmulas

Q Buscar

INTERSECCION.EJE

INTERVALO.CONFIANZA
 INTERVALO.CONFIANZA.NORM
 INTERVALO.CONFIANZA.T
 INV.BETA.N
 INV.BINOM
 INV.CHICUAD
 INV.CHICUAD.CD
 INV.F
 INV.F.CD
 INV.GAMMA
 INV.LOGNORM
 INV.NORM

Insertar función

fx INTERSECCION.EJE Q22

Sintaxis

INTERSECCION.EJE(conocido_y, conocido_x)

- Conocido_y: es el conjunto de observaciones o datos dependientes y puede ser: números, nombres, matrices o referencias que contengan números.
- Conocido_x: es el conjunto de observaciones o datos independientes formado por: números, nombres, matrices o referencias que contengan números.

[Más ayuda sobre esta función](#)

Generador de fórmulas

Q Buscar

PENDIENTE

PERCENTIL
 PERCENTIL.EXC
 PERCENTIL.INC
 PERMUTACIONES
 PERMUTACIONES.A
 PI
 POISSON
 POISSON.DIST
 POTENCIA
 PRECIO
 PRECIO.DESCUENTO
 PRECIO.PER.IRREGULAR.1

Insertar función

fx PENDIENTE

PENDIENTE(conocido_y, conocido_x)

- Conocido_y: es una matriz, o rango de celdas de puntos de datos numéricos dependientes, formada por: números, nombres, matrices o referencias que contengan números.
- Conocido_x: es el conjunto de datos independientes que puede estar compuesto por: números, nombres, matrices o referencias que contengan números.

[Más ayuda sobre esta función](#)

Así, se tienen los pronósticos de los periodos 13 a 16:

$$Y_{13} = 441.6 + 359.6(13) = 5,116.5$$

$$Y_{14} = 441.6 + 359.6(14) = 5,476.1$$

$$Y_{15} = 441.6 + 359.6(15) = 5,835.7$$

$$Y_{16} = 441.6 + 359.6(16) = 6,195.3$$

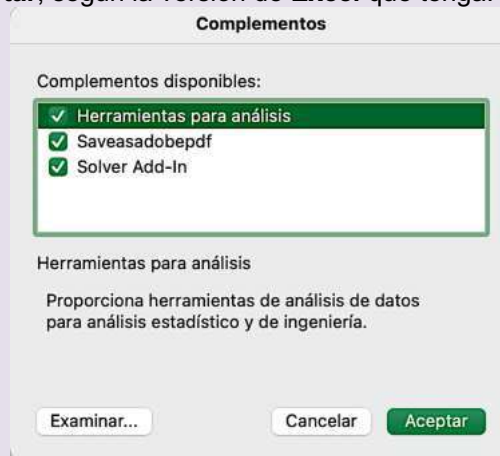
El error estándar del estimado, o la forma en que la recta se adapta a los datos, es:

$$S_{yt} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2}{n - 2}}$$

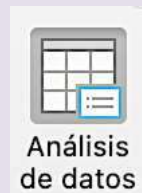
$$S_{yt} = \sqrt{\frac{(600 - 801.3)^2 + (1550 - 1160.9)^2 + (1500 - 1520.5)^2 + \dots + (4900 - 4757.1)^2}{10}}$$

$$= 363.9$$

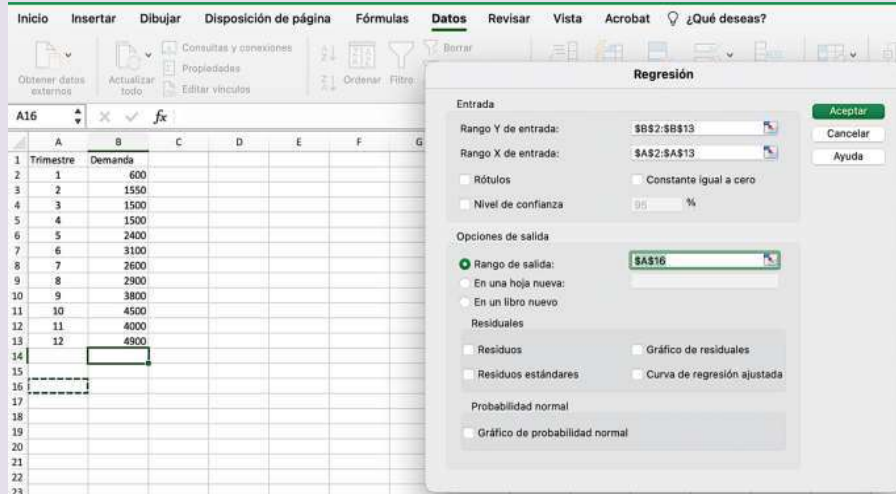
Además, **Excel** posee la herramienta de regresión diseñada para realizar estos cálculos, por lo que tendrá que habilitarla desde **Archivo->Opciones-> Complementos**, o **Herramientas de análisis->Complementos->Aceptar**, según la versión de **Excel** que tenga:



Así, aparecerá botón **Análisis de datos-> Regresión->Aceptar**



Y el cuadro de diálogo para marcar las áreas de **Rango Y de entrada**, **Rango X de entrada** y por último, el **Rango de salida**. Entonces es cuando debe incluir en la hoja de cálculo los resultados del análisis de regresión.



Existe cierta información proporcionada que va más allá de lo que se estudió, pero lo que se busca son los coeficientes Secante y Variable X, que corresponden a los valores de secante y pendiente en la ecuación lineal de las celdas: **A32** y **A33**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Trimestre	Demanda							
2	1	600							
3	2	1550							
4	3	1500							
5	4	1500							
6	5	2400							
7	6	3100							
8	7	2600							
9	8	2900							
10	9	3800							
11	10	4500							
12	11	4000							
13	12	4900							
14									
15									
16	Resumen								
17									
18	Estadísticas de la regresión								
19	Coefficiente c	0.96601558							
20	Coefficiente c	0.9331861							
21	R^2 ajustad	0.92650471							
22	Error típico	363.877797							
23	Observacion	12							
24									
25	ANÁLISIS DE VARIANZA								
26	<i>Grados de libertad de cuadrado de los cua</i>		<i>F</i>		<i>Valor crítico de F</i>				
27	Regresión	1	18493221.2	18493221.2	139.669458	3.372E-07			
28	Residuos	10	1324070.51	132407.051					
29	Total	11	19817291.7						
30									
31		<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>nferior 95.0%</i>	<i>uperior 95.0%</i>	
32	Intercepción	441.666667	223.951303	1.97215493	0.0768687	-57.327932	940.661266	-57.327932	940.661266
33	Variable X 1	359.615385	30.4289901	11.8181834	3.372E-07	291.81537	427.4154	291.81537	427.4154
34									

Análisis de regresión múltiple

En este método de pronóstico, se considera cierto número de variables, junto con los efectos de cada una en el rubro de interés. Es aconsejable su uso, cuando varios factores influyen en una variable de interés como sería el caso de las ventas. Recolectar los datos adicionales,

puede implicar dificultades, que se necesitan para producir el pronóstico particularmente, de los datos que vienen del exterior de la empresa, lo que permite el software estadístico aminorar dicha dificultad.

Un ejemplo es el área inmobiliario residencial, donde los efectos del número de matrimonios, construcción de viviendas, ingreso disponible y tendencias se expresa en una ecuación de regresión múltiple como:

$$S = A + B_m (M) + B_h (H) + B_i (I) + B_t (T)$$

Donde:

S= Ventas brutas anuales

A= Ventas de base, punto de partida a partir del que otros factores ejercen una influencia

M= Matrimonios en el año

H= Construcción de viviendas durante el año

I= Ingreso personal disponible anual

T= Tendencia temporal (primer año=1; segundo=2; tercero= 3)

B_m, B_h, B_i, B_t = Influencia en las ventas esperadas del número de matrimonios y construcción de viviendas, ingreso y tendencia.

Fuente: Jacobs y Chase (2019), con adaptación propia

Modelos de pronósticos de la demanda cuantitativos: Relaciones causales

Los métodos de pronóstico causales suponen que el pronóstico de la demanda está altamente correlacionado con ciertos factores en el ambiente (el estado de la economía, las tasas de interés, etcétera). Los métodos de pronóstico causales encuentran esta correlación entre la demanda y los factores ambientales y utilizan estimaciones de cuáles serán éstos para pronosticar la demanda futura. Por ejemplo, a fijación de precios de los productos está fuertemente relacionada con la demanda. Por tanto, las compañías pueden utilizar métodos causales para determinar el impacto de las promociones de precios en la demanda. Este método recurre a variables independientes distintas del tiempo para predecir la demanda.

Para que un pronóstico sea de valor, cualquier variable independiente debe ser un *indicador guía* en el que, como ejemplo, se espera que un periodo de lluvias más prolongado aumente la venta de paraguas y gabardinas. La lluvia provoca la venta de artículos personales para este clima por lo que se genera una relación

causal: un hecho causa otro, donde si conoce con anticipación un elemento de causa, se puede usar como base para el pronóstico. Ver **Tabla 6.5**.

Tabla 6.5. Modelos cuantitativos para pronóstico de la demanda: Relaciones causales

Relaciones Causales		
<p>Por lo general, <i>los indicadores guía</i> no son relaciones causales, sino que indican, de cierta forma indirecta, que pueden ocurrir otras cosas. Otras relaciones no causales tan solo parecen existir como coincidencia.</p>		
<p>Problema 1</p> <p>Una empresa especializada lleva registros anuales de sus ventas de alfombras (en metros cuadradas), además del número de licencias para casas nuevas en esta área.</p>		
Cantidad de casas nuevas		
Año	Licencias	Ventas (metros cuadrados)
1	18	13,000
2	15	12,000
3	12	11,000
4	10	10,000
5	20	14,000
6	28	16,000
7	35	19,000
8	30	17,000
9	20	13,000
<p>La gerencia cree que es posible pronosticar las ventas si coinciden los inicios de proyectos habitacionales del año. En primer lugar, se grafican los datos con :</p> <p>x= Número de licencias de construcción</p> <p>Y= Ventas de alfombras</p> <p>Dado que los puntos están sobre una recta, se usa la relación: $Y=a+bx$</p>		
<p>Solución</p> <p>Utilice las funciones INTERSECCIÓN y PENDIENTE de Excel</p>		

Los resultados nos llevan a concluir que la expresión de la recta es:

$$Y = 6,698.492 + 344.22 x$$

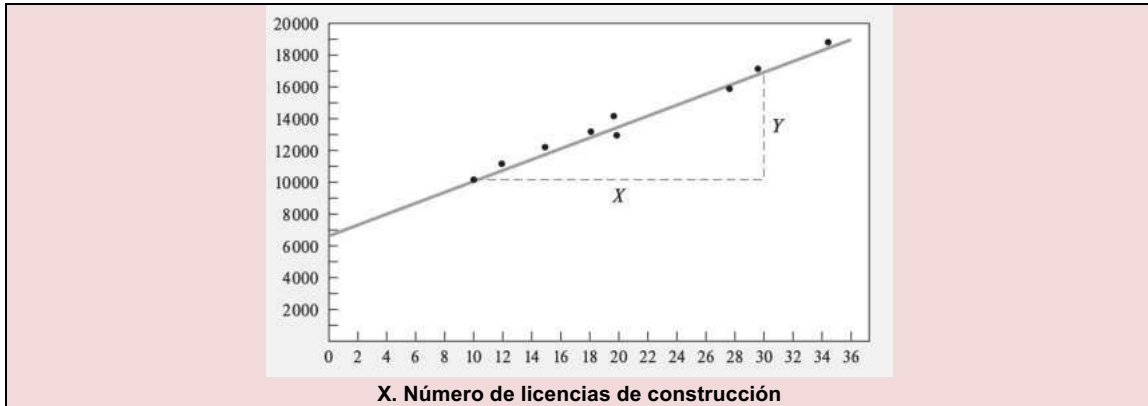
Ahora suponga que hay 25 licencias para construir casas el año próximo. Por tanto, el pronóstico de las ventas sería:

$$Y = 6,698.492 + 344.2211(25) = 15,304.02 \text{ metros cuadrados}$$

En este problema, la demora entre pedir la licencia en la oficina correspondiente y la llegada del nuevo dueño de la empresa a comprar alfombra es una relación causal viable para el pronóstico.

Relación causal: ventas vs. casas nuevas

Y. Ventas (metros cuadrados)



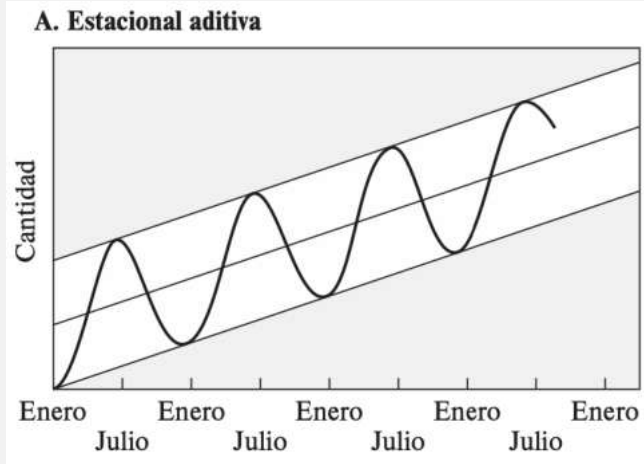
Fuente: Jacobs y Chase (2019), con adaptación propia

Procesos de descomposición de tendencia y estacionalidad

Básicamente, se realiza en las *series de tiempo* y con *regresión de mínimos cuadrados*. Ver **Tabla 6.6**.

Tabla 6.6. Descomposición de tendencia y estacionalidad

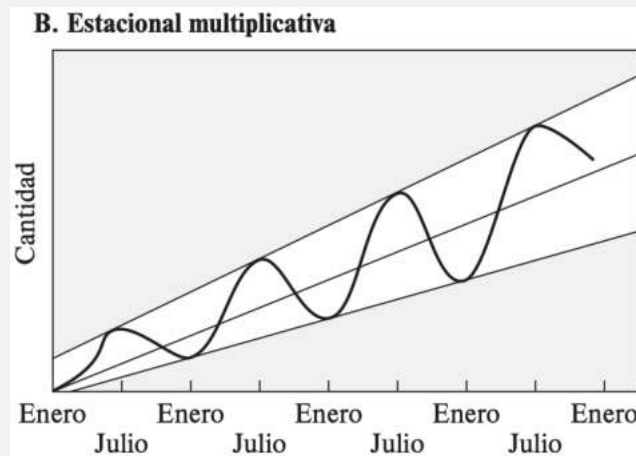
Descomposición de una serie de tiempo
<p>La descomposición de una serie de tiempo significa identificar y separar los datos de la serie de tiempo en estos componentes. Una <i>serie de tiempo</i> se define como datos ordenados en forma cronológica que pueden contener uno o más componentes de la demanda: <i>tendencia, estacional, cíclico, autocorrelación o aleatorio</i>. Es relativamente fácil, generalmente, identificar la <i>tendencia</i> (mediante un sencillo trazo es posible observar la dirección del movimiento) y el componente <i>estacional</i> (comparación del mismo periodo año tras año). Sin embargo, es mucho <i>más difícil identificar los componentes de los ciclos</i> (pueden durar varios meses o años), <i>la autocorrelación y los componentes aleatorios</i> ya que frecuentemente el pronóstico considera aleatorio cualquier elemento que sobre y que no sea posible identificar como otro componente). De esta forma, cuando la demanda contiene <i>efectos estacionales y de tendencia al mismo tiempo</i>, la pregunta es cómo se relacionan entre sí. Existen, de esta forma, dos tipos de variación estacional:</p> <p>a. La <i>variación estacional aditiva</i> simplemente supone que la cantidad estacional es una constante sin importar la tendencia ni la cantidad promedio, siendo expresada como:</p> <p style="text-align: center;">Pronóstico que incluye tendencia y estacional = Tendencia + Estacional</p> <p>Una gráfica de variación estacional aditiva sobrepuesta a tendencia cambiante muestra un ejemplo de una tendencia en aumento con cantidades estacionales constantes.</p>



- b. La *variación estacional multiplicativa*, donde la tendencia se multiplica por los factores estacionales, siendo expresada como:

$$\text{Pronóstico que incluye tendencia y estacional} = \text{Tendencia} \times \text{Factor estacional}$$

Una gráfica de variación estacional multiplicativa sobrepuesta a tendencia cambiante, muestra la variación estacional en aumento conforme se incrementa la tendencia porque su tamaño depende de esta última.



Se destaca que la variación estacional multiplicativa es la experiencia común, estableciendo que *mientras más elevada sea la cantidad básica pronosticada, más alta será la variación que cabe esperar a su alrededor*. Un *factor estacional* es la cantidad de corrección necesaria en una serie temporal para ajustarse a la estación del año. Por lo general, se relaciona *estacional* con un periodo del año caracterizado por alguna actividad en particular. Con la palabra *cíclico* se indica que no se trata de los periodos anuales recurrentes de actividad repetitiva.

Problema 1

Una empresa vendió un promedio de 1000 unidades al año de una línea de productos en particular. En promedio se vendieron 200 unidades en primavera, 350 en verano, 300 en otoño

y 150 en invierno. El factor (o índice) estacional es la razón de la cantidad vendida durante cada estación dividida entre el promedio de todas las estaciones.

Solución

La cantidad anual dividida equitativamente entre las 4 temporadas (*proporción simple*), es $1,000/4 = 250$. Una propuesta de los factores estacionales, es:

Estación	Ventas pasadas	Promedio de ventas por cada temporada (1,000/4)	Factor estacional
Primavera	200	250	$200/250 = 0.8$
Verano	350	250	$350/250 = 1.4$
Otoño	300	250	$300/250 = 1.2$
Invierno	150	250	$150/250 = 0.6$
Total	1,000		

De esperarse que la demanda para el próximo año sea de 1,100 unidades, con estos factores, se pronosticaría que ocurra así:

Estación	Ventas pasadas	Promedio de ventas por cada temporada (1,100/4)	Factor estacional	Pronóstico estacional próximo año
Primavera		275	$\times 200/250 = 0.8$	220
Verano		275	$\times 350/250 = 1.4$	385
Otoño		275	$\times 300/250 = 1.2$	330
Invierno		275	$\times 150/250 = 0.6$	165
Total	1,100			

Cuando se disponga de nuevos datos, el factor estacional se puede actualizar de manera periódica.

Descomposición con regresión por mínimos cuadrados

Este procedimiento difiere del anterior y, en algunos casos, podría dar mejores resultados. El método descrito en el ejemplo anterior comenzó con el establecimiento de una regresión lineal y, dada la recta, se calcularon los índices estacionales. Con este método, primero se calculan los índices estacionales; posteriormente se usan los datos a los que se han descontado las variaciones de temporada y se calcula una línea de tendencia usando la regresión lineal. Así:

- a. Descomponga las series de tiempo en sus componentes
 - a. Encuentre el componente estacional
 - b. Descuente las variaciones de temporada de la demanda
 - c. Encuentre el componente de la tendencia
- b. Pronosticar valores futuros de cada componente.
 - a. Pronostique el componente de la tendencia en el futuro
 - b. Multiplique el componente de la tendencia por el componente estacional

Se muestra la descomposición de una serie de tiempo con el uso de una regresión de mínimos cuadrados y los mismos datos básicos que usamos en el primer ejemplo de regresión. Cada dato corresponde al uso de un solo trimestre del periodo de tres años (12 trimestres). El objetivo es pronosticar la demanda de los cuatro trimestres del cuarto año. Ver **Tabla a**.

Tabla a. Datos de problema

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Periodo (t)	Trimestre	Demanda real (y)	Promedio de los trimestres de cada año	Factor estacional	Demanda no estacional (y _d) Col. (3)/Col. (5)	t ² Col. (1) ²	T x (y _d) Col.(1) x Col.(6)
1	I	600	(600+2,400+3,800)/3= 2,266.7	0.82	735.7	1	735.7
2	II	1,550	(1,550+3,100+4,500)/3 = 3,050	1.1	1,412.4	4	2,824.7
3	III	1,500	(1,500+2,600+4,000)/3 = 2,700	0.97	1,544.0	9	4,631.9
4	IV	1,500	(1,500+2,900+4,900)/3 = 3,100	1.12	1,344.8	16	5,379.0
5	I	2,400		0.82	2,942.6	25	14,713.2
6	II	3,100		1.1	2,824.7	36	16,948.4
7	III	2,600		0.97	2,676.2	49	18,733.6
8	IV	2,900		1.12	2,599.9	64	20,798.9
9	I	3,800		0.82	4,659.2	81	41,932.7
10	II	4,500		1.1	4,100.4	100	41,004.1
11	III	4,000		0.97	4,117.3	121	45,290.1
12	IV	4,900		1.12	4,392.9	144	52,714.5
78		33,350 *		12.03	33,350.1 *	650	265,706.9

$$\bar{t} = \frac{78}{12} = 6.5 \quad b = \frac{\sum ty_d - n\bar{t}\bar{y}_d}{\sum t^2 - n\bar{t}^2} = \frac{265706.9 - 12(6.5)2779.2}{650 - 12(6.5)^2} = 342.2$$

$$\bar{y}_d = 33350/12 = 2779.2 \quad a = \bar{y}_d - b\bar{t} = 2779.2 - 342.2(6.5) = 554.9$$

Por tanto, $Y = a + bt = 554.9 + 342.2t$

- Los totales de las columnas 3 y 6 deben ser iguales a 33,350. Las diferencias se deben al redondeo. La columna 5 se redondeó a dos lugares decimales.

Paso 1. Determinar el factor (o índice) estacional. En la tabla se presenta un resumen de los cálculos necesarios. En la columna 4 se desarrolla un promedio para los mismos trimestres del periodo de tres años. Por ejemplo, se sumaron los primeros trimestres de los tres años y después se dividieron entre 3. Luego se deriva un factor estacional al dividir ese promedio entre el promedio general de los 12 trimestres (33,350/12, o 2,779). De esta forma, el factor estacional del primer trimestre es (2,266.7/2,779)= 0.82. El resultado se introduce en la columna 5. Observe que los factores estacionales son idénticos en los trimestres semejantes en cada año.

Paso 2. Descontar las variaciones de temporada de los datos originales. Para eliminar el efecto estacional de los datos se dividen los datos originales entre el factor estacional. Este paso se llama descuento de las variaciones de temporada de la demanda y se presentan en la columna 6 de la **Tabla a**

Paso 3. Trazar una recta de regresión por mínimos cuadrados para los datos con descuento de variaciones de temporada. El objetivo es elaborar una ecuación para la recta de la tendencia Y , que después se modifica con el factor estacional. El procedimiento es el mismo de antes:

$$Y = a + bt$$

Donde:

y_d = Demanda con descuento de las variaciones de temporada

t = Trimestre

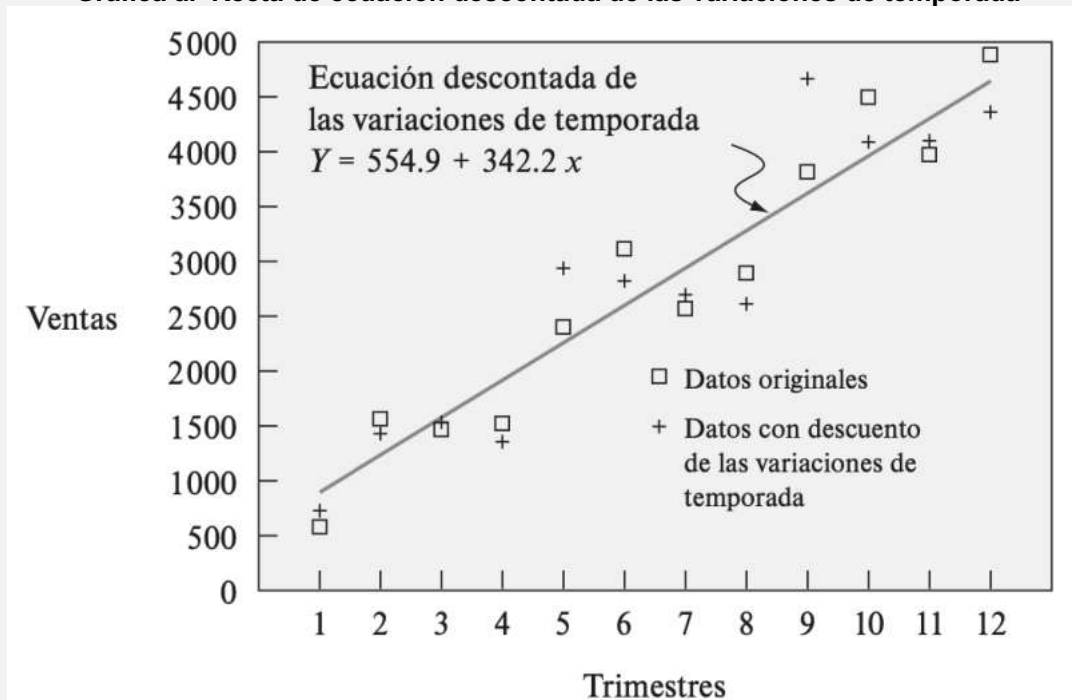
Y = Demanda calculada con la ecuación de regresión

a = Secante de Y

b = Pendiente de la recta

En la sección inferior de la **Tabla a** se presentan los cálculos de mínimos cuadrados con las columnas 1, 7 y 8. La ecuación final de descuento de las variaciones de temporada de los datos es $Y = 554.9 + 342.2t$. Ver **Gráfica a**

Gráfica a. Recta de ecuación descontada de las variaciones de temporada



Paso 4. Proyectar la recta de la regresión a través del periodo por pronosticar. El propósito es pronosticar los periodos 13 a 16. Lo primero es resolver la ecuación para Y en cada periodo (que se muestra en el paso 5, columna 3).

Paso 5. Crear el pronóstico final mediante el ajuste de la recta de la regresión según el factor estacional. Cabe recordar que se descontaron las variaciones de temporada de la ecuación Y . Ahora se invierte el procedimiento al multiplicar los datos trimestrales derivados mediante el factor estacional de ese trimestre, completando el pronóstico. Ver **Tabla b**.

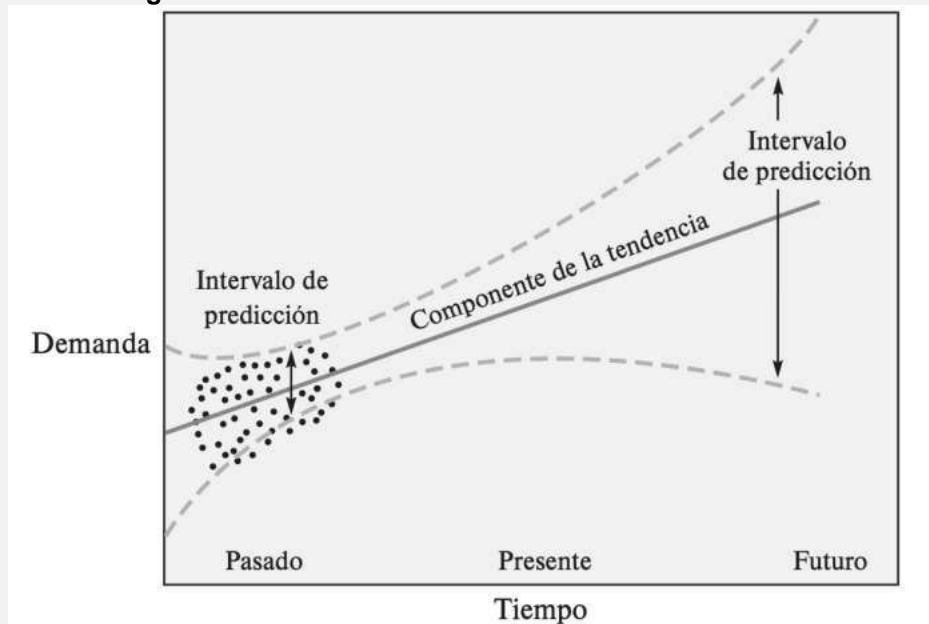
Tabla b. Pronóstico resultante

Periodo	Trimestre	Y de la recta de regresión	Factor estacional	Pronóstico (Y x Factor estacional)
13	1	5,003.4	0.82	4,102.87
14	2	5,345.7	1.1	5,880.27
15	3	5,687.9	0.97	5,517.26
16	4	6,030.1	1.12	6,753.71

Cuando se ajusta una recta mediante puntos de datos y después se pronostica con ella, los errores se generan desde dos fuentes:

- Existen los errores usuales semejantes a la desviación estándar de toda serie de datos.
- Se generan errores porque la recta es incorrecta. Ver **Gráfico b**

Gráfico b. Rango de error



solo se demostrará brevemente la causa de que se amplíe el rango, más que desarrollar aquí las estadísticas. Primero, se visualiza una recta trazada con cierto error de modo que su inclinación ascendente sea muy pronunciada. Después se calculan los errores estándar para esta recta. Ahora hay que visualizar otra recta cuya inclinación descendente sea muy pronunciada. También tiene un error estándar. El rango de error total, para este análisis, consiste en errores que resultan de ambas rectas así como de otras rectas posibles. Se incluye esta ilustración para demostrar cómo se amplía el rango de error conforme avanza

Fuente: Jacobs y Chase (2019) y Chopra (2020) con adaptación propia

Pronóstico y errores

El término *error de pronóstico* se refiere a la diferencia entre el valor de pronóstico y lo que ocurrió en realidad. En estadística, estos errores se conocen como *residuales*. Como *medición del error*, el valor del pronóstico, siempre y cuando se encuentre dentro de los límites de confianza, no es una verdad porque en realidad es lo que esperábamos. Pero el uso común se refiere a la diferencia como un error. Varios factores demasiado complejos intervienen en la demanda de un producto por lo que no es posible describirlos con precisión en un modelo.

Por tanto, todas las proyecciones contienen algún error. Al analizar los errores de pronóstico es conveniente distinguir entre las fuentes de error y la medición de errores. Ver **Tabla 6.7**

Tabla 6.7. Los errores en el pronóstico de demanda

Fuentes de error
<p>Los errores provienen de diversas fuentes. Una fuente común de la que no están conscientes muchos encargados de elaborar pronósticos es la proyección de tendencias pasadas al futuro. Por ejemplo, al hablar de errores estadísticos en el análisis de regresión, se hace referencia a las desviaciones de las observaciones de la recta de la regresión. Es común relacionar una banda de confianza (es decir, límites de control estadístico) con la recta de la regresión para reducir el error inexplicable. Pero cuando se utiliza esta recta de la regresión como dispositivo de pronóstico, es probable que el error no se defina de manera correcta mediante la banda de confianza proyectada. Esto se debe a que el intervalo de confianza se basa en los datos pasados; quizá no tomen en cuenta los puntos de datos proyectados y, por tanto, no se puede utilizar con la misma confianza. De hecho, la experiencia demuestra que los errores reales suelen ser mayores que los proyectados a partir de modelos de pronóstico. Los errores se pueden clasificar como sesgos o aleatorios. Los <i>errores de sesgo</i> ocurren cuando se comete un error de manera consistente. Las fuentes de sesgo incluyen la falla al no incluir las variables correctas, usar relaciones incorrectas entre variables, emplear la línea de tendencia incorrecta, un cambio erróneo en la demanda de temporada de la que normalmente ocurre y la existencia de algunas tendencias seculares no detectadas. Los <i>errores aleatorios</i> se pueden definir como aquellos que no pueden ser explicados por el modelo de pronóstico utilizado.</p>
Medición de errores
<p>Existen varios términos comunes para describir el grado de error, basados en el <i>error estándar</i> que se estudia en la sección sobre regresión lineal, por lo que:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Como el <i>error estándar</i> es la raíz cuadrada de una función, a menudo es más conveniente utilizar la función misma. Esto se conoce como <i>error cuadrado medio</i> o <i>varianza</i>. Además, con las <i>señales de rastreo</i> se puede indicar cualquier sesgo positivo o negativo en el pronóstico. b. La desviación media absoluta (DMA) era muy frecuente en el pasado, pero después se sustituyó con la <i>desviación estándar</i> y las medidas de <i>error estándar</i>. DMA ha regresado recientemente por su sencillez y utilidad al obtener <i>señales de seguimiento</i> o <i>rastreo</i>. La

DMA es el error promedio en los pronósticos mediante valores absolutos. Es valiosa porque, al igual que la desviación estándar, mide la dispersión de un valor observado en relación con un valor esperado. La **DMA** se calcula con las diferencias entre la demanda real y la demanda pronosticada sin importar el signo. Es igual a la suma de las desviaciones absolutas dividida entre el número de puntos de datos o, en forma de ecuación,

- c. Cuando los errores que ocurren en el pronóstico tienen una distribución normal (el caso más común), la *desviación absoluta media* se relaciona con la *desviación estándar* como:

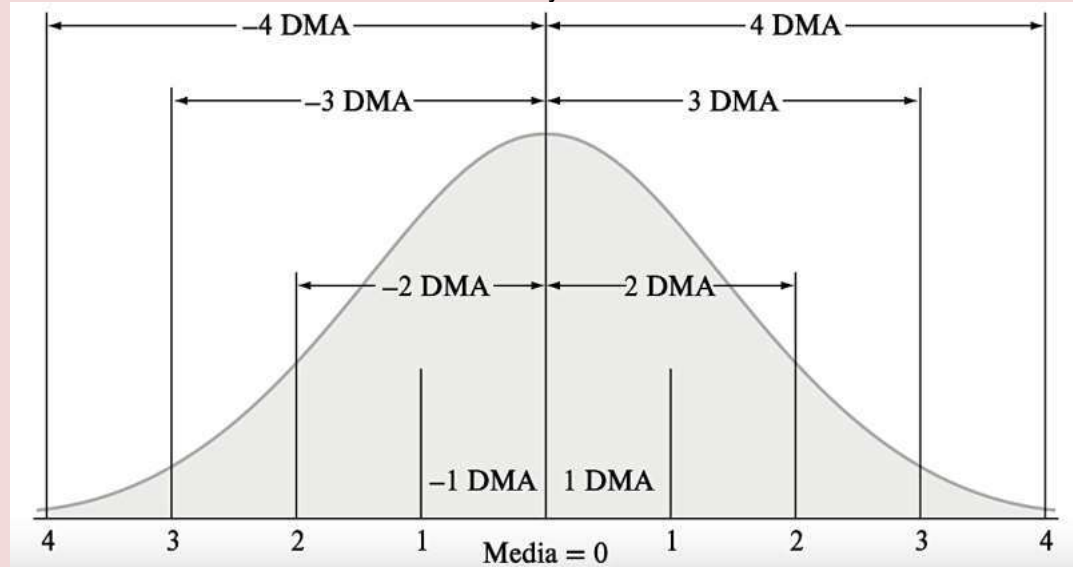
$$1 \text{ desviación estándar} = \sqrt{\pi}/2 \text{ DMA, o aprox. } 1.25 \text{ DMA}$$

Por el contrario,

$$1 \text{ DMA} = 0.8 \text{ desviaciones estándar aproximadamente}$$

La desviación estándar es la medida más grande. Si la **DMA** de un conjunto de puntos es 60 unidades, entonces la desviación estándar es de 75 unidades. En la manera estadística normal, si los límites de control se establecen en **más o menos 3 desviaciones estándar** (o $\pm 3.75 \text{ DMA}$), entonces **99.7%** de los puntos caerían dentro de estos límites, como se aprecia en la **Gráfica a**.

Gráfica a. Distribución normal con **media = 0** y **DMA = 1**



- d. Una medida adicional de error con frecuencia útil es el **error porcentual medio absoluto (EPMA)**. Esta medida determina el error respecto del promedio de demanda. Por ejemplo, si el error es de 10 unidades y el promedio de demanda es de **20** unidades, el error es **50 %** ($10/20=0.5$). En el caso de una demanda promedio de **1,000** unidades, el **EPMA** sería únicamente del **1%** ($10/1,000=0.01$). El **EPMA** es el promedio del porcentaje de error se calcula, así:

$$EPMA = (100/n) \sum_{t=1}^n [(|A_t - F_t| / A_t)]$$

Es una estimación de cuánto error se espera con un pronóstico, por lo que es una medida útil. El valor real del **EPMA** radica en que le permite comparar pronósticos entre productos que tienen demandas promedio diferentes. De usar el **DMA**, el producto con mayor demanda tendría el mayor **DMA** aun cuando se haya pronosticado mejor.

Una **señal de rastreo** es una medida que indica si el pronóstico se mantiene ante cualquier cambio ascendente o descendente de la demanda. Cuando un pronóstico es recurrentemente bajo o alto, se le conoce como pronóstico **sesgado**. En la **Gráfica a** se

muestra una distribución normal con una **media de 0** y una **DMA** igual a **1**. Por tanto, si se calcula la señal de rastreo y se encuentra que es igual a menos **2**, se ve que el modelo de pronóstico ofrece pronósticos por encima de la media de los hechos reales.

Una señal de rastreo (**SR**) se calcula con la suma aritmética de las desviaciones pronosticadas dividida entre la desviación media absoluta:

$$SR = SCEP / DMA$$

Donde:

SCEP= Suma corriente de los errores pronosticados considerando la naturaleza del error (por ejemplo, los errores negativos cancelan los errores positivos y viceversa).

DMA = Promedio de todos los errores pronosticados (sin importar si las desviaciones son positivas o negativas). Es el promedio de las desviaciones absolutas. Ver **Tabla a**, donde

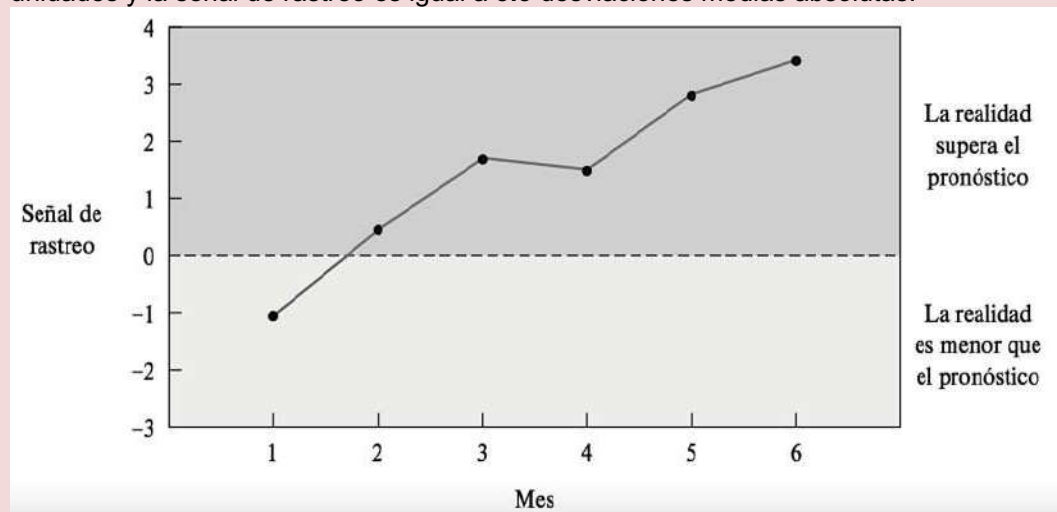
Tabla a. Cálculo de la desviación media absoluta (DMA), la suma corriente de los errores en el pronóstico (SCEP) y la señal de rastreo (SR) a partir del pronóstico y los datos reales

Mes	Pronóstico de la demanda	Real	Desviación	SCEP	Desv. abs.	Suma de desv. abs.	DMA (% error)*	SR = $\frac{SCEP^\dagger}{DMA}$
1	1000	950	-50	-50	50	50	50 (5.26%)	-1
2	1000	1070	+70	+20	70	120	60 (5.61%)	0.33
3	1000	1100	+100	+120	100	220	73.3 (6.67%)	1.64
4	1000	960	-40	80	40	260	65 (6.77%)	1.2
5	1000	1090	+90	+170	90	350	70 (6.42%)	2.4
6	1000	1050	+50	+220	50	400	66.7 (6.35%)	3.3

* Para el mes 6, $DMA = 400 \div 6 = 66.7$. $EPMA = (5.26+5.61+6.67+6.77+6.42+6.35)/6 = 6.18\%$

† Para el mes 6, $SR = \frac{SCEP}{DMA} = \frac{220}{66.7} = 3.3$ DMA.

Se muestra el procedimiento para calcular la **DMA** y la *señal de rastreo* para un periodo de seis meses donde el pronóstico se estableció en una constante de **1,000** y se muestran las demandas totales que ocurrieron. En este ejemplo, el pronóstico en promedio se aleja **66.7** unidades y la señal de rastreo es igual a **3.3** desviaciones medias absolutas.



Se obtiene una mejor idea de lo que significan la **DMA** y la señal de rastreo al trazar los puntos en una gráfica. Aunque esto no es del todo legítimo desde el punto de vista del tamaño de la muestra, se traza cada mes en la **Tabla a.** para mostrar el cambio de la *señal de rastreo*. Observe que cambió de menos **1 DMA** a más **3.3 DMA**. Esto sucedió porque la demanda real fue mayor que el pronóstico en cuatro de los seis periodos. Si la demanda real no cayera por debajo del pronóstico para compensar la **SCEP** positiva continua, la señal de seguimiento se mantendría en aumento y se llegaría a la conclusión de que suponer una demanda de **1, 000** constituye un mal pronóstico

Fuente: Jacobs y Chase (2019) y Chopra (2020) con adaptación propia

CAPÍTULO 7. FIJACIÓN DE PRECIOS DE LA CADENA DE SUMINISTRO



Se debe tomar en cuenta que la mayoría de los activos de la cadena de suministro son fijos con demanda fluctuante, por lo que siempre es un desafío constante el como igualar la oferta y la demanda. A este respecto, los gerentes pueden utilizar la *fijación de precios* como una palanca que iguale mejor la oferta con la demanda, aumentando los ingresos producto de los activos de la cadena de suministro.

Las promociones de precios en el corto plazo, por ejemplo, son una herramienta eficaz que satisface con mayor rentabilidad la demanda estacional, sin embargo, el uso de la *fijación de precios* para incremento de las las utilidades

de la cadena de suministro basado en la mejor igualación de la oferta contra la demanda, es más recomendable cuando (Chopra, 2020):

1. Hay gran variedad de categorías de clientes dispuestos a pagar diferentes precios por un activo. De hecho, la *administración de los ingresos* es el uso de la *fijación de precios* para incrementar la utilidad generada por la disponibilidad limitada de activos de la cadena de suministro. Los activos de la cadena de suministro existen en dos formas:
 - a. Los *activos de capacidad* de la cadena de suministro existen para producción, transporte y almacenamiento.
 - b. Los *activos de inventario* que existen en toda la cadena de suministro y se mantienen para mejorar la disponibilidad del producto.
2. Al haber diversas categorías de clientes, la *administración de los ingresos* se orienta a aumentar las utilidades basados en *la venta del activo correcto al cliente correcto al precio correcto*.
3. Además de variar la capacidad y el inventario, la *administración de los ingresos* sugiere variar el precio para incrementar las utilidades al igualar mejor la oferta y la demanda.
4. Tomando en cuenta las estrategias de *administración de los ingresos* basadas en precios diferenciales para maximizar los ingresos estos se pueden orientar a segmentos de clientes, tiempo de uso, o disponibilidad del producto o capacidad (o de manera simultánea) para incrementar las utilidades de la cadena de suministro con efectos muy significativos en cuatro condiciones:
 - a. El valor del producto varía en diferentes segmentos del mercado.
 - b. El producto es altamente perecedero o hay desperdicio del producto.
 - c. La demanda tiene picosestacionales y de otro tipo.
 - d. El producto se vende tanto por volumen como en el mercado al contado.

Para todos los propietarios de activos en una cadena de suministro la *administración de los ingresos* es una potente herramienta. Por ejemplo, los

propietarios de cualquier forma de *capacidad* (producción, transporte o almacenamiento) usan *la administración de los ingresos* si hay segmentos que están dispuestos a pagar precios diferentes por diferentes tiempos de espera para usar la capacidad o si hay demanda estacional siendo eficaz si está dispuesto a pagar un alto precio por este privilegio un segmento y si desea utilizar la capacidad en el último momento y otro segmento está dispuesto a comprometerse con anticipación y desea un precio bajo. La *administración de los ingresos* es esencial principalmente para los propietarios de productos perecederos, la industria de los viajes y hospitalidad, aerolíneas, agencias de renta de automóviles, hoteles.

Fijación de precios y administración de los ingresos en múltiples segmentos de clientes

Se parte como idea base, que cualquier empresa establezca sus criterios para identificar los diferentes segmentos de clientes. Por ejemplo:

- a. Una aerolínea que requiere estancia durante el sábado en la noche.
- b. Una empresa de transporte de carga que categoriza a los clientes basado en la anticipación con que están se comprometen a realizar un envío.
- c. Una empresa de entretenimiento de cine que categoriza a sus clientes frecuentes de los ocasionales y los VIP

Una vez realizado lo anterior, la empresa desea ahora sí, identificar el precio apropiado para cada segmento. Un ejemplo permitirá mejor su percepción, primero de planteamiento matemático y posteriormente de un caso práctico, de acuerdo a Chopra (2020).

Problema 1 (planteamiento matemático)

Por ejemplo, un proveedor ha identificado los diferentes tipos que tiene y basados en una curva de la demanda del segmento i lineales (sólo para simplificar el análisis), se propone:

$$d_i = A_i - B_i p_i$$

Donde:

k = Segmentos distintos de clientes que pueden separarse

d_i = Demanda resultante del segmento i

c = Costo de producción por unidad del proveedor

p_i = Precio a decidir que cobrará a cada segmento

El objetivo del proveedor es establecer los precios para maximizar sus utilidades, con:

$$\text{Max } \sum_{i=1}^k (p_i - c) (A_i - B_i p_i)$$

Solución

El problema separa por segmentos y para el segmento i , sin una restricción de la capacidad, el proveedor intenta maximizar como sigue:

$$(p_i - c) (A_i - B_i p_i)$$

El precio óptimo para cada segmento i está dado por:

$$p_i = (A_i / 2B_i) + c/2$$

Si la capacidad disponible está restringida por Q , los precios óptimos se obtienen resolviendo:

$$\text{Max } \sum_{i=1}^k (p_i - c) (A_i - B_i p_i)$$

Con las restricciones:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^k (A_i - B_i p_i) &\leq Q \\ (A_i - B_i p_i) &\geq 0 \text{ para } i = 1, 2, 3, \dots, k \end{aligned}$$

Problema 2 (caso práctico)

Una empresa manufacturera ha identificado dos segmentos de clientes por contrato para su capacidad de producción, con las siguientes características:

1. Uno desea colocar un pedido con más de una semana de anticipación
2. El otro está dispuesto a pagar un precio más alto en tanto pueda dar aviso a producción con menos de una semana de anticipación.
3. Los clientes que no están dispuestos a comprometerse con anticipación son menos sensibles al precio y tienen una curva de demanda de $d_1 = 5,000 - 20p_i$.
4. Los clientes que están dispuestos a comprometerse con anticipación son más sensibles al precio y tienen una curva de demanda de $d_2 = 5,000 - 40p_i$.
5. El costo de producción es $c = 10$ USD por unidad.

Preguntas

- ¿Qué precio debe cobrar el fabricante a cada segmento si su objetivo es maximizar las utilidades?
- Si el fabricante por contrato cobrara un solo precio a ambos segmentos, ¿cuál debiera ser? ¿Qué tanto aumento en las utilidades produce la fijación de precios diferenciales?
- Si la capacidad de producción total está limitada a **4,000 unidades**, ¿cuánto debe cobrar el fabricante a cada segmento?

Supuestos

1. Nadie del segmento de precios altos decide cambiarse al segmento de precios bajos después de que se anuncian los precios. En otras palabras, un atributo como el tiempo de espera utilizado para separar los segmentos funcionaría perfectamente. Nota: En la práctica el caso es improbable.

2. Una vez que se deciden los precios, la demanda de los clientes es predecible. En la práctica, la incertidumbre siempre estará asociada con la demanda.

Solución

Sin restricciones de capacidad, los precios diferenciales que se cobrarán a cada segmento están dados por la ecuación:

$$p_i = (A_i / 2B_i) + c/2$$

Así:

$$p_1 = (5,000 / 2 \times 20) + 10/2 = 130 \text{ USD, y}$$

$$p_2 = (5,000 / 2 \times 40) + 10/2 = 67.5 \text{ USD}$$

La demanda de los dos segmentos está dada por:

$$\text{Utilidad total} = 130 \times 2,400 + 67.5 \times 2,300 - 10 \times 4,700 = 420,250 \text{ USD}$$

Si el fabricante por contrato cobra el mismo precio p a ambos segmentos, está intentando maximizar:

$$(p-10)(5,000-20p) + (p-10)(5,000-40p) = (p-10)(10,000-60p)$$

El precio óptimo en este caso está dado por:

$$p = (10,000 / 2 \times 60) + (10/2) = 88.3 \text{ USD}$$

La demanda de los dos segmentos está dada por

$$d_1 = 5,000 - 20 \times 88.33 = 3,233.40 \text{ y } d_2 = 5,000 - 40 \times 88.33 = 1,466.80$$

La utilidad total es:

$$\text{Utilidad total} = (88.33 - 10) \times (3,233.40 + 1,466.80) = 368,166.67 \text{ USD}$$

Por tanto, la fijación de *precios diferenciales* aumenta las utilidades en más de **50,000 USD** en relación con el ofrecimiento de un *precio fijo*.

Problema 2 (caso práctico)

Ahora consideremos el caso en el que la capacidad total de producción está limitada a 4,000 unidades. El *precio diferencial óptimo* produce una demanda que rebasa la capacidad total de producción. Por tanto, recurrimos a la formulación de la ecuación:

$$\text{Max } \sum_{i=1}^k (p_i - c) (A_i - B_i p_i)$$

Solución

Se tiene:

$$\text{Max } (p_1 - 10)(5,000 - 20p_1) + (p_2 - 10)(5,000 - 40p_2)$$

Restringido a:

$$(5,000 - 20p_1) + (5,000 - 40p_2) \leq 4,000$$

$$(5,000 - 20p_1), (5,000 - 40p_2) \geq 0$$

Los resultados de la optimización restringida se muestran a continuación en la **Figura 7.1**

Figura 7.1. Configuración del problema en Excel

	A	B	C	D
3	Capacidad de producción	4000		
4	Segmento	Precio	Demanda	Utilidad
5	1	\$ 141.7	2166.67	\$ 285,277.8
6	2	\$ 79.2	1833.33	\$ 126,805.6
7	Total		4000	\$ 412,083.3

Celda	Fórmula de celda	Copiada a
C5	= 5000 - 20*B5	
C6	= 5000 - 40*B6	
D5	= (B5 - 10)*C5	D6
C7	= sum(C5:C6)	
D7	= sum(D5:D6)	

La capacidad limitada hace que el fabricante cobre un precio más alto a cada uno de los dos segmentos en relación a cuando no hay límite en la capacidad.

Asignación de la capacidad a múltiples segmentos en condiciones de incertidumbre

La demanda del segmento que paga el precio más bajo surge antes que la demanda del segmento que paga el precio más alto, en la mayoría de los casos de fijación de precios diferenciales. Un proveedor tiene la capacidad de cobrar un precio bajo a un comprador que está dispuesto a comprometerse con mucha anticipación, y un precio alto a los compradores que desean colocar sus pedidos en el último momento. Un proveedor debe limitar la cantidad de capacidad comprometida con los compradores de bajo precio aun cuando haya una demanda suficiente del segmento de precio bajo para utilizar toda la capacidad disponible, a fin de aprovechar la ventaja de la *administración de los ingresos*. Por lo que cabe la pregunta de ¿cuánta capacidad conservar para el segmento de precio alto? Si la demanda fuera predecible, entonces, la respuesta sería simple. Sin embargo, en la práctica, *la demanda es incierta* y las empresas deben tomar esta decisión teniendo en cuenta la incertidumbre. Comprometerse con un pedido de un comprador de precio bajo o esperar a que más tarde llegue un comprador de precio alto es la concesión básica que el proveedor con capacidad de producción debe considerar. Los *dos riesgos* potenciales a presentarse, son:

1. El **desperdicio**, que ocurre cuando la capacidad reservada para los compradores de alto precio se desperdicia porque la demanda de este segmento no se concreta.
2. El **desborde**, que ocurre si es necesario rechazar a los compradores de precio alto porque la capacidad ya se comprometió con los compradores de precio bajo.

El proveedor debe decidir sobre la capacidad a comprometer con los compradores de precio alto para *minimizar* el costo esperado del desperdicio y del desborde. Para un comprador de precio bajo, el pedido actual de un debe compararse con el ingreso esperado derivado de la espera de un comprador de alto precio. Si el ingreso esperado del comprador de precio alto es menor que el ingreso actual del comprador de precio bajo el pedido del comprador de precio bajo debe aceptarse

Un ejemplo, como el caso anterior, permitirá mejor su percepción, primero de planetamiento matemático y posteriormente de un caso práctico, de acuerdo a Chopra (2020).

Problema 1 (planteamiento matemático)

Se desarrollan fórmulas para usarse cuando el proveedor trabaja con dos segmentos de clientes. Sean:

p_L = Precio cobrado al segmento de precio bajo

p_H = Precio cobrado al segmento de precio alto.

D_H = Media de la demanda anticipada del segmento de precio alto normalmente distribuida

σ_H = Desviación estandar de D_H

C_H = Capacidad para el segmento de alto precio

Solución

Si reservamos una capacidad C_H para el segmento de alto precio, el ingreso marginal esperado por reservar más capacidad está dado por:

$$R_H(C_H) = \text{Prob}(\text{demanda del segmento de precio alto} > C_H) \times p_H$$

La cantidad reservada para el segmento de precio alto debe elegirse de manera que el ingreso marginal esperado del segmento de precio alto sea igual

al ingreso marginal actual del segmento de precio bajo, o sea $R_H(C_H) = p_L$. Esto es que C_H debe ser tal que:

$$\text{Prob (demanda del segmento de precio alto} > C_H) = p_L/p_H$$

Si la demanda del segmento de precio alto está normalmente distribuida, con una media de D_H y una desviación estándar de σ_H la cantidad reservada para el segmento de precio alto como:

$$C_H = F^{-1}(1 - p_L/p_H, D_H, \sigma_H) = \text{NORMINV}(1 - p_L/p_H, D_H, \sigma_H)$$

De existir más de dos segmentos de clientes se es posible seguir con la misma filosofía para obtener un conjunto de reservaciones anidadas.

C_1 reservada para el segmento de alto precio debe ser tal que el ingreso marginal esperado del segmento de precio más alto sea igual al segmento del siguiente precio más alto.

C_2 reservada para los dos segmentos de precio más alto debe ser tal que el ingreso marginal esperado de los segmentos de más alto precio sea igual al precio del segmento con el tercer precio más alto.

El uso como método secuencial, es para obtener un conjunto de reservaciones anidadas de capacidad para los segmentos, salvo el del precio más bajo.

El uso de la *fijación de precios diferenciales*, generalmente aumenta el nivel de disponibilidad de los activos para el segmento de precio alto. Se reserva capacidad para estos clientes debido a su disposición de pagar más por el activo.

Por tanto, el uso eficaz de la *administración de ingresos* aumenta las utilidades de la empresa y también mejora el servicio para el segmento de clientes valiosos.

Problema 2 (caso práctico)

Una empresa de transporte de carga sirve a dos segmentos de clientes, con las siguientes características:

- El segmento A está dispuesto a pagar 3.50 USD por m^3 y se compromete con un envío con sólo 24 horas de anticipación.
- El segmento B está dispuesto a pagar 2.00 USD por m^3 y se compromete con un envío hasta con una semana de anticipación.
- Con dos semanas por transcurrir se pronostica que la demanda del segmento A estará normalmente distribuida con una media de 3,000 m^3 y una desviación estándar de 1,000.

Preguntas

- ¿Qué tanta capacidad disponible debe reservarse para el segmento A?
- ¿Cómo debe cambiar la empresa de transporte de carga su decisión si el segmento A está dispuesto a pagar 5 USD por m^3 ?

Solución

$p_A =$ Ingreso del segmento A = 3.5 USD por m^3

$p_B =$ Ingreso del segmento B = 2.0 USD por m^3

$D_A =$ Demanda del segmento A = 3,000 m^3

$\sigma_A =$ Desviación estándar de la demanda del segmento A = 1,000 m^3

Sustituyendo en la ecuación:

$$C_H = F^{-1}(1 - p_L p_H, D_H, \sigma_H) = \text{NORMINV}(1 - p_L p_H, D_H, \sigma_H)$$

Se tiene:

$$C_A = \text{NORMINV}(1 - p_B p_A, D_A, \sigma_A) = \text{NORMINV}(1 - 2.00 \cdot 3.50, 3,000, 1,000)$$

$$C_A = 3,253 \text{ } m^3$$

Notas:

- El pronóstico de la demanda, ideal, de todos los clientes debe revisarse y calcularse una nueva cantidad de reserva cada vez que se procesa el pedido de un cliente.
- Es difícil de implementar en la práctica tal procedimiento. Revisar el pronóstico y la cantidad reservada después de un periodo durante el cual la demanda pronosticada o la precisión del pronóstico hayan cambiado de una forma considerable, es más práctico.
- Crear diferentes versiones de un producto dirigidas a diferentes segmentos es otro método de *fijación de precios diferenciales*.

Para usar con éxito la *administración de ingresos* cuando se atiende a varios segmentos de clientes, una empresa debe aplicar eficientemente las siguientes tácticas:

- Pronóstico a nivel de segmento
- Uso de diferentes precios para cada segmento
- Precio basado en el valor asignado por cada segmento

La *administración de los ingresos* ofrece diversas oportunidades para aprovechar, por ejemplo, los propietarios de activos de transporte en la cadena de suministro tienen que ofrecer algunos *servicios programados* como un mecanismo para separar los segmentos de precio alto y bajo. Sin *servicios programados* es muy difícil separar los clientes que desean comprometerse con anticipación de los que desean utilizar el servicio en el último momento.

Se puede mejorar los ingresos si establece precios diferentes para cada segmento, si un proveedor atiende múltiples segmentos con un activo fijo. Los precios deben fijarse con barreras de modo que el segmento que está dispuesto a pagar más no pueda pagar el precio bajo. La cantidad del activo reservada para el segmento de precio alto es tal que los ingresos marginales esperados del segmento de precio alto sean iguales al precio para el segmento de precio bajo.

Ver **Tabla 7.1**.

Tabla 7.1. Fijación de precios y administración de los ingresos en la práctica

Evaluar el mercado
<p>Esto significa identificar los segmentos de clientes que se atienden y sus necesidades. Se debe entender lo que el cliente compra, en lugar de la empresa vende. Sólo entonces se presentarán las oportunidades derivadas de la <i>administración de los ingresos</i>. Así mismo, se deben recopilar datos precisos y completos en relación con los productos ofrecidos, precios, competencia, con el comportamiento del cliente. La información sobre el comportamiento del cliente es un activo valioso que ayuda a identificar las preferencias del consumidor. A fin de cuentas, una adecuada comprensión de las preferencias de los clientes y una cuantificación del efecto de diversas tácticas en el comportamiento del consumidor, son la parte medular de la administración exitosa de los ingresos.</p>
Cuantificación de los beneficios de la administración de los ingresos
<p>Es muy importante, antes de iniciar el proyecto, el cuantificar los beneficios esperados de la <i>administración de los ingresos</i>. El uso de datos históricos y un buen modelo de preferencias de los clientes, es ideal, para estimar los beneficios por medio de una simulación. El resultado de deben ser objetivos de ingresos explícitos a lograrse como resultado de la <i>administración de los ingresos</i> de forma tal que todos los interesados crean en ellos comparados entonces con el beneficio esperado.</p>
Implementar un proceso de pronóstico
<p>La función de pronóstico es el fundamento del sistema de <i>administración de los ingresos</i> al pronosticar por ejemplo, para una aerolínea, patrones de cancelaciones. Pronosticar implica estimar la demanda y también atribuir un error esperado al propio pronóstico, es decir, no es precisa. Tanto el valor estimado como el error esperado son datos importantes en cualquier modelo de administración de los ingresos. En general es difícil pronosticar a un nivel micro, o de alto detalle, donde todo el comportamiento es en esencia idiosincrásico, por lo que las tácticas de <i>administración de los ingresos</i> deben planearse con base en un nivel suficientemente agregado que posibilite los pronósticos eficaces. La frecuencia de los pronósticos dependerá de la cantidad de actividad del mercado. Idealmente, la decisión sobre el pronóstico y la administración de los ingresos debe evaluarse después de cada transacción. Con nueva información se deberá realizar nuevos pronósticos.</p>
Mantenerlo simple
<p>Algunas dimensiones en las que se aplica la fijación de precios diferenciales, hace que la mayoría de los beneficios de la administración de los ingresos se logren. La complejidad adicional se suma al esfuerzo requerido sin que necesariamente agregue mucho valor. Por ejemplo, se puede lograr la mayor parte de los beneficios de la <i>administración de los ingresos</i> utilizando algunas clases de tarifas. Una mayor complejidad sólo dificultará los pronósticos sin que necesariamente mejore el ingreso</p>
Implicar tanto a las áreas de ventas como el de operaciones
<p>La táctica de <i>administración de los ingresos</i> implementada debe ser entendida por las áreas de venta para que de ese modo puedan alinear sus argumentos. La fuerza de ventas debe diferenciar entre los clientes que verdaderamente necesitan el activo de la cadena de suministro durante el periodo pico y los que se beneficiarán por transferir su pedido al periodo bajo. No tiene sentido que una empresa ofrezca un descuento en temporada baja si la fuerza de ventas sigue presionando a la gente para que compre en el periodo de precios altos. Este método aumentará las utilidades de la empresa y también satisfará a los clientes. El área de operaciones también debe entender los resultados potenciales de la táctica de <i>administración de los ingresos</i> implementada y estar informada de los resultados reales que están ocurriendo.</p>
Comprender e informar al cliente

Si las tácticas de administración de los ingresos si se presentan simplemente como un mecanismo para obtener el ingreso máximo los clientes tendrán una percepción negativa y que dicha percepción reduzca la lealtad de los clientes en el largo plazo alentándolos a no probar y no participar en el proceso. Por tanto, es importante que la empresa estructure su programa de *administración de los ingresos* de tal forma que aumenten los ingresos y mejore el servicio a lo largo de alguna dimensión que sea importante para los clientes que pagan el precio más alto. Una implementación apropiada de la táctica de *administración de los ingresos* debe lograr ambos resultados. Es importante que la empresa transmita esta información a sus clientes más valiosos ya que un cambio de comportamiento de este grupo de clientes puede destruir cualquier beneficio potencial de un programa de *administración de los ingresos*.

Integrar la planeación de la oferta con la administración de los ingresos

No se sugiere utilizar la administración de los ingresos en forma aislada, se debe combinar con decisiones relacionadas con la oferta. Por ejemplo, si después de aplicar la *administración de los ingresos* su empresa descubre que la producción de una instalación que ofrece un corto tiempo de espera produce la mayor parte de sus utilidades, debe estudiar la posibilidad de agregar más capacidad con tiempo de espera corto. Comprender y proceder según las interacciones entre la oferta, la demanda y la fijación de precios, puede producir resultados muy satisfactorios

Fuente: Chopra (2020)

CAPÍTULO 8. LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES EN LA CADENA DE SUMINISTRO



El contexto de la cadena de suministro actualmente es muy variado, sofisticado y altamente complejo. El fenómeno actual de la pos-pandemia y la nueva normalidad, las consecuencias de la globalización manifiesta entre otras cuestiones como la guerra de los chips así como las políticas comerciales de EUA hacia China y la guerra de Rusia en Ucrania, han provocado diversas reacciones en el mercado global. Una de ellas es la no dependencia de las cadenas de suministro a instancias geográficas y/o de conflictos internacionales relocalizando las cadenas de suministro con políticas como el *nearshoring* en México. Lo anterior, presenta un ambiente propicio para que las tecnologías de información faciliten a gran escala, las operaciones del control de inventario, almacenaje y transporte complementadas con sistemas de software que ayuden en el diseño de la demanda y la planeación de la propia cadena de suministro con simulaciones que permiten establecer diferentes escenarios de precio y costos.

Uno de los usos más requeridos de la tecnología de información es el de simular y determinar las mejores rutas de transporte considerando a detalle, los tiempos de entrega deseados, la ubicación de los clientes, el tamaño y peso del envío, la como distancias entre puntos, documentación de aduana, infraestructura de transporte, la capacidad del vehículo, etc. como datos de entrada. A partir de dichos datos que son tomados como insumos, es que se formulan los problemas cuya solución es un conjunto de rutas optimizadas, con una lista de paquetes para cada vehículo que minimicen los los tiempo y costos al mismo tiempo que satisfagan las restricciones de entrega. Este resultado se proyecta hacia la mejora del desempeño de la flotilla de transporte.

Las tecnologías de información y comunicaciones orientadas a las cadena de suministro aportan valor agregado a partir de que sus bases de datos son capaces de registrar adicionalmente, características como contenidos dimensiones, peso y posiciones de los contenedores. Lo anterior, permite que las tecnologías de información y comunicaciones calculen la secuencia de cada entrega, a partir de diseño de planes para alojar con robots los empacados en distintos lugares del almacén hasta que llega el turno para cargar el vehículo con alta eficiencia al mismo tiempo que permite descargarlo y/o cargarlo con facilidad a lo largo de la ruta. Se habilitan a través de las tecnologías de información y comunicaciones, sistemas de temporización y sincronización entre el software de empacado y la localización de rutas por lo que es importante considerar, en la planeación de almacenamiento de empaque y carga de ruta que las cantidades de empaques a cargar en un camión, afecta la ruta mientras que ésta obviamente afecta lo que se empacó en un camión.




Por otro lado, las tecnologías de información y comunicaciones permiten el rastreo continuo de las unidades de transporte en tiempo real, debido al uso de sistemas de posicionamiento global (**GPS**) y enviar notificaciones electrónicas de las entregas pendientes y optimización dinámica de las rutas de transporte y entregas. Las notificaciones electrónicas y el rastreo mejoran el servicio al cliente y el estado de preparación en toda la cadena de suministro.








Como se aprecia las nuevas tecnologías de información y comunicaciones van más allá de los conceptos de Electronic Data Interchange (**EDI**) y la producción por calendarización de Enterprise Resource Planning (**ERP**) como paquetes de software. Los negocios deben invertir tiempo para explorar estas estrategias y los sistemas de información requeridos para soportarlos. Las apuestas son altas y las metas bastante bien definidas, pero estas estrategias no son fáciles de implementar debido a la complejidad de este entorno. De hecho, la aplicación de las tecnologías de información y comunicaciones para apoyar a la cadena de suministro se ha definido como el proceso de la combinación de arte y ciencia para mejorar la forma en que una cadena de suministro suministra productos a los clientes (Koch , 2002)

Plataformas de software

Así, se tiene el siguiente listado de los **10 principales** desarrolladores de software de cadena de suministro Ver **Tabla 8.1**

Tabla 8.1. Las 10 plataformas de software más exitosas de cadena de suministro

Software	
	
http://es.megaventory.com/?utm_source=Capterra&utm_medium=cpc&utm_campaign=Dec_20&utm_content=SCM&utm_channel=capterra	
	
https://www.odoo.com/es_ES/app/inventory?utm_campaign=inventory-scm&utm_medium=cpc-review&utm_source=capterra	
	

https://info.magaya.com/freight-management-software?utm_source=capterra&utm_medium=ppc&utm_campaign=supplychain

https://info.gartnerdigitalmarkets.com/cristal-es-gdm-lp?capterra=capterra

https://www.causometrix.com/?utm_medium=ppc&utm_campaign=causometrix&utm_term=supplychainmanagement&utm_source=capterra

https://www.capterra.mx/software/157279/dynamics-crm

https://www.capterra.mx/software/135757/netsuite

https://www.capterra.mx/software/172133/pirate-ship

https://www.capterra.mx/software/155621/shipstation

https://precoro.com/es/?utm_source=gartner%3Futm_medium%3Dcpc&utm_campaign=gartner_spanish&utm_term=spanish&utm_content=landing_es&utm_channel=capterra



Fuente: Capterra 2023 (<https://www.capterra.mx/>)

PRACTICA. Megaventory

•A continuación, se presenta detalladamente el proceso de habilitación de cuenta SCM Megaventory para cadena de suministro. Vea **Tabla 8.2**.

Tabla 8.2. Práctica Meganventory

Creando una cuenta en Megaventory

- Entrar a Portal: <http://es.megaventory.com/>

- Ingresamos los datos para poder crear nuestra cuenta



- Iniciamos la sesión



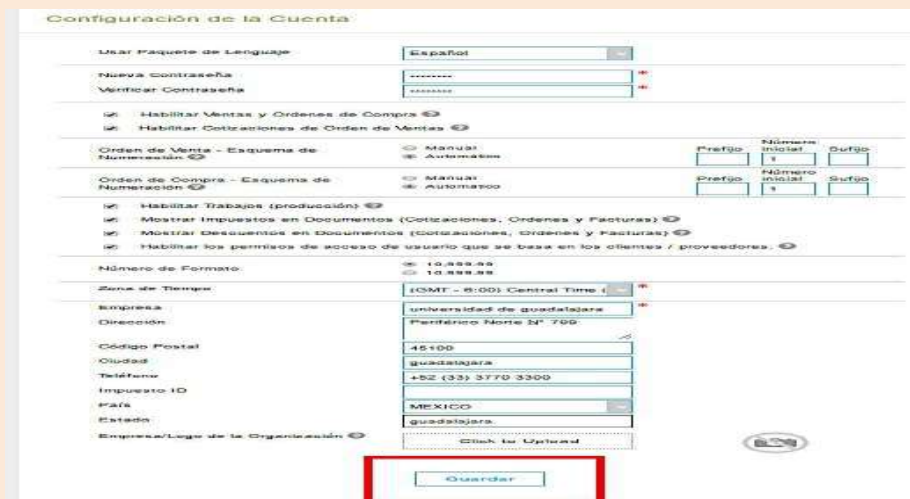
- Enseguida aparece este recuadro en el que nos dicen que han enviado la contraseña al correo que decidimos dar de alta en la cuenta y continuamos dando clic en acceder



- Ingresamos la contraseña que se nos envió por e-mail para entrar a la plataforma



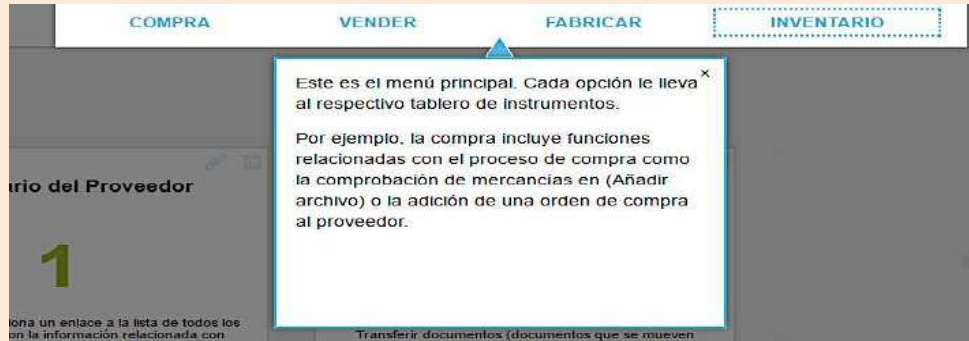
- Configuramos nuestra cuenta con las especificaciones y guardamos los cambios



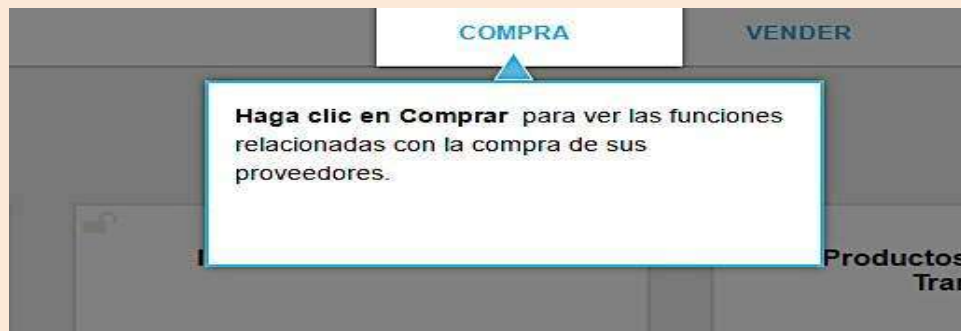
- Una vez estando registrados, megaventory le brinda una visita guiada para que sepa para qué es cada herramienta, que hay, dónde se encuentra y cómo utilizarlas de manera adecuada

Accediendo a la cuenta

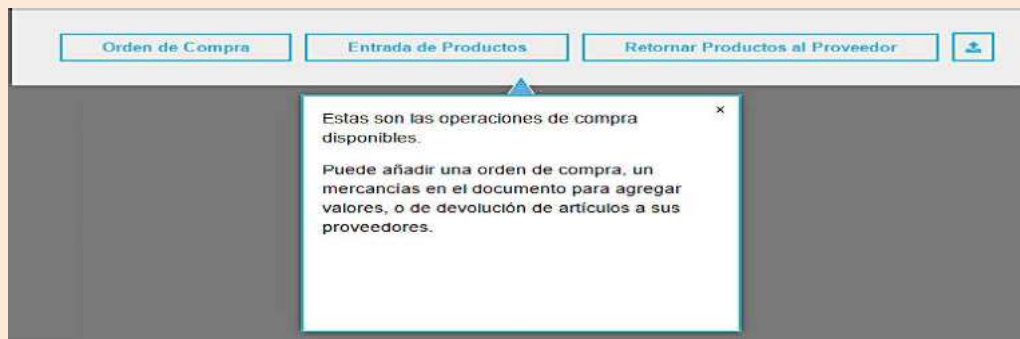
- Se muestra el menú principal para acceder a diversas opciones del sistema como: compra, venta, fabricar, inventario, etc.

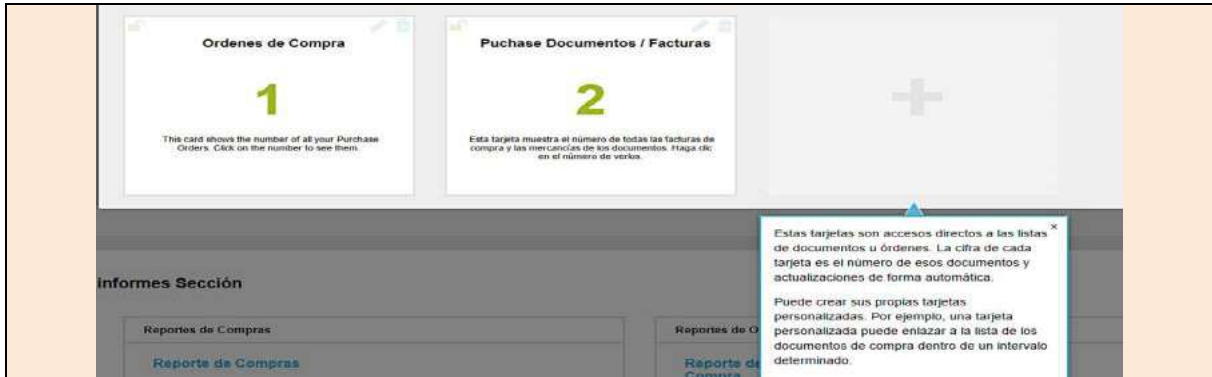


- Cada opción puede desplegarse a detalle



- Siga las indicaciones en recuadros para conocer cómo acceder a órdenes de compra, entrada a productos, retorno de productos a proveedor, etc.

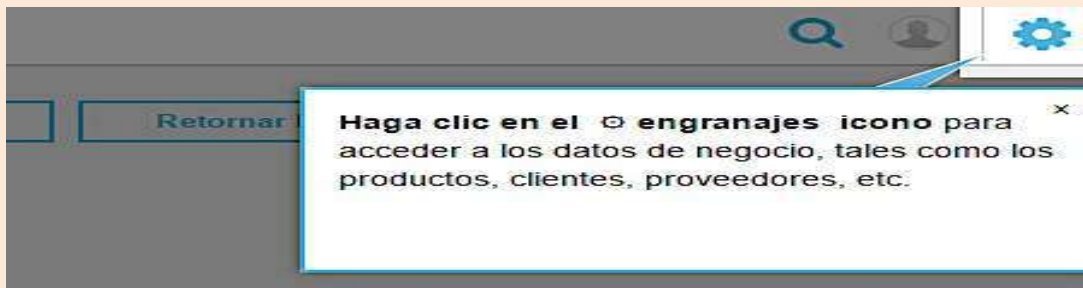




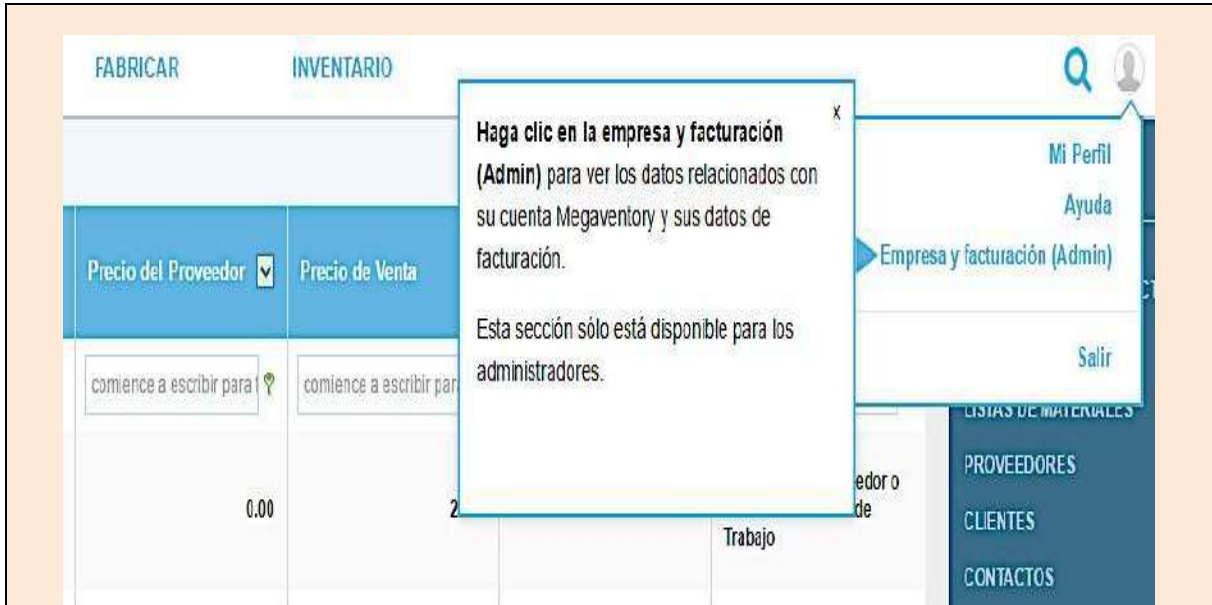
- Revise las opciones para presentación de informes



- Busque la opción para ingresar datos

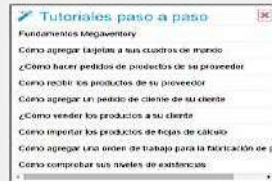
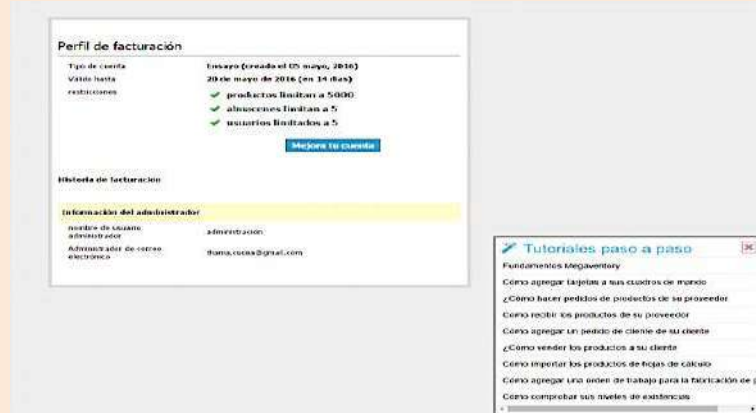






Tutoriales

- Megaventory también le da la opción de tener tutoriales paso a paso sobre dudas que puedan presentarse al momento de estarlo utilizando



Agregando productos

- Para agregar nuevos productos nos encontramos en la página principal y seleccionamos entrada de productos.



- Nos enviará a este apartado y llenamos todos los campos requeridos enseguida guardamos todos los cambios hechos.

Una vez teniendo guardados todos los cambios podremos agregar más productos a nuestra lista con los proveedores correspondientes

Fuente: Megaventory <http://es.megaventory.com/> (2023)

XXX

CAPÍTULO 9. APROVISIONAMIENTO ELECTRÓNICO (e-Procurement)



El aprovisionamiento electrónico o **e-Procurement** (*procuración electrónica, algunas veces también conocida como directorio de proveedores*) es la compra y venta de suministros, trabajo y servicios **B2B** (*Business-to-Business*), **B2C** (*business-to-consumer*) o **B2G** (*business-to-government*), a través de Internet, también como otros sistemas de información y conexiones de redes, tales como **EDI** (*electronic data interchange*) la **ERP** (*enterprise resource planning*). Se considera e-Procurement como una subcategoría del e-Commerce y la **SCM** (*Supply Chain Management*).

En un nivel básico, se trata de la compra mercancías o servicios a través de un sitio Web. A un nivel más global, la contratación pública electrónica ofrece una eficiente, solución *paperless* para la compra de bienes y servicios, al permitir al usuario final solicitar un artículo desde una computadora u otro dispositivo

conectado a Internet, tales como por ejemplo: un teléfono celular, quiosco, decodificador de televisión (por ejemplo, X-Box de Microsoft), etc., y pagar mediante un sistema electrónico a la vez que se almacena la información necesaria para su análisis.

Típicamente, los sitios web de e-Procurement permiten que usuarios calificados y registrados busquen compradores o vendedores de bienes y servicios. Dependiendo del enfoque, los compradores o vendedores pueden especificar o invitar a subastas. Las transacciones pueden ser iniciadas y completadas; Las operaciones continuadas pueden calificar a los consumidores para descuentos por volumen u ofertas especiales.

Los programas de e-Procurement pueden hacer posible que se automaticen algunas actividades de compra y venta. Las compañías participantes esperan ser capaces de controlar inventarios pasados más eficazmente, reducir el exceso de intermediarios, y mejorar los ciclos de manufacturación. Se espera que el e-Procurement sea integrado a la cadena de valor *Purchase-to-Pay* (P2P o Compra-a-pago) que es más amplia, con la tendencia al manejo de cadena de suministros computarizado.

El e-Procurement es hecho con una aplicación de software que incluye características para dirección y subastas complejas. La nueva generación de e-Procurement es ahora sobre pedido o programa(s) como servicio (**SaaS. software-as-a-service**). Ver Tabla 9.1.

Tabla 9.1. Historia de e-Procurement

Año	Acontecimientos
1970	El concepto de e-Procurement existe prácticamente, pero en diferentes formatos de transmisión. Las primeras transacciones electrónicas se llevaron a cabo mediante la transmisión de datos enviados a través de módems vía telefónica. Este sistema funcionó bien con cantidades preestablecidas de materiales almacenados e inventariados de manera regular para su aprovisionamiento según la demanda.
1980	La siguiente forma de e-Procurement emergió hasta principios de la década con el desarrollo del facsímil (fax), el cual también proporcionó una comunicación unidireccional, ofreciendo varias ventajas significativas sobre el modem de

	<p>datos vía red telefónica. En primer lugar, obligaba el material impreso, lo que permitió obtener información más detallada que el teléfono de datos, incluidos los planos, especificaciones, precios, etc.. En segundo lugar, el fax no requería un técnico en cómputo para la entrada de la orden y por lo tanto era accesible a todos. Aún así, módems y fax como tecnologías tenían inconvenientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los datos históricos no eran almacenados electrónicamente , • No había seguridad de la comunicación , • No había seguridad en el lugar, y • Las búsquedas manuales eran todavía necesarias. <p>La única manera de verificar la recepción de la orden era el seguimiento con una llamada telefónica. Con el creciente uso de las computadoras personales (PC) vino el uso de disquetes para enviar y recibir datos.</p> <p>Un agente de compra colocaba la información de la misma en un disquete y era enviada al proveedor . El proveedor leía la información, haciendo el llenado de la orden, y enviando el disquete de regreso al comprador con el estado de cada artículo pedido.</p> <p>El uso de disquetes proporcionaba un mecanismo para mantener la información de forma histórica, aumentando la precisión y la prestación de la confirmación de compra.</p> <p>El uso de la PC en conjunción con un fax ayudó a acelerar aún más las órdenes. Por ejemplo, un comprador podría enviar por fax un pedido al proveedor y después éste le enviaba un disquete como respaldo del detalle de su pedido para fines de seguimiento. Este uso de la PC para la solicitud-entrega de pedidos, se convirtió en la base para el EDI. Mientras que las computadoras se hicieron más frecuentes y de gran alcance a mediados de la década de 1980, EDI comenzó a florecer.</p> <p>Un sistema de intercambio electrónico de datos se utiliza para transferir un órdenes de compra (PO. Purchase Order) mediante formato electrónico del comprador al vendedor. Se elimina la necesidad de dobles entradas (entrada de datos desde el comprador y el vendedor) y permite que el envío de información adicional para ser intercambiada por vía electrónica, por ejemplo, las previsiones de los requisitos, el aviso de entrega del proveedor, las órdenes de compra pendientes, solicitudes de requerimientos, las certificaciones de materiales, estadísticas de calidad, cambios y cancelaciones de pedidos.</p> <p>En la medida que EDI se convirtió en una forma cada vez más común de contratación, es que se crearon las normatividades técnicas para establecer la coherencia entre los proveedores y compradores.</p> <p>La viabilidad de utilizar una solución completa de e-Procurement aumentó en los sectores público y privado en la medida que los navegadores de Internet, como Netscape e Internet Explorer, se hacían más amigables o fáciles de usar así como el uso de computadoras se hizo una rutina.</p> <p>Desde finales del decenio de 1990 hasta hoy , la extranet se ha convertido en el nuevo punto de venta estratégico para las empresas.</p> <p>Ello permite a las empresas aprovechar sus capacidades, ampliando por ejemplo, los descuentos por volumen a sus socios, ingresos adicionales por el uso de los proveedores internos, y las reducciones de precios de oferta.</p>
<p>1990</p>	<p>La explosión de Internet de mediados de la década crearon nuevas visiones estratégicas y tecnológicas en muchas áreas.</p> <p>El uso de <i>internet-intranet</i> para la contratación electrónica se convirtió en un solución viable para las empresas, ya que funcionaba como un vehículo de comunicación de gran alcance para la transmisión de datos entre compradores-vendedores.</p>

	<p>Los sistemas debutan como tal a fines de la década, tales como Ariba, CommerceOne, SAP, Oracle y PeopleSoft. Aunque nacen con limitaciones ya incluían diagramas de flujo y catálogos. Los catálogos sólo eran de productos y no de servicios. No tenían diseño basado en oferta desde múltiples proveedores.</p> <p>Por lo tanto, no tenían capacidad de requerir propuestas, no las generaban, no existían etapas de multipago ni de colaboración.</p> <p>Nacen como una propuesta de mejora no sólo la tecnología EDI, sino más bien, como una propuesta de transacciones de compra. Para algunos e-Procurement es considerado como la próxima revolución tecnológica para las empresas, los gobiernos y los consumidores en todo el mundo.</p> <p>Se convirtió en una prioridad tecnológica para la mayoría altos ejecutivos durante la era de auge de los negocios electrónicos (1996-1999) y sigue siendo en muchas tecnológica corporativa agendas, incluso hoy en día.</p>
<p>2000 a la actualidad.</p>	<p>□ Por ejemplo en los EUA , la industria automotriz se ha beneficiado grandemente de ésta tecnología, demostrado a principios de 2000, con el anuncio importante en materia de contratación.</p> <p>Los tres grandes fabricantes estadounidenses estaban a punto de embarcarse en la creación de una red única basada en Internet para las adquisiciones. El objetivo era dirigir, controlar y beneficiarse de los avances tecnológicos importantes del momento. Una gran parte de los ahorros de e-Procurement no proviene necesariamente de los costos y los precios de transacción reducidos, sino más bien, proviene del intercambio de información y negociación estratégica.</p> <p>La administración de las bases de datos forman una gran parte de e-Procurement. De acuerdo a Essig y Ulli (2001) Una característica fundamental de la toma de decisiones para el aprovisionamiento es su incertidumbre.</p> <p>El comprador nunca tiene una información completa sobre todos los aspectos de rendimiento de los proveedores y por lo tanto, su desarrollo futuro .</p> <p>La meta para la mayoría de las soluciones de e-procurement es proporcionar más información a fin de obtener beneficios sustanciales de diferentes fuentes como: el ahorro de costes, el poder de negociación, pronósticos más precisos, la reducción de la incertidumbre, y la mitigación del riesgo.</p> <p>Estas son claramente razones por las que GM quería entrar en e-Procurement, más temprano que tarde.</p> <p>Aún y cuando los analistas del momento predijeron que ya no sería necesario visitar las tiendas para verificar antes los productos y que sui venta sería a corto plazo en su gran mayoría, por vía electrónica, esto no sucedió. Incluso, las altas expectativas provocaron el fenómeno dot.com a principios del 2000.</p> <p>Sin embargo, se tiene una gran promesa de desarrollo hoy en día para que las empresas incluso pyme se beneficien de la ventaja competitiva que libera el uso de e-Procurement.</p>

Fuente: recopilación propia

Con lo anterior, podemos deducir una definición más precisa de e-Procurement, como: *el uso de internet para conectar compradores con abastecedores para facilitar la compra de bienes y servicios, enfocándose a **B2B** y **B2G**, ofreciendo a las organizaciones la oportunidad de reducir dramáticamente*

costos, mejorando su productividad para incrementar sus ingresos.

En contraparte, Internet le permite al público en general el uso de navegadores web que le permiten el acceso de requerimiento de compra de forma más fácil y económica posibles, dejando atrás actualizaciones complejas y costosas que **EDI** imponía.

Ámbito empresarial

Rayport y Sviokla (1995), en su consideración sobre el tratamiento del fenómeno Internet desde la óptica de la Administración de Empresas, señalan que los negocios en la actualidad compiten en dos mundos o entornos diferentes:

- El físico, es decir, el de los recursos que los directivos pueden ver y tocar, y
- El virtual, generado a partir del uso casi exclusivo de la información y las **TI**

Así, se puede decir que en la empresa actual pueden diferenciarse dos dimensiones: la física o tradicional, y la virtual o basada internet. La iniciativa del **MIT**: Inventar las organizaciones del siglo XXI (Grant, 1998) quien identificó 7 elementos clave a tener en cuenta para las empresas de inicios de este siglo. Uno de ellos, tal vez el más importante, es el impacto de las **TI**, ya que es necesario preguntarse: ¿qué va a suceder con las estructuras de las industrias cuando los mercados electrónicos y las autopistas de la información transformen los patrones tradicionales del comercio y de los negocios? El alcance de Internet puede ser aplicado en el ámbito *empresarial interno*:

A las relaciones con los empleados de la compañía, actuando sobre los procesos internos de la cadena de valor (**B2E. Business to Employees**) y permitiéndoles interactuar con más efectividad (**E2E. Employee to Employee**).

A las relaciones con los socios (accionistas, propietarios) de la empresa, haciendo posible una comunicación más ágil y fluida (**B2M. Business to**

Members).

En el ámbito *empresarial externo*, su aplicación se puede utilizar:

- a. Con los suministradores, optimizando la cadena de aprovisionamientos (**B2S. Business to Suppliers**). Aquí encajaría la figura del e-Procurement.
- b. Con los consumidores, añadiendo valor a esta relación comercial mediante niveles de servicio más elevados, por su inmediatez, personalización, especialización (**B2C. Business to Consumers**).
- c. Con los colaboradores (socios) en actuaciones compartidas o alianzas (**B2P. Business to Partners**).
- d. Con las administraciones públicas, intercambiando con seguridad documentos e informaciones (**B2A. Business to Administrations**).
- e. Con la sociedad en general en el ámbito de la comunicación corporativa (**B2S. Business to Society**).

Sin embargo, el nivel de eficacia y eficiencia dependerá también de otra serie de sistemas relacionados con la mejora de la cadena de suministros (Rayport y Sviokla, 1995), tales como:

- a. **e-fulfillment**: cualquier actividad que se realiza en el comercio electrónico desde que se acepta el pedido por un proveedor hasta que el producto es recepcionado y aceptado por el comprador o devuelto.
- b. **e-marketplace**: punto de encuentro (página web) donde se ponen en contacto empresas compradoras y vendedoras para llevar a cabo sus relaciones de compra-venta. Se puede decir que son comunidades de negocios donde los participantes comparten información que mejora la eficiencia de toda la cadena y donde pueden participar comprador, fabricante, vendedor, transportista, banco que financia la operación y hasta la empresa de seguros que la avala.
- c. **e-payment**: realización electrónica del pago en la cuenta del banco del proveedor. La puesta en práctica de estos sistemas precisa de sistemas de

seguridad (*firewalls*) para que nadie que no esté autorizado pueda hacer un mal uso del sistema de pagos. Así, es posible afirmar que implementar el e-Procurement en una empresa supone: automatizar y agilizar las compras, automatizar y agilizar los pagos (e-payment) a proveedores, a través de un marketplace y apoyados en el **e-fulfillment**.

Su relación con el proceso de compra-entrega

El e-Procurement, entendido como realización de compras a través de Internet, aporta soluciones para la consecución de muchos de esos retos. Ver **Tabla 9.2**.

Tabla 9.2. Proceso estándar de compra-entrega

<p>El esquema tradicional de actividades que se identifica en un proceso estándar de compras es el siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario genera una solicitud de compra para cubrir una necesidad. 2. La solicitud de compra es aprobada por el responsable respectivo 3. La solicitud de compra es enviada al departamento de compras. 4. El comprador recibe la solicitud de compra. 5. El comprador elige proveedores posibles del listado de proveedores. 6. El comprador genera la solicitud de ofertas (petición de cotizaciones). 7. El comprador envía la solicitud de oferta a los proveedores elegidos. 8. Los proveedores reciben la solicitud de oferta y responden a la misma. 9. El comprador evalúa las ofertas recibidas y selecciona el proveedor idóneo. 10. El comprador genera la orden de compra (pedido de compra) y solicita la aprobación del responsable de Compras 11. El responsable de compras aprueba la orden de compra y ésta es enviada al proveedor seleccionado. 12. El proveedor seleccionado recibe la orden y fabrica o prepara las posiciones contenidas en la orden de compra. 13. El transportista lleva el producto y lo entrega al consumidor. 14. El almacén recepciona los productos y emite hoja o vale de recepción. 15. El proveedor remite la factura 16. El departamento económico-financiero verifica los documentos cruzando orden de compra, hoja de recepción y factura. 17. Se realiza el pago

Fuente: De la Fuente-García, D.; García Fernández. N.; Fernández-Quesada, I (2002)

Examinado el esquema anterior, podemos comprobar que las actividades

involucradas en la realización de las compras en una empresa son demasiadas, la comunicación entre ellas utiliza modelos que tienen el papel como soporte y el tiempo consumido en todo el proceso es elevado, por lo que la aplicación de compras on-line o e-Procurement daría lugar a varias ventajas y consideraciones. Ver **Tabla 9.3**.

Tabla 9.3. Ventajas y consideraciones de adoptar el e-Procurement

Ventajas Generales
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> La ejecución del proceso de forma mucho más rápida, utilizando el soporte electrónico. <input type="checkbox"/> La consecución de un proceso mucho más eficaz (ahorros de tiempo) y más eficiente (ahorros de coste). <input type="checkbox"/> La empresa no requiere grandes estructuras en su departamento de compras ni destinar grandes recursos en trámites y papeleo. <input type="checkbox"/> El tiempo de búsqueda de proveedores se reduce ostensiblemente, con un clic de ratón se autoriza la compra. <input type="checkbox"/> No se requieren documentos en papel para la comunicación interna o externa, todo se envía y se genera en pocos segundos. <input type="checkbox"/> La información llega a los participantes del proceso en tiempo real y de forma simultánea. <input type="checkbox"/> El pago se efectúa electrónicamente en la cuenta del proveedor. <input type="checkbox"/> Verificación de disponibilidad. <input type="checkbox"/> Comparación de precios. <input type="checkbox"/> Reducción de costes. <input type="checkbox"/> Eficiencia administrativa. <input type="checkbox"/> Control. <input type="checkbox"/> Reducción de compras no autorizadas. <input type="checkbox"/> Ampliación de alternativas de compra (con internet no hay distancias). <input type="checkbox"/> Mejores precios. <input type="checkbox"/> Obtener respuestas a pedidos poco comunes.
Ventajas específicas
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mejora de la eficiencia. La productividad interna aumenta mediante el uso de e-catálogos y la aprobación automática, la eliminación de los catálogos de papel y los procesos laboriosos, manuales de pedido y aprobación impulsado por papel. <input type="checkbox"/> Reducción de compras disidentes o extemporáneas. Esto es, se evita la asistencia de proveedores no contractuales. <input type="checkbox"/> Aumento del poder de negociación de los especialistas de la organización. La función principal de los especialistas en compras ya no se limita a la toma de pedidos y traducirlo a un contrato. Los especialistas negocian descuentos por volumen en función del presupuesto de la empresa. El especialista se centrará en un limitando número de proveedores y garantizar los Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA. Service Level Agreement) <input type="checkbox"/> Reducción de costos de proveedor. Los proveedores obtienen eficiencias y menores costes mediante la reducción de los gastos generales a través de la automatización de tareas que previamente se realizaban manualmente, como la programación de pedido, la notificación de envío y la confirmación de pedido. <input type="checkbox"/> Reducción de la tasa de error de levantamiento de pedido. Con la implantación de los e-

catálogos de nuevos productos, la información de precios pueden ser actualizada de inmediato, lo que reduce la tasa de errores de pedido. Los proveedores se centrarán en la diferenciación de valor en lugar de problemas por pedido.

□ Aumento en la visibilidad del producto. El *e-catálogo* aumenta la visibilidad del producto y del proveedor mediante el uso de Optimización de Motores de Búsqueda (**SEO**. *Search Engine Optimization*), los sitios web, mercados electrónicos y catálogos Intranet.

□ Los *e-catálogos* incrementan la productividad del usuario a través de la reducción del tiempo de búsqueda y una mejor presentación e información.

□ El *e-catálogo* también reduce sustancialmente la impresión del proveedor y los costos de distribución.

Desafíos

□ **Reconsideración de supuestos.** Por ejemplo, el de hacer más atractivos e interactivos los sitios web.

□ **Reingeniería de procesos de negocio.** Eliminación de los procesos manuales actuales, a través de: reducción de proveedores, monitoreo de los proveedores en calidad y nivel de servicio, negociación de descuentos con los proveedores, uso de *e- catálogos* y nuevas aplicaciones de software, toma de pedidos, rastreo y reporte de inventario, embarque, facturación y pago, proceso fluido de aprobación, entre otros.

□ **Reinversión en infraestructura.** Por medio de tecnología de servidores y telecomunicaciones por el manejo sustancial de bases de datos y el uso del sitio Web de manera eficiente.

□ Los sistemas deben escalar en capacidad de procesamiento, memoria, y peticiones de entrada-salida. Es evidente que el mayor desafío al implementar una solución de *e - procurement* es el proceso de negocio.

□ Los procesos, políticas y procedimientos se vuelven a crear y afectan a todo el personal. Es por esto que se centran en la cultura corporativa y los procesos de negocio son sin duda más importantes que la tecnología en sí.

□ La capacitación, es un gran gasto en el tiempo y dinero. Con un nuevo proceso de adquisición y el sistema en sitio listo a operar, una empresa tendrá que capacitar a todos los usuarios (probablemente toda la compañía) y será necesario crear un plan de arranque.

□ Para la mayoría de las empresas, esto significa mantener duplicados los procesos de adquisición por un cierto período de tiempo.

□ Algunas personas seguirán utilizando el viejo método hasta ser entrenados, mientras el personal capacitado utilizará el nuevo sistema.

□ Hay, por supuesto , formas de minimizar el período de tiempo y la duplicación, pero es más probable considerar un período de introducción necesario.

□ Otra área de preocupación y posible desafío en la adopción de un sistema de *e-Procurement* es la contraprestación económica. ¿Hay un presupuesto para la solución?, ¿el análisis financiero valida la decisión ejecutiva?

Consideraciones financieras

□ Algunos métodos a considerar son Valor Presente Neto Value (**NPV**. *Net Present Value*), Retorno De la Inversión), (**ROI**. *Return of Investment*) y el período de recuperación (*payback period*) del costo. □ Desde la burbuja dot.com de 1999-2000, la mayoría de las empresas son más cautelosas con su inversión en *usd* de tecnología.

□ Las soluciones de *e-Procurement* son caras. Dependiendo del tamaño de la empresa , el costo puede estar desde millones o decenas de millones de *usd* . Esto no debería no desalentar a llevar a cabo la iniciativa de *e-.procurement*.

□ El análisis financiero puede demostrar que vale la pena su implementación y los costes de operación y mantenimiento.

□ Recuerde, que no todo es el ahorro sino también el aumento de la productividad y la eficiencia por lo que el equipo ejecutivo se debe informar al momento de tomar una decisión

Estrategia corporativa

□ Hay muchas razones para perseguir una solución de e –procurement dentro de una empresa , incluyendo la capacidad de encontrar nuevas fuentes, menores costos de transacción , se acortan los tiempos de ciclo , reducir los precios , y ofrecer más actividades de valor añadido .

□ Por supuesto, las estrategias de éxito de e-Procurement también deben tener en cuenta la necesidad de seguridad, formación, tiempo, dinero, y estandarizaciones. Así, en función del tamaño y necesidades de la organización, se tiene:

□ **Estrategias globales.** Las estrategias de e-Procurement, políticas y procedimientos deben comenzar en el nivel de la empresa de una organización. Para las grandes empresas internacionales, esto significa evaluarlas a un nivel mundial. Los ejecutivos deben analizar las prácticas de contratación actuales y evaluar la complejidad, beneficios, retos culturales, y los impactos financieros de cómo una solución de e –procurement afectará a la dirección estratégica general. ¿Será que una iniciativa e -procurement afectará a alguna de las actividades en curso o de las previstas?, ¿tiene sentido para poner en práctica el e-Procurement a lo largo de toda la empresa ? ¿Todos los departamentos aceptarán una nueva solución de adquisición fácilmente, o qué tanto afectarán las percepciones culturales? Estas son algunas de las preguntas al evaluar globalmente. Las estrategias de la empresa, el análisis y la toma de decisiones, a menudo es realizada por los altos ejecutivos que ven la entidad en su conjunto y no están involucrados en las actividades departamentales de manera detallada. Por lo tanto, los participantes desde un nivel nacional, regional y local deben ser incluido en la decisión del plan final.

□ **Estrategia regional.** Similar al anterior, el personal responsable de las estrategias nacionales o regionales también evaluarán a nivel de una vista al conglomerado. Las prácticas de adquisiciones actuales a nivel global son limitados; ahora bien, muchas empresas tienen centros de compras regionales. La evaluación y análisis son prácticas aún más detalladas a nivel regional con relaciones, políticas y procedimientos de comprador-proveedor. La cultura actual y los procesos de negocios actuales deben ser considerados cuando se mira hacia el futuro. Una vez más, ¿la voluntad empleados es aceptar el e-Procurement como una solución?, ¿la cultura de la empresa tiene que cambiar ?, ¿cómo cambiará el proceso del negocio?, ¿qué riesgos sufrirán las unidades de negocio? Pese a que estas preguntas son similares a las de la evaluación global deben ser abordados y respondidos con una perspectiva de adquisiciones más regional.

□ **Estrategia local.** Por último, está la estrategia de adquisiciones locales, a menudo considerado como una oficina o departamento. La alta dirección a menudo da la directiva para la estrategia local. Aunque está predefinido por los niveles regional y nacional, todavía es importante incluir a los actores locales en el proceso de decisión. Este personal de línea a menudo tiene información cualitativa sustancial. También son los interesados finales de todo resultado.

Consideraciones tecnológicas

□ **iniciativas de tecnología global.** Es importante evaluar todos los proyectos y los planes de la tecnología en conjunto con la solución de e-Procurement a la hora de determinar una dirección estratégica general, con el fin de prever complicaciones. Por ejemplo, si una empresa se encuentra actualmente en la implementación de una solución **ERP**, los tomadores de decisiones deben asegurarse de que el e-Procurement se integra en el actual plan de tecnología y sistemas. También es importante planificar las actualizaciones, compatibilidad, escalabilidad, y, posiblemente, futuras tecnologías avanzadas, como la integración con asistentes digitales personales (**PDA**). Los ejecutivos que evalúan las iniciativas tecnológicas globales a menudo pueden ver la empresa desde una perspectiva limitada. Los directivos toman sus decisiones globales basadas en la investigación, la especulación de los medios, el presupuesto y la coordinación con otros proyectos de tecnología. Para obtener una mejor perspectiva, es importante tener personal en los procesos regional y local involucrado en la

toma de decisiones. -Iniciativas de tecnología regional. Los proyectos de tecnología a menudo se inician y ejecutan a nivel regional y local de una entidad. A nivel mundial, son pocos los proyectos tecnológicos que benefician a toda una corporación. Un ejemplo principal de un proyecto de tecnología global es **ERP**, que por lo general se extiende por la empresa. Aunque e-Procurement puede beneficiar a toda la empresa, a menudo se inicia dentro de una oficina o región. Una vez más, la corriente proyectos de tecnología previstas deben ser evaluados al considerar e-Procurement. Se debe estar seguro que la decisión está en línea con la planificación estratégica de la tecnología estratégica y que cumplirá las expectativas. Una vez realizada una prueba piloto de la solución de e-Procurement se haya demostrado, los ejecutivos pueden querer ampliarlo a toda la compañía.

□ **Iniciativas de tecnología local.** Las consideraciones locales son similares a las iniciativas de tecnología regional; la principal diferencia es la funcionalidad y la perspectiva. A nivel local (oficinas o departamentos) el punto de vista es mucho más desde una perspectiva del usuario final. Esto es sobre todo cuando se realiza el análisis de *front-end*. ¿Cuál es el proceso de adquisición actual?, ¿cómo puede mejorarse?, ¿qué funcionalidad se requiere de la solución e-Procurement? Estos son los tipos de preguntas a realizar a nivel local. El personal de tecnología, como recurso humano es excelente para identificar los desafíos locales, su capacitación y el tipo de formación que pueda ser necesaria. Es importante incluir a las partes interesadas a todos los niveles al considerar una nueva iniciativa tecnológica.

Consideraciones de la implementación

□ Al evaluar la decisión final, hay dos puntos críticos a considerar: la organización y la técnica. En la toma de decisiones es muy probable que se realice desde un punto de vista *topdown*. En otras palabras, la dirección ejecutiva evaluará la iniciativa desde el nivel global de la empresa.

□ Los ejecutivos por lo tanto, trabajarán con las direcciones regional y local para garantizar que la e-Procurement es la iniciativa correcta. ¿Hay prioridades que hay más altos?, ¿existe confianza en la tecnología?, ¿está la cultura organizacional lista para un cambio completo del proceso de negocio?

□ Estas son sólo algunas de las preguntas iniciales para responder al hacer la decisión final. Las medidas de reducción de costos son sin duda una gran prioridad, y la solución e-Procurement es apta para reducir costos tangibles e intangibles en un período corto de tiempo. Los desafíos son considerables en muchos aspectos, pero generalmente no hay recompensa sin tomar un riesgo.

□ Si la solución e-Procurement se ajusta en una organización, debe ser aceptada e instalada. Si su organización no está preparada para el e-Procurement, no soportará las dificultades tecnológicas el alto riesgo.

Fuente: De la Fuente-García, D.; García Fernández, N.; Fernández-Quesada, I (2002) y Bidgoli (2004)

Situados en un entorno de mercados virtuales propio de internet, una empresa puede establecer relaciones con sus partes dentro de la cadena de suministros de tres formas diferentes:

- **e-Procurement**, nos estamos refiriendo a una plataforma que permite la realización de los procesos de compras a través de internet
- **web selling**, plataforma que permite comercializar productos a través de la red

- **e-marketplace**, se refiere al mercado virtual que permite la compra-venta entre proveedores y consumidores.

La puesta en práctica de sistemas e-Procurement no es bien recibido por algunos responsables de compras, aduciendo que *se pierde la ventaja competitiva* que radica en la negociación con el proveedor. Sin embargo, para los más reacios a la adopción del sistema, podemos señalar que hay compras rutinarias, compras de productos básicos cuyo coste es bajo y su riesgo de suministro también es bajo, compras de productos para los que hay muchos proveedores en el mercado, en las cuales, el esfuerzo negociador requerido es mínimo y el ahorro en tiempo y coste que se obtiene ante al automatismo aportado por el e-Procurement justifica perfectamente su utilización.

Tipos

Algunas empresas prefieren establecer una diferenciación previa como el mostrado en la **Tabla 9.4**.

Tabla 9.4. e-Procurement y sus tipos

Subdivisiones
<p>□ Indirecto. Implica la compra de cualquier artículo requerido para la actividad diaria. Los tipos comunes de transacciones indirectas incluyen suministros de oficina y equipo, viajes, piezas de recambio, y así sucesivamente. En un entorno corporativo típico, representa más del 60 % de todas las compras, por lo general, tramitado por el usuario final. El e-Procurement indirecto puede subdividirse en ORM y MRO. ORM (<i>Operating Resource Management</i>) o actividades que son relacionadas al quehacer diario del negocio, no necesariamente a asociadas a la producción el mismo; son los productos y servicios utilizados para facilitar las rutinas diarias del negocio, tales como equipos de oficina, viaje, muebles, computadoras e impresoras . Estos tipos de compras por lo general implican artículos de alto volumen y bajo costo, que se compran en función de las necesidades. MRO (<i>Maintenance, Repair and Operations</i>) o actividades que son relacionadas a la producción de la organización, e incluye las compras necesarias para mantener la producción y el funcionamiento, tales como piezas de repuesto y el mantenimiento de equipo de fabricación. Hacer un pedido de estos productos MRO es más complejo que los ORM debido a los volúmenes variables, la necesidad para programar los servicios de manera regular, y la naturaleza crítica de la compra</p> <p>□ Directo. Es cualquier compra que hace una empresa que directamente se relaciona a la producción del producto que vende. Por ejemplo, para una empresa de fabricación de computadoras, la adquisición directa incluiría la compra de discos duros, tarjetas de memoria,</p>

circuitos, CD- ROM, y así sucesivamente. La contratación directa es a menudo una parte del SCM., la cual es una solución que automatiza la contratación y las actividades relacionadas con la compra

de las materias primas, piezas y conjuntos necesarios para la fabricación de productos terminados. Puede ser más complejo que el e-Procurement indirecto para las compras **MRO** porque la empresa a menudo compra de materiales en grandes volúmenes a un limitado número de vendedores a través de un número limitado de transacciones. Además, los materiales pueden ser especializados y hechos a la medida, creando aún más complejidad. El e-Procurement directo es considerado de misión crítica, ya que un número creciente de empresas estarán desarrollando estrategias de e -procurement específicas a tales compras. En particular, los expertos prevén un aumento de enfoque en las estrategias de e-procurement directas entre las empresas manufactureras, el cual llega a ser hasta el 60 % de su gasto total en adquisiciones.

e-Procurement por diferenciación del producto comprado

- e-Procurement simple: referido a la compra de bienes y servicios que requieren un proceso sencillo de compra.
- e-Procurement complejo: los bienes y servicios de adquisición son de una relevancia tal que se requiere una selección y evaluación previa de los posibles proveedores.
- e-Procurement estratégico: Solamente se ejercita el sistema con un pequeño grupo de proveedores preseleccionados y evaluados capaces de garantizar un buen precio y poder reaccionar ante una demanda imprevista.

e-Procurement por diferenciación de servicio

- **ERP** basada en Web (*Web Based ERP*): crear y aprobar requisiciones de compra, realizar órdenes de compra y recibir mercancías y servicios a través del uso de una solución de software basada en la tecnología de Internet.
- **e-MRO** (*Maintenance, Repair and Operations*): Lo mismo que la **ERP** basada en Web, excepto que los bienes y servicios ordenados son suministros de **MRO** no relacionados a productos.
- **e-perfilación (e-sourcing)**: Identificar nuevos proveedores para una categoría específica de requerimientos de compra usando tecnologías de Internet.
- **e-licitación (e-tendering)**: Enviar peticiones para información y precios a proveedores y recibir las respuestas de los mismos, usando tecnologías de Internet.
- **e-subasta revertida (e-reverse auctioning)**: Usar tecnologías de Internet para comprar bienes y servicios de un número de proveedores conocidos o desconocidos.
- **e-información (e-informing)**: Reunir y distribuir información de operaciones tanto de cómo para entidades internas y externas usando tecnologías de Internet.
- **e-sitios mercantiles (e-marketsites)**: Se expande sobre la **ERP** basada en web para abrir cadenas de valor. Las comunidades compradoras pueden acceder a productos y servicios de proveedores preferidos, añadir a carros de compra, crear requisiciones, buscar aprobación, emitir recibos de órdenes compra y procesar facturas con integración a las cadenas de proveedores y sistemas financieros de compradores.

Fuente: recopilación propia

La cadena de valor del e-Procurement consiste en manejo de pedidos, e-tendering, e-auctioning, manejo de vendedores, manejo de catálogos y manejo de contratos. El manejo de pedidos es el volumen de trabajo involucrado en la preparación de licitaciones.

Esta parte de la cadena de valor es opcional, con los departamentos individuales de procuración definiendo su proceso de pedimento. En las labores de procuración, la aprobación administrativa y la sanción técnica son obtenidas en formato electrónico. En la procuración de los bienes, la actividad de generación de pedimentos es hecha en línea.

El resultado final de la fase es tomado como entradas para emitir el **NIT** (*Negative Income Tax*). Los elementos del e-Procurement incluyen peticiones de información, peticiones de propuestas, peticiones para cotizaciones, **RFx** (*Request For*, los tres anteriores juntos) y **e-RFx** (programas para manejar proyectos de **RFx**)

Estrategia de implementación

Dado que las soluciones de **MRO** son mucho más complejas que las implementaciones **ORM**, muchas empresas persiguen la estrategia **ORM** primero y el seguimiento con la **MRO** y las iniciativas de compra directa, como una segunda fase. Las ventajas de este tipo de aplicación gradual son dos.

En primer lugar, se pueden producir ahorros financieros inmediatos mediante la implementación de un plan de e-Procurement relacionada con compra productos **ORM** sin contrato, tales como los suministros de oficina. Por medio de contratos de compra y estableciendo descuentos prenegociados con los proveedores estratégicos, una empresa puede detener las compras de una persona promedio y lograr ahorros significativos de dinero.

En segundo lugar, la naturaleza de misión no crítica de los productos **ORM** permite a una organización implementar estrategias de prueba rápida (*test run*) sin poner en peligro el corazón de su negocio.

Esta reducción del riesgo proporciona a la empresa tiempo para aprender y modificar sus planes y actividades. Además, una tecnología como solución para la compra de suministros y equipo de oficina, es más fácil, más rápida y más

eficiente que una solución de e-Procurement integral única para todas áreas. Este enfoque de aplicación puede generar varios escenarios, dependiendo del tipo de organización.

Las organizaciones con aversión al riesgo pueden querer tomar pequeños pasos y demostrar la funcionalidad y capacidades técnicas antes de realizar un gran emprendimiento.

En este caso, se puede implementar por ejemplo, el acceso rápido a catálogo para un pequeño grupo de usuarios. Una vez que esta funcionalidad haya demostrado su valor, otra pieza puede añadirse a la solución, y así sucesivamente hasta que se establezca una solución completa de e-Procurement.

Esta metodología requiere más tiempo y dinero para poner en práctica pero asegura su implementación al realizarse por fases. Una estrategia a considerar es lo que realizan la mayoría de las organizaciones, que es la de centrarse de **ORM**.

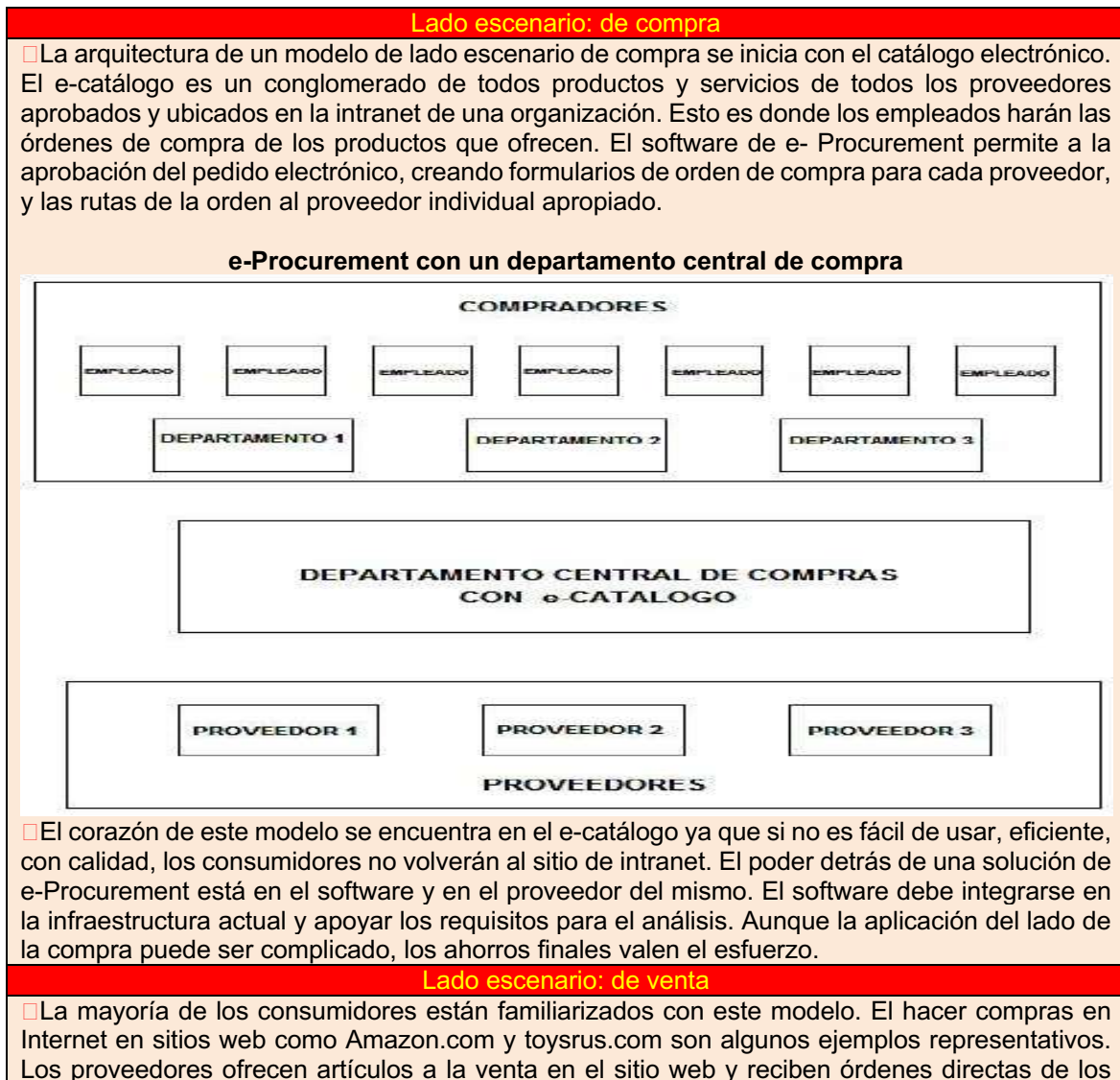
Al darse cuenta de ahorro de costes, ahorro de tiempo, y el aumento de la eficiencia de los procesos, las soluciones de e- procurement están siendo consideradas e implementadas para uso como **MRO**. Los expertos de la industria actualmente están pronosticando una consolidación entre e-Procurement directo y la e-Procurement indirecto a largo plazo a fin de que las organizaciones simplifiquen sus procesos de manera eficiente, económica, competente, evitando la división de recursos y capacidades de la firma, con reducción de costes, aumento de productividad y mejores precios al consumidor.

La consolidación de **ORM** y **MRO** requiere de plataformas electrónicas robustas para su implementación, así como de políticas de intervención del Chief Procurement Officer (**CPO**) en turno.

Arquitectura

Debido a que hay varias entidades que participan en la ejecución con éxito de una solución de e-Procurement completa, la arquitectura varía de una compañía a otra y depende de qué parte del proceso, como lado escenario es responsable (es decir, como: comprador o proveedor). Ver **Tabla. 9.5.**

Tabla 9.5. e-Procurement y los elementos de su arquitectura básica



consumidores.

- En un nivel más complejo, la integración de los proveedores con las grandes organizaciones pueden interactuar con el procesamiento de aplicaciones de pedidos *back-office* del consumidor. Incorporando sistemas **SCM** (*Supply Chain Management*) con e-procurement a los proveedores reponer el inventario de forma automática y reducir posibles retrasos.
- Más recientemente, los proveedores tienen la funcionalidad añadida para actualizar el consumidor con información del estado de los pedidos en tiempo real a través de e-mail.

e-Procurement con empleados empoderados



- Al igual que el modelo de lado escenario de compra, el corazón del modelo de la parte de venta es el e-catálogo. El e-catálogo da la visibilidad proveedor y las unidades de negocio del consumidor. Técnicamente, el modelo de lado venta, suele ser más fácil de implementar, pero es importante asegurarse de que se encuentren las mismas normas en uso en el proveedor y el comprador y que los niveles de calidad y servicio sean monitoreados de cerca.

e-Catálogos

- Uno de los componentes más difíciles de implementar en una solución de e-Procurement, es el e-catálogo. El establecimiento de un e-catálogo efectiva requiere una planificación significativa, así como de capacidades de búsqueda para las comparaciones de los elementos.
- En adición, el mantenimiento del sistema puede llegar a ser una preocupación importante: ¿quién va a mantener el e-catálogo?, ¿dónde será alojado el e-catálogo?, ¿con qué frecuencia se actualizará el e-catálogo? ¿cuál será el proceso para mantener el catálogo? ¿Como se manejarán las peticiones especiales? La mayoría de las implementaciones se centran en la eficiencia de las transacciones y el proceso de abandono de la gestión del proyecto.
- La compleja y lenta tarea de desarrollar e-catálogos ha traído una nueva empresa en el mercado: el agregador de contenido (*content aggregator*).
- De acuerdo al Portal SearchSoa (2016), un *content aggregator* es un individuo u organización que reúne contenido Web (y / o, en ocasiones, aplicaciones) de diferentes fuentes online para su reutilización o reventa.

Hay dos tipos de agregadores de contenido:

- Los que simplemente se reúnen materiales de diversas fuentes para sus sitios web , y
- Los que se reúnen y distribuyen contenidos para satisfacer las necesidades de sus consumidores. Este último proceso se llama **sindicación** (*syndication*) que es el suministro de material para su reutilización y la integración con otros materiales, a menudo a través de una suscripción de servicio de pago.
- El ejemplo más común de la sindicación es en los periódicos, en los contenidos, como noticias de alambre de servicio, cómics, columnas , horóscopos, y crucigramas suelen ser contenido sindicado). Oxynade (<http://www.myupcoming.com/en/>); Loud3r (<http://www.loud3r.com/>);

bolabanget (<http://www.bolabanget.com/>) son ejemplo de empresas que ofrecen *content aggregator* para su reventa. Éstos trabajan con los proveedores para recopilar información y entregarla en un formato estandar, fácil de buscar (ver Portal Intel, 2015). Esto conlleva a la definición de la Gestión de Contenidos (**CMS. Content Management Systems**) como un proceso inherentemente colaborativo. □ Este sistema es usado para administrar el contenido de un sitio web.

Típicamente un **CMS** consiste de dos elementos: la Aplicación de Administración de Contenido (**CMA. Content Management Application**) y la Aplicación de Entrega de Contenido (**CDA. Content Delivery Application**). El **CMA** permite al administrado de contenidos o autor, quien no necesita tener conocimientos de **HTML**, administrar la creación, modificación, y eliminación de contenido de un sitio web sin necesitar la experiencia de un Webmaster. El **CDA** usa y compila la información para actualizar el sitio web. Las características de un sistema **CMS** aunque varían, casi todos, incluyen la edición del sitio web, formatos de administración, control de revisión, indexado, búsqueda y recuperación. Ejemplos de empresas que diseñan e implementan **CMS** son: Aspect (<http://www.aspect.com/>), Moreweb (<https://morwebcms.com/>); 10UP(<http://10up.com/>); (<http://divvyhq.com/>). Existen versiones accesibles para empresas Pyme.

Los **CMS** a menudo se componen de las siguientes funciones y responsabilidades básicas:

- **Creador (Creator)**. Responsable de la creación y edición de contenidos.
- **Editor**. Responsable de afinar el mensaje contenido y el estilo de la entrega, incluida la traducción y localización.
- **Editorial (Publisher)**. Responsable de liberar el contenido para su uso.
- **Administrador.(Administrator)**. Responsable de la gestión de los permisos de acceso a carpetas y archivos, generalmente se logra mediante la asignación de derechos de acceso a los grupos de usuarios o roles. Los administradores también pueden ayudar y apoyar a los usuarios de varias maneras.
- **Consumidor, Visor o Invitado (Consumer, Viewer o Guest)**. La persona que lee o tiene en su contenido después de que se publica o se comparte lo contrario. Aunque algunos *content aggregators* del **CMS**, ofrecen e-marketplaces, es importante considerar sitios como **B2B** Tradeshow (<http://www.b2b-tradeshow.com/>); Vortal (<http://www.vortal.biz/>); Asiatradex (<http://www.asiatradex.com/Home>); Bigbos4you (<http://www.bigboss4you.com/>). Las tecnologías mencionadas, permitirán que un e-catálogo, corazón del e-Procurement sea diseñado para atraer a los consumidores, de manera fácil y efectiva. Vea algunos ejemplos de desarrolladores de software **CMS**



Consideraciones Tecnológicas

- Aunque un standard de e-Procurement no existe, cada organización tiene una infraestructura tecnológica puesta en marcha que se debe aprovechar. Las soluciones de e-Procurement deberán ser integradas dentro de dichas infraestructuras o implementadas dentro de una solución técnica más amplia tal como un **ERP**, por ejemplo. Así, las arquitecturas e-Procurement varían de una a otra organización y serán ciertamente diferentes entre proveedores y compradores, dada su naturaleza.
- Debido a lo anterior, las soluciones necesitarán adaptarse a las estrategias del momento. Aún así, existen algunas consideraciones básicas como: considerar si se encuentran uno o más proveedores que intervengan en diferentes etapas de la solución; si la solución será integrada con otro(s) sistema(s); cómo serán los nuevos procesos de interacción con los e-catálogos así como los eventos de compra; considerar si el propio portal es un elemento de mejora en la solución planteada, entre otros.
- Al evaluar la arquitectura, se deberán responder varias preguntas importantes más allá de las tecnológicas: ¿cómo es actualmente la cultura organizacional?, ¿cómo aceptan el uso de las **TI**?, ¿está centralizado o descentralizado el proceso de compra en sitio?, ¿debe la solución e-Procurement de compra estar o no centralizada?
- Las respuestas a estas cuestiones pueden ser críticas para el diseño de la arquitectura y futuro proceso de negocio. Para ser exitoso, es crítico el proceso de negocio actual y determinar qué cambios se llevarán a cabo. Asegúrese de tener acceso directo a los *stakeholders*, especialmente a nivel usuario final (*end user*). Esto último hace que los cambios sean más suaves y rápidos.

Los sistemas de pago

- Desde una perspectiva técnica, uno de los elementos más difíciles para implementar en una solución de e-Procurement es el sistema de pago automatizado. La falta de normatividad, representa la mayoría de preocupaciones en esta área. En las últimas dos décadas del siglo XX, **EDI** había sido el método para la transmisión electrónica con una normatividad ampliamente reconocida.
- Desafortunadamente, sólo las empresas de gran tamaño y recursos, eran capaces de tomar ventaja de **EDI**, debido al alto costo y la complejidad que conllevaba.
- En 1996, sin embargo, un nuevo desarrollo llamado Lenguaje Extensible de Marcas Estándar (**XML**, *Extensible Markup Language*) prometió una solución asequible para transacciones seguras de los datos de negocio entre las empresas a través de Internet.
- Una variedad para proveedores fueron **SWIFT** y **ACORD** que trabajaban para entregar formatos **XML** de forma alternativa y el que continúa como el método de reemplazo de **EDI**. En 1998, el *Data Interchange Standards Association (DISA)* concedió que el **XML**, como tecnología basada en web podría probablemente reemplazar a la añeja American National Standard Institute (**ANSI X12 EDI**) como el estándar **B2B** en el intercambio de datos de negocio. Los estándares **XML** de hoy, están individualmente estructurados por la industria, **sin embargo, no son consistentes entre sectores**.
- Por ejemplo, la industria de los servicios financieros usa los estándares **XML** de la **SWIFT** Cooperative, mientras que la industria de los seguros usa los estándares de formatos **XML** basados en **ACORD**. Igualmente entre los proveedores de software los estándares **XML** son diferentes. **ARIBA** usa **cXML (Commerce XML)**, mientras que **Commerce One** usa **xCBL (XML. Common Business Library)**.
- Aunque lo básico de **XML** se encuentra intacto, los estándares tienen variaciones. Para las compañías de servicios financieros, hacer transacciones con una compañía automotriz, le requiere la instalación de *middleware* necesario para hacer la traducción de los mensajes. Sin embargo, La meta final prevalece, obtener un solo estándar **XML**.

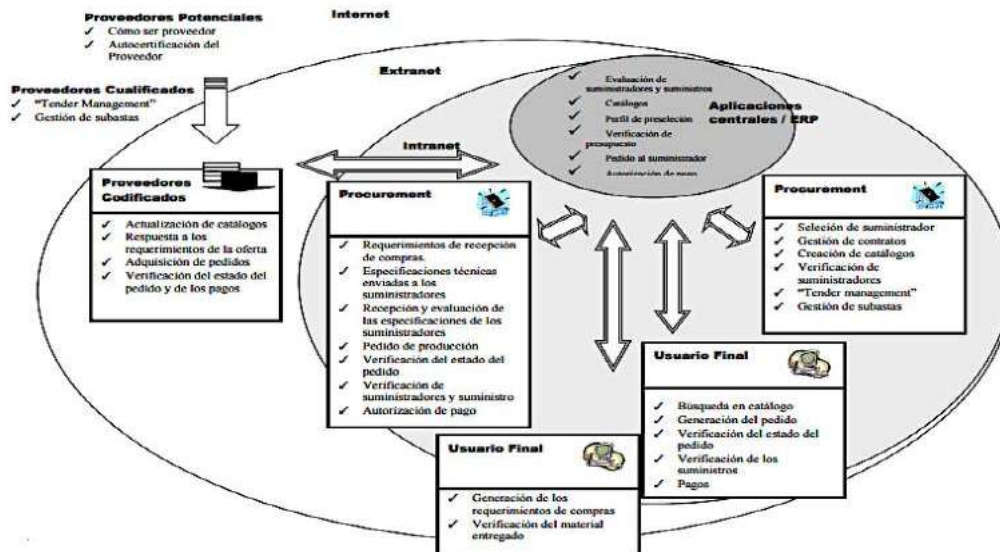
Fuente: Bidgoli (2004)

Puesta en práctica

En la puesta en práctica del e-Procurement se pueden diferenciar los siguientes elementos básicos:

- Un registro de proveedores.
- Un catálogo de productos mediante el que la empresa informa a los proveedores de cuáles son sus necesidades.
- Un soporte de proceso o programa que permite la compra electrónica.
- Una subasta inversa (o *reverse auction*), mediante la cual, la empresa compradora no realiza los pasos tradicionales de búsqueda de proveedores, sino que son los proveedores quienes se acercan a la empresa compradora y pujan por conseguir la adjudicación de la orden de compra. Ver **Figura 9.1**

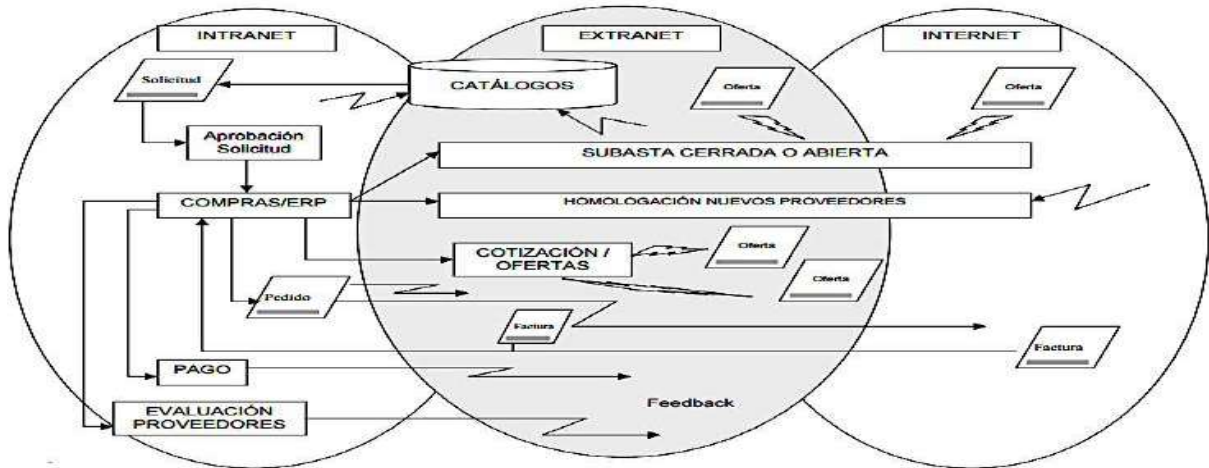
Figura 9.1 e-Procurement y su arquitectura más compleja



Fuente: Casalins, F. (2001)

- Así también, se representa cómo está incluido el proceso dentro de la red. Ver **Figura 9.2.**

Figura 8.2. e-Procurement dentro de la intranet, extranet e internet



Fuente: Casalins, F. (2001)

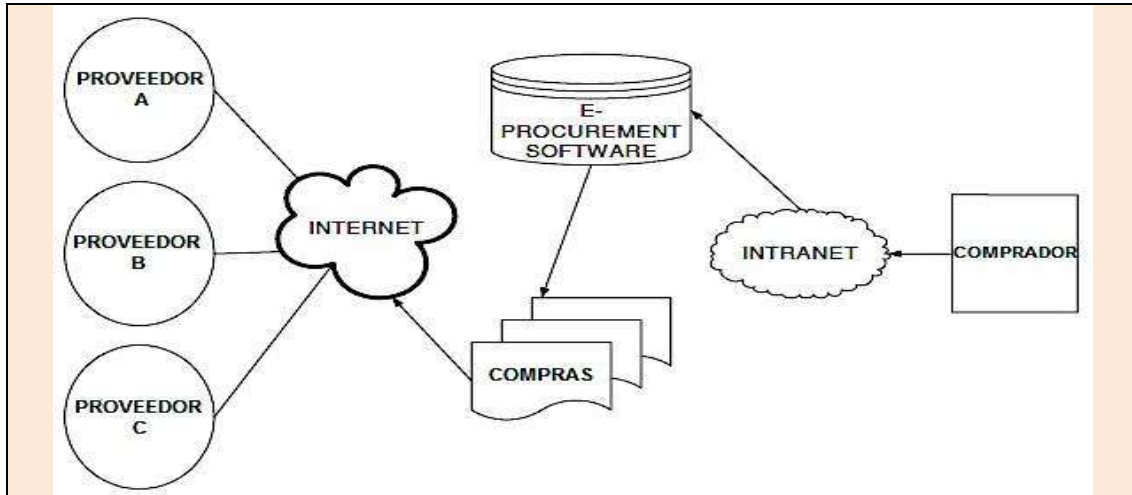
Relación con su estructura en el SCM

El e-Commerce es un área muy amplia que aumenta su ámbito de aplicación diariamente. El e-procurement es un área dentro del e-Commerce bajo el **SCM**, un concepto que engloba todas las actividades en torno a las relaciones comprador-proveedor para previsión y planificación de la producción a través de entregar el servicio al consumidor y la gestión de pedidos.

El grupo de **SCM** identifica los puntos finales como el consumidor del consumidor (*customer's customer*) y el proveedor del proveedor (*supplier's supplier*). El abastecimiento final es pequeño, pero costoso, motivo del **SCM**. Así, se determinan dos mercados como abastecimiento. Ver **Tabla 9.6**.

Tabla. 9.6.e-Procurement mercados vertical y horizontal con esquemas centralizado y descentralizado

Mercados verticales
<p>□ Los mercados verticales se centran en una industria en particular, como los financieros, las telecomunicaciones o el transporte, y puede atender a un grupo de consumidores. Muchos proveedores, especialmente en el sector manufacturero, se estructuran como mercados verticales para artículos de nicho. Por ejemplo, algunos de los principales concentradores verticales, son: chemdex.com (http://www.chemdex.org/), o esteel.com (http://esteel.com/). A menudo estos concentradores verticales proporcionan noticias de actualidad y otros contenidos de interés en sus sitios web.</p> <p>□ Muchos compradores utilizan proveedores de mercado verticales por necesidad, ya sea debido a que requieren productos de nicho o por el servicio especializado. Un proveedor de mercado vertical, entiende y atiende una industria en particular, en profundidad y trabaja estrechamente con sus compradores para mejorar los productos y procesos, tanto del comprador y en la perspectiva de los proveedores. Esto es, se encuentra muy cercano a su socio. El concentrador proporciona similares servicios y beneficios de una solución de e-Procurement <i>in house</i>, pero en una escala mucho más pequeña y mucho más limitada. En pocas palabras, un concentrador de mercado vertical proporciona a los compradores, accesos directos a proveedores miembros, reduciendo así los costos del producto mediante la eliminación de los intermediarios.</p>
Mercados horizontales
<p>□ Los mercados horizontales se centran en categorías generales que cruzan múltiples industrias, como la de software, electricidad o servicios públicos. Aunque la mayoría de los mercados electrónicos están estructurados verticalmente, los mercados horizontales están empezando a expandirse. Un excelente ejemplo de un proveedor horizontal es una oficina de tienda de suministros, como Office Depot (https://www.officedepot.com.mx/) u Office Max (https://www.officedepot.com.mx/).</p> <p>□ Todas las empresas requieren bolígrafos, lápices, papel, y así sucesivamente. Las tiendas de suministros de oficina no se centran en una industria en particular ya que distribuyen a todo tipo de empresas. Otros, tipos de proveedores horizontales menos tangibles, son las empresas de gas y electricidad. Estas empresas ofrecen cubrir una necesidad básica para todos, independientemente de la empresa en cuestión. Al igual que los compradores y los proveedores del mercado vertical, los concentradores horizontales permiten el acceso directo a los proveedores por lo tanto, reducen costes. La ventaja de convertirse en un miembro proveedor de un concentrador horizontal es el aumento de la visibilidad por lo que es un potencial para obtener mayores ventas. Las organizaciones pueden necesitar usar tanto en los mercados verticales y horizontales. Justo como el e-Procurement indirecta y/o directa se están moviendo lentamente hacia una sola entidad, los mercados verticales y horizontales, probablemente se fusionarán en la próxima década y llegarán a ser una medida que más empresas implementen en la e-Procurement.</p>
Esquema centralizado
<p>□ A mediados de 1980, la mayoría de las empresas tenían un esquema centralizada de abastecimiento. Todas las compras tenían que pasar por un solo departamento de compras. Ver:</p> <p style="text-align: center;">e-Procurement de arquitectura centralizada</p>



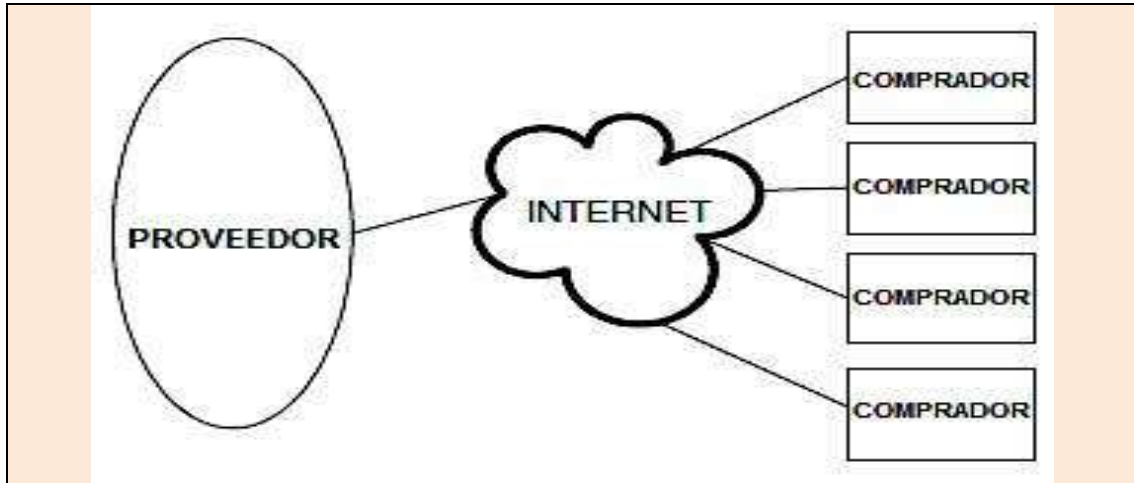
En una organización más grande, con multiubicación podría haber sido tenido una oficina de compra por región o tener un sólo departamento de compras en la sede central, donde todos los artículos fueran aprobados y ordenados. Aunque el proceso centralizado aparentemente es engorroso, tiene ventajas clave como:

- **Control.** La organización se reserva el conocimiento de compra y gestiona mejor los gastos.
- **Proveedores.** Todos son contractuales; factores tales como precios, calidad, especificaciones y Acuerdos de Nivel de Servicio (**SLA. Service Level Agreement**) son pre-negociados.
- **Standardización.** Los formularios, órdenes, políticas y procedimientos de compra, son uniformes en toda la compañía.
- **Eficiencia.** Las órdenes de compra se hacen sobre proveedores certificados con la facturación y el pago suele ser centralizada en el departamento de compras.
- Así, todas las órdenes de compra se realizan a través del usuario final debiendo ser enviadas al departamento de abastecimiento centralizado para su revisión y aprobación. Este proceso logra reducir el ciclo de tiempo de compra por negociaciones previas, reduce costos, reduce las compras disidentes eficientando el proceso.
- La principal desventaja de adquisición centralizada es el tiempo. Debido a las múltiples capas de la aprobación, la compra desde la perspectiva de un empleado es a menudo larga e incómoda. Un departamento de compras puede retrasar pedido hasta que haya suficiente demanda o exista la necesidad de un producto y/o servicio en particular.
- Aunque esto puede ayudar a reducir los costos a través de una mayor compra, el coste global es mayor teniendo en cuenta la pérdida de productividad, probable inconformidad de compra por el usuario final, y el esfuerzo adicional en el seguimiento de la adquisición, retención y/o rechazo del bien, producto y/o servicio. Estas desventajas se eliminan fácilmente a través de un e-Procurement descentralizado.

Esquema descentralizado

- A finales de 1980, el paradigma comenzó a cambiar hacia descentralización. Las empresas querían agilizar el proceso y realizar algunos ahorros de tiempo y costo través de la contratación descentralizada e-Procurement de arquitectura descentralizada (empoderamiento del empleado).

e-Procurement de arquitectura descentralizada (empoderamiento del empleado)



- Pese ser todavía un proceso impulsado por papel, ahora una persona o administrador estaba facultado a ordenar artículos de bajo costo sin previa aprobación. Hay muchas estrategias y niveles de descentralización.
- Algunas compañías permiten la facturación y el pago para convertirse en el departamento responsable, mientras que otros dejan esto al departamento de compras.
- La responsabilidad de las áreas de adquisiciones, oscilan entre la duplicación de las órdenes (la orden se introduce dos veces pero sólo se envía una vez) hasta completar la autonomía y se centran en el abastecimiento estratégico y gestión de proveedores.
- Esta responsabilidad depende de la necesidad y el deseo para el control a nivel corporativo.
- La eficiencia se gana a través de los e-catálogos, reducción en los errores de las órdenes de compra, reducción de costos por medio de los proveedores con una mejora notable de la productividad.

Arquitectura por servicios, procesos y roles

- El esquema por servicios, se traduce en lo mostrado

Arquitectura por servicios

Portalware

Interface del portal de usuario			
Administración de Usuario	Registro	Comunidad	Suscripción

Aplicaciones

Procurement	Procesamiento de pedido	Cadena de suministro	Colaboración	Servicio de subasta
-------------	-------------------------	----------------------	--------------	---------------------

Sección de servicio

Facturación	Rastreo	Exportación
Pago	Impuestos	Archivo

Plataforma

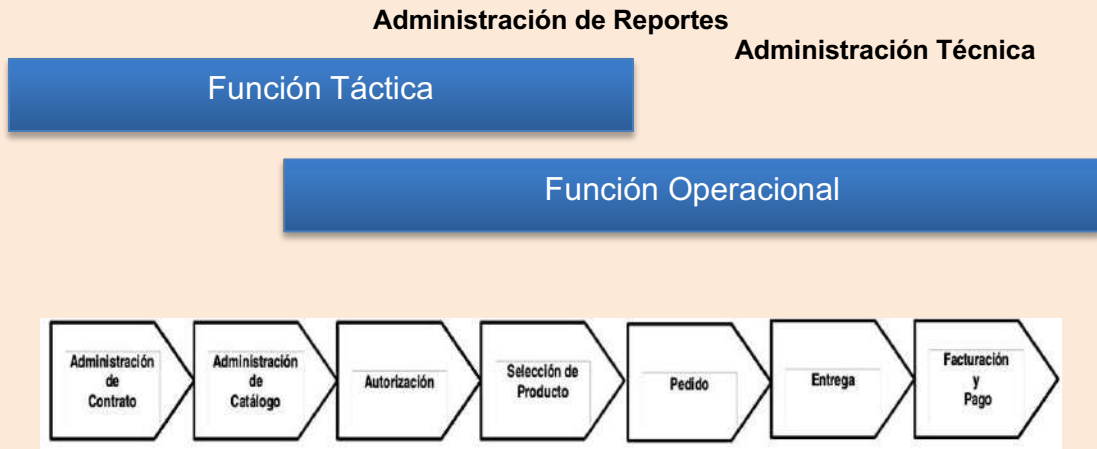
Registro	Repositorio	Seguridad	Administración	XML
Máquina de transacciones				

- El esquema de procesos, se basa en la función estratégica de la compra como: desarrollo de mercados y de productos, políticas y objetivos de compra, hacer o comprar, involucrando

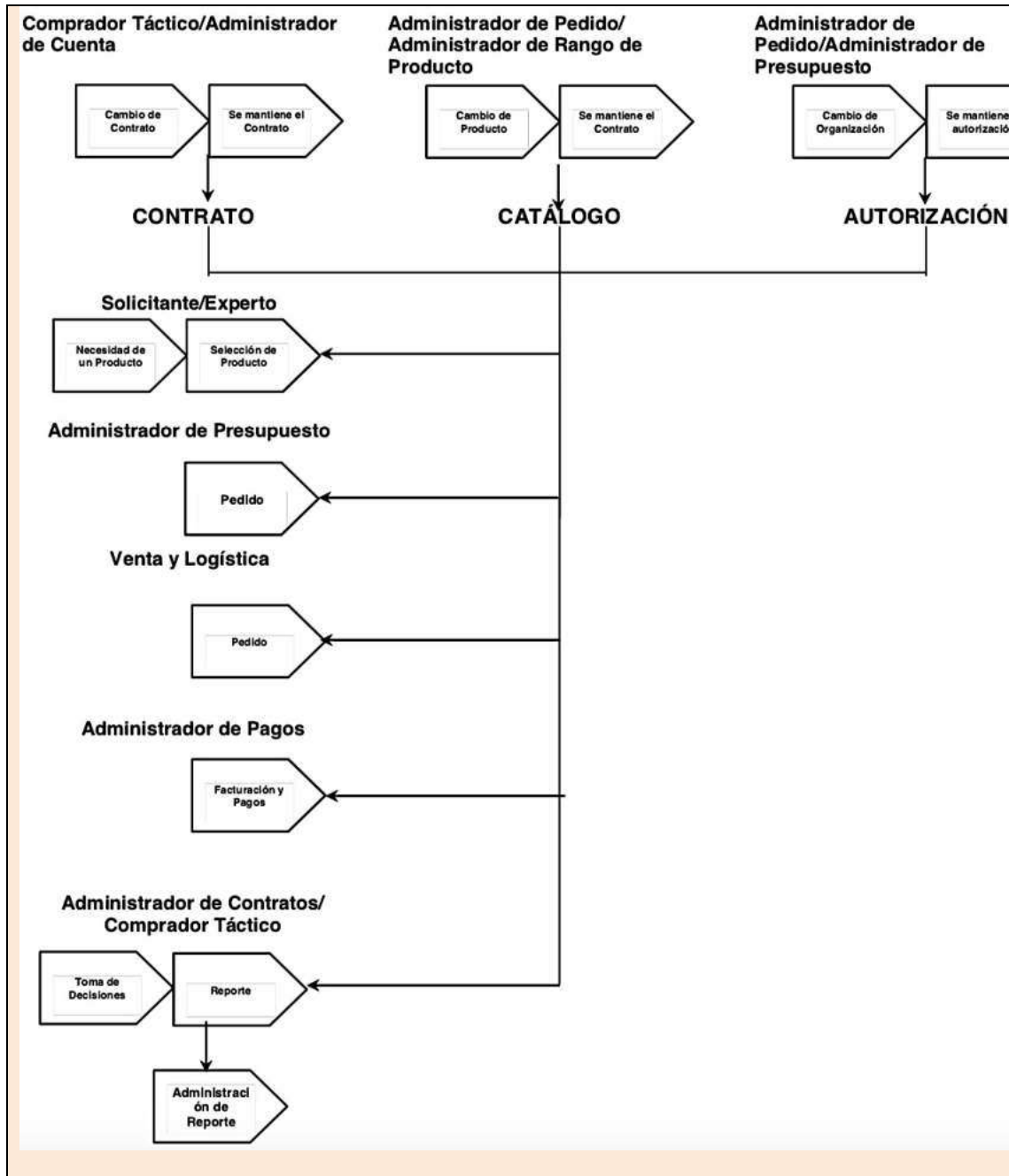
diversas etapas, como se muestra.

e-Procurement y sus etapas de proceso

- Función de compra estratégica
- Desarrollo de mercados
- Desarrollo de productos
- Objetivos y políticas de compra
- Hacer o comprar



Así, arquitectura y procesos, producen roles de los participantes tales como: el administrador de sistemas, administrador de cuenta/comprador táctico, administrador del producto o de pedido, el administrador de presupuesto, el experto en requisiciones, el vendedor y logística, el administrador de ingresos, el administrador del contrato. Todos necesarios para que el e-Procurement pueda funcionar. Lo anterior se refleja en: e-Procurement y los diferentes roles



Fuente: Bidgoli (2004); Koorn et al. (2001)

¿Comprar o construir?

Una alternativa que se ofrece a las alta dirección es ésta, por lo que

deberá evaluar las posibilidades de acuerdo a intereses, presupuesto y la visión de largo plazo. **Ver Tabla 9.7.**

Tabla 9.7. e-Procurement ¿comprar o construir?

Consideraciones generales
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> La construcción vs. la decisión de compra debiera ser una obviedad. Existen muchos proveedores de calidad y probadas con experiencia en la e-Procurement. Debido a la extrema complejidad y la escala de una solución eficaz, el utilizar los servicios de los proveedores actuales es muy recomendable. <input type="checkbox"/> La construcción de una solución es poco probable realizarlo con recursos propios (<i>in-house</i>) para mantenerlos al día con el siempre cambiante entorno de la tecnología y las normas establecidas por los proveedores, los compradores y vendedores. <input type="checkbox"/> La documentación de los sistemas internos suele ser inexistente. El apoyo es generalmente pobre, pero que también puede ser el caso en la elección del proveedor equivocado. La pregunta más difícil de abordar es si contratar a una empresa de servicios para la instalación y la integración o utilizar personal interno. <input type="checkbox"/> Tomando en cuenta experiencias de la industria se dice que es difícil predecir el ROI y aún más difícil comparar el costo de la subcontratación vs la instalación de <i>in house</i> . Los principales factores que intervienen aquí son la experiencia, el personal, y el tiempo.
Perspectiva del comprador
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Construya su equipo <input type="checkbox"/> Escanee el ambiente <input type="checkbox"/> Consiga administración del soporte <input type="checkbox"/> Ajuste el e-purchasing a su estrategia de negocios electrónicos <input type="checkbox"/> Desarrolle su auditoría y revisión de <i>supply chain</i>. <input type="checkbox"/> Promueva velocidad y conveniencia <input type="checkbox"/> Administre y mejore las relaciones con el proveedor y su desempeño <input type="checkbox"/> Realice cambios continuos <input type="checkbox"/> Mantenga su enfoque estratégico <input type="checkbox"/> Cree interface de ventas en proyectos más complejos, establezca adicionalmente: <input type="checkbox"/> Establecer un ambiente de administración con: liderazgo, visión, compromiso, y procesos de cambio identifique a su consumidor. <input type="checkbox"/> Entienda a su consumidor en las necesidades de e-Procurement, tanto internos a su organización (CEO, CFO, ingeniería, mantenimiento) y externos (proveedores) <input type="checkbox"/> Determine las estrategias de e-Procurement. Hay muchas ventajas para promover la aceptación de una solución e-Procurement. Algunos de estos incluyen el ahorro a través de la reducción de precios de los productos y la reducción de costos de adquisición. <input type="checkbox"/> Estos ahorros provienen de varios canales, entre ellos las negociaciones de los proveedores, reducción de compras disidentes, el procesamiento directo y la eliminación de trámites basados en papel. Otra ventaja es el incremento de la satisfacción del usuario. <input type="checkbox"/> Los empleados tendrán la facultad de comprar productos necesarios para la rutina diaria y disfrutar de otros beneficios con menos complicaciones y un servicio de respuesta más rápida a la entrega. <input type="checkbox"/> Los múltiples proveedores y e-catálogos, pueden ser transparentes para el usuario final, incrementando la eficiencia y el ahorro en tiempos. Todas estas ventajas conducen a una mayor productividad al tiempo que reduce los costes. Además de las ventajas internas, los proveedores aumentan sus beneficios y transfieren parte de sus ahorros de costos a los

consumidores.

□ Al aumentar las ventas, la visibilidad con los usuarios finales se mejora, el costo de proveedores se reduce, disminuyendo errores, y el e-Procurement reducirá las transacciones y los retrasos de pagos. Estas son sólo algunas de las ventajas para comenzar la promoción al considerar e-Procurement.

□ Otro paso para ganar aceptación es evaluar los requisitos del comprador web y el administrador de compras. Los requisitos entre un consumidor individual y una empresa que utiliza e-Procurement varían un poco. Los compradores web quieren velocidad, integración, información, facilidad y opciones de navegación de navegación así como una persona de contacto de servicio.

□ Si el sistema es demasiado complicado o en el sitio web no funciona de manera eficiente, los consumidores querrán comprar su producto en otros lugares. La interfaz de usuario (*front-end*) se orienta hacia la web del comprador y, el funcionamiento interior del sistema (*back-end*) está dirigido a las necesidades de los gerentes de compras.

□ Ambas necesidades se deben cumplir para la solución de probar exitoso. En el pasado, las pequeñas empresas han excluido el e-Procurement debido al costo. En el entorno actual, sin embargo, cuentan con dos opciones: utilizar un e-marketplace o utilizar una firma de servicios financieros, como su banco. Con respecto a la primera opción, más y más mercados más verticales están apareciendo en Internet. Vento Corp. ha creado mercados para las ciencias de la vida industria.

□ Algunas de sus empresas son Promedix (<http://www.dreamsmedia.in/work/promedix-solutions/>) se especializa en suministros médico. La siguiente opción es aprovechar un banco u otra entidad financiera.

□ Muchos bancos, como Wells Fargo, Wachovia, Bank of America, Mastercard y American Express han creado alianzas para ayudar a las empresas más pequeñas a través de sus contratos corporativos.

□ Por ejemplo, Wells Fargo tiene un gran contrato con Boise Cascade como su proveedor. Por una pequeña cuota de membresía, los consumidores de negocios de Wells Fargo pueden aprovechar los precios del acuerdo Boise Cascade-Wells Fargo y la comprar vía Wells Fargo. American Express le proporciona a sus clientes corporativos, descuentos en varias plazas a través de sus contratos, tales como Federal Express and Office Max.

□ El uso de la tarjeta promueve el descuento automático. Así que, ¿cuál es la ventaja para la empresa de servicios financieros? Los ingresos.

□ El banco puede cobrar una cuota de afiliación; ahora bien, los ingresos reales vendrían a través de la financiación de los préstamos.

□ Por ejemplo, si un consumidor comercial de Wachovia requiere comprar 100 computadoras, a través de proveedores de Wachovia, la financiación se puede arreglar de inmediato a través del banco. En este escenario, Wachovia ofrece el préstamo y también cobra el impuesto de membresía. También crea una barrera más fuerte al consumidor para financiar otros lugares. □

□ Algunos ejemplos, son:

- **ERP's e-Procurement module** o *front-end* (ERP con modulo e-Procurement), Como: SAP (<http://go.sap.com/latinamerica/index.html>)

- **Stand-alone e-Procurement system** (sistemas e-Procurement en version stand alone). Como: rightworks (<http://www.rightworks.com/>); remedy (<http://www.remedyabsinc.com/>)

- **Intra/Internet-based system** (Sistemas basados en intranet/internet). Como: IBM, Cisco, Rabobank, etc.

- **Buying organisation marketplace** (marketplace de organización de compra). Como: global next (<http://globalnext.org/>)

Perspectiva del proveedor

□ Como se dijo anteriormente, muchos proveedores implementen sistemas **SCM** en su organización. Tiene sentido utilizar este sistema como e-Procurement porque establece acceso

directo a los proveedores y reduce los costos.

□ Además, **SCM** puede tener módulos *add-on* para la contratación pública electrónica o puede estar integrado dentro del sistema.

□ Una ruta alternativa es el comprar la solución de software que se integrará en el infraestructura actual. Como se mencionó anteriormente, la construcción de una solución tomará más tiempo y dinero pero el esfuerzo se debe evaluar si realmente vale la pena.

Algunos ejemplos son:

□ Los sistemas de ordenamiento por e-catálogo (*ordering catalogue system*) como: Cisco (ver: <http://www.cisco.com/>).

-Los proveedores relacionados al marketplace (*vendor-related marketplace*) como: elemica (<http://www.elemica.com/index.html>) y orderzone (<http://www.orderzone.com/OrderZone/>)

Perspectiva del intermediario

A menudo, los intermediarios ofrecen servicios adicionales como:

□ Los *EDI Value Added Network with Internet offering* (VAN. Por ej. las redes de los proveedores con Walmart)

□ Los directorios (*vendor directories o yellowpages*. <http://www.yellowpages.com/>)

□ Los e-marketplaces independientes (*independent online marketplace*), como: supplyworks. <https://www.supplyworks.com/>; tradezone. <http://www.tradezone.co.nz/> ; tradelink. <http://www.tradelink.com.hk/eng/index.html>), (Online auction o subastas (clickz. <https://www.clickz.com/>) y online tendering and bidding u ofertas online (PublicPurchase. <http://www.publicpurchase.com/>)

Fuente: Bidgoli (2004)

Plataformas software

El e-Procurement tiene la ventaja de obtener el manejo de cadena de suministros al siguiente nivel, proveyendo información en tiempo real al vendedor con respecto al estatus de las necesidades de los consumidores.

Por ejemplo, Un vendedor puede tener un acuerdo con un consumidor para embarcar automáticamente materiales cuando el nivel de existencias del consumidor alcance un punto bajo, esto evita la necesidad de que el consumidor pida el abastecimiento correspondiente.

De acuerdo a la plataforma vigente se muestran los **10** desarrolladores más importantes de e-Procurement. **Ver Tabla 9.8.**

Tabla 9.8. e-Procurement y las 5 plataformas de software más solicitadas

Software	Enlace
	<p>Perfil https://www.capterra.com/p/111529/Market-Dojo/</p>
 <p>Sastrify</p>	<p>Perfil https://www.capterra.com/p/227947/Sastrify/</p>
	<p>Perfil https://www.capterra.com/p/83439/Fraxion-Spend-Management/</p>
 <p>Procurify</p>	<p>Perfil https://www.capterra.com/p/129758/Procurify/</p>



Fuente: Capterra software e-Procurement (2023) de <https://www.capterra.com/procurement-software/>

- A continuación, se presenta detalladamente el proceso de habilitación de cuenta Software e-Procurement. Vea **Tabla 9.9**.

PRACTICA. Market Dojo

Tabla 9.9. Práctica Market Dojo

Creando y configurado una nueva cuenta

- Ingresar a la página de Market Dojo: <https://www.marketdojo.com/>

- Y registrarse gratis



- Ingresamos nuestros datos y oprimir botón inscribirse como anfitrión

- Y enviar e-mail de activación

Nombre (Nombre y Apellidos)
thania cabrera

Email
thania.cucea@gmail.com

Empresa
universidad de guadalajara

País
mexico

Número de contacto
+52 (33) 3770 3300

Nombre de usuario
universidad

Contraseña
.....

confirmación de contraseña debiles
.....

Tipo de cuenta
Por favor, seleccione un tipo de cuenta a continuación, haga clic en cualquiera de las opciones

como anfitrión
un anfitrión es la persona que quiere realizar eventos o de ofertas.

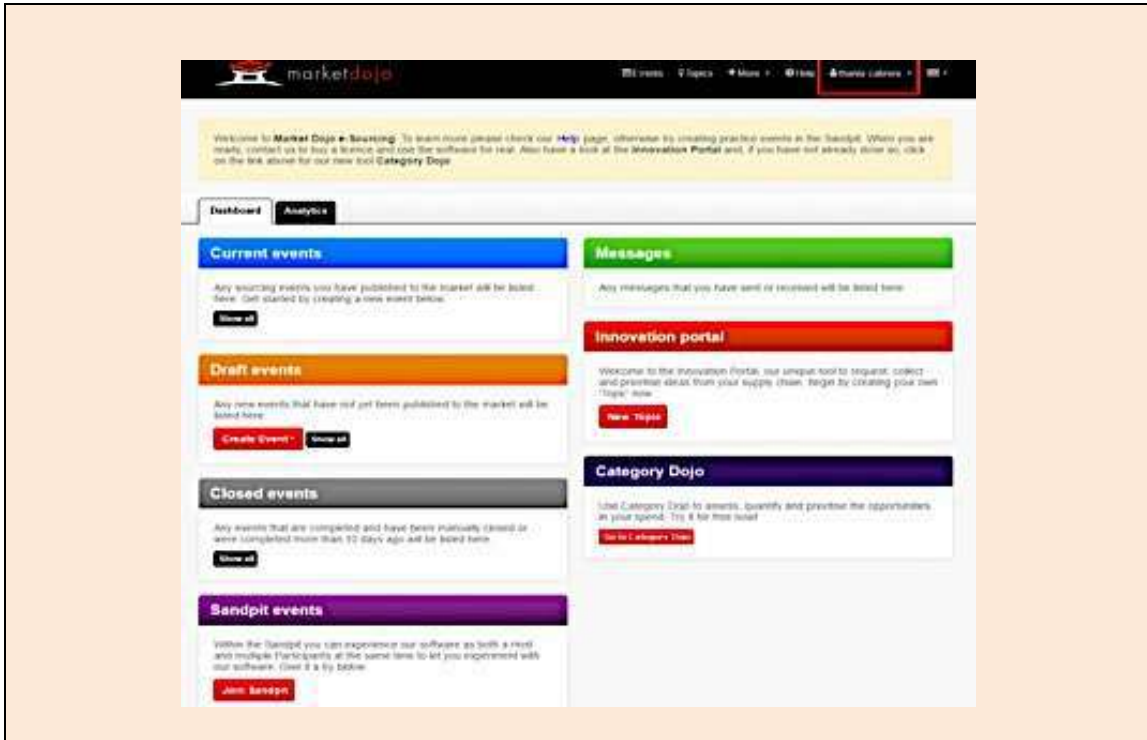
como un participante
Un participante es una persona que quiera participar en un proceso de evento o licitación.

Enviar email de activación

Al hacer clic en "Registrar" por encima, usted confirma que acepta los [Términos de](#)

Personalización de la cuenta

- Una vez activando nuestra cuenta nos ingresara a nuestra página personalizada con nuestro nombre



- Aquí, es posible crear un nuevo evento con la opción de eventos actuales



- Seleccionamos la opción de nuevo evento



- Ingresamos todos los datos y guardamos para continuar con los siguientes pasos:

The screenshot shows a form for creating a new event. At the top, there are three tabs: 'ajustes', 'Crear documentos', and 'Invita a participantes'. The form contains several fields and options:

- 'Nombre del evento': A text input field containing 'nuevos compradores'.
- 'moneda predeterminada': A dropdown menu showing 'MXN'.
- 'evento de divisas múltiples?': A checkbox that is currently unchecked.
- 'Breve': A text area containing 'conocer a los nuevos interesados en los productos'.
- 'Los resultados del sello hasta después de la fecha límite': A checkbox that is currently unchecked.
- '¿Quieres un cuestionario?': A checkbox that is currently unchecked.
- '¿Usted quiere tener una petición de oferta?': A checkbox that is currently unchecked.
- '¿Usted quiere tener una subasta en línea?': A checkbox that is currently unchecked.

At the bottom right of the form, there is a red button labeled 'Guardar y vaya al paso siguiente -->', which is highlighted with a red box.

Invitar participantes

- Se puede invitar a participantes

- y seleccionamos la opción añadir

Participe	Añadir
Arenero Co 1, sandpi1@marketdojo.com	<input checked="" type="checkbox"/>
Arenero Co 2, sandpi2@marketdojo.com	<input checked="" type="checkbox"/>
Arenero Co 3, sandpi3@marketdojo.com	<input type="checkbox"/>

- Enseguida guardamos todos los cambios realizados

Los participantes del evento se han creado correctamente.

Borrador **Nuevos Compradores** Propietario: Thania Cabrera
Empresa: Universidad de Guadalajara NC Fecha límite: 9 días

Tipo de evento: Cuestionario + RFQ NC Fecha límite: 19-may 20:00 BST el año 2016

ajustes crear nc crear lotes crear Documentos Invite a los participantes

Participe	Invitado	Estado	Retire Participante
Arenero 1 Co	A través de la plataforma	✓ Registrado ✗ No se aceptan invitar	retirar
Arenero Co 2	A través de la plataforma	✓ Registrado ✗ No se aceptan invitar	retirar

Agregar nuevo participante

¿Quieres aceptar automáticamente las participantes?

Volver **Invite a los participantes y Acabado**

Confirmar a asistentes

- En proyecto de eventos nos aparecerá ya reflejado el evento que hemos creado

Tablero **Analítica**

Eventos actuales

Cualquier evento de abastecimiento ha publicado en el mercado serán listados aquí. Para empezar, cree un nuevo evento a continuación.

Mostrar todo

mensajes

Cualquier mensaje que ha enviado o recibido se enumeran aquí.

Proyecto de eventos

Nuevos Compradores	Cuestionario + RFQ	NC Fecha límite: 19-may 20:00 BST el año 2016
---------------------------	--------------------	---

Crear evento **Mostrar todo**

eventos cerrados

Todos los eventos que se han completado y se han cerrado de forma manual o se terminaron hace más de 10 días serán listados aquí.

Mostrar todo

- Para ingresar a portal de innovación seleccionamos un nuevo tema

The screenshot shows a dashboard with several sections:

- Eventos actuales** (Current Events): A blue header with text about published supply events and a "Mostrar todo" button.
- Proyecto de eventos** (Event Project): An orange header with text about unpublished events and buttons for "Crear evento" and "Mostrar todo".
- eventos cerrados** (Closed Events): A grey header with text about completed events and a "Mostrar todo" button.
- eventos arenero** (Arena Events): A purple header with a table listing "Nuevos Compradores" and "Cuestionario + RFO" with a date limit of "19-may/20:00 BST el año 2016" and a "Únete Arenero" button.
- mensajes** (Messages): A green header with text about sent and received messages.
- portal de la innovación** (Innovation Portal): A red header with a welcome message and a "Nuevo tema" button.
- Categoría Dojo** (Dojo Category): A dark purple header with text about the Dojo category and a "Ir a la categoría Dojo" button.

Confirmación de proyectos

- Vamos llenando todos los requerimientos que nos piden para tener un nuevo tema en nuestro portal

The screenshot shows the "Nuevo tema" form with the following fields:

- Tema** (Topic): A tabbed interface with "Tema" selected, and other tabs for "Documentos", "uso Créditos", and "participantes".
- Nombre** (Name): A text input field containing "innovation".
- Fecha tope** (Deadline): A date and time picker set to "2016-05-27 19:00 BST".
- Descripción** (Description): A text area containing "nuevas ideas de innovación para el mercado".
- mecanismo de puntuación** (Scoring mechanism): A dropdown menu set to "Sencillo".

A red-bordered button at the bottom right says "Guardar y vaya al paso siguiente →".

- Agregamos a los participantes y guardamos los cambios finalmente

Topic Participant was successfully created.

Draft innovation

Submitted By **thania cabrera** Creation date **May 11, 2016 18:26 EST** TopicDeadline **May 27, 2016 19:00 BST**

Topic Overview Documents Use Credits **Participants**

You will need to assign credits to be able to invite participants, see the invite code and finish topic creation.

Participant	Invited	Status	Remove Participant
thania2386@gmail.com	Pending	Not registered	Remove

Add New Participant

Back Invite Participants and Finish

- Y quedan guardados nuestros cambios del nuevo tema de nuestro portal

Innovation portal +New Topic

Status	Topic	Deadline	Ideas	Participants	Graphs
Draft	innovation Host:thania cabrera	May 27, 2016 19:00 BST	0	0	

Copyright© Market Dojo 2016. All rights reserved. Market Dojo Ltd is registered with the Data Protection Act 1998 No. Z2345353.

- Cualquier mensaje recibido o notificaciones de los participantes aparecerán en este apartado.

The screenshot displays a web dashboard with a top navigation bar containing 'Tablero' and 'Analítica'. The main content area is divided into several sections:

- Eventos actuales** (Current Events): A blue header section with a description: 'Cualquier evento de abastecimiento ha publicado en el mercado serán listados aquí. Para empezar, cree un nuevo evento a continuación.' and a 'Mostrar todo' button.
- mensajes** (Messages): A green header section with a description: 'Cualquier mensaje que ha enviado o recibido se enumeran aquí.' This section is highlighted with a red border.
- Proyecto de eventos** (Event Project): An orange header section containing a list of items: 'Nuevos Compradores', 'Cuestionario + RFO', and 'NC Fecha límite: 19-may 20:00 BST el año 2016'. It includes a 'Crear evento' button and a 'Mostrar todo' button.
- eventos cerrados** (Closed Events): A grey header section with a description: 'Todos los eventos que se han completado y se han cerrado de forma manual o se terminaron hace más de 10 días serán listados aquí.' and a 'Mostrar todo' button.

Fuente: Market Dojo <https://www.marketdojo.com/> (2018)

CAPÍTULO 10. ADMINISTRACIÓN DE LAS RELACIONES CON EL PROVEEDOR (SRM)



La gestión de las relaciones con los proveedores (suministradores, acreedores) es un término que describe los métodos y procesos de una empresa o una institución que compra. Esto puede ser para la compra de suministros de uso interno, la compra de materias primas para el consumo durante el proceso de fabricación, o para la adquisición de bienes de inventario para ser revendidos como productos en la distribución y venta al por menor.

La función de la gestión de suministros de una organización es responsable de diversos aspectos de la adquisición de bienes y servicios para la organización. En muchas organizaciones, la adquisición o compra de servicios es llamada contratación, mientras que el de mercancías se llama compra o adquisición. Gestionar el desempeño de los proveedores: La aplicación de tecnologías,

procesos, políticas y procedimientos para apoyar el proceso de compra (Supplier Relationship Management). Hay varias empresas que tienen el software para la aplicación de **SRM**.

El proveedor de gestión de relaciones con el proceso: un proceso de proporcionar la estructura de cómo las relaciones con los proveedores será desarrollada y mantenida. Las teorías económicas de la oferta y la demanda: La gestión de la oferta se considera generalmente como un sistemático proceso de negocio que incluye más funciones que los tradicionales de compra, tales como la coordinación interna de entrada y de pre-producción logística y la gestión de inventario.

La gestión de la oferta se refiere principalmente a la supervisión y gestión de materiales y servicios de insumos, gestión de los proveedores que proporcionan los insumos y el apoyo del proceso de adquisición de esos insumos. El desempeño de la gestión de la oferta y servicios profesionales de la gestión de la oferta se mide en términos de cantidad de dinero ahorrado para la organización. Sin embargo, la gestión de riesgo es uno de los otros aspectos críticos de la gestión de la oferta, especialmente el riesgo de no disponibilidad en el tiempo requerido de la calidad de bienes y servicios críticos para una organización de la supervivencia y el crecimiento. Ver **Tabla 10.1**.

Tabla 10.1. Historia SRM

Año	Acontecimiento
1900 y antes de	<ul style="list-style-type: none"> □ Las operaciones de compra eran reconocidas como funciones independientes de muchas compañías ferroviarias, pero poco extendido a compañías de otras secciones. Antes de la Primera Guerra Mundial, las operaciones de compra se consideraban principalmente actos realizados por el clero. □ Durante la Primera y Segunda Guerra Mundial, la importancia de las operaciones de compra se incrementó debido a la necesidad incipiente de obtener materias primas, insumos y otros servicios necesarios para mantener las fábricas y minas de explotación.
1950s-1960s	<ul style="list-style-type: none"> □ Las operaciones de compra siguieron ganando importancia, y con ello las técnicas para realizar dichas operaciones se hicieron más refinadas y el número de profesionales capacitados aumentaron. 1970s-1980s, aumentó el énfasis en la búsqueda de estrategias de compra, como la capacidad de obtener las materias

	primas de los proveedores a precios más asequibles y realistas.
1983	<ul style="list-style-type: none"> ☐ En septiembre la revista Harvard Business Review (https://hbr.org/1983/09/purchasing-must-become-supply-management) publicó un artículo pionero de Peter Kraljic sobre la estrategia de compras que es ampliamente citado hoy en día como el inicio de la evolución del término comprar y lo que ello conllevaba. ☐ Este artículo sirvió como base para desarrollar tácticas de gestión y adquisición, además de estrategias varias para negocios.
1990	<ul style="list-style-type: none"> ☐ El concepto de gestión de suministros (referido más a la adquisición de suministros) comienza a estar más integrado en la estrategia global de la empresa y se produce una evolución perceptible en las funciones de los negocios, impulsado por el desarrollo de software de gestión de suministros que ayudan a automatizar determinados procesos. 2000s, surge en las empresas un nuevo cargo, denominado Jefe de Compras o Jefe de Aprovisionamiento.
2008-2009	<ul style="list-style-type: none"> ☐ La correcta gestión del suministro se hizo un lugar entre los objetivos prioritarios de las empresas.
2011	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Debido a la aparición y evolución de las redes sociales (como Facebook), los profesionales de gestión de suministros deciden unirse en torno a valores e intereses comunes.

Fuente: recopilación propia

Certificaciones

La importancia de la gestión de la oferta a nivel mundial ha impulsado a las empresas la formación de organizaciones profesionales para hacer frente a la necesidad de mayores niveles de la gestión de la oferta de habilidades y conocimientos para reconocerse a través de diversas certificaciones. Ver **Tabla 10.2.**

Tabla 10.2. SRM Certificaciones

Institución	Enlace	Certificado	Enlace
American Purchasing Society	https://www.americapurchasing.com/	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Certified Purchasing Professional (CPP), ☐ Certified Professional Purchasing Manager (CPPM), -Certified Green Purchasing Professional (CGPP), ☐ Certified Professional Purchasing Consultant (CPPC). 	https://www.americapurchasing.com/page.php?PageID=7

<p>Institute for Supply Management</p>	<p>https://www.instituteforsupplymanagement.org/index.cfm?SSO=1</p>	<p><input type="checkbox"/> Certified Purchasing Manager (CPM) <input type="checkbox"/> Certified Professional Purchaser (CPP)</p>	<p>https://www.instituteforsupplymanagement.org/education/content.cfm?ItemNumber=30458&utm_campaign=online-learning&utm_source=homepage&utm_medium=banner&utm_content=supply-management-expertise-at-your-fingertips</p>
<p>International Supply Chain Education Alliance</p>	<p>https://www.instituteforsupplymanagement.org/index.cfm?SSO=1</p>	<p><input type="checkbox"/> CSRM Certified Supplier Relationship Manager</p>	<p>https://www.instituteforsupplymanagement.org/content.cfm?ItemNumber=4710&SSO=1</p>
<p>Next Level Purchasing</p>	<p>http://www.iscealatinamerica.org/</p>	<p><input type="checkbox"/> SPSM® Certification – The purchasing certification for real workplace results</p>	<p>http://www.iscealatinamerica.org/que_certificado.html</p>

Fuente: recopilación propia

Relación con la gestión de la cadena de suministros

La gestión de la oferta es diferente a la cadena de suministro, a pesar de que puede ser considerado como un componente de gestión de la cadena de suministro. Por el contrario, si la función de gestión de la oferta se establece como un nivel de esfuerzo estratégico, la gestión de cadena de abastecimiento es sólo un componente de un conjunto estratégico de la gestión de la oferta. Supply Chain Management, que puede ser automatizado, por lo general se refiere a:

1. La supervisión y gestión de materiales y servicios de insumos. El proceso de producción en la que los materiales y servicios se utilicen, y el suministro de productos que se generan a través del uso de los materiales adquiridos y servicios, que es análogo al cumplimiento de los requisitos del consumidor.

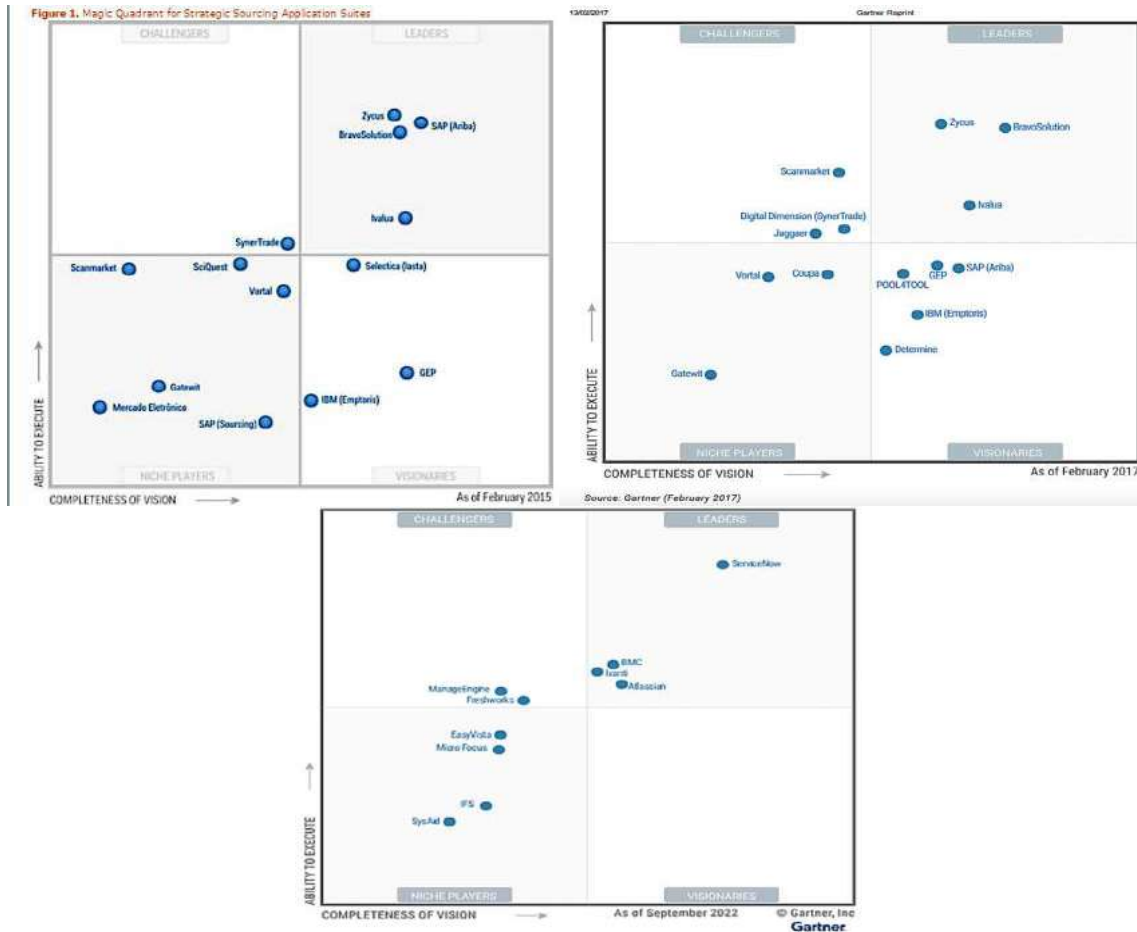
2. La gestión de la oferta complementaria es una disciplina que abarca la alineación de las organizaciones, procesos y sistemas de abastecimiento estratégico, la gestión de contratos, gestión de proveedores, análisis del gasto para mejorar continuamente la oferta mundial para la mejor relación calidad-precio de ejecución en apoyo de los objetivos estratégicos del negocio.

Plataformas software

Las plataformas se denominan también, administración de base de datos de suministro (**SBM. Supply Base Management**) y son aplicaciones que ayudan a las organizaciones a la obtención y gestión de información del rendimiento y riesgo del proveedor. Esto se logra al proporcionar un medio y un lugar para reunir, archivar y organizar los datos de los proveedores. Las fuentes de datos **SBM** incluyen información de contactos, certificados de seguros y ubicaciones de las plantas recogidas directamente de los proveedores a través de una interfaz de portal. La información de terceros se puede encontrar a través de servicios web, *feeds* **RSS** de entrada y puede incluir datos de rendimiento financiero, análisis de las percepciones sociales, noticias y la información pública, tales como los documentos presentados a la exportación. Datos generados internamente, como los registros de auditoría y las estadísticas de rendimiento, completan la información gestionada en la solución **SBM** .

Así, el software trata la búsqueda de aplicaciones de forma sistemática y escalable para gestionar todo el proceso de abastecimiento, incluida la finalización de las especificaciones de compra, selección de proveedores y negociación de precio. La mayoría de los vendedores de abastecimiento pasan por un análisis que comprende entre otros, la gestión de contratos y el desempeño de los proveedores las herramientas de gestión en sus suites. Ver **Gráficas 10.1**






Gráficas 10.1. SRM Posición de fabricantes de software 2015, 2017, 2022



Fuente: Gartner (2022)

A continuación, se muestra los **5 principales** desarrolladores de software SRM. Ver **Tabla.10.3**.

Tabla 10.3. SRM Software

Software	Enlace
	<p>Perfil https://www.softwareadvice.com/scm/fishbowl-inventory-scm-profile/</p>
	<p>Perfil https://www.softwareadvice.com/scm/shipedge-profile/</p>
	<p>Perfil https://www.softwareadvice.com/scm/officewise-profile/</p>
	<p>Perfil https://www.softwareadvice.com/scm/davinci-profile/</p>
	<p>Perfil https://www.softwareadvice.com/scm/rose-rocket-profile/</p>

Fuente: Software Advice <https://www.softwareadvice.com/scm/supplier-relationship-management-software-comparison/> (2023)

PRACTICA. Fishbowl Inventory

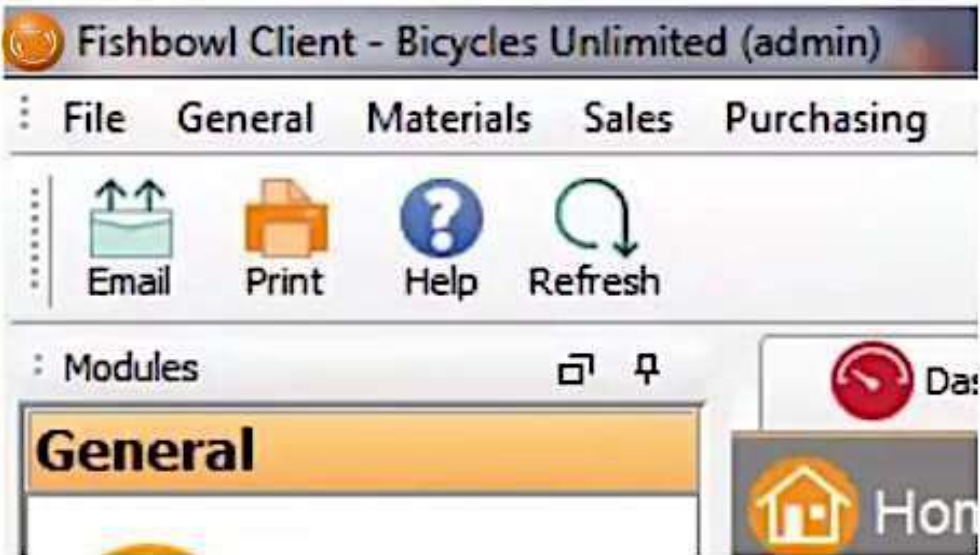
- A continuación, se presenta detalladamente el proceso de habilitación de cuenta Fishbowl Inventory Vea **Tabla 10.4.**

Tabla 10.4. Práctica Fishbowl Inventory

Creando y configurando cuenta

Configurar fishbowl

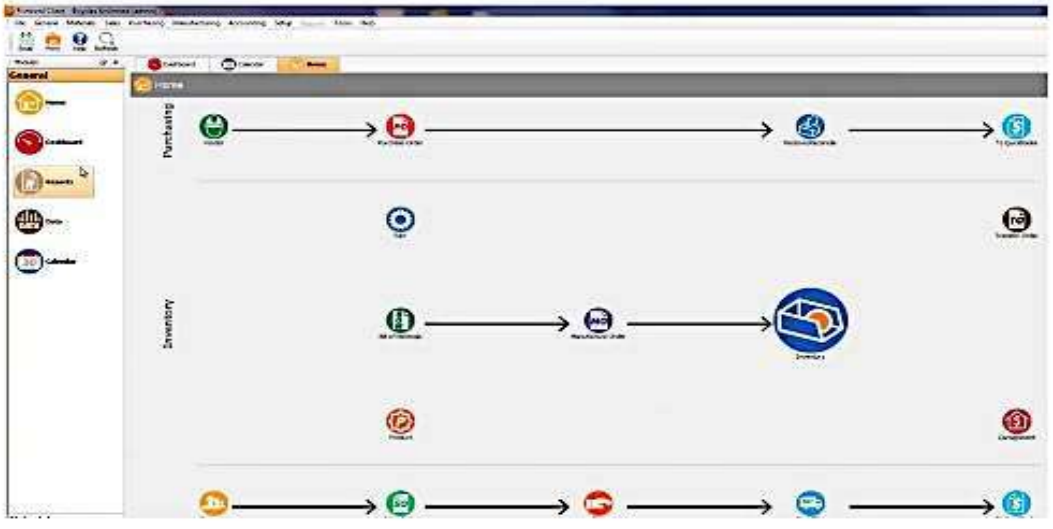
Fishbowl Inventory



The screenshot shows the top part of the Fishbowl Client application. At the top, it says "Fishbowl Client - Bicycles Unlimited (admin)". Below that is a menu bar with "File", "General", "Materials", "Sales", and "Purchasing". Underneath the menu bar are icons for "Email", "Print", "Help", and "Refresh". A "Modules" section is visible with a "General" module selected and highlighted in orange. There are also window control icons and a "Home" button with a house icon.

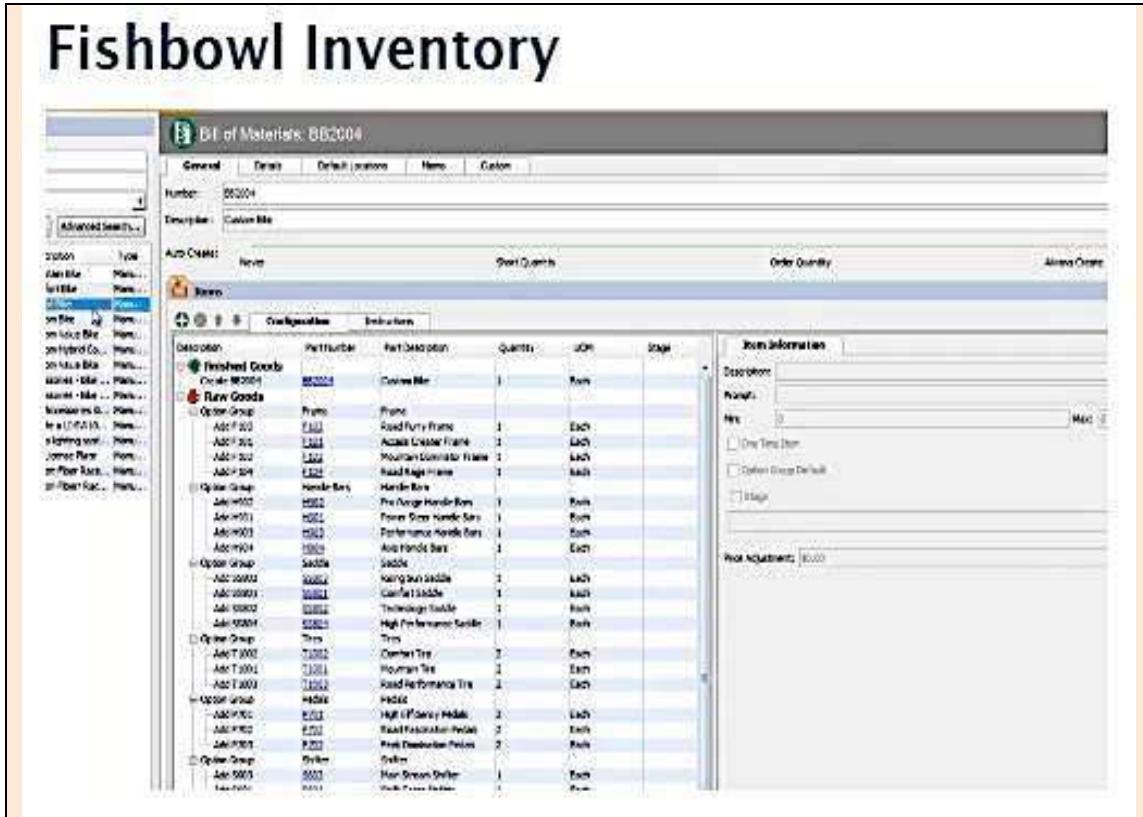
Y todo es utilizado en tiempo real

Fishbowl Inventory



The screenshot shows the Fishbowl Inventory interface. On the left is a sidebar with icons for "Home", "Dashboard", "Inventory", "Purchasing", "Sales", and "Customer". The main area displays a flowchart with two main sections: "Purchasing" and "Inventory". The "Purchasing" section shows a flow from "Purchase Order" to "Manufacturing" to "Inventory". The "Inventory" section shows a flow from "Inventory" to "Sales" to "Customer". There are also icons for "Purchase Order", "Manufacturing", "Inventory", "Sales", and "Customer" along the flow lines.

Manejo de Inventarios en tiempo real



□ No gastar en grandes inventarios y stocks



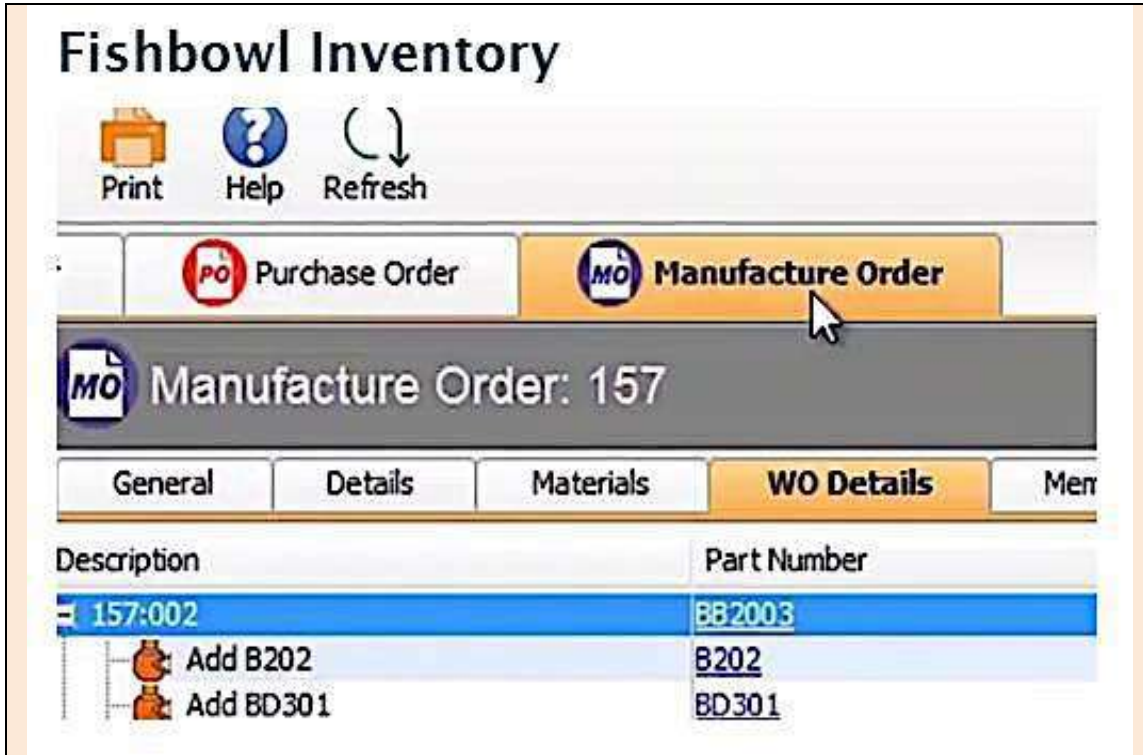
□ Presenta módulo de ventas



□ Presenta módulo de compras



□ Presenta módulo de manufactura



□ Y oferta de servicios adicionales como de recoger-llevar los productos a sus client



□ Teniendo las herramientas necesarias para su negocio crezca sin problemas, desarrollándose en un ambiente de rapidez y eficacia.

□ Módulo de materiales

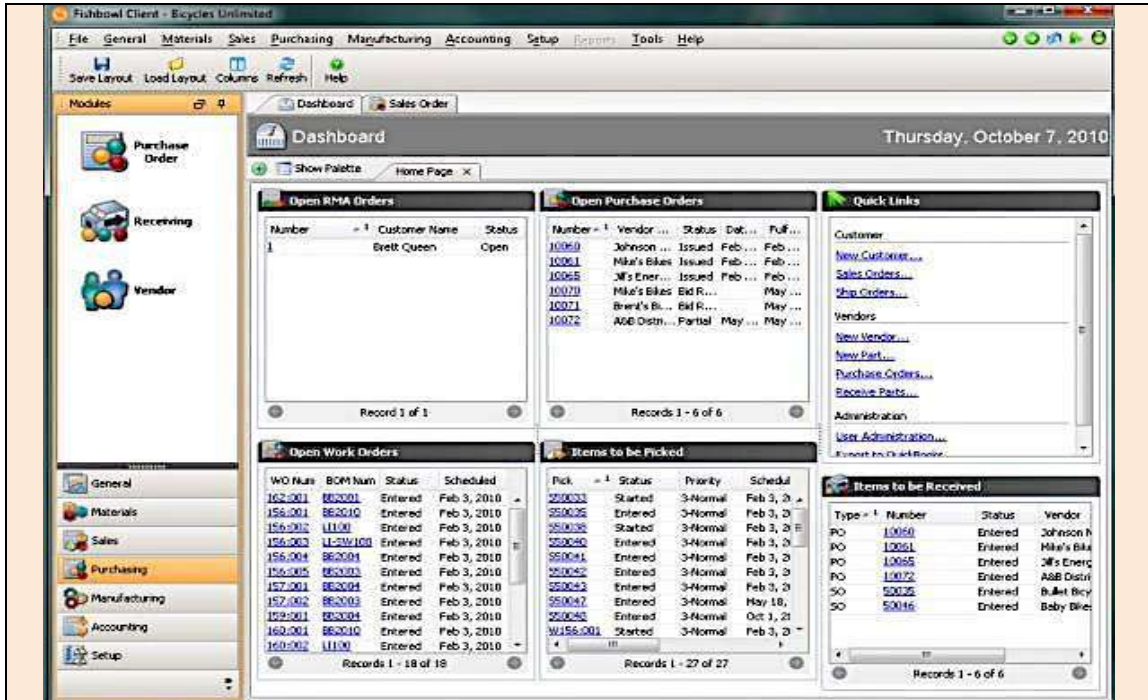
The screenshot displays the ERP dashboard with the following sections:

- Open RMA Orders:** A table with columns: Number, Customer Name, Status. Record: 1, Brett Queen, Open.
- Open Purchase Orders:** A table with columns: Number, Vendor, Status, Dat..., Fulf... Records 1 - 6 of 6.
- Open Work Orders:** A table with columns: WO Num, BOM Num, Status, Scheduled. Records 1 - 18 of 18.
- Items to be Picked:** A table with columns: Pick, Status, Priority, Schedul. Records 1 - 27 of 27.
- Items to be Received:** A table with columns: Type, Number, Status, Vendor. Records 1 - 6 of 6.
- Quick Links:** A sidebar with links for Customers, Vendors, Administration, and User Administration.

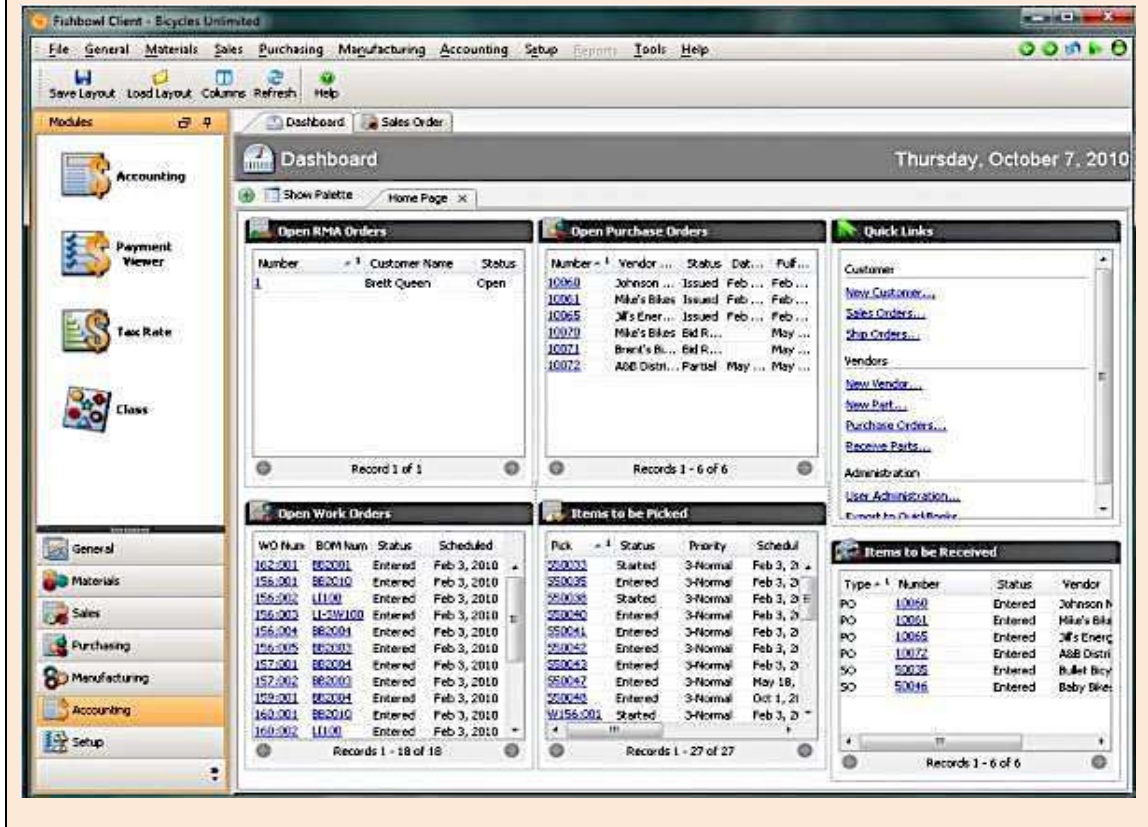
□ Módulo de ventas

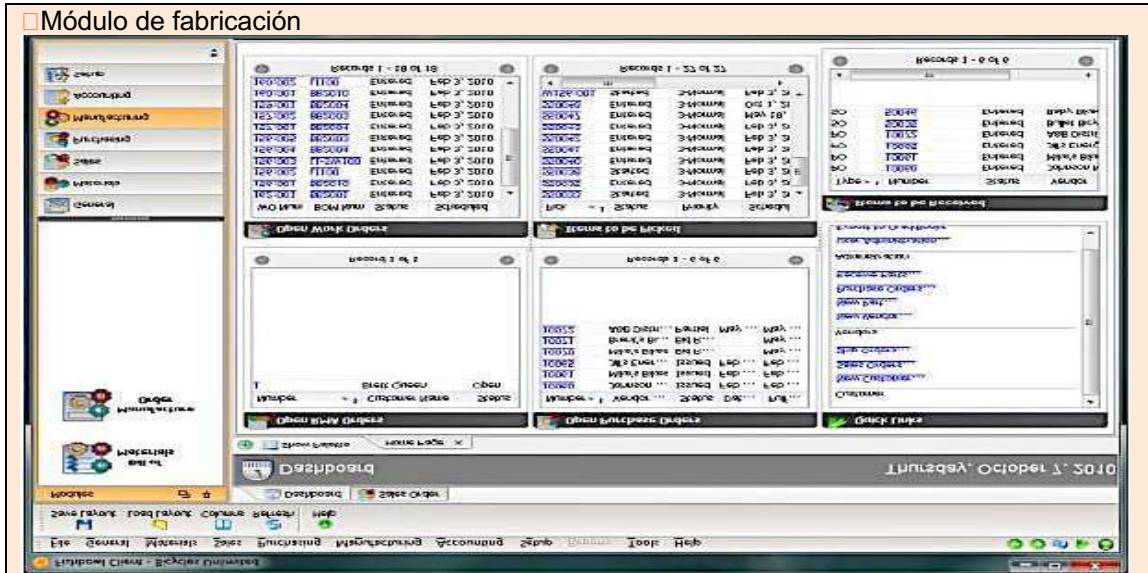
This screenshot is identical to the one above, but the 'Sales Order' module is highlighted in the left sidebar. The dashboard content remains the same.

□ Módulo de compras



□ Módulo de contabilidad





Fuente: Software Advice (2023) de <http://www.softwareadvice.com/scm/fishbowl-inventory-scm-profile/>

REFERENCIAS

- Anderson, D.L., Britt, FF., y Favre, D.J. (SF). *The 7 Principles of Supply Chain Management*. Consultado el 2-Ene-2022, de <http://www.truevaluemetrics.org/DBpdfs/SupplyChain/SCMR-7-principals-of-supply-chain-management.pdf>
- Bidgoli, H. (2004). *The Internet Encyclopedia*. Hoboken, New Jersey: Wiley & Sons
- Blanchard, D. (2010). *Supply Chain Management Best Practices*. Wiley. <https://www.amazon.com.mx/Supply-Chain-Management-Best-Practices/dp/0470531886>
- Carreño-Solis, A.J. (2017). *Cadena de Suministro y Logística*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. Perú
- Casalins, F. P. (2001). *Procurement Management*. Madrid: IBM IQPC .
- Calatayud, A. (2017). *The connected Supply Chain*. *Interamerican Development Bank Discussion Paper* IDB-DP-508. <https://publications.iadb.org/en/connected-supply-chain-enhancing-risk-management-changing-world>
- Calatayud, A Carlan, V., Sys, C., y Vanellander, T. (2018). Digital Innovation in Maritime Supply Chains. *InterAmerican development Bank Discussion paper No IDB-DP-577*. Washington, DC. <https://publications.iadb.org/en/digital-innovation-maritime-supply-chains-experiences-northwestern-europe>
- Calatayud, A. y Katz, R. (2019). *Cadena de Suministro 4.9. Mejores Prácticas Internacionales y Hoja de Ruta para América latina* Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/es/cadena-de-suministro-40-mejores-practicas-internacionales-y-hoja-de-ruta-para-america-latina>
- Capterra (2023) Portal Capterra. Consultado el 12-Ene-2023, de: <https://www.capterra.mx/>
- CBRE (2022). *Informes de Investigación*. Consultado el 27-Dic-2022, de: <https://www.cbre.com.mx/es-mx/servicios/tipos-de-activos-y-especialidades/servicios-industriales-logisticos>
- China Briefing (2019). *Cambios en la cadena de suministro industrial china y la guerra comercial entre EEUU y China*. 11-Mar-2019. Consultado el 2-Jul-2022 de: <https://www.china-briefing.com/news/cambios-en-la-cadena-de-suministro-industrial-china-y-la-guerra-comercial-entre-eeuu-y-china/>

- Chopra, S. (2020). Administración de la cadena de suministro. Estrategia, Planeación y Operación. 6ª Ed. Pearson.
<https://www.pearsoneducacion.net/mexico/tienda-online/administracion-de-la-cadena-de-suministro-estrategia-planeacion-y-operaci%C3%B3n-6ed-chopra-ebook>
- CincoDías (2024). *La guerra de los chips se agudiza: China prepara 136.000 millones para apoyar a la industria*. 13-Dic-2022. Consultado el 20-Dic-2022, de:
<https://cincodias.elpais.com/cincodias/2022/12/13/companias/1670938430173373.html>
- Cluster Industrial (2022). *En octubre llegaron 2050 millones de USD de inversiones por nearshoring a México*. Consultado el 1-Dic-2022, de:
<https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/5494/en-octubre-llegaron-2-050-mdd-de-inversiones-por-nearshoring-a-mexico>
- CNN (2017). *UPS Drivers May Tag Team Deliveries with Drones*. 21-Feb-2017. Consultado el 12-Dic-2022, de:
<https://money.cnn.com/2017/02/21/technology/ups-drone-delivery/index.html>
- CORREO (2022). *México sin estrategia para el nearshoring*. 1-Nov-2022. Consultado el 25-Nov-2022, de:
<https://correorevista.com/columnas/mexico-sin-estrategia-para-el-nearshoring/>
- Coyle, J.J., Langley, C.J.Jr., Novack, R.A. y Gibson, B.J. (2018). *Administración de la Cadena de Suministro. Una perspectiva logística*. Cengage Learning.
- De la Fuente-García, D., N., G. F., & Fernández-Quesada, I. (s.f.). e – *Procurement: Importancia y Aplicación*.
- Deloitte (2015). *Supply Chain Talent Crisis Looms*. 15-Jun-2015.
- DHL (2015a). *Internet of Things in Logistics. A Collaborative Report by DHL and CISCO on implications and use cases for the logistics industry*. DHL.
<https://www.dhl.com/discover/content/dam/dhl/downloads/interim/preview/updates/dhl-trend-report-internet-of-things-preview.pdf>
- DHL (2015b). *Internet of Things will deliver \$ 1.9 trillion boost to supply chain and logistics operations*. DHL
<https://www.dpdhl.com/en/media-relations/press-releases/2015/dhl-and-cisco-trend-report-internet-of-things.html>
- Daganzo, C. (2011). *A Theory of Supply Chains*. Springer
- De la Peña-Esteban, F.D. (2020). *Resolver problema de Transporte con solver*. YouTube. Consultado el 6-Ene, 2023, de:
<https://www.youtube.com/watch?v=CHcFUgKEEBo&t=22s>
- Expansion (2022). *EU busca fortalecer la cadena de suministro de semiconductores en México*. 9-AGO-2022. Consultado el 3-May-2022, de:
<https://expansion.mx/economia/2022/08/09/eu-cadena-suministro-semiconductores-mexico>

- Fisher, M.L. (1997) What Is the Right Supply Chain for Your Product? A Simple Framework Can Help You Figure out the Answer. *Harvard Business Review*, 75, 105-116
- FIELDEAS (2022). *La cadena de suministro en tiempos de guerra*. 6-Jun-2022. Consultado el 30-Jun-2022
<https://www.fieldeas.com/cadena-suministro-tiempos-guerra/#:~:text=Vuelven%20los%20tiempos%20de%20guerra,lapso%20de%20apenas%20dos%20a%C3%B1os>.
- Frazelle, E.H. y Sojo-Quirós, R. (2007). *Logística de almacenamiento y manejo de materiales de clase mundial*. Editorial Norma.
https://dlscrib.com/queue/logistica-de-almacenamiento-y-manejo-de-materiales-de-clase-mundial-edward-h-frazelle_59e40f6908bbc5c849e65dd7_pdf?queue_id=59e40f7608bbc5c349e65daf
- Gartner. (04 de 02 de 2015). *Magic Quadrant for Strategic Sourcing Application Suites*. Recuperado el 17-Ene-2023, de
<http://www.gartner.com/technology/reprints.do?id=129HMOY8&ct=150206&st=sq>
- Grant, R. (1998). *Contemporary Strategy Analysis: concepts, techniques, applications*. Cambridge: Blackwell Publishers
- Gutiérrez, G. y Bernardo Prida (2000). *Logística y distribución física evolución, situación actual, análisis comparativo y tendencias*. McGraw Hill.
- France 24 (2022). *Biden firma ley de estímulo a industria de microchips y empresas anuncian inversiones*. 8-Oct-2022. Consultado el 15-Dic-2022, de:
<https://www.france24.com/es/programas/econom%C3%ADa/20220810-biden-firma-ley-de-est%C3%ADmulo-a-industria-de-microchips-y-empresas-anuncian-inversiones>
- FWEspañol (2022). *Los cierres chinos crearán sobresaltos en las cadenas de suministro estadounidenses (pero China es quien más pierde)*. 18-Apr-2022. Consultado el 5-May-2022, de:
<https://www.freightwaves.com/news/los-cierres-chinos-crearan-sobresaltos-en-las-cadenas-de-suministro-estadounidenses-pero-china-es-quien-mas-pierde>
- Gartner. (2022). *Magic Quadrant for Strategic Sourcing Application Suites*. Recuperado el 17-Ene-2023, de:
https://www.acquia.com/resources/report/gartner-dxp-magic-quadrant-media?utm_source=google&utm_medium=ppc&utm_campaign=ppc_na_lead_gen_mc_2023_tier2&utm_content=7016g00000zoipaaq&utm_term=lead_gen_mc&gclid=Cj0KCQiA_bieBhDSARIsADU4zLc2xVRNIZ17_e65SaZLLawcDFnGDt5_VJrmOCaH7HlvYD1VgxPMNokaArsKEALw_wcB
- Gómez-Rocha J.E. (2020a). Modelos de redes de suministro: plantas capacitadas con Solver Excel y Lingo 5-2. YouTube. Consultado el 3-Ene-2023, de:

- https://www.youtube.com/watch?v=2_JyUxFuF20
Gómez-Rocha J.E. (2020b). *Modelos de redes de suministro: plantas capacitadas con Solver Excel y Lingo 5-1*. YouTube. Consultado el 4-Ene-2023, de: <https://www.youtube.com/watch?v=exTDuxCIS0I&t=332s>
- Gómez-Rocha J.E. (2020c). *Modelos de redes de suministro: plantas capacitadas con Solver Excel y Lingo 5-1*. YouTube. Consultado el 4-Ene-2023, de: <https://www.youtube.com/@emmanuelgomez7031>
- Gómez-Rocha J.E. (2021). *Modelos de redes de suministro: plantas capacitadas con Solver Excel y Lingo 5-4 parte 2*. YouTube. Consultado el 5-Ene-2023, de: https://www.youtube.com/watch?v=GLT5o4z_Okc&t=40s
- Hau L. L., Padmanabhan, V., y Seungjin W. (2004). Information Distortion in a Supply Chain: The Bullwhip Effect. *Management Science* 43(4):546-558 DOI: 10.1287/mnsc.1040.0266
- HBR (2019) *Building the AI powered organization: Technology isn't the biggest challenge, culture is*. Jul-Ago. Consultado el 20-Dic-2022, de: <https://hbr.org/2019/07/building-the-ai-powered-organization>
- Ibarra, C. (2021). *Optimización de almacenamiento de residuos SOLVER*. YouTube. Consultado el 7-Ene-2023, de <https://www.youtube.com/watch?v=wj6bfSJLbS4>
- Ing. AlexRws (2022). *Ejercicio de Cadena de Suministro RESUELTO, Logística*. YouTube. Consultado el 5-Ene-2023, de: <https://www.youtube.com/watch?v=tHp0mVQaVvk>
- Jacobs, F.R. y Chase R.B. (2019). *Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministros*. 15a Edición. McGraw Hill. México.
- Jiménez-Peñarreta, K.M. (2018). *Video modelo transporte no balanceado - solver - (programación lineal)*. YouTube. Consultado el 4-Ene-2023, de: <https://www.youtube.com/watch?v=GmuEh2qyO0s>
- Koorn, R., Smith, D., & Muller, C. (2001). *e-Procurement and Online Marketplaces*. Recuperado el 3-Jul-2016, de: https://www.google.com.mx/search?q=e-Procurement+and+Online+Marketplaces&oq=e-Procurement+and+Online+Marketplaces&ags=chrome..69i57.526j0j7&sourceid=chrome&es_sm=93&ie=UTF-8
- Krajewski L., Ritzman L. y Manoj M. (2013). *Administración de operaciones. Procesos y cadena de valor*. Pearson.
- La Vanguardia (2021). *Los chips que mueven el mundo están en sólo dos manos*. 15-May-2021. Consultado el 10-May-2022, de: <https://www.lavanguardia.com/economia/20210515/7451022/chips-semiconductores-mueven-mundo-siglo-xxi-dos-manos-taiwan-corea-china-eeuu-europa.html>
- Mauleón, M. (2003). *Sistemas de almacenaje y picking*. Díaz de Santos. <https://www.editdiazdesantos.com/libros/mauleon-torres-mikel-sistemas-de-almacenaje-y-picking-L03005591501.html>
- Mejía-Trejo (2019). *Fundamentos de Negocios Electrónicos. Teoría y*

- Práctica.AMIDI*
https://amidi.mx/sites/default/files/2022-12/2019.amidi_fundamentos_de_negocios_electronicos_0_0_compressed_0_0.pdf
- Megaventory (2023). *Portal Megaventory*. Consultado el 13-Ene-2023 , de <http://es.megaventory.com/> (
- McKinsey (2013). *Next generation supply chain: Supply chain 2020*. McKinsey. Consultado el 18-Nov-2022
https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/next%20generation%20supply%20chain%20supply%20chain%202020/next%20generation%20supply%20chain_%20sc%202020_final_without%20cropmarks.pdf
- McKinsey (2015). *The internet of Things: Mapping the Value beyond the Hype*. Jun 2015. Consultado el 30-Dic-2022, de:
<https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/technology%20media%20and%20telecommunications/high%20tech/our%20insights/the%20internet%20of%20things%20the%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/the-internet-of-things-mapping-the-value-beyond-the-hype.pdf>
- McKinsey (2018). *Ten red flags signaling your analytics program will*. 14-May-2018. Consultado el 29-Dic-2022 de:
<https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/ten-red-flags-signaling-your-analytics-program-will-fail>
- McKinsey (2021). *IIoT y Analítica avanzada para lograr la transformación del sector industrial*. Consultado el 30-Dic-2022, de:
<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/a-manufacturers-guide-to-generating-value-at-scale-with-industrial-iiot/es-ES>
- Mercosur (1999). *Estudio de Integración Regional en el Transporte de Carga Informe Final – Resumen*. OEA. Organización de Estados Americanos.
<http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea75s/ch08.htm>
- Muller, M.(2006). *Fundamentos de administración de inventarios*. Editorial Norma.
<https://educativopracticas.files.wordpress.com/2015/01/fundamentos-de-administracion-de-inventarios.pdf>
- Mural (2022). *México enfrenta limitantes para aprovechar nearshoring*. 27-Dic-2022. Consultado el 27-DIC-2022, de:
https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?_rval=1&urlredirect=https://www.reforma.com/mexico-enfrenta-limitantes-para-aprovechar-nearshoring/ar2527158?referer=--7d616165662f3a3a6262623b727a7a7279703b767a783a--
- Poirier, C. y Reiter, S. (1996). *Supply Chain Optimization: Building the strongest total business*. San Francisco, CA: Berrett- Koheler.
- Porter , M. (1985). *Ventaja Competitiva. Creación y sostenimiento de un*

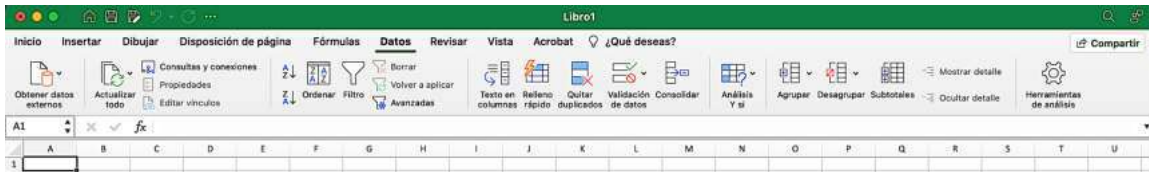
- desempeño Superior*. The Free Press, a Division of Simon & Schuster.
- Reuters (2018). *Volvo, FedEx test truck 'platooning' on public U.S. road*. 27-Jun-2018. Consultado el 14-Dic-2022, de:
<https://www.reuters.com/article/us-volvo-fedex-trucks-idUSKBN1JN2JI>
- Ruibal, A. (1994). *Gestión logística de la distribución física internacional*. Norma.
- The Economist (2019). *Uber is trying to disrupt the road-freight business*. 16-May-2019. Consultado el 28-Dic-2022, de:
<https://www.economist.com/business/2019/05/16/uber-is-trying-to-disrupt-the-road-freight-business>
- TRB (2019). *Special Report 319: Renewing the National Commitment to the Interstate Highway System: A Foundation for the Future*. The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine. Transportation Research Board.
<https://nap.nationalacademies.org/catalog/25334/renewing-the-national-commitment-to-the-interstate-highway-system-a-foundation-for-the-future>
- UK Government Office for Science (UKGOF, 2019). *A time of unprecedented change in the transport system*. Consultado el 10-Dic-2022, de:
<https://smartransport.blob.core.windows.net/web/1/root/a-time-of-unprecedented-change-in-the-transport-system.pdf>
- World Maritime University (2019). *Transport 2040: Truck platooning: The Australian case-Technology and transformation*
https://commons.wmu.se/cgi/viewcontent.cgi?article=1074&context=lib_reports

ANEXO 1. Solver de EXCEL

Solver es un complemento de EXCEL y que permite resolver una serie de problemas basados en la maximización o reducción tales como producción o costos entre otros. Se basa en rutinas matemáticas tales como: sistemas de ecuaciones lineales y no lineales, sistemas de ecuaciones polinomiales, ecuaciones booleanas, ruta crítica, optimización combinatoria, etc.

Dependiendo la versión de Excel que tenga, se puede activar de la siguiente manera:

Paso 1. En barra de herramientas ir a Datos



Paso 2. Seleccionar en el extremo derecho Herramientas de análisis



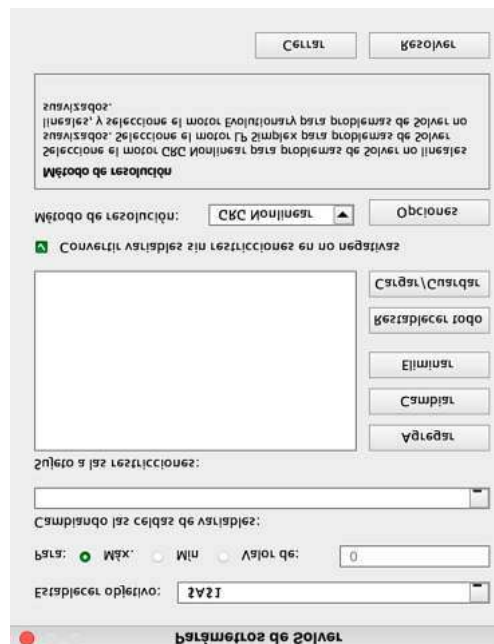
Paso 3. Seleccionar Solver add-in y Aceptar



Paso 4. Aparecerá icon de **Solver** activado, oprima para confirmar



Paso 5. Verifique el cuadr de diálogo de **Solver**

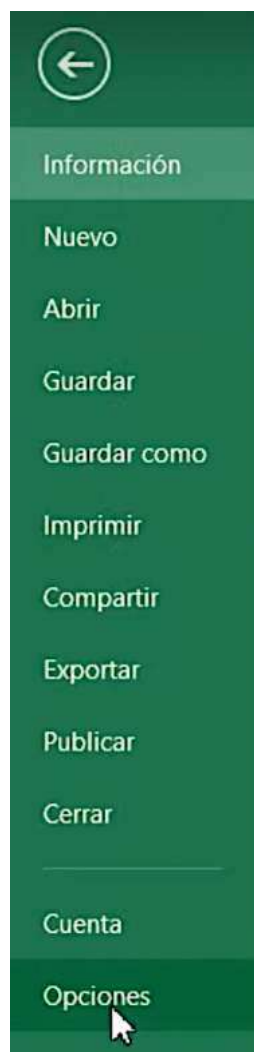


Otra forma es

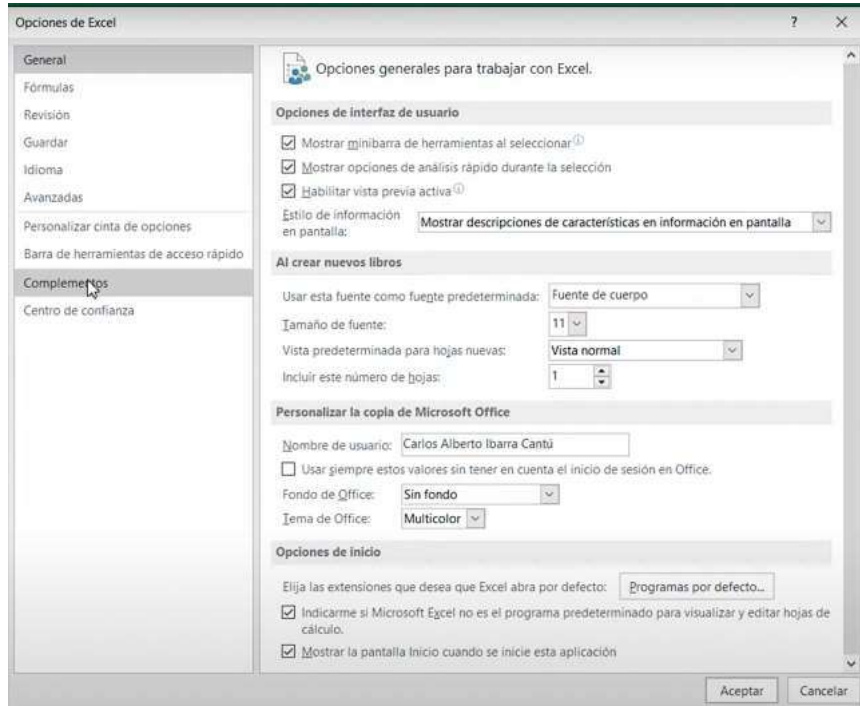
Paso 1. En barra de menú ir a Archivo



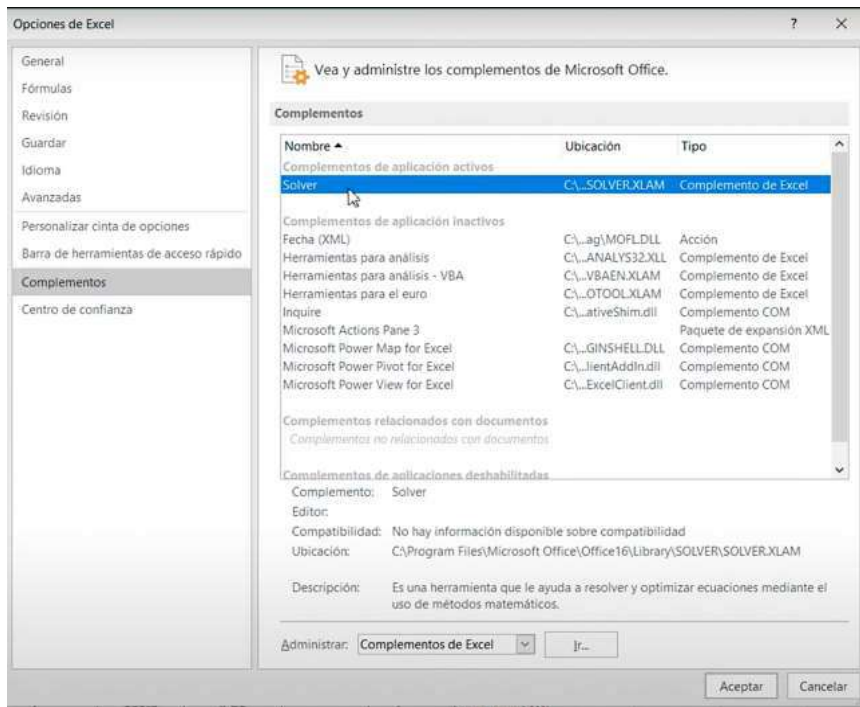
Paso 2. Seleccionar Opciones



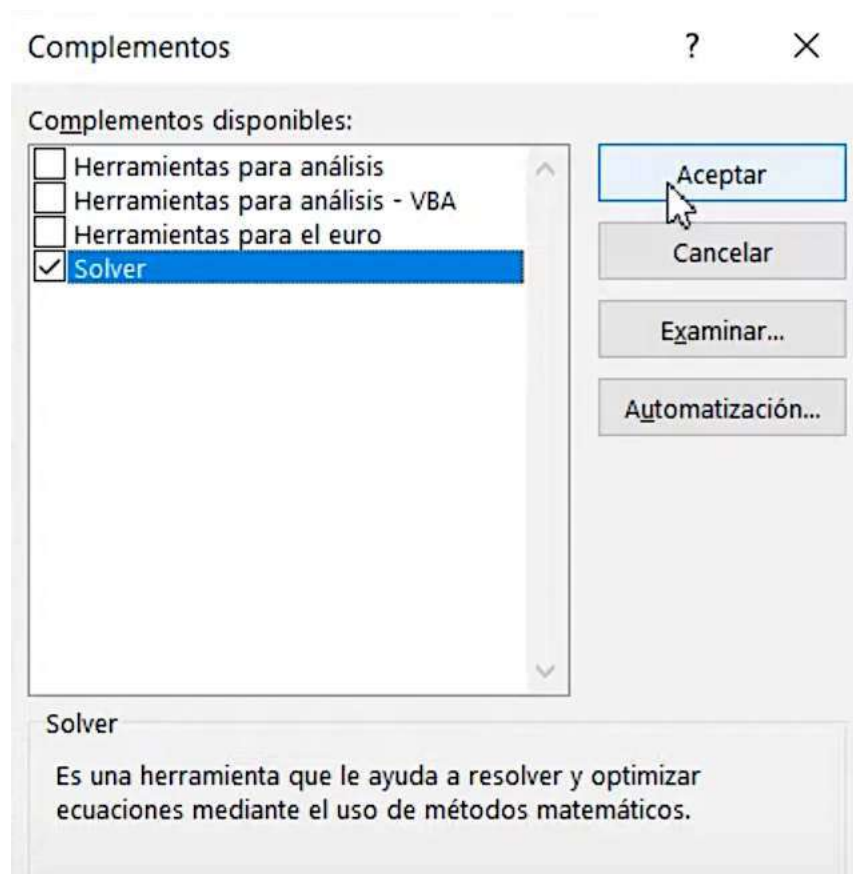
Paso 3. En Opciones seleccionar Complementos



Paso 4. Seleccionar Solver



Paso 5. Activar **Solver** y **Aceptar**



Paso 6. Confirmar que **Solver** está activado en el extremo derecho de barra de menú Datos



Ejemplo de aplicación

Siguiendo a De la Peña-Esteban (2020), Suponga que tenemos un problema de transporte donde existe una matriz de costes con diversos orígenes (O_n) y

destinos (D_n) conocidos, así como otra matriz con las cantidades de demanda totales de cada uno de los destinos (por calcular), considerando los recursos disponibles de cada uno de los orígenes. De esta forma, se deben hacer preparativos de la matriz, como:

PROBLEMA DE TRANSPORTE				
Costes	D1	D2	D3	
O1	2	5	1	
O2	3	2	4	
O3	4	1	3	
Cantidades	D1	D2	D3	Suma
O1				
O2				
O3				
Suma				
	>=	>=	>=	
Demanda	160	50	90	
Total				
Recursos				Total
				300
				110
				150
				40
FUNCIÓN OBJETIVO				

Paso 1. Revisar que los recursos disponibles coincidan con la demanda. En este caso coinciden con 300.

PROBLEMA DE TRANSPORTE				
Costes	D1	D2	D3	
O1	2	5	1	
O2	3	2	4	
O3	4	1	3	
Cantidades	D1	D2	D3	Suma
O1				
O2				
O3				
Suma				
	>=	>=	>=	
Demanda	160	50	90	
Total	300			
Recursos				Total
				300
				110
				150
				40
FUNCIÓN OBJETIVO				

Nota. De no haber ocurrido la coincidencia, se introducen variables ficticias con la diferencia para balancearlo.

Paso 2. Se debe preparar la matriz de soluciones para las sumas de orígenes y destinos que se compararán posteriormente con la demanda y los recursos disponibles, como se observa en la siguiente tabla.

PROBLEMA DE TRANSPORTE

Costes	D1	D2	D3
O1	2	5	1
O2	3	2	4
O3	4	1	3

Cantidades	D1	D2	D3	Suma
O1				0
O2				0
O3				0
Suma	0	0	0	

Recursos	Total
110	300
150	
40	

	D1	D2	D3
Demanda	160	50	90
Total	300		

>= >= >=

FUNCIÓN OBJETIVO

Paso 3. Calcular la **FUNCIÓN OBJETIVO** la cual se define con la función de sumaproducto de la matriz de costes de orígenes y destinos por la matriz de demanda.

PROBLEMA DE TRANSPORTE

Costes	D1	D2	D3
O1	2	5	1
O2	3	2	4
O3	4	1	3

Cantidades	D1	D2	D3	Suma
O1				0
O2				0
O3				0
Suma	0	0	0	

Recursos	Total
110	300
150	
40	

	D1	D2	D3
Demanda	160	50	90
Total	300		

>= >= >=

FUNCIÓN OBJETIVO

=sumaproducto(C4:E6;H4:J6)

Paso 4. Activar **Solver**, en la que se marcan

- a. el **Establecer objetivo**, que corresponde a la celda donde se reportará la solución típicamente de costes (en este caso la celda \$B\$12),
- b. Se selecciona la opción **Min** de minimización en nuestro ejemplo

- c. En la selección de **Cambiando las celdas de variables** se señala el rango de celdas en los cuales se producirán los resultados en la tabla de soluciones (en nuestro caso \$H\$4:\$J\$6).

Cantidades	D1	D2	D3	Suma
O1				0
O2				0
O3				0
Suma	0	0	0	

Recursos	Total
110	300
150	
40	

Demanda	D1	D2	D3
160	50	90	
300			

- d. Se selecciona **Agregar** para las restricciones de la solución, por ejemplo la suma de lo transportado en los orígenes debe de ser menor igual (\leq) a los recursos disponibles. Oprimir **Aceptar**.

Costes	D1	D2	D3

Cantidades	D1	D2	D3	Suma
O1				0
O2				0
O3				0
Suma	0	0	0	

Recursos	Total
110	300
150	
40	

Demanda	D1	D2	D3
160	50	90	
300			

- e. Otra restricción es que toda la suma de lo transportado por los destinos debe ser mayor igual (\geq) a la demanda existente. Oprimir **Aceptar**.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data tables:

Costes	D1	D2	D3
C1			
C2			
C3			

Cantidades	D1	D2	D3	Suma
O1				0
O2				0
O3				0
Suma	0	0	0	

Recursos	Total
110	300
150	
40	

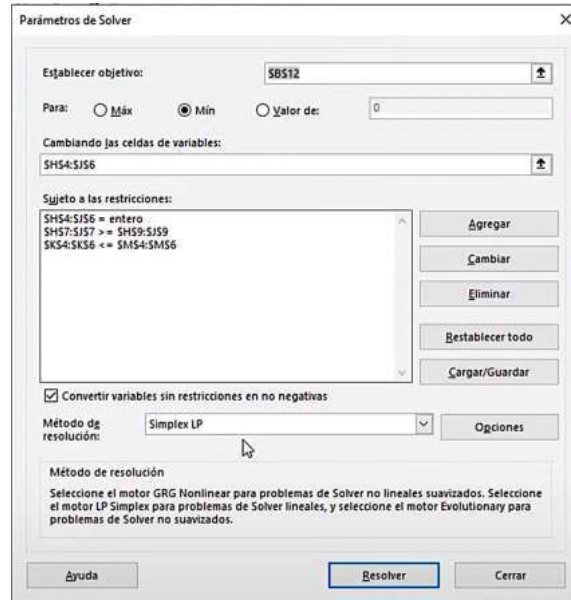
Demanda	D1	D2	D3
160	50	90	

Below the tables, there are comparison operators: \geq , \geq , \geq . A 'Total' cell contains the value 300. A 'FUNCIÓN OBJETIVO' cell contains the value 0. A Solver dialog box is open, showing 'Agregar restricción' with 'Referencia de celda' set to '\$H\$4:\$H\$6' and 'Restricción' set to '\$I\$4:\$I\$6'.

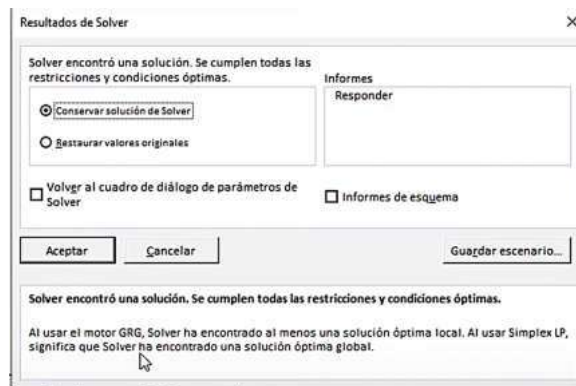
- f. Se ingresa restricción adicional que todo resultado es un entero-No se aceptan fracciones.

The screenshot shows the same Excel spreadsheet as above, but with the Solver dialog box updated. The 'Restricción' field now shows 'entero', indicating that the variables are constrained to be integers.

- g. Se muestra cuadro de diálogo de **Solver** para marcar **Convertir variables sin restricciones en no negativas**, para evitar resultados con números negativos, así como la selección del **Método de resolución: Simplex LP**. Oprimir **Resolver**.



h. Aparece cuadro de diálogo de que **Solver** ha producido soluciones. Oprimir **Aceptar**



Paso 5. Se muestra en tabla de **Excel** las soluciones generadas por **Solver** para su análisis y discusión.

PROBLEMA DE TRANSPORTE

Costes	D1	D2	D3
O1	2	5	1
O2	3	2	4
O3	4	1	3

Cantidades	D1	D2	D3	Suma
O1	20	0	90	110
O2	140	10	0	150
O3	0	40	0	40
Suma	160	50	90	

Recursos	Total
110	300
150	
40	


<= <= <=

Demanda	D1	D2	D3
160	50	90	

>= >= >=

Total	300
-------	-----

FUNCIÓN OBJETIVO
610



En nuestro ejemplo la Función Objetivo se halló con un mínimo de costes de 610, la tabla matriz de soluciones arroja datos de envíos diversos incluyendo valores cero entre nodos. Los valores origen no exceden los recursos y los de destino siempre son mayores o iguales respecto a la demanda.

Zapopan, Jal. a 01 de Junio de 2022

Dictamen de Obra AMIDI.DO.20220601.FCDS

Los miembros del equipo editorial de la Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Innovación (**AMIDI**), ver:

<https://www.amidibiblioteca.amidi.mx/index.php/AB/about/editorialTeam>

se reunieron para atender la invitación a dictaminar el libro:

FUNDAMENTOS DE CADENA DE SUMINISTRO. Teoría y Práctica

Cuyo autor de la obra es el **Dr. Juan Mejía Trejo**

Dicho documento fue sometido al proceso de evaluación por pares doble ciego, de acuerdo a la política de la editorial, para su dictaminación de aceptación, ver:

<https://www.amidibiblioteca.amidi.mx/index.php/AB/procesodeevaluacionporparesenciego>

Los miembros del equipo editorial se reúnen con el curador principal del repositorio digital para convocar:

1. Que el comité científico, de forma colegiada, revise los contenidos y proponga a los pares evaluadores que colaboran dentro del comité de redacción, tomando en cuenta su especialidad, pertinencia, argumentos, enfoque de los capítulos al tema central del libro, entre otros.
2. Se invita a los pares evaluadores a participar, formalizando su colaboración.
3. Se envía así, el formato de evaluación para inicio del proceso de evaluación doble ciego a los evaluadores elegidos de la mencionada obra.
4. El comité científico recibe las evaluaciones de los pares evaluadores e informa a el/la (los/las) autor(es/as), los resultados a fin de que se atiendan las observaciones, el requerimiento de reducción de similitudes, y recomendaciones de mejora a la obra.
5. La obra evaluada, consta de:

Introducción, 10 capítulos, referencias y 1 anexo en 369 páginas



6. El desglose de su contenido, de describe a continuación:

Capítulo	Páginas
Introducción	1-2
Capítulo 1. Conceptos Básicos	3-55
Capítulo 2. Los Inventarios	56-89
Capítulo 3. Los Almacenes	90-141
Capítulo 4. Medios de Transporte	142-169
Capítulo 5. Diseño de Redes de Cadena de Suministro	170-239
Capítulo 6. Pronóstico de la Demanda	240-272
Capítulo 7. Fijación de precios de la Cadena de Suministro	273-286
Capítulo 8. Las Tecnologías de Información y Comunicaciones en la Cadena de Suministro	287-298
Capítulo 9. Aprovisionamiento Electrónico (e-Procurement)	299-338
Capítulo 10. Administración de las Relaciones con el Proveedor (SRM)	339-352
Referencias	353-358
Anexo 1. Solver de Excel	359-369

7. Una vez emitidas las observaciones, el requerimiento de reducción de similitudes, y recomendaciones de mejora a la obra por los evaluadores y todas ellas resueltas por el/la (los/las) autor(es/as), el resultado resalta que el contenido del libro:

- a. Reúne los elementos teóricos actualizados y prácticos desglosados en cada uno de sus capítulos.
- b. Los capítulos contenidos en la obra, muestran claridad en el dominio del tema, congruencia con el título central del libro, y una estructura consistente
- c. Se concluye finalmente, que la obra dictaminada, puede fungir como libro de texto principal o de apoyo tanto para estudiantes de licenciatura como de posgrado.

8. Por lo que el resultado del dictamen de aceptación de la obra fue:

FAVORABLE PARA SU PUBLICACIÓN.

Sirva la presente para los fines que a los Interesados convengan.

Atentamente

Dr. Carlos Omar Aguilar Navarro.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9881-0236>

Curador Principal AMIDI.Biblioteca

AMIDI