

Tendencias en la *Supply Chain*

Ignasi Estruch Goicoechea

PID_00211074



Los textos e imágenes publicados en esta obra están sujetos –excepto que se indique lo contrario– a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos y transmitirlos públicamente siempre que citéis el autor y la fuente (FUOC. Fundación para la Universitat Oberta de Catalunya), no hagáis de ellos un uso comercial y ni obra derivada. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es>

Índice

Introducción	5
1. Transformaciones globales	7
1.1. Papel económico y geopolítico de los emergentes	7
1.2. Cambio en los patrones de la demanda	7
1.3. Conectividad global creciente	8
1.4. El talento, factor clave de la competitividad	8
1.5. Tecnologías y ciencias emergentes	9
1.6. Conocimiento más allá de la propia organización	9
1.7. Presión sobre los recursos naturales	10
2. Impacto de las transformaciones globales en las futuras cadenas de suministro	11
2.1. Cambio en la estrategia de las operaciones	11
2.1.1. Colaboración y coopección	12
2.1.2. Deslocalización y relocalización	14
2.1.3. Integración de las estrategias de operaciones y marketing	16
2.1.4. Cadenas de suministro verdes	17
2.2. Impacto en la cadena de suministro	20
2.2.1. Almacenes y transporte compartido	21
2.2.2. <i>Lean & Agile</i>	22
2.2.3. <i>Postponement</i> y <i>cross-docking</i>	24
2.2.4. Logística de última milla	25
2.3. Soporte de las tecnologías	27
2.3.1. RFID	28
2.3.2. SCM	30
2.3.3. Simulación	31
2.3.4. Conectividad de las máquinas	32

Introducción

La actual crisis, su salida y los nuevos escenarios que se configuran, están llevando al mundo a un punto de inflexión donde se identifica un conjunto de transformaciones profundas que reestructurarán el nuevo orden socio-económico. ¿Cuáles son los nuevos retos y, sobre todo, que nuevas oportunidades se derivan de todo ello? Son algunas de las preguntas que cualquier empresa u organización empresarial deberían plantearse.

Ante este nuevo contexto empresarial, complejo e incierto, es un hecho que las operaciones no viven al margen de esta realidad, todo lo contrario, al representar uno de los pilares fundamentales del comercio internacional su futuro está muy influenciado por estas transformaciones globales.

A continuación se sintetizan las 7 transformaciones globales (fuente: Observatorio de Mercados Exteriores –OME– de ACCIO; consultar fuente) que condicionarán el mundo en las próximas décadas y que servirán de base para argumentar en los capítulos posteriores el nuevo diseño de las cadenas de suministro:

- Papel económico y geopolítico de los emergentes.
- Cambio en los patrones de la demanda.
- Conectividad global creciente.
- El talento, factor clave de la competitividad.
- Tecnologías y ciencias emergentes.
- Conocimiento más allá de la propia organización.
- Presión sobre los recursos naturales.

1. Transformaciones globales

1.1. Papel económico y geopolítico de los emergentes

En los últimos años, la evolución de los mercados emergentes entre sí y en relación a las economías avanzadas se ha acelerado. Ya no se puede hablar de mercados emergentes en general, ni referirse únicamente a los conocidos BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica).

Países emergentes

El BBVA se refiere a los países EAGLES como las economías emergentes con más potencial de crecimiento económico en la próxima década, y los NEST como aquellos países que presentan las condiciones necesarias para desbancar a alguno de los anteriores de la lista en breve (consultar fuente: BBVA-Researche).

El papel de las economías emergentes se ha puesto más en relieve con la actual crisis económica. Este hecho está dando lugar a nuevos modelos de globalización económica. Mientras Europa tiene previsiones de crecimiento prácticamente nulas para los próximos años, estas economías prevén crecimientos superiores al 5,5% en su conjunto.

En la última década del siglo pasado, el 20% de la población mundial localizada en los países desarrollados concentraba el 69% del PIB mundial, mientras que el 80% de la población se repartía el 31% restante. Pero esta situación ha cambiado radicalmente en un tiempo récord, ya que los países emergentes, ya contribuyen con el 50% del crecimiento económico mundial, lo que les ha permitido tener mayor influencia en la toma de decisiones económicas y geopolíticas.

Para las empresas implica nuevas amenazas en su competitividad, pero también oportunidades de conectarse a estos nuevos mercados.

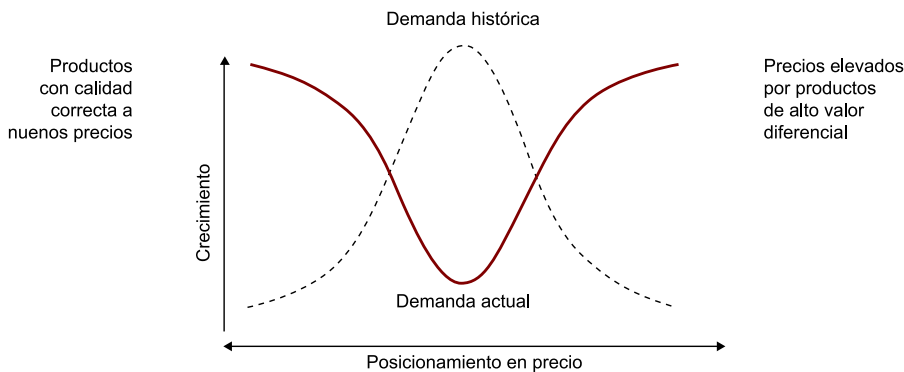
1.2. Cambio en los patrones de la demanda

El aumento de la esperanza de vida, la urbanización creciente, los cambios en el mercado laboral y en los modelos de familia, la ampliación de la clase media en las economías emergentes y el aumento de desigualdades entre países, está provocando cambios importantes en los patrones de la demanda.

En este sentido, los consumidores tienden a consumir selectivamente en ambos extremos de la gama de productos, en función del valor diferencial que requieran:

- Por un lado, consumidores que buscan productos de calidad suficientemente buena a precios muy baratos, cuando no perciben valor diferencial entre productos.
- Por otro lado, consumidores que están dispuestos a pagar importantes cantidades de dinero por marcas de “nuevo lujo”, siempre y cuando aprecien un valor diferencial.

Figura 1



Fuente: Observatorio de Mercados Exteriores (OME) de ACCIO.

1.3. Conectividad global creciente

Si en la segunda mitad del siglo XX la industrialización fabril marcó la pauta en el desarrollo económico de las sociedades occidentales, a principios del siglo XXI, la globalización y la tecnología han creado una red compleja a gran escala que está presente en toda actividad económica y social, donde los acontecimientos en un país del mundo pueden afectar a países de otra parte del mundo.

Actualmente, se han superado los 2.000 millones de usuarios con acceso a Internet, siendo China, India y el Brasil los países que lideran el ranking (con permiso de CE y los EE. UU.). Este hecho ha permitido pasar de una comunidad local a otra conectada en red, y cada vez más internacionalizada, lo que ha llevado a pensar a muchas empresas que actividades deben realizar dentro de la empresa y cuales son susceptibles de ser externalizadas. En este sentido, productos y servicios que antes no estaban sujetos a la competencia internacional, ahora sí lo están.

1.4. El talento, factor clave de la competitividad

En un mundo cada vez más competitivo y global, las empresas que no encuentran el talento en el mercado local están obligadas a buscar al candidato idóneo más allá de sus fronteras. En este sentido, la India, la ASEAN y China serán las fuentes de mayor aportación global de talento en los próximos años, mientras que en los países occidentales el talento será cada vez más minoritario y escaso.

El número de graduados universitarios en estos países emergentes aumenta a un ritmo anual del 5,5% en comparación del 1% de los países de renta elevada.

La contratación de talento internacional por parte de empresas de los países emergentes se verá favorecida por la crisis y la consiguiente pérdida de trabajo en los mercados occidentales.

Para las empresas, la gestión del talento será más compleja y requerirá nuevos modelos para atraer, y sobre todo retener a los mejores: multiculturalidad, convivencia de diferentes generaciones, ambiente de trabajo en el que prime la integridad y la ética, planes de conciliación laboral y familiar, etc.

1.5. Tecnologías y ciencias emergentes

Las innovaciones tecnológicas que se avecinan en el horizonte de los próximos cincuenta años modificarán de tal manera nuestras vidas actuales que sólo un cambio de mentalidad global podrá asimilarlas. La nanotecnología, el interfaz ordenador-cerebro, el mapeo del genoma humano, los medios de comunicación social, el turismo espacial, los automóviles híbridos o el almacenamiento digital son algunas de las tendencias en el ámbito de la ciencia y la tecnología más relevantes en los próximos años.

Estados Unidos, la Unión Europea y Japón han liderado tradicionalmente el panorama internacional de la ciencia y la tecnología, pero el rápido crecimiento de las nuevas economías emergentes ha provocado que estas tres áreas tengan más competidores, y actividades como la ciencia y la tecnología queden mucho más repartidas y multipolarizadas que nunca.

1.6. Conocimiento más allá de la propia organización

La combinación de las TIC (Web 2.0, software libre...) con las nuevas generaciones de usuarios permitirá extender las capacidades más allá del talento individual con la finalidad de mejorar su *know-how*. Hoy en día se habla ya de inteligencia colectiva como una parte destacada para la creación de valor con la participación o cooperación eficiente de comunidades externas (codiseño y coproducción) en un contexto de alta complejidad.

“Estamos recibiendo ideas, muchas de adultos, que de otra forma no conseguiríamos o quedarían olvidadas en los cajones de los departamentos de la empresa. Por eso, no es descabellado prever que en el futuro sacaremos entre 2 y 4 productos similares al año”.

David Graham, director de Desarrollo de Negocios de LEGO.

Nota

Según *Business Week*, muchos especialistas en TI financieras se están trasladando de Nueva York y Londres a mercados donde hay más oportunidades: Hong Kong, Xangai o Singapur.

Starbucks

Starbucks sondea igualmente el ingenio popular. Desde su web online *My Starbucks Idea*, miles de clientes de esta cadena de cafeterías comparten generosamente sus pensamientos, unos más rompedoras, otros no tanto: mejorar el *frappuchino* con un cierto toque de *cookie*; abrir minicafeterías exprés en determinados puntos estratégicos...

1.7. Presión sobre los recursos naturales

Las necesidades futuras de alimentos crecerán considerablemente: “Si se cumplen las previsiones actuales de crecimiento de la población se prevé que el mundo necesitará un 50% más de alimentos en los próximos años y dos veces más en los próximos 30 años”.

Esto implicará una demanda importante de alimentos y aumentará la competencia por los recursos naturales: la tierra fértil y el agua se han convertido en un activo estratégico para los gobiernos y multinacionales. En este sentido numerosos gobiernos ya han negociado acuerdos para comprar terrenos agrícolas en África, Asia y América Latina.

El desarrollo económico y la adopción de pautas de consumo de los países emergentes próximos a la de los países occidentales incrementan la presión sobre los recursos naturales.

La compleja situación actual y los posibles escenarios de futuro plantean nuevos retos y riesgos para las cadenas de suministros. La gran pregunta es: **¿qué impacto tendrán estas transformaciones globales en el diseño de las futuras cadenas de suministro?**

2. Impacto de las transformaciones globales en las futuras cadenas de suministro

Las fuerzas externas o tendencias más relevantes a nivel global que han sido mencionadas modificarán significativamente las futuras cadenas de suministro en los siguientes ámbitos clave:

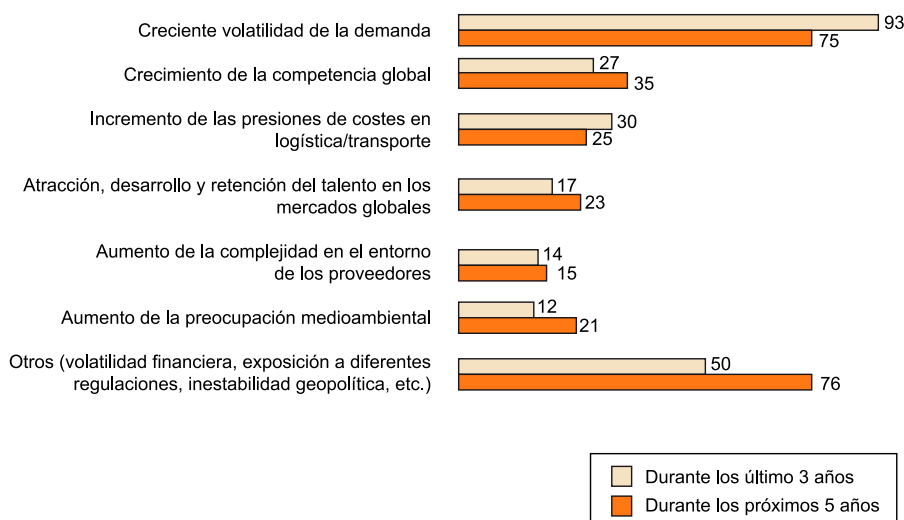
Figura 2. Ámbitos clave de las futuras cadenas de suministro



2.1. Cambio en la estrategia de las operaciones

De acuerdo a un estudio de McKinsey, las principales inquietudes de los directores de operaciones en los próximos años se concretan en:

Figura 3. Principales inquietudes en el ámbito de las operaciones para el futuro inmediato



Fuente: Adaptado de McKinsey (2010). *The challenges ahead for supply chains: McKinsey Global Survey Results.*

En base a las inquietudes presentadas, los proyectos estratégicos en las operaciones se focalizarán en las siguientes áreas claves:

- Colaboración y cooperación.
- Deslocalización y relocalización.
- Integración de estrategias de operaciones y marketing.
- Cadenas de suministro verdes.

2.1.1. Colaboración y cooptación

“En el futuro, la competencia no se dará de empresa a empresa, sino más bien de cadena de suministro a cadena de suministro.”

Michael E. Porter.

Las principales razones por el que las cadenas de suministro actuales no son eficientes son la falta de comunicación entre los diferentes agentes que participen (fabricantes, distribuidores, mayoristas, minoristas, etc.) y la deficiente utilización de sus activos: camiones a media carga, almacenes dedicados con bajo movimiento, entregas urbanas realizadas por múltiples proveedores al mismo cliente, etc.

En un entorno de agresiva competencia en los mercados internacionales, la empresa debe romper con esta realidad para poder sobrevivir y tener éxito. Para ello, ya no es suficiente mejorar sus operaciones internas sino que sus cadenas de suministro en los próximos años estarán obligadas a colaborar más allá de sus fronteras si desean ofrecer un mejor servicio al consumidor final. Pero no es una tarea fácil, ya que para que esto sea posible es fundamental que cada uno de los actores implicados utilicen de forma intensiva las tecnologías de la información y que los gestores de las cadenas de suministro vean más allá de su eficiencia individual y entiendan el potencial que les puede proporcionar conceptos como la innovación y la colaboración.

Por consiguiente, los futuros modelos o arquitecturas de *supply chain* requerirán administradores de cadena de suministro comprometidos con el diseño, planificación, ejecución, control y supervisión de todas las actividades que integran la cadena de suministro, desarrollando un profundo cambio estructural que combine las soluciones de mejora individuales con el concepto de colaboración integral, donde priman los intereses comunes entre los diferentes agentes de la cadena de valor.

De acuerdo a un estudio realizado por la consultora Capgemini (*2016 Future Supply Chain*), el impacto de este nuevo rediseño de la cadena de suministro fruto de un proceso de colaboración entre los agentes, se estima en:

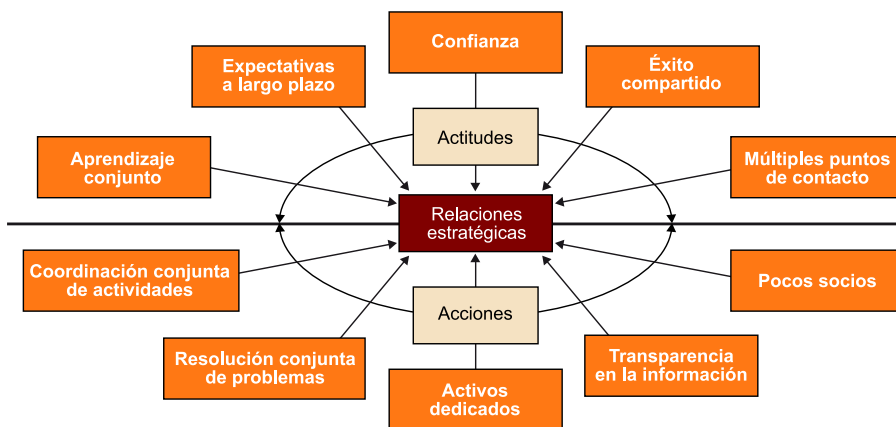
- 30% de reducción del coste por palet en el transporte.
- 20% de reducción del coste de manipulación por palet.
- 40% de reducción del *lead time*.

- 25% de reducción de las emisiones de CO₂ por palet.
- Etc.

Como se verá más adelante, los sistemas TIC colaborativos tendrán un papel clave en la configuración y materialización de esta nueva arquitectura, ya que permitirán dar una mayor visibilidad a toda la cadena de suministro, consiguiendo con ello reducir drásticamente los costes de transacción entre los diferentes agentes de la red (consumidores, desde los que se inicia la señal de la demanda, proveedores, fabricantes, operadores logísticos y distribuidores) y asegurar la comunicación en tiempo real, mejorando su eficiencia global.

En el siguiente gráfico se identifican algunos de los principales elementos que contribuyen a mejorar la colaboración entre los socios de la cadena de suministro:

Figura 4. Elementos para mejorar la colaboración entre los socios de la cadena de suministros



Fuente: Nigel Slack y Michael Lewis (2008). *Operations Strategy*.

Por el contrario, una de las principales barreras a la colaboración en la cadena de suministro es que la información compartida entre los socios se filtre a los competidores. En este sentido, Ronald K. Ireland, experto en el ámbito de la colaboración entre cadenas de suministro, comenta que muchas empresas han superado este temor desarrollando y celebrando un Convenio Front End para la colaboración en la cadena de suministro, en el que se define qué información será compartida, quiénes la compartirán y cómo se compartirá. Además, el Convenio Front End contiene disposiciones sobre confidencialidad consensuadas entre los socios comerciales. Quienes siguen este proceso superan con rapidez la preocupación por la información compartida y pronto visualizan los beneficios derivados de la colaboración en la cadena de suministro.

Un concepto relacionado con la colaboración empresarial que parece adquirir una mayor importancia ante el nuevo escenario global es el de “coopetición”.

Lectura complementaria

Podéis ampliar la información sobre las opiniones de Ronald K. Ireland en la web de Énfasis Logística.

El modelo “coopetitivo” se basa en la teoría que el beneficio de un rival no implica necesariamente una pérdida propia, abriendo la posibilidad a que compañías competidoras puedan colaborar buscando el beneficio mutuo, bajo ciertas condiciones.

Con la “coopetición” se busca incrementar el mercado total (nuevos mercados, desarrollar los mercados existentes, estimular nuevos usos del producto o servicio, etc.) sobre la base de la confianza, con objeto de construir un espacio seguro donde la participación de cada empresa sea mayor; por el contrario, la “competición” lleva consigo que el mercado se divida y en ciertas ocasiones, incluso disminuya.

Un ejemplo de empresas en el sector de la confitería que cooperaron fueron “TheHershey Co.” y “Ferrero USA, Inc.”, aliándose en el 2012 con objeto de buscar sinergias en su cadena de suministro que les ayudara a reducir los gases de efecto invernadero y consumo de combustible en su logística de distribución.

2.1.2. Deslocalización y relocalización

En los últimos 20 años han sido muchas las empresas que han optado por el *Offshoring* o deslocalización como alternativa al proceso productivo local, en búsqueda de incremento de valor mediante crecimiento y reducción de costes (principalmente salariales).

La deslocalización conllevó la necesidad por parte de las empresas de globalizar todos sus procesos relacionados con la cadena de suministro, aumentando de esta forma la importancia del transporte internacional de mercancías y la necesidad de gestionar sus operaciones de la forma más eficiente posible, debiendo adoptar medidas de todo tipo:

- Concentrar y especializar los centros de producción.
- Invertir en TIC con objeto de controlar cadenas de suministro cada vez más complejas.
- Desarrollar centros de distribución que permitan racionalizar el almacenamiento y la distribución de las mercancías y reducir el transporte en vacío.

Esta tendencia está cambiando en los últimos años motivada principalmente por variables económicas y de flexibilidad:

a) La pérdida de ventajas competitivas en algunos de los países emergentes de primer nivel (Brasil, China, India, etc.), que tradicionalmente han acogido a las empresas realizando *offshoring*, a causa del progresivo aumento de los costes de mano de obra (en algunas zonas de China, los salarios están creciendo a un ritmo anual superior al 20%), costes de transporte y logísticos, etc.

La deslocalización de las plantas por todo el mundo no será estática sino dinámica:

“Muchas marcas de renombre del sector textil y calzado, incluyendo algunas de chinas, trasladan toda o parte de su producción desde China a terceros países, principalmente del Sudeste Asiático, como Bangladés, Vietnam o Camboya, donde los costes son inferiores. Según EximBank, el salario mensual en China en octubre del 2012 era de 328 dólares, aunque en Shanghái y en otras ciudades de la costa superaba los 700 dólares. En cambio, llegaba sólo a los 258 dólares en Filipinas, 145 dólares en Vietnam y 53 dólares en Birmania”.

Jaume Giné Daví (2013). *La Vanguardia*.

Asia ya es demasiado cara para H&M, que busca fabricar en África:

“El gigante de la moda sueco H&M (segundo grupo de distribución de moda del mundo) ha encargado pedidos de prueba a talleres de Etiopía para comenzar a deslocalizar parte de su producción de Asia, donde ahora concentra el 80% de la fabricación de sus productos textiles de bajo coste. Detrás de esta decisión está el aumento de costes salariales de China, además de la disminución de costes de transporte que supone producir en África y una voluntad de diversificar los orígenes de su producción”.

D.S.U. (2013). ARA.

b) Las nuevas exigencias del mercado que requieren volver a producir cerca del consumidor final y de los centros de I+D con objeto de reducir el *lead time* y aumentar el nivel de servicio al cliente.

c) La creación de valor que supone invertir en el mercado local, fomentando empleo, etc. con la intención de influenciar en el proceso de compra del consumidor.

Otro concepto relacionado con los procesos de deslocalización, fruto de la globalización económica, expansión de los grandes grupos multinacionales y avance de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación es el de las redes globales de valor (RGV).

El proceso tradicional de producción y distribución de un bien se ha visto siempre como una secuencia ligada de funciones y etapas necesarias que va desde su concepción hasta su venta. Los RGV centran su potencial en añadir la dimensión internacional de los procesos productivos y las diversas funciones y relaciones de poder que existen entre los agentes que participan en la cadena de suministro global. En este sentido, son redes de empresas internacionales ubicadas en lugares geográficamente distantes, que integran todas las actividades relacionadas con el ciclo de producción y distribución de los bienes y servicios, desde su concepción hasta su distribución final a los clientes.

Por lo general, los RGV son coordinadas o “gobernadas” por aquel eslabón de la cadena de valor con mayor capacidad para imponer condiciones al resto y buscan mantener los eslabones que generan mayor valor agregado.

Según Dicken (2007), las **redes globales de valor** son complejas redes de producción a escala global, que rebasan las fronteras nacionales y que cambian su configuración de forma dinámica ante las estrategias de los grupos multinacionales. Más que una cadena como un proceso lineal, se trata de circuitos que conectan las etapas del proceso de producción y que poseen, una importante fuente de retroalimentación mediante la conexión del consumo con el proceso de producción y distribución.

Esta nueva práctica de formar parte de las cadenas de valor mundiales, donde se realizarán las diferentes “tareas” o actividades de la cadena de suministro presenta beneficios e inconvenientes:

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes de formar de las cadenas de valor mundiales

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> • La generación de un entorno de confianza y certidumbre facilita la interacción y el aprendizaje. • Rápido crecimiento económico de los países de Asia y algunos países de América Latina, ya que las RGV aportan capitales, lugares de trabajo, tecnología y <i>know how</i> y relaciones exteriores. 	<ul style="list-style-type: none"> • En algunos casos, el apoyo de la firma líder viene condicionado a la contribución de su propio beneficio. • En algunos casos, las empresas que han sido subcontratadas juegan más un papel de subordinación, más que de liderazgo en este proceso.

2.1.3. Integración de las estrategias de operaciones y marketing

Los consumidores y los compradores serán cada vez más exigentes y con mayor poder de decisión en la cadena de suministro, ya sea en el desarrollo de nuevos productos, en la reposición de los mismos, como en el canal a través del cual desean que se haga la entrega (en línea, en la tienda, por móvil, etc.).

Por esta razón, las empresas tendrán que determinar la mejor manera de integrar sus estrategias de operaciones y marketing con objeto de hacer coincidir con eficacia la oferta con la demanda. El intercambio continuo de información y colaboración entre estas dos áreas claves en la empresa serán fundamentales para anticipar la demanda dinámica de los consumidores.

Según Gouglas M. Lambert:

“Ya no basta integrar, bajo una sola disciplina, los procesos de aprovisionamiento, producción y distribución física, ni siquiera es suficiente integrar en estos procesos los de diseño, instalación, postventa y reciclado. Es preciso integrar las estrategias logísticas con las de marketing para que el dominio del mercado permita detectar las necesidades del cliente, definir la forma en que le podemos generar valor, superando a nuestros competidores, y organizar y gestionar el resto de los procesos de la cadena logística buscando la satisfacción de dicho cliente”.

Hoy en día la eficiencia no es suficiente, se tiene que ser relevante y por ello en la sobreoferta es vital diferenciarse. Acercarse al cliente es fundamental y por ello, la estrategia de operaciones debe alinearse totalmente con la estrategia de marketing.

2.1.4. Cadenas de suministro verdes

Hasta no hace mucho, los parámetros más importantes a tener en cuenta en el diseño de una cadena de aprovisionamiento eran el coste y la eficiencia. Actualmente, la preocupación por el medioambiente y el hecho cada vez más evidente que la sostenibilidad es un factor clave en las decisiones de compra de los consumidores, está provocando que la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en las futuras cadenas de suministro juegue un papel cada vez más destacado en su diseño.

La sostenibilidad medioambiental ayuda a mejorar la imagen y reputación de las empresas, ya que permite establecer vínculos más fuertes con los clientes como consecuencia de un incremento de la sensibilidad y conciencia ambiental por parte de la sociedad en los últimos años. Todo ello se traduce en más ventas...

Por otro lado, como prevén muchos informes de tendencias, la industria logística seguirá creciendo en los próximos años, lo que conllevará un mayor incremento del consumo de energía, una mayor presión sobre los recursos naturales (vulnerabilidad a la incertidumbre de los suministros de petróleo, creciente volatilidad en los precios de los combustibles fósiles), un aumento de las emisiones de CO₂, entre otras consecuencias. Por este motivo, el sector necesita mejorar su eficiencia ecológica:

1) Produciendo más con menos materia prima, disminuyendo el uso de material y reduciendo los residuos. Las empresas deberán analizar el ciclo de vida de sus productos (ACV), identificando y valorando los diferentes impactos medioambientales potenciales asociados a un producto en cada una de las etapas de su ciclo de vida. El diseño del producto y su embalaje no podrá atender únicamente a las especificaciones de marketing, sino también a los requerimientos de sostenibilidad.

2) Desarrollando procesos más sostenibles respetuosos con el medio ambiente que reducen la contaminación, el consumo energético y del agua y contribuyen de forma positiva a mejorar la calidad del entorno.

3) Diseñando cadenas de suministro teniendo en cuenta la logística inversa: gestión de residuos, gestión de subproductos y muy especialmente la gestión del reciclaje, el cual conllevará usar sistemáticamente materiales reciclables y progresivamente eliminar materiales nocivos para el medio ambiente.

La logística inversa será fundamental en el diseño de las cadenas de abastecimiento globales y muchas empresas ya las están utilizando como parte esencial de nuevas líneas de negocio:

Bosch

La empresa Bosch ha logrado un notable éxito vendiendo herramientas de mano eléctricas que han sido recicladas. En este caso, la empresa se dirige a clientes que no pueden permitirse los productos nuevos, pero que están dispuestos a comprar modelos usados a menor coste.

4) Potenciando el eco-etiquetaje para que llegue a ser un estándar en los próximos años, bien sea por imperativos legales o incentivando su uso. Las etiquetas ecológicas, otorgadas por la Administración u organismos homologados, garantizan el cumplimiento de una serie de requisitos medioambientales por parte del producto o embalaje, lo cual permitirá a los clientes comparar productos verdes y aumentar su confianza.

5) Imponiendo medidas regulatorias más estrictas que fijan un precio a las emisiones de carbono por parte de las empresas (en Europa, el tráfico de camiones en las autopistas está sujeto a mayores restricciones).

6) Incrementando el número de investigaciones cuyo objetivo es reducir la emisión de contaminantes y los niveles de ruido.

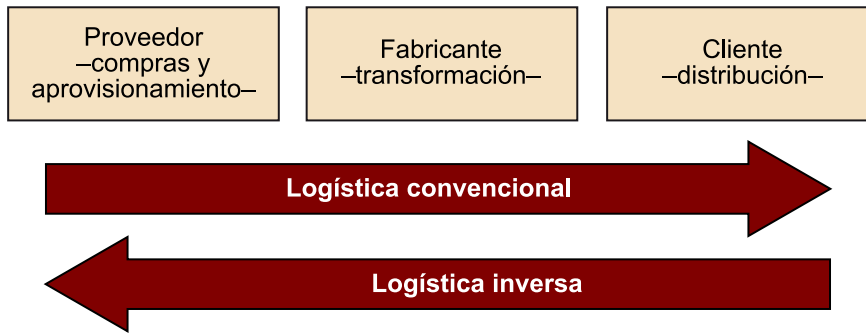
Para un creciente número de fabricantes, pertenecientes a industrias muy diversas, las cadenas de suministro inversas se están convirtiendo en una parte esencial de su negocio. Si bien la logística inversa siempre ha existido, recuérdese la práctica habitual de devolver los envases de vidrio en la tienda donde se ha comprado la bebida, el cambio de actitud de estos últimos años, debido principalmente a las políticas agresivas de marketing que han hecho aumentar exponencialmente las devoluciones y la preocupación por el medio ambiente, ha llevado a que la logística inversa adquiera una gran importancia y relevancia en el corto plazo.

Kodak

La empresa Kodak recicla sus cámaras de un solo uso después de haber revelado el carrete. A lo largo de la última década, la empresa ha reciclado más de 310 millones de cámaras en más de 20 países.



Figura 6. Esquema de la logística inversa



Esta concienciación por el medioambiente en la sociedad está llevando a muchas empresas a apostar por las llamadas “cadenas de suministro verdes” (respetuosas con el medio ambiente) al considerarlas una fuente de ventajas competitivas. Pero en otros casos, la obligación de cumplir con las regulaciones medioambientales o las presiones de los consumidores, es percibida como un coste añadido que no aporta valor para la empresa.

Para gestionar estas nuevas cadenas de suministro verdes, nuevos indicadores clave de rendimiento (KPI; *Key Performance Indicator*) de primer nivel deberán ser incluidos en los futuros cuadros de mando:

Tabla 2. Nuevos indicadores clave de rendimiento

Parámetros	Factores de coste	Métrica
Reducción de costes en la cadena de aprovisionamiento	Manipulación Almacenaje Transporte	Coste manipulación/hora Coste m ² /día Coste km
Emisiones de CO ₂	Tasa de CO ₂	Coste kg de CO ₂
Congestión en el tráfico	Retrasos	Horas/hombre perdidas Retrasos en la planificación
Simplificación de las infraestructuras	Duplicaciones	Duplicación de costes en la cadena de suministro (puntos de almacenaje...)

Fuente: Adaptado de *Global Commerce Initiative*, Capgemini.

1) **Reducción de costes en la cadena de aprovisionamiento:** Las empresas deben esforzarse por reducir los costes en la manipulación, almacenaje y transporte, usando más cantidad de energía renovable, así como reduciendo la cantidad de energía y agua consumida en sus operaciones.

2) **Emisiones de CO₂:** Son medidas en toneladas de CO₂. En el transporte, la cantidad de CO₂ emitida es directamente atribuida al peso, modo y distancia recorrida.

Incremento en el consumo de energía

De acuerdo al informe de la *International Energy Outlook 2007*, la cantidad total de energía consumida por el mercado se incrementará un 57% desde 2004 hasta el 2030.

3) **Congestión en el tráfico:** Nuevas medidas están siendo adoptadas por gobiernos de ciudades de diferentes tamaños u organismos oficiales para desincentivar la congestión del tráfico urbano y la polución.

4) **Simplificación de las infraestructuras:** El coste cada vez más elevado del terreno industrial obligará a las empresas a centrar su atención en optimizar el espacio total de sus centros de almacenaje, así como localizar los centros de distribución en las zonas más idóneas.

El impacto de estos nuevos parámetros pueden no ser todavía determinantes en las actuales cadenas de aprovisionamiento, pero es evidente que las estrategias en el marco de las operaciones de los próximos años deberán dar prioridad a estos indicadores.

2.2. Impacto en la cadena de suministro

La nueva cadena de valor buscará la reducción del *lead time* en toda la cadena global, mejorando la sincronización entre la demanda y la producción, y compartiendo la información estandarizada y flexible en tiempo real; así como dar respuesta a la emergente compra en casa y distribución de barrio, todo ello aplicando las nuevas medidas regulatorias para proteger el medio ambiente.

Las cadenas de suministro exigirán innovaciones concretas y personalizadas para cada tipo de empresa.

El camino que una empresa puede escoger para innovar en su cadena de suministro puede ser de dos tipos:

- **Incremental**, pequeñas modificaciones y mejoras que contribuyen en un marco de continuidad al aumento de la eficiencia de los procesos de la empresa.
- **Ruptura**, en el que la empresa rompe con la forma de hacer que le ha caracterizado en los últimos años y busca una ventaja sustancial ante sus competidores.

Sea cual sea el camino seguido por las empresas en su proceso de innovación, lo que es fundamental es que los nuevos retos presentados obligan a las compañías a innovar en sus operaciones para adaptarse rápidamente a las necesidades del mercado y lograr diferenciarse de sus competidores.

Reducción de emisiones de CO₂

The British Climate Change Bill se ha marcado como objetivo reducir las emisiones de CO₂ un 60% en el 2050.

Restricciones del tráfico

En Ámsterdam, donde 5.000 camiones circulan cada día por el centro de la ciudad, se han fijado restricciones según tamaño y peso de los camiones, así como períodos de tiempo en los cuales está prohibida su circulación.

Si la empresa opta por la innovación incremental deberá iniciar un proceso de mejora continua en su cadena de suministro que, a partir de una diagnosis sobre su situación de partida, identifique los puntos de mejora y una vez priorizados, vaya introduciendo aquellas técnicas y buenas prácticas explicadas en las unidades anteriores.

A continuación, se presentarán las innovaciones que mayor impacto tendrán sobre las futuras cadenas de suministro y donde los directores de operaciones de las empresas deben prestar su máxima atención:

- Almacenes y transporte compartido.
- *Lean & Agile*.
- *Postponement* y *cross-docking*.
- Logística de última milla.

2.2.1. Almacenes y transporte compartido

Los cambios económicos en el sector industrial y de consumo europeos se están traduciendo en una evolución dinámica del concepto de almacenaje y transporte. Los ciclos de vida de los productos son cada vez más cortos, y esta tendencia lleva implícita una reducción de los stocks en los almacenes y un cambio en el sistema de almacenamiento que configura un modelo basado en grandes almacenes centrales (donde múltiples fabricantes almacenarán sus productos), complementados por centrales de tránsito.

Los almacenes y distribución compartida supondrán una gran oportunidad para los fabricantes de consolidar operaciones de almacenaje y transporte desde dichos almacenes a los centros de las ciudades y centros de consolidación regional, pero para ello será fundamental estandarizar la información compartida.

Entre los beneficios se encuentran:

- Optimización de la utilización de la capacidad total del almacén.
- Optimización del transporte a partir de compartir la distribución desde el almacén.
- Reducción de energía y CO₂ a partir del uso de las últimas tecnologías (eficiencia energética aplicada a los nuevos almacenes y al transporte utilizado).

Hay que tener en cuenta que no todos los productos pueden ser gestionados en un mismo almacén, por lo que diferentes almacenes colaborativos serán necesarios diseñar para diferentes categorías.

2.2.2. *Lean & Agile*

Los continuos cambios en el entorno y la presión competitiva a la que muchas empresas se ven sometidas, les está llevando a evolucionar desde una estrategia basada en costes y servicio a otra cimentada en la flexibilidad, lo cual requiere diseñar e implantar operaciones de mayor valor añadido que les permita reducir continuamente sus plazos y ser más ágiles.

La flexibilidad es la habilidad para adaptarse a los cambios sin modificar significativamente los resultados (tiempo de entrega, coste...).

Una estrategia sustentada en la flexibilidad es un arma poderosa para la empresa en la lucha contra la incertidumbre de la demanda futura, ya que busca mejorar sus capacidades de respuesta a las necesidades de los clientes mediante la creación de sistemas de producción flexibles y ágiles.

Si bien, como se vio anteriormente, la filosofía de producción que en la última década se ha implantado en la mayoría de compañías es el *lean* (centrado en mejorar la eficiencia a partir de fabricar y distribuir volúmenes altos de producto, en base a una alta predicción de la demanda), empieza a entrar con fuerza otro modelo, denominado *agile* que facilita a la empresa una capacidad de respuesta rápida. Mientras el modelo *lean* agrupa las buenas prácticas que mejoran la eficacia operativa a partir de la eliminación de procesos que no aportan valor, el modelo *agile* se construye alrededor de la flexibilidad, centrándose en implantar técnicas que facilitan la observación y la capacidad de adaptación al comportamiento de la demanda (tamaños de lote flexibles, cambios rápidos de utillajes, etc.).

Por otro lado, una diferencia significativa entre ambos modelos, es que mientras el modelo *lean* siempre ha puesto el foco en el sistema *pull*, la realidad de los entornos donde se implanta le llevan a utilizar un sistema *make-to-stock*, en respuesta a “las señales de demanda” que por lo general vienen de las previsiones o próximos distribuidores de nivel, en lugar de las órdenes reales. En cambio el modelo *agile*, se caracteriza por utilizar realmente un sistema *make-to-order*, donde no se compromete a fabricar y distribuir los productos hasta que la demanda es conocida. Así mismo, trabaja con volúmenes de fabricación muy pequeños y poco estandarizados.

En este sentido, Allan Harrison y René van Hoek proponen un mecanismo muy comprensible que permite marcar las fronteras entre el *lean* y el *agile* y lo hacen a partir de entender lo que definen como costes del proceso de suministro: a los costes de distribución física deben añadirse los costes de

adaptación al comportamiento del mercado, es decir, los costes derivados de las obsolescencias o las depreciaciones de los productos y los costes derivados de las rupturas de estocs (ventas perdidas).

Demasiado a menudo se observa que las empresas, por la razón que sea, no “contabilizan” estas otras partidas de coste. Dicho esto, también es cierto que cada vez son más las empresas que inician programas de rediseño del proceso productivo a partir de la constatación de que estos costes pueden, en muchos casos, superar los costes de distribución física. Esta línea de trabajo les permite alcanzar tres nuevos objetivos:

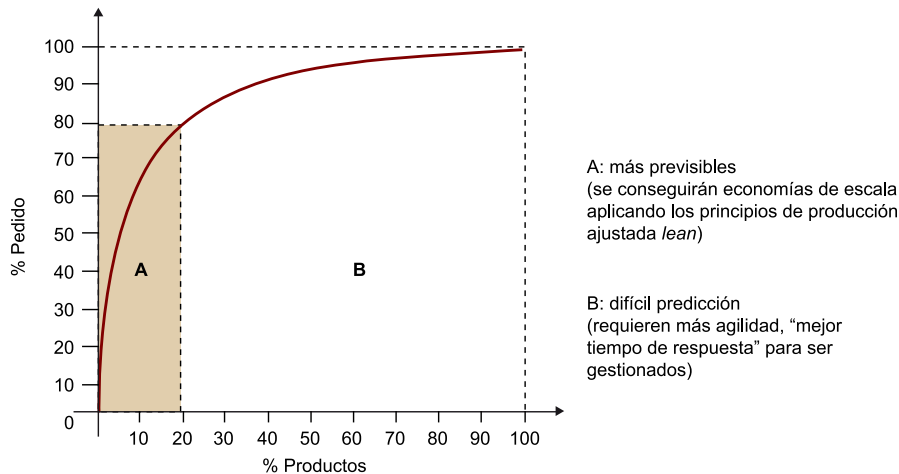
- Mejorar los sistemas de planificación de la demanda en un entorno caracterizado por constantes turbulencias.
- Facilitar los procesos de integración interna y externa al conectar los sistemas de información.
- Optimizar las capacidades productivas y de almacenaje.

El suministro ágil, completamente relacionado con las cadenas pull, dirigidas por la demanda, supone un salto cualitativo para la gestión de la cadena de suministro orientado a reforzar la importancia de la rapidez del servicio como elemento diferenciador y clave para la competitividad empresarial.

Sin embargo, la realidad a la que se enfrentan muchas empresas sigue el análisis de Pareto representado en el siguiente gráfico, donde el 20% de los productos representan el 80% de la demanda, y el 80% restante satisface sólo el 20% de la demanda. Ello les lleva a buscar fórmulas híbridas de gestión para su cartera de productos, que combinen las ventajas de eficiencia operativa del modelo *lean* con las capacidades de respuesta rápida y personalizada que preconiza el modelo *agile*:

- Para el 20% de productos que satisfacen el 80% de la demanda (más previsible y estable), se utilizará estrategias *make-to-stock* para conseguir economías de escala aplicando los principios de producción *lean*.
- Para el 80% de productos que satisfacen el 20% de la demanda (de difícil predicción), se utilizará estrategias *make-to-order* con capacidad de producción *agile* para satisfacer los aumentos repentinos de la demanda o las necesidades inesperadas.

Figura 7. Esquema de la logística inversa



Fuente: CIDEM. *Guías de gestión de la innovación. Producción y logística.*

2.2.3. *Postponement* y *cross-docking*

Otra estrategia utilizada por cada vez más cadenas de suministro, que combina la eficiencia operativa con la respuesta rápida y personalizada, es el *postponement* que consiste en trasladar algunas operaciones de fabricación (montaje, configuración, *packaging*, etc.) al almacén de distribución o a casa del cliente y, por tanto, realizarlas en el momento de preparación del pedido, cuando ya se conocen los requerimientos específicos del producto final.

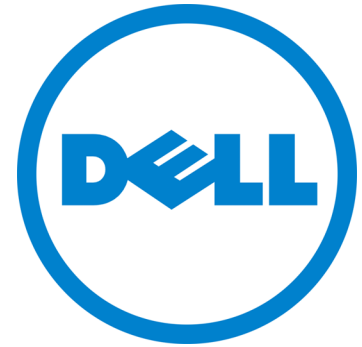
El *postponement* tiene como objetivos:

- Reducir los costes de inventarios de producto terminado.
- Mayor personalización de los productos.
- Reducir el riesgo de obsolescencia de producto.
- Manejar la variabilidad de la demanda.
- Aumentar la velocidad de respuesta.
- Mejorar la competitividad a través de la diferenciación.

El *postponement* ha surgido como alternativa a la tendencia creciente de externalizar los aprovisionamientos a mercados como los asiáticos, comenzada al inicio del siglo XXI, ya que tiene en cuenta el coste del transporte, como consecuencia del aumento del precio del petróleo y las interrupciones que se pueden originar en la cadena de suministro.

Dell

Históricamente, los PC se producían bajo estoc de producto acabado, pero Michael Dell vio una oportunidad en este modelo que llegó a convertirse en referencia para toda la industria: En vez de montar un PC completo, Dell creó una *SupplyChain* que mantenía el inventario de componentes en algunos centros de distribución, y cuando el cliente hacía el pedido, Dell montaba el PC según la configuración solicitada y se lo enviaba.



Otra buena práctica en el ámbito del almacenaje, que como la anterior busca combinar la eficiencia operativa con la respuesta rápida y personalizada, es el *cross-docking*.

El *cross-docking* rompe con el concepto estático del almacén y permite sobre una plataforma logística elevar la velocidad de tránsito de productos que tienen diferentes destinos o consolidar mercancías provenientes de diferentes orígenes.

En sentido estricto, el *cross-docking* se hace sin ningún tipo de almacenaje intermedio (preparación de pedido sin colocación de mercancía en estoc, ni operación de *picking*), lo que permite reducir el plazo necesario en las operaciones logísticas.

Los almacenes en las afueras de las ciudades serán remodelados para funcionar como centros de *cross-docking*, desde donde se llevará a cabo de distribución final.

2.2.4. Logística de última milla

La distribución de mercancías en la última milla hace referencia al transporte de mercancías en el área urbana, en la zona del centro de las ciudades, y es una parte integradora de la cadena de transporte.

La elevada acumulación de vehículos en las áreas urbanas y los limitados recursos existentes (infraestructura, recursos ambientales, etc.) hacen que el transporte urbano de mercancías deba afrontar numerosas dificultades:


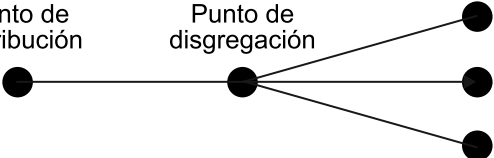
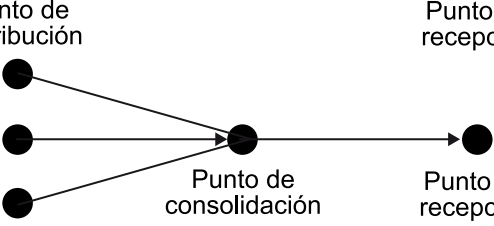
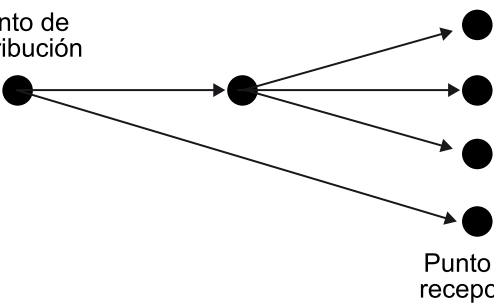
- Congestión de las redes urbanas.
- Las dimensiones de las redes urbanas.
- Las restricciones en el tránsito a causa del elevado número de residentes en la zona.
- Impacto ambiental y acústico.

Del total de tráfico en las áreas urbanas, el transporte de mercancías supone alrededor del 10%.

En el futuro, la zona del centro de la ciudad se puede resentir, en comparación con el comercio de la zona periférica, si el tráfico de distribución de productos resulta muy caro.

Tal y como se indica en el documento *Transporte urbano de mercancías y logística en las ciudades* (www.eu-portal.net), en el transporte urbano de mercancías se pueden identificar diferentes tipos de procesos logísticos:

Tabla 3. Los diferentes tipos de procesos logísticos

<p>1. Sistemas de un solo paso</p> <p>Punto de abastecimiento</p>  <p>Punto de recepción</p>	<p>El flujo de productos entre el punto de abastecimiento (origen) y el punto de recepción (destino) es directo y no hay ningún tipo de interrupciones</p>
<p>2. Sistemas de diversos pasos</p> <p>Punto de distribución</p>  <p>Punto de disgregación</p> <p>Punto de recepción</p> <p>Punto de distribución</p>  <p>Punto de consolidación</p> <p>Punto de recepción</p>	<p>El flujo de productos es indirecto entre el origen y el destino, y sólo es interrumpido una vez en el punto de disgregación o en el de consolidación</p>
<p>3. Sistemas combinados</p> <p>Punto de distribución</p>  <p>Punto de recepción</p>	<p>El flujo de productos es una combinación simultánea de flujo directo e indirecto</p>

En el futuro se desarrollarán diferentes mecanismos para reducir los efectos negativos del transporte de mercancías en el centro de la ciudad, los cuales integrarán nuevas formas de organización, más servicios de infraestructuras y nuevos avances tecnológicos.

1) Nuevas formas de organización: Cada vez son más las ciudades que disponen en su periferia de uno o más centros de distribución y consolidación urbana de mercancías desde los cuales se realiza el reparto con destino al centro de la ciudad (distribución capilar) para conseguir una distribución más eficiente.

Estos centros de distribución y consolidación, óptimamente conectadas con la red de transportes y servicios de transbordo para el transporte intermodal, actuarían de punto de concentración de la cadena de transporte de las diferentes empresas proveedores. Así mismo, en estos centros se establecen importantes empresas de transporte de mercancías (distribuidores y proveedores de servicios logísticos) que buscan de forma continua sinergias con la finalidad de ofrecer numerosos servicios logísticos al mejor precio.

2) Servicios de infraestructuras: En referencia a las infraestructuras, cada vez son más las ciudades que tienen en cuenta la distribución de mercancías en su desarrollo urbanístico, ya sea en sus accesos, su transporte y entrega.

Por otro lado, los centros de distribución y consolidación acogen gran cantidad de servicios logísticos: transporte de larga distancia, transporte de distribución, almacenaje, desconsolidación, servicios de distribución, oficinas de aduanas, servicios de seguridad y de información, comunicación y consultoría.

3) Nuevos avances tecnológicos: Para mejorar la eficiencia de estos centros es imprescindible implementar técnicas de transbordo de mercancías más simplificadas y automatizadas para minimizar los gastos de transbordo y desconsolidación; los contenedores deben ser más pequeños cuando se disponga de trayectos cortos con pequeñas unidades de carga.

2.3. Soporte de las tecnologías

La tecnología ha cambiado drásticamente la manera de operar de las empresas en los últimos veinte años y tendrá un papel clave en la configuración de la cadena de valor del futuro.

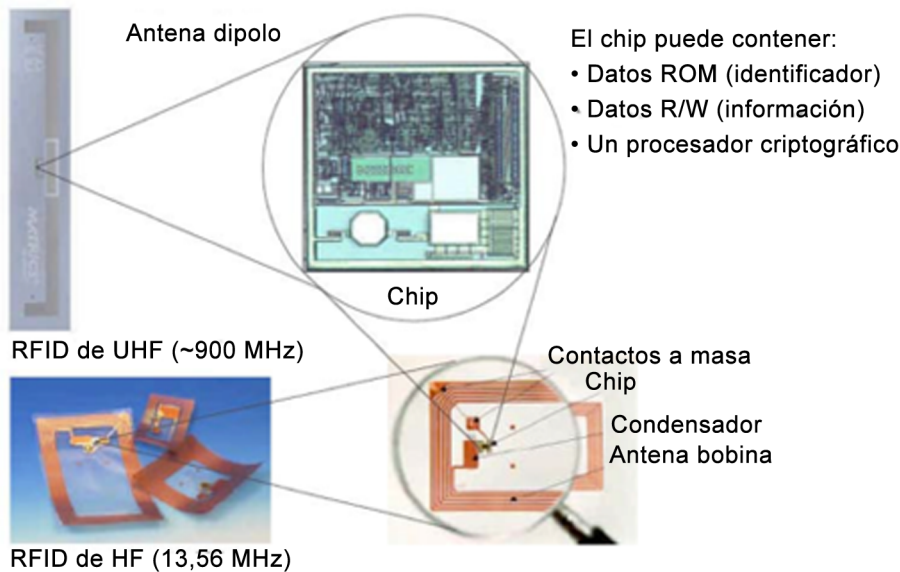
Para las empresas, será más necesario que nunca disponer de más información de calidad en tiempo real, que permita a los gerentes o directivos de las empresas tomar las decisiones correctas, independientemente de la complejidad del sistema logístico (ubicación geográfica o longitud de la cadena de suministro), ya que las empresas además de gestionar el flujo de producto deben gestionar los residuos, el flujo monetario y el de la información.

En este contexto, la implantación de tecnologías innovadoras ofrece a las empresas una visibilidad completa de la cadena de suministro y nuevas formas de diferenciarse, convirtiéndose en uno de los recursos claves en el futuro de la logística.

2.3.1. RFID

Una de las tecnologías más prometedoras de los años recientes que permitirá optimizar la gestión de la logística inversa, pero también la logística convencional, es la identificación por radiofrecuencia (RFID; *Radio Frequency Identification*). La utilización masiva de esta tecnología en el futuro supondrá una revolución en el área de operaciones de gran importancia, que en la práctica llevará a dejar a un lado el tradicional código de barras y comenzar a usar un chip para identificar los artículos.

Figura 9. Identificación por radiofrecuencia



Fuente: © Information Highway Group.

Esta tecnología no es nueva, ya que durante la Segunda Guerra Mundial la Fuerza Aérea Británica utilizó RFID para identificar sus aviones, pero en los últimos años se han alcanzado los avances tecnológicos suficientes que permiten abordar la implantación de soluciones puntuales.

La tecnología RFID es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que, mediante unas etiquetas incorporadas a los productos, permite tenerlos identificados a distancia y controlados a lo largo de toda la cadena de suministro, desde el fabricante hasta el comprador.

Gracias a la tecnología del RFID, se pueden superar muchas de las limitaciones que tiene actualmente el código de barras:

- A diferencia del código de barras, las etiquetas electrónicas no necesitan contacto visual con el módulo lector para que éste pueda leerlas. La lectura se puede hacer a una distancia de hasta 10 metros.
- Mientras el código de barras identifica un tipo de producto, las etiquetas electrónicas identifican cada producto individual. Por ejemplo, cada lata de Coca-Cola tiene el mismo número de código de barras que cualquier

otra lata. Con RFID, cada lata específica de Coca-Cola tiene un número de identificación único, que podría ser asociado a la persona que la compra cuando se paga con una tarjeta de crédito o de cliente.

- La tecnología RFID permite leer múltiples etiquetas electrónicas simultáneamente, mientras que los códigos de barras, por lo contrario, tienen que ser leídos secuencialmente. Esta característica reduce el tiempo de espera en las colas de los supermercados.
- Las etiquetas electrónicas pueden almacenar mucha información sobre un producto (varios kilobytes), mientras que el código de barras tiene una capacidad de almacenamiento muy limitada.
- Mientras que sobre el código de barras se puede escribir solo una vez, sobre las etiquetas electrónicas se puede escribir todas las veces que haga falta.
- La tecnología RFID combate productos falsificados y piratería asegurando la autenticidad de los productos, ya que mientras con una simple fotocopia se puede reproducir un código de barras, las etiquetas electrónicas, en cambio, no se pueden copiar.
- Un código de barras se estropea o se rompe fácilmente, mientras que una etiqueta electrónica es más resistente.
- Mientras que con el código de barras no existe potencial de mejora, la tecnología RFID está en continua evolución gracias a las innovaciones aplicadas a los semiconductores.

Si bien es cierto que en la actualidad, la RFID está generando grandes expectativas ya que se espera que transforme ciertos modelos de negocio:

- Modelos de inventario más fiable.
- Nuevos modelos de relación cliente-proveedor.
- Nueva gestión del marketing, el *merchandising* y las promociones.
- Nuevos modelos de distribución y niveles de información.

También es verdad, que por otro lado está generando grandes frustraciones dada la dificultad a la hora de desplegar cambios que lo remueven todo. De hecho, los grandes pilotos desarrollados han tenido un problema de despliegue dadas las interrelaciones de la *Supply Chain Management*.

Hasta la fecha, el elevado coste de la tecnología RFID había sido la gran excusa para el uso masivo de esta tecnología. Sin embargo, hoy en día se puede afirmar que el abaratamiento de este sistema empieza a hacer rentable su utilización.

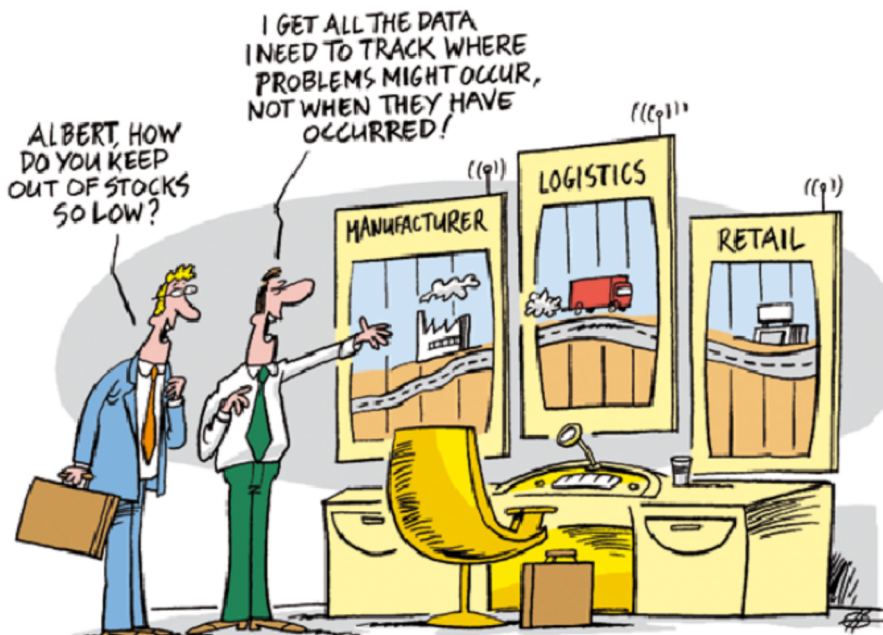
2.3.2. SCM

El creciente reconocimiento de la importancia de las operaciones en la gestión empresarial, está llevando a las compañías a integrar todas las funciones y organizaciones involucradas, haciendo necesario que todos los procesos de la cadena de suministro dispongan de información única y unos objetivos alineados.

Este cambio de paradigma está obligando a las empresas a evolucionar también en sus sistemas de información, pasando de los sistemas clásicos transaccionales (ERP) que trabajan en base a la situación actual o pasada, a sistemas de información en tiempo real orientados a la coordinación y planificación de la cadena logística (SCM) que ayudan a la toma de decisiones sobre escenarios futuros.

Mientras los ERP contribuyen a la coordinación y optimización de procesos empresariales en el seno de una misma compañía, los SCM incluye a los de otras empresas que participan en la misma cadena de suministro (proveedores, clientes, etc.), lo cual permite tener una visión más amplia del funcionamiento del negocio, pudiendo realizarse una mejor asignación de recursos y ofrecer un mayor nivel de servicio.

Figura 10



Fuente: Jesse van Muyliwick, Capgemini (2016). *Future Supply Chain*.

Estos sistemas SCM, altamente complejos y que implican la integración de diversos sistemas y la compartición de distintas fuentes de datos para hacer así posible la colaboración, se están afianzando a través de soluciones que fun-

cionan bajo la modalidad *OnDemand* en las aplicaciones corporativas (sobre todo a medida que se consolida el modelo *Cloud Computing*), según desvela un informe de Aberdeen Group:

“Aunque todavía no son muchas las compañías que han implantado SCM bajo demanda, las que sí lo han hecho se han decantado por crear extensiones de aplicaciones puntuales a soluciones ya implantadas o a determinados módulos concretos. Previsiones y análisis de colaboración, optimización de inventarios y sincronización con suministradores están generando atención de forma rápida, destacando por su fuerte potencial de crecimiento”.

Por otra parte, las mayores oportunidades de crecimiento en este mercado también estarán ligadas a soluciones que presentan un nivel de especialización y verticalización más altos (así lo demuestra el hecho que fabricantes más de nicho como ARIBA experimentan un fuerte ascenso, y otros más generalistas como SAP ven descender su facturación en este campo).

2.3.3. Simulación

Otra de las tecnologías que mayor importancia tendrá en los próximos años, por los beneficios que aporta en el terreno de las operaciones, es la simulación logística. Las causas de este aumento del interés serán principalmente dos: por un lado la creciente complejidad de los flujos logísticos, lo que obliga a analizar situaciones con muchas más variables que antes, y por otro lado la poca documentación formal que existe habitualmente en las empresas en el ámbito de las operaciones.

En el futuro próximo la simulación en 3D ayudará a reducir los gastos operativos de forma significativa; convirtiéndose la virtualización de maquinaria, robots o incluso fábricas o complejas cadenas de aprovisionamiento en una actividad estándar para muchas compañías.

Sofisticadas herramientas informáticas controlarán virtualmente la fabricación de los productos, y los ingenieros podrán simular los procesos para demostrar su viabilidad o resolver problemas logísticos complejos en un tiempo extremadamente reducido. Entre los beneficios que aportará esta tecnología en el ámbito de las operaciones, destacan:

- Mejorará la comprensión de los procesos, lo que facilitará la toma de decisiones (incrementará el conocimiento sobre la dinámica del proceso estudiado).
- Explorará aquellas situaciones en las que la experimentación con el sistema real es cara o imposible.
- Disminuirá los costes asociados con la experimentación en el sistema real (por ejemplo, prueba y error en el sistema real).

Si bien la simulación siempre se ha asociado como herramienta de ayuda para la mejora de planificadores y optimizadores, actualmente y con mayor intensidad en los próximos años se utilizará también en el ámbito estratégico como herramienta para diseñar o mejorar las cadenas de suministro integrales y en el ámbito más táctico para evaluar las mejoras sobre las operaciones diarias, políticas *lean*, TOC u otras.

2.3.4. Conectividad de las máquinas

Un mundo lleno de sensores interconectados con inteligencia distribuida está permitiendo que la comunicación entre máquinas sin intervención humana comience a ser una realidad, diseñando nuevos modelos de producción. La tecnología denominada M2M (*machine to machine*, o conexión entre máquinas) es un concepto genérico que se refiere al intercambio de información o comunicación de forma autónoma, mediante sistemas estandarizados, abiertos y a gran escala, entre dos máquinas que se integran con sistemas que prestan servicios.

“Este nuevo paradigma surge de la convergencia del sistema industrial global con el poder de la computación, la analítica, los sensores de bajo coste y nuevos niveles de conectividad gracias a internet.”

Jeff Immelt. Presidente de General Electric.

La posibilidad de interconectar dos máquinas en los lugares más remotos e inesperados, a través de sensores activos e inteligentes, permite que el número de servicios que actualmente pueda ofrecer la tecnología M2M sea muy diverso: Trazabilidad de gestión de flotas, terminal punto de venta, telemedicina, monitorización del tráfico en las carreteras, máquinas de vending, telemantenimiento de ascensores, alarmas domésticas, estaciones meteorológicas, etc.

La gestión del mantenimiento no es ajena a las oportunidades que ofrece la tecnología M2M y en este sentido el desarrollo de la instrumentación y su relación con el mantenimiento remoto, permite monitorizar en tiempo real y controlar a distancia toda la maquinaria de las fábricas, estableciéndose un diálogo –vía Internet– entre el técnico y la máquina para corregir errores o hacer las modificaciones necesarias.

Así mismo, la monitorización se podrá utilizar también para hacer el seguimiento de las características operacionales de las máquinas en el tiempo y, así, poder detectar con anticipación señales de deterioro. De esta forma el mantenimiento se podrá realizar en base a la necesidad y la distancia, la cual cosa ahorrará desplazamientos innecesarios de los ingenieros.

El auge del mantenimiento remoto provocará que en los próximos años se desarrollen y crezcan muchas empresas especializadas en la subcontratación de mantenimiento a distancia, lo cual requerirá de personal muy adiestrado y preparado.

Si bien las comunicaciones M2M no constituyen una novedad reciente, (muchas áreas de la industria lo han implementado desde que los módems PSTN fueron introducidos en el mercado) en la actualidad se están materializando condiciones técnicas y económicas favorables para el despegue definitivo de esta tecnología: la adopción global bajo protocolo IPv6 que posibilita la identificación de todos los dispositivos de forma unívoca, aportando conectividad transparente de forma universal con Internet; la importante reducción del coste de los dispositivos (controladores, sensores, instrumentos, etc.), y la orientación de las nuevas soluciones al mercado, lo que permite reducir los tiempos de proceso, buscar la máxima productividad y eficiencia energética.

La imaginación no tiene límites en el campo de los sensores interconectados, siendo las posibilidades de aplicación en el ámbito médico y farmacéutico muy diverso: En EE. UU. la empresa Vitality GlowCaps ofrece un sistema a los pacientes para que no olviden tomar la medicación prescrita por su médico.

Según David Rose, CEO de Vitality. “Esta tecnología permite contactar con los pacientes cuando no toman su medicación y rellenar los medicamentos de las personas antes de que se agoten.”

Esta tecnología consiste en un sistema móvil insertado en la tapa de su bote de pastillas que controla cuando el paciente debe tomar su dosis de medicina. Con un dispositivo conectado a la red le lanza un mensaje de texto o una llamada telefónica para recordárselo. El médico puede hacer el seguimiento por Internet y en la farmacia tendrán preparada la próxima dosis cuando el paciente vaya a buscarla.

Otra tecnología que también está teniendo un importante impacto en la optimización de la cadena de suministro son los sistemas de telecomunicación avanzados (tecnología GSM, GPS, sistemas *trunking*) que permiten conocer en cada instante donde se encuentran nuestros medios de transporte e incluso reflejarla sobre cartografía digitalizada.

