

OIKONOMICS

Revista d'economia, empresa i societat

OPTIMITZACIÓ DE LA CADENA DE SUBMINISTRAMENT

Ample ferroviari i logística 4.0 en el Corredor Mediterrani

Domingo Pérez Mira

Professor col·laborador dels Estudis d'Economia i Empresa (UOC)

RESUM El Corredor Mediterrani es concep com una doble via ferroviària d'alta velocitat que anirà des de la frontera francesa fins a Algesires, unint ciutats tan importants com Barcelona, València, Alacant, Múrcia i Màlaga i connectant-les al seu torn amb la resta d'Europa. No obstant això, per a la seva posada en marxa cal desenvolupar tecnologies de canvi d'ample per a les plataformes ferroviàries que permetin la transició entre els diferents amplex de via europeus que dificulten el trànsit de mercaderies per ferrocarril.

Al seu torn, en termes empresarials, la logística 4.0, que està emergint amb força, proporciona noves eines digitals que modifiquen tant les operacions com els processos de negoci. Es tracta d'una transformació completa i integral, basada en la digitalització de la informació al llarg de tota la cadena de subministrament, des de les fases inicials fins a l'arribada del producte final al client, incloent a més la logística inversa.

La convergència de la tecnologia ferroviària d'eixos d'ample variable per al transport de mercaderies amb la logística 4.0 en els processos de SCM (*supply chain management* o gestió de la cadena de subministrament) permetrà incrementar la productivitat i la competitivitat empresarial a nivell internacional.

PARAULES CLAU logística 4.0; Corredor Mediterrani; gestió de la cadena de subministrament; SCM; transformació digital; ample variable; transport mercaderies

Rail track gauge and logistics 4.0 in the Mediterranean Corridor

ABSTRACT *The Mediterranean Corridor is a double high-speed railway that will run from the French border to Algeciras, joining cities as important as Barcelona, Valencia, Alicante, Murcia and Malaga, and connecting them in turn with the rest of Europe. However, it is necessary to develop gauge change technologies for railway platforms, since, in Europe, there are several track gauges that hinder the transit of goods by rail.*

Logistics 4.0 modifies business operations and business processes to incorporate new tools and digital uses. It is a complete and integral transformation process, based on the digitization of information throughout the whole process, from the initial phases right through to the arrival of the end product to the customer, as well as integrating reverse logistics.

The convergence of variable-width axes rail technology for freight transport with Logistics 4.0 in SCM (Supply Chain Management) processes will allow increasing productivity and business competitiveness at an international level.

KEYWORDS *logistics 4.0; Mediterranean Corridor; supply chain management; SCM, digital transformation; axis gauge; freight transportation*

Introducció

Espanya és un dels països de la Unió Europea amb menor percentatge de transport de mercaderies per ferrocarril. Amb prou feines un 5% del que es transporta es fa per tren, enfront del 23,3% d'Alemanya o el 17,4% de França. El desenvolupament del Corredor Mediterrani, que va des de la frontera francesa fins a Algesires, permetrà desenvolupar l'economia espanyola en connectar-la amb la resta del continent i integrar-la en el transport europeu de mercaderies amb tots els avantatges que suposa el ferrocarril.

En paral·lel, la societat es troba immersa en plena «transformació digital». Els processos de negoci evolucionen gràcies a les noves tecnologies, la qual cosa genera canvis constants en l'entorn competitiu. No es tracta de millorar ni d'optimitzar els mètodes tradicionals, sinó de modificar les operacions i els processos de negoci per incorporar les noves eines i usos digitals que permeten, a més, nous tipus d'innovació i creativitat.

En aquest marc, l'emergència de noves eines de *big data* i *business intelligence*, pròpies de la logística 4.0, impliquen una manera diferent de pensar i actuar a nivell global que afecta inherentment tres pilars bàsics dels processos logístics de l'organització: l'experiència de client, els processos i el model de negoci.

L'aplicació d'aquest nou model de gestió operacional que combina els avantatges de la tecnologia de material rodant d'ample variable i la logística 4.0 en la SCM permet automatitzar processos, monitoritzar i millorar la visibilitat de les operacions, incrementar la productivitat, flexibilitzar les operacions i reduir els costos operatius.

1. El Corredor Mediterrani

El Corredor Mediterrani consistirà en una doble via ferroviària d'alta velocitat que anirà des de la frontera francesa fins a Algesires, unint ciutats tan importants del litoral com Barcelona, València, Alacant, Múrcia i Màlaga, i connectant-les al seu torn amb la resta d'Europa.

Figura 1. Corredor Mediterrani



El Corredor Mediterrani es troba dins del «Gran Eix FERRMED», la xarxa del qual comprèn la zona de major activitat econòmica i logística de la UE, incloent ports i aeroports. Incorpora les àrees que van des de Sant Petersburg a Rússia, passant

pel sud de Finlàndia, Estònia, la major part de Letònia i la part occidental de Lituània, la ciutat de Kaliningrad a Rússia, la meitat sud de Suècia, l'àrea de la ciutat d'Oslo a Noruega, Dinamarca, la major part d'Alemanya, una fracció del nord-oest de Polònia, els Països Baixos, Bèlgica, Luxemburg, el sector suroriental de la Gran Bretanya, la major part de França, Suïssa, Liechtenstein, la punta occidental d'Àustria, el nord-oest d'Itàlia, Andorra, la part est i meridional d'Espanya (Corredor del Mediterrani) i, finalment, el nord del Marroc i d'Algèria.

Aquesta xarxa transeuropea, a la qual s'unirà el Corredor Mediterrani, vertebrarà Europa de nord a sud. 3.500 quilòmetres connectaran el 54% dels habitants i el 66% del producte interior brut de la Unió Europea, cosa que impulsarà la competitivitat del nostre continent.

No obstant, a Europa hi ha diversos amplex de via, i això dificulta el trànsit de mercaderies per ferrocarril. De fet, l'eix FERRMED recorre una gran varietat de països, i ha de canviar d'ample a les fronteres de la Unió Europea amb Rússia i d'Espanya amb França.

Històricament, l'ample de via característic de la xarxa ferroviària espanyola i portuguesa és d'1.668 mil·límetres (ample ibèric), i, des de la decisió adoptada en 1988 de construir les noves línies espanyoles d'alta velocitat amb ample internacional de via de 1.435 mil·límetres o UIC (*Union Internationale des Chemins de Fer*), coexisteixen diferents amplex de via tant dins de la xarxa ferroviària d'Espanya com a les fronteres amb França. A la resta d'Europa (França, Alemanya, etc.) i a la Xina, per exemple, la via és d'ample internacional.

2. Tecnologia ferroviària d'ample variable per mercaderies

Espanya és referent a nivell europeu en la recerca tecnològica i consecució real de sistemes de canvi d'ample ferroviari. El nombre de canviadors que actualment es troben operatius és elevat, creix permanentment i permet l'aprofitament de xarxes de ferrocarril convencionals per a alta velocitat. Després de la inclusió del Corredor del Mediterrani a la Xarxa Bàsica Transeuropea de Transport, s'ha fet més feient la necessitat urgent d'adaptació a l'ample europeu. Per a això les solucions proposades han anat des de la substitució total de l'ample ibèric al UIC en els trams dedicats únicament al transport de viatgers fins a la implantació d'un tercer carril en tota la longitud del corredor.

Tradicionalment, el trànsit de mercaderies transfronterer entre Espanya i Europa a través de França ha requerit solucionar el problema de canvi d'ample, ja que ha generat problemes d'explotació freqüents i operacions d'alt cost logístic. Per superar aquesta barrera, es van desenvolupar sistemes d'intercanvi d'eixos i de vagons i es van crear una sèrie d'instal·lacions estratègiques per dur a terme aquest tipus

d'operacions. D'aquesta manera, pel pas d'una xarxa a una altra, es canvien les plataformes o els seus eixos, la qual cosa presenta dos inconvenients:

- El procés de canvi d'eixos és lent (calen almenys 10 minuts per eix).
- El cost és alt. Necessita mà d'obra especialitzada i instal·lacions específiques que han d'estar duplicades per no convertir la frontera en un coll d'ampolla en cas que hi hagi un gran nombre de vagons.

El disseny d'un sistema alternatiu d'eixos, específic per a plataformes ferroviàries de mercaderies, compatible amb els vagons actuals i que abasti altres amples com el rus (1.520 mm), es postula com una solució clau per impulsar la competitivitat del ferrocarril en el transport de mercaderies, tant a escala nacional com internacional.

Actualment, la tecnologia ferroviària permet que els trens de passatgers puguin circular per vies de diferents amples, però aquest repte no està consolidat per al cas de trens de mercaderies, on les plataformes ferroviàries han de poder suportar una càrrega de fins a 22,5 tones per eix. ADIF (Administrador d'Infraestructures Ferroviàries) està desenvolupant i homologant conjuntament amb la iniciativa privada eixos d'ample variable i canviadors d'ample per al transport de mercaderies.

Bàsicament, el sistema d'ample variable permet que els eixos dels vagons puguin adaptar-se de manera automàtica per circular per amples de via diferents. Aquesta adaptació es produeix a poca velocitat, sense necessitat de detenir la marxa, quan el tren travessa un punt de la via en el qual hi ha d'haver instal·lat un dispositiu canviador d'ample específic. Els vagons entren amb un ample de via i en surten amb un altre.

Tècnicament, el sistema Eix OGI està compost per un conjunt d'eix i rodes desplaçables units mitjançant un sistema de forrellat que, com a principal característica, forma un conjunt sòlid sense parts mòbils durant l'ús normal, sense necessitat de rodaments ni elements addicionals. El sistema es basa en un element pla de biela-manivel·la que gira solidari al propi eix per assegurar el moviment axial del mecanisme que bloqueja cada roda en la posició adequada a cada ample de via.

Aquesta tecnologia permet, a més, reemplaçar directament els eixos convencionals de vagons i vehicles ferroviaris existents, de manera que en facilita l'actualització per a un aprofitament futur en connexions ferroviàries amb vies d'ample diferent.

3. Logística 4.0

Més enllà de la transformació infraestructural, cal entendre aquesta innovació en un context de canvi accelerat en el si empresarial. La logística 4.0 ha emergit amb força, i amb ella també ho han fet noves eines tecnològiques que poden revolucio-

nar la manera de gestionar els negocis. Atenent al transport ferroviari, són especialment rellevants les següents eines d'anàlisi de dades:

- *Cloud computing*: infraestructura, plataformes i aplicacions en model servei. Permet noves capacitats d'adaptació i escalabilitat. Alta flexibilitat per a necessitats d'emmagatzematge o esforç computacional per a grans i petites empreses.
- *Big data* / intel·ligència artificial: ús de gran quantitat de dades i reconeixement de patrons de comportament de cara a la definició d'indicadors de procés i suport en la presa de decisió.
- Connectivitat: tot connectat i Internet de les coses (IoT) que permeten noves formes d'interacció entre persones i màquines.
- Mobilitat: Modifica la manera com les persones interaccionen, consumeixen informació i duen a terme treball col·laboratiu.

La millora de la interconnexió completa i en temps real, així com l'autonomia en la logística, són els reptes que afronten cada cop més empreses per optimitzar les seves operacions. La logística 4.0 és un procés de transformació complet i integral basat en la digitalització de la informació al llarg de tota la cadena de subministrament, des de les fases inicials fins a l'arribada del producte final al client, incloent a més la logística inversa. Es tracta de modificar les operacions i processos de negoci per incorporar les noves eines i usos digitals.

La connectivitat i col·laboració entre tots els agents de la cadena són dos fonaments bàsics que, mitjançant l'obertura de noves interfícies i de noves programacions, permetrà garantir una producció més personalitzada, una gestió d'enviaments més eficient en funció de la previsió de la demanda, una reducció d'estocs i temps d'emmagatzematge, optimització de rutes, geolocalització de clients, etc. De la mateixa manera, amb la creixent tecnologia *blockchain*, la logística 4.0 permetrà automatitzar processos de compres (*e-procurement*), contractes de subministraments o garantir la traçabilitat de productes.

Totes aquestes aplicacions deriven en la màxima eficiència operacional, i seran susceptibles de generar noves dades que, a través del tractament amb la tecnologia *big data* i la intel·ligència de negoci, podran generar nou coneixement i noves aplicacions que facilitaran la interconnexió de tots els serveis i actors de la cadena de subministrament, realimentant així el sistema successivament i constant per seguir optimitzant-lo mitjançant tecnologia de *machine learning*.

Com a exemple, la logística 4.0 aplicada a contenidors de mercaderies permet que aquests informin automàticament del seu estat, posició, continguts i destinació. A més, en tractar cada element contenidor com una entitat intel·ligent independent, aquests podran comunicar-se amb els transportistes i fins i tot amb altres contenidors per aconseguir optimitzar el flux logístic.

L'antiga logística utilitzava volums grans de mercaderies estàndard per buscar un descens dels costos, la qual cosa generava ineficiències tant pel que fa als costos financers com a la manutenció i l'emmagatzematge dels productes. La logística 4.0 també permet en últim terme optimitzar els mitjans de pagament. Es tracta, en resum, d'una millora en agilitat, eficàcia i eficiència en tot el procés logístic.

4. Optimització de la gestió de la cadena de subministrament

Standler (2002) defineix la gestió de la cadena de subministrament (SCM) com «La tasca d'integrar diferents organitzacions al llarg de tota la cadena coordinant el flux de materials i d'informació de manera que satisfaci la demanda dels clients i incrementant la competitivitat de tota la cadena».

En parlar de SCM, es renuncia a la gestió aïllada de les empreses i, per tant, al plantejament d'objectius individuals com a única via per aconseguir els resultats esperats. El professor nord-americà John F. Nash (premi Nobel d'Economia el 1994) afirmava en la seva tesi econòmica: «Un sistema econòmic aconseguix la seva màxima eficiència quan cadascun dels elements que el formen busca la seva màxima eficiència i al mateix temps la del conjunt del sistema».

Per tant, la SCM comprèn des dels proveïdors de matèries primeres fins al client final, passant per tots els processos intermedis de producció, emmagatzematge, preparació de comandes, distribució i comercialització. Això implica la coexistència de dos fluxos fonamentals en la cadena de subministrament, que a més són bidireccionals, ja que van de proveïdor a client i de client a proveïdor, passant per tots els processos intermedis. Aquests fluxos són: materials, d'informació i de coneixement.

En aquest àmbit, la convergència en l'optimització dels fluxos de materials per ferrocarril aplicant la tecnologia d'eixos d'ample variable, i l'optimització dels fluxos d'informació i coneixement mitjançant la logística 4.0, en una situació estratègica com és el Corredor Mediterrani, implica directament l'increment de la productivitat i la competitivitat empresarial a escala internacional. Aquesta convergència tecnològica permetrà automatitzar processos, monitoritzar i millorar la visibilitat de les operacions, incrementar la productivitat, flexibilitzar les operacions i reduir els costos operatius.

Conclusions

El desenvolupament del Corredor Mediterrani, juntament amb la tecnologia d'eixos d'ample variable pel transport de mercaderies en ferrocarril, permetrà a les empre-

ses espanyoles disposar d'un mitjà ràpid, àgil i econòmic tant per al transport de les seves matèries primeres procedents dels seus proveïdors, com per al subministrament dels productes finals als seus clients.

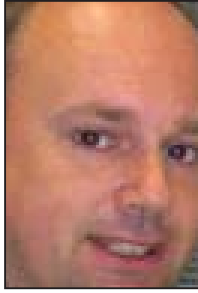
La implantació de la logística 4.0 a les empreses ha de plantejar-se com una estratègia per reformular el model de negoci del qual depenen els processos per materialitzar la seva visió empresarial, les persones que suporten els processos de gestió del negoci, i els sistemes, que són les eines que constitueixen el seu suport tecnològic.

Incorporar la logística 4.0 en els plans estratègics dels processos de SCM, conjuntament amb el desenvolupament del Corredor Mediterrani, permetrà accelerar l'economia espanyola incrementant la seva productivitat i competitivitat, facilitant a més l'accés en millors condicions al mercat internacional.

Dissenyar i implantar adequadament els plans de transformació a les empreses definint la ruta adequada en cada cas és un desafiament, ja que cal generar actituds positives cap a la digitalització i fomentar una cultura de gestió del canvi en les quals les persones són clau per garantir-ne una implantació correcta.

Referències bibliogràfiques

- BERROZPE, A. (2012). *La cadena de valor de los operadores logísticos en España: un análisis empírico*. Madrid: Lulu.
- BOWERSOX, D.; CLOSS, D.; BIXBY, M. (2007). *Administración y logística en la cadena de suministro*. Madrid: McGraw Hill.
- CARBONELL, F.; BÁGUENA, J. (2007). «El proceso de construcción del arco mediterráneo: una calle de doble dirección». *Papers: Regió Metropolitana de Barcelona: territori, estratègies i planejament*. Núm. 44, pàg 8-19.
- CASANOVAS, A.; CUATRECASAS, LI. (2003). *Logística empresarial*. Barcelona: Gestión 2000.
- COMPANYS, R. (2005). *Diseño de sistemas productivos y logísticos*. EPSEB-UPC.
- GARCIA, A. (2007). «Cambiadores de ancho, trenes de ancho variable y tercer carril: Nuevas soluciones a un viejo problema». *Anales de mecánica y electricidad*. Núm. gener-febrer 2007, pàg. 76-85.
- LAUDON, K.; LAUDON, J. (2004). *Sistemas de información gerencial: administración de la empresa digital*. Madrid: Pearson Educación.
- OBSERVATORIO E-COMMERCE (2014). *Informe sobre tendencias en la logística e-commerce para el 2014*. 31 pág.
- PÉREZ-LARA, M.; SAUCEDO-MARTÍNEZ, J.; SALAIS-FIERRO, T. (2016). «Caracterización de modelo de negocio en el marco de industria 4.0». Congreso Internacional de Logística y cadena de suministro, CiLOG2016.
- PITA, A. (2006). *Infraestructuras ferroviarias*. Barcelona: Edicions UPC.



Domingo Pérez Mira

dperezmi@uoc.edu

Professor col·laborador dels Estudis d'Economia i Empresa (UOC)

Doctor Enginyer Industrial. Director de Recerca i Desenvolupament en projectes de col·laboració entre universitat i empresa. Màster en Transformació Digital. Expert en Logística i Operacions per al disseny i gestió de projectes estratègics en l'increment de la productivitat i competitivitat empresarial. Compta amb gran experiència en projectes, tant en l'àmbit industrial com en el d'infraestructura d'obra civil i d'edificació, amb especialització en diferents àrees de negoci: construcció, concessions, industrial, transport ferroviari i edificació.

Els textos publicats en aquesta revista estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement 3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los, comunicar-los públicament i fer-ne obris derivades sempre que reconegueu els crèdits dels obris (autoria, nom de la revista, institució editora) de la manera especificada pels autors o per la revista. La llicència completa és pot consultar a <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/deed.ca>.

