



ESTUDI I CONSELLS DE SOLUCIONS PER A LA GESTIÓ LOGÍSTICA

Enginyers Industrials de Catalunya
Associació/Col·legi

Juny 2025

Redacció:

Els membres del Grup de Treball de les Tecnologies de la Informació i la Comunicació de la Comissió de Logística dels Enginyers Industrials de Catalunya:

- **Michael Loughlin**, soci director de MAP Consulting & Technology i president del GT de Tecnologies de la Informació i la Comunicació
- **Gonzalo Fernández**, director de solucions de TI per la logística a TECSIDEL ITS i membre del GT de Tecnologies de la Informació i la Comunicació
- **Carlos Fernández**, director de Netlogistik i membre del GT de Tecnologies de la Informació i la Comunicació
- **Joan Josep Vallvé**, president de la Comissió de Logística

Primera edició: juny 2025

EDITA

Col·legi/Associació
d'Enginyers Industrials de Catalunya
Via Laietana, 39
08003 Barcelona
93 319 23 00
www.eic.cat

Enginyers
Industrials de Catalunya

Contingut

1.	Introducció	4
1.1.	La logística o cadena de subministrament	4
1.2.	La transformació digital	4
2.	Logística d'execució	7
2.1	Transport	7
2.1.1	Transport troncal	10
2.1.2	Distribució capil·lar.....	10
2.1.3	Logística inversa	11
2.1.4	Visibilitat dels enviaments	13
2.2	Emmagatzematge	15
2.2.1.	Solució de gestió del magatzem	18
2.2.2.	Solució de gestió de patis i molls	18
2.2.3.	<i>Picking</i> preparació de comandes	19
2.2.4.	Mòdul d'ERP o solució de WMS.....	20
2.2.5.	WCS – <i>Warehouse Control System</i>	21
2.2.6.	Irrupció de l'IA en el magatzem	22
3.	Planificació	24
3.1	Previsió de vendes	25
3.2	Planificació del reaprovisionament	27
3.3	Planificació de la producció i aprovisionament de materials	28
4.	Monitoratge i control estratègic	30
4.1	Intelligència de mercat	30
4.2	Coordinació estratègica S&OP - IBP	31
4.3	Torre de control	32
4.4	Simulacions	33
5.	Bones pràctiques	35
5.1	Gestió de projectes	35
5.2	<i>Outcome vs. Output</i>	36
5.3	Processos de selecció de sistemes	37
5.3.1.	Definició dels requisits	37
5.3.2.	RFI – <i>Request for Information</i>	38

5.3.3. RFP – <i>Request for Proposal</i>	39
5.3.4. RFQ – <i>Request for Quotation</i>	40
5.3.5. Avaluació i selecció de la solució	41
5.4 Gestió del canvi	42
5.5 Sistemes en propietat o SaaS	43
6. PIMES i Catalunya	45
6.1 Suggeriments per a PIMES	46
7. Glossari	47

1. Introducció

La gestió de la cadena subministrament s'ha convertit en una prioritat estratègica en l'entorn empresarial actual. Considerada com a competència clau, permet a les empreses ser més àgils, eficients i centrades en el seu client. Les raons per aquesta evolució inclouen l'augment de la competitivitat global, canvis en el comportament del consumidor i la preocupació per la sostenibilitat.

La transformació digital ha revolucionat la cadena de subministrament, introduint elements tecnològics que milloren l'eficiència, la visibilitat i la capacitat de resposta.

Des del Grup de Treball de Tecnologies de la Informació i de la Comunicació de la Comissió de Logística dels Enginyers Industrials de Catalunya s'han valorat aquests fets, que són els motius per elaborar aquest estudi.

El document no pretén ser un simple inventari de solucions o una llista de proveïdors, sinó una anàlisi de les barreres i impulsors associats a la transformació digital en les aplicacions logístiques. Aquesta transformació presenta oportunitats significatives en el sector, però també implica desafiaments que cal superar. La classificació aquí presentada es concep com una eina pràctica d'ajuda per a professionals i empreses que busquen no només optimitzar la seva cadena de subministrament, sinó també adaptar-se als avenços tecnològics, superar les resistències al canvi i assolir una major eficiència i sostenibilitat en les seves operacions logístiques.

1.1. La logística o cadena de subministrament

La cadena de subministrament és el conjunt d'activitats, processos i agents implicats en la planificació, producció i distribució de béns i serveis, des de l'origen de les matèries primeres fins al consumidor final.

En la imatge podem veure els dos fluxos representatius, el dels **materials** i el de la **informació**.

Per una banda, el flux de materials inclou el moviment físic de matèries primeres, components i productes acabats a través de diferents fases: proveïdors, fabricants, distribuïdors i clients. Aquest flux sol ser unidireccional, avançant des de l'origen fins al destí final; però en entorns com el comerç electrònic, on les devolucions poden

arribar a representar entre un 20% i un 30% del total, cal tenir en compte també un flux invers significatiu, que incrementa la complexitat logística.



Figura 1: Exemple de cadena de subministrament.

D'un altre, el d'informació complementa el de materials i inclou l'intercanvi de dades necessàries per coordinar i optimitzar les activitats de la cadena. És bidireccional, ja que les dades flueixen tant des dels clients (comandes, previsions, feedback) com des dels proveïdors i fabricants (inventaris, estats d'enviament).

Tots dos fluxos estan interconnectats i són essencials per garantir l'eficiència, la traçabilitat i la resposta àgil als canvis en la demanda o les condicions del mercat. Això avui en dia s'ha complicat amb la multicanalitat demandada pels clients, i per tant els desenvolupaments tecnològics són més necessaris que mai.

1.2. La transformació digital

La transformació digital ha revolucionat la logística i la cadena de subministrament, introduint tecnològics que milloren l'eficiència, la visibilitat i la capacitat de resposta.

Els termes digitació, digitalització de processos i transformació digital sovint es fan servir de manera indistinta, tot i representar conceptes diferents tant en abast com en impacte i objectius. Per comprendre'n les

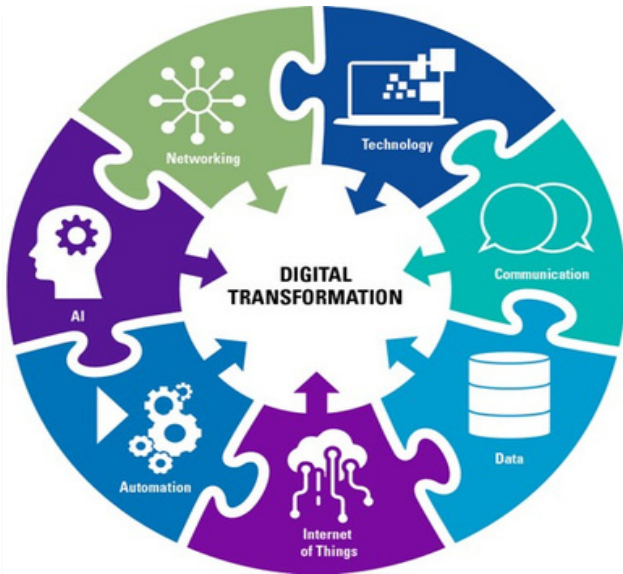


Figura 2: La transformació digital.

diferències, cal analitzar com cadascun d'aquests processos afecta l'organització i fins a quin punt la tecnologia redefineix la manera de treballar.

La **digitació** (també s'utilitza com *digitalització*) és el primer pas en l'evolució digital d'una empresa. Consisteix en la conversió d'informació analògica en digital, cosa que permet un accés més àgil i estructurat a les dades. Un exemple típic és la transformació de documents en paper a fitxers electrònics o l'ús de sensors per capturar dades en temps real. En aquest estadi, la tecnologia actua principalment com a eina de suport per facilitar la gestió de la informació, però no implica necessàriament canvis en els processos ni en la forma en què l'empresa opera. Quan la tecnologia s'integra dins els processos productius o operatius per millorar-ne l'eficiència i optimitzar-ne el funcionament, s'entra en l'àmbit de la **digitalització de processos**. Aquí, l'objectiu no és només capturar informació en format digital, sinó aprofitar les capacitats digitals per automatitzar tasques, reduir errors humans i millorar el rendiment global. Aquest enfocament pot incloure la implantació de sistemes de gestió empresarial (ERP), el monitoratge remot de maquinària mitjançant la internet de les coses (IoT) o la implementació de programari de gestió documental per agilitzar fluxos de treball. L'impacte d'aquesta fase ja no es limita a la disponibilitat de dades, sinó que afecta directament l'eficiència operativa i la capacitat de resposta de l'organització. Finalment, la **transformació digital** representa un canvi estratègic profund en l'organització, impulsat per la

tecnologia. No es tracta només d'introduir eines digitals per millorar processos existents, sinó de redefinir completament la manera de fer negocis. La transformació sovint nous models operatius, reestructuració d'equips i canvis en la cultura corporativa per aprofitar al màxim les oportunitats que ofereixen les noves tecnologies. Empreses que adopten aquest enfocament poden passar de vendre productes a oferir serveis basats en dades, automatitzar cadenes de subministrament senceres o implementar intel·ligència artificial per prendre decisions en temps real. L'objectiu ja no és només l'eficiència, sinó la creació d'un avantatge competitiu sostenible mitjançant la innovació. Per tant, mentre que la digitació és un primer pas essencial per convertir la informació en dades accessibles, la digitalització de processos busca optimitzar l'eficiència

La la productivitat mitjançant la tecnologia. transformació digital, en canvi, és un canvi de paradigma que redefineix el funcionament de l'empresa i la seva proposta de valor. Entendre aquestes diferències és clau per a qualsevol organització que vulgui aprofitar al màxim el potencial de la tecnologia i assegurar-se que la seva estratègia digital s'alinea amb els seus objectius empresarials.

A continuació es descriuen les palanques principals associades a la transformació digital:

Tecnologia (palanca)	Descripció
Internet de les coses (IoT) i Industrial internet de les coses (IIoT)	Sensors i dispositius connectats: permeten el seguiment en temps real de productes, vehicles i inventaris. Monitoratge remot: mesura condicions com la temperatura i la humitat, essencial per a productes sensibles. Exemples: dispositius de seguiment GPS i etiquetes RFID. Predicció de demanda: optimitza la producció i els inventaris.
Intel·ligència artificial (IA) i aprenentatge automàtic	Automatització de processos: millora la presa de decisions, com la ruta més eficient o l'assignació de recursos. Chatbots: per a l'atenció al client i la gestió de comandes. Robots en magatzems: acceleració de tasques com el <i>picking</i> i l'embalatge (ex.: robots d'Hai Robotics o Geek+).
Robòtica i automatització	Vehicles autònoms: per al transport de mercaderies en magatzems i en carretera. Robots industrials i col·laboratius: per a tasques de classificació i paletització.

Tecnologia (palanca)	Descripció
Big Data i analítica avançada	Gestió basada en dades: anàlisi de grans volums d'informació per millorar operacions i predir tendències. Indicadors clau de rendiment (KPIs): per identificar ineficiències i prendre decisions estratègiques.
Blockchain	Traçabilitat i transparència: permet seguir el recorregut d'un producte des del proveïdor fins al consumidor final. Seguretat: redueix frau i errors en la documentació i garanteix la integritat de les dades.
Plataformes Cloud i SaaS	Col·laboració en temps real: les parts implicades poden compartir informació instantàniament. Escalabilitat: permet adaptar-se a la demanda amb infraestructures flexibles. Gestió centralitzada: millora l'accessibilitat i l'agilitat en la gestió de dades. SaaS: <i>Software as a service</i> . Producció sota demanda: redueix la necessitat d'inventaris massius.
Impressió 3D	Fabricació personalitzada: accelera la producció de components específics. Entrega última milla: optimitza
Drons	lliuraments ràpids i en zones remotes. Inspecció i seguiment: per a magatzems grans i zones d'operació. AR per al <i>picking</i> : guies visuals en magatzems per accelerar tasques.
Realitat augmentada (AR) i realitat virtual (VR)	Formació virtual: Entrenament per a personal sense interrupcions en operacions reals.

Aquests elements tecnològics integrats redueixen costos, milloren la sostenibilitat i augmenten la capacitat d'adaptació davant un entorn canviant i competitiu. La seva implementació eficient és clau per mantenir la competitivitat en el sector logístic i de la cadena de subministrament.

Aquest document proposa una explicació de diverses eines tecnològiques que afegixen valor als processos principals de les empreses:

- La logística d'execució, inclòs el transport i el magatzematge
- La planificació de la previsió de venda, la distribució i producció dels productes
- Una visibilitat definida en diversos àmbits com són els processos col·laboratius empresarials d'ajuda en la presa de decisions, la intel·ligència de mercat i simulacions de processos
- Com a professionals, s'han de posar algunes bones pràctiques en processos habituals que es troben en el dia a dia, com per exemple la selecció de solucions, gestió del canvi, etc.

2. Logística d'execució

La logística està en un moment creixent a causa de les disruptions tecnològiques i condicionants globals. Com motor econòmic ha tingut un abans i un després amb l'efecte Amazon, principal representant del comerç en línia. Aquest fet ha obligat a accelerar els temps de lliurament, optimitzar la gestió d'inventaris desenvolupar xarxes de distribució més flexibles i ràpides. També ha impulsat la inversió en automatització, magatzems intel·ligents i última milla, elevant la pressió sobre operadors tradicionals per ser més eficients i competitius. Agents com Correus, DHL o Seur, com a principals operadors, són clars exemples d'aquesta transformació, però n'hi ha molts més en totes i cadascuna de les indústries existents en la cadena de subministrament.

Comencem per donar una breu definició del que entenem per logística *d'execució*: és el procés de planificació, execució i control del flux eficient i efectiu de béns, serveis i informació, des del punt d'origen fins al punt de consum, amb l'objectiu de satisfer les necessitats del client. Inclou activitats com transport, emmagatzematge, gestió d'inventaris, embalatge, manipulacions, distribució i coordinació de la cadena de subministrament.

El ser de les empreses sempre serà satisfer les necessitats dels seus clients millorant els seus comptes de resultats, i en això la logística és clau en tots els sectors, ja que optimitza costos (augmentant marges) i temps d'entrega (fidelitza clients i sustenta el creixement de les vendes).

2.1 Transport

La gestió del transport enfronta diversos desafiaments que poden afectar l'eficiència i rendibilitat de les operacions logístiques. Això és un efecte global i, per tant, afecta igualment el teixit empresarial català, espanyol i europeu. Alguns dels principals problemes que s'han d'enfrontar, per citar-ne alguns, són:

- Alts costos operatius i, per tant, el seu control: el combustible, els sous i dietes dels conductors, l'amortització i finançament dels vehicles i les assegurances, com a principals, representen despeses significatives que poden afectar la rendibilitat

- Gestió ineficient de rutes: una mala planificació de rutes pot generar retards, un major consum de combustible i costos innecessaris
- Manca de visibilitat i control: l'absència d'eines de monitoratge en temps real dificulta el seguiment dels vehicles i l'optimització dels recursos
- Manca de recursos o conductors qualificats: l'escassetat de flota en algunes regions, xofers amb manca d'entrenament i les condicions de treball dels conductors, especialment de llarga distància poden impactar a la capacitat productiva de les empreses i la qualitat del servei
- Manca d'inversions en tecnologia i innovació: empreses que no adopten solucions com GPS, intel·ligència artificial o programari de gestió poden tenir dificultats per competir eficientment. La mateixa estructura del sector del transport, amb un percentatge d'autònoms entre 56% vehicles pesants i 74% lleugers, és un repte en si mateix coordinació i col·laboració en la cadena de subministrament: una mala sincronització entre proveïdors, operadors logístics, transportistes i distribuïdors pot generar temps d'espera en les operacions per exemple de càrrega o descàrrega i augmentar costos.
- Compliment de normatives: les regulacions sobre emissions, sobre hores de conducció i permisos varien segons el país o regió, la qual cosa pot generar complicacions legals i costos addicionals
- Congestió del trànsit, que deteriora la mobilitat, i la pèrdua dels nivells de serveis habituals: en ciutats i corredors logístics clau, els accidents i els embussos causen demores en els lliuraments i afecten clarament la productivitat
- Condicions climàtiques adverses: pluges, nevades i desastres naturals poden també afectar les rutes i retardar els lliuraments

Per mitigar en part aquests problemes, les empreses solen implementar eines informàtiques avançades que permeten millorar la planificació operativa/previsional i optimitzar la gestió dels recursos, amb focus en el servei al client. Aquests **sistemes de gestió del transport o TMS**, de les seves sigles en anglès *Transport Management Systems*, són els encarregats de proporcionar els fonaments tecnològics en la gestió tecnificada del transport.

Al mercat, hi ha moltes marques fabricants o desenvolupadors de productes de TMS, i de vegades és complicat saber quina és la que més s'ajusta a les necessitats de cada empresa. Això aplica a qualsevol àmbit o indústria de la cadena de subministrament. En el capítol de "selecció de proveïdors" es parlarà una mica més sobre això, però habitualment s'utilitzen informes d'empreses terceres que, mitjançant la recollida d'informació variada, construeixen quadrants on es categoritza o segmenta les diferents solucions en funció de per exemple, tipus d'indústria, de cobertura de requisits, del molt o poc que inverteixen, etc. A partir d'aquest primer filtre es pot extreure un primer llistat per començar els processos de compres tècniques. Com a consell abans de pensar en la solució, cal donar-li una volta a les necessitats reals que es tenen i el que es vol a curt-mitjà-llarg termini.

A vegades hi ha empreses que volen tenir-ho "tot" quan només necessiten "algunes coses". Sovint es troben usuaris que pregunten per un TMS per tal de gestionar els molls de càrrega dels seus magatzems (cites amb els

transportistes gestionades centralitzadament localment). Per descomptat diversos TMS tenen aquesta funcionalitat, però si només es requereix això, hi ha solucions específiques centrades a resoldre aquest procés sense necessitat d'implementar tot un TMS. Si l'opció hagués estat, ara els molls i després tots els processos de transport, llavors sí que aplicaria l'opció acumulativa i escalable d'un TMS.

Per tant, un TMS ajuda les empreses a planificar, executar i optimitzar les seves operacions logístiques. Com a principals funcions es podrien descriure:

- **Gestió de comandes i càrregues:** automatitza l'assignació de comandes a transportistes i vehicles. Aquestes comandes poden ser relatives a enviaments d'entrades de proveïdors o sortides internes o a clients. Un TMS gestiona el transport de tota mena de comandes, fins i tot ADR, farma, a granel, frigorífic, etc. Normalment, aquestes comandes s'envien simultàniament als sistemes de gestió de magatzem (WMS de les seves sigles en anglès), perquè ambdues solucions treballin en paral·lel fixant-se en el seu focus, atenent les seves restriccions i finalment orquestrant els fluxos d'execució requerits.

- **Planificació de rutes i optimització de costos:** una vegada es tenen les comandes categoritzades en el sistema, s'optimitzaran les càrregues o viatges per reduir costos i temps de lliurament. Les sinergies entre les comandes i la xarxa de subministrament produiran els valors o

estalvis perseguits. Pren especial rellevància la complexitat de la xarxa de subministrament de cada usuari i el "cervell" de cada solució per trobar la "millor" recomanació possible reduint despeses en combustible, utilització més encertada de les flotes, etc. Valgui dir, que aquest apartat amb la irrupció de la IA, està mostrant avenços accelerats en el tractament i processament de la informació. De la mateixa manera, una part important són les dades mestres i operatives necessàries, prestant especial atenció a les tarifes que s'han de mantenir per extreure els costos més precisos. No només la tarifa base sinó també aquells extra costos planificats (p. ex. descàrrega del transportista, càrrecs per manipulació en *crossdock*, etc.) o no planificats (p. penalitzacions per retards en el lliurament, peatge no contemplat, etc.) derivats de la planificació i execució.

- **Seguiment i monitoratge en temps real:** permet rastrejar vehicles i enviaments mitjançant GPS. Per a això la majoria dels sistemes, a més de la possibilitat d'utilitzar GPS en els seus camions, també incorporen altres sistemes de tercers per al rastreig de camions de llarga distància o paqueteria, vaixells, etc. Són altres dels sistemes que haurien d'estar integrats des del moment en una càrrega es planifica i s'assigna. Sobre això hi ha un apartat posterior.
- **Gestió documental i compliment normatiu:** Inclou facturació, sol·licitud de permisos i regulacions de transport amb albarans o CMR, etc.
- **Proveir d'informació financera** tant per als assentaments comptables com per a l'emissió de factures a proveïdors (A/P – *Accounts Payable* o comptes a pagar) com a clients (A/R – *Accounts Receivable* o comptes a cobrar). La facturació pròpiament dita, es fa als sistemes ERP amb aquesta informació donada pels TMS
- **6. Anàlisi i informes:** Genera informes sobre el compliment, temps de lliurament i eficiència operativa. Tant aquest punt com l'anterior s'englobaria dins de la política estratègica de BI (*Business Intelligence*) o *Reporting*, podent utilitzar funcionalitats pròpies de cada solució o simplement compartir o integrar la informació als sistemes de la consolidació del sistema. Sobre això hi ha un apartat posterior.



Figura 3. Exemple de plataforma ecosistema TMS.

Per tant, i a tall de resum, els **beneficis** d'un TMS serien:

- una major eficiència logística, amb reducció i control dels costos,
- una millor visibilitat i control sobre la flota i els enviaments,
- més satisfacció del client gràcies a entregues més ràpides i precises. L'indicador OTIF, *On Time In Full* recolliria la bona pràctica del servei en la distribució,
- compliment de normatives i reducció d'errors operatius

Un altre aspecte el qual es troba sovint és el de comparar les solucions TMS amb els mòduls transaccionals d'un ERP. Aquí de nou l'important és definir "què es requereix". La diferència entre ambdós rau principalment:

- **Nivell d'especialització.** Mentre que TMS és una eina especialitzada dissenyada per planificar, executar i optimitzar el moviment físic de mercaderies, els mòduls de transport en un ERP solen ser més generalistes i s'enfoquen a registrar transaccions relacionades amb el transport, com ordres d'enviament, facturació de transport o assignació de transportistes, però sense una lògica profunda d'optimització i execució.
- **Flexibilitat i adaptabilitat.** TMS és molt més configurable per adaptar-se a operacions logístiques complexes i personalitzades (per exemple, planificació de molls o *dock scheduling*, planificació multimodal, *crossdocking*, etc.), mentre que l'ERP tendeix a tenir fluxos més rígids punt a punt i, menys adaptables a casuístiques logístiques avançades.
- **Integració.** TMS sol integrar-se amb tot l'ecosistema, l'ERP, WMS, sistemes de GPS,

portals de transportistes, etc., mentre que l'ERP sol ser més limitada o requereix desenvolupaments addicionals.

Els diferents **models de negoci** de cada empresa es poden diferenciar, com a element de valor, en la gestió logística i, per tant, el transport. Es podria parlar molt més sobre aquest tema, com ara comentar els tipus de models i com que la logística es podria ajustar per satisfer les seves necessitats.

De la mateixa manera, dins d'una empresa podrien tenir, la possibilitat de barrejar diferents unitats de negoci i/o canals de distribució podent, cadascun d'ells, disposar de certa independència a l'hora de decidir com gestionar el transport.

Tant els diferents tipus d'indústria com les seves principals funcions – proveïdor, fabricant, distribuïdor o operador logístic – podem decidir implementar i operar aquest sistema TMS o posar-ho en mans d'un tercer.

Per tant, aplicaria la simulació o l'estimació de palanques per realitzar un *Business Case* i veure si el rendibilitat de la inversió és consistent a dins del rang esperat per la direcció.

Una altra **segmentació** a tenir en compte, són les necessitats en funció dels diferents tipus o modes de transport: carretera, marítim, ferroviari, aeri, multimodal. I dins d'ells, una definició més detallada de l'esglaó de la cadena de subministrament que es cobreix, és a dir:

- El **transport troncal**, per satisfer el nivell d'estoc dins de la xarxa de subministrament. Es podrien incloure dins d'aquesta classificació Enviaments directe a client per similitud del camió complet.
- **Distribució capil·lar** o d'última milla.
- **Logística inversa** per a devolucions, obsolets, etc.

L'objectiu d'aquestes solucions TMS és el de combinar la complexitat com s'ha esmentat i optimitzar els diferents modes per extreure rutes factibles al cost adequat (en funció dels condicionants logístics) mantenint els nivells de servei definits per cada model de negoci. Evidentment, sempre hi haurà models, en funció del tipus de producte o de l'usuari al qual ens dirigeixen, en el que el nivell de servei serà el leitmotiv per davant del cost del transport. Com és habitual, això depèn.

2.1.1 Transport troncal

El transport troncal es refereix a la part principal d'una xarxa de transport que connecta els punts clau dins d'una cadena logística, generalment a través de rutes de alta capacitat i eficiència. Aquest volum de mercaderies o passatgers entre centres logístics, ciutats o regions, utilitzant modes de transport com:

- **Carretera:** camions de gran capacitat en autopistes i corredors logístics. En aquesta categoria es disposa de diferents maneres a tenir en compte i que la seva adequada gestió aportarà valor monetari a les empreses. Són els FTL, LTL o PARCEL.
 - **FTL - Full Truck Load**, aquesta manera és adequada en operacions de molt volum on cada enviament es fa a camió complet per exemple 33 palets o 66 remuntats. La lògica dels algoritmes ens donarà la millor forma d'omplir cada camió combinant no només els lliuraments/ordre sinó també les dimensions/volum pròpies de les famílies d'articles transportats **LTL - Less than Truck Load**. Quan no es té prou volum per omplir camions es plantegen solucions intermèdies on l'empresa de transport recull comandes/enviaments i les porta al seu centre de consolidació on replanifica el transport cap als diferents consignataris buscant en aquesta eficiència el seu negoci. Pel que fa a TMS es pot considerar aquesta casuística sense límit de transportistes o camions. Paletaeria podria ser una accepció per utilitzar aquí.
 - **PARCEL**. Quan hi ha petits enviaments (paquetaeria), els modes anteriors no valdrien des d'un punt de vista de cost i espai buit. En aquests casos, principalment per al comerç electrònic, es fa necessari gestionar i agrupar les comandes, contactant amb cada transportista i intercanviar informació respecte al que es transportarà (albarà) i subministrant les etiquetes de la comanda a col·locar en cada caixa/enviament. D'aquesta manera, quan

l'empresa de transport arriba per recollir els enviaments, es disposa de la traçabilitat adequada des del primer minut en què la responsabilitat canvia de mans al moll de càrrega.

- **Ferrovitari:** Trens de càrrega que connecten ports, centres de distribució i mercats clau. Aquí es poden tenir configuracions per a contenidors i/o camions pujats al tren. El més habitual el tren complet punt a punt. **Marítim:** Vaixells de càrrega que transporten grans volums entre ports principals. Principalment contenidors tot i que també camions
- **Aeri:** Avions de càrrega per al transport ràpid de mercaderies en llargues distàncies.

El transport troncal és clau en la logística moderna, ja que permet reduir temps d'entrega i costos operatius, assegurant una distribució més eficient de mercaderies en l'àmbit nacional i internacional.

2.1.2 Distribució capil·lar

El transport d'última milla és l'etapa final a la cadena de distribució, on els productes són transportats des d'un centre de distribució o un punt d'emmagatzematge fins a la destinació final, que sol ser el client o el comerç al detall.

Com característiques rellevants del transport d'última milla hi ha:

- Curt abast: generalment dins d'una ciutat o àrea metropolitana
- Lliurament ràpid: es busca reduir els temps d'entrega, sovint en el mateix dia o en poques hores
- Alta freqüència: hi ha un gran nombre d'enviaments en comparació amb el transport troncal
- Flexibilitat: s'adapta a les condicions del trànsit, preferències del client i diferents tipus de mercaderies.
- Ús de tecnologia: s'utilitzen eines com GPS, aplicacions de rastreig i optimització de rutes o rutejadors especialitzats. Es pot plantejar que les solucions natives TMS abastin l'organització de les rutes encara que normalment són més eficients aquelles solucions específiques aquesta fase de repartiment al client sobretot des del boom del comerç electrònic.

Parlant dels modes de lliurament en l'última milla es pot veure: Vehicles lleugers: furgonetes, motocicletes, patinets o bicicletes elèctriques. Drons: en algunes ciutats o en el món rural, s'estan provant per a entregues ràpides. Punts de recollida: *lockers* (armariets) intel·ligents o punts

de conveniència per reduir el nombre de lliuraments a domicili.

Quins desafiaments tenen per davant aquests tipus de

- **distribució:**
Congestió urbana: dificulta la puntualitat dels lliuraments
- Costos elevats: és la fase més costosa de la cadena logística a causa de la seva fragmentació
- Impacte ambiental: es busquen solucions sostenibles, com vehicles elèctrics o zones de repartiment

El transport d'última milla és clau en el comerç electrònic i en la logística moderna, ja que influeix directament en la satisfacció del client. Els TMS més avançats posseeixen funcionalitats d'última milla, tot i que els sistemes que més s'utilitzen són especialitzats en l'organització de les rutes. Aquí de nou apareix la qüestió de quina és la necessitat a cobrir per poder seleccionar el sistema més adequat.

2.1.3 Logística inversa

Tota activitat de subministrament a clients pot estar subjecta a alguna modalitat d'acceptació de devolucions de producte o d'envàs/emblatge. Aquestes polítiques poden venir influenciades per la legislació, els costums, els models de negoci d'alguns sectors, i inclús, en alguns casos, poden ser part de l'estratègia comercial. Tothom recorda que uns grans magatzems eren especialment coneguts per fer poques preguntes davant un client que volia tornar un producte que no l'ha convençut, però amb el comerç electrònic i empenyats pels seus gegants, ha crescut la possibilitat de la devolució sense cost i això s'ha convertit en una de les palanques comercials principals, tot i no semblar raonable des d'un punt de vista purament logístic i, molt menys, ecològic.

Tampoc s'ha d'oblidar l'estacionalitat dels productes, i la seva obsolescència, grans motivadors del fet que els punts de venda retornin als centres logístics tot el que no s'ha pogut vendre, pas imprescindible per fer espai a les botigues pels productes de la nova temporada. Un últim

capítol que genera fluxos inversos són els envasos i contenidors retornables. A més de les ampolles retornables, els barrils, bobines, cubetes plàstiques, carros, fins i tot els palets són actius de cost no menyspreable, i en molts casos no es controlen amb prou detall.

En qualsevol cas, els processos de logística inversa, han de ser atesos. En un context B2B (distribució a botigues i establiments) on les devolucions sobre les vendes siguin

mínimes i no hi hagi retornables, és ben possible fer una gestió simple on no calen eines logístiques massa especialitzades. Però per aquells negocis menys "afortunats", és un tema que pot ser molt significatiu en termes de cost operatiu i del grau de reaprofitament del producte que es retorna.

Conceptualment, les fases de la logística inversa de productes es podrien establir en:

- Petició de devolució per part del client
- Transport de la mercaderia des del client al centre logístic
- Validació del producte retornat i del seu estat
- Abonament al client de la devolució acceptada
- Recuperació dels productes que no requereixin per posar-los en estat per vendre
- Emmagatzematge del producte en estat/recuperat per tornar a vendre'l en canal principal o canals de segona qualitat
- Retorn a proveïdor/fàbrica de les quantitats que ens acceptin
- Destrucció del material no recuperable

En funció dels volums i característiques dels anteriors processos, pot ser molt útil l'ajut d'eines de TI logística.

Una solució completa per la logística inversa pot requerir la cooperació de diverses eines:

- L'ERP pot fer la funció de validar si la devolució és comercialment acceptable, autoritzant que el client iniciï el procés. També és el que probablement gestionarà l'abonament -una vegada es rebí i es revisi la mercaderia retornada-, i generi la documentació de facturació corregida.
- El WMS pot tenir un mòdul que permeti el processament del material arribat, la seva classificació, emmagatzematge, reexpedició a proveïdor o destrucció. Si els retorns són molt freqüents, es necessita que aquest mòdul doni bon suport al procés, i el faci eficient.
- Un TMS tindrà possibilitat de gestionar recollides de les devolucions a casa del client.
- El procés de recuperació de productes que no han arribat en les condicions òptimes podria requerir alguna eina específica segons el cas; però si és senzill pot quedar cobert per una gestió manual a través d'estats de qualitat i traçabilitat dins el WMS.

- Quan l'entrada de devolucions és molt massiva, pot ser rendible l'ús d'automatització. Els sorters d'unitats (de les peces en bon estat, normalment) són freqüents per classificar retorns de llibres o de roba, per exemple. En quantitats més modestes, un sistema de classificació *Put to light* pot ajudar molt bé. Els amplis catàlegs de productes que moltes empreses manegen actualment poden requerir classificació en més d'un pas.

informar al consumidor sobre l'evolució del procés fins que se l'aboni l'import pagat.

És habitual que la logística inversa sigui vista com un inconvenient, un generador de despesa, i que moltes empreses no vulguin invertir temps, metodologia i recursos en manegar-les amb una cura similar amb la qual empren en preparar comandes per clients. Davant d'això, cal no oblidar que un procés deficient fa molt difícil tornar a vendre el producte en el seu mercat primari, ja que



Figura 4 - Exemple il·lustratiu de gestió de les devolucions.

- El cas de retorns de consumidor final, caldrà que el software de comerç electrònic orquestri la devolució amb les eines ERP, TMS, WMS, des de l'autorització a la devolució, facilitar etiquetes, i

quedarà en palets barrejats entre desenes d'altres referències i és molt poc factible preparar comandes amb aquest estoc. Per tant, cal fer una curiosa i sincera anàlisi cost-benefici per veure si l'empresa es pot permetre no recuperar almenys una selecció del producte tornat, en

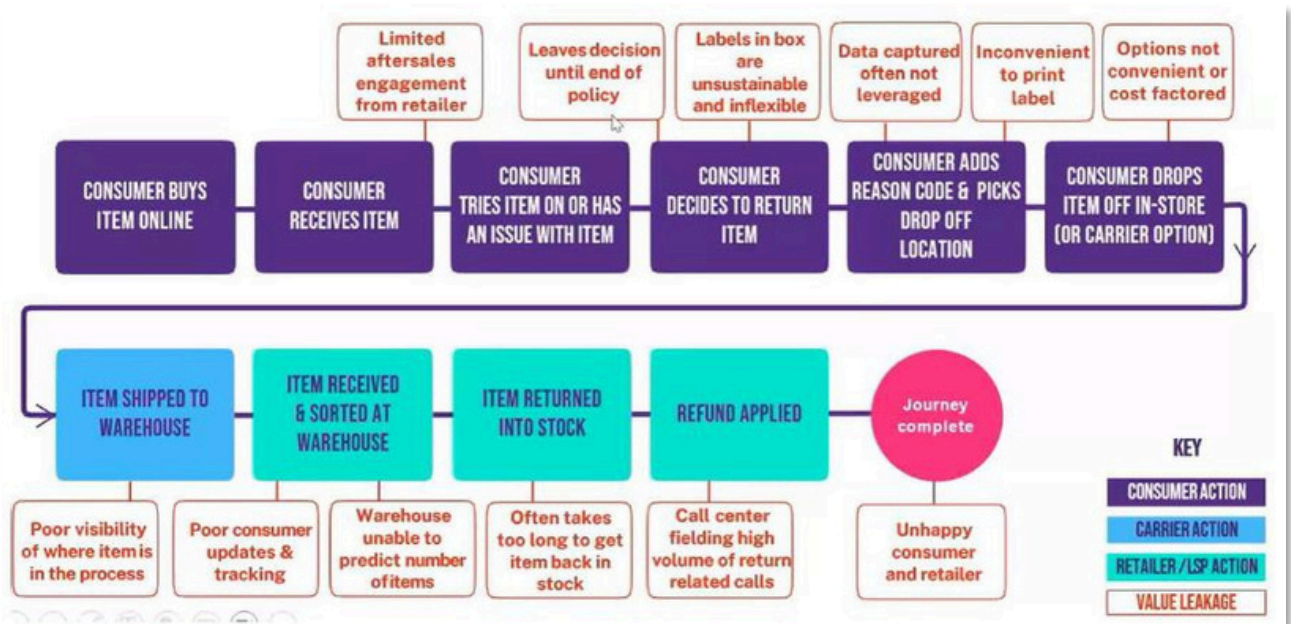


Figura 5: Exemple. Oportunitats de valor en el procés de les devolucions.

contrast amb el cost que suposa el seu processament i l'oportunitat real de tornar-lo a vendre. La logística inversa és també un negoci productiu amb la recuperació de productes per a la seva venda.

Quant al control d'envasos i retornables, es troba la necessitat en un context B2B, fins i tot de vegades dins la mateixa empresa, entre les seves botigues i els centres logístics o de fabricació.

Una tecnologia valorable en aquest context és la RFID, on el contenidor retornable va equipat amb un *tag* RFID que l'identifica únicament, i permet un control efectiu i recompte automatitzat a l'entrada i a la sortida d'àrees o magatzems. Això ens aporta informacions fiables, d'altra manera difícils d'obtenir, com ara el nombre d'usos que ha tingut, saber per quins processos ha passat (neteges, reparacions, etc.). Evidentment, el software que gestioni la logística inversa cal que sigui capaç de treballar amb tecnologia RFID, si es vol accedir a aquestes possibilitats.

2.1.4 Visibilitat dels enviaments

La visibilitat d'enviaments té un ampli requisit d'orquestració per poder gestionar-lo en una sola plataforma. Aquests sistemes se solen conèixer sota el nom *Order Management Systems* (OMS). Aquesta capa de solució s'emmarca en un nivell superior proper a l'usuari. En altres paraules, cada comanda del client és

gestionada i traçada, subministrant informació en línia de l'estat de cada sol·licitud mitjançant els CRM de les empreses.

Per poder estar actualitzades, aquestes solucions es nodreixen de la informació subministrada per altres sistemes del tipus TMS, WMS, GPS, etc. Aquestes integracions es tendeixen a normalitzar mitjançant crides API/*webservices*, tot i que els protocols de comunicació a cada plataforma, ara majoritàriament SaaS, estan en constant evolució. Quan s'esmenta l'acrònim *GPS*

normalment correspon als vehicles de transport. Però la realitat és que no tots tenen aquests dispositius i la necessitat de traçabilitat continua existint. Per això, hi ha altres aplicacions o solucions que aglutinen regions i transportistes/agències per tal de subministrar la informació mínima com: posicionament de latitud/longitud, estats d'una càrrega, esdeveniments que passen durant el trànsit fins al lliurament de la mercaderia.

Les necessitats dels usuaris continuen creixent i sofisticant-se a causa dels avenços tecnològics. La integració dels diversos transportistes, en tot el seu ventall de modes de transport, n'és un bon exemple. La tendència ens indica que es va cap a una concentració o

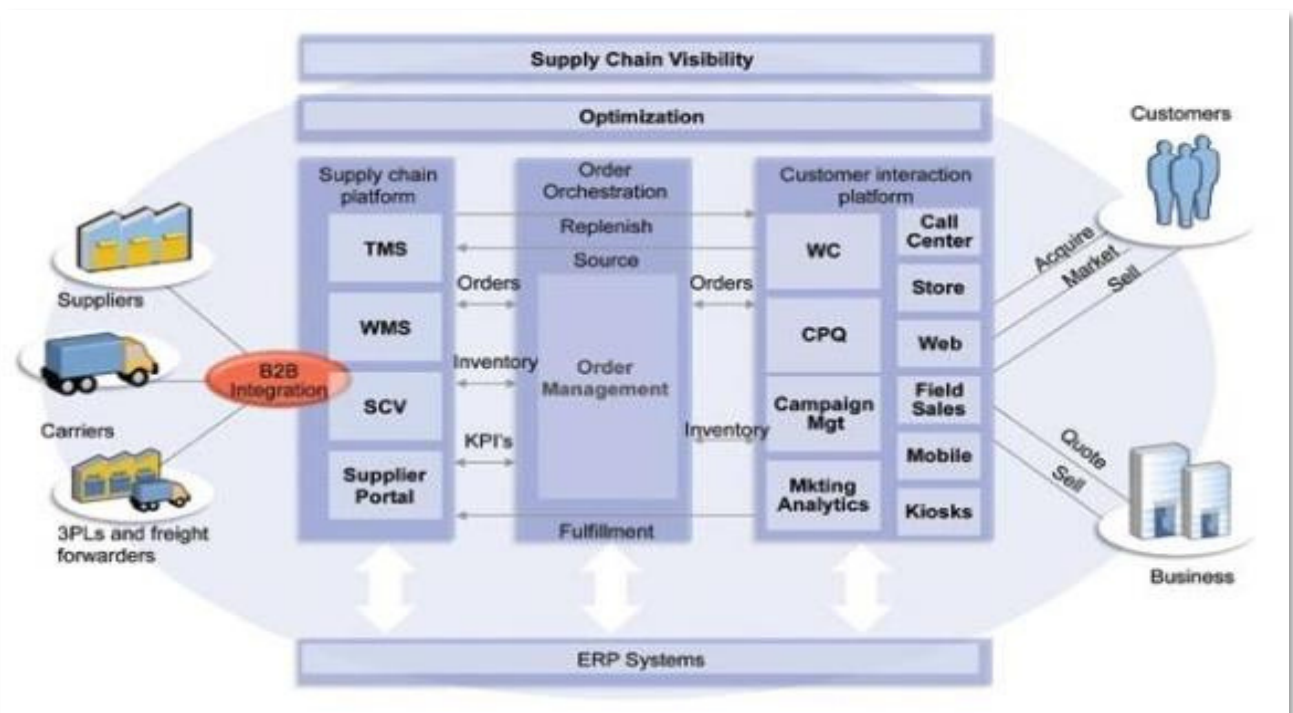


Figura 6 – Exemple d'esquema d'integració amb l'OMS.

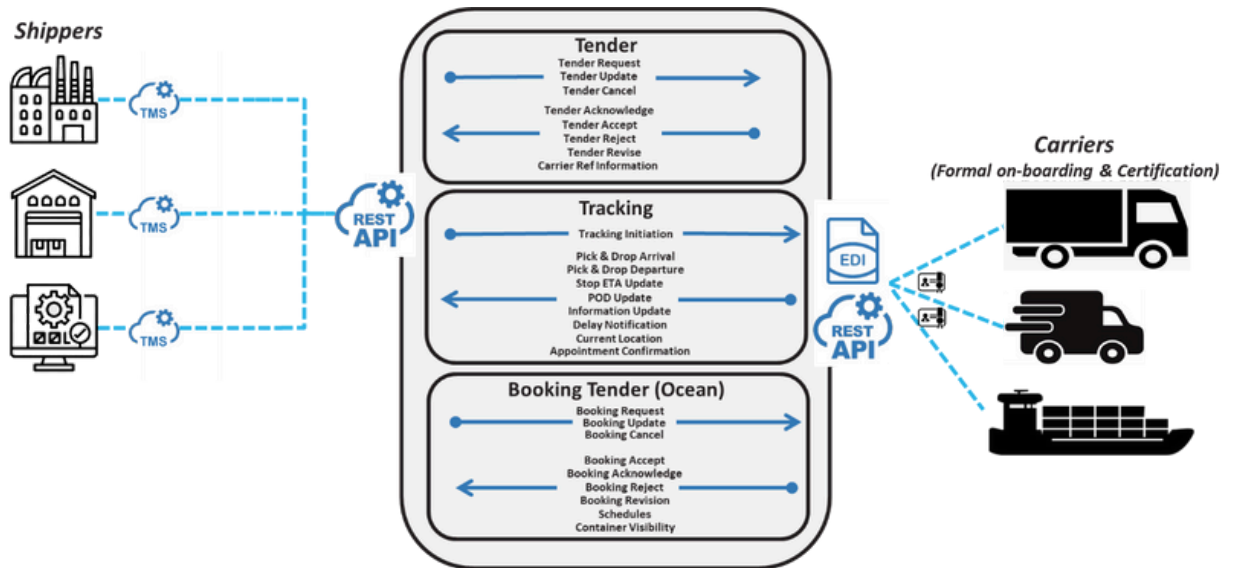


Figura 7 – Exemple d'esquema integral col·laboratiu amb els carriers.

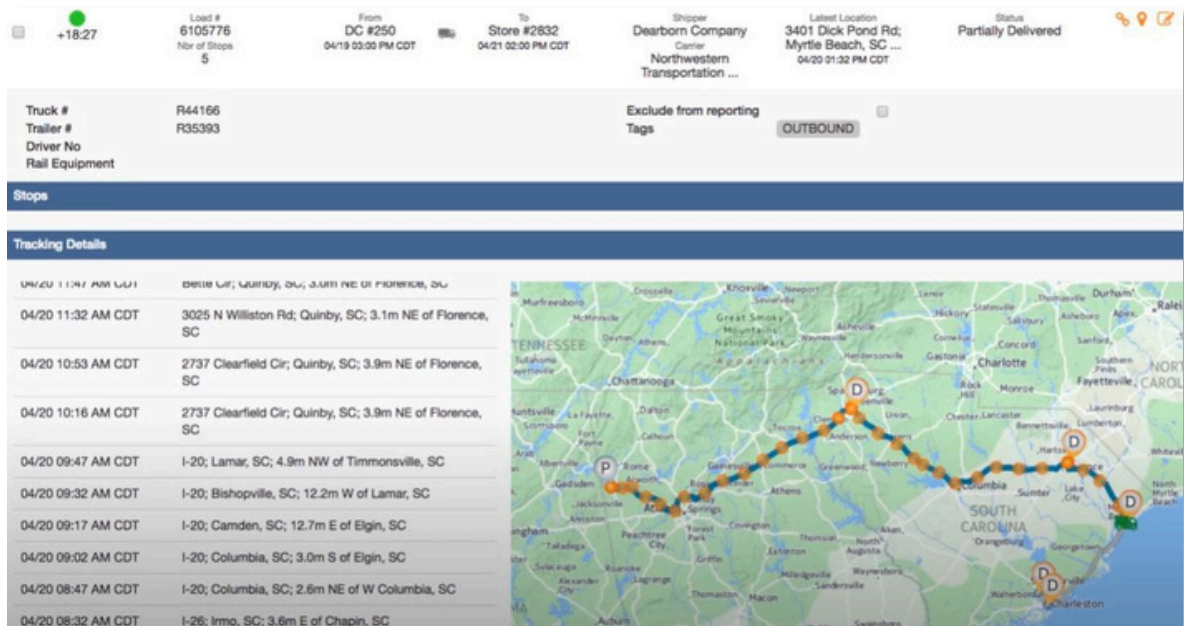


Figura 8 – Exemple d'eina de traçabilitat amb els carriers.

integració de totes les activitats i comunicacions que tenen a veure amb els *carriers* o transportistes (independentment del seu mode de transport).

Per això comencen a proliferar plataformes que agiliten l'entrada o *onboarding* de nous membres i, gestionen i agiliten les comunicacions en tota l'execució. Com a concepte es podria assimilar-lo a **Carrier Collaboration**. És a dir, un únic punt de contacte entre els transportistes i els carregadors, reduint l'esforç d'integració i

manteniment. Per citar alguns processos a cobrir (no totes les solucions cobreixen tots):

- Ofertes (*tender*) de càrregues Planificació de cites en origen i destinació
- Intercanvi d'informació detallada del camió assignat Anticipació d'etiquetes de proveïdor (si són necessàries), per exemple, per a "paqueteria"
- Comunicació d'expedició i esdeveniments d'incidències que puguin afectar el servei i el cost

- dels viatges - Integració amb plataformes de visibilitat GPS, tipus 4kiyes, Intra, etc.
- Comunicació i presentació de la prova de lliurament (POD)

Com a conclusió, hi ha diversos proveïdors de sistemes que proporcionen visibilitat dels enviaments minimitzant els punts de contacte entre les diferents entitats. Queda camí fins a realment tenir tots els jugadors del tauler domèstic i internacional sota la mateixa plataforma. Com s'ha anat comentant, definir la necessitat d'una manera clara ens enfocarà sobre quina solució/es són les més idònies. Aquí hi ha uns exemples de casos d'ús habituals que s'enfoquen a proposar processos més *lean*:

- Pel fet que la subcontractació al transport és freqüent i amb diferents nivells, la gestió d'accessos a la informació dels viatges es fa més complicada, per què fer que un transportista hagi d'entrar en una web amb credencials o instal·lar-se una app al seu mòbil podent simplement enviar-li un link de WhatsApp amb la càrrega assignada i des d'aquí poder fer tota la gestió? La simplificació de la gestió i la traçabilitat de les
- operacions també s'ha posat de manifest a la digitalització de documents com l'e-CMR o full de ruta electrònic.

2.2 Emmagatzematge

La gestió dels magatzems és una activitat clau dins la cadena de subministrament i les operacions logístiques, que inclou l'emmagatzematge, la manipulació i la gestió d'actius i materials des del seu origen fins al punt de consum final. Més enllà de la simple custòdia de mercaderies, els magatzems ofereixen serveis de valor afegit com la consolidació d'estocs, la preparació de comandes, l'emalatge i el *cross-docking*, contribuint de manera estratègica a l'eficiència de les entregues i a la satisfacció del client.

Per gestionar aquesta complexitat creixent, les organitzacions utilitzen **sistemes de gestió de magatzems** (WMS, *Warehouse Management System*), solucions de programari dissenyades per optimitzar el control, la visibilitat i la coordinació de les operacions dins del magatzem. Un WMS permet fer un seguiment en temps real de les existències, millorar la productivitat del personal, agilitzar el compliment de comandes i garantir l'exactitud mitjançant l'automatització i la integració amb altres sistemes empresarials, tal com els ERP (*Enterprise*

Resource Planning) o els TMS (*Transportation Management Systems*).

Emmagatzemar, per tant, és una funció bàsica a la cadena logística, però a l'hora és un cost rellevant que és necessari racionalitzar. En un context de transformació

digital de la logística, els

WMS evolucionen cap a plataformes més àmplies que incorporen aplicacions mòbils, dispositius IoT, anàlisi avançada basada en IA i arquitectures en núvol. La gestió eficaç de l'automatització emergent, com els robots de *picking* i els AMR (*Autonomous Mobile Robots*), és clau per garantir l'agilitat i la coordinació dins del magatzem.

Aquest capítol explora les funcionalitats d'un WMS, l'ecosistema tecnològic que l'envolta, i les aplicacions que amplien les seves capacitats en les cadenes de subministrament.

Els magatzems es classifiquen segons la seva funció logística dins la cadena de subministrament, cobrint necessitats d'emmagatzematge, distribució, consolidació, especialització (com temperatura o devolucions) i optimització operativa a través de tecnologia o externalització. En la taula següent, es presenta una llista dels més habituals.

• Tipus de magatzem

Tipus de magatzem	Objectiu principal
Central o de producció	Emmagatzemar matèries primeres i productes acabats prop del lloc de fabricació
Distribució o centre logístic	Consolidar i redistribuir mercaderies cap a punts de venda o clients finals
Trànsit o <i>Cross-Docking</i>	Transferència ràpida de mercaderies entre transportistes sense emmagatzematge
Consolidació	Agrupar comandes de diversos proveïdors per optimitzar el transport
Descomposició o desconsolidació	Dividir grans enviaments en unitats més petites per a la seva distribució final
Regional o satèl·lit	Emmagatzemar productes prop de zones de demanda per reduir els temps de lliurament
Frigorífic o de temperatura controlada	Conservar productes peribles mantenint la seva qualitat i seguretat
Tercers (3PL)	Externalitzar les operacions logístiques a proveïdors especialitzats
Intel·ligent o automatitzat	Integrar tecnologies avançades per optimitzar les operacions

Tipus de magatzem	Objectiu principal
Públic	Oferir espai d'emmagatzematge a empreses que no disposen de les seves pròpies instal·lacions
Cooperatiu	Compartir recursos d'emmagatzematge entre diverses empreses o entitats
Duaner (Bonded Warehouse)	Emmagatzemar mercaderies importades abans del pagament dels drets aranzelaris
Devolucions o logística inversa	Gestionar el retorn de productes des dels clients cap a l'empresa

• **Tecnologies d'emmagatzematge**

Els sistemes d'emmagatzematge logístic es poden classificar segons el grau d'automatització, des de solucions manuals fins a sistemes altament automatitzats com *AutoStore*.

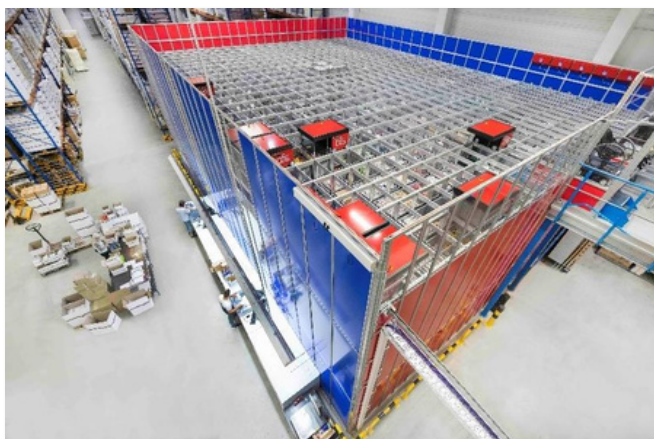


Figura 9: Autostore és una solució automatitzada d'alta densitat.

Els tipus d'emmagatzematge es poden classificar de menys a més automatitzats:

Nivell d'automatització	Tipus de sistema Emmagatzem	Descripció	Aplicació típica
Manual	atge tradicional	Prestatgeries estàtiques amb manipulació manual mitjançant carretons o transpalets.	Magatzems amb baixa rotació o operacions senzilles.
Semiautomatitzat	Sistemes assistits	Incorporació de tecnologies com cintes transportadores, <i>pick-to-light</i> o <i>pick-to-</i>	Magatzems que busquen augmentar l'eficiència sense

		voice, AMR assistents, etc.	automatització completa.
Automatitzat	AGV i AMR	Vehicles guiats automàticament o robots mòbils autònoms per al transport intern.	Centres amb fluxos repetitius i necessitat de transport intern eficient.
Altament automatitzat	Sistemes AS/RS	Sistemes automatitzats d'emmagatzematge i recuperació mitjançant grues o shuttles.	Magatzems amb alta densitat d'estoc i necessitat de precisió.
Altament Automatitzat	Sistemes <i>Cube-Based (AutoStore)</i>	Sistema modular que utilitza robots per moure caixes dins d'una estructura cúbica.	Magatzems amb espai limitat que requereixen alta densitat d'emmagatzematge.

• **Comparativa de tecnologies d'emmagatzematge**

1. Magatzems convencionals manuals (amb carretó elevador i estanteries)

Característiques:

- Estanteries convencionals, drive o dinàmiques accedides per carretons elevadors o retràctils
- Manipulació manual per part dels operaris
- Configuració senzilla i flexible

Avantatges:

- Baix cost inicial i fàcil d'implementar
- Compatible amb una gran varietat de mercaderies
- Adaptable a canvis de configuració i SKU

Inconvenients:

- Intensiu en mà d'obra
- Necessita passadissos amples (baixa eficiència d'espai)
- Dependència de l'experiència dels operaris

Ideal per a:

- Operacions amb volum baix o mitjà
- Empreses amb productes diversos i canviants
- Entorns amb manipulació manual freqüent

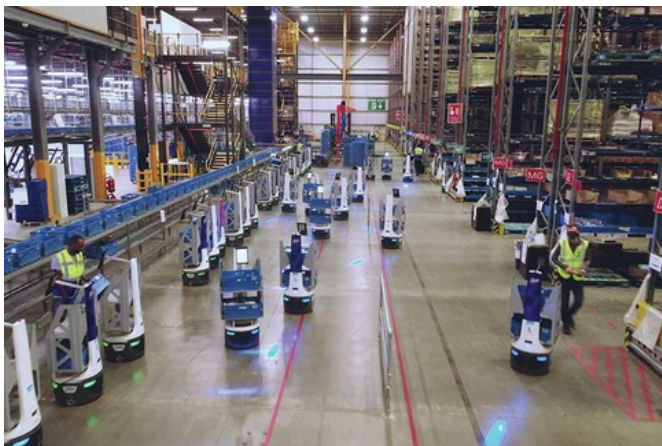


Figura 10: Robots autònoms de Locus Robotics.

2. Magatzems automatitzats amb transelevadors (AS/RS) i shuttles

Característiques:

- Sistemes automatitzats d'emmagatzematge i recuperació (AS/RS) amb transelevadors
- Estanteries de gran alçada (12 a 40 metres)
- Controlat per SGA/WCS

Avantatges:

- Gran ús de l'espai vertical
- Alta velocitat i precisió en el moviment de palets
- Reducció significativa de la mà d'obra

Inconvenients:

- Inversió inicial molt alta
- Configuració rígida, difícil de modificar
- Rendibilitat de la inversió a llarg termini

Ideal per a:

- Gran volum logístic i operacions estables
- Indústries com alimentació, gran consum o fred industrial
- Entorns on l'espai o l'energia són crítics

3. Magatzems compactes (tipus Autostore)

Característiques:

- Sistema compacte amb cubs apilats i robots sobre una graella
- Els robots agafen contenidors i els porten a les estacions de Picking

Avantatges:

- Màxima eficiència d'espai (fins a 4x més capacitat)
- Modular i fàcil d'escalar
- Baix consum energètic i ràpid per *picking* de petites peces

Inconvenients:

- No apte per a productes grans o pesants
- Accés més lent a contenidors enfonsats
- Inversió inicial considerable

Ideal per a:

- Comerç electrònic, farmàcia, electrònica — *picking* ràpid de peces petites
- Centres de distribució urbans amb espai limitat

4. Estanteries convencionals amb robots mòbils (Hai Robotics, Brightpick)

Característiques:

- Estanteries convencionals combinades amb robots autònoms (AMR)
- Els robots porten caixes o contenidors a estacions de treball

Avantatges:

- Bona combinació de flexibilitat i automatització
- Ràpid de desplegar i fàcil d'ampliar
- Compatible amb infraestructures existents

Inconvenients:

- Calen passadissos (menys dens que *Autostore*)
- Requereix manteniment de robots i bateries
- Dependència del software i de la cartografia de l'espai

Ideal per a:

- *Retail*, 3PL, comerç electrònic amb volum mitjà de SKU
- Empreses que busquen flexibilitat i automatització parcial

En resum:

Característica	Manual + Carretó	Alt + Stacker (AS/RS)/ Shuttle	Tipus Autostore	AMR + Estanteries
Nivell d'automatització	Baix	Alt	Alt	Mig-alt
Ús de l'espai	Baix	Mig-alt	Molt alt	Mig
Flexibilitat de producte	Molt alta	Baixa	Mitjana	Alta
Cost inicial	Baix	Molt alt	Alt	Mig

Característica	Manual + Carretó	Alt + Stacker (AS/RS)/ Shuttle	Tipus Autostore	AMR + Estanteries
Escalabilitat	Moderada	Difícil	Alta	Alta
Aplicació ideal	Logística general	Volum alt i estable	Picking ràpid i dens	Picking flexible i automatitzat

problemàtic com fer curt. Per tant, cal avaluar amb cura els requisits que realment aportaran valor dins l'entorn logístic concret.

En instal·lacions on hi ha un trànsit important de camions es donen habitualment un nombre elevat d'operacions de càrrega i descàrrega simultàniament, que impliquen magatzems amb una considerable quantitat de molls.

2.2.1. Solució de gestió del magatzem

Les funcionalitats d'un sistema de gestió de magatzem



Figura 11: Funcionalitats bàsiques i avançades d'un WMS.

(WMS o SGA) poden variar considerablement en funció de diversos factors com ara la finalitat operativa, el tipus de magatzem (de matèries primeres, producte acabat, *cross-docking*, refrigerat, etc.), i el grau d'automatització present en les instal·lacions (manual, semiautomatitzat o completament automatitzat).

Un WMS no és una solució universal, sinó una eina que ha de seleccionar-se en funció del context específic de cada empresa. A l'hora de triar un sistema del mercat, cal analitzar el tipus de magatzem, els volums de moviment, el grau d'automatització, els requisits de traçabilitat i les integracions necessàries amb altres sistemes. No totes les empreses necessiten la mateixa profunditat funcional, i escollir un sistema sobredimensionat pot ser tan

2.2.2. Solució de gestió de patis i molls

En aquest cas, pot ser rellevant un suport TIC específic en la gestió dels patis i dels molls. Un sistema de gestió de patis (*Yard Management*) seria la peça software realment especialitzada, però alguns SGA també poden tenir prou funcionalitat per als casos no tan exigents.

Quines serien algunes de les funcionalitats habituals d'aquest tipus de sistemes:

Funció	Què aporta?
Cites per càrrega / descàrrega	Permet la planificació, reduint les esperes dels camioners, i l'acumulació de vehicles.

Control d'accés dels camions al recinte	Sistematitza l'ingrés, recull informació digital fiable per avaluar el compliment d'horaris de proveïdors, verificar que se l'espera, recollir dades dels camioners, detectar incompliments documentals. Per a organitzar el
Gestió d'aparcament	trànsit intern, optimitzar moviments, ajudar en el compliment del pla de seguretat. Permet escollir de forma dinàmica
Gestió de la cua de camions	amb criteris automatitzats l'ordre en què van els camions als molls o estacions. Digitalitzar el procés de pesatge amb objectiu d'agilitzar i de
Pesatge de camions	recollir informació fiable, que es pot utilitzar per control de qualitat, normatiu, o per determinar la quantitat carregada / descarregada. Assignar els molls més adients segons la càrrega, i el tipus de vehicle.
Gestió de molls	Assegurar-se que s'han executat totes les operacions previstes per part del vehicle, mesurar el temps d'estada, lliurar documentació.
Sortida de camions	

La gestió de patis de camions en recintes grans acostuma a tenir un nivell de hardware de camp per automatitzar certs controls i informacions. Alguns típics:

- Vies d'entrada i sortida: amb lectors automàtics de matrícules, barreres, semàfors, biometria o targetes de control d'accés
- Panells de missatgeria per informar els camions quan han de dirigir-se a una zona determinada; alternativament megafonia o enviament per sms de missatges
- Punts de control als molls i a les bàscules
- Quioscs d'autoservei per enregistrar informació de la descàrrega
- Displays als molls per informar del progrés de l'operació de càrrega o descàrrega

2.2.3. Picking preparació de comandes

La preparació de comandes (*picking*) és un procés clau dins la cadena logística de moltes organitzacions. A continuació, es presenta una taula amb els principals mètodes de *picking* utilitzats actualment, amb una breu descripció de cadascun, els seus avantatges i les seves limitacions. Aquesta classificació pot ajudar a avaluar quina solució s'adapta millor a les necessitats específiques de cada entorn logístic.

Tipus de picking	Descripció
<i>Picking</i> manual amb carretó	L'operari es desplaça pel magatzem recollint productes segons una llista. Pros: senzill, econòmic, flexible. Pot ser l'única solució segons les característiques de la mercaderia. Contres: lent, més errors, intensiu en mà d'obra.
<i>Picking</i> amb terminal RF	L'operari utilitza un terminal de radiofreqüència per guiar-se i escanejar. Avantatges: més precisió i traçabilitat.
<i>Voice Picking</i> (<i>picking</i> per veu)	Instruccions de picking rebudes per veu amb resposta verbal. Beneficis: mans lliures, àgil i segur.
<i>Pick to Light</i>	Llums i pantalles indiquen les ubicacions i quantitats de recollida. Ideal per: entorns d'alta rotació.
<i>Put to Light</i>	Sistema per classificar productes a comandes, guiat amb llums. Aplicació: consolidació post-picking. Cada operari treballa dins una zona definida del magatzem.
<i>Zona picking</i> (<i>picking</i> per zones)	Benefici: redueix desplaçaments. Picking conjunt per a múltiples comandes.
<i>Batch Picking</i> (per lots)	Requereix: classificació posterior.
<i>Wave Picking</i> (per onades)	Picking agrupat segons onades planificades (temps o grups). Benefici: millor planificació operativa.
<i>Goods to Person</i>	Sistemes automàtics porten els productes a l'operari. Avantatges: ràpid, segur, ergonòmic.
<i>Robotic Picking</i>	Robots amb IA i visió fan el <i>picking</i> automàtic. Tipus: braços robòtics o robots mòbils.
<i>Autopicking</i> automatitzat	<i>Picking</i> completament automàtic (AS/RS, <i>Autostore</i> , sorters). Ideal per: alt volum i estabilitat de referències.

La preparació de comandes representa una part significativa dels costos operatius del magatzem i té un impacte directe en la satisfacció del client final. L'eficiència, la precisió i l'adaptabilitat del sistema de *picking* escollit poden marcar la diferència entre un servei logístic competitiu i un de deficient. Cada mètode té avantatges i limitacions. La selecció adequada, o combinació de varis, depèn del tipus de producte, volum de comandes, pressupost i estratègia operativa.

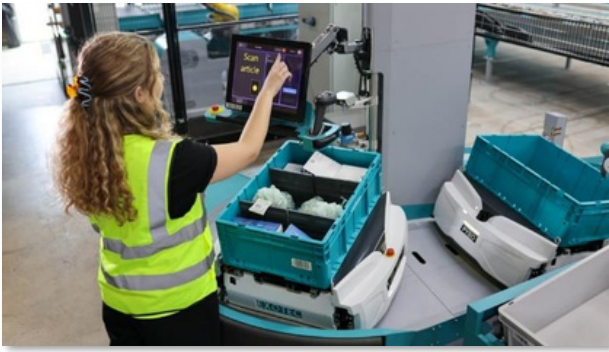


Figura 12: Exotec: Goods to Person. Producte a operari.



Figura 13: Brightpick AMR / Picking Robot amb illa de picking quan el robot no pot realitzar el pick, o l'AMR no porta robot.

La diversitat de tecnologies del mercat actual per efectuar les operacions del magatzem “producte a persona” (Goods to Person, G2P) s representen en el diagrama següent:

2.2.4. Mòdul d’ERP o solució de WMS

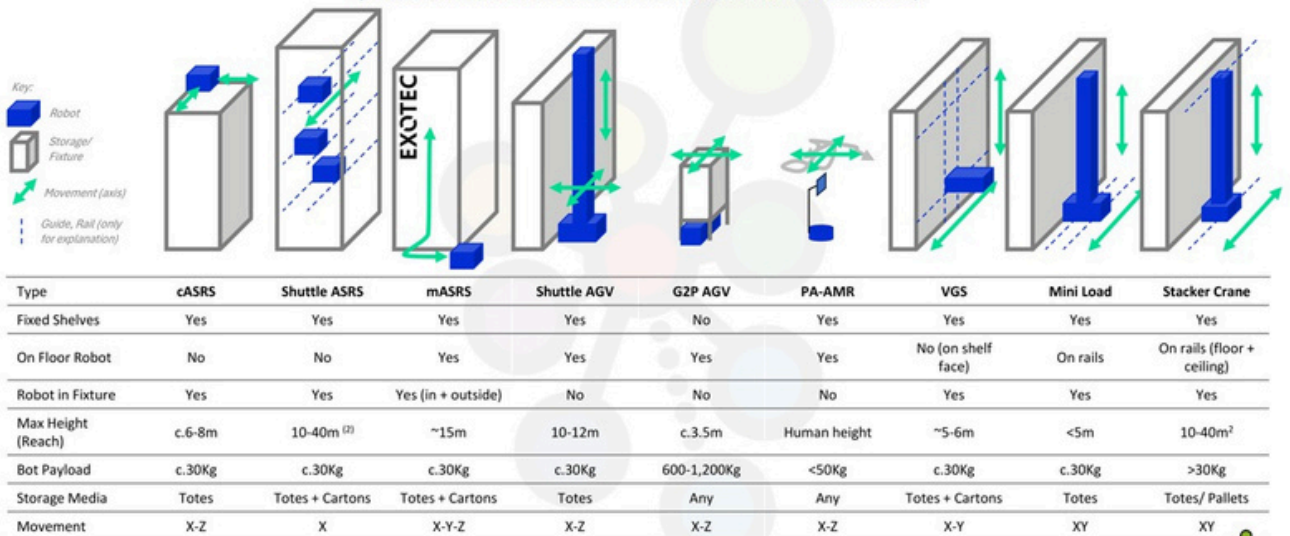
Les eines de gestió empresarial (ERP) estan presents a la majoria de les nostres empreses. Donat que els estocs són un dels actius de l’empresa, i que l’aprovisionament i la gestió de comandes és un tema central, els ERP acostumen a oferir funcionalitats per ajudar-nos en la gestió del magatzem.

Però llavors, on queda el SGA? Per què necessito un SGA si el meu ERP ja té aquesta funcionalitat?

És clau entendre les diferències per prendre decisions correctes quan s’escull una estratègia per gestionar el magatzem.

THERE IS A WIDE VARIETY OF G2P SOLUTIONS IN THE MARKET SERVING A MULTIPLICITY OF VARIABLES

GOODS TO PERSON SOLUTIONS, BY ROBOT MOVEMENT - ILLUSTRATED (NOT TO SCALE, VENDORS NOT EXHAUSTIVE!, NO PARTICULAR ORDER)



Source: STIQ Ltd Research & Analysis. ¹ May be used with lifts to move in Y axis as well. ² “3D shuttles” also exists. ³ Can be taller, but limitations exist. Note: cASRS (Cube ASRS), mASRS (mobile robot ASRS), VGS (Vertical Gantry Robot)

Figura 14: Producte a persona – tecnologia.

	ERP	SGA
Nivell de gestió	Suport simplificat a la gestió de magatzem en el context general de l'ERP, més centrat en la coherència amb finances i vendes, que en la gestió operativa.	Eina especialitzada enfocada en la gestió de magatzem exclusivament, amb una major profunditat funcional
Funcionalitat	Gestió bàsica d'inventari i ubicacions. Poc suport a l'execució de les operacions en detall.	Avançada, amb èmfasi en la gestió dels processos, l'optimització de l'emmagatzematge i dels moviments
Base de dades	Centralitzada amb tota la resta de mòduls del ERP Integració interna	Independent i especialitzada
Integració amb l'eina de gestió empresarial	de base i forta amb resta de mòduls	Requereix integració amb l'ERP, amb API dels proveïdors de cada sistema.

Com a regla general es podria dir que un ERP pot ser vàlid per un control de magatzem bàsic, possiblement suficient en un cas de magatzems senzills, amb poc moviment, operats per poques persones que han de conèixer bé com l'han organitzat.

Quan els magatzems creixen en volum, referències, complexitat de procés, un SGA ens aporta la capacitat de gestionar, d'establir uns processos i organitzacions que l'eina ens ajuda a posar en pràctica. L'enfocament està molt més posat en com s'executen les operacions, mesurar-les i monitorar-les, automatitzar activitats, de tal forma que depenguin poc de cada operari particular. El SGA pot estar preparat, a més, per interactuar fàcilment amb tecnologies específiques per millorar la preparació, emmagatzematge o el moviment de materials.

És ben cert que els ERP més potents tindran opcions de desenvolupaments a mida, que pot temptar-nos a voler convertir el mòdul base de magatzem en quelcom més sofisticat. Si bé és un enfocament que pot ser útil per alguna funció senzilla faltant o personalitzar algun aspecte, és extremadament improbable que aquesta via ens permeti estendre'l per arribar a competir amb un SGA específic en la gran majoria dels fronts funcionals. La raó és conceptual, el disseny i enfocament de partida de totes dues eines és molt diferent, i el mòdul de l'ERP rarament serà una base òptima per a construir una gestió mínimament avançada amb un esforç raonable.

2.2.5. WCS – Warehouse Control System

En entorns altament automatitzats, com els magatzems amb **tranelevadors automàtics (AS/RS)**, **sistemes compactes tipus Autostore** o **robots mòbils (AMR)**, no n'hi ha prou amb un SGA (Sistema de Gestió de Magatzem) per controlar les operacions. Aquí és on entra en joc el **WCS (Warehouse Control System)**.

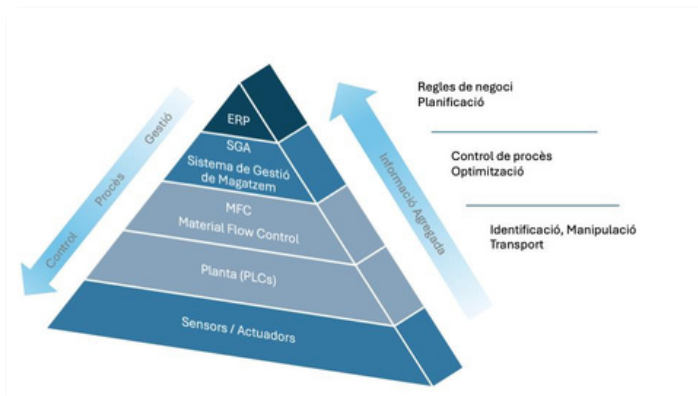


Figura 14: Arquitectura IT (WMS).

El WCS és el **cervell operatiu que coordina i controla els elements físics automatitzats del magatzem** en temps real: tranelevadors, cintes transportadores, classificadors, robots, elevadors, etc. Rep ordres del SGA (quin producte s'ha de moure, on i quan), i les tradueix en instruccions concretes per a cada màquina.

Els proveïdors de solucions automatitzades acostumen a incloure els seus propis sistemes WCS per garantir el funcionament òptim de la instal·lació i facilitar la integració amb els sistemes de nivell superior, com el WMS o l'ERP. El diagrama següent, de Hai Robotics, detalla l'arquitectura IT per la seva gamma de solucions.

Cal distingir que gran part de l'atenció mediàtica actual gira entorn de la IA generativa, representada per sistemes com ChatGPT, Copilot, Gemini o altres models de llenguatge avançats. Aquesta branca de la IA es caracteritza per la seva capacitat de generar continguts textuals, visuals o de codi a partir d'entrades en llenguatge natural. En l'àmbit de la logística, els

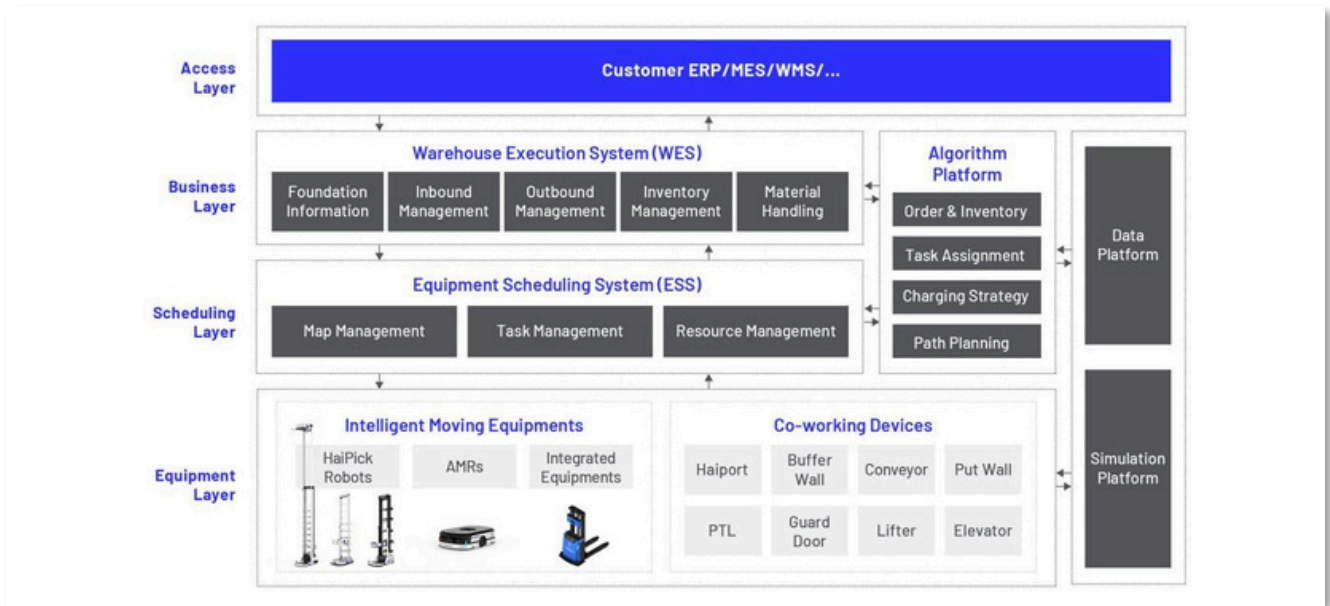


Figura 15: Exemple semàtic de Warehouse Execution.

Tanmateix, cal tenir en compte que molts proveïdors d'automatització també ofereixen el seu propi WMS, amb l'objectiu de proporcionar una solució "claus en mà". Aquesta proposta pot resultar atractiva per a alguns clients, ja que simplifica la integració inicial. No obstant això, cal valorar si aquest WMS cobreix realment les necessitats específiques del client i, sobretot, si ofereix la flexibilitat necessària per a futures modificacions o ampliacions. En alguns casos, la dependència d'un WMS propietari pot limitar l'evolució del sistema a mitjà o llarg termini, especialment si el proveïdor no contempla adaptacions fora del seu full de ruta comercial.

2.2.6. Irrupció de l'IA en el magatzem

En els darrers anys, la intel·ligència artificial (IA) ha passat de ser una tecnologia emergent a ocupar un paper central en múltiples àmbits industrials. Aquesta evolució és especialment rellevant en el context logístic, on les oportunitats per a la seva aplicació són àmplies i amb un impacte potencial molt elevat.

proveïdors de programari podrien començar (o ja han començat) a incorporar aquest tipus de tecnologia per millorar processos interns, com ara el desenvolupament de documentació tècnica, la generació d'interfícies conversacionals o el suport contextual als usuaris finals.

A més, la IA generativa pot facilitar una nova manera d'interacció amb els sistemes: des de la navegació per veu en entorns SGA/WMS fins a l'assistència intel·ligent per a l'execució de tasques i resolució d'incidències operatives. Aquest enfocament pot millorar l'accessibilitat dels sistemes i augmentar la productivitat en entorns on l'agilitat i la immediatesa són claus. Tanmateix, més enllà

de la IA generativa, existeix un ventall més ampli de tecnologies d'intel·ligència artificial ja implantades, amb impacte directe i mesurable sobre les operacions logístiques. Algunes d'aquestes aplicacions inclouen:

- El reconeixement automàtic de veu i la comprensió del llenguatge natural, utilitzats en sistemes *voice picking*

- Sistemes de visió per la identificació i valoració de l'estat de productes
- L'optimització de rutes per a equips autònoms com AGV o AMR
- La predicció de la demanda i la planificació del personal necessari per a la preparació de comandes
- Algoritmes per a l'assignació òptima de posicions de producte al magatzem segons rotació i freqüència de *picking*
- Sistemes de càrrega intel·ligent de camions que minimitzin els costos logístics i assegurin l'estabilitat de la càrrega

Aquestes funcionalitats sovint existeixen en segon pla, integrades dins dels sistemes logístics, i s'alimenten de dades històriques i operacionals per generar

recomanacions o automatitzar decisions. L'impacte de la IA, per tant, pot no ser tan visible com una interfície conversacional, però resulta essencial per augmentar l'eficiència i la capacitat de resposta dels sistemes davant un entorn cada cop més complex i exigent.

En resum, la intel·ligència artificial – en les seves diverses formes, des de la generativa fins a la predictiva o prescriptiva – és una eina transformadora que ja està modificant els fonaments de la logística moderna. Els enginyers i professionals del sector han d'estar preparats per comprendre, avaluar i integrar aquestes tecnologies d'una manera crítica i estratègica, amb una visió a mitjà i llarg termini.

3. Planificació

La planificació de la cadena de subministrament és el procés de gestionar i coordinar totes les activitats necessàries per garantir que els productes o serveis arribin al client final de manera eficient i rendible. Això inclou la previsió de la demanda, la gestió d'inventaris, la planificació de la producció i de la distribució. Aquest apartat se centra, a grans trets, en el que no és logística d'execució que s'ha vist en l'apartat anterior.

Els objectius principals d'aquestes activitats es podrien resumir en:

- Optimitzar i gestionar els recursos finits de què es disposen, de la manera més eficient
- Minimitzar costos d'aquestes operacions mitjançant la utilització d'algorismes avançats, alimentats amb la major i actualitzada informació
- Millorar el nivell de servei al client

Per això, les empreses utilitzen eines d'anàlisi de dades, models de predicció i tecnologies com intel·ligència artificial, programari de planificació avançada (APS, per les seves sigles en anglès) i plataformes col·laboratives. En resum, la planificació de la cadena de subministrament busca alinear l'oferta amb la demanda de manera estratègica, assegurant la disponibilitat de productes en el moment i lloc adequats.

Les empreses enfronten diversos problemes en la planificació de la cadena de subministrament, els més comuns inclouen:

- **Manca de visibilitat** i dades en temps "real". Moltes empreses tenen informació fragmentada o desactualitzada, cosa que dificulta la presa de decisions precises
- Pronòstics de **demanda inexactes**. Errors en la previsió que poden generar sobreproducció o escassetat de productes, afectant costos i nivells de servei
- Problemes en la **gestió d'inventaris**. Excés d'estoc - immobilitzat capital, mentre que la falta d'inventari causa retards i pèrdua de clients (concepte de la venda perduda)
- **Disrupcions** en la cadena de subministrament. Factors com desastres naturals p. ex. erupcions volcàniques com la d'Islàndia, crisis econòmiques p. ex. guerres com la d'Ucraïna, pandèmies o conflictes logístics p. ex. canal de

Panamà, poden interrompre el flux de materials i productes. Quan això succeeix, la resiliència del model de gestió serà clau per no perdre quota de mercat, minimitzar costos i reduir el temps de l'impacte negatiu

- Ineficiència en la logística i distribució. Retards en el transport, costos elevats i problemes en l'última milla afecten el lliurament i la satisfacció del client. Es parlarà més endavant, però la sistematització per si sola no és suficient, cal una

~~sobre~~ definició de processos i visió l'estratègia buscada per cada empresa. El concepte d'*Outcome* vs. *Output* és clau

- **Manca d'integració** entre àrees i proveïdors. La mala comunicació entre departaments o amb proveïdors provoca descoordinació i errors en la planificació.

- **Dependència de proveïdors** únics o vulnerables. Si una empresa depèn massa d'un sol proveïdor, qualsevol problema amb aquest pot generar desabastiment

- Manca de tecnologia o **digitalització**. Empreses que no inverteixen en eines digitals tenen processos més lents i menys adaptables a canvis en la demanda. De la mateixa manera la seva capacitat de competir al mercat es redueix, mancant de l'avantatge competitiu que un altre aprofitarà
- **Regulacions i canvis** en el comerç internacional.

~~Restriccions~~ Restriccions aranzelàries, canvis en comercials i normatives ambientals poden afectar la cadena de subministrament global. Aquí toca estar al dia en notícies i fòrums per anticipar-se el més possible

- **Costos creixents** de matèries primeres i transport. La inflació, l'escassetat de recursos i l'augment en els preus del combustible impacten la rendibilitat i la planificació.

Per mitigar aquests problemes, les empreses han d'adoptar estratègies de digitalització, diversificació de proveïdors, ús d'anàlisi predictiva i una millor coordinació entre tots els actors de la cadena de subministrament.

Els conceptes d'*Output* o entregable i **Outcome** o valor definit, explicats en l'apartat de bones pràctiques, seran molt necessaris tenir-los en compte per garantir l'èxit sostenible dels projectes, ja que poden no estar alineats amb l'estratègia de l'empresa.

Amb tot l'anterior, per millorar la planificació de la cadena de subministrament, les empreses poden utilitzar diverses solucions tecnològiques que optimitzin la gestió de dades, la visibilitat i la presa de decisions recolzant-se en la reducció de costos i millores en els temps de resposta. Algunes de les més representatives serien:

- **Previsió de demanda** i anàlisi predictiva (DP – *Demand Planning*). Utilitzen algoritmes d'última generació, intel·ligència artificial i *machine learning* per predir la demanda i optimitzar la producció i inventaris.
- **Planificació avançada** (APS – *Advanced Planning & Scheduling*). Ajuden a la planificació i programació de la producció en funció de la demanda i els recursos disponibles.
- **Plataformes de visibilitat** en temps real i monitoratge. Permeten rastrejar enviaments, nivells d'inventari i compliment de la cadena de subministrament.
- **Planificació de recursos empresarials** (ERP – *Enterprise Resource Planning*). Integren informació de diverses àrees de l'empresa (compres, producció, inventaris, finances, vendes, etc.)
- **Gestió de magatzems** (WMS – *Warehouse Management System*). Milloren l'administració de l'emmagatzematge, control d'inventaris i moviments de mercaderia.
- **Automatització en Logística**. Robots per a emmagatzematge i *picking*, drons per a inventaris i automatització de processos logístics.
- **Gestió del transport** (TMS – *Transportation Management System*). Optimitzen la logística i distribució, reduint costos i temps lliurament... Permeten el seguiment en temps real d'enviaments.
- **Internet de les coses** (IoT – *Internet of Things*) i Sensors Intel·ligents. Permeten el monitoratge en temps real de mercaderies, condicions d'emmagatzematge i compliment d'equips

Com a cloenda a aquest apartat, es vol comentar un altre concepte important dins de la planificació d'una companyia, i que engloba altres àrees com operacions, màrqueting, vendes, finances i cadena de subministrament, és el d'*Integrated Business Planning* (IBP). Es tracta d'un enfocament o metodologia avançada de planificació empresarial que integra estratègicament totes aquestes àrees per millorar la presa de decisions i l'alineació organitzativa. Es basa en el concepte tradicional de **Sales & Operations Planning** (S&OP), però l'amplia incorporant elements financers, estratègics i

d'execució en temps real. Tant S&OP com IBP són metodologies utilitzades per a la planificació empresarial, però tenen diferències clau en el seu abast, integració i enfocament estratègic. En capítol a part s'explica amb més detall aquestes solucions.

3.1 Previsió de vendes

La planificació de la demanda és un procés estratègic dins de la cadena de subministrament que busca preveure la demanda futura de productes o serveis, cosa que permet a les empreses optimitzar la producció, l'inventari i la distribució. Aquest procés combina dades històriques, anàlisi de mercat, tendències, col·laboracions amb interessats clau i eines tecnològiques per millorar la precisió en la planificació i evitar problemes com excés d'inventari o desabastiment.

Es parteix d'una previsió clàssica que utilitzava algorismes o models estadístics, els quals utilitzant algunes dades històriques mostraven la previsió de les vendes interpretant el passat. Aquests models s'ajustaven a diferents comportaments entre diferents canals de venda, tipus de productes de consums, estacionalitats, cicle de vida de producte, canibalitzacions, substitucions, etc.

Amb la disrupció actual del ML/AI (*Machine Learning/Artificial Intelligence*) els models evolucionat aconseguint interpretar la major part dels inputs que ocorren en els ecosistemes dels mercats. L'aprenentatge d'aquests models ajuda a flexibilitzar i agilitzar els resultats en els diferents elements agregats. Els elements clau del *Demand Planning* es resumeixen en:

- **Anàlisi de dades històriques**. Revisió de vendes passades i patrons de consum. Identificació d'estacionalitat, tendències i cicles de demanda.
- **Previsió de demanda** (*Demand Forecasting*). Ús de models estadístics i algoritmes d'IA per predir la demanda. Consideració de factors externs (canvis en el mercat, competència, clima, economia).
- **Col·laboració entre departaments**. Integració entre vendes, màrqueting, operacions i finances per a una planificació alineada. Comunicació amb proveïdors i distribuïdors per ajustar estratègies de subministrament. Com tecnologia de suport la part d'integracions tècniques amb la resta de l'ecosistema és molt rellevant (ERP, bases dades mercat, etc.)
- **Optimització d'inventari**. Balanç entre nivells d'estoc i demanda esperada. Reducció de costos logístics i millora del servei al client. Aquest

feedback és necessari i es planteja com a part dels processos de S&OP.

És un procés fonamental per garantir una gestió eficient de la cadena de subministrament, obtenint els beneficis següents:

- Reducció de costos d'emmagatzematge i rebuig
- Millora en la satisfacció del client en evitar ruptures d'estoc
- Major eficiència en producció i logística
- Adaptabilitat a canvis i fluctuacions del mercat amb decisions basades en dades
- Millor col·laboració en la cadena de subministrament.

En l'àmbit de procés, un cicle estàndard mensual o setmanal en la planificació de demanda, depenent del sector i de l'erràtic del comportament dels consumidors, consta d'almenys de les següents etapes:

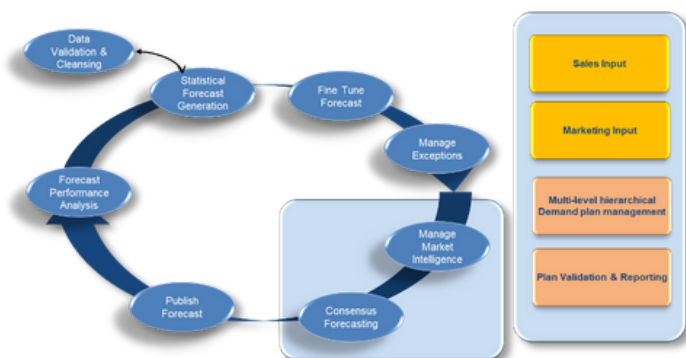


Figura 16 – Cicle de demanda.

Un punt important a nivell de dades mestres és la introducció del concepte unitat de demanda o DFU (*Demand Forecasting Unit*). Aquestes unitats faran referència als diferents nivells de venda necessaris per explicar el model de negoci de cada client. Normalment, es componen de l'article-canal-regió encara que es poden definir d'altres formes. Aquestes previsions de vendes hauran de ser traslladades posteriorment als articles que es fabriquen i emmagatzemen, dit en altres paraules, SKU (*Stock Keeping Units*)

1. **Recopilació i neteja de dades:** Dades històriques de vendes. Tendències del mercat. Factors estacionals i esdeveniments externs. Informació de clients i distribuïdors
2. **Anàlisi i pronòstic de demanda:** aplicació de models estadístics i d'IA en els diferents nivells de DFU (*Demand Forecasting Units*), de més a

menys agregació en els diferents canals rellevants per al negoci i la cadena de subministrament. Anàlisi de tendències i patrons. Avaluació de factors interns i externs

3. **Col·laboració i ajustos:** validació amb equips de vendes, màrqueting i operacions ajustaments basats en informació del mercat consens entre departaments
4. **Publicació de la previsió per ajustar planificació d'inventaris:** ajust de nivells d'estoc segons la demanda projectada. Optimització de la producció i proveïment. Definició d'estratègies logístiques
5. **Execució i monitoratge:** Implementació de plans de subministrament i distribució. Seguiment en temps real de demanda i vendes. Avaluació del compliment de previsions. Revisió de l'error i del *Forecast accuracy* mitjançant indicadors del tipus *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* i *Mean Absolute Deviation (MAD)*, on el "bias" descriu com de consistent és la previsió respecte a les vendes actuals

6. **Retroalimentació i millora contínua:** Comparació de previsions amb demanda real. Identificació de desviacions i ajustos. Optimització de models de predicció

Conceptes com la venda perduda, canibalitzacions, substitucions, introducció de nous productes, campanyes de màrqueting, estacionalitats, etc. fan d'aquest tipus de solucions eines útils per gestionar la complexitat intrínseca del mercat. En resum, predir amb marges d'error el comportament dels nostres clients és un fet desafiant. Les solucions tecnològiques intenten tindre llum sobre el fet "erràtic" del comportament humà. El seu ús i creença en els processos col·laboratius és una cosa que les empreses haurien de tenir estratègicament definit. La resta serà ajustada en la mesura del possible pel servei eficient de la cadena de subministrament. No és una "bola de vidre" però sistematitza la presa de decisions desgranant variables mesurables.

3.2 Planificació del reaprovisionament

La planificació de reaprovisionament és el procés de determinar quan, quina quantitat i com proveir inventaris per satisfer la demanda de productes en la cadena de subministrament. El seu objectiu és garantir la disponibilitat d'estoc minimitzant costos i evitant desabastiments o excessos d'inventari. Aquestes activitats ocorren simultàniament en tota la cadena de subministrament, és a dir, des de les botigues, distribuïdors, passant per magatzems regionals o centrals, fàbriques i fins als proveïdors finals. Quan es parla dels reaprovisionaments es disposen d'alguns mètodes i

determinar quan, on i quanta quantitat de productes s'han de reabastir en diferents punts de la xarxa de distribució. MPS (*Master Production Schedule*), de la mateixa manera obtindrem el pronòstic per part de les plantes productives VMI (*Vendor Managed Inventory*): el proveïdor gestiona els nivells d'inventari i realitza reabastiments automàtics. Reaprovisionament basat en IA i ML: models predictius ajusten les comandes en funció de la demanda en temps real.

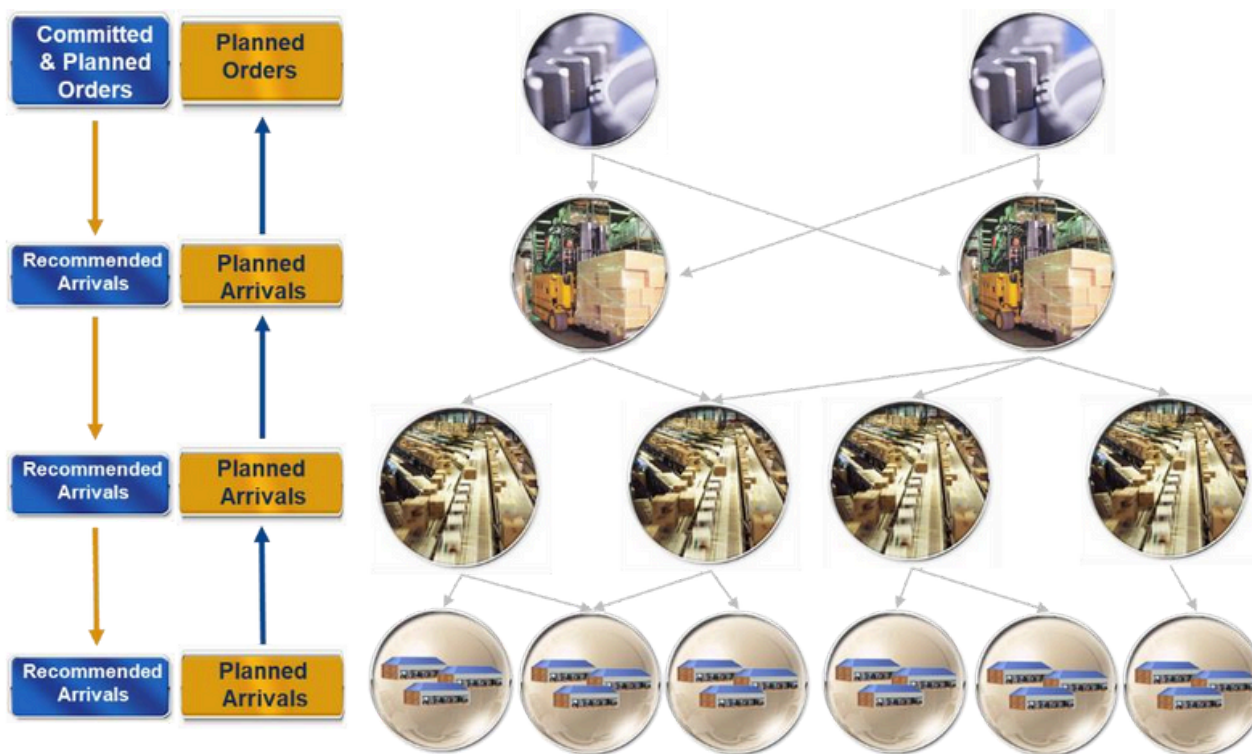


Figura 17 – Exemple de xarxa modelitzada.

estratègies a utilitzar en funció de la cadena que satisfer. Per descriure els principals tindriem:

- MRP (*Material Requirements Planning*): usa pronòstics de demanda i temps de producció per calcular necessitats de matèria primera
- **DRP (*Distribution Requirements Planning*)**: planifica el reabastament de productes en centres de distribució i botigues. En la cadena de subministrament, la planificació de requisits de distribució és el procés logístic que ajuda a

Exemple de DRP en acció. Una empresa d'aliments té un centre de distribució central i diversos magatzems regionals. Usant DRP, analitza l'inventari actual, la demanda projectada i els temps de lliurament per enviar productes a cada magatzem abans que s'esgotin, evitant pèrdues de vendes i sobrecostos d'enviaments urgents.

Les fases del procés de reaprovisionament de tota la cadena es podrien resumir en:

1. **Recol·lecció i anàlisi de la demanda** de la **DRP** / **MPS** / **MAP** avaluació del consum **històric** i **entendes** de compra. Ús d'eines de pronòstic de demanda per preveure necessitats futures. De la mateixa manera, suportar l'anàlisi amb solucions de BI i fulls de càlcul **Definició de polítiques o nivells de stock**. Com a màster data o utilitzant altres solucions de

planificació **Optimització** de **l'estoc** de seguretat (per prevenir variacions de demanda o retards). Determinació de l'estoc mínim i màxim segons polítiques d'inventari. Determinació del lot econòmic de comanda (EOQ) per minimitzar costos de compra i emmagatzematge. Aquest pot ser determinista o probabilístic atenent els errors en *Supply*

3. **Selecció de mètodes de reaprovisionament** des de l'ERP com a màster data o de la mateixa manera calcular-se de manera activa mitjançant eines de planificació estratègica (tot i que com el seu nom indica, seran eines amb temporalitat mínima mensual). Alguns mètodes serien:

a. reaprovisionament periòdic: es reabasteix en intervals fixos de temps.

b. reaprovisionament continu o punt de comanda o cobertura: es reposa cada vegada que l'estoc cau per sota d'un llindar.

Model just a temps (JIT): es minimitza inventari i s'abasteix només quan és necessari.

Exemple: Si un magatzem regional ven 500 unitats d'un producte al mes i el temps de lliurament és de 10 dies, el punt de reposició pot establir-se en 200 unitats per evitar fallides d'estoc. **Optimització de comandes**. Algoritmes

4. que utilitzen tota la informació anterior (i alguna més) per proposar les comandes a satisfer tant a botigues com a proveïdors. Elecció entre compres centralitzades o descentralitzades segons necessitats. Consolidacions **Selecció de proveïdors, producció i logística**. El **DRP** ha d'estar alineat amb la planificació de producció així com amb els proveïdors per evitar retards o talls del subministrament: avaluació de temps de lliurament i de confiança de proveïdors, assumint polítiques d'estoc de seguretat sostenibles. **MRP** **Optimització de**

rutes i transport per minimitzar costos logístics. **TMS** Exemple: Una empresa detallista pot fer servir **DRP** per coordinar enviaments des del seu centre de distribució a botigues segons la demanda projectada, assegurant que els productes arribin en el moment precís.

6. Execució, seguiment i ajustos anàlisi regular diàriament o regularment els resultats del **DRP** ajustaments en l'estratègia de reaprovisionament segons demanda real i **DRP** de proveïdors.

Monitoratge en temps real de nivells d'estoc i actualització de les eines de planificació. **WMS**. Exemple: Si un producte té una venda estacional alta al desembre, el **DRP** s'ha d'ajustar per augmentar l'estoc abans del pic de demanda.

Els beneficis d'una bona planificació reaprovisionament coordinant la demanda amb l'oferta o producte serien:

- Reducció de costos logístics i d'emmagatzematge
- Millor nivell de servei al client en garantir disponibilitat de productes
- Optimització del capital de treball, evitant excés d'inventari
- Major eficiència en la gestió de proveïdors i compres.

En resum, una planificació eficient del reaprovisionament permet a les empreses millorar la seva rendibilitat, reduir costos operatius i garantir la satisfacció del client. La clau està en l'ús d'eines tecnològiques i optimitzades per anticipar la demanda i coordinar millor els subministraments. Això juntament amb un equip implementador amb experiència, garantit pel fabricant i amb referències, és la garantia de l'aprofitament del valor.

3.3 Planificació de la producció i aprovisionament de materials

Tota demanda té els seus components, com es va explicar en el capítol anterior relacionat, en cada node de la cadena de subministrament. Les necessitats de *Supply* del node anterior passen a ser la "demanda" a satisfer per l'esglaió subministrador, sense oblidar que també hi podria haver demanda independent, és a dir, vendes directes a client final (p. ex. productes semielaborats).

Els plans de producció hauran de lidiar amb les restriccions de capacitat de les seves línies productives, així com de materials crítics necessaris per alimentar les primeres. En el seu conjunt cada planta i línia de producció tindrà el seu **Pla mestre de producció (MPS)** anivellat amb altres mòduls o funcionalitats denominades RCCP (*Rough Cut Capacity Planning*) o CRP (*Capacity*

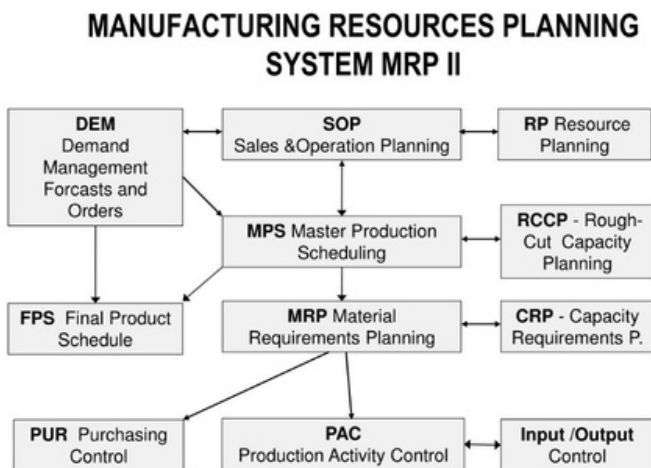


Figura 18 – exemple ecosistema productiu.

Requirements); i que serà validat i publicat per a la resta de les àrees de l'empresa, fins i tot proveïdors (p. ex. en el cas que es necessiti maquilar alguna partida).

Aquest MPS serà la demanda a "explotar" cap als diferents proveïdors mitjançant la clàssica "llista de materials", BOM de les seves sigles en anglès. Això serà un escandall de cada SKU de producte final per cada llistat de materials necessaris per a la seva producció, i això per cada línia de producció/planta.

Posteriorment, quan ja es requereix major control i execució dels processos propis de fabricació, els sistemes a analitzar seran els MES (*Manufacturing Execution System*), juntament amb els SCADAS per a la visualització i control, així com els sistemes de gestió analítica avançada per a la presa de decisions.

Respecte als sistemes de planificació avançada per se, el plantejament i les solucions de mercat, seran semblants a les del DRP, ja que es considera com a part de la cadena de subministrament, gestionant la demanda, els

leadtimes productius o d'aprovisionament per al control de trencaments i excés d'estocs.

Un punt interessant per comentar és que no només es tracta de planificar sinó també de col·laborar, arribant a plantejar models de SCM integrats en els quals per exemple el proveïdor es pot fer responsable d'administrar els nivells d'estoc necessaris per a un determinat nivell de servei, **Vendor Managed Inventory (VMI)**.

El VMI o inventari administrat per proveïdor és un model en el qual el comprador d'un producte (client) proveeix informació al proveïdor perquè es faci responsable a mantenir certs nivells d'inventari sigui al seu magatzem o a les instal·lacions o botigues del client. El principal avantatge del VMI és evitar curts de material i de la mateixa manera redueix l'inventari en la cadena de subministrament.

Les plataformes col·laboradores per a VMI permeten una millor comunicació i coordinació entre proveïdors i clients, assegurant una gestió eficient de l'inventari. Aquestes plataformes integren dades en temps real, automatització i anàlisi predictiva per optimitzar el

proveïment. Aquestes plataformes col·laboradores permeten a les empreses reduir costos relacionats amb la compra de materials o fins i tot amb menors nivells de producte mateix, minimitzar riscos de desabastiment o sobrestoc de seguretat i millorar l'eficiència de la cadena de subministrament mitjançant la integració i automatització de processos.

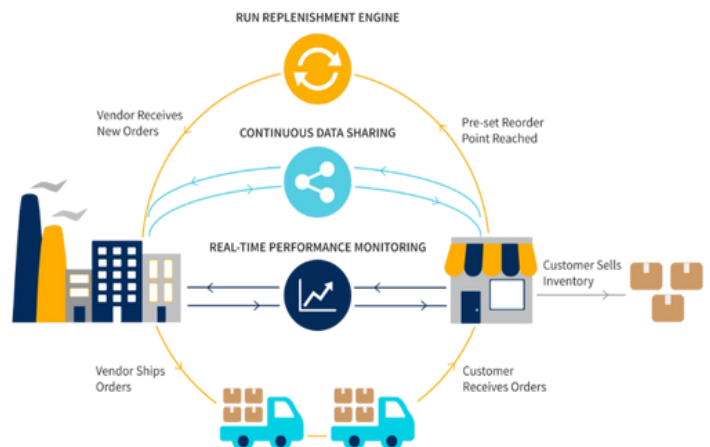


Figura 19 – Exemple de VMI.

4. Monitoratge i control estratègic

En aquest apartat s'ha considerat incloure tot allò que pot ajudar els clients o usuaris a controlar i prendre decisions basades en les dades que agafen les diferents solucions al llarg de la cadena de subministrament.

Des de les clàssiques eines d'informes o d'intel·ligència de negoci (BI), passant per plataformes col·laboratives que suporten metodologies del tipus IBP/S&OP, aglutinant solucions 360 de visibilitat com les torres de control (CT); sense oblidar la part de simuladors (estratègics o de processos) que tant en voga estan en aquests moments. Cadascun d'ells pot suportar els negocis aportant el valor adequat.

4.1 Intel·ligència de mercat

Respecte a l'anàlisi de les dades, cal plantejar els quatre tipus de categories bàsiques on es mouen les empreses en funció del seu grau de digitalització. L'anàlisi de dades és una part vital per a l'èxit dels negocis actuals, ja que quan s'utilitza de manera efectiva, condueix a una millor comprensió del nivell de productivitat en un període determinat i a una presa de decisions informada, la qual cosa minimitza els riscos.

- **Anàlisi descriptiva.** És el tipus més simple i comú entre els negocis, i és la base de tota la interpretació de dades. L'anàlisi descriptiva respon a la pregunta "què va succeir?" en un període determinat en resumir dades anteriors. Aquest tipus d'anàlisi sol utilitzar-se principalment per donar seguiment als indicadors clau de rendiment (KPI) que estableix cada empresa. El seu avantatge principal és que ajuda a identificar àrees de millora i oportunitats basades en dades històriques.
- **Anàlisi exploratòria o estadística.** També conegut com a estadística exploratòria o anàlisi estadística, investiga i valora les dades de les quals es té poc coneixement per identificar patrons o relacions. Una anàlisi exploratòria té com a objectiu trobar informació rellevant per al negoci, en les dades que no es poden detectar tan fàcilment en l'anàlisi descriptiva. El seu avantatge és que permet generar noves preguntes i enfocaments per a anàlisis posteriors, enriquint la comprensió de les dades.
- **Anàlisi de diagnòstic.** Aquest tipus d'anàlisi respon a la pregunta "per què va succeir?", a partir dels descobriments realitzats en l'anàlisi descriptiva. Els analistes de dades aprofundeixen en els resultats per

trobar les causes dels patrons de comportament, la qual cosa és informació de gran valor per a les empreses, especialment per a aquelles dedicades al màrqueting i al comerç. L'anàlisi de diagnòstic també funciona per detectar i solucionar problemes ràpidament.

- **Anàlisi predictiva.** Intenta respondre a la pregunta "què és probable que succeeixi?", a partir de dades anteriors i fer estimacions sobre resultats futurs. Aquest tipus d'anàlisi és una mica més complex, ja que es basa en el modelatge estadístic (una eina basada en les matemàtiques on es combinen dades qualitatives i quantitatives), que requereix tecnologia addicional i professionals especialitzats per realitzar pronòstics correctament. L'anàlisi predictiva es pot utilitzar, per exemple, per avaluar riscos, pronosticar vendes i segmentar clients. El seu avantatge rau en la capacitat de preveure escenaris futurs i planificar estratègies en conseqüència.
- **Anàlisi prescriptiva.** Es tracta d'una combinació de tots els tipus d'anàlisi de dades anteriors, que determina quina acció prendre per eliminar un problema (actual o futur) o aprofitar al màxim una tendència, és a dir, l'anàlisi prescriptiva s'utilitza per millorar la presa de decisions. També és una mica complex d'implementar, ja que utilitza eines d'anàlisi i tecnologies avançades, com l'aprenentatge automàtic, regles comercials i algorismes, la intel·ligència artificial (IA) és l'exemple perfecte per a això.

L'anàlisi de dades és molt més que números i gràfics, és la clau per prendre decisions intel·ligents i estratègiques en qualsevol camp. En un món impulsat per les dades, comprendre i aplicar els diferents tipus d'anàlisi és clau per a qualsevol professional o empresa que busqui un avantatge competitiu. La combinació de tècniques estadístiques, intel·ligència artificial i *big data* ha revolucionat la forma en què s'interpreta la informació, onis que permet optimitzar processos, l'eficiència operativa i descobrir noves oportunitats de negoci.

4.2 Coordinació estratègica | S&OP - IBP

Dins de la planificació d'una companyia, hi ha activitats recurrents d'alineaments estratègics englobant diferents àrees i fins i tot unitats de negoci. Aquests enfocaments engloben les àrees d'operacions, màrqueting, vendes, finances i cadena de subministrament.

Normalment en aquest apartat es disposa d'almenys dues metodologies per a aquesta planificació empresarial, amb diferències clau en el seu abast, integració i enfocament estratègic. Es parla de **Sales & Operations Planning (S&OP)** i **Integrated Business Planning (IBP)**. IBP és un

enfocament avançat de planificació empresarial que integra estratègicament les àrees de vendes, operacions, finances i **cadena de subministrament** per millorar la presa de decisions i l'alineació organitzativa. Es basa en el concepte tradicional de S&OP, però l'amplia incorporant elements financers, estratègics i d'execució en temps real. Tant S&OP com IBP són metodologies utilitzades per a la planificació empresarial, però tenen diferències clau en el seu abast, integració i enfocament estratègic. En moltes empreses, IBP és una evolució de l'S&OP, ampliant el seu abast i sofisticació per millorar la presa de decisions basada en dades.

Per tant IBP té com principals diferències que integra el component financer, cosa que permet una alineació amb els objectius de rendibilitat i creixement de l'empresa. És més estratègic i a llarg termini, mentre que S&OP se centra en la gestió operativa de la demanda i l'oferta en el curt i mitjà termini. Involucra més àrees dins de l'empresa, no només vendes i operacions, sinó també finances, màrqueting, recursos humans i direcció executiva. Utilitza tecnologies avançades, intel·ligència artificial i models predictius, per millorar la presa de decisions.

Posant això en una taula resum podria ser aquesta:

Característiques	S&OP (<i>Sales & Operations Planning</i>)	IBP (<i>Integrated Business Planning</i>)
Enfocament	Operacional i tàctic	Estratègic i financer
Objectiu principal	Equilibrar oferta i demanda	Alinear tota l'empresa amb l'estratègia corporativa

Característiques	S&OP (<i>Sales & Operations Planning</i>)	IBP (<i>Integrated Business Planning</i>)
Àrees involucrades	Vendes, operacions, cadena d'aprovisionament	Vendes, operacions, cadena d'aprovisionament, finances, màrqueting, RRHH
Nivell de planificació	Horitzó a curt i mitjà termini (3-18 mesos)	Horitzó de mitjà i llarg termini (1-5 anys)
Ús de dades	Dades històriques i demanda actual	Dades històriques, projeccions financeres i models predictius
Presa de decisions	Basada en producció i inventari	Basada en rendibilitat i estratègia corporativa
Tecnologia utilitzada	ERP, SCM eina de previsions de demanda	IA, ML, simulacions d'escenaris, plataformes d'analítica avançada

Des del punt de vista de quan fer-ho servir, S&OP és ideal per a empreses que busquen millorar la seva eficiència operativa i coordinar millor la producció amb la demanda. Mentre que, IBP és més adequat per a empreses que necessiten una visió global del seu negoci i volen alinear les seves operacions amb els seus objectius estratègics i financers.

Alguns dels beneficis de l'IBP podrien ser:

- Més precisió en la planificació gràcies a dades en temps real
- Reducció de costos en optimitzar inventaris i producció
- Millor resposta a la demanda del mercat amb escenaris predictius. Major alineació entre operacions i finances per complir objectius estratègics
- Automatització i eficiència mitjançant plataformes digitals avançades.

4.3 Torre de control

Latorre de control de la cadena de subministrament (*Supply Chain Control Tower*), com el seu propi nom indica, és un concepte que prové del símil de les torres de control aèries, on es vetlla per la detecció primerenca i fluïdesa en la gestió dels processos de la cadena de subministrament d'acord amb la informació recollida i tractada.

Moltes solucions plantegen les dades i presenten els avisos perquè els usuaris avançats prenguin la decisió que considerin, és a dir, resultats **predictius**. Des de fa un temps, ara accelerat molt més per la IA, aquestes solucions no només plantegen o mostren les dades/avisos en quadres de comandaments i indicadors, sinó que també proposen solucions alternatives perquè l'usuari en triï una, és a dir, ajuden amb resultats **prescriptius**.

A més, les *Control Tower* faciliten la col·laboració entre socis comercials en connectar dades internes, de socis i de tercers, la qual cosa millora la presa de decisions i la gestió d'excepcions. Implantar una solució de torre de control en la cadena de subministrament és una decisió estratègica que pot transformar la manera com una empresa gestiona les seves operacions logístiques, la seva visibilitat i la seva capacitat de reacció. En altres paraules, encara que es pugui plantejar adquirir aquestes solucions

solidament tota la infraestructura implementada, la recomanació seria anar pas a pas, primer definint cada procés a cobrir amb tecnologia per posteriorment conjuminar tot l'ecosistema, a tall de "paraigua", d'aquesta manera, orquestrar cada part del "trencaclosques".

Algunes claus a tenir en compte per part dels clients a l'hora de plantejar-se adquirir aquestes solucions serien:

- Visibilitat en temps real de punta a punta. Permet monitorar en temps real tot el flux de la cadena de subministrament, des de proveïdors fins a clients finals. Ajuda a detectar incidències de forma proactiva abans que escalin
- Major capacitat de resposta davant disrupcions de la xarxa. Detecta retards, trencaments d'estoc o colls d'ampolla ràpidament. Permet activar plans de contingència o redistribuir la xarxa logística
- Integració de múltiples sistemes i àrees. Connecta ERP, TMS, WMS, sistemes de planificació, IoT, entre d'altres. Facilita la col·laboració entre àrees internes i socis externs
- Foment d'una cultura *data-driven*. Permet passar d'una gestió reactiva a una proactiva. Impulsa la

millora contínua mitjançant anàlisi de tendències i performance Escalabilitat i alineació amb la transformació digital. És una peça clau en la digitalització de la *Supply Chain*.

Escalable a mesura que creix l'empresa o s'internacionalitza.

I, per tant, el que s'aconsegueix al seu torn és:

- Reducció de costos operatius. Optimització de rutes, inventaris i recursos. Redueix penalitzacions, reprocessos i sobrecostos per falta de coordinació. Evidentment, aquesta part s'executa en els sistemes especialitzats del tipus TMS, WMS, *Demand Planning*, etc. Tot i que algunes solucions poden plantejar algorismes per a la resolució.
- Millora del nivell de servei al client. Augmenta la precisió de les entregues (OTIF). Proporciona informació transparent i fiable sobre l'estat de les comandes

Qualsevol empresa pot plantejar-se controlar el seu SC. Però no totes ho haurien de fer sense abans prendre consciència dels pros i aconseguim amb la seva estratègia corporativa. Per aquest motiu, abans de proposar una solució de la cadena de subministrament, un client ha de seguir diversos passos per assegurar-se que la solució sigui rellevant, viable i alineada amb els seus objectius estratègics. Alguns representatius, en ordre lògic, com amb qualsevol projecte estratègic que es preï, serien almenys:

- Definir objectius estratègics. Què s'espera aconseguir amb la torre de control? (Visibilitat *end-to-end*, millora del servei al client, reducció de costos, etc.). Quin és el problema del client o *pain point* principal que es vol resoldre? Avaluar
- de l'estat actual de la cadena de subministrament. Mapejar els processos actuals. Identificar els sistemes existents (ERP, WMS, TMS, etc.)
- Reconèixer colls d'ampolla, àrees sense visibilitat o amb baixa eficiència. Identificar els interessats clau. Determinar qui seran els usuaris de la torre de control (planificadors, transportistes, finances, atenció al client...). Alinear expectatives entre les diferents àrees implicades
- Definir KPI i casos d'ús. Quins indicadors clau es volen **ajudar** a millorar? (OTIF, inventari, temps de compliment de comandes, etc.). Quines decisions es prendran des de la torre de control?

- Avaluar la qualitat i disponibilitat de les dades. Quines dades es tenen i de quines fonts provenen? Com són de fiables i actualitzades estan aquestes dades? És possible integrar-los en una única vista? Etc.
- Estudiar l'arquitectura tecnològica desitjada. Es busca una torre de control centralitzada o descentralitzada? Quin grau d'automatització o intel·ligència artificial es requereix? S'assumeix que en els temps que corren s'està anant a SaaS nadiu.
- Analitzar l'impacte organitzacional. Quins canvis operatius o de rols es necessitaran? Es requereix formació o reestructuració? Com es gestionarà el canvi?

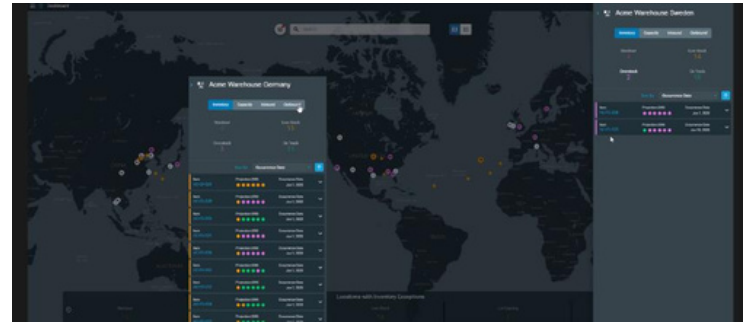


Figura 21 – Exemple d'anàlisi d'estocs.

Amb tot això es podrà plantejar el **Business Case** (avaluació de la rendibilitat d'un projecte) detectant les àrees de millora on focalitzar-se si es decideix tirar endavant el projecte.

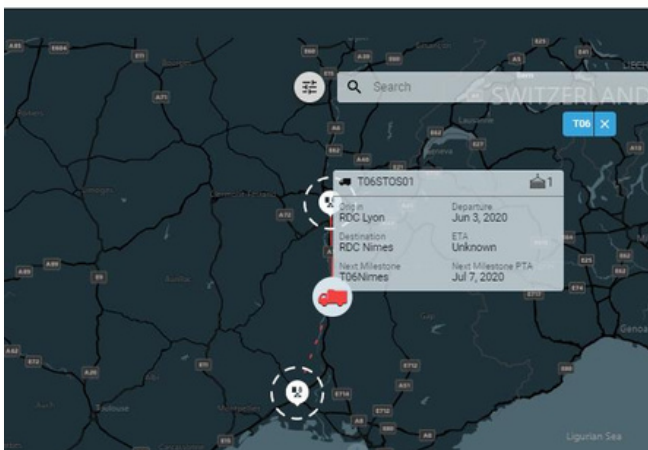


Figura 20 – Exemple d'eina ambdiferents estats d'enviament.

4.4 Simulacions

En el nostre entorn actual hi ha moltes decisions que necessiten generar i simular moltes dades-escenaris per poder analitzar en detall els colls d'ampolla. Per a això, entre altres sistemes, es té els anomenats **Discrete Event Simulation (DES)** i les **Digital Twin (DT)** que són tècniques de modelació usades per representar o simular sistemes i processos.

- Les DT són sistemes l'objectiu dels quals és fer rèpliques de l'existent, utilitzant per a això sensors i integracions en temps real. Permeten monitorar, predir i optimitzar el funcionament real
- Les DES per la seva banda, són sistemes que simulen l'evolució d'un sistema al llarg del temps mitjançant una seqüència d'esdeveniments discrets que es van succeint. És útil per analitzar processos i optimitzar operacions.

Ambdues tècniques són àmpliament utilitzades en diferents indústries com manufactura, logística o telecomunicacions. A nivell comparatiu es podrien categoritzar de la següent manera:

Variable	DT	DES
Dades	Temps real	Normalment sèries històriques o suposats
Objectiu principal	Supervisió continua i predicció en temps real i prediccions para prendrà de decisions	Avalua escenaris "what-if". Anàlisis optimització de processos
Complexitat integració	Més complexa a causa de sensors, IoT, sistemes de control, etc.	Més senzill de construir i mantenir, i que es pugui executar de

		manera aïllada o "stand alone"
Exemples d'ús	Supervisar una màquina de producció per a detectar anomalies en temps real	Simulació del flux de clients en un supermercat para optimitzar la disposició de les caixes

Aquest tipus de solucions permeten obtenir informació a partir de models estadístics i de la interacció de diferents processos individuals, la qual cosa dona la possibilitat de fer múltiples càlculs sobre un sistema.

Moltes d'aquestes solucions, a més de generar entregables en sèries numèriques, normalment aporten

simulacions 3D on entendre d'una manera més visual els resultats i agilitar la presa de decisions.

Com molts sistemes es disposa de diferents variants que evidentment tindran diferències quant al seu abast i cost. Des de programaris comercials del tipus *FlexSim* o *AnyLogic*; fins a plantejaments d'open-source on es disposa de la plataforma o *framework* on ampliar, si és requerit, la programació d'aquestes simulacions de processos, per exemple, *SimPy* o *Salabim* (Python), etc.

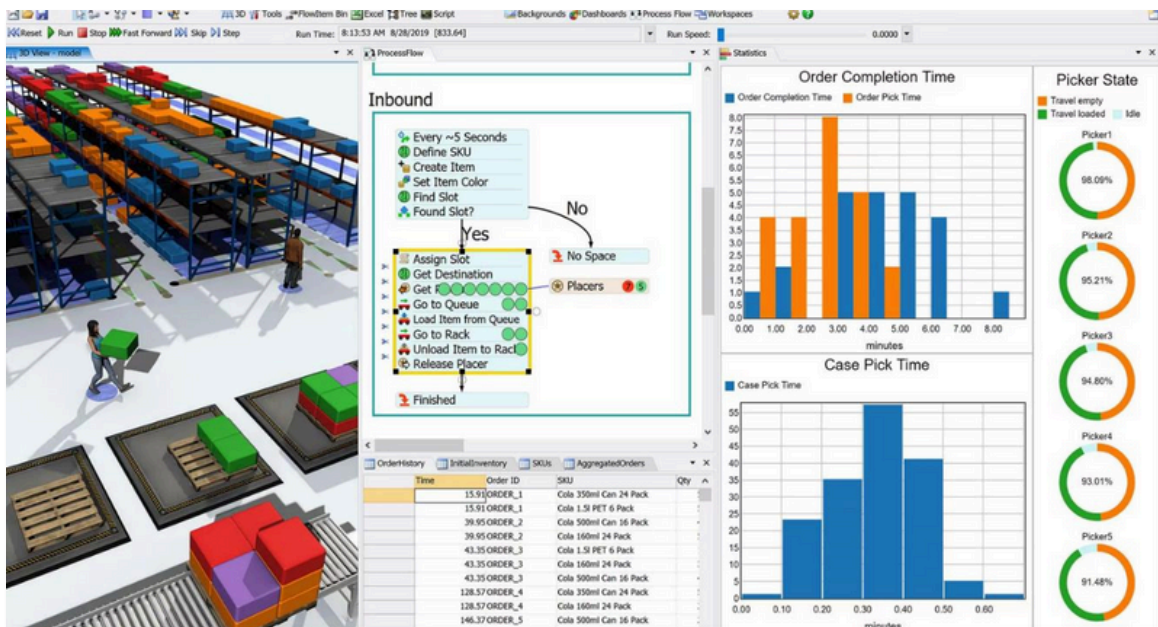


Figura 22 – Exemple de processos de preparació.

5. Bones pràctiques

En aquest capítol en tractar de posar temes basats en l'experiència al llarg dels anys i que agrega valor a les diverses solucions.

5.1 Gestió de projectes

En l'àmbit de metodologies d'implementació, totes aquestes tecnologies segueixen els patrons determinats globalment per institucions del tipus PMI (Project Management Institute). Normalment, quan es tenen eines estàndard, l'estratègia aconsellada és l'híbrida considerant:

- Una part de tradicional a cascada (*waterfall*) per a aquelles parts on es coneixen els requisits del client i el disseny no inclou desenvolupaments específics del nucli de la solució
- I d'altres, en mode àgil per als elements que requereixen alguns desenvolupaments en funció de l'evolució dels requisits dels clients

Tots aquests projectes segueixen un patró a partir d'un primer projecte a manera de plantilla o pilot per posteriorment fer desplegaments o *rollouts* graduals a altres àrees de negoci, països, etc. compartint les següents fases:

- Disseny de la solució, tant funcional com tècnica. Nota: *Fit/Gap* en cas dels *rollouts*
- Construcció: configurant l'aplicatiu, desenvolupant les interfícies d'integració, l'automatització de processos i alguns "ad-hoc" que normalment es gestionen com a canvis a l'abast per anar controlant el pressupost. Validació o proves d'integració, d'acceptació d'usuari i de rendiment o volum
- Posta en productiu amb un pla de tall d'operacions anticipat i acompanyament de l'equip de projecte. Traspàs a suport del proveïdor. Normalment depenent del volum de l'operació el mateix client tindrà diversos nivells a dins de la seva organització

Com aprenentatge de les diverses experiències implementant aquests productes s'ha consolidat la següent llista, a tenir en compte, com principals raons perquè un projecte es retardi.

1. Definició del projecte

- Definició de l'objectiu del projecte basat en el resultat o output, en lloc del valor o *Outcome*. No és només una implementació de programari que s'ha d'integrar amb un altre programari. El motor del projecte ha de tenir el valor com a guia. És clau per a una governança 360, així com per definir un pla clar per fases/entregables. Raó 1: objectius diferents
- Mala transició de les vendes a la implantació. Això comporta expectatives desalineades. Raó 1: compromís entre vendes i lliurament o TI i negocis. Raó 2: massa documentació d'alt nivell amb una definició de responsabilitats deficient normalment perquè no són les persones adequades

2. Governança

- Pla de govern deficient a tots els nivells i poc rigorós en l'execució. **Freqüència:** cal fer reunions diàries i setmanals amb els actors clau per revisar problemes, visibilitat amb desviacions i escalar, com més aviat millor, al següent nivell. El comitè directiu mensual per resoldre aquests problemes s'ha d'intensificar a un ritme ràpid.
- Dedicació parcial de l'equip del projecte. Produeix desalineacions i desconeixement.

3. Disseny de la solució

- Baixa participació d'usuaris de les operacions durant les fases de disseny. Alt d'incompliment de les operacions estàndard, certes regles de negoci, excepcions o processos no considerats, etc. Raó 1: projecte està sota el pressupost de TI. Raó 2: operacions no ha participat en la decisió, per la qual cosa no és una prioritat. Raó 3: responsabilitats operatives diàries
- Massa disseny d'alt nivell sense tenir en compte els processos

4. Gestió de dades mestres (MDM)

- Definició errònia dels articles: longitud, amplada, alçada, pes, capes per palets, etc. Especialment important en la funció de paletització i cartronització.

5. Integració i personalitzacions

- Definició tardana o incompleta o massa complexa de l'estratègia d'integració. Excés de punts de contacte entre sistemes a causa de requisits innecessaris de poc valor.
- Retard en la construcció d'interfícies. La fase de construcció ha de començar com més aviat millor just després de la definició dels camps per tenir prou flotació, inclosos errors de comunicació, ajustos de mapeig, mala qualitat de dades, etc.
- Definició d'alt nivell de l'estratègia de *Business Intelligence* i descripció de requisits tardans. Sempre és l'últim pas en aquests projectes, tot i que és rellevant per mantenir el valor del negoci rastrejat.
- ~~Definició d'alt nivell de l'estratègia de Business Intelligence~~ **Definició d'alt nivell de l'estratègia de Business Intelligence**. Massa l'estàndard identificades i validades. Aquests desenvolupaments requereixen temps +40 h cadascun i més pressupost. Raó 1: manca de coneixement de les funcionalitats d'última generació. Raó 2: resistència al canvi de lideratge o usuaris. Raó 3: definició de solució incorrecta per cobrir el requisit (per exemple, *yard management amb el TMS*)

6. Proves per garantir la viabilitat

- Proves ineficients i ineficaces durant els cicles d'integració entre sistemes (SIT) i d'acceptació dels usuaris (UAT), desplegant la posada en marxa amb errors en casos d'ús (UC).
- Casos d'ús o escenaris creats només pensant en excepcions i no cobrint tots els processos de negoci, o viceversa.
- Proves de rendiment insuficients amb un volum important de dades.
- UAT executat per superusuaris no operatius que validen els casos d'ús sense l'orientació adequada al dia a dia del seu treball.
- El simulacre de prova d'extrem a extrem *end-to-end* (E2E) no s'ha inclòs en el pla per validar tots els processos en un enfocament diari amb un munt significatiu de dades.

7. Formacions

- Formació d'usuaris insuficient, que comporta més esforç i problemes que afecten la posada en marxa: documentació insuficient, programacions inadequades, comunicació i compromís ineficient a través de la gestió del canvi, etc.

8. Entregables

- Baixa definició dels entregables en matriu de responsabilitats (RACI) i contingut esperat.
- Els entregables no han estat revisats i signats correctament pel client.

9. Tall d'operacions

- Anticipar prou el pla de tall d'operacions per crear un pla detallat d'activitats que doni confiança i que incorpori a tots els interessats. Per exemple al WMS l'estratègia de càrrega d'inventari com més aviat millor per testar-ho bé (és normal que trigui molt de temps)

10. Transició a suport

- Baix suport per part del client durant la posada en marxa, de manera que la dependència del proveïdor és crítica i la transició al suport serà més difícil

Segur que n'hi ha més, però aquestes han sigut un recopilatori entre diversos professionals.

5.2 Outcome vs. Output

En aquest punt, es vol aprofundir una mica en postular la diferència entre dos conceptes que habitualment es confonen i que provoquen la pèrdua de focus en la nostra experiència. Moltes vegades es focalitza en els entregables d'un projecte i d'aquesta manera es mesura el seu èxit. Això és correcte per descomptat, els **entregables** o **Outputs** són necessaris en qualsevol projecte. Però sempre haurien de venir acompanyats de la variable del **valor** o **Outcome**, que serien els resultats mesurables després d'haver fet alguna cosa o els objectius darrere d'una implementació de solucions tecnològiques (per què es fa això i com es mesurarà?).

Per exemplificar-ho es farà servir un exemple real, amb una empresa del sector logístic de caràcter multimodal global. Aquesta empresa estava realitzant, per a un dels seus clients preferents, una sèrie d'accions de millora del servei. Necessitaven tenir traçabilitat total d'uns contenidors especials al llarg de la cadena de subministrament. Van analitzar els seus punts febles i van detectar diverses accions

- Necessitaven millorar el repositori d'informació, per la qual cosa es van posar a veure com millorar la data i analitzar opcions de BI. No tenien oficina de projectes, per la qual cosa van assignar a un tercer la gestió del projecte de millora de les operacions.

- D'altra banda, necessitaven integrar-se amb altres 3PL per mantenir la traçabilitat, per la qual cosa van analitzar les interfícies i van sol·licitar als subcontractes suport i esforç.
- Hi havia fluxos amb pèrdues del senyal GPS que necessitaven avaluar des d'un punt de vista tècnic ...
-

Així diversos equips de treball i tasques concretes, coordinats sota una oficina de gestió de projectes. L'anècdota d'aquest cas va venir quan es va plantejar, després de diverses setmanes de treball intens, per què el client estava demanant això. I curiosament darrere de visibilitat i millora de les operacions hi havia un indicador que era el causant de tot, el temps de cicle o *Cycle Time*. El contracte es regia per aquest indicador, de manera que el focus no era "millorar tota la cadena de subministrament donant visibilitat...", sinó "millorar el temps de cicle des del moment en què es dipositava el contenidor a la platja d'expedició de les plantes fins al lliurament al client". Poc o res importava el que passés al mig, tret d'incidències en el servei. Podia tenir la millor visibilitat del món amb unes operacions millorades que si no impactava en aquest indicador per càrrega no li entregava valor al client, i per tant tot l'esforç era una mica en va.

Els *Outputs* no et garanteixen l'èxit sostenible, ja que poden no estar alineats amb l'estratègia, quina sigui, de l'empresa.

5.3 Processos de selecció de sistemes

El procés de selecció d'una solució logística és una de les decisions més crítiques per a qualsevol organització que busqui millorar la seva eficiència operativa, la seva capacitat de resposta al client, la seva competitivitat en el mercat, i les seves previsions de creixement. Aquest procés no es limita a escollir una eina tecnològica, sinó que implica alinear estratègia, processos i tecnologia per assolir objectius empresarials clau.

En un context en què la digitalització i l'automatització estan redefinint els models logístics, triar la solució adequada pot suposar una millora substancial en la visibilitat, traçabilitat, planificació i execució de les operacions. Al contrari, una selecció inadequada pot generar costos ocults, resistència al canvi, dificultats

d'integració i, en definitiva, la pèrdua d'avantatge competitiu i fins i tot de clients.

A més, el mercat de solucions logístiques està en constant evolució, amb una gran varietat de proveïdors i enfocaments (*cloud*, modulars, especialitzats per sector, IA, etc.). Això fa imprescindible adoptar un procés estructurat, objectiu i basat en criteris mesurables per avaluar les opcions disponibles.

Un bon procés de selecció ha de garantir:

- Que la solució cobreixi les necessitats actuals i futures del negoci.
- Que sigui viable econòmicament i escalable a llarg termini.
- Que faciliti la integració amb els sistemes existents (ERP, WMS, TMS...).
- Que compti amb el suport d'un proveïdor fiable i amb experiència contrastada.

En resum, el procés de selecció no només afecta el departament de logística o IT, sinó que impacta transversalment en tota l'organització, des del servei al client fins a la direcció estratègica. Per això, cal abordar-lo amb el màxim rigor i professionalitat.

5.3.1. Definició dels requisits

El fonament d'una bona selecció. Abans d'iniciar la cerca i avaluació de solucions del mercat, és imprescindible fer una definició clara, estructurada i consensuada dels requisits que ha de complir la futura solució. Aquesta fase estableix les bases sobre les quals es construirà tot el procés de selecció i implementació posterior.

Requisits funcionals: Són aquells relacionats amb les capacitats operatives que ha de tenir la solució. Aquests requisits han de recollir-se de forma detallada i s'han d'alinear amb els processos actuals i futurs. Exemples típics en l'àmbit logístic:

- Gestió d'estocs multimagatzem
- Planificació i execució del transport
- Traçabilitat de productes i lots
- Gestió de comandes i retorns
- Integració amb proveïdors i transportistes
- Indicadors de rendiment logístic (KPI)
-
-
-

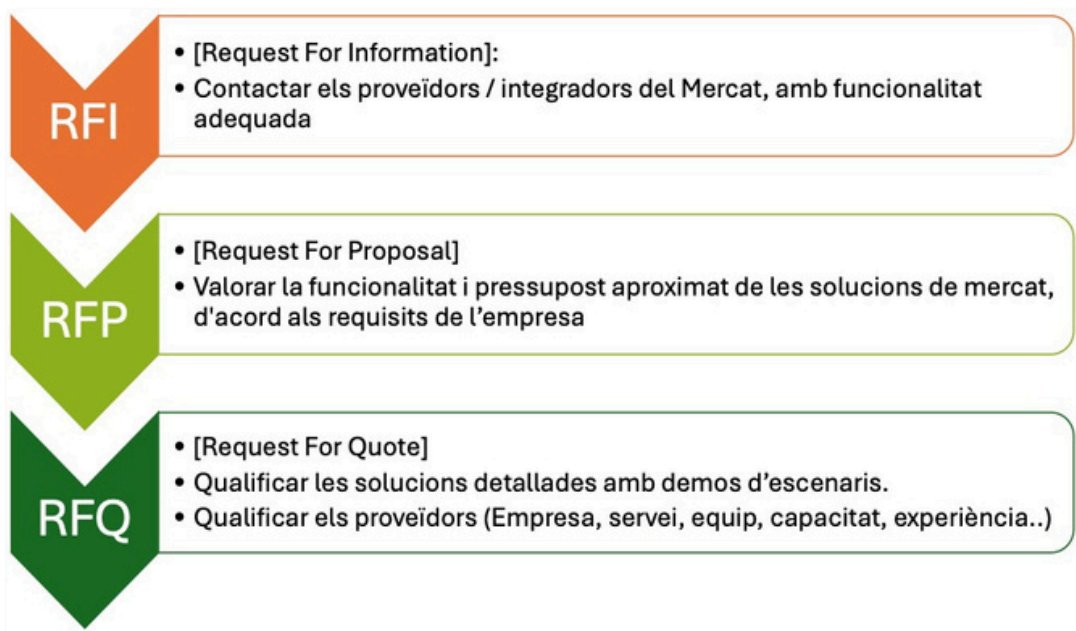


Figura 23: RFI-RFP-RFQ.

És recomanable descriure els requisits utilitzant escenaris concrets o casos d'ús reals (*use cases*), per facilitar-ne la comprensió i l'avaluació posterior.

Requisits no funcionals: Fan referència a característiques del sistema que no estan relacionades directament amb les funcionalitats, però que són igualment crítiques:

- Seguretat i control d'accessos.
- Escalabilitat i rendiment.
- Disponibilitat (SLA), *backups* i recuperació.
-
- Arquitectura tecnològica i model de desplegament (*cloud, on-premise, híbrid*).
- Facilitat d'integració (API, formats EDI, estàndards...).
- Usabilitat i formació d'usuaris.

Implicació de les parts interessades: La definició de requisits ha de comptar amb una participació activa de les àrees afectades:

- Departaments operatius: aporten visió pràctica i funcional.
- Departament de TI: defineix criteris tècnics i d'integració.
- Direcció: aporta visió estratègica i alineació amb els objectius de negoci.
- Control de gestió o compres: ajuda a valorar impacte econòmic i eficiència.

El procés pot incloure entrevistes, tallers col·laboratius o enquestes internes, sempre amb l'objectiu de garantir que cap necessitat clau quedi fora.

Resultat esperat - document de requisits: El producte final d'aquesta fase és un document de requisits que servirà de base per:

- Redactar els RFI/RFP.
- Avaluar les respostes dels proveïdors.
- Fer demostracions i proves de concepte.
-

Aquest document ha de ser viu, però controlat per garantir traçabilitat i coherència durant tot el procés de selecció i implementació.

5.3.2. RFI – Request for Information

Exploració estructurada del mercat. El RFI (*Request for Information*) és el primer instrument formal que s'utilitza en el procés de selecció per obtenir una visió general i objectiva del mercat de solucions disponibles. L'objectiu principal d'aquesta etapa és recollir informació de diferents proveïdors sense compromís, per identificar quins poden ser candidats vàlids per entrar en fases posteriors (RFP, demostracions, etc.).

És especialment útil quan:

- L'empresa no coneix a fons l'oferta tecnològica actual.
- Hi ha molts tipus de solucions (verticals, generalistes, modulars...).
- Es vol validar si els requisits interns són realistes i habituals.

Objectius del RFI

- Comprendre les capacitats generals de les solucions existents.
- Identificar els proveïdors que encaixen amb les necessitats principals.
- Avaluar la maduresa, experiència i enfocament dels diferents venedors.
- Detectar possibles restriccions tecnològiques o d'arquitectura informàtica.

Contingut típic d'un RFI

El document de RFI ha de ser breu, clar i enfocat a recollir informació útil per a una primera selecció. Pot incloure:

- Presentació de l'empresa sol·licitant (context i necessitats generals)
- Preguntes generals al proveïdor, com ara:
Descripció general del producte/solució.
Arquitectura i model de desplegament.
Experiència en el sector i casos d'ús rellevants.
(*checklist*), funcional general
Capacitats d'integració amb sistemes ERP, WMS, TMS... Full de ruta del producte (*roadmap* de funcionalitats). Suport internacional, idiomes i localització
- Informació sobre el proveïdor: Any de fundació, nombre d'empleats, presència geogràfica. Model de suport i manteniment. Referències de clients similars.

Resultat esperat

- Comparativa inicial entre diferents solucions
- Identificació de proveïdors viables per entrar a la fase de RFP.
- Possibles ajustos dels requisits interns segons el que el mercat pot oferir.

Bones pràctiques per a un RFI efectiu

- Enviar-lo a una mostra representativa de proveïdors (entre 5 i 10, habitualment).
- Establir un termini clar de resposta.
- Evitar preguntes massa tècniques o comercials (que es deixaran per la fase de RFP).

- Documentar de forma estandarditzada les respostes per facilitar-ne la comparació.

5.3.3. RFP – Request for Proposal

Valoració funcional i tècnica detallada. Un cop s'ha fet una

primera selecció de proveïdors potencials mitjançant el RFI, el pas següent és l'emissió del RFP (*Request for Proposal*). Aquesta és la fase central del procés de selecció, on es demana als proveïdors una proposta tècnica i funcional completa, així com una descripció clara dels serveis associats i del model de desplegament. L'objectiu del RFP és permetre a l'organització comparar de manera rigorosa i estructurada les diferents solucions disponibles, tenint en compte els seus requisits específics.

Objectius del RFP:

- Obtenir propostes detallades i comparables entre proveïdors.
- Avaluar el grau de cobertura funcional respecte als requisits interns.
- Conèixer la proposta tècnica i arquitectònica de cada solució.
- Entendre el model d'implementació, suport i evolució.
- Preparar el terreny per a demostracions, proves de concepte o visites a clients.

Contingut típic d'un RFP. El document de RFP hauria d'incloure:

A. Context i informació general

- Presentació de l'empresa i objectius del projecte.
- Reptes actuals i motivació del canvi
- Cronologia estimada del projecte i fases previstes.

B. Requisits funcionals

- Llistat detallat de requisits (idealment en format *checklist* amb resposta: disponible, parcial, no disponible, en *roadmap*...). Escenaris operatius reals per validar cobertura i flexibilitat.
- Indicació de funcionalitats crítiques vs. opcionals.

C. Requisits tècnics i d'integració

- Arquitectura proposada (*cloud, on-premise, híbrida*).
- Capacitat d'integració amb sistemes existents (ERP, WMS, TMS, etc.).
- Capacitat d'integració i gestió d'automatismes existents (magatzems automatitzats, etc.)
- Estàndards utilitzats (API REST, EDI, *web services,...*).
- Requisits de seguretat, compatibilitat i rendiment.

D. Serveis associats

- Mètode i durada d'implementació.
- Formació d'usuaris i transferència de coneixement.
- Suport tècnic i manteniment (SLA).
- Evolució i *roadmap* del producte.

E. Condicions comercials preliminars

- No és una oferta tancada, però es poden demanar rangs de preus o models de llicència per orientar.

Processament i avaluació de les respostes

- Consolidació de les respostes en una matriu comparativa.
- Assignació de puntuacions ponderades per criteris (funcionals, tècnics, comercials...).
- Filtratge de 2–3 opcions per passar a fases de demos, *workshops* o PoC.

Bones pràctiques en el RFP

- Ser molt clar en els requisits i les expectatives.
- Incloure un model de resposta per estandarditzar.
- Establir un calendari realista i compartir-lo amb tots els proveïdors.
- Evitar textos excessivament comercials: el focus és tècnic i funcional

5.3.4. RFQ – Request for Quotation

Definició clara de costos i condicions. Un cop l'empresa ha

identificat una o diverses solucions viables a través del RFP, és moment d'obtenir una oferta econòmica formal i detallada. Aquest és l'objectiu del RFQ (*Request for Quotation*): demanar una cotització concreta, estructurada i comparable que permeti prendre

decisions informades tant des del punt de vista econòmic com estratègic.

Aquesta fase acostuma a centrar-se en un nombre reduït de proveïdors finalistes (normalment entre 1 i 3) i sovint va acompanyada d'una negociació tècnica i comercial.

Objectius del RFQ

- Obtenir una oferta econòmica clara, desglossada i realista.
- Avaluació del cost total de propietat (TCO).
- Comparar models de llicència i de servei.
- Preparar el terreny per a la negociació final i la contractació.

Contingut típic d'un RFQ. El document de RFQ pot incloure els següents blocs:

A. Escenari funcional de referència

- Nombre d'usuaris o terminals.
- Volum de dades estimat (magatzems, comandes, línies per dia, etc.).
- Mòduls i funcionalitats que s'esperen implementar.
- Horitzó temporal del projecte.

B. Petició de desglossament econòmic

- Costos de llicència o subscripció (SaaS, perpetu...).
- Costos d'implementació: configuració, personalització, integració, formació.
- Manteniment i suport: SLA, nivells, cobertura horària.
- Evolució i actualitzacions (si incloses o no).
- Costos de consultoria o serveis addicionals (PoC, migració, etc.).
- Costos associats a la infraestructura (si escau).

C. Model de contractació i condicions

- Termes de pagament.
- Durada mínima del contracte i renovacions.
- Condicions de cancel·lació.
- Responsabilitats de les parts.

Resultat esperat

- Taula comparativa de costos per a cada proveïdor.
- Identificació de despeses recurrents vs. puntuals.
- Visió clara del cost total a 3–5 anys.

- Base per iniciar una negociació estructurada.

Bones pràctiques per al RFQ

- Proporcionar un escenari base comú per facilitar comparacions.
- Demanar que les ofertes es presentin en un format estandaritzat (taules, fitxa Excel...).
- Aclarir si es tracta d'una licitació formal o d'una petició per a negociació privada.
- Revisar amb detall les condicions legals i contractuals abans de signar.

5.3.5. Avaluació i selecció de la solució

De la comparació a la decisió.

Després d'haver recollit tota la informació mitjançant el RFP i el RFQ, arriba el moment més decisiu del procés: avaluar, comparar i escollir la solució que millor s'ajusta a les necessitats de l'organització. Aquesta fase combina una anàlisi objectiva de criteris funcionals, tècnics i econòmics amb aspectes més qualitius com la confiança en el proveïdor o la seva capacitat de desplegament.

Matriu d'avaluació i puntuació

Per garantir transparència i coherència, es recomana l'ús d'una matriu comparativa de puntuació, on es ponderin criteris prèviament definits. Aquesta matriu pot incloure:

Categoria	Exemple de criteris	Ponderació (%)
Cobertura funcional tècnica i integració	Grau d'ajust als requisits clau Compatibilitat amb	30%
	l'entorn IT, escalabilitat Simplicitat,	20%
Usabilitat	ergonomia, experiència d'usuari Llicències, implementació, manteniment, etc.	10%
Cost total (TCO)	Suport, experiència sectorial, roadmap, referències	20%
Proveïdor i servei	Dependències, flexibilitat contractual, etc.	10%
Riscos percebuts		10%

Cada membre del comitè de selecció pot puntuar segons el seu criteri, i es pot fer una mitjana ponderada.

Workshops, demos i proves de concepte (PoC)

Per validar el funcionament real de la solució en contextos similars als de l'empresa, sovint s'organitzen:

- Demos funcionals guiades: els proveïdors mostren l'ús real del sistema segons escenaris donats.
- Workshops d'interacció: sessions participatives amb usuaris clau.
Proves de concepte (PoC): instal·lació limitada de la solució per testar-la amb dades i processos reals.

Aquestes accions són molt útils per contrastar la teoria amb la pràctica.

Validació de referències i reputació

És recomanable contactar amb altres clients del proveïdor, preferiblement del mateix sector o amb projectes similars, per preguntar sobre:

- Compliment de terminis i pressupost.
- Qualitat del servei postvenda.
- Resposta davant imprevistos.
- Satisfacció general.

Negociació final

Amb la proposta escollida identificada, cal obrir un espai de negociació tècnica, econòmica i contractual, per acordar:

- Ajustos al preu o als serveis inclosos.
- Termes del contracte, condicions d'execució, penalitzacions.
- Definició clara de responsabilitats, fites i calendari.
Revisió legal i aprovat final per part de la direcció.

Decisió i formalització

- Presentació de la decisió davant la direcció o comitè de governança.
- Firma del contracte marc i documentació de compromisos.
- Planificació de l'inici del projecte d'implementació.

Bones pràctiques i conclusions del procés de selecció

Un procés de selecció ben estructurat no només augmenta les probabilitats d'escollir una solució adequada, sinó que també **redueix riscos, millora l'alineació interna** i garanteix una millor relació a llarg termini amb el proveïdor. A continuació es presenten algunes bones pràctiques recomanades i les conclusions generals del capítol.

Aquí es presenta un Decàleg amb bones pràctiques recomanades:

1. **Adoptar una visió estratègica, no només operativa.** La solució escollida ha de donar resposta a les necessitats actuals, però també ha d'estar alineada amb els plans de creixement i transformació digital de l'empresa.
2. **Involucrar les parts interessades des del principi.** Fer participar usuaris clau, direcció, IT i operacions assegura que els requisits siguin realistes i que hi hagi acceptació del canvi.
3. **Mantenir una documentació clara i traçable.** Tot el procés (requisits, criteris, respostes, puntuacions...) ha de quedar documentat per garantir transparència i justificar la decisió.
4. **Estandarditzar formats i respostes.** Això facilita la comparació entre propostes i redueix interpretacions subjectives.
5. **Separar clarament les fases del procés (RFI – RFP – RFQ).** Cada fase té un objectiu propi i no cal barrejar qüestions tècniques amb preus abans d'hora.
6. **Avaluar amb criteris objectius i ponderats.** Utilitzar una matriu d'avaluació amb pesos adaptats a la realitat del projecte facilita una decisió racional i consensuada.
7. **No subestimar la importància del proveïdor.** L'equip humà, l'experiència sectorial i el compromís del *partner* tecnològic són factors clau per a l'èxit de la implantació.
8. **Considerar el cost total de propietat (TCO).** Més enllà del preu inicial, cal analitzar manteniment, actualitzacions, personal intern necessari, i possibles costos ocults.
9. **Fer proves de concepte quan hi hagi dubtes.** Un PoC ben plantejat permet validar funcionalitats i detectar limitacions abans de signar.
10. **Establir un marc clar per a la implementació.** La selecció és només el primer pas: cal planificar des de

l'inici com es desplegarà, amb quins recursos i en quin termini.

5.4 Gestió del canvi

Per més ben planificat que estigui un projecte, el món no és estàtic i, al llarg de la vida útil del sistema, les nostres necessitats poden canviar per condicionants variats, des dels requisits operatius, de negoci, tècnics o, fins i tot, normatius. En projectes de certa durada i complexitat, els canvis poden aparèixer ja a la fase de definició funcional i tècnica, i és clau una gestió correcta del seu cicle de vida per reduir els impactes en calendari i cost.

Una gestió formal del canvi implica identificar com més aviat millor que una determinada necessitat no està contemplada en l'abast del projecte contractat. Hi haurà cops que és molt clar que es tracta d'un nou requisit, però d'altres pot no ser del tot evident i suscitar discussions amb el proveïdor. Una bona presa de requisits prèvia a la contractació, reflectides en un bon contracte, reduirà aquestes inevitables zones grises.

Identificada la necessitat no coberta, com a clients, s'han de contestar honestament aquestes dues preguntes successives:

- Realment aporta un valor considerable cobrir-la amb el sistema? O seria útil únicament en situacions molt poc freqüents que es podrien gestionar "operativament"?
- Hi ha alternatives prou vàlides que ens pot proposar el proveïdor que no obliguin a fer un canvi d'abast?

Si resulta que sí que cal fer un canvi d'abast, arriba el moment de formalitzar un document de sol·licitud de canvi, que expliqui clarament el context, detalli bé el requisit a cobrir, perquè el proveïdor indiqui també formalment la solució que proposa al requisit, els riscos, l'impacte en temps i en cost inicial, i també si ha de generar costos recurrents. Amb aquest document, ens

toca avaluar si el cost-benefici d'acceptar aquesta proposta ens resulta profitós. Aquesta anàlisi necessita implicar als actors interessats i que tinguin prou coneixement de detall; a més convé fer-la conjuntament per a tot el paquet de canvis detectats en la fase de projecte en què estiguem, de forma que veiem els impactes agrupats, en cost i en temps, que ens

permetin prioritzar unes sol·licituds enfront d'altres, en cas de no poder afrontar-les totes.

Escollit el conjunt de canvis més prioritaris, podem veure de negociar amb el proveïdor un cost conjunt i el canvi de calendari. Recomanem una aprovació formal, especificant terminis de pagament per fites o avançament, si no estan prefixats els termes contractualment.

Ja acceptat, en alguns casos, el canvi necessitarà començar per una fase d'especificació de detall i disseny tècnic, generant documentació que haurà de ser formalment acceptada per nosaltres. Una vegada desenvolupat el canvi sobre el sistema, implicarà passar unes proves d'acceptació en què es contrasti el resultat amb la especificació i la documentació específica (de configuració, d'ús, de sistemes, de manteniment...), eventualment una certa formació, i en certs casos una posada en producció planificada amb validació final sobre l'ús real. Un cop rodat el canvi, recollir el feedback de les parts interessades ens pot ensenyar a perfeccionar el procés.

Tot aquest cicle de vida cal gestionar-lo curosament perquè la inversió feta resulti productiva. No són poques les vegades que els canvis mai arriben a fer-se servir en la realitat, i normalment això passa per no haver fet una gestió adequada des de l'inici, i amb el pas del temps, això que semblava imprescindible, no ho és tant o la solució es va definir tan superficialment que no resulta aplicable en termes pràctics. Amb aquest objectiu, és molt rellevant disposar d'una persona nostra que assumeixi la tasca de gestió de projecte, donant-li la deguda formalitat i exercint un control proper que doni garanties.

5.5 Sistemes en propietat o SaaS

Consideracions per a l'elecció de models de contractació de sistemes lògics

Una de les decisions estratègiques més rellevants a l'hora d'implantar un sistema informàtic de suport a la gestió logística és l'elecció del model de contractació: sistema en propietat, o model com a servei (Software as a Service, SaaS). Totes dues opcions tenen avantatges i limitacions que cal analitzar des d'una perspectiva funcional, econòmica, operativa i estratègica. El model tradicional

d'adquisició en propietat implica una inversió inicial elevada per adquirir les llicències del programari, que es consideren d'ús indefinit. Aquestes llicències s'instal·len en una infraestructura local (on-

premise), gestionada directament per l'empresa. Això implica també responsabilitat total sobre la seguretat, el manteniment i l'evolució del sistema. S'acostuma a complementar amb contractes de suport tècnic i actualitzacions, els quals poden incloure evolutius a mida per adaptar el sistema a noves necessitats.



Errades habituals

- Requeriments poc definits
- No implicar als usuaris i altres interessats
- Oblidar el conjunt, analitzant els canvis individualment sense perspectiva
- No pensar en el cost-benefici
- Ningú nostre s'encarrega de coordinar el canvi d'inici a fi

En canvi, el model SaaS ofereix accés al sistema com a servei mitjançant el pagament d'una quota periòdica. El proveïdor assumeix la responsabilitat sobre infraestructura, la seguretat, les actualitzacions i la còpia de seguretat *backup* de dades. L'empresa usuària pot accedir al sistema de manera gairebé immediata, sense inversions inicials rellevants, i amb un menor cost d'entrada. Aquest model és especialment adequat per a organitzacions que busquen rapidesa de desplegament, escalabilitat i una gestió simplificada dels recursos TIC.

Tot i això, el model SaaS presenta algunes limitacions que cal considerar:

- Dependència del proveïdor tant pel servei com per l'evolució funcional.
- Menor capacitat de personalització, ja que es tracta sovint d'una plataforma compartida entre diversos clients.
- Dependència d'una connexió estable a internet.
- Possibles restriccions en el rendiment en moments de demanda alta si la infraestructura no està dedicada.
- En el cas de solucions de SaaS escalables en funció de la càrrega, els costos addicionals poden ser considerables.

D'altra banda, el model en propietat pot resultar avantatjós en escenaris on:

- Es requereixi un alt nivell de personalització. Es disposi d'un equip TIC intern robust capaç de gestionar el sistema i garantir-ne la seguretat. La integració amb sistemes automatitzats exigeixi temps de resposta molt baixos i predictibles.

La taula següent resumeix els principals contrastos entre els dos models:

Aspecte	En propietat	SaaS
Control	Total sobre sistema, dades i infraestructura.	Delegat al proveïdor. Dependència d'internet i evolució externa.
Seguretat	Gestió interna segons els requisits propis.	Delegada. Cal validar els protocols del proveïdor i els acords (SLAs)
Personalització	Alta, amb opcions evolutives a mida.	Limitada. Enfocament estandarditzat.
Escalabilitat	Limitada, adaptació més lenta.	Elevada. Flexibilitat segons necessitats.
Temps de resposta	Elevat si bé dimensionat. Essencial per a automatitzacions.	Potencialment variable segons arquitectura del servei.

Cal tenir en compte també que algunes solucions només estan disponibles en una de les dues modalitats. Si una eina es presenta exclusivament com a SaaS, pot ser un indicatiu que està pensada per a mercats de gran volum i baixa personalització. En canvi, les solucions en propietat poden apuntar a una orientació cap a projectes amb profunditat funcional i integració a mida.

Finalment, alguns proveïdors ofereixen ambdues opcions, la qual cosa demostra una orientació flexible i adaptativa que pot facilitar l'escalabilitat futura o canvis de model segons l'evolució de les necessitats logístiques.

6. PIMES i Catalunya

Catalunya, com a hub industrial i logístic al sud d'Europa, enfronta desafiaments específics en la planificació i execució de la seva cadena de subministrament. Les petites i mitjanes empreses (Pimes) com a motor de la regió hauran d'emmotllar-se a les noves circumstàncies

competitives tecnològiques, en la mida del que és possible. Un dato, el +99% de les empreses són considerades PIMES representant un +61% del VAB (valor afegit brut) i el 68% de l'ocupació (*ref. Pimec 2024*).

Al la regió hi ha diversos projectes per desenvolupament de l'avantatge competitiu que portarà noves oportunitats. Per exemple:

- **Transició cap a la mobilitat elèctrica.** La regió està impulsant la seva reindustrialització enfocant-se en la producció de bateries per a vehicles elèctrics. Projectes com la instal·lació d'una fàbrica de càtodes a Sallent i una planta de components per a bateries a Mont-roig del Camp, amb una inversió de 600 milions d'euros, són exemples d'aquesta aposta. Aquest canvi requereix una adaptació significativa en la cadena de subministrament per satisfer les necessitats del sector de la mobilitat elèctrica.
- **Descarbonització de la indústria petroquímica.** El sector petroquímic de Tarragona ha assenyalat la necessitat de triplicar el seu consum energètic actual per aconseguir la descarbonització abans del 2030. Això implica una major demanda d'energia barata i baixa en carboni, provinent de fonts renovables o nuclears, i una infraestructura adequada d'alta

densió. La planificació de la cadena de subministrament s'ha d'adaptar per garantir el subministrament energètic necessari per a aquesta transformació.

- **Desenvolupament de la indústria 4.0.** Projectes com Districte 4.0 busquen convertir Catalunya en un pol de la indústria 4.0, promovent l'automatització i la transformació digital. Infraestructures com DFactory Barcelona faciliten la cooperació entre grans empreses, *startups* i centres de recerca. La integració de tecnologies avançades en la cadena de subministrament és essencial per millorar l'eficiència i competitivitat en aquest nou entorn industrial.
- **Desenvolupament de la indústria de semiconductors.** Catalunya està apostant per la indústria de xips per enfortir la seva posició tecnològica. Per exemple, Openchip: empresa

publicoprivada fundada a Barcelona el 2021, amb l'objectiu de liderar el disseny de xips avançats per a sectors com la supercomputació i la intel·ligència artificial. Finançada amb 111 milions d'euros per la Unió Europea i el Govern espanyol, planeja el seu primer prototip per al 2026 i assolir rendibilitat el 2027

- **Connectivitat logística amb regions veïnes.** La col·laboració amb regions veïnes, com Aragó, és crucial per enfortir la posició de Catalunya com a *hub* logístic. Esdeveniments com el Dia d'Aragó, organitzat pel Port de Barcelona, destaquen la importància de consolidar Aragó com a pol industrial i logístic a Europa. Millorar les connexions logístiques i la col·laboració interregional és fonamental per **optimitzar la cadena de subministrament. Millora d'infraestructures logístiques.** La regió està veient inversions significatives en infraestructura

logística per optimitzar la cadena de subministrament. Alguns exemples actuals serien: Centre logístic a Constantí: inversions que inclouen una estació logística d'Amazon de 30.000 m² i una plataforma logística de 40.000 m² de Nuveen i Scannell Properties. Nova plataforma de CEVA Logistics a Tarragona. Centre logístic multimodal de Grup Sesé a Barcelona que inclourà la recepció de mercaderies, tràmits duaners i preparació per a expedició, amb finalització prevista per al segon semestre de 2024.

En el cas de la logística, en ser un fenomen transversal en la cadena, i global en què tot el món més o menys tenint les mateixes necessitats, els problemes que necessitem solucionar amb tecnologia poden ser àmpliament considerats com a similars a les diferents regions.

Aspectes com:

- Dèficit d'infraestructures, tot i ser bona la xarxa de carretera i ferroviària, hi ha recorregut per a la millora. Vagues i mobilitzacions del sector de transport que generen interrupcions del servei a clients i, per tant, quantioses pèrdues econòmiques.
- Escassetat de conductors qualificats.
- Problemes de seguretat pública i de seguretat pública.
- Baixes Emissions
- Implementació de Zones de Baixes Emissions (ZBE), restriccions de circulació

- Congestió de les grans ciutats i, per tant, la contaminació de CO₂. La petjada de carboni s'ha convertit en la punta de llança de les companyies que volen estar alineades amb el benefici social del medi ambient.

Com s'aprecia, aquestes necessitats estan més en el vessant de gestió governamental i necessitats de recursos, que en la de millora de la tecnificació amb sistema. Evidentment, hi ha oportunitats de millora mitjançant solucions logístiques que moltes empreses aprofiten, però la prioritat semblaria que està en els primers punts.

Aquests desafiaments requereixen una coordinada entre les autoritats locals, regionals nacionals per implementar solucions efectives que millorin la mobilitat i la qualitat de vida a Catalunya.

La conclusió és que les empreses catalanes, com s'esmentava al principi, lliguen en el dia a dia amb els problemes transversals de qualsevol empresa espanyola o europea. Per tant, l'ús de tecnologia aplicada pot ser adaptable i escalable a diversos mercats. De la mateixa manera, quant a l'àmbit d'aplicació convé definir molt bé des del principi si l'objecte és per a ús domèstic en una regió o s'està plantejant aquest avantatge competitiu en mode global. Per experiència, els clients tindran solucions per a ambdós tipus de mercats adaptades en funció del grau de maduresa que es tingui en l'estandardització de processos i integració dins de l'ecosistema logístic.

Abordar aquests i altres desafiaments requereix una

planificació estratègica que incorpori tecnològica, sostenibilitat i col·laboració interregional per enfortir la cadena de subministrament a Catalunya.

6.1 Suggeriments per a PIMES

La major part del teixit empresarial català són les PIMES, amb una gran diversitat sectorial i una gran variabilitat pel que fa a maduresa digital. La limitació de recursos econòmics i humans és una constant. Per aquest motiu, la implementació de solucions TIC en l'àmbit logístic ha de ser especialment pragmàtica i eficient.

A continuació es presenten una sèrie de bones pràctiques específiques per a aquest tipus d'organitzacions:

1. Definir processos clau i prioritats	Identificar els processos amb més impacte i establir prioritats clares Començar
2. Solucions modulars i escalables	amb funcionalitats bàsiques i ampliar segons creixi l'empresa Redueixen costos
3. Sistemes SaaS i al núvol	d'infraestructura i milloren l'accessibilitat Assegurar compatibilitat amb
4. Integració amb ERP bàsics	ERP ja en ús com Sage, Holded, etc. Seleccionar només les
5. Evitar sobredimensionament funcional	funcionalitats realment necessàries Seleccionar socis habituats a
6. Proveïdors amb experiència en PIMES	pressupostos ajustats i desplegaments ràpids Facilita l'adopció i redueix la
7. Implicar usuaris des del principi	resistència al canvi, factor crític en qualsevol projecte de transformació digital Garantir suport inicial i recursos formatius adaptats
8. Formació i suport postimplantació	Considerar estalvis en temps, errors i millores de servei
9. Avaluar el ROI operatiu	Explorar programes com Kit Digital, ACCIÓ, CDTI, o fons
10. Subvencions i ajudes públiques	europes Els consultors independents o especialitzats en logística i
11. Contractar serveis de consultors especialistes	TIC poden ajudar a definir requisits, seleccionar proveïdors i fer seguiment de la implantació amb criteris objectius i experiència pràctica

Les PIMES catalanes, tot i les seves limitacions de recursos, poden assolir nivells elevats d'eficiència logística mitjançant l'adopció estratègica de solucions tecnològiques adaptades. Aplicar bones pràctiques com la selecció modular de software, l'ús de models SaaS, la implicació dels usuaris i el suport d'experts externs, permet maximitzar la rendibilitat de la inversió i garantir una implantació reeixida. L'objectiu no és només digitalitzar, sinó fer-ho amb sentit, alineant tecnologia i valor operatiu en un context cada cop més exigent.

Pràctica recomanada

Descripció

7. Glossari

Principalsacrònimsutilitzats al document

Termini / Acrònim	Definició
TIC	Les TIC, o Tecnologies de la Informació i la Comunicació, són les eines, equips, programes i sistemes que permeten la creació, processament, emmagatzematge, transmissió i gestió de la informació. Inclouen dispositius com ordinadors, servidors, telefonia mòbil, etc., així com sistemes informàtics i xarxes de comunicació
TMS	Sistema de gestió de transport, de l'anglès <i>Transport Management System</i>
WMS	Sistema de gestió d'emmagatzematge, de l'anglès <i>Warehouse Management System</i>
WCS	Sistema de control d'emmagatzematge, de l'anglès <i>Warehouse Control System</i>
BI	Sistema d'intel·ligència de negoci o d'informes, de l'anglès <i>Business Intelligence</i>
Business Case	Cas de negoci o modelització d'escenaris de negoci on se simulen inversions i els entregables de les quals passen per indicadors quantitius (p. ex. rendibilitat de la inversió (VAN), <i>Benchmarks</i> operatius, etc.) i qualitius (qualitat, resultats i enquestes, etc.), acompanyats per les conclusions comparatives entre ells
PMO	Oficina de projectes, de l'anglès <i>Project Management Office</i> . Entitat de gestió transversal dels projectes d'una organització buscant l'estandardització per millorar l'eficiència i eficàcia alienada amb els objectius estratègics de l'empresa
MPS	De l'anglès <i>Master Production Scheduling</i> : usa pronòstics de demanda, necessitats d'enviaments i temps de producció per calcular necessitats de producció
MRP	De l'anglès <i>Material Requirements Planning</i> : usa pronòstics de demanda i temps de producció per calcular necessitats de matèria primera
DRP	De l'anglès <i>Distribution Requirements Planning</i> : planifica el reabastiment de productes en centres de distribució i botigues
VMI	De l'anglès <i>Vendor Management Inventory</i> . Gestió del "teu" inventari per tercers
OMS	Sistema de gestió de comandes, de l'anglès <i>Order Management System</i> : són sistemes que permeten la gestió i traçabilitat de comandes des del seu processament inicial pel client fins al seu lliurament, i si és el cas devolució
APS	Sistemes de planificació avançada, de l'anglès <i>Advanced Planning System</i>
DES	Simulació d'esdeveniments discrets, de l'anglès <i>Discrete Event Simulation</i>
DT	Bessó digital de l'anglès <i>Digital Twin</i>
S&OP	Planificació de les vendes i de les operacions de l'anglès <i>Sales & Operation Planning</i>
IBP	Planificació integrada del negoci, de l'anglès <i>Integrated Business Planning</i>
SaaS	Programari com a servei, de l'anglès <i>Software as a Service</i>
IIoT	Industrial Internet of Things
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
Transelevador	Dispositiu automatitzat que es desplaça horitzontalment i verticalment per emmagatzemar i recuperar càrregues en estanteriesprestatgeries altes.
AMR	<i>Autonomous Mobile Robot</i>



DESCARREGA EL LLIBRE AQUÍ

