
Logística per a l'obra civil

PID_00266632

Enrique Martín Alcalde

Temps mínim de dedicació recomanat: 3 hores



Enrique Martín Alcalde

Doctor Enginyer de Camins, Canals i Ports, i màster en Shipping Business per la UPC-BarcelonaTech. Completa la seva formació amb un Programa de Direcció per EADA i estades internacionals en TUDelft (Països Baixos) i PNU (Corea del Sud). És director de l'Oficina Tècnica d'Innovació de l'Autoritat Portuària d'Algesires i consultor de logística en IDOM. Anteriorment va treballar al Centre d'Innovació del Transport (CENIT) i l'enginyeria TEC4. Compta amb més de 10 anys d'experiència en projectes d'innovació, consultoria i recerca. És autor de diverses publicacions sobre logística i transport marítim.

L'encàrrec i la creació d'aquest recurs d'aprenentatge UOC han estat coordinats pel professor: Eduard Josep Álvarez Palau (2019)

Primera edició: setembre 2019
© Enrique Martín Alcalde
Tots els drets reservats
© d'aquesta edició, FUOC, 2019
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona
Realització editorial: FUOC

Cap part d'aquesta publicació, incloent-hi el disseny general i la coberta, no pot ser copiada, reproduïda, emmagatzemada o transmesa de cap manera ni per cap mitjà, tant si és elèctric com químic, mecànic, òptic, de gravació, de fotocòpia o per altres mètodes, sense l'autorització prèvia per escrit dels titulars dels drets.

Índex

Introducció	5
1. Context econòmic i empresarial del sector de l'obra civil	7
1.1. Importància de la construcció sobre el PIB a Espanya	7
1.2. Principals actors econòmics a escala global	8
2. Especificacions logístiques i del transport	10
2.1. Organització de la cadena de subministrament	10
2.1.1. La cadena logística en la construcció i l'obra civil	10
2.1.2. El mètode <i>just in time</i> en el proveïment de materials d'obra	11
2.1.3. Principals actors en la cadena logística	12
2.2. Particularitats del transport en el sector de l'obra civil: el <i>project cargo</i>	13
2.2.1. Tipus de transport més habituals	13
2.2.2. Transport terrestre especial	15
2.2.3. Transport marítim de grans càrregues	18
2.3. Emmagatzematge temporal i zones d'apilament d'elements voluminosos	21
2.4. Indicadors clau per a monitorar i avaluar els processos logístics	22
3. Principals processos subjectes a subcontractació	24
3.1. La subcontractació de serveis logístics	25
4. Grau de digitalització i ús de la tecnologia	26
4.1. Descripció del grau de digitalització en els processos	26
4.2. Penetració de la tecnologia en l'operativa habitual de les empreses	26
4.3. <i>Building information modeling</i>	27
4.4. Altres innovacions de llarg abast	29
5. Perspectives futures	30
5.1. Tendències que afecten la promoció de projectes d'obra civil	30
5.2. Tendències tecnològiques, socials i geoestratègiques	31
Resum	32
Bibliografia	35

Introducció

Segons descriu l'Institut Nacional d'Estadística (INE), el **sector de la construcció** engloba tres subsectors:

- construcció d'edificis o edificació (CNAE 41)
- obra civil (CNAE 42)
- activitats especialitzades de la construcció (CNAE 43)

Complementàriament, i segons la definició de l'Institut de Tecnologia de la Construcció (ITEC), aquest sector aglutina totes les activitats relacionades amb l'enginyeria civil, l'edificació residencial, l'edificació no residencial i la rehabilitació. Per tant, el **sector de l'obra civil** —o de l'enginyeria civil—, que és objecte d'anàlisi d'aquest mòdul, s'emmarca en el mercat de la construcció.

La particularitat d'aquest sector recau sobre el concepte del producte que es duu a terme. Cada obra forma part per si mateixa del desenvolupament complet d'un projecte constructiu, les **etapes principals** del qual són:

- detecció de la necessitat
- estudis previs
- planificació
- comprovació de la viabilitat i la sostenibilitat
- projecte bàsic d'enginyeria
- estudis de camp
- estudis d'impacte ambiental
- projecte constructiu d'enginyeria
- licitació del projecte
- execució de l'obra civil
- lliurament del producte al client

Particularment, **el present mòdul se centra específicament en la gestió de l'operativa logística que conforma un projecte d'obra civil i la seva execució**, i en les principals característiques relacionades amb la subcontractació, la digitalització i les perspectives futures del sector.

1. Context econòmic i empresarial del sector de l'obra civil

En termes generals, el **sector de la construcció** té globalment una gran importància en les economies dels països a causa del seu **efecte multiplicador**. Algunes teories apunten que la seva evolució i creixement fan que indústries connexes creixin i creïn nous llocs de treball. Per exemple, si l'Estat inverteix un milió d'euros en projectes d'infraestructura, aquesta xifra es multiplica per set per a estimar la quantitat de diners que injecta a l'economia del país. (Mendiola, 2016)

Aquest és el motiu pel qual es relaciona la construcció amb el desenvolupament dels països, sobretot els que no estan molt avançats tecnològicament ni disposen d'indústries d'alt valor afegit. No obstant això, una excessiva concentració de les inversions en el sector no pot provocar creixement, sinó crisi i recessions d'importància, com la viscuda a Espanya amb l'esclat de la bombolla immobiliària.

1.1. Importància de la construcció sobre el PIB a Espanya

L'enfonsament del sector de la construcció a Espanya va tenir efectes socials i econòmics de gran abast. Es tracta d'un sector determinant no solament per a la cohesió social i la qualitat de vida dels ciutadans sinó també per a la competitivitat general de l'economia. La seva evolució, a més de ser determinant per a les activitats que hi estan relacionades directament o indirectament, és decisiva igualment per a un altre conjunt d'activitats manufactureres i de serveis, que depenen de les demandes induïdes pel major o menor ritme de creixement del sector.

Des del final dels noranta fins a l'exercici 2007, el sector es va convertir en la **locomotora de l'activitat productiva** a Espanya, amb un creixement mitjà anual de prop del 6%. No obstant això, la seva puixança, que responia a una sèrie de desequilibris financers i econòmics, va crear una bombolla especulativa que va tenir la fi en 2008. La irrupció de la crisi va posar fi a la producció immobiliària de manera abrupta.

L'**aportació del VAB** del sector de la construcció **sobre el PIB** va ser, en 2018, del 5,4% a Catalunya i del 6,5% a Espanya. Aquests valors són molt propers a la mitjana europea per al mateix any —el 5,3% sobre el PIB a la zona euro i el 5,6% sobre el PIB a la Unió Europea. Aquests valors mostren una tendència a escala espanyola d'entre el 5,2 i el 6,1% anual, estabilitzada des de l'any 2012.

Lectura recomanada

A. Mendiola Lázaro (2016). «Gestión logística en las empresas constructoras». *Sinergia e Innovación* [en línia]. Blogs UPC, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

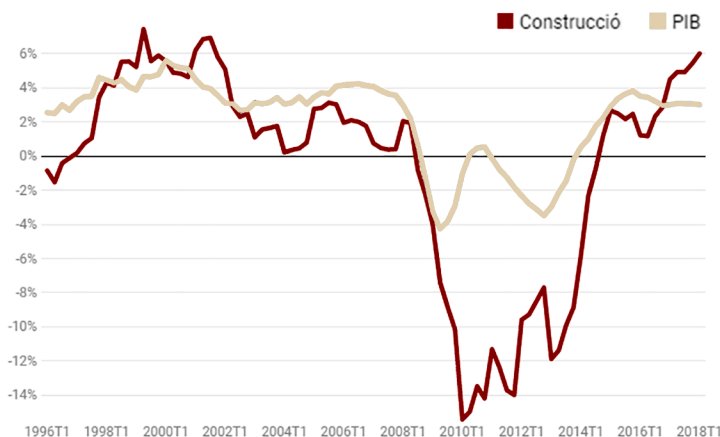
Activitat del sector de la construcció

Els analistes estimen que l'activitat general d'aquest sector se situa entorn del 7 i 9% sobre el VAB (valor agregat brut) de la construcció sobre el PIB d'Espanya, i entorn del 7,5 i 10,5% sobre l'ocupació, més enllà dels moments més extraordinaris d'expansió i contracció de l'activitat del sector, que té un marcat caràcter procíclic.

I, segons s'indica en la figura 1, queden molt lluny dels valors de contribució al producte interior brut (PIB) superiors al 10% que es presentaven abans de la crisi, entre els anys 2005 i 2009¹.

⁽¹⁾Font: INE i IDESCAT.

Figura 1. Evolució interanual en volum encadenat de la construcció i el PIB



Font: INE i IDESCAT

Des que va esclatar la crisi, el sector de la construcció no va patir una mera desacceleració sinó la pitjor crisi de les últimes dècades. Enfront de l'excessiu creixement del sector als anys anteriors a la crisi, que va generar una realitat macroeconòmica distorsionada (l'anomenada bombolla immobiliària), una vegada desencadenada la crisi financera es va produir un procés d'ajustament que va marcar el canvi de model de creixement de l'economia espanyola.

En aquest context, el **sector de l'obra civil** representa aproximadament el 20% de la xifra de negoci del sector espanyol de la construcció (Fernández *et al.*, 2008), per això és considerat un tractor de la resta d'activitats i destaca per la seva gran capacitat per a incorporar tecnologies avançades. La radiografia del sector de l'obra civil el 2018 mostrava 1.128.300 persones ocupades, segons l'INE i les dades de l'enquesta de població activa, i un total de 119.103 empreses registrades amb activitat. D'aquestes, el 87% són microempreses que tenen entre un i nou treballadors, mentre que les empreses grans representen tan sols el 0,1% de l'univers total.

1.2. Principals actors econòmics a escala global

Els principals **grups espanyols d'obra civil** tenen una gran presència i prestigi a escala mundial². Entre empreses constructores i enginyeries, onze companyies espanyoles se situen en el rànquing de les 250 més grans del món. La primera companyia constructora del món per volum de negocis és l'espanyola ACS, amb una facturació de 41.423 milions de dòlars en 2017. La segona és Hochtief, filial alemanya també del Grup ACS, amb una facturació de 26.318 milions de dòlars.

⁽²⁾Font: Ranking Top 250. Engineering News-Record

Les considerades sis **grans empreses espanyoles** són Grup ACS, Acciona, FCC, Ferrovial, Sacyr i OHL. El rànquing internacional es completa amb les constructors San José, Comsa, Ingenierías Técnicas Reunidas i Sener. Per regions, les empreses espanyoles obtenen els seus ingressos tenint en compte l'ordre de facturació següent: Estats Units, Àsia, Europa, Llatinoamèrica, Orient Mitjà, Canadà i Àfrica.

Els altres grans països amb forta presència en el rànquing mundial són Xina, amb 69 empreses, Turquia, amb 46 empreses, i els Estats Units, amb 36 empreses, segons el rànquing de 2017.

2. Especificacions logístiques i del transport

2.1. Organització de la cadena de subministrament

En el cas de l'obra civil, **la cadena de subministrament es configura per a cada projecte constructiu de forma particular**. Tradicionalment, la indústria de la construcció s'ha basat en la subcontractació de tasques, la qual cosa la fa susceptible per a aplicar estrictament els principis d'una cadena de subministrament. Per això la gestió de tot el procés amb aquests principis s'ha convertit en una necessitat com a conseqüència dels canvis en el sector.

Amb tot, la presentació del sector de l'obra civil com una cadena de subministrament i no el desenvolupament mateix d'un producte ofereix una visió més propera de l'organització de la producció i de les activitats de negoci en el sector. Aquest procés comença amb una petició del client —una infraestructura en el cas de l'obra civil— i conclou amb un producte apropiat segons les necessitats del client.

2.1.1. La cadena logística en la construcció i l'obra civil

En aquest àmbit, la **gestió i planificació logística** inclou el conjunt d'activitats multidisciplinàries aplicades a una determinada obra que busquen garantir el proveïment, emmagatzematge, processament i disponibilitat dels recursos materials i serveis a les zones de treball, i també el dimensionament dels equips de producció amb la finalitat de fer eficients els processos productius. Aquestes activitats es donen mitjançant el planejament, organització, direcció i control, i tenen com a principal suport els fluxos d'informació i financer.

Aquesta **gestió i planificació logística** es divideix en dos grans blocs operatius:

- **Operacions logístiques durant la fase de proveïment**, que comprèn totes les activitats que es fan per a subministrar recursos materials i humans i per a executar les tasques de producció. Aquestes activitats inclouen especificar els recursos, planificar els requeriments, emetre i transmetre les comandes, transportar i recepcionar els recursos a l'obra, i finalitzen amb el pagament als proveïdors.

Aquest bloc és un símil del proveïment de matèries primeres en la indústria, o de productes o peces per al futur assemblatge en una cadena de producció.

- **Operacions logístiques durant l'execució de l'obra**, que es donen a l'interior de les obres i que inclouen planificar, organitzar, dirigir i controlar els fluxos físics dels materials cap als llocs de treball, suportats pel flux d'informació corresponent.

En aquest bloc es poden incloure altres conceptes logístics de l'obra, com la conservació correcta dels materials, el trasllat dels recursos cap a les zones de treball i un bon replantejament (*lay-out*) de les àrees temporals, amb la qual cosa s'obté una producció eficient.

En aquest cas, a diferència d'altres sectors, la tercera fase de la cadena de subministrament tradicional, que està relacionada amb la fase de distribució, **no té una aplicació directa**, ja que el producte resultant és la mateixa obra finalitzada al lloc de la construcció. Per tant, no parlarem de gestió de l'emmagatzematge, estocs, enviaments, agrupatge o de transport per a lliurar al client final el producte acabat i construït *in situ*. En canvi, sí que té rellevància en peces o materials d'obra prefabricats, per exemple.

Cal indicar, en termes generals, que la **logística de l'obra civil** té un paper que no sempre queda reconegut. El lliurament de materials a les obres sempre és condicionat per la seqüència de construcció, de manera que es redueix al mínim el moviment i manipulació de materials. A més, a l'inici de les obres, el grau de definició dels projectes i els contractes no és l'adequat per a sol·licitar el subministrament amb antelació, la qual cosa dificulta les adquisicions.

Per això, una participació d'hora en la fase de disseny i una major responsabilitat en el flux d'informació relativa als materials aconseguirien que la construcció obtingués majors beneficis de la logística.

Cal subratllar que una mala logística pot incrementar el cost de la construcció fins al 10%³, la qual cosa afecta de manera important els marges dels projectes i l'economia de les empreses constructores.

⁽³⁾Font: <https://blog.liftit.co/logistica-gestion-logistica-construccion-glc-que-es/>

2.1.2. El mètode *just in time* en el proveïment de materials d'obra

Una definició clàssica del sistema *just in time* (JIT) és la producció dels elements que es necessiten en les quantitats que es necessiten en el moment en què es necessiten.

D'acord amb aquesta definició, aplicada al sector de la construcció, els proveïdors i subministradors estan obligats a **lliuraments molt exigents perquè es pugui complir la programació de l'obra civil** en qüestió. A més, aquesta **estratègia productiva i de proveïment** és especialment important i rellevant en els casos següents:

- Obres l'enclavament de les quals no permet disposar zones d'emmagatzematge temporal o fer apilaments per falta d'espai.
- Materials d'obra que, per la seva condició física, no poden ser emmagatzemats a la zona d'obra i s'han de proveir just abans de ser utilitzats. Per exemple, el formigó que és transportat en camions cisterna o formigones, o la mescla bituminosa per a l'asfaltatge de fermes i esplanades, transportada en remolcs de caixa basculant.
- Maquinària d'obra molt específica amb un cost d'operació elevat.

Aquest mètode permet reduir els costos de gestió i d'emmagatzematge, però presenta una sèrie d'**avantatges i desavantatges**:

- Redueix els nivells d'inventaris necessaris en totes les fases d'obra i, com a conseqüència, minimitza els costos d'inventaris, compres, finançament de les compres i emmagatzematge.
- Permet desenvolupar una relació més propera amb els subministradors i proveïdors.
- És més flexible i permet canvis més ràpids.
- Comporta el risc de tenir problemes, retards i suspensions per falta de subministraments que poden causar endarreriments en les fases d'execució de l'obra.
- Augmenta el cost de canviar de proveïdor i/o subministrador.

2.1.3. Principals actors en la cadena logística

Els **actors que participen** en la fase de construcció d'una obra civil, que, per tant, intervenen en la logística del proveïment i l'obra, són:

- promotor o constructor principal
- contractista principal i subcontractistes
- director de projecte
- proveïdors de materials
- proveïdors d'equipaments i maquinària
- dissenyadors o enginyers

El **flux d'informació** està basat fonamentalment en transaccions entre els actors participants. L'efectivitat i els terminis en cadascuna de les fases d'obra i, per tant, de tota la cadena de subministrament estan vinculats mitjançant aquests fluxos d'informació.

2.2. Particularitats del transport en el sector de l'obra civil: el *project cargo*

2.2.1. Tipus de transport més habituals

Gestionar el transport comporta una activitat fonamental per a connectar les diferents fases de la cadena de subministrament, tant en l'operativa de proveir materials (incloses les peces prefabricades) i maquinària a la zona de projecte com en el transport intern a la zona de treball. Aquest procés de gestió ha de permetre mantenir un control sobre els riscos tant en els terminis, en coherència amb la planificació integral de l'obra, com en l'impacte dels costos logístics.

Amb relació a la fase d'aprovisionament dels elements necessaris per a la construcció, es diferencien **dos tipus de transport**:

- **Transport nacional** (*inland*). Esdevé dins de les fronteres del país d'origen, i de destinació si s'escau, i se sol fer de manera terrestre.

El més comú és que es faci transport via carretera, encara que algunes vegades es pot emprar el ferrocarril. Quan l'aprovisionament té lloc dins del mateix territori, és l'únic transport existent, però quan implica una mobilització geogràfica rellevant se sol donar entre la fàbrica i el port i entre el port i la zona de l'obra.

- **Transport internacional** (*foreland*). Es tracta de la part de la cadena de subministrament que implica un transport fora de les fronteres dels països en els quals se situa, sigui a la fàbrica o a la zona de l'obra.

Si dos països són molt a prop i la seva connexió pot ser terrestre (per exemple, Espanya i Portugal), l'aprovisionament és per carretera, però en cas contrari és via per marítima. En aquest sentit, la selecció de ruta, que té un marcat efecte sobre la competitivitat de la cadena logística, i la selecció d'un port s'han de fer amb criteris de disponibilitat d'espai, temps, cost i estàndards de manipulació de la mercaderia.

Cal indicar que el **transport de materials de construcció** entre països de la UE solament es produeix amb aquells productes que tenen un valor afegit suficient per a compensar el cost del transport, generalment materials o maquinària d'alta qualitat. La major part de materials utilitzats en la construcció es produeixen als mateixos països en els quals s'utilitzen a causa dels alts costos del transport (Atkins, 1994). Aquesta producció nacional de la majoria dels productes no vol dir que l'efecte globalització no hagi arribat a la construcció. La major part dels productes amb alt valor afegit són desenvolupats per empreses multinacionals presents a escala mundial.

- A més, en el sector de l'obra civil, tant a escala nacional com internacional, cal tenir en compte una tipologia de **transport especial per a càrregues úniques, estructures molt complexes, càrregues amb volumetries específiques, càrregues extrapesants o que tenen gran valor afegit**. Aques-

Vehicles i/o plataformes especials

Les especificacions particulars que s'apliquen al transport especial per carretera s'exposen en l'apartat 4.2.2.

ta particularitat de projectes de transport i logística es denomina **project cargo**.

Project cargo

El concepte de *project cargo* fa referència al transport de determinades mercaderies que, per les dimensions, pes i complexitat, no poden ser instal·lades en contenidors i, per tant, necessiten un sistema de transport especial.

Figura 2. Exemple de transport especial en el sector de la construcció



Font: Noatum Maritime

Els **project cargos** solen ser elements de gran valor, crucials per a executar els projectes de construcció als quals van destinats. Els més comuns són: estructures semimuntades, estructures construïdes entre bastidors, peces prefabricades de grans dimensions, components per a generar energia, etc. i, d'altra banda, material rodant, equipaments ferroviaris, buldòzers, grues o també equipament flotant, com dragues, barcasses, iots o calaixos de formigó armat per a dics. També formen part d'un *project cargo* el pla per a mobilitzar una planta minera o la construcció d'un parc eòlic.

Per a aquest tipus de **transports especials**, i atesa la naturalesa i composició única de la càrrega, s'ha d'elaborar un pla operacional i de coordinació molt estricte que asseguri l'execució adequada dels treballs i que inclogui la contractació dels serveis següents a una empresa especialitzada:

- Gestió de permisos i tràmits duaners.
- Contractació dels vehicles especials, grues i vehicles escorta.
- Inspecció de la càrrega als punts de càrrega i descàrrega.
- Assessoria i supervisió en l'estiba a vaixell i el trincatge de la càrrega.
- Emissió de certificats i garanties.
- Càlculs de tensions i d'estructures per al transport marítim i tot el que això requereixi (contractació de grues, construcció d'estructures complementàries, etc.).

- Planificació i gestió de rutes, inclosa l'assessoria de previsió de clima i d'estats de la mar.
- Supervisió de les operacions de remolc.

2.2.2. Transport terrestre especial

La mobilització d'objectes voluminosos i pesants que generen algunes de les grans construccions té conseqüències sobre les determinacions del transport terrestre al país d'origen o destinació. Aquests elements poden ser, per exemple, prefabricats modulars, grans bigues de formigó i acer, maquinària d'obra, aspes de molins de vent per a energia elèctrica i locomotores ferroviàries.

Per al transport d'aquestes peces, hi ha al mercat una sèrie de **vehicles i/o plataformes especials**, entre els quals destaquen els següents:

- **Camió amb plataforma autocarregable.** Camions de caixa petita, amb capacitat de càrrega no superior a 15 t, equipats amb una ploma per a autodescarregar els materials que transporten, habitualment paletitzats.
- **Camió tràiler.** Conjunt articulat format per un cap tractor, encarregat d'arrossegar un semiremolc que recolza parcialment sobre el cap tractor. Permet transportar peces de longituds menors de 13 m i amb pesos del conjunt no superiors a 25 t.
- **Góndola.** Tipus de camió utilitzat quan l'altura de la peça supera 2,5 m. És un camió tractor que arrossega una plataforma d'altura reduïda. La distància al sòl és aproximadament un metre més baixa, la qual cosa permet transportar peces amb altura propera a 3,5 m. Requereix sol·licitud d'autorització especial.
- **Camió amb plataforma extensible.** És similar al camió tràiler, però amb una plataforma extensible que permet transportar peces des de 13 fins a 28 m de llarg. El límit de càrrega d'aquests camions és de 45 t.
- **Camió Dolly.** Camió format per un cap tractor i un carro de suport, connectats entre ells per mànegues, per la qual cosa solament és necessari un cap tractor per a més d'un semiremolc. S'utilitza per a peces de gran longitud (de 14 a 35 m) i pes (de 45 a 120 t).

Figura 3. Exemple d'un camió Dolly per a transportar una biga de formigó prefabricada



Font: <http://prefabricadoseguro.com/>

L'elecció d'un tipus o altre de vehicle depèn de la grandària de la peça que cal transportar, però també dels **factors** següents:

- Cost del servei.
- Capacitat de càrrega, segons pes, longitud i volumetria.
- Radis de gir, que poden ser importants depenent de l'itinerari des de les plantes productives fins a la zona d'obra.
- Limitacions d'altura, condicionades pels passos que hi hagi en l'itinerari estudiat.
- Terminis i costos administratius d'obtenció d'autoritzacions de circulació.

Amb relació a aquest últim factor, el Reglament general de vehicles⁴ determina que la longitud màxima d'un camió articulat ha de ser de 16,5 m i que la seva amplària no pot sobrepassar 2,5 m.

⁽⁴⁾Font: Reial decret 2822/1998, de 23 de desembre, pel qual s'aprova el Reglament general de vehicles. DGT. *Butlletí Oficial de l'Estat*, de 26 de gener de 1999 (núm. 22, pàg. 3440-3528).

A vegades, aquestes dimensions no són suficients per a transportar determinats objectes voluminosos. Quan es dona aquesta circumstància, és necessari sol·licitar una **autorització especial** per a poder circular per les carreteres evitant riscos inacceptables per a la seguretat viària, danys a les infraestructures o perjudicis a la mobilitat de la resta d'usuaris.

A manera d'exemple, en la taula següent es mostren els **tipus d'autoritzacions** de circulació a la Comunitat Valenciana i les seves característiques principals:

Taula 1. Tipus d'autoritzacions complementàries de transport terrestre a la Comunitat Valenciana i les seves característiques

Tipus d'autorització	Longitud màxima del transport	Amplada màxima del transport	Altura màxima del transport	Massa màxima autoritzada	Observacions
Sense autorització especial de transport	≤ 16,50 m	≤ 2,55 m	≤ 4 m	≤ 40 t	No subjecta a itinerari. És suficient la targeta de transport.
Autorització especial de circulació genèrica	≤ 20,55 m	≤ 3 m	≤ 4,5 m	Variable segons camió de ≤ 40 a ≤ 45 t	No subjecta a itinerari renovable periòdicament. Comunitat Valenciana, cada dos anys.
Autorització especial de circulació específica	≤ 40 m	≤ 5 m	≤ 4,5 m	≤ 110 t	Permís lent de tramitació. Pot requerir estudi. Subjecta a l'itinerari que recorrerà el vehicle.

Tipus d'autorització	Longitud màxima del transport	Amplada màxima del transport	Alçada màxima del transport	Massa màxima autoritzada	Observacions
Autorització especial de circulació excepcional	> 40 m	> 5 m	> 4,5 m	> 110 t	Permís tramitació molt lent. Pot requerir estudi i/o escorta. Subjecta a l'itinerari que recorrerà el vehicle.

La sol·licitud d'un transport especial ha d'incloure també l'itinerari previst, en el qual han d'estar marcats els punts d'origen i destinació, i identificades les províncies i el nom de les carreteres per les quals se circularà. La ruta ha de ser al més directa i coherent possible. Aquest tipus de transports, circulin per autopista, autovia o carretera convencional, han d'estar acompanyats per vehicles pilot.

Figura 4. Transport especial d'una locomotora



Font: Transportes Aguado

A més, el gestor responsable de la via ha d'emetre un informe de viabilitat i autoritzar el pas. Algunes de les restriccions que actuen sobre el transport especial és la prioritació de l'horari nocturn, el requisit de modificacions a la via, l'ús d'apartadors per a descongestionar trànsit, l'acompanyament dels cossos de seguretat per a tallar el trànsit, etc.

A Espanya, els agents que es reparteixen les **competències associades al transport especial** són:

- Ens públics: Ministeri de Foment (Direcció General de Carreteres), governs autonòmics, ADIF i autoritats portuàries.
Ateses les competències en transport terrestre, els tipus d'autorització canvien no solament a cada país, sinó també, com en el cas d'Espanya, dependent de la comunitat autònoma. Les autoritzacions de transport, segons la Llei d'ordenació del transport terrestre (LOTT), es refereixen a les dimensions del conjunt del transport i no de la peça que cal transportar.

- Ens privats: grans fabricants i generadors de la càrrega (per exemple, CAF, Gamesa, ULMA), concessionàries i empreses de transport.

Si bé el transport per carretera és majoritari per a mobilitzar aquests actius, també es recorre eventualment al **transport per ferrocarril** per la seva elevada capacitat de transportar grans peces amb una longitud i pes importants.

2.2.3. Transport marítim de grans càrregues

En el transport de grans càrregues per via marítima s'utilitzen una sèrie de bucs especialitzats que permeten l'estiba, el trincatge i el transport de grans peces.

Aquest tipus d'embarcacions sol disposar de maquinària pròpia (grues) per a la càrrega i descàrrega, la qual cosa pot facilitar que les operacions s'executin en ports secundaris, on és probable que no hi hagi la maquinària específica per a estibar o desestibar la càrrega. Això passa principalment per dues raons:

- 1) Perquè es tracta del port que és més a prop de la zona de projecte.
- 2) Perquè un port secundari probablement està menys congestionat i és més capaç d'habilitar una zona per a rebre o expedir aquestes mercaderies especials.

A continuació s'identifiquen els vaixells de *project cargo* convencionals i els vaixells especialitzats per a mercaderia sobredimensionada:

- **Vaixells de càrrega general.** Transporten una àmplia varietat de càrregues, inclosos articles industrials, càrregues en bosses, *project cargos*, productes d'acer, productes forestals, càrregues paletitzades o càrregues i contenidors a granel més petits. No són cel·lulars i tenen bodegues amb pontones de coberta intercalada mòbils o apilables. Normalment, també disposen dels propis mitjans de càrrega i descàrrega mitjançant grues o puntals.
- **Vaixells multipropòsit i *heavy lift*.** Solen estar dissenyats i construïts amb bodegues de paret (rectangulars) i cobertes mòbils intercalades, la qual cosa facilita l'estiba eficient d'una gran varietat de càrregues utilitzant els seus propis mitjans de seguretat i amarratge. Són ideals per a transportar càrregues de projecte. Els *heavy lift* es caracteritzen per tenir unes grues capaces d'elevat 100 t. Generalment, les grues estan situades de manera que permetin treballar en tàndem. Aquest tipus d'operativa és especialment útil per a manejar càrregues de gran longitud o dimensions, ja que en facilita la manipulació en una posició estable.

Figura 5. Vaixell per a *heavy lift cargo* amb grues pròpies

Font: Liebherr

- **Vaixells *heavy lift* semisubmergibles.** Els *heavy lift carrier* són els únics vaixells del món capaços de transportar plataformes petrolieres, bases de comunicacions o uns altres grans navilis. Això es deu al fet que el seu disseny particular els permet suportar pesos superiors al de la seva pròpia estructura.

En primer lloc, aquests vaixells poden submergir-se i carregar sobre les cobertes tot tipus de mercaderies flotants. En segon lloc, poden embarcar càrrega rodada, i per a això han d'estar atracats en un moll i regular el seu calat fins a deixar la coberta al nivell del moll. Finalment, les càrregues es poden fer lliscar sobre rails de terra cap a la coberta. Quan la càrrega és rodada sobre la coberta, no requereixen la presència de les torretes estabilitzadores a popa, per la qual cosa poden treballar sense elles i transportar càrregues majors. El rang d'aquestes càrregues varia des dels petits iots de 10 t fins a construccions de 110.000 t.

- **Barcasses.** Una barcaça és un artefacte naval, normalment sense propulsió pròpia, que necessita un vaixell remolcador. Solen tenir el fons pla, la qual cosa fa possible transportar mercaderies tant per mar com per riu entre costes properes. Aquest tipus de fons facilita la seva varada en platges de sorra, de manera que no requereixen molls o embarcadors per a carregar i descarregar. Encara que aquesta és una definició comuna, hi ha una gran varietat de barcaçes que es poden utilitzar per a transportar *project cargos*, des de barcaçes fluvials interiors fins a grans barcaçes oceàniques, de vegades autopropulsades. Algunes estan equipades amb cellers i cobertes d'escotilla. Per exemple, per a *project cargos* més grans que requereixen un remolc oceànic amb remolcador, s'utilitza una gran barcaça amb coberta superior plana i estanca.
- **Vaixells de càrrega rodada.** En alguns casos, la càrrega es pot transportar en vaixells especialitzats per a càrrega rodada (per a transportar, per exemple, maquinària d'obra o material ferroviari rodant) o també en vaixells de

càrrega general a granel, com els que s'utilitzen per a transportar les peces necessàries per als aerogeneradors.

Figura 6. Project cargo transportada en vaixell de càrrega rodada



Font: Wallenius Wilhelmsen

Règim de noliejaments en el transport marítim

A diferència del transport marítim en línia regular, que sol cobrir un trànsit determinat en unes rutes i freqüències definides, i que és més adequat per a la càrrega general i contenidoritzada, hi ha una altra modalitat de contractació més adaptada al transport de grans volums de mercaderia, o plantes de fabricació completes (prefabricades), grans grues, maquinària d'obra civil, etc. Aquest règim de contractació es coneix en el sector del transport marítim com a **règim de noliejament i transport discrecional**.

El règim de noliejament pot ser per a contractar, totalment o parcialment, l'espai de càrrega d'un vaixell per a efectuar un viatge determinat o diversos, o bé per a utilitzar-lo per un període de temps. En el mercat de nolis la relació contractual de transport entre noliejador (carregador que té grans volums de mercaderies) i armador noliejador (navilier que disposa de vaixell adequat) s'estableix en un document anomenat pòlissa de noliejament (*charter party*), que coexisteix amb el coneixement d'embarcament.

Noliejament

En la pràctica, tot transport marítim de mercaderies alienes efectuat en interès de tercers rep el nom genèric de **noliejament**, per la qual cosa és una mica difícil definir aquest contracte, ja que no hi ha un concepte unívoc de noliejament que, en termes generals, equivalgui a transport marítim. En principi, es pot definir dient que és el contracte de transport marítim. No obstant això, es fa necessari concretar més, i en aquest sentit ampli cal distingir tres supòsits ben diferents:

- El propietari cedeix l'ús del vaixell a l'arrendatari per un preu i temps determinats perquè aquest l'exploti pel seu compte. És el que es coneix en la pràctica amb l'expressió anglesa *time charter*, i, encara que no és pròpiament un cas de noliejament, es coneix amb aquest nom (noliejament en *time charter*).
- El segon supòsit és el de **noliejament pròpiament dit**, pel qual l'armador d'un vaixell, que pot ser el propietari o un arrendatari d'aquest —armador noliejador— i rep el nom de noliejador, posa el vaixell a disposició de l'altra part —noliejador— per un temps o viatge determinat per efectuar un transport marítim a canvi d'un preu —noli. En aquest cas, i a diferència de l'anterior, el noliejador continua tenint la possessió

⁽⁵⁾<https://trabajadorjudicial.wordpress.com/el-contrato-de-fletamento/>

i explotació del vaixell noliejat, i la seva finalitat concreta és efectuar el transport marítim convingut.

- El tercer supòsit és el de transport de mercaderies per mar (**transport de mercaderies en règim de reconeixement**) que, encara que és molt diferent de l'anterior, també es comprèn amb la denominació genèrica de **noliejament** i només correspon pròpiament a la segona de les formes exposades.⁵

A més, en el transport de grans càrregues, se solen diferenciar dos tipus de relacions contractuals:

- la relació contractual del client (importador o exportador de càrregues de projecte) amb el seu operador logístic, que organitza l'operació;
- la relació contractual de l'operador logístic amb les empreses transportistes que fan materialment el transport.

En aquest context, una de les tasques més importants que cal fer durant la planificació de la logística d'un gran projecte d'obra és contractar o noliejar un vaixell per fer el transport marítim de la manera més adequada. Aquesta dependrà principalment de les característiques de les peces que s'hagin de transportar i de l'existència de rutes regulars entre els orígens i la destinació d'interès.

2.3. Emmagatzematge temporal i zones d'apilament d'elements voluminosos

En la planificació de l'operativa logística d'un gran projecte de construcció civil o industrial en el qual hi hagi una càrrega de projecte especial, sobredimensionada o extrapesant, s'ha de tenir en compte la necessitat de seleccionar i reservar grans terrenys o zones d'apilament sempre que sigui possible. Això és:

- A les àrees d'embarcament i desembarcament dels ports cal reservar espais que siguin adequats per a recepcionar i muntar qualsevol tipus de projecte, idealment propers als atracaments habilitats. També és habitual que es disposi d'una certa quantitat de magatzems coberts. I les terminals han d'estar equipades amb la maquinària necessària per a operar-los i fer l'estiba.
- A les àrees properes al lloc d'execució del projecte també cal reservar terrenys suficients en condicions adequades que permetin els assemblatges finals, els treballs de soldadura, que tinguin disponibilitat d'aigua i d'electricitat, i en els quals es permeti muntar carpes provisionalment. Aquests espais també es destinen a zones de maniobra per a les grues que suporten els processos de muntatge i desmuntatge, encofrats, etc.

Les superfícies d'emmagatzematge al llarg de tota la cadena logística d'aprovisionament han de tenir garanties d'accessibilitat i mitjans, atès que molts d'aquests projectes poden trobar-se en llocs remots sobre els quals no hi ha garanties mínimes per a dur a terme un transport especialitzat. En aquests

casos, una part de l'anàlisi de la cadena logística pot centrar-se en un subprojecte de construcció d'accessos, habilitació d'algunes sendes o reforços estructurals per a ponts i viaductes en la ruta escollida.

Figura 7. Terminal per a *project cargos* al port de Gijón



Font: www.puertodegijonfidma.com

2.4. Indicadors clau per a monitorar i avaluar els processos logístics

Els processos logístics involucrats en els projectes d'obra civil se solen dissenyar *ad hoc* i s'executen en funció d'una planificació operativa molt particular. Per aquest motiu, no hi ha indicadors estàndard per a poder monitorar l'operativa logística i de transport de materials d'obra especials, o càrregues de projecte.

A més, atesa la importància de la subcontractació en aquest sector, també són importants els indicadors que permetin contractar la millor empresa que compleixi el pressupost, el termini i la qualitat, i que no generi interferències en les altres activitats. Per això, els principals indicadors del sector de la construcció fan referència a les categories següents:

- **Costos.** La pressió en costos és molt forta en una obra, i per aquest motiu els indicadors de cost són uns dels més importants durant la contractació, execució i liquidació final. En un contracte d'obra pública, sigui del tipus que sigui, se sol certificar el grau d'avenç al final de cada mes i es paga conforme a això. Els mesuraments del material emprat en cada partida finalitzada són molt importants per a justificar el cost que ha de ser traslladat a l'entitat contractant. Altres indicadors relacionats amb el cost són les desviacions, els desglossaments per partides, la projecció de pèrdues i guanys, la despesa del personal sobre les vendes, les ràtios de cost per superfície o per volum, el benefici net (sense despeses generals) i el benefici brut de l'obra.
- **Temps.** Tota planificació d'obra inclou les folgances que té en cada activitat i els diferents camins crítics que s'esbossen en completar etapes. És molt important tenir clar si l'activitat en execució forma part del camí

crític de l'obra per a prevenir els efectes que pot tenir sobre les activitats subsegüents.

- **Productivitat.** Les ràtios de productivitat estan molt relacionades amb els factors anteriors. Són molt emprades en qualsevol tipus d'obra, sia per a controlar la velocitat d'avançament o per a planificar la contractació d'equips. Els indicadors principals de productivitat són els rendiments, tant de màquines com d'hores humanes, i se solen relacionar amb una partida en execució, com el metre lineal de vorera, el metre cúbic de formigó, l'àrea total de l'obra o el volum. Aquests indicadors clau de rendiment (de l'anglès *key performance indicator* o KPI) solen comparar el que es va contractar, és a dir, allò planificat, amb allò real que es va obtenint.
- **Qualitat.** L'obra que es lliura, independentment que sigui del sector d'edificació o d'obra civil, ha de complir els paràmetres de qualitat establerts pel contracte. Això impacta en la selecció de materials i acabats, i fins i tot en els procediments constructius. Durant tota la fase d'obra és molt habitual que es desenvolupin diferents assajos per avaluar, per exemple, la resistència dels materials o la densitat mínima de l'armat en una estructura. Altres indicadors relacionats poden ser el nombre de defectes, els problemes de qualitat trobats, la quantitat teòrica d'acer, el gruix mitjà, les densitats i pesos específics, etc.
- **Seguretat laboral.** A les obres, com a les fàbriques, el factor de prevenció de riscos laborals és primordial. Totes les obres tenen un director de seguretat i salut, i diversos recursos preventius per a controlar que tot s'executa conforme a les especificacions establertes.

La **logística en obra** sí que es planifica i monitora amb grans detalls, ateses les característiques específiques del mercat d'obra pública i edificació. La competència en els concursos públics ha fet que històricament s'ofereixi un pressupost d'execució que està sota el cost real previst de l'obra, per la qual cosa l'empresa contractista ha d'esforçar-se durant l'obra a recuperar la inversió i els costos operatius, i obtenir un marge brut de benefici de l'activitat. Tot això implica la necessitat de mantenir un gran control dels costos i dels terminis, especialment amb la metodologia de treball *just in time* (JIT), tal com s'ha vist en l'apartat 2.1.

3. Principals processos subjectes a subcontractació

Tradicionalment, en el sector de la construcció i l'obra civil, els contractistes principals executaven una bona part dels projectes d'obra de manera autònoma i assumien, per tant, la major part de les tasques. Aquesta tendència ha anat donant pas a la subcontractació d'una gran part de les activitats fins a aconseguir el nivell dràstic de subcontractació en el sector que, en el cas d'Espanya, arriba al 90% de les tasques.

L'activitat principal d'aquest tipus d'empreses es basa directament en la **coordinació i gestió** de totes les tasques que formen part del projecte integral. Els contractistes principals s'han anat perfilant com a organitzacions que ofereixen serveis associats al sector, formades principalment per enginyers, arquitectes i directors de projectes, que es limiten a la gestió i direcció, i externalitzen pràcticament totes les altres fases. No obstant això, és important destacar que la Llei 32/2006, que regeix la subcontractació en el sector de la construcció, limita a tres subcontractacions successives per a executar una mateixa activitat.

A continuació s'esmenten alguns dels factors que determinen més la importància de la subcontractació en obra:

- Hi ha una **gran pressió** per a buscar l'abaratiment de **costos**, la qual cosa té un efecte sobre la flexibilitat en la gestió de puntes de treball. Això deriva en una **estructura empresarial** molt particular:
 - Tal com s'ha dit a l'inici del mòdul, el sector és constituït fonamentalment (més del 95%) per pimes amb un nivell d'especialització baix o molt baix i poca experiència que, per si soles, no poden prestar el servei directament al client.
 - Moltes d'aquestes empreses, a més, s'han establert en el sector amb poc capital a causa de les poques barreres d'entrada.
- A més de l'estructura empresarial més habitual, el sector de la construcció presenta tres atributs que tenen efecte sobre l'elevat percentatge de subcontractació existent:
 - **Durada temporal limitada.** Les obres civils i d'edificació tenen un marcat caràcter temporal. A partir del moment en què es lliura una obra, a l'empresa contractista no li interessa disposar de tot el personal que ha requerit per a executar el projecte anterior, per la qual cosa es recorre a les subcontractacions.
 - **Dispersió geogràfica elevada.** A més del factor termini, les obres tenen lloc en determinats punts de la geografia internacional. Les grans empreses desplacen el seu personal clau per a gestionar cada projecte

Lectura recomanada

A. I. Fernández; V. Gómez; B. Prida (2008). «La cadena de suministro en proyectos de construcción». *II International Conference on Industrial Engineering and Industrial*.

i es recorre a la subcontractació de personal local quan aquest no és clau per a l'obra.

- **Camps d'actuació diversos.** El sector abraça un ventall de serveis molt extens: des d'edificació i urbanisme fins a túnels, ponts o mines. Això fa que a les grans empreses els sigui impossible disposar de tot el personal necessari i de la maquinària especialitzada per a poder arribar a executar qualsevol obra present en el seu portafolis. L'elevada especialització també repercuteix en la subcontractació.

Amb tot, la tendència actual és cercar un grau de col·laboració prou estable i adaptatiu per a cada projecte que permeti aconseguir l'objectiu d'aquesta col·laboració: culminar les exigències del client. Per això, la cooperació i la selecció adequada d'empreses subcontractistes tenen un paper fonamental en l'èxit de cada projecte.

3.1. La subcontractació de serveis logístics

La subcontractació de serveis logístics és una eina que permet optimitzar la gestió logística d'aquelles obres o construccions de complexitat elevada que impliquin el moviment de peces prefabricades sobredimensionades i maquinària pesant, com grues especials, tuneladores, pilotadores, etc., i on realment sigui possible i necessari coordinar bé les operacions entre els contractistes, els subcontractistes i els proveïdors de materials i maquinària d'obra.

La tendència actual del mercat és subcontractar aquests serveis a especialistes que s'encarreguen d'optimitzar el flux i minimitzar el risc per al client. En aquest sentit, els principals objectius que persegueixen les empreses (proveïdors de materials d'obra i/o maquinària) mitjançant la subcontractació logística són els següents:

- Reduir els costos.
- Incrementar la productivitat i els nivells de servei.
- Obtenir més flexibilitat davant les fluctuacions del mercat i la demanda.
- Enfocar-se en el negoci deixant les activitats que no són l'activitat principal de l'empresa en mans d'un especialista, l'operador logístic. Això implica un millor coneixement (saber fer) i optimització dels costos logístics, o l'accés a equips i serveis d'alt nivell a un preu menor. L'empresa contractant pot centrar-se així en els processos que formen part de la seva veritable activitat principal.

4. Grau de digitalització i ús de la tecnologia

4.1. Descripció del grau de digitalització en els processos

Tradicionalment, en el sector de la construcció no ha tingut un esperit tradicionalment innovador, però el paper cada vegada més rellevant de la tecnologia fa que els seus gestors apostin per la innovació aplicada al negoci: complexos programes de càlcul d'estructures, intel·ligència artificial i robòtica, nanotecnologia, realitat virtual, dades massives, mapatge en 3D per batimetries i topografies, fotogrametries mitjançant drons, i especialment el BIM (*building information modeling*) i les modelitzacions en 3D. Totes aquestes innovacions són tecnologies que les empreses del sector exploren com a nova font d'ingressos o reducció de costos.

No es tracta que no hi hagi recerca i innovació en l'activitat constructora. Així ho indica el pes de l'enginyeria i la tecnologia en el total de l'R+D executada per les administracions públiques (amb el 14,1% dels investigadors, el 24,8% de la despesa interna i el 25,2% de la despesa en compra de R+D externa sobre el total de les disciplines o àrees de recerca), i els indicadors d'activitat i posició internacional dels centres investigadors espanyols en disciplines relacionades directament amb el sector, com la ciència de materials. Però l'activitat de R+D intramurs de les empreses del sector de la construcció és menys freqüent que la d'altres sectors productius. En qualsevol cas, està més concentrada en enginyeries i laboratoris que en les mateixes empreses constructors.

4.2. Penetració de la tecnologia en l'operativa habitual de les empreses

L'anomenada **revolució digital** ha transformat el sector de la construcció i no hi ha dubte que ho continuarà fent en el futur. Són molts els beneficis que comporta usar les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) en l'obra, entre els quals destaquen accedir a informació en línia des de qualsevol lloc, agilitar els processos, disminuir el temps i els costos, controlar la documentació de contractistes i comparar en temps real la planificació de l'obra. No obstant això, és necessari potenciar-ne més l'ús en l'obra civil, ja que, en comparació amb altres sectors, hi ha molt camí per recórrer.

Per a afrontar aquests reptes i aprofitar les oportunitats que brinda l'acumulació d'innovacions a partir d'aquestes noves tecnologies, és important conèixer els **factors que poden estar limitant una major intensitat innovadora**.

Lectura recomanada

Consejo Económico y Social de España. «El papel del sector de la construcción en el crecimiento económico: competitividad, cohesión y calidad de vida» (Informes, núm. 02/2016). <http://www.ces.es/documents/10180/3557409/Inf0216.pdf>

Aquests factors són bàsicament de caràcter estructural, associats a les característiques del sector i a la mateixa naturalesa de l'activitat. En efecte, els factors que dificulten una major activitat innovadora en les empreses de la construcció estan lligats íntimament a les seves característiques específiques com a sector heterogeni i fragmentat, que agrupa nombroses professions amb alta dependència dels cicles econòmics, mà d'obra intensiva menys qualificada i de gran mobilitat geogràfica, i treball en condicions externes.

També hi influeix el fet que la major part dels productes (els projectes i obres acabats) són únics, de manera que la innovació no sempre és estàndard i traslladable fàcilment entre obres i projectes de la mateixa empresa. Així mateix, la singularitat dels projectes, juntament amb la dispersió geogràfica dels centres productius, explica el predomini de les subcontractacions a l'hora d'organitzar l'execució, i el sistema de licitacions a l'hora d'adjudicar els projectes, qüestions ambdues que no afavoreixen la introducció d'innovacions.

4.3. *Building information modeling*

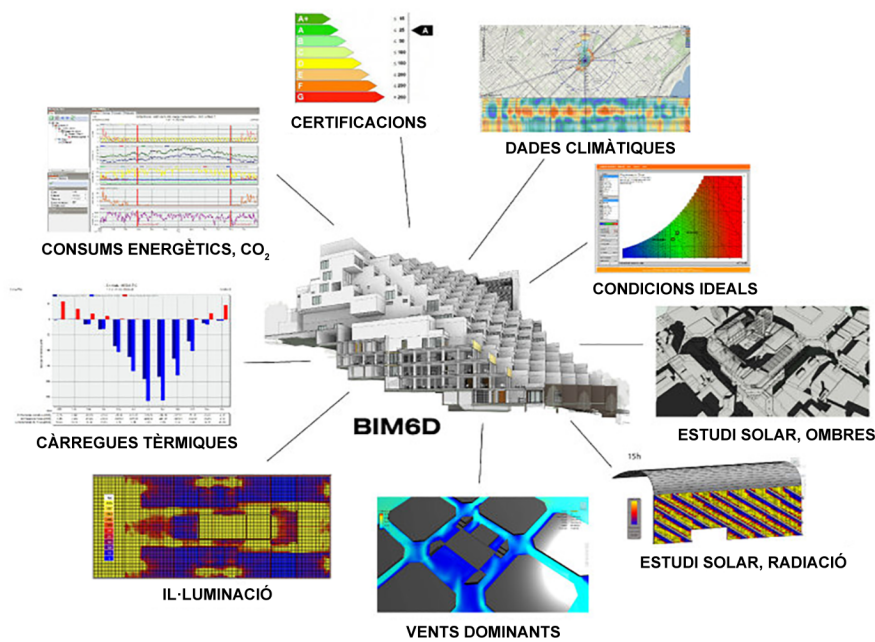
L'adquisició tecnològica que ha revolucionat en major mesura el sector és, sens dubte, el modelatge d'informació de construcció (BIM en la sigla en anglès).

Building information modeling

El BIM és el procés de generació i gestió de dades d'un projecte de construcció durant el seu cicle de vida utilitzant un programari dinàmic de modelatge en tres dimensions i en temps real, que permet reduir la pèrdua de temps i de recursos tant en la fase de disseny com en la fase de construcció.

El BIM ha resultat clau en la digitalització del sector pel fet que és un mètode de treball col·laboratiu per a gestionar projectes amb una maqueta digital, formada per una gran base de dades, que formarà part de la infraestructura durant tot el seu cicle de vida.

Figura 8. Potencialitats d'una eina BIM



Font: Ibermatica365

L'adopció del programari BIM és una evolució del disseny assistit per ordinador (CAD) en 2D i 3D, que incorpora estàndards d'estructures, arquitectura, obra civil, edificació i diferents estàndards de qualitat, com les normes ISO, i que modelitza els objectes parametritzadament, amb col·laboració integrada i dades interoperables.

Les principals característiques de les tecnologies BIM es resumeixen en els punts següents:

- **Treball multidisciplinari.** El BIM permet el treball col·laboratiu amb una sola plataforma en la qual els diferents agents implicats en el procés constructiu (arquitectes, enginyers, delineants) poden treballar en la mateixa eina integrant i compartint informació en temps real.
- **Comprovació d'interferències.** Abans de començar a construir es disposa d'un model complet amb tota la informació. D'aquesta manera, es pot comprovar si hi ha algun problema d'integració entre els diferents elements d'una manera segura i ràpida.
- **Integració de les 2D i 3D.** Aquesta metodologia integra les 2D i 3D de manera interconnectada, la qual cosa millora la visió del projecte global i evita possibles errors.
- **Generació de la documentació.** Genera pressupostos, planificació, estructures, etc. de manera automàtica, i així aconsegueix augmentar la productivitat i, per tant, estalviar temps i costos.

- Amb el BIM, es pot saber l'**impacte energètic** de cadascun dels materials que componen l'obra. D'aquesta manera, es poden crear edificis intel·ligents cada vegada més integrats amb l'entorn, sostenibles i eficients.

4.4. Altres innovacions de llarg abast

Tradicionalment, el programari i altres eines tecnològiques amb major ús en el sector de la construcció es concentraven en despatxos d'arquitectura i enginyeria. Els dos exemples principals són els **programes de disseny i càlcul matricial d'estructures** i els **programes de disseny assistit per ordinador (CAD)**. Tots dos models han anat evolucionant en nombroses versions i entorns. Complementàriament, el sector ha anat internalitzant els avenços tecnològics per a altres usos productius, entre els quals destaquen els següents:

- Ús de la **realitat virtual**. Aquesta tecnologia com a estratègia de venda en el sector immobiliari té un gran èxit entre els clients, ja que els permet visualitzar l'immoble amb tots els detalls sense necessitat de desplaçar-s'hi. Aquesta tècnica permet estalviar temps i diners en desplaçaments; genera un important valor afegit, superior al que aporten les fotos o els *render*; permet visualitzar també habitatges que encara estan en construcció, i facilita la valoració d'espais amb totes les seves possibilitats.
- Tècniques de **mesurament i control geomètric** mitjançant la transferència de tecnologies de realitat augmentada en el camp de la topografia i auscultació geomètrica. Consisteix a fer mesures instantànies d'alta precisió i analitzar desviacions entre les mesures desenvolupades en el projecte i la realitat construïda. Els resultats són susceptibles d'alimentar les dades d'entorn BIM generades en cada obra. Comporten la capacitat de minimitzar desviacions de costos i de terminis per replantejaments i correccions d'errors a peu d'obra.
- **Detecció automàtica del personal** al voltant d'equips en moviment. Consisteix en tecnologies que incorporen de manera integrada sensors híbrids de radar-ultrasons a la maquinària, sistemes d'avís als operaris de maquinària i comunicacions sense fil entre màquines. Aquestes tecnologies permeten millorar àmpliament les condicions de seguretat en les obres en entorns amb una elevada impredictibilitat dels fluxos.
- **Geodrons per a aixecaments topogràfics**. L'ús de drons ha comportat una revolució en els treballs topogràfics, ja que permeten obtenir models digitals del terreny molt més precisos i de millor qualitat que les tècniques topogràfiques tradicionals. Aconsegueixen una quantitat d'informació molt superior, ja que cobreixen fins a 5.000 hectàrees en un dia, inclosos llocs de difícil accés.

5. Perspectives futures

5.1. Tendències que afecten la promoció de projectes d'obra civil

El sector de la construcció té una forta dependència de la inversió pública en el seu desenvolupament, i diverses de les tendències que afecten el sector es relacionen amb l'evolució dels sistemes de contractació pública, l'avaluació de la viabilitat de noves inversions, les col·laboracions publicoprivades i els nous tipus de contractes integrals per a garantir qualitat i termini:

- Millora de l'eficiència **en la contractació pública** utilitzant les noves tecnologies i sistemes electrònics de comunicació amb la finalitat de potenciar la contractació electrònica; millora de la integritat i la transparència en la contractació pública mitjançant l'adopció d'una sèrie de mesures destinades a garantir aquesta contractació i evitar els possibles actes de corrupció; simplificació i abaratiment de la gestió dels procediments de contractació pública, i més agilitat i eficiència en aquests procediments; inclusió en els contractes públics de consideracions de tipus social, mediambiental i d'innovació i desenvolupament.
- Actualització dels instruments vigents per a desenvolupar infraestructures i habitatges, de manera que prevegin les **inversions necessàries** per al desenvolupament **adaptat a les demandes previsibles**; implantació, de manera recurrent per a inversions estratègiques, d'anàlisis d'avaluació de rendibilitat social i econòmica, i el retorn financer o altres anàlisis afins, com el cost-benefici o la determinació del forat financer que ha d'assumir l'Administració pública.
- La **col·laboració publicoprivada**. Atès el context d'ajustament pressupostari descrit anteriorment, s'han de barrejar altres fórmules per a poder finançar la construcció i modernització de les infraestructures bàsiques i/o estratègiques que involucrin el sector privat. Els esquemes de col·laboració publicoprivada són una fórmula que permet distribuir d'una manera més eficient el cost del finançament de grans infraestructures.
- Impuls del desenvolupament d'infraestructures estratègiques a escala regional o nacional mitjançant **contractes del tipus EPC** (*engineering, procurement and construction*) o contractes **clau en mà**. Aquest tipus de contractes inclouen els serveis integrals d'enginyeria, compres, fabricació, construcció i posada en marxa en un únic contracte, i conjunten els principals actors del sector: l'enginyeria projectista, la direcció d'obra, el contractista principal i el client o propietat.

5.2. Tendències tecnològiques, socials i geoestratègiques

En el context empresarial, els proveïdors del sector s'enfronten a tendències de diversificació, cerca d'aliances estratègiques, reducció del deute, ampliació de la presència internacional i introducció dels desenvolupaments innovadors en la seva activitat constructiva:

- **Diversificació i aliances estratègiques;** reducció del pes de l'activitat constructora; consecució d'un major equilibri dels negocis dels grans grups. Fa una dècada que els grans grups espanyols viren principalment cap a les energies renovables, empreses de béns immobles, tractament de residus sòlids i urbans, prestació de serveis industrials i conservació, etc., i amplien la seva presència internacional.

Acciona, per exemple, manté el control d'Endesa i de la Italiana Enel; ACS té una participació important en Iberdrola i Unión Fenosa, i Sacyr fa anys que pertany a l'accionariat de Repsol.

- **Reducció de deute i creixement dels grups.** Els grans grups constructors van quedar en una situació delicada després de la crisi i encara arrossegueu problemes de solvència. Actualment, estan en un procés de sanejament. Tracten de reduir el despallanquejament a fi d'enfortir el desenvolupament de les àrees d'activitat mitjançant el refinançament del deute, la venda de participacions en actius adquirits i grans plans de desinversió.
- Aplicació de les **tendències tecnològiques innovadores** en el sector. Moltes de les empreses constructores ja incorporen Lean Construction per a fer el seguiment de tot el cicle de vida, i dades massives per a analitzar dades, reduir costos i millorar la presa de decisions. Un altre dels factors és l'entrada en joc de materials que s'imposaran per qüestions de resistència, sostenibilitat i cost, com el grafè o el formigó translúcid.
- **Impressió en 3D** de peces prefabricades de formigó en el sector de la construcció (construcció additiva). Aquest concepte es defineix fonamentalment com el procés d'unir materials per a crear construccions des d'un model de dades en 3D. Això vol dir que la producció i/o el procés d'assemblatge ha de ser controlat d'alguna manera per mètodes digitals (Labonnote *et al.*, 2016).

Resum

El **sector de la construcció** en obra civil a Espanya és molt potent i té una forta presència internacional. Històricament, el valor agregat brut del sector sobre el PIB nacional ha estat un dels més rellevants, fins al punt d'arribar a situar-se per sobre del 10% durant els anys 2005 a 2009. Des de llavors, el valor s'ha situat en un rang d'entre el 5,5% i el 6% anual constant.

En aquest context, la **logística associada a l'obra civil és molt particular i ha de ser estudiada, planificada i executada com un projecte específic únic**. Les obres complexes generen la seva pròpia cadena logística i han de ser projectades de manera integrada amb altres aspectes importants que puguin ser un camí crític en el desenvolupament del projecte. En aquest sector es diferencien dos tipus de planificació logística: la logística d'obra i la logística de proveïment.

La logística de proveïment pot arribar a tenir una gran complexitat, especialment en projectes importants, que requereixen càrregues molt específiques, sobredimensionades, de gran valor o de molt pes. Llavors es parla de *logística de projecte*, per la qual s'han d'escollir els mitjans de transport terrestre més adequats i els tipus de vaixells adequats quan es requereixi transport internacional, juntament amb els permisos i autoritzacions que s'apliquin segons la legislació regional en vigor. Així mateix, la planificació ha d'incloure els itineraris amb les seves condicions geomètriques, la disponibilitat de grans superfícies als ports i en destinació, i la disponibilitat de maquinària específica per a la manipulació.

La **subcontractació** és molt important en el sector de la construcció, amb ràtios superiors al 90% a Espanya. Això és degut a la durada limitada de l'obra, la dispersió geogràfica, la varietat en el portafolis de projectes en execució i el requeriment intensiu de mà d'obra. L'activitat principal del sector se centra en la coordinació integral i en la gestió. El valor agregat de les grans empreses es justifica pel personal tècnic: enginyers, arquitectes o economistes.

La **digitalització** no ha estat tradicionalment un punt fort en el sector. No obstant això, en els últims temps sí que es detecta l'entrada en una era de transformació digital impulsada principalment per Europa amb l'objectiu d'optimitzar la productivitat i mantenir un major control sobre els terminis i els costos. Requereix una atenció especial la revolució en el desenvolupament de projectes i obres que representa la tecnologia participativa BIM, de la mateixa manera que ho va fer el CAD als anys noranta a Espanya.

Finalment, s'han identificat les principals tendències que marcaran l'evolució del sector en els propers anys i que inclouen aspectes com una planificació més racional de l'obra pública, noves fonts de finançament per restricció de disponibilitat pressupostària, noves modalitats d'adjudicació de grans construccions o l'evolució del sector de la construcció additiva (impressió en 3D), tant en edificació com en obra civil.

Bibliografía

Les principals **fontes d'informació** que han servit de base per a elaborar el present mòdul es relacionen a continuació.

Ahmadian, A.; Akbarnezhad, A.; Rashidi, T.; Waller, S. (2014). *Importance of Planning for the Transport Stage in Procurement of Construction Materials*. The 31st International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining (ISARC 2014).

Arroyo, R. (2016). *Problemas en la gestión de la cadena de suministro en las pymes de la construcción. Una revisión de la literatura*. Màster universitari d'Edificació. València, España.

Asociación de Empresas Constructoras y Concesionarias de Infraestructuras, SEOPAN (2018). *Informe estadístico de la Construcción e Infraestructuras 2018-2019*[en línia]. <https://seopan.es/wp-content/uploads/2019/05/Informe-Estad%C3%ADstico-SEOPAN-2018_2019.pdf>

Bohoyo Acosta, L. (2017). *Los riesgos en el transporte de carga de proyecto*. Màster de Negocio y Derecho Marítimo (Promoció 2016-2017). Madrid: IME i Universidad Pontificia Comillas.

Campillo, M. (2017). *Prefabricación en la arquitectura: Impresión 3D en hormigón*. Treball de fi de grau presentat a la Escuela Superior de Arquitectura de Madrid (UPM).

Consejo Económico y Social (2018). *El papel de la construcción en el crecimiento económico*.

Fernández, A. I.; Gómez, V.; Prida, B. (2008). *La cadena de suministro en proyectos de construcción*. II International Conference on Industrial Engineering and Industrial.

IDOM (setembre de 2016). *Estudio de alternativas de transporte especial al puerto de Bilbao*. Proposta per al Ministerio de Transporte.

Institut Cerdà (1995). *Manual para la subcontratación de servicios logísticos*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente («Monografías»).

Khyomesh V. P., Chetna, M. V. (2011). *Construction materials management on project sites*. National conference on recent trends in engineering and technology (13 i 14 de maig de 2011). Gujarat (Índia).

Labonnote, N.; Ronnquist, A.; Manum, B.; Rütther, P. (2016). *Additive construction: State-of-the-art, challenges and opportunities*. *Automation in Construction* (núm. 72, pàg. 347-366).

Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción. *Boletín Oficial del Estado* (10 d'octubre de 2016, núm. 250).

Management. XII Congreso de Ingeniería de Organización (del 3 al 5 de setembre de 2008). Burgos.

Mendiola Lázaro, A. (2016). *Gestión logística en las empresas constructoras. Sinergia e Innovación* [en línia]. Blogs UPC, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <<https://blogs.upc.edu.pe/sinergia-e-innovacion/conceptos/gestion-logistica-en-las-empresas-constructoras>>

Observatorio Fundación Laboral de la Construcción (2018). *Informe sobre el sector de la construcción 2018*. <<http://www.observatoriodelaconstruccion.com/publicaciones/detalle/informe-sobre-el-sector-de-la-construccion-2018>>

Real decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción. *Boletín Oficial del Estado* (25 d'octubre de 1997, núm. 256, pàg. 30875-30886).

