

## **Proposta d'un model estandarditzat per al seguiment i control econòmic i del compliment temporal en la fase d'execució en l'obra pública. Identificació, avaluació i control dels sobre costos d'obra.**

Albert Ribera, Ester Gifra, Jordi Castellano, Joaquim Ciurana

*Aquest document és fruit d'una recerca promoguda a partir de la subvenció a treballs de recerca sobre l'Administració pública de l'Escola d'Administració Pública de Catalunya (Resolució GRI/2734/2015, de 20 de novembre). Es presenta tal com va ser lliurat pels autors.*

Data de lliurament: juny de 2017

**Proposta d'un model estandarditzat pel seguiment i control econòmic i del compliment temporal en la fase d'execució en l'obra pública. Identificació, avaluació i control dels sobre costos d'obra.**

---

Escola d'Administració Pública de Catalunya  
Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca - EAPC 2015

Juny 2017

Albert Ribera <sup>a</sup>, Ester Gifra <sup>a</sup>, Jordi Castellano <sup>b</sup>, Joaquim Ciurana <sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup> *Departament d'Arquitectura i Enginyeria de la Construcció, Universitat de Girona, c/ Maria Aurèlia Capmany, 61, 17003 Girona, Espanya*

<sup>b</sup> *Green Building Management S.L., Travessia de la Creu, 6 entl. 3a, 17002 Girona, Espanya.*

<sup>c</sup> *Departament d'Enginyeria Mecànica i de la Construcció Industrial, Universitat de Girona, c/ Maria Aurèlia Capmany, 61, 17003 Girona, Espanya.*

• Correus dels autors:.

*E-mail: [albert.ribera@udg.edu](mailto:albert.ribera@udg.edu) (A. Ribera), [ester.gifra@udg.edu](mailto:ester.gifra@udg.edu) (E. Gifra), [jordi@gbm.cat](mailto:jordi@gbm.cat) (J. Castellano), [quim.ciurana@udg.edu](mailto:quim.ciurana@udg.edu) (J. Ciurana).*

**Paraules clau:** control de costos en obra pública, monitorització de certificacions d'obra, horitzó de liquidació d'obra (EAC), control de desviacions econòmiques en obra pública, quadres de comandament.

## RESUM

En la contractació pública, els sobre costos d'obra i l'incompliment del termini d'execució representen una de les principals preocupacions de les Administracions contractants. Són constants les informacions que apareixen en els mitjans de comunicació sobre les importants desviacions econòmiques que han presentat diferents liquidacions d'obres de projectes públics de rellevància i, també, el retard en la seva finalització i conseqüentment de la seva posada a disposició a la societat.

Tots els sistemes de control de costos d'obra orientats a l'Administració contractant utilitzen com a font d'informació únicament les valoracions periòdiques dels treballs realitzats fins a final d'aquest període. Les possibles modificacions de treballs, les disminucions o augments de volum d'obra de partides establertes en el projecte o qualsevol altre canvi, no es veuran manifestats en la relació valorada i inclosos en la corresponent certificació d'obra fins que realment no es produeixin a obra, amb independència que el fet fos conegut amb anterioritat a la seva execució, cosa que passa en la majoria d'ocasions. El plantejament del treball es fonamenta en aquesta observació, tot donant una solució per incorporar la informació econòmica que esdevé base de les futures desviacions econòmiques i d'incompliment de termini en el precís moment que aquesta es detecta i amb independència de en quin moment es porti a terme. D'aquesta manera, és possible disposar de la previsió actualitzada de tancament d'obra (EAC), que permet avançar en l'aplicació de mesures de rectificació molt abans de que el procés tradicional de control de costos faci evident aquesta desviació econòmica. A més, aquesta estructura també permet registrar puntualment les causes de desviació econòmica, la qual cosa facilitarà enormement l'anàlisi periòdic i final del resultat de la liquidació d'obra facilitant centrar els esforços en establir directrius que evitin o minimitzin les desviacions en futures contractacions d'execució d'obres.

Aquest model s'ha de creat amb un doble objectiu: ser útil per gestionar les accions correctores que han d'emprendre els responsables del projecte i de l'execució de l'obra; Director de l'obra, Director de l'execució material i del *Project Manager* i; ser informatiu, clar i útil des del punt de vista de l'Administració pública contractant per prendre decisions. Seria desitjable que aquest doble objectiu es veiés reflectit en un sistema d'informació gerencial que fos capaç de transmetre els resultats econòmics operacionals de l'execució del procés d'execució d'obres amb qualitat, oportunitat, quantitat i rellevància dins d'un quadre de comandament idoni d'ús generalitzat en l'Administració pública.

## Índex

1. INTRODUCCIÓ	8
1.1 La comunicació i la publicitat de les dades en els contractes públics per mitjans electrònics.	12
1.2 Principals característiques del sistema de contractació pública d'obres a Espanya.	18
1.3 Tècnica bàsica de seguiment i control de costos de certificacions d'obra	27
1.4 El seguiment econòmic mitjançant el Mètode del Valor Guanyat – EVM (Earned Value Management) i el pronòstic del valor de liquidació – EAC (Estimate at completion)	29
2. METODOLOGIA	37
3. SEGUIMENT I AVALUACIÓ	39
4. RESULTATS	40
4.1 Descripció del model	44
4.2 Cas d'estudi	45
4.3 Desenvolupament d'indicadors. Metodologia d'anàlisi i mètode proposat	53
4.4 Aplicació dels indicadors de seguiment.	58
4.5 Anàlisi gràfic detallat	59
4.6 Quadre de comandament	63
5. CONCLUSIONS	68
6. IMPACTE PREVIST	69

## Índex de figures

Figura 1 -	Captura de la informació facilitada al Registre públic de contractes en relació a la modificació d'un contracte d'obra .....	16
Figura 2 –	Captura informació publicada al portal de transparència de Catalunya. ....	17
Figura 3 -	Esquema de la documentació econòmica que ha de contenir el projecte d'execució d'una obra sotmesa a la Llei de contractes del sector públic. ....	19
Figura 4 -	Procediment general que segueix l'empresa licitadora per establir la seva millor proposició econòmica.....	21
Figura 5 –	Esquema de l'estructura de la relació valorada d'obra amb detall de partides executades .....	23
Figura 6 –	Esquema de l'estructura de la relació valorada d'obra de resum dels imports dels capítols d'obra executats. ....	23
Figura 7 –	Esquema de l'estructura de la relació valorada d'obra amb detall de partides que figuren en el projecte i de les executades. ....	24
Figura 8 –	Esquema de l'estructura de la relació valorada d'obra de resum dels imports dels capítols del projecte i dels executats fins aquest moment.....	24
Figura 9 –	Model de certificació ordinària, anticipada o final que estableix el RD 1098/2001 pel qual s'aprova el Reglament general de la Llei de contractes de les administracions públiques. ....	26
Figura 10 –	Esquema processal de l'elaboració de la relació valorada i de l'emissió de la certificació d'obra ordinària corresponent.....	27
Figura 11 –	Captura de pantalla de seguiment econòmic del TCQ2000.....	28
Figura 12 –	Captura de pantalla de seguiment econòmic de Presto. ....	28
Figura 13 –	Captura de pantalla de seguiment econòmic d'Arquímedes. ....	29
Figura 14 –	Representació gràfica dels valors i indicadors del EVM.....	31
Figura 15 –	Esquema d'identificació del pressupost objectiu de referència i del document que preestableix el desenvolupament de l'obra en quant a temps.....	40
Figura 16 –	Representació integrada del pressupost inicial del contracte (BAC) i del programa de desenvolupament dels treballs (PV) .....	41
Figura 17 –	Estructura bàsica dels informes de control de costos d'obra (sense històric) .....	42
Figura 18 –	Estructura detallada dels informes de control de costos en obres, amb històric.....	42
Figura 19 –	Representació temporal de les accions relacionades amb l'habitual detecció d'un sobre cost d'obra. ....	43
Figura 20 –	Representació del nou model amb la incorporació dels tres nous registres. ....	44
Figura 21 –	Pla de línia de base definit inicialment pel cas d'estudi. ....	46
Figura 22 –	Exemple de model per a la definició del nou pla de línia de base (APVi).....	55
Figura 23 –	Model quadre de comandament .....	65

## Índex de taules

Taula 1 –	Magnituds i indicadors que utilitza l'EVM per fer el seguiment d'un projecte.....	32
Taula 2 –	Valors dels principals indicadors utilitzats per l'EVM.....	48
Taula 3 –	Valors periòdics de pronòstic d'EAC segons diferents tècniques del càlcul de l'EVM.....	49
Taula 4 -	Comparativa dels valors de previsió d'EAC segons les tècniques 1 i 3 amb contraposició als valors obtinguts mitjançant IMADO.....	50
Taula 5 -	Imports dels sobre costos detectats per cada tècnica de previsió d'EAC (1 i 3) i per la tècnica IMADO.....	50
Taula 6 –	Informació econòmica mitjançant el model IMADO.....	52
Taula 7 –	Proposta de nous indicadors per l'aplicació del model IMADO, sense necessitat de conèixer el valor guanyat (EV).....	57
Taula 8–	Taula de valors dels indicadors de l'EVM i de la nova proposta corresponents a l'escenari 3.....	58

## Índex de gràfics

Gràfic 1 –	Representació gràfica comparativa dels valors d'EAC amb diferents tècniques d'avaluació. ....	49
Gràfic 2 -	Representació gràfica dels valors obtinguts mitjançant tècniques seleccionades, respecte dels valors obtingut amb IMADO.....	51
Gràfic 3 –	Ampliació i detall de l'avenç de reacció del model IMADO respecte de la tècnica 1 de l'EVM en la previsió de l'import de tancament. ....	53
Gràfic 4 -	Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 1.....	60
Gràfic 5 -	Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 2.....	60
Gràfic 6 -	Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 3.....	61
Gràfic 7 -	Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 4.....	61
Gràfic 8 -	Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 5.....	62
Gràfic 9 -	Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 6.....	62
Gràfic 10 -	Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 7.....	63

## Acrònims

TRLCSP	Text refós de la Llei de contractes del sector públic
UE	Unió Europea
BIM	Building Information Modelling (Edifici-Informació-Modelatge)
EVM	Earned value management (Mètode del valor guanyat)
EAC	Estimate at completion (estimació a la conclusió / horitzó de tancament econòmic d'obra)
IMADO	Information Management Advanced way to Detect Overruns of work (Gestió de la informació avançada per a la detecció de sobre costos)
IVA	Impost sobre el valor afegit
DGE	Despeses generals d'empresa
BI	Benefici industrial
CD	Cost directe
CI	Cost indirecte
PEM	Pressupost d'execució material
PEC	Pressupost d'execució per contracte
PBL	Pressupost base licitació
EA	Estat d'amidaments
LLPU	Llistat de preus unitaris
LLPD	Llistat de preus descomposats
LLPS	Llistat de preus simples
LLPAux	Llistat de preus auxiliars
PCAP	Plec de clàusules administratives particulars
DF	Direcció facultativa
RD	Real decret



## 1. INTRODUCCIÓ

En la contractació pública, els sobre costos d'obra i l'incompliment del termini d'execució representen un dels principals maldecaps de les Administracions contractants. Són moltes les notícies que periòdicament apareixen als mitjans de comunicació sobre les importants desviacions econòmiques que han presentat diferents liquidacions d'obres de projectes públics de rellevància i, també, el retard en la seva finalització i conseqüentment de la seva posada a disposició a la societat.

La situació internacional no és diferent com ho demostren diversos estudis que s'han fet en els últims temps sobre els sobre costos que presenten les liquidacions d'obra pública en diferents països (e.g. Williams et al., 2014; Sovacool et al., 2014; Chan et al., 1997, Mansfield et al., 1994; Arditi et al., 1985). Un estudi realitzat per Flyvbjerg (2007), que analitzava obres de contractació pública de 20 països, assegurava que el 90% dels projectes havien presentat desviacions econòmiques en la seva liquidació. El problema afecta a tota mena d'obres i d'infraestructures ja siguin d'edificació o de construcció civil. A Espanya, un estudi encarregat pel Ministeri d'Agricultura, Alimentació i Medi Ambient (2013) que analitzava 1.237 expedients de contractació entre els anys 2004 i 2012, assenyalava que la desviació econòmica havia estat de mitjana del 29,82%, amb desviacions màximes de fins el 160%, constatant que en tots els expedients analitzats, sense excepcions, s'havien presentat desviacions econòmiques, enteses com la diferència entre l'import d'adjudicació del contracte i l'import que finalment havia tingut de pagar l'Administració.

Malauradament a Espanya, i a Catalunya en particular, aquests estudis no són fàcils de repetir donat que la informació econòmica relativa a les incidències en la fase d'execució dels contractes d'obra pública no han tingut l'obligació de fer-se públiques fins fa un parell d'anys, i quan ho han fet, la prescripció no ha inclòs l'obligació de fer públic l'import de liquidació del contracte. Amb l'aprovació de la llei estatal 19/2013 de transparència, accés a la informació pública i bon govern i de la llei autonòmica catalana 19/2014, amb el mateix nom, s'estableix clarament l'obligatorietat de fer pública la informació rellevant relativa a diferents aspectes del procés de contractació i, en concret, s'incorpora l'exigència de difondre públicament, entre altres, la informació sobre les modificacions contractuals, les pròrrogues i les licitacions anul·lades. Es constata, malgrat tot, que aquestes disposicions no han estat prou ambicioses ja que s'ha deixat de banda l'oportunitat i la necessitat d'apostar per la traçabilitat de la informació. Els diferents organismes encarregats de difondre les dades ho fan de forma aïllada i desconnectada. Així doncs, per consultar les dades d'un procés cal accedir a diferents plataformes i aquestes es limiten a mostrar les dades que li són requerides sense recollir la informació prèvia, molt necessàries per tenir una visió global de tot el procés. Cal remarcar, a més, el fet que en cap cas, s'exigeix la publicació del resultat de la liquidació del contracte, informació vital per conèixer quina ha estat la despesa final assumida. Si no és fàcil disposar de les dades, i a més, la més important no es fa pública, difícilment es pot tenir una imatge real del comportament de l'actuació. Davant d'aquesta realitat un pot tenir la impressió que tot i que la llei exalça en tot moment la transparència i la publicitat, la posada en pràctica d'aquestes premisses queda reduïda a un simple compliment, sense apostar, en cap cas, per una veritable transmissió d'informació d'utilitat.

La detecció i anàlisi de possibles sobre costos en l'execució d'obres, sempre hauria d'estar orientada a determinar quines causes han originat les desviacions econòmiques que sovint es produeixen durant l'execució de les obres públiques. Només amb una coneixença

completa i detallada dels aspectes econòmics relatius a la licitació, adjudicació, execució i liquidació d'una obra, és possible conèixer i analitzar les causes que han originat els sobre costos en les obres de contractació pública en el nostre país. L'estudi realitzat per Flyvbjerg, al qual es feia esment anteriorment, assenyalava que la causa principal de les desviacions en les obres estudiades de contractació pública va ser la subestimació de costos en la pressupostació del projecte amb la finalitat de facilitar-ne la seva aprovació. Altres treballs d'investigació també s'han centrat en analitzar les causes dels sobre costos. L'estudi realitzat per Frimpong (2003) analitzava les causes de sobre costos en la construcció de projectes de canalització d'aigües a Ghana, arribant a classificar fins a 27 causes diferents, però conclouent que cap d'elles destacava de manera important sobre les altres. Arditi (1985) analitzava 384 projectes de diferents regions del món arribant a la conclusió que l'increment de preus dels materials i la inflació eren l'origen de més del 45% dels sobre costos que havien presentat les obres estudiades. En tots els casos, es constata en la literatura consultada, una gran disparitat en la classificació de les causes que originen sobre costos en les obres (e.g. Salim, 2015; Ahiaga-Dagbui et al. 2014; o Mansfield et al. 1994).

Qualsevol estudi de causes de desviació econòmica fa recomanable la necessitat de disposar d'un sistema de classificació i ordenació amb la finalitat d'obtenir una imatge sinòptica dels resultats que permeti actuacions de rectificació i millora. En relació als sistemes de classificació de les desviacions pressupostàries, Ayala (2004) fa una aportació interessant disposant la classificació per nivells; en el primer nivell distingeix les modificacions segons siguin de caràcter quantitatiu (augment o disminució de la quantitat prevista d'unitats d'obra) o de caràcter qualitatiu (aparició de noves unitats d'obra degut a noves necessitats, canvis o a circumstàncies no previstes). Aquesta mateixa estructura és utilitzada per Chan et al. (2004). De l'estudi d'aquestes propostes surt el convenciment que la manera més convenient i efectiva per analitzar les causes de desviació econòmica de l'execució d'obres és classificar-les i estructurar-les en diferents nivells; des de les més genèriques a les més concretes, oferint la possibilitat que la informació sigui esgraonada, ordenada i fàcil d'analitzar per tal que els diferents agents que hagin de rebre aquesta informació, un cop tractada, els sigui útil i fàcil d'interpretar. No requereix del mateix nivell de detall sobre les causes que originen desviacions econòmiques en una obra, els responsables de gestionar el procés i de prendre mesures correctores (Direcció facultativa de l'obra, Project Manager), de la dels diferents responsables de l'Administració contractant a qui interessarà un nivell de detall més genèric que els permeti la possibilitat d'assignació de responsabilitats.

Altrament, durant els processos de gestió de l'obra és habitual i recomanable que l'equip responsable de portar a terme aquests treballs (direcció facultativa, *project o contractor manager*) emeti periòdicament informes sobre el desenvolupament de l'execució de l'obra. Aquests informes, convenientment estructurats, permeten recollir de manera ordenada la diferent informació que es genera durant el procés d'execució de l'obra (Bromberg, 1976). Els informes periòdics de desenvolupament contempnen aspectes tal com; dades de les empreses o industrials que han intervingut en la realització de treballs, actes d'obra o resum d'acords d'obra, grau d'acompliment de qualitats del projecte, disponibilitat de recursos emplaçats a obra, compliment de la planificació dels treballs programats, incidències en matèria de seguretat en el treball, informació sobre l'import dels treballs executats fins a la data, import dels treballs pendents d'executar, reportatges gràfics, etcètera, i en alguns casos, fins i tot, resultats i anàlisis de les desviacions econòmiques i de desviació de la planificació. La informació és tan extensa i diversa, que resulta aconsellable disposar d'un sistema

d'informació gerencial que tingui la capacitat de resumir els aspectes més importants sobre l'acompliment i l'avenç de l'execució del projecte de tal manera que amb poques pàgines es pugui tenir una idea fidel sobre l'estat de l'obra i sobre l'acompliment dels objectius principals. Hi ha diverses experiències i propostes sobre l'estructura i contingut d'aquests sistemes d'informació gerencial anomenats "quadres de comandament" que van dirigits als màxims responsables dels qui representen la propietat, per tal de conèixer els resultats de l'avenç i les tendències de futur. Els quadres de comandaments pretenen transmetre els resultats econòmics operacionals del procés d'execució amb qualitat, oportunitat, quantitat i rellevància, on la informació malgrat es presenta amb un caràcter molt resumit mostra una fidel imatge de què està passant i dibuixa un horitzó del que probablement pot acabar passant (Kam, 2016; Rodney, 2001).

La gestió del valor guanyat (EVM), que s'argumenta i s'exposa en termes generals en el PMBOK, i que té un desplegament específic pel sector de la construcció en el document "*Construction Extension to the PMBOK*" (2007), és una metodologia que combina mesures d'abast, cronograma i recursos per avaluar l'acompliment i avenç en l'execució d'un projecte. Aquesta tècnica d'avaluació i seguiment, ha estat àmpliament documentada en diversos treballs (e.g. Guo, 2016; Montes-Guerra, 2014; Fleming, 2005; Burke, 2003). Alguns investigadors s'han preocupat per introduir-hi millores (e.g. Grau, 2015; Moslemi, 2011; Vandevoorde, 2006; Lipke, 2009), i d'altres s'han centrat en analitzar la implementació de la tècnica de l'EVM en diferents tipus d'organitzacions i projectes avaluant-ne el nivell de acceptació segons la fase en que s'aplica (Kim, 2003). Es constata que existeix una acceptació generalitzada sobre que la metodologia de l'EVM ajuda a estructurar els informes periòdics dirigits al client. Els informes periòdics basats en aquesta metodologia s'acostumen a estructurar en sis grans apartats: Informes de desenvolupament del treball, disponibilitat de recursos, cronograma, costos, informes de gestió del valor guanyat i gràfiques de treball realitzat i pendent de realitzar. Això es fa possible mitjançant els diversos sistemes de monitorització que s'utilitzen per la detecció de desviacions econòmiques i de rendiment de treball. Malgrat tot, la seva eficàcia és molt diversa i qüestionable com alguns autors assenyalen (e.g. Aliverdi, 2013; Al-jibouri, 2003).

Sens dubte, les representacions gràfiques són recursos de gran capacitat i d'ajuda per resumir i sintetitzar una gran quantitat d'informació i per mostrar tendències. Els gràfics, convenientment dissenyats, són capaços de contenir i oferir informació molt precisa, afegint que permeten entreveure el previsible futur comportament d'un procés. En molts casos, quan el sistema de representació gràfica es considera complementari, el quadre de comandament incorpora i s'acompanya de taules resum de dades econòmiques així com d'un conjunt d'indicadors, a manera de ratis, que complementen la informació. Molta d'aquesta informació ja ve fixada pels models de sortida que tenen establerts les diferents marques comercials de software de seguiment i control de costos que s'utilitzen en el sector de la construcció.

Per altra banda, el desenvolupament del sistema BIM (Building Information Modeling) com a sistema de gestió d'obres de construcció basat en un model tridimensional virtual relacionat amb bases de dades de ben segur pot aportar una millora substancial en la definició i redacció dels projectes públics d'edificació i obra civil i conseqüentment en la identificació, quantificació i valoració més acurada de les diferents operacions de treball i elements que implica l'execució del projecte. A la UE, la Directiva 2014/24/UE sobre contractació pública ja ha establert la necessitat d'implementar sistemes electrònics als

processos de contractació d'obres a partir de setembre de 2018. En aquest sentit, el desenvolupament d'implantació del sistema BIM a Europa està sent irregular. Al Regne Unit, per exemple ja, és obligatori que l'obra pública es desenvolupi en entorn BIM des del 2016. A Espanya, de moment es treballa a nivell de comitès d'associacions (Spanish Chapter de BuildingSmart o AENOR) per estudiar i per discutir la forma de fomentar la seva aplicació a les obres tant de caràcter públic com privat. A Catalunya, concretament, ja s'han iniciat experiències pilot en l'ús de BIM a projectes d'edificació per part de l'empresa pública Infraestructures.cat de la Generalitat de Catalunya. Durant la celebració de BIM European Summit el 2015, la Generalitat de Catalunya i l'Ajuntament de Barcelona varen signar una carta d'intencions per l'adopció del BIM que establí com a objectius, entre d'altres, que a partir del 2018 tots els equipaments i les infraestructures públiques d'obra nova i de pressupost superior a 2 milions d'euros s'elaboressin amb BIM en les seves fases de disseny i construcció. De ben segur que aquesta proposta millorarà la definició del projecte i facilitarà la seva execució, però és qüestionable que la implantació de BIM elimini les desviacions econòmiques en la seva totalitat, doncs les causes que originen desviacions en la liquidació de l'obra, segons la literatura consultada, no corresponen en la seva totalitat a indefinicions de projecte, pèrdua d'informació o manca de coordinació entre els diversos actors que participen en l'elaboració del projecte, com elements que minimitza la implementació correcta del BIM en el procés de redacció i d'elaboració de projectes.

Un aspecte rellevant de la problemàtica que tracta aquest estudi es basa en les característiques particulars que defineixen el procés de redacció del projecte, contractació i execució del contracta d'obra a Espanya, regulats àmpliament al marc legal de referència, el TRLCSP. Aquest model no és semblant al que utilitzen altres països del nostre entorn com França o Anglaterra que segueixen patrons diferents. Les principals característiques que identifiquen el model espanyol, i que són la base pel desenvolupament metodològic posterior que presenta aquest treball, queden explicades abastament en el apartat 1.2 d'aquest capítol. En el procés de contractació d'una obra pública a Espanya es poden identificar tres etapes, clarament diferenciades. En primer lloc, perquè es pugui porta a terme l'obra és necessari un projecte que la defineixi amb tot detall i precisió. Un cop situat l'objecte i abast de l'actuació l'Administració ha d'iniciar el procés de licitació que té per objecte l'adjudicació de l'encàrrec d'execució a aquella empresa que hagi presentat l'oferta més avantatjosa. Un cop adjudicada l'obra i formalitzat el contracte es dona pas a una de les etapes més importants i vitals, l'execució de l'obra. És, sens dubte, en aquest moment del procés quan sorgeixen els problemes i es posen de manifest les desviacions sobre el pla inicial previst, tan en termes econòmics, temporals com d'abats i qualitat.

Implementar un sistema de seguiment i control de costos durant la fase d'execució, permet disposar d'una informació valuosa que ha de fer possible assegurar que l'objectiu de cost es complirà, i que si no és així, permeti actuar amb suficient antelació per plantejar, si s'estima oportú, accions que puguin corregir, parcialment o totalment, les desviacions econòmiques que el sistema de control pugui evidenciar. Com a conseqüència d'això, un dels trets característics que hauria de proporcionar el sistema de control i seguiment de costos és la capacitat per identificar, avaluar, determinar l'origen i assignar responsabilitats sobre les causes de desviació econòmica que es produeixen durant el procés d'execució d'obra i, finalment, en la seva liquidació (Ribera, 2001). Si a més, el coneixement d'aquesta informació es pogués avançar en el temps o preveure amb més anticipació, les possibilitats de

rectificació o minimització de les conseqüències econòmiques de sobre costos i d'incompliment de termini que pateixen les obres es podrien veure enormement millorades.

Cal observar que la desviació econòmica s'estableix a una data determinada, generalment coincident en el moment de l'observació. S'accepta que aquest import pot canviar en el futur, doncs la informació o la realitat esdevinguda en un control posterior pot modificar els resultats anteriors fins arribar el moment del tancament i liquidació de l'operació en el qual aquests imports es converteixen en resultats definitius. És important distingir entre el valor intrínsec de la desviació econòmica que esdevé com un fet consumat (ja produïda) provinent del procés d'informació del control de costos, d'aquella que resulta de la quantificació eventual de tancament o finalització en atenció a la informació de que es disposa mentre s'executa l'obra. Per tant, sempre s'hauria de poder disposar de dos tipus de desviacions; les desviacions actuals de caràcter provisor i extreptes directament del sistema de seguiment i control de costos d'execució i les desviacions de tancament basades en pronòstics sobre l'horitzó de liquidació, si encara no s'ha arribat a la fi de l'obra. Les primeres ho seran respecte del resultat periòdic actuals en base al control de costos, i les segones ho seran respecte de l'import total de liquidació que es pugui pronosticar en aplicació de qualsevol de les diferents tècniques que han estat desenvolupades per diferents investigadors en els darrers anys tal com demostren, entre d'altres, els estudis de Bayram (2016), Batsellier (2015) i Narbaev (2013).

### **1.1 La comunicació i la publicitat de les dades en els contractes públics per mitjans electrònics.**

Un dels principis que ha de regir en tot procés de contractació en l'àmbit públic és la publicitat i la transparència, tal i com queda palès en l'article 1 del text refós de la llei de contractes del sector públic (TRLCSP), aprovat pel Reial decret legislatiu 3/2011, de 14 de novembre.

Tal i com ja s'ha posat de manifest anteriorment, si es vol aprofundir en les causes que provoquen les desviacions econòmiques en els contractes d'obres, es pertinent disposar del màxim d'informació de què ha succeït durant la seva fase d'execució .

Actualment l'accés a la informació relativa als contractes d'obres celebrats per entitats del sector públic és enrevessat. Les dades es publiquen en diferents entorns i això fa que l'accés a un expedient obligui a visitar diferents plataformes de difusió d'informació pública.

La creació de la plataforma de contractació de serveis de contractació pública ha propiciat un entorn proper als ciutadans per a la difusió de la informació referida al procés de licitació dels contractes. No seria agosarat apostar per aquesta eina com a mitjà d'emissió d'informació referida també a la fase d'execució. D'aquesta manera, l'accés a la informació sobre un procés de contractació seria complet i integrat en un mateix entorn.

La publicitat no només és una exigència aplicable a l'inici dels processos de contractació, sinó que ha de mantenir-se al llarg de totes les seves etapes, des de la fase de licitació fins a la fase de liquidació del contracte. Els ciutadans han de poder consultar la informació referida a qualsevol procés de contractació. Els mitjans de publicitat han de facilitar dades de com s'ha dut a terme el procés d'adjudicació i formalització del contracte, però també han de

permetre als ciutadans conèixer si s'han produït alteracions durant la seva execució i quin ha estat el resultat final de l'operació.

Fins fa poc, aquesta difusió electrònica és feia per mitja dels perfils dels contractants a través de la plataforma de contractació, però aquest portal només recull la informació del processos de licitació, tancant l'expedient en la formalització del contracte. Calia doncs arribar més lluny i difondre informació sobre l'avenç en l'execució del contracte, mostrant dades com ara possibles modificacions, anul·lacions... En aquests moments el registre públic de contractes conjuntament amb els portals de transparència són les fonts de consulta per aquest tipus de dades.

### **Anàlisi del marc legal de referència**

#### **- *Perfil del contractant***

Amb l'objecte de simplificar i facilitar als usuaris la localització de la informació sobre l'activitat contractual en l'àmbit autonòmic de Catalunya el Departament de la Vicepresidència i d'Economia i Hisenda de la Generalitat de Catalunya posa a disposició la Plataforma de serveis de contractació pública. Aquesta es configura com un portal únic global i integrat per a la difusió de la informació de l'activitat contractual dels diferents ens i organismes del sector públic català. Des de la plataforma es permet l'accés, entre altres, als perfils dels contractants dels diferents òrgans de contractació.

A través del perfil del contractant els operadors públics difonen la seva activitat contractual (des de la publicació de l'anunci de licitació fins a la publicació de la formalització del contracte) i faciliten les dades més rellevants dels procediments de contractació que duen a terme.

Segons l'article 53 del TRLCSP al perfil del contractant podrà incloure dades i informacions referents a l'activitat contractual de l'òrgan de contractació, i enumera de forma representativa i no restrictiva, els següents actes: anuncis d'informació prèvia, licitacions obertes, contractacions programades, contractes adjudicats i procediments anul·lats.

A l'article 334 del TRLCSP s'indica que la Junta Consultiva de Contractació Administrativa Estatal a través dels seus òrgans de recolzament, ha de posar a disposició de tots els òrgans de contractació del sector públic una plataforma electrònica que permeti donar publicitat a través d'Internet a les convocatòries de licitacions y els seus resultats. A més, estableix que tots els perfils dels contractants del diferents òrgans de contractació han d'estar integrats en aquesta plataforma. Aplicant el mateix esquema, les comunitats autònomes podran disposar d'un sistema semblant, però amb la necessària i obligatòria connexió a la Plataforma de Contractació Estatal.

#### **- *El registre públic de contractes***

Segons l'article 29 del TRLCSP, quan es tracti de contractes d'obres amb un import superior a 600.000 euros haurà de remetre's al Tribunal de Comptes o òrgan extern de fiscalització de la Comunitat Autònoma una còpia certificada del contracte formalitzat conjuntament amb un extracte de l'expedient que en derivi. Així mateix, en el supòsit que aquests contractes pateixin modificacions, pròrrogues, variacions de preus i de l'import final, entre altres, caldrà també notificar-ho al mateix organisme.

A Catalunya l'organisme encarregat d'aquesta funció fiscalitzadora és la Sindicatura de Comptes, mentre que a Espanya queda delegada aquesta funció al Tribunal de Comptes.

Amb l'objecte de disposar de dades estadístiques, a l'article 30 del TRLCSP, es disposa l'obligació de remetre a la Junta Consultiva de Contractació Administrativa de l'Estat la informació sobre aquells contractes que reglamentàriament es determini. Igualment exigeix la transmissió de la informació referida a modificacions, pròrrogues o variacions de termini, variacions de preus, import final dels contractes i nul·litat i extinció normal o anormal dels contractes

Reconeix aquest mateix article la possibilitat que les Comunitats Autònomes disposin d'un registre de contractes, com és el cas de Catalunya, permeten la remissió d'aquestes dades cap aquests. Tanmateix, en aquest casos, és obligatòria la transmissió d'informació i connexió entre Registres.

Com és evident, els dos articles del TRLCSP fan referència tan sols a l'obligació de remissió d'informació per a efectes estadístics i de fiscalització interna, per tant, tot i que l'Administració disposa d'aquestes dades, en cap cas se li requereix que les faci públiques.

Posteriorment, amb l'aprovació de la Llei 19/2013, de 9 de desembre, de transparència, accés a la informació pública i bon govern, s'explicita l'obligació de fer pública la següent informació en relació als contractes celebrats per les Administracions públiques, entre altres organismes del sector públic: objecte del contracte, la durada del contracte, l'import de licitació, l'import d'adjudicació, el procediment utilitzat per a la seva formalització, els instruments utilitzats per a la seva formalització, nombre de licitadors participats en el procediment, identitat de l'adjudicatari, modificacions del contracte i desistiments i renunciacions.

Ahora estableix l'obligació de publicar dades estadístiques en relació als tipus de procediments utilitzats.

En atenció a la disposició anterior a l'any 2014 la Generalitat de Catalunya aprova la Llei 19/2014, del 29 de desembre, de transparència, accés a la informació pública i bon govern. Al seu article 13 s'estableix l'exigència que en la informació pública dels contractes s'incloguin les següents dades:

- Denominació exacta de l'òrgan de contractació, així com del seu telèfon i les adreces postals i electròniques.
- Informació sobre les licitacions en tràmit, en concret, tipus de contracte, el seu objecte, el contingut econòmic, els plecs de clàusules administratives i les condicions d'execució.
- Informació sobre els contractes subscrites, en concret, objecte del contracte, import de licitació i adjudicació, procediment utilitzat en la contractació, identitat de l'adjudicatari, la durada, el nombre de licitadors participants, els criteris d'adjudicació, el quadre comparatiu d'ofertes i les puntuacions respectives, i també els acords i informes tècnics del procés de contractació.
- Informació sobre les modificacions contractuals, les pròrrogues dels contractes, les licitacions anul·lades i les resolucions anticipades.
- Dades del registre públic de contractes i del registre oficial de licitadors i empreses classificades.
- Els acords i criteris interpretatius dels òrgans consultius de contractació.

Aquesta llei catalana, afegeix l'obligació de publicar, el quadre comparatiu d'ofertes i les puntuacions respectives i també els acords i informes tècnics del procés de licitació. Si es revisa el contingut actual de la informació publicada al perfil del contractant d'una obra qualsevol es pot veure com a l'apartat de documentació s'incorporen els apartats específics per poder adjuntar aquesta informació.

Pel que fa a les dades relatives a l'execució del contracte, la llei catalana, es limita a recollir la mateixa exigència imposada a la llei espanyola, és a dir, obliga a fer públiques les modificacions contractuals, les pròrrogues i les licitacions anul·lades i les anticipades. Tampoc imposa la publicació de l'import de liquidació.

En conclusió, tal i com es pot escatir de l'exposat, ni la llei espanyola ni la catalana, exigeixen la publicació de l'import de liquidació dels contractes. I tot i que és obligatori remetre al Tribunal de Comptes i a la Junta Consultiva l'import de liquidació del contracte, en cap cas s'estableix l'obligació de fer pública aquesta dada a través dels mitjans electrònics de comunicació i publicitat oficials.

### **Mitjans electrònics de difusió de l'activitat contractual a Catalunya**

A Catalunya es disposa dels següents mitjans a través dels quals es pot accedir a informació sobre l'activitat contractual dels diferents ens, entitats i organismes del sector públic:

- **CONTRACTACIÓ PÚBLICA** del Departament de Vicepresidència i d'Economia i Hisenda. Des d'aquesta pàgina web es pot accedir a dos dels portals que contenen informació pública dels processos de contractació:

- A. Junta consultiva (A). Des d'aquí s'accedeix al **Registre Públic de contractes**

L'accés a aquest registre és lliure i no requereix cap tipus d'identificació prèvia. A través d'un buscador és possible filtrar quins contractes es volen revisar i quina informació es pretén que es mostri. Els resultats presentats es poden obrir en un full Excel.

El portal ens mostra informació relativa a contractes celebrats, contractes modificats, contractes prorrogats i contractes amb resolució anticipada.

Tal i com es mostra a la Figura 1 pel que fa a les modificacions contractuals el registre permet visualitzar quin és el seu import, el nom de l'adjudicatari i la data d'adjudicació. Les dades mostrades són limitades a la pròpia modificació. No es facilita informació enllaçada, per tant, cal accedir a una nova consulta per conèixer quin va ser l'import adjudicat. I a més, en cap cas, es publica l'import de liquidació.



Inici > Cercador del Registre públic de contractació

## Resultats de la cerca

### Llista de contractes

S'han trobat 1 resultats

Organisme contractant	Codi Expedient	Tipus de contracte	Procediment	Descripció del contracte	Import Adjudicació	Nom Adjudicatari	Data Adjudicació
Ajuntament de Banyoles	2016.1396	OBRES	Obert	Obres del Projecte per la construcció de la Seu de la Policia Local de Banyoles.	53.940,30 €	MICALÓ-RAMIÓ, SLU	12/12/2016

Figura 1 - Captura de la informació facilitada al Registre públic de contractes en relació a la modificació d'un contracte d'obra

- B. **Plataforma de contractació de serveis de contractació pública (B).** El contingut d'aquesta plataforma es publica també a la Plataforma de Contractació del Sector Públic Estatal mitjançant un sistema d'agregació de la informació. L'accés és obert a qualsevol usuari interessat.

A través de la plataforma de contractació és possible accedir al perfil del contractant de tots els ens promotors que configuren el sector públic.

L'article 53 del TRLCSP, configura el perfil del contractant com a instrument de transparència i accés públic a l'activitat contractual dels òrgans de contractació del sector públic. De forma preceptiva, el perfil del contractant recull la informació relativa a la licitació, adjudicació i formalització dels contractes.

## - PORTALS DE TRANSPARÈNCIA

### • Portal de transparència de Catalunya

Aquest portal té com objecte principal garantir la transparència i l'accés de la ciutadania a la informació pública. Des d'ell és possible accedir a la web específica de transparència dels diferents actors promotors del sector públic a Catalunya. Així doncs, els diferents ens i organismes poden disposar dels seus propis portals de transparència, però l'accés al seu contingut també s'ha de facilitar a través d'aquest portal col·lector.

Des de l'entrada en vigor de la Llei 19/2014, de 29 de desembre, de transparència, accés a la informació pública i bon govern, aquest portal de transparència esdevé l'instrument per donar compliment i efectivitat a les obligacions de transparència establertes a la Llei i per facilitar a la ciutadania la consulta d'informació.

Aquest portal és una plataforma electrònica de publicitat activa que permet l'accés a tota la informació disponible a través dels enllaços a les seues electròniques dels ens i organismes que en formen part.

D'acord amb la Llei, el portal de la transparència és organitzat i gestionat per l'administració de la Generalitat de Catalunya.



Figura 2 – Captura informació publicada al portal de transparència de Catalunya.

- **Portal de transparència del Departament d’Afers i Relacions Institucionals i Exteriors i Transparència.** La informació continguda en aquest bloc són dades reunides i ordenades temàticament, recollides en diferents fulles d’Excel. Compila únicament informació de l’activitat contractual de la Generalitat de Catalunya. A aquesta pàgina s’hi pot accedir també des del portal de transparència de Catalunya.

Al Portal de transparència de la Generalitat de Catalunya les dades recollides sobre l’activitat contractual s’agrupen en 10 apartats temàtics diferents:

1. Adjudicacions contractuals de la plataforma de serveis de contractació pública
2. Adjudicacions de contractes de major import econòmic
3. Contractació menor. Llista detallada i resum anual.
4. Contractació programada
5. Llista de contractes i quantia adjudicada als principals adjudicataris
6. Volum pressupostari contractat pels diversos adjudicataris. Adjudicacions i contractes menors
7. **Modificacions contractuals**
8. Relació d’empreses adjudicatàries de les principals obres públiques
9. Llista d’empreses adjudicatàries i participants en les licitacions d’obres públiques
10. Contractes d’obres: complementaris, pròrrogues i modificacions

### **Modificacions contractuals**

En aquesta secció es mostren les dades referides a les modificacions de contracte, ja sigui amb una variació a l’alça de l’import adjudicat, a la baixa o bé sense variació en l’import.

La informació es lliure en fulles d’Excel amb un recull anual. Els camps que presenta el full Excel són els següents: òrgan de contractació, data d’adjudicació del contracte,

data d'aprovació de la modificació, descripció del contracte, import sense IVA, tipus de contracte, procediment d'adjudicació del contracte, any d'execució del contracte, import modificació (IVA exclòs) i empresa adjudicatària

## 1.2 Principals característiques del sistema de contractació pública d'obres a Espanya.

El present estudi s'emplaça en l'àmbit de contractació d'obres del sector públic espanyol. Es per això, que en atenció a les particularitats que presenta el sistema legalment establert, es fa recomanable exposar els trets propis que l'identifiquen i que particularment el diferencien d'altres models de països del nostre entorn.

Aquests trets diferenciadors especials es podrien resumir en els següents punts:

### FASE PRÈVIA – PROJECTE

- **Projecte:** Document a través del qual es descriu amb tot detall i des de diferents perspectives l'obra que es pretén dur a terme. Generalment redactat i/o coordinat per un autor/s únic/s que es responsabilitza/en de tot el seu contingut. El projecte desenvolupat en el seu últim estadi (projecte d'execució) que s'utilitza per l'etapa de licitació estableix una valoració econòmica de màxims (import base de licitació - PBL) obtinguda i justificada necessàriament i obligatòriament per la següent documentació de caràcter econòmic, que esquematitzat en la Figura 3, consta de:
  - Un estat d'amidaments (EA) com a document que relaciona i quantifica les partides d'obra que són necessàries per executar de manera completa el projecte.
  - Un pressupost detallat com a document que valora l'estat d'amidaments a partir de l'aplicació de preus unitaris, a nivell de preu d'execució material (PEM), a totes i cadascuna de les partides d'obra contemplades en l'EA i un full resum de pressupost on s'indica a nivell de capítols l'import a PEM, l'import a preu de contracte (sense IVA) i l'import a preu de licitació (IVA inclòs). Per aconseguir l'import de contracte, a l'import PEM s'addiciona entre un 13 a un 17%<sup>1</sup> en concepte de Despeses Generals d'Empresa<sup>2</sup>, un 6% en concepte de Benefici Industrial i també l'IVA.
  - Una justificació dels preus, formada per:
    - Un llistat de preus unitaris a PEM amb indicació dels preus amb xifres i lletres (Quadre de preus nº 1).
    - Un llistat de preus decompostos a PEM (quadre de preus nº 2), acompanyat d'un llistat de preus simples a cost directe (CD) i d'un llistat de preus auxiliars també a CD.
    - Un programa mensual de desenvolupament dels treballs o pla d'obra de caràcter indicatiu, amb previsió, del temps i del cost.

<sup>1</sup> El percentatge és determina per part de cada Departament Ministerial o per cada Ens que inicia el procés de licitació.

<sup>2</sup> Costos no operatius definits com a costos relacionats amb les operacions administratives, financeres i comercials de l'empresa.

L'Administració pot optar per diferents alternatives per dur a terme la redacció del projecte. En el cas que l'entitat promotora disposi dels recursos necessaris, tant materials, humans com tècnics, podrà ella mateixa encarregar-se de la redacció del document. El més habitual, però, és que no es disposi d'aquests recursos i que l'Administració hagi de formalitzar un encàrrec extern a través d'un contracte de serveis per mitjà del qual es contracta la redacció del document projecte a un o varis professionals externs capacitats i amb competències reconegudes. En casos especials, es permet la realització d'un contracte mixta de serveis i obra, de manera que serà el mateix adjudicatari de l'obra qui farà front a la redacció del projecte. La contractació conjunta, és un excepció i només es reconeix per casos concrets, específicament enumerats a l'article 124 del TRLCSP.

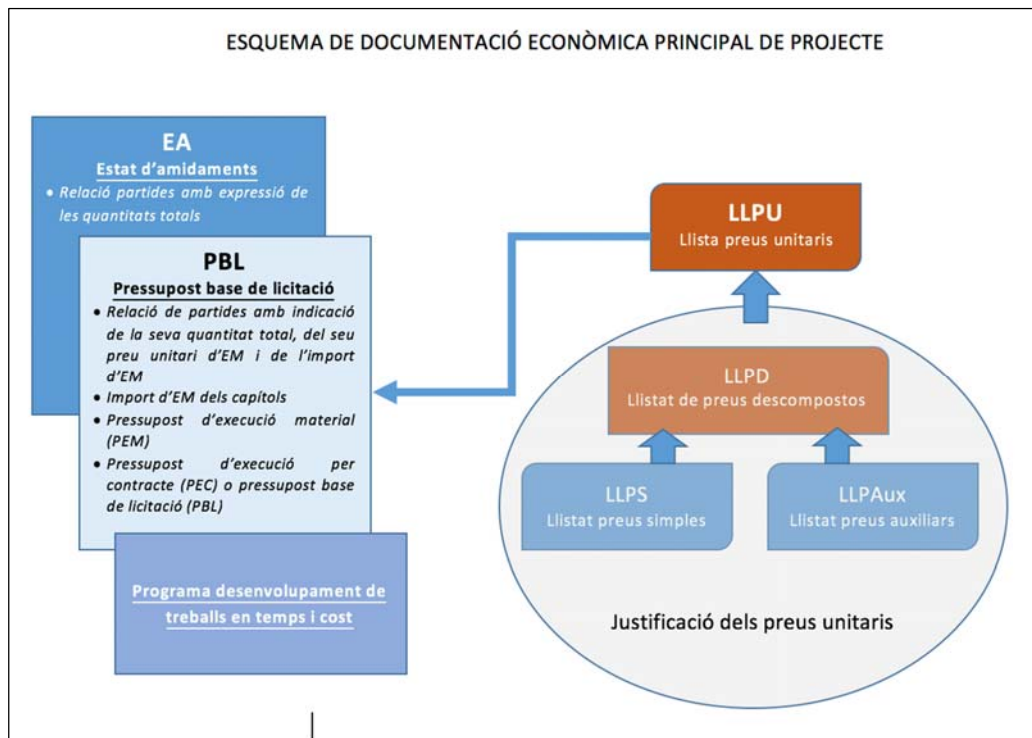


Figura 3 - Esquema de la documentació econòmica que ha de contenir el projecte d'execució d'una obra sotmesa a la Llei de contractes del sector públic.

## FASE DE LICITACIÓ – ADJUDICACIÓ DEL CONTRACTE

- Procediment i tràmit de licitació d'obra: Procediment i tràmit de licitació formulat per l'entitat del sector públic de convocatòria i publicitat pel qual es dona a conèixer una necessitat concreta que té l'Administració per executar una obra subjecte a un projecte prèviament aprovat i que es caracteritza pels següents aspectes:
  - Tipus de procés de licitació: El tipus de procés de licitació més utilitzat en els contractes d'obra de pressupost base de licitació superior a 200.000 euros ha estat l'obert, en el qual tot empresari que reuneix les condicions exigibles pot presentar una proposició per optar a l'adjudicació del contracte. És habitual que el procés de licitació del contracte d'obra es faci de tot el projecte. No hi ha costum en el nostre

país de “paquetitzar” o fraccionar el contracte en atenció a les especificitats, fases del projecte o lots de contractació (fonamentació i estructura, ram de paleta, impermeabilitzacions, aïllaments, instal·lacions de diversos tipus, etcètera), com es fa en altres països. Fins fa poc el marc legal de regulació de la contractació pública a Espanya impedia, en la majoria dels casos, la contractació de l’obra per lots, ja que la fragmentació o divisió de l’objecte del contracte quedava limitada a les restriccions establertes a l’article 86 del TRLCSP.

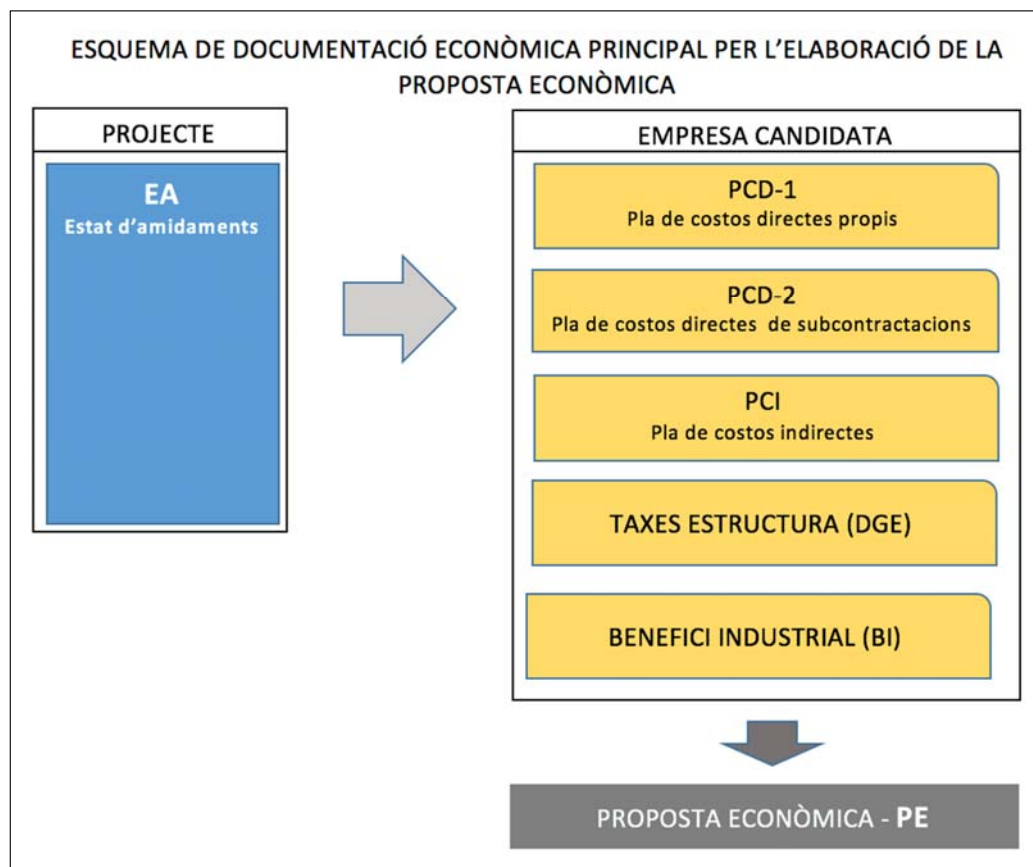
En aquests moments, la Directiva 2014/24/UE, del Parlament Europeu i del Consell, ha introduït un canvi substancial en la noció del fraccionament dels contractes a l’establir com a regla general la divisió dels contractes públics en lots. A més a més, a Catalunya, el Decret Llei 3/2016, de mesures urgents en matèria de contractació pública, dedica un article específic per parlar de la divisió del contracte en lots, i prescriu com obligatòria la fragmentació de l’objecte del contracte, amb l’objectiu de propiciar l’accés de les petites i mitjanes empreses a la contractació pública. Així doncs, s’està davant d’un moment de canvi substancial que caldrà veure com afronten els òrgans de contractació. Sens dubte, la contractació per lots obligarà a l’entitat contractant a esmerçar esforços per coordinar les actuacions i gestionar tot el procés.

- Tipus de tramitació de l’expedient: Habitualment és el de tramitació ordinària, que es caracteritza principalment perquè els terminis són els normals que estableix la llei, sense reducció.
- Criteri de valoració de les ofertes: Pauta que segueix l’Administració per valorar i seleccionar la proposició més avantatjosa. Quan s’utilitza un únic criteri forçosament és el preu més baix, a excepció de que l’oferta pugui ser considerada de desproporcionada o anormal. Quan s’utilitzen diversos criteris han d’estar directament vinculats a l’objecte del contracte, com ara la qualitat, el preu, el termini d’execució, etcètera i han de procurar ser valorables de la manera més objectiva possible, malgrat a vegades es puguin incorporar criteris subjectius.
- Participació dels candidats o licitadors - Preparació de les proposicions econòmiques: És la fase en la que cada una de les empreses interessades en participar en la licitació pública calcula el valor global pel qual està disposada a executar l’obra tal com queda definida en el projecte i en les determinacions del Plec de clàusules administratives particulars (PCAP), i que queda reflectit finalment en la seva proposició econòmica.

Les estratègies per elaborar i definir aquest import són molt dispars i variades, però sempre s’estableixen sobre la base de calcular els costos directes (CD) propis de les operacions que estan descrites i quantificades en l’estat d’amidaments del projecte d’execució, ja siguin per treballs que hauran de ser executats directament pel seu personal o per treballs o partides d’obra que total o parcialment seran realitzats per empreses subcontractades. A aquest import s’hi afegeix la valoració dels costos indirectes (CI) que l’empresa considera que haurà de suportar alhora d’executar l’obra i que, o bé no estan pròpiament identificades en l’EA del projecte base de la licitació com a partides o bé no han estat valorades com a factors portadors de cost en la valoració de les operacions a CD descrites en l’estat d’amidaments del projecte que ha estudiat l’empresa.

Generalment les empreses constructores valoren el costos indirectes d'obra agrupant-los en cinc grans apartats; costos d'estructura, despeses d'inici d'obra, despeses de final d'obra, despeses d'amortització d'immobilitzat i costos de finançament.

Aquest procés s'acaba afegint a la suma acumulada dels càlculs anteriors (CD+CI) la part proporcional de despeses generals d'empresa (DGE), també anomenades taxes d'estructura i el benefici industrial que espera obtenir de l'operació. Les bases d'aplicació pel càlcul intern d'aquests dos conceptes (DGE i BI) no sempre coincideixen amb el procés que estableix la Llei de Contractes del Sector Públic pel càlcul del pressupost base de licitació (sense IVA) sinó que les determina l'empresa en atenció a com l'hi arriba i tracta la seva informació econòmica-comptable (compte d'exploració i balanç de situació) i a com té establerts els seus objectius de negoci (sobre la totalitat de costos, sobre el volum de facturació, etcètera).



*Figura 4 - Procediment general que segueix l'empresa licitadora per establir la seva millor proposició econòmica*

És molt important recalcar que tot aquest procés detallat de valoració conclou amb la presentació d'una proposició econòmica que només reflecteix l'import global pel qual l'empresa està disposada a fer l'obra, el tipus i l'import de l'IVA aplicat i la suma total de les dos quantitats anteriors. L'esquema general del procediment que segueix l'empresa licitadora per establir la seva millor proposició econòmica és el que s'ha representat en la Figura 4.

- Tancament de la licitació per part de l'Administració - Adjudicació i contractació: Procés pel qual l'administració contractant determina l'empresa millor posicionada, que complint tots els requisits és seleccionada i, d'acord amb el Plec de clàusules administratives particulars, serà contractada per executar les obres. En aquest apartat hi ha dos aspectes essencials a remarcar; els preus unitaris d'abonament de les partides d'obra i el tipus de contractació emprat.

Pel que fa al primer d'ells –el preu unitari d'abonament de les partides d'obra-, serà l'import que indica el quadre de preus unitaris del projecte, augmentat amb els marges de DGE i BI que fixa l'Administració contractant i que ha aplicat el projecte i, disminuït el resultat amb el coeficient d'adjudicació resultant de dividir l'import d'adjudicació (import de la proposició econòmica seleccionada) per l'import del pressupost base de licitació del projecte (PBL ). És a dir, que la valoració dels treballs pel seu posterior abonament a l'empresa adjudicatària es fa amb total independència dels imports unitaris en que l'empresa ha valorat cadascun dels treballs que ha d'executar i que l'hi han servit de base per establir la seva proposició econòmica.

Pel que fa al segon aspecte essencial – el tipus de contractació emprat-, indicar que en una majoria de casos es fa sota la modalitat de preus unitaris tancats. És a dir, preus unitaris fixes i producció oberta, amb independència inicialment de les quantitats que figurin en l'estat d'amidaments. Aquest sistema implica que tot allò no considerat en el projecte, les seves modificacions, addicions i qüestions no previstes, inclús la variació de les quantitats previstes en el projecte, són a càrrec de l'Administració contractant amb les limitacions que estableix el marc legal específic vigent. el TRLCSP i el seu reglament.

## **FASE D'EXECUCIÓ**

- Acreditació i abonament de l'execució de l'obra: És el procés pel qual la Direcció Facultativa quantifica, valora, acredita i certifica periòdicament, generalment cada mes, l'import dels treballs executats a obra i en correspondència l'import a abonar a l'empresa adjudicatària. Aquest procés té diversos elements importants a considerar; les relacions valorades i la certificació d'obra.

La relació valorada és el document, generalment de format lliure, que quantifica i avalua l'obra executada i acceptada, des de l'inici d'obra fins un moment concret, i que es confecciona a partir de l'amidament de les unitats d'obra executades i dels preus unitaris d'execució material del projecte. Un cop sumats els imports d'execució material de totes les partides executades , es formalitza un full de resum final de pressupost on s'indica l'import a preu d'execució material a nivell de capítols i subcapítols de projecte i que a continuació recull la imputació de les despeses generals d'estructura (DGE i BI) i on es corregeix el resultat últim amb l'aplicació del coeficient d'adjudicació obtingut a partir de la relació entre l'import d'adjudicació i el pressupost base licitació. Finalment, per tal d'obtenir l'import a certificar del període avaluat es dedueix de l'import acumulat anterior el parcial acumulat del mes anterior. Tal com s'ha dit, el seu format acostuma a ser lliure i es presenta sota diferents models que alhora moltes vegades s'utilitzen per vigilar i controlar directament el compliment de cost de l'obra.

En el document que conforma la relació valorada es poden diferenciar principalment dues seccions; la primera que reflexa el detall valorat de tots i cadascun dels treballs que

s'han executat (Figura 5) i, la segona que resumeix a nivell de capítols la informació valorada de tota l'obra (Figura 6) i que addiciona i dedueix els marges i percentatges corresponents per calcular l'import de la certificació.

Generalment es presenta en dos formats diferents, el representat en les Figura 5 i Figura 6 que recull només l'import dels treballs executats i acceptats a obra i, el segon, més complet, representat en les Figura 7 i Figura 8 que a més de recollir la informació de l'anterior model, afegeix els imports totals del pressupost de projecte per facilitar-ne la vigilància i el control. Sens dubte, la segona opció és millor.

Referència de l'obra: Relació Valorada a l'origen nº ___ (maig / 2017)					Pàg. 1 de ___
			<b>EXECUTAT</b>		
Codi	Descripció	Quantitat	Preu/u	Import	
<b>CAPÍTOL N – ESTRUCTURA DE FORMIGÓ</b>					
N0010	M <sup>2</sup> .....				
N0020	M <sup>2</sup> .....				

Figura 5 – Esquema de l'estructura de la relació valorada d'obra amb detall de partides executades

Referència de l'obra: Relació Valorada a l'origen nº ___ (maig / 2017)			Pàg. N de ___
<b>RESUM DE LA RELACIÓ VALORADA</b>			
Nº CAP.	NOM CAPÍTOL	IMPORT EXECUTAT	
1	Moviment de terres		
2	Fonamentació		
3	Estructura		
n	Gestió de Residus		
= TOTAL EXECUCIÓ MATERIAL + 13% DGE + 6% BI = SUMA CEM + DG + BI - BAIXA D'ADJUDICACIÓ - IMPORT CERTIFICAT ANTERIORMENT = TOTAL + ___ % IVA = TOTAL CERTIFICACIÓ			

Figura 6 – Esquema de l'estructura de la relació valorada d'obra de resum dels imports dels capítols d'obra executats.



Referència de l'obra: Relació Valorada a l'origen nº __ (maig / 2017)		Pàg. 1 de __					
		PROJECTE			EXECUTAT		
Codi	Descripció	Quantitat	Preu/u	Import	Quantitat	Preu/u	Import
<b>CAPÍTOL N – ESTRUCTURA DE FORMIGÓ</b>							
N0010	M² .....						
N0020	M² .....						

Figura 7 – Esquema de l'estructura de la relació valorada d'obra amb detall de partides que figuren en el projecte i de les executades.

Referència de l'obra: Relació Valorada a l'origen nº __ (maig / 2017)		Pàg. N de __	
<b>RESUM DE LA RELACIÓ VALORADA</b>			
Nº CAP.	NOM CAPÍTOL	PROJECTE	IMPORT EXECUTAT
1	Moviment de terres		
2	Fonamentació		
3	Estructura		
...	.....		
...	.....		
...	.....		
n	Gestió de Residus		
	= TOTAL EXECUCIÓ MATERIAL		
	+ 13% DGE		
	+ 6% BI		
	= SUMA CEM + DG + BI		
	- BAIXA D'ADJUDICACIÓ		
	- IMPORT CERTIFICAT ANTERIORMENT		
	= TOTAL (sense IVA)		
	+ __ % IVA		
	= TOTAL / TOTAL CERTIFICACIÓ (IVA inclòs)		

Figura 8 – Esquema de l'estructura de la relació valorada d'obra de resum dels imports dels capítols del projecte i dels executats fins aquest moment.

Totes les situacions en les quals la producció d'obra no és coincident totalment amb el projecte han de quedar catalogades en la relació valorada com a “modificacions quantitatives” o com a “modificacions qualitatives”. Les primeres, es refereixen a alteracions en el volum de producció o a la supressió de partides respecte el que estava previst en el projecte sempre i quan no impliquin de forma acumulada una variació d'import major o igual al 10% de l'import d'adjudicació inicial del contracte. Les segones, reconegudes sota el terme de “preus contradictoris”, són degudes fonamentalment a la necessitat d'incorporar noves unitats d'obra al projecte primitiu per raó d'imprevistos, errors de projecte o per la modificació en la forma d'executar-les. L'aparició de “preus contradictoris” implica sempre introduir una modificació de contracte i poden ser aprovades sempre i quan es compleixin els límits legalment regulats per cada tipus de modificació. Circumstancialment, si ho preveu el PCAP, la relació valorada també pot recollir abonaments a compte i revisions de preus.

Actualment a Catalunya coexisteixen diferents marcs legals de referència que regulen els aspectes relatius a les modificacions contractuals. En primer lloc, la Directiva 2014/24/UE, del Parlament Europeu i del Consell sobre contractació pública ha definit,

en el seu article 72, un nou marc en la regulació de les modificacions. A nivell estatal, un nou text de la Llei de contractes del sector públic està en procés de tràmit legal per aconseguir la seva aprovació. A través d'aquesta Llei el govern espanyol compleix, fora de termini, l'obligació de transposar a l'ordenament jurídic estatal la Directiva europea anterior. Segons la jurisprudència del Tribunal de Justícia de la Unió Europea, mentre aquest nou text no estigui en vigor, les directives que no han estat transposades dins del termini corresponent són d'aplicació directa si les seves disposicions tenen un contingut incondicional i són prou clares i precises. Davant de la inseguretats que aquesta circumstància genera el govern de Catalunya, va aprovar el 2016 un Decret Llei de mesures urgents en matèria de contractació pública. En concret, al seu article 9 regula una nova causa de modificació del contracte, tradicionalment contemplada com un nou contracte, i que ara passa a ser una un supòsit de modificació, es tracta de les prestacions addicionals.

La certificació d'obra ordinària és el document, de format reglamentat, pel qual la direcció facultativa (DF) dona fe i acredita l'import que l'Administració ha de pagar per l'obra executada en cada període segons la valoració expressada en la corresponent relació valorada. Segons la legislació vigent, existeixen altres tipus de certificacions d'obra a part de l'ordinària, com són; la certificació d'obra anticipada, la certificació d'obra final i la certificació d'obra de liquidació. El seu format, reproduït en la Figura 9, està fixat mitjançant l'annex XI del RD 1098 d'aprovació del Reglament general de la Llei de Contractes de les Administracions Públiques i sovint recull adaptacions particulars de cada administració contractant.

**ANNEX XI**  
**Certificació ordinària, anticipada o final**

Ministeri de (1) Servei (3)	Crèdit pressupostari (2)
Designació de les obres (4)	Dates de: (9) Licitació: Començament: Acabament:
Clau (5)	
Programa pressupostari (6)	Coeficient d'adjudicació: (12) Fórmula(es) tipus de revisió: (13)
Adjudicatari: (10) NIF (11)	
CONCEPTE	TOTAL
	(14) (15)
Pressupost vigent líquid	
Import acreditat en certificacions anteriors	
	Total (a) (16)
Obra executada durant el període a què correspon la certificació	Que no s'acredita (b) (17)
Import líquid que s'acredita en aquesta certificació	Obra executada i que s'acredita en aquesta certificació (a) – (b)
	Obra executada anteriorment (18)
	Revisió de preus (det. a part) (19)
	Abonaments o bestretes a compte no revisables (det. a part) (20)
	Abonaments o bestretes a compte revisables (det. a part) (21)
	Deducció (det. a part)
	Total

EL DIRECTOR de les obres Sr. (22) .....

CERTIFICO:

1r Que l'import de les obres executades en el període a què correspon aquesta certificació puja a la quantitat de .....

2n Que l'import que s'acredita a l'adjudicatari puja a la quantitat de .....

3r Que es compleixen, si s'escau, els requisits que preveuen l'article 103 de la Llei de contractes de les administracions públiques i el plec de clàusules administratives particulars del contracte.

.....de/d'..... de 20.....

EL DIRECTOR DE LES OBRES

CONFORME

EL ..... (23).....

.....de/d'..... de 20.....

Figura 9 – Model de certificació ordinària, anticipada o final que estableix el RD 1098/2001 pel qual s'aprova el Reglament general de la Llei de contractes de les administracions públiques.

L'esquema processal de conjunt que s'hauria de seguir en l'elaboració de les relacions valorades d'obra i en l'emissió de la corresponent certificació ordinària d'obra és el que queda representat en la Figura 10.

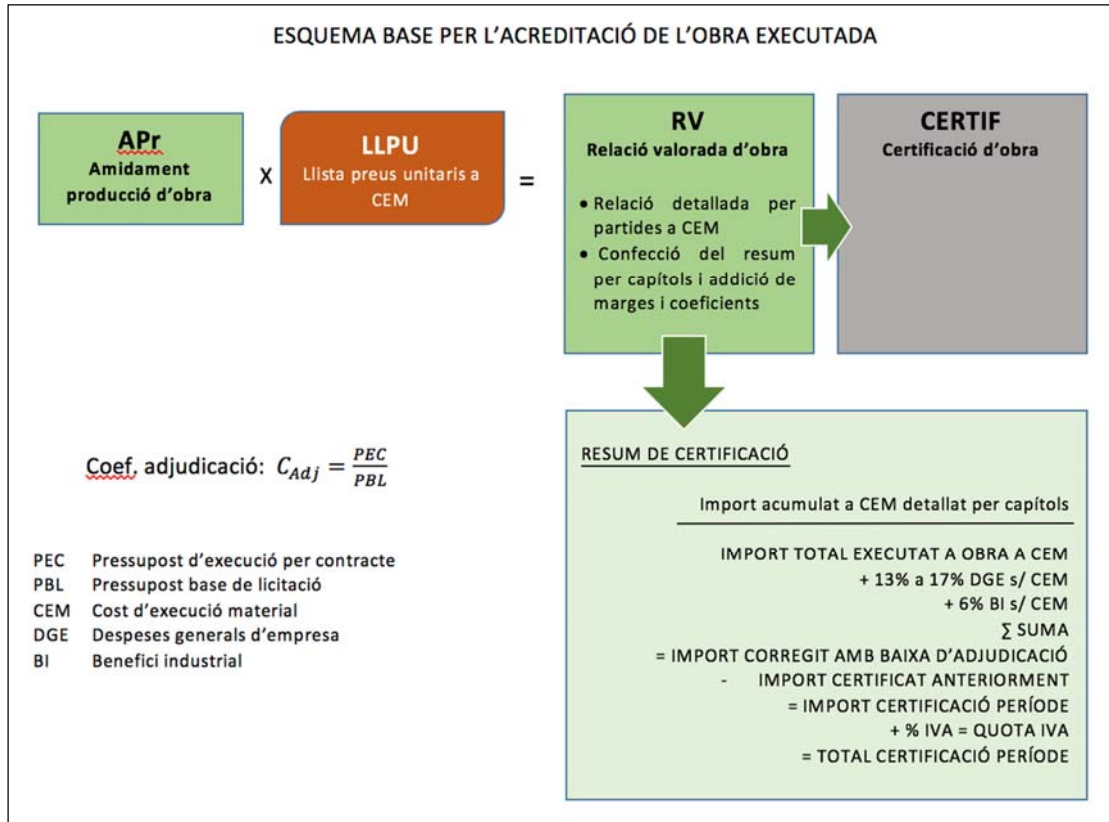


Figura 10 – Esquema processal de l'elaboració de la relació valorada i de l'emissió de la certificació d'obra ordinària corresponent.

### 1.3 Tècnica bàsica de seguiment i control de costos de certificacions d'obra

En realitat, dins l'àmbit de contractació pública, s'hauria de denominar control de relacions valorades, doncs aquest és el document que detalla i especifica les quantitats produïdes i acceptades per la DF de l'obra i valora l'import de l'obra executada d'acord amb el pressupost del projecte i el pressupost adjudicat.

Fonamentalment coexisteixen dos grans models de control i seguiment de costos en obra pública adreçats a l'Administració contractant; els basats en el propi document d'emissió de la relació valorada de l'obra executada tal com s'ha vist en l'apartat anterior i, l'aportat per programes informàtics de pressupostació i emissió de certificacions i el seu seguiment. En el primer cas, les estructures dels models acostumen a representar la informació del pressupost detallat i resumit del projecte i la informació detallada i resumida de la producció acceptada a origen, tal com quedava representat en les Figura 7 i Figura 8. El procés de control consisteix fonamentalment en comparar els imports de projecte amb els imports executats a preus de projecte, sense baixa d'adjudicació. En el segon cas, els models proposats pels programes informàtics de més utilització a Catalunya (TCQ2000, Presto i Arquímedes), segueixen bàsicament la mateixa estructura, si bé en alguns casos amplien la informació econòmica indicant també; l'import de la producció de l'últim període, l'import de producció pendent d'executar a la finalització de l'obra, la desviació actual i, en alguns casos, fins i tot l'estimació de la desviació final, encara que en aquest últim cas no s'explica quin mètode s'utilitza per establir la previsió a la finalització de l'obra tal com es pot observar en les captures de pantalla

de les Figura 11, Figura 12 i Figura 13. Molts d'aquests programes a més permeten l'exportació de dades a fulles de càlcul per facilitar una presentació més clara i ordenada de resultats i la seva integració en el informes periòdics i en l'elaboració de quadres de comandament, dels quals es parlava en la primera part de la Introducció.

tcq-seguimineto-economico

Seguimiento: 001 - PROYECTO EJECUTIVO

Certif N°: 2 Fecha: 30/11/14 Inicio: 01/11/14 Cierre: 30/11/14 Estado: ABIERTO Tipo: Origen

	Código	Presupuesto	Cert.mensual	Cert."A origen"	Desv. actual	Desv. final	Estimación final
Obra	01	1.578.819,70	12.299,55	155.550,97	4.840,00	6.509,59	1.585.329,29
CAPITOL	01	381.794,61	12.299,55	155.550,97	4.840,00	6.509,59	388.304,20
NIVELL 3	02	115.708,45	12.299,55	105.381,69	4.840,00	6.509,59	122.218,04
NIVELL 4	02	24.998,21	12.299,55	24.798,66	4.840,00	6.509,59	31.507,80

00 00

- 01 ESTRUCTURAS
  - 01 CIMENTACION
  - 02 MUROS PANTALLA
    - 01 PERFORACIÓN Y HORMIGONADO DE PANTALLAS
    - 02 ARMADURAS PARA PANTALLAS
    - 03 ELEMENTOS AUXILIARES PARA PANTALLAS
    - 04 VIGA DE CORONACION

Nº	Código	U.M	Descripción	Precio	Medic. pres.	Importe pres.	Medic. cert. "mensual"	Medic. cert "A origen"	Importe cert. "mensual"	Importe C origen
1	E3GZ1000	u	Desplazamiento,	4.840,00	1,000	4.840,00	1,500	2,000	7.260,00	
2	E3GZA400	m	Derribo de	37,18	77,000	2.862,86	19,250	57,750	715,72	
3	E3GZKGD8	m	Doble murete	147,55	77,000	11.361,35	19,250	57,750	2.840,34	
4	E3GZB500	M2	Repicado,	4,83	300,000	1.449,00	75,000	225,000	362,25	
5	E3GZC550	UD	Suministro y	1.495,00	3,000	4.485,00	0,750	2,250	1.121,25	
6										

Detalle seguimiento económico

Figura 11 – Captura de pantalla de seguiment econòmic del TCQ2000.

LEAR Presto[1]-C:\Users\usuari\Desktop\1. document de treball\LEAR.PrestoObra - Presupost

FIXER EDICIÓ VEURE ASSISTENTS REFERÈNCIES EINES PROCESSOS COMPLEMENTS CÀLCULS INFORMES FINESTRA AJUDA

Pressupost x Entitats

Certificació 1

LEAR-01 < ENDERROCS > FONAMENTS I MUROS DE CONTENCIÓ

Código	Na...	Resumen	CanPres	CanCertAct	CanCert Ud	Cert	ImpPres	ImpCertAct	ImpCert	PorCertPres
1.E.2		MOVIMIENTOS DE TERRES				66.480,41	65.171,40	50.005,31	66.480,41	102,01
1	E2212422	Excavació rebaix terreny compact,m.mec,(<	1.653,840	0	1.869,840	3,07	5.292,29	0	5.983,49	113,06
2	E225AH70	Estesa grava drenatge,g<=25cm	34,350	0	51,526	45,03	1.608,61	0	2.412,96	150,00
3	E225177F	Terraplenat+picon.mec,terres adeq,g<=2	98,242	0	98,242	5,80	592,40	0	592,40	100,00
4	E2R35065	Transp.terres,instal.gestió residus,camió 12	1.690,582	92,982	1.906,582	2,31	4.057,40	223,16	4.575,80	112,78
5	E2221211	Excavació rasa/pou h<=1,5m,terr.fluix,m.m	87,380	37,440	87,380	47,79	4.341,79	1.860,77	4.341,79	100,00

Fases

Certificació

Fecha	CanCert	OrCanCert	PorCertPres	Cert	OrCert	Nota
1 31-Mai-13	49,920	49,920	57,14	2.481,02	2.481,02	
2 30-Jun-13	37,440	87,360	42,86	1.860,77	4.341,79	
3 31-Jul-13						

Amidaments 1.E.2/E2221211 m3 Excavació rasa/pou h<=1,5m,terr.fluix,m.man.,càrr.man.

Miniatures Espais Text Amidaments

Pressupost i certificació

Espacio	EstadoPres	Plar	Zc	FaseC...	Comentario	N	Longitud	Anchura	Altura	Fór	Cantidad	CanPres	Pres	CanCert	Perimetro	Superficie	Volumen	Not
1 Actividad...	Pressupoc		1		EncEPS	20	0,600	2,600	1,600		49,920	87,360		87,360				
2 Actividad...	Pressupoc		2			15	0,600	2,600	1,600		37,440	87,360		87,360				

Figura 12 – Captura de pantalla de seguiment econòmic de Presto.



Figura 13 – Captura de pantalla de seguiment econòmic d'Arquimedes.

Pel que fa al seguiment del compliment de termini, s'acostuma a fer directament sobre l'observança general del programa mensual de desenvolupament dels treballs de caràcter indicatiu, que s'acompanyava al projecte base de licitació o, en el millor dels casos, sobre la planificació que ha elaborat i presentat l'empresa adjudicatària de l'obra si així ho establiria el PCAP o el contracte.

#### 1.4 El seguiment econòmic mitjançant el Mètode del Valor Guanyat – EVM (*Earned Value Management*) i el pronòstic del valor de liquidació – EAC (*Estimate at completion*)

El mètode del valor guanyat és una tècnica d'anàlisi utilitzada en la gestió de projectes que permet obtenir informació sobre l'avenç del projecte, en termes de comportament del cost, del temps i de l'abast. És un dels sistemes més coneguts i importants per la seva extensa profusió en determinats entorns i sectors relacionats amb la gestió de projectes en general. A l'àmbit de la construcció, i des de la perspectiva del promotor privat o de l'Administració com a promotor públic, no ha estat una metodologia de gran implementació ja que les grans empreses promotores han optat pel disseny de models propis adaptats a les particularitats del sector i a la pròpia empresa, mentre que les PIMES en la majoria dels casos no han disposat del personal tècnic especialitzat capaç d'implementar-lo. Pel que fa a la seva aplicació dins l'Administració pública com a promotor d'obres i infraestructures, es desconeix que hi hagi cap experiència.

El sistema es basa en controlar el comportament en l'execució d'un projecte a través del seu pressupost i calendari d'execució, a partir de la definició d'un punt de partida, en el que es fixen els objectius a assolir i es dissenya un pla d'acció de referència. El mètode també es complementa amb la mesura periòdica d'uns indicadors que permeten, per mitja d'unes formules establertes, comprovar quin és l'avenç real del projecte i formular projeccions de futur. Sempre, els punts de control i seguiment es situen coincidint amb l'emissió de les certificacions d'obra, ja que l'import executat certificat és un dels indicadors del sistema, tal com es fa en l'aplicació general de sistemes de seguiment i control de costos.

El mètode es desenvolupa a partir de la mesura, en uns punts de control determinats, de tres variables bàsiques; el valor guanyat (EV), el planificat (PV) i el cost actual (AC). El valor planificat es correspon a l'import planificat del pressupost objectiu en el moment de control, per tant, fa referència al valor fixat en el pla de línia de base definit com a objectiu inicial. El cost actual indica quin és l'import total a abonar per les tasques dutes a terme fins aquest moment, es a dir, és l'import obtingut de la certificació acumulada fins al punt d'observació. I finalment, el valor guanyat, que és el que dóna nom a la metodologia, no és res més que el cost suportat dels treballs aprovats segons el pressupost autoritzat.

Concretant, les tres magnituds mesurades s'obtenen de les dades llançades pel sistema de recollida d'informació del model de control de costos. Per tant, dos dels valors s'aconsegueixen de forma immediata, con són el valor planificat, fixat des de l'inici, i el cost actual, extret de la certificació. El problema sorgeix quan s'ha de determinar quin és l'import del valor guanyat. Resulta altament complexa intentar esbrinar quina part d'obra executada correspon a la prevista o a un excés o dèficit.

A més cal afegir que en l'àmbit del sector públic, les alteracions que es tradueixen en variacions econòmiques, s'han d'aprovar prèviament, sempre que impliquin la incorporació de noves partides. Això vol dir que han de ser conegudes amb antelació per tal que abans de la seva execució pugin seguir el tràmit administratiu pertinent. De forma diferent són tractades les variacions en les quantitats de les partides previstes, quan l'import d'aquestes no supera el 10 % del pressupost inicial contractat. En aquest cas la llei permet la seva incorporació directa sense necessitat de cap procediment d'aprovació. Ara bé, si es supera el límit fixat passen a ser modificacions com a tal i aleshores han de seguir el procés d'acceptació per part de l'Administració.

En atenció al sistema establert pel marc legal de regulació es fa necessari i convenient prendre nota d'aquestes possibles incidències el més aviat possible, no tant sols, per donar compliment a l'obligació de tràmit establert, sinó per disposar de dades vitals per a la correcta gestió econòmica i temporal del procés.

Un dels aspectes més interessants que aporta e l'EVM amb l'objectiu de seguir i analitzar el comportament de l'execució de l'obra, és el sistema de representació gràfica de les principals magnituds que utilitza. Aquests gràfics, tal com es pot veure en la Figura 14, permeten observar de manera molt senzilla el comportament de l'obra en termes de cost i de termini i també fer-se una idea de les desviacions que es produeixen durant el procés d'execució. Uns exemples d'aquest sistema de representació de les principals magnituds que utilitza el Mètode del Valor Guanyat i dels seus indicadors que més endavant es comentaran són els queden il·lustrats en la Figura 14.

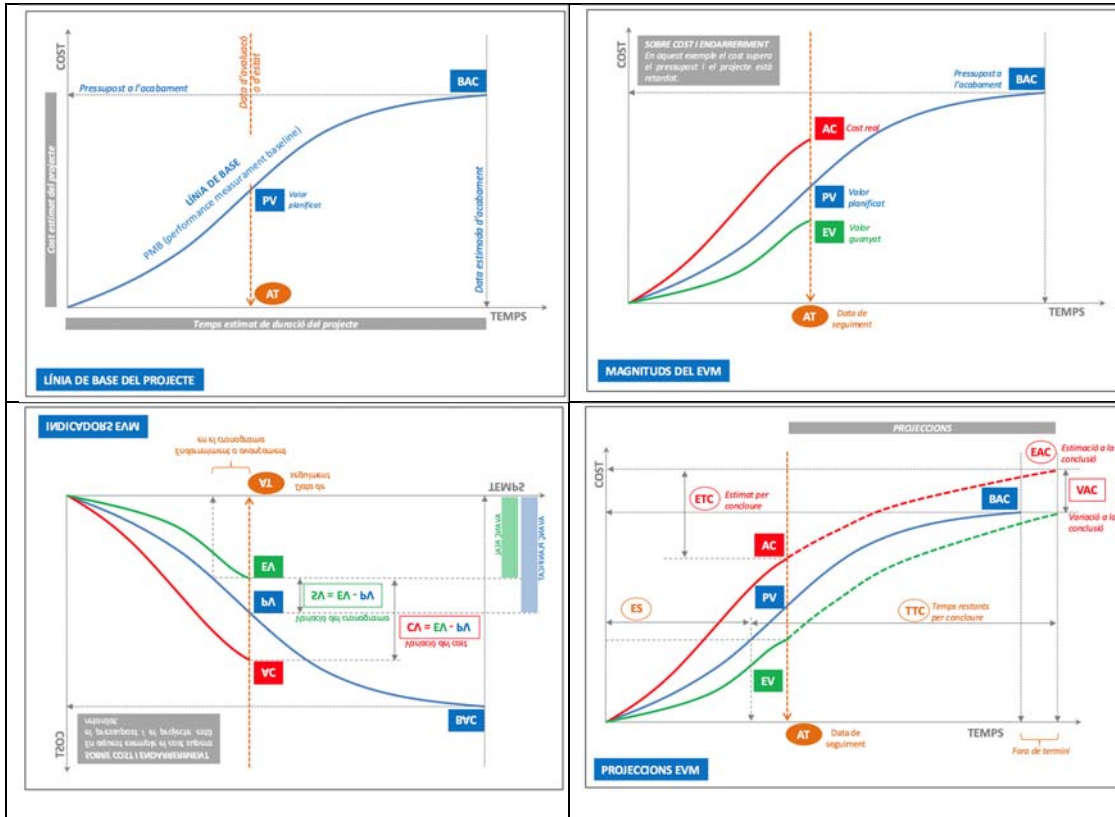


Figura 14 – Representació gràfica dels valors i indicadors del EVM

El significat de les magnituds i dels indicadors que apareixen representats en l'anterior figura, juntament amb els acrònims pels quals són coneguts en la literatura científica, així com la seva manera de calcular-los, és el que de manera resumida queda reflectit en la Taula 1. Val dir, que la majoria de magnituds i indicadors ho són per un període determinat.



ACRÒNIM	DENOMINACIÓ	FÒRMULES	INTERPRETACIÓ	
Actual	ESP			
<b>PLA DE LÍNIA DE BASE - PMB (performance measurement baseline)</b>				
<b>MAGNITUDS</b>	BAC	PAT Pressupost a la finalització (Budget at completion)		
	PV <sub>n</sub>	CP - VP Valor planificat (Planned value)		
<b>SEGUIMENT</b>				
EV <sub>n</sub>	VG Valor guanyat (Earned value)			
AC <sub>n</sub>	CR - VR Cost actual (Actual cost)			
<b>INDICADORS DEL EVM</b>				
<b>DESVIACIONS</b>	CV <sub>n</sub>	VC Variació de cost (Cost variance)	EV <sub>n</sub> - AC <sub>n</sub>	< 0 <b>SOBRE COST</b> Estem per sobre del pressupost > 0 <b>ESTALVI</b> Estem per sota del pressupost
	CV <sub>n</sub> %		CV <sub>n</sub> / EV <sub>n</sub>	Valor relatiu que indica quant hem excedit o per sota de la línia de base del pressupost estem
	SV <sub>n</sub>	VE Variació de termini (Schedule variance)	EV <sub>n</sub> - PV <sub>n</sub>	< 0 <b>ENDARRERIMENT</b> Anem endarrerits respecte la planificació > 0 <b>AVANÇ</b> Anem avançats respecte la planificació
	SV <sub>n</sub> %		SV <sub>n</sub> / PV <sub>n</sub>	Valor relatiu que indica quant endarreriment o avançament portem respecte el cronograma planejat
	TV <sub>n</sub>		Data de tall - Data per la qual PV = EV a la data de tall	
	VAC <sub>n</sub>	VAT Variació a la finalització (Variance at completion)	BAC - EAC <sub>n</sub>	
VAC <sub>n</sub> %		VAC <sub>n</sub> / BAC	Indica quant hem excedit del pressupost autoritzat	
<b>RATIS</b>	CPI <sub>n</sub>	IDC Índex de compliment de cost (Cost performance index)	EV <sub>n</sub> / AC <sub>n</sub>	CPI < 1 <b>SOBRE COST</b> Ineficiència en l'ús dels recursos CPI > 1 <b>ESTALVI</b> Eficàcia en l'ús dels recursos
	SPI <sub>n</sub>	IDE Índex de compliment de termini (Schedule performance index)	EV <sub>n</sub> / PV <sub>n</sub>	SPI < 1 <b>ENDARRERIMENT</b> Ineficiència en l'ús del temps SPI > 1 <b>AVANÇ</b> Eficàcia en l'ús del temps
	CSI <sub>n</sub>			
	TCPI <sub>n</sub>		(BAC - EV <sub>n</sub> ) / (BAC - AC <sub>n</sub> ) (BAC - EV <sub>n</sub> ) / (EAC <sub>n</sub> - AC <sub>n</sub> )	Per completar el projecte segons el pressupost original Per completar el projecte a partir de l'últim estimat revisat
<b>PREVISIONS</b>	ETC <sub>n</sub>	EPT Estimació fins a la finalització (Estimate to complete)	BAC - EV <sub>n</sub> (BAC - EV <sub>n</sub> ) / CPI <sub>n</sub> (BAC - EV <sub>n</sub> ) / (CPI <sub>n</sub> * SPI <sub>n</sub> ) (BAC - EV <sub>n</sub> ) / (x%CPI <sub>n</sub> * y%SPI <sub>n</sub> ) Una nova estimació	V. ATÍPIQUES El projecte finalitzarà tal i com estava previst. Haurà de recuperar-se el cost perdut V. TÍPIQUES Estimació més optimista. El projecte es comportarà com fins a la data. S'utilitzarà l'últim CPI calculat V. TÍPIQUES Estimació més pessimista. El projecte es comportarà com fins a la data en atenció als índexs de cronograma i cost V. TÍPIQUES El projecte es comportarà com fins a la data. S'utilitzarà una combinació del CPI i SPI Possibilitat d'obtenir una nova estimació
	EAC <sub>n</sub>	EAT Estimació a la finalització (Estimate at completion)	BAC AC <sub>n</sub> + (BAC - EV <sub>n</sub> ) BAC / CPI <sub>n</sub> = AC <sub>n</sub> + (BAC - EV <sub>n</sub> ) / CPI <sub>n</sub> AC <sub>n</sub> + ((BAC - EV <sub>n</sub> ) / (CPI <sub>n</sub> * SPI <sub>n</sub> )) AC <sub>n</sub> + ((BAC - EV <sub>n</sub> ) / (x%CPI <sub>n</sub> * y%SPI <sub>n</sub> )) AC <sub>n</sub> + nova estimació	V. ATÍPIQUES El cost final serà el pressupostat inicialment, és a dir, es reconduirà la situació V. ATÍPIQUES El cost del treball restant es portarà a terme segons s'havia pressupostat inicialment V. TÍPIQUES Els costos del treball mantindran el mateix nivell d'eficiència o ineficiència, és a dir, s'espera que allò experimentat a la dat continuï en el futur V. TÍPIQUES El treball corresponent al ETC es realitzarà segons una proporció d'eficiència que té en compte tant l'índex de costos (CPI) com l'índex de cronograma (SPI), és a dir, els endarreriments en el cronograma també afectaran als costos V. TÍPIQUES Diferents valors de ponderació dels índexs CPI i SPI V. TÍPIQUES Nova estimació dels treballs pendents

Taula 1 – Magnituds i indicadors que utilitza l'EVM per fer el seguiment d'un projecte.

El principal problema que s'ha pogut observar en l'aplicació del Mètode del Valor Guanyat (EVM) en obres de construcció, i que dificulta enormement la seva aplicació, és el fet que les relacions valorades periòdiques d'obres (ja siguin elaborades a origen o del període) mai diferencien el valor guanyat (EV) del cost real (AC). Només en aquells casos que la desviació econòmica esdevé per l'aprovació i execució de noves partides, no previstes inicialment en el contracte d'obra, aquesta detecció pot ser relativament senzilla si s'ha tingut la precaució de recollir-les en un sol capítol d'obra o d'identificar-los amb un codi diferenciador mantenint la pròpia estructura original del pressupost de referència. En qualsevol de les situacions anteriors, l'aplicació del Mètode del Valor Guanyat requereix fer operacions addicionals per tal de diferenciar en l'import global de la relació valorada -que queda representat pel concepte d'actual cost (AC)-, el valor guanyat (EV). En la resta d'ocasions, quan la quantitat produïda a obra correspon en part a producció prevista i a nova producció, la quantificació i

diferenciació de l'import del cost actual i del valor guanyat en la relació valorada periòdica resulta terriblement complexa, sinó impossible.

Usualment, per fer pronòstics i projeccions de confiança de quin pot ser l'import de liquidació, e l'EVM utilitza tècniques de base matemàtica o estadística. Aquests procediments formals de pronòstic prenen les experiències del passat extretes dels sistemes control de costos per dibuixar el futur. Willems, L.L. (2015) presenta un interessant anàlisi de les aportacions fetes en articles científics sobre la tècnica de gestió del valor guanyat i en concret sobre noves metodologies per pronosticar l'import al tancament de l'execució de l'obra (EAC). En aquest treball l'autor classifica les metodologies en cinc grans camps; les basades en anàlisi observacionals, d'anàlisi tradicional, d'anàlisi estadístic, mètodes basats en intel·ligència artificial i finalment d'anàlisi computacional. Malauradament com s'ha constatat en múltiples estudis, entre ells el de Moslemi et al. (2008), el comportament econòmic d'una obra és desenvolupa en entorns d'incertesa, no seguint unes pautes ordenades i lògiques que puguin ser descrites fàcilment per un model matemàtic, sinó que el comportament és més aviat arbitrari en funció de les circumstàncies que es presentin durant l'execució de l'obra degut a circumstàncies imprevisibles, al grau de definició i qualitat del projecte, a la gestió del contracte, al tipus de contractista, a circumstàncies de l'entorn i a la intervenció de múltiples agents.

Les tècniques de més difusió i utilització per avançar l'import de tancament de l'execució de l'obra, conegut amb les sigles EAC, són les que es detallen a continuació:

### Tècnica 1

Tècnica de pronòstic d'EAC a partir de l'aplicació de la següent fórmula:

$$EAC_n = (AC_n/EV)_n \times BAC$$

Aquest sistema està referenciat en la Guia PMBok (2013) o en l'extensió específica de construcció del PMBok (2007), com a pronòstic de l'EAC pel treball que es preveu fins a la finalització (ETC) amb el índex de rendiment de cost actual (CPI), i projecta el percentatge de desviació en un moment determinat del control (en una data determinada) sobre el resultat del final d'obra, de tal manera que si en una etapa inicial es detecta una desviació de costos percentual determinada transporta aquesta mateixa desviació sobre l'import de liquidació. És una aplicació directe de la informació que subministra el sistema de control i seguiment de costos de l'obra.

Es freqüent trobar aquesta expressió matemàtica amb variants, malgrat per simplificació totes elles venen a calcular els mateixos imports d'EAC.

$$EAC_n = AC_n + (BAC - EV_n)/CPI_n$$
$$EAC_n = BAC / CPI_n$$

### Tècnica 2

Tècnica de pronòstic d'EAC que pressuposa que l'import de l'horitzó de liquidació de l'obra coincidirà amb el total import del pressupost inicial de l'obra projectada (BAC) i, per tant, preveu que totes les desviacions que originen sobre costos presentades al llarg del procés

d'execució de l'obra seran absorbides abans de la finalització de l'obra. Evidentment, aquest seria l'objectiu a aconseguir en el procés de gestió d'una obra però, tal com s'ha comentat, dista molt de ser la realitat en la que es troben les obres.

$$EAC_n = BAC$$

### Tècnica 3

Tècnica de pronòstic d'EAC pel treball d'ETC a la taxa pressupostada – Estimació de l'horitzó de liquidació de l'obra assumint les desviacions produïdes però considerant que d'ara endavant no hi hauran noves desviacions, la qual cosa pot ser totalment enganyós un cop verificat el comportament real de l'obra. Aquest mètode esta recollit en el PMBok com a pronòstic de l'EAC pel treball que es preveu fins a la finalització (ETC) a la taxa pressupostada. També pressuposa que les desviacions econòmiques que ja s'hagin produït no es recuperaran. El plantejament és el següent:

$$EAC_n = BAC + (AC_n - EV_n)$$

### Tècnica 4

Tècnica de pronòstic d'EAC, referenciat en el PMBok, com a pronòstic de l'EAC pel treball que es preveu fins a la finalització (ETC) considerant els índexs de rendiment de cost (CPI) i l'índex de rendiment de l'efectivitat sobre la planificació realitzada (SPI), que també s'anomena "composite" i que s'incorpora en les OMB Exhibit 300 (2011), es basa en una combinació dels índex de compliment de cost (CPI) amb el de compliment de planificació (SPI). La seva expressió és:

$$EAC_n = (AC_n + [(BAC - EV_n) / (CPI_n \times SPI_n)])$$

Aquest sistema és molt imprecís en les etapes inicials, prenent més exactitud en els darrers mesos anteriors a la data de finalització dels treballs d'obra.

Existeixen més procediments, dos dels quals són variacions del sistema "composite" on es pondera la combinació del índex CPI i SPI en atenció al tipus de projecte. L'expressió matemàtica d'aquestes dues variants (Tècnica 5 i 6), és:

### Tècnica 5

$$EAC_n = (AC_n + [(BAC - EV_n) / (0,8 CPI_n + 0,2 SPI_n)])$$

### Tècnica 6

$$EAC_n = (AC_n + [(BAC - EV_n) / (0,5 CPI_n + 0,5 SPI_n)])$$

On el significat de la simbologia utilitzada, és:

$$EAC_n = \text{Previsió actualitzada de tancament (horitzó de liquidació)}$$

- BAC = Total import del pressupost inicial de l'obra projectada
- AC<sub>n</sub> = Cost real en el període n
- EV<sub>n</sub> = Valor Guanyat en el període n
- CPI<sub>n</sub> = Índex de compliment de cost
- SPI<sub>n</sub> = Índex de compliment de calendari-planificació

El model desenvolupat en aquest treball es fonamenta sobre la idea que la pràctica totalitat de les incidències que originen desviacions econòmiques a obra són conegudes pels agents que intervenen en el procés de construcció amb anterioritat a la seva producció en obra, i per tant abans de que ho evidencii qualsevol sistema de seguiment i control de costos. El model que es proposa i es desenvolupa en aquest treball i que s'ha convingut en anomenar "*Information Management Advanced way to Detect Overtuns of work – IMADO*", intenta fer servir la coneixença sobre possibles canvis i/o modificacions que esdevindran durant l'execució d'obra i que tindran repercussions econòmiques en el mateix moment que es perceben, utilitzant-les per dibuixar un pronòstic fiable de l'horitzó de liquidació econòmica de l'obra (Estimate at completion - EAC) complementant la informació que prové del propi sistema de seguiment i control de costos, però sense interferir ni modificar aquesta última. D'aquesta forma, el model aconsegueix guanyar temps per gestionar el procés i per aplicar, si és el cas, mesures correctores que facilitin optimitzar els resultats de l'obra i acostar-se a l'objectiu de cost. El model proposat permet registrar i avaluar les desviacions econòmiques d'obra abans de que esdevinguin com a fets consumats i conseqüentment figurin en la informació que subministra qualsevol sistema de control i seguiment de costos d'obra. El mètode desenvolupat no és una fórmula, és un procediment natural de registre avançat de la informació que es genera durant el procés d'obra, basat en el coneixement, que no entorpeix la tradicional metodologia de control i seguiment de costos de certificacions d'obra, sinó que el complementa afegint una apreciació econòmica d'alta fiabilitat sobre el possible import de tancament i liquidació de l'execució de l'obra.

Entre d'altres qüestions, aquest treball entén i pretén demostrar, que l'import del valor guanyat (EV) en els processos de construcció d'obres no té una aportació significativa que no justifiqui cercar i aprofundir en nous models que aconsegueixin representar l'evolució de les obres de manera fidel, sense necessitat d'obligar disposar de l'import del valor guanyat en les relacions valorades periòdiques. Aquest treball, a part de proposar un model capaç d'integrar la informació econòmica que es produeix durant el procés d'execució en el sistema de control i seguiment de costos, també proposa i desenvolupa un conjunt d'indicadors, que mantenint-se fidels als valors i índexs del sistema de control i mesura del grau d'acompliment d'un projecte que planteja originalment el Mètode del valor Guanyat (EVM), s'adaptin al format de presentació de les relacions valorades periòdiques de les obres de construcció. La proposta de nous indicadors no requereix calcular l'import del valor guanyat (EV) i s'assenta en l'aplicació del model de gestió de la informació adreçada a detectar de manera avançada els sobre costos d'obra que desenvolupa i presenta aquest treball, anomenat "IMADO".

Aquest model s'ha de creat amb un doble objectiu: ser útil per gestionar les accions correctores que han d'emprendre els responsables del projecte i de l'execució de l'obra; Director de l'obra, Director de l'execució material i del *Project Manager* i; ser informatiu, clar i útil des del punt de vista de l'Administració pública contractant per prendre decisions. Seria desitjable que aquest doble objectiu es veiés reflectit en un sistema d'informació gerencial (*Management Information System - MIS*) que fos capaç de transmetre els resultats

econòmics operacionals de l'execució del procés d'execució d'obres amb qualitat, oportunitat, quantitat i rellevància dins d'un quadre de comandament idoni d'ús generalitzat en l'Administració pública.

## 2. METODOLOGIA

L'objectiu d'aquest treball ha estat modificar les estructures i esquemes existents que habitualment s'utilitzen per portar el seguiment i control de costos del procés d'execució d'obra, per a donar cabuda a uns nous registres que s'alimenten de la informació que es genera durant el propi procés, per tal que sigui capaç de subministrar fàcilment l'import més probable d'horitzó econòmic de liquidació de l'obra. Aquesta informació és considerada imprescindible, de gran interès i importància pel personal que ha de gestionar l'execució de l'obra i per la propietat (Administració Pública contractant).

La proposta de treball afronta quatre grans etapes:

- Etapa 1 - L'adaptació, modificació i proposta d'una nova estructura de registres que permeti recollir i valorar les incidències d'obra abans de que es produeixin a obra, per tal de facilitar la valoració de l'horitzó més probable de liquidació econòmica de l'execució de l'obra (EAC).
- Etapa 2 – L'adaptació d'indicadors de seguiment i control al nou model, així com el desenvolupament de nous ratis i indicadors, que permetin sintetitzar les dades sobre el comportament del compliment de cost i de termini d'execució de l'obra respecte dels valors objectius (pressupost d'adjudicació i termini inicial establert).
- Etapa 3 – Recull i anàlisi dels imports de les desviacions econòmiques i de les seves causes a partir d'una mostra important i representativa de les obres que s'han adjudicat i liquidat en l'Administració Pública catalana els darrers exercicis. Elaboració i proposta d'un sistema de classificació que es pugui integrar en el model desenvolupat en l'etapa 1 i que faciliti conèixer els imports de les desviacions econòmiques que puguin presentar-se durant l'execució de l'obra, així com les seves causes.
- Etapa 4 – Elaboració i proposta d'un quadre de comandament pel seguiment i control del procés d'execució d'obres que sigui capaç de resumir els principals valors i presentar-los de manera resumida i també gràfica a fi de facilitar una comprensió ràpida però precisa de l'estat del procés des del punt de vista de compliment econòmic i de termini.

Per afrontar amb garanties el desenvolupament i la consecució de les etapes de treball plantejades, els membres de l'equip compten amb una llarga experiència professional en la realització de tasques professionals de direcció d'obra, de gestió (sota la figura de *project manager*) i de consultoria, tant en obres de caràcter privat com de contractació pública. Aquesta experiència, i també la docent sobre matèries relacionades en estudis de grau, de màster i de doctorands, ha fet que es coneguin amb molta profunditat les diferents metodologies, models, estructures, esquemes i programes informàtics que s'utilitzen en el camp professional per seguir i controlar tant els aspectes econòmics com els de compliment de termini en l'execució de les obres.

L'experiència professional i docent, s'ha reforçat amb la recerca i estudi d'una voluminosa bibliografia de consulta sobre aquestes matèries i que ha estat publicada en diferents

mitjans; revistes científiques, ponències de congressos i demés publicacions, en els darrers anys.

Per assegurar que el procés de comprensió, desenvolupament i proposta de la metodologia és correcte, s'ha aplicat cadascuna de les propostes resultants de les etapes dissenyades, sobre processos reals de seguiment i control d'obres en els quals s'ha participat. Donat que l'aplicació real en processos d'execució d'obres obliga a treballar amb un conjunt molt voluminós de dades; de 15 a 23 capítols d'obra i entre 350 i 600 partides, i terminis d'execució que superen els 24 mesos, s'ha considerat adient aplicar i explicar la metodologia sobre una obra mostra-tipus, de format molt simple i reduïda, simulant cinc escenaris diferents que s'expliquen en el treball, que permet veure i comprovar la coherència, bon funcionament, potencial i utilitat del model proposat.

A partir d'aquestes premisses, la metodologia de treball a ha consistit en plantejar propostes, discutir-les, veure com es podien millorar, dissenyar i consensuar la millor solució i posar-la a prova en els diferents escenaris de simulació, fins a comprovar que realment s'obtenien els resultats esperats.

En afrontar la tercera etapa, s'ha presentat un problema important que s'exposa detalladament en la Introducció. Les dades econòmiques que faciliten els diferents portals de transparència, han resultat del tot insuficients per aconseguir conèixer l'import de liquidació dels contractes d'adjudicació de les obres i tota la casuística dels orígens i causes de desviació. S'ha procedit ha demanar puntualment alguns expedients complets sobre l'adjudicació d'obres (relacions valorades completes de tota l'execució, detalls sobre els modificats de projecte, imports i detalls de liquidació, possibles revisions de preus), però la petició s'ha de fer puntual i individualment a cada Administració contractant i per cada expedient, sense que fins a la data s'hagi pogut disposar d'un nombre suficient d'expedients complets que permetessin obtenir dades prou representatives.

### 3. SEGUIMENT I AVALUACIÓ

#### Compliment del pla de treball establert en la sol·licitud

El pla de inicial de treball contemplava cobrir cinc objectius, tal com constava en la memòria inicial de la sol·licitud de subvenció al treball de recerca sobre Administració pública (EAPC 2015).

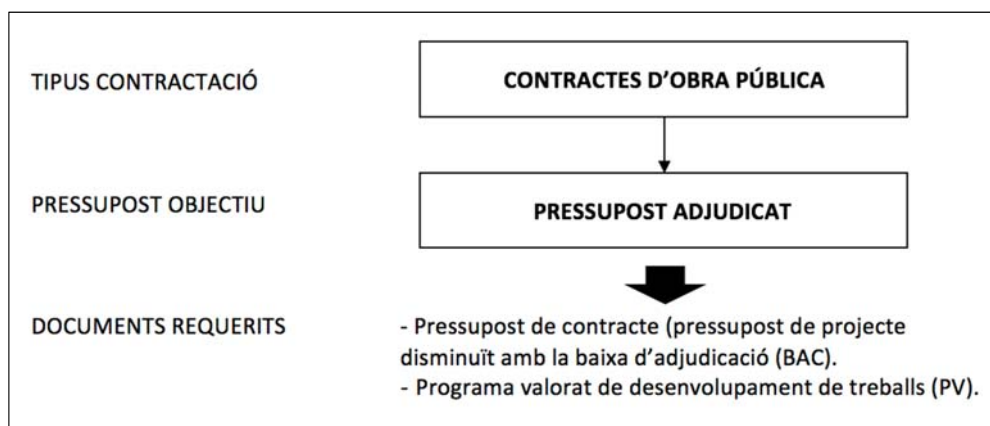
El següent quadre intenta resumir el compliment dels objectius del pla de treball, i en tot cas exposar les causes que han impedit arribar a desenvolupar algun dels propòsits plantejats.

<i>Objectiu</i>	<i>Resultat</i>
Desenvolupar una metodologia que permeti identificar de manera anticipada les desviacions econòmiques durant l'execució de l'obra i que s'integri en l'estructura habitual de seguiment i control de costos.	Objectiu aconseguit.
Que el sistema permeti disposar de l'avaluació de l'horitzó econòmic més probable de tancament i liquidació de l'obra.	Objectiu aconseguit.
Desenvolupar un conjunt d'indicadors propis del sistema que permetin obtenir una imatge de conjunt del comportament de l'obra en termes de compliment de cost i de termini d'execució.	Objectiu aconseguit.
Proposar un sistema de classificació de causes de desviació econòmica, que actuï de manera integrada en el propi mètode, i permeti l'anàlisi de l'origen de la desviació.	Objectiu no aconseguit.  No s'ha pogut accedir a les dades històriques necessàries d'adjudicació d'obres liquidades de l'Administració pública catalana, per procedir a l'anàlisi de desviacions econòmiques i d'incompliment de termini. Els mitjans de difusió pública de la informació referida als expedients de contractació no faciliten la informació necessària per conèixer i analitzar les desviacions econòmiques que poden haver patit les liquidacions de contractes d'execució d'obres, tal com s'exposa detalladament en el treball. Per poder disposar de la informació necessària cal contactar amb cada Ens contractant i sol·licitar, un a un, els expedients de contractació d'obra. Aquest procés és extremadament lent i difícil i per aquesta circumstància vàrem reorientar parcialment els objectius del treball i no utilitzar part dels fons destinats a contractar personal per fer el buidat de dades.
Proposar un model de quadre de comandament que, utilitzant els indicadors desenvolupats a aquest efecte, reculli els principals valors i faciliti tenir una imatge de conjunt del comportament de l'execució de l'obra.	Objectiu aconseguit.



#### 4. RESULTATS

Una de les qüestions fonamentals per dur a terme un procés de seguiment i control de costos és fixar quina és -des de la perspectiva de l'Administració contractant-, la base comparativa principal que necessita utilitzar el sistema de seguiment i control. És a dir, quin és el pressupost que serveix de referència per observar les possibles desviacions econòmiques respecte del que vagi passant a obra o del que pugui passar. En el present estudi, s'ha convingut anomenar-lo com a "pressupost objectiu", entenent que en l'obra pública es correspondrà sempre amb el pressupost d'adjudicació. Complementàriament, i per la vigilància del compliment de terminis d'execució, serà important disposar també del programa mensual de desenvolupament dels treballs o pla d'obra que forma part del projecte o que ha estat presentat per l'empresa adjudicatària, si ha estat obligatori o ho ha prescrit el PCAP. La Figura 15 representa de manera esquemàtica els principals documents que han de servir de referència per portar a terme la monitorització dels costos i del termini prèviament establert de la seva execució.



*Figura 15 – Esquema d'identificació del pressupost objectiu de referència i del document que preestableix el desenvolupament de l'obra en quant a temps.*

És possible, també, presentar d'una manera integrada tota la informació dels documents requerits per plantejar un sistema de seguiment i control de costos; el pressupost de contracte (BAC) i el programa valorat de desenvolupament de treballs (PV). El primer constitueix la base de referència econòmica de comparació i, el segon, la base de referència de comparació de compliment de termini tal com es pot observar en la Figura 16.

PRESSUPOST OBJECTIU (PO)						PLANIFICACIÓ OBJETIVA (PV)						
Codi	Concepte	Quantitats	ut	Preu unitari	Import	Import període 1	Import període 2	Import període 3	Import període 4	Import període 5	Import període 6	acumulat
<b>CAPÍTOL 1</b>						80%	20%	0%	0%	0%	0%	100%
	Partida 1.1	100,00	m <sup>2</sup>	23,00	2.300,00	20.640,00	5.160,00					25.800,00
	Partida 1.2	200,00	m <sup>3</sup>	50,00	10.000,00							
	Partida 1.3	300,00	m <sup>2</sup>	45,00	13.500,00							
<b>CAPÍTOL 2</b>						0%	60%	40%	0%	0%	0%	100%
	Partida 2.1	450,00	m <sup>2</sup>	4,00	1.800,00		14.880,00	9.920,00				24.800,00
	Partida 2.2	520,00	m <sup>2</sup>	10,00	5.200,00							
	Partida 2.3	750,00	m <sup>3</sup>	12,00	9.000,00							
	Partida 2.4	200,00	m <sup>2</sup>	44,00	8.800,00							
<b>CAPÍTOL 3</b>						0%	0%	33%	33%	33%	0%	100%
	Partida 3.1	400,00	m <sup>2</sup>	125,00	50.000,00			22.610,00	22.610,00	22.610,00		67.830,00
	Partida 3.2	75,00	m <sup>2</sup>	78,00	5.850,00							
	Partida 3.3	25,00	m <sup>3</sup>	40,00	1.000,00							
	Partida 3.4	90,00	m <sup>2</sup>	122,00	10.980,00							
<b>CAPÍTOL 4</b>						0%	0%	0%	0%	40%	60%	100%
	Partida 4.1	50,00	m <sup>2</sup>	19,00	950,00					5.084,00	7.625,00	12.709,00
	Partida 4.2	80,00	m <sup>2</sup>	19,00	1.520,00							
	Partida 4.3	155,00	m <sup>3</sup>	25,00	3.875,00							
	Partida 4.4	95,00	m <sup>2</sup>	44,00	4.180,00							
	Partida 4.5	143,00	ud	12,00	1.716,00							
	Partida 4.6	234,00	kg	2,00	468,00							
<b>Import parcial</b>						20.640,00	20.040,00	32.530,00	22.610,00	27.694,00	7.625,00	
<b>BAC Import total</b>						20.640,00	40.680,00	73.210,00	95.820,00	123.514,00	131.139,00	correcte
						PV <sub>t</sub>						

Figura 16 – Representació integrada del pressupost inicial del contracte (BAC) i del programa de desenvolupament dels treballs (PV)

Tots els sistemes de control de costos d'obra orientats a l'Administració contractant utilitzen com a font d'informació principal les valoracions periòdiques dels treballs realitzats fins a final d'aquest període ja siguin expressades a l'origen o només comprensives de la valoració dels treballs efectuats durant l'últim període. Tots els sistemes de control de costos es basen en l'aplicació del principi comptable d'acreditació que ve reflectit en la normativa comptable europea. Aquest principi fixa com a criteri que els efectes de les transaccions o dels efectes econòmics es registraran quan passin. És a dir, i en l'àmbit de les obres de construcció, es registraran quan es presentin uns determinats costos d'obra que han estat avalats i acceptats per les valoracions periòdiques de producció d'obra (relacions valorades) que són elaborades per la direcció tècnica de l'obra, amb el vistiplau del contractista o de l'industrial especialista contractat, si es tracta d'una contractació per lots. Tret de l'abonament anticipat de partides d'obra, la relació valorada no es capaç de reflectir cap altre cosa que no hagi estat acceptada i executada a obra satisfactòriament. Les possibles modificacions de treballs, les disminucions o augments de volum d'obra de partides establertes en el projecte o qualsevol altre canvi, no es veuran manifestats en la relació valorada i inclosos en la corresponent certificació d'obra fins que realment no es produeixin a obra, amb independència que el fet fos conegut amb anterioritat a la seva execució, cosa que passa en la majoria d'ocasions.

Una estructura habitual d'elaboració d'informes de control de costos suportats de construcció és la que es mostra en la Figura 17, i sovint inclou els següents camps o registres: A – Codi i Descripció dels treballs a executar; B - Pressupost objectiu (Quantitat, Preu unitari, Import Total); C - Cost de construcció d'obra en el últim període (Quantitat, Import); D - Cost de construcció d'obra acumulat (Quantitat, Import); E - Cost pendent d'executar respecte del pressupost de contractació (Quantitat, Import i percentatge que representa).

Relació de tasques a realitzar		PRESSUPOST OBJECTIU - BAC			CERTIFICACIÓ - AC				IMPORT PENDENT PER LA CONCLUSIÓ - ETC		
Codi treball	Descripció resumida del treball	Quantitats	Preu unitari	Import TOTAL	Certificació del període		Certificació a l'origen		Pendent d'executar		
					Quantitats	Import TOTAL	Quantitats	Import TOTAL	Quantitats	Import TOTAL	%
A		B			C		D		E		

Figura 17 – Estructura bàsica dels informes de control de costos d'obra (sense històric)

Les dades s'introdueixen a nivell detallat de cada partida que compona el pressupost objectiu i que s'estan executant en obra (quantitat produïda i import), incidint en la importància de què els imports unitaris mantinguin el mateix caràcter de cost. És a dir, i al tractar-se d'una contractació d'obra pública, a nivell de cost d'execució material (CEM= cost directe + cost indirecte). Com a resultat d'aquest procés, també es dona la informació de seguiment i control de forma resumida utilitzant el mateix sistema de classificació que utilitza el pressupost de projecte (capítols i subcapítols del pressupost projecte).

Tal com s'evidencia en la Figura 17, aquesta estructura no presenta les dades històriques detallades de la producció d'obra, sinó només de l'últim període. Per disposar de tot el detall sobre l'evolució de la producció en obra cal incorporar a l'estructura anterior, tantes columnes com valoracions de períodes s'hagin presentat, tal com es representa en la Figura 18 i que contempla addicionalment els apartats: C1 - Cost de construcció d'obra en el període nº 1 (Quantitat, Import); C2 - Cost de construcció d'obra en el període nº 2 (Quantitat, Import); i ... Cn - Cost de construcció d'obra en el període nº N (Quantitat, Import).

Relació de tasques a realitzar		PRESSUPOST OBJECTIU - BAC			CERTIFICACIÓ - AC								IMPORT PENDENT PER LA CONCLUSIÓ - ETC		
Codi treball	Descripció resumida del treball	Quantitats	Preu unitari	Import TOTAL	Certif. període nº1		Certif. període nº2		Certif. període nº N		Certificació a l'origen		Pendent d'executar		
					Quantitats	Import TOTAL	Quantitats	Import TOTAL	Quantitats	Import TOTAL	Quantitats	Import TOTAL	Quantitats	Import TOTAL	%
A		B			C1		C2		Cn		D		E		

Figura 18 – Estructura detallada dels informes de control de costos en obres, amb històric

El plantejament del model es fonamenta en l'observació que, en la majoria d'ocasions, les incidències d'obra que fan variar el cost d'obra són conegudes per l'equip de gestió i/o per la direcció tècnica de les obres amb anterioritat al moment d'executar-les i per tant abans que s'incorporin a les valoracions d'obra executada que s'utilitzen per alimentar el control de costos tradicional (Figura 19). En el pitjor del casos, i encara que la legislació no ho contempla, la situació es podria conèixer en el mateix moment que el control de costos reflexa una determinada desviació econòmica de sobre cost i malgrat tot, això no representaria cap

entorpiment en el funcionament tradicional de la metodologia que s'utilitza generalment en el seguiment i control de costos de certificacions d'obra.

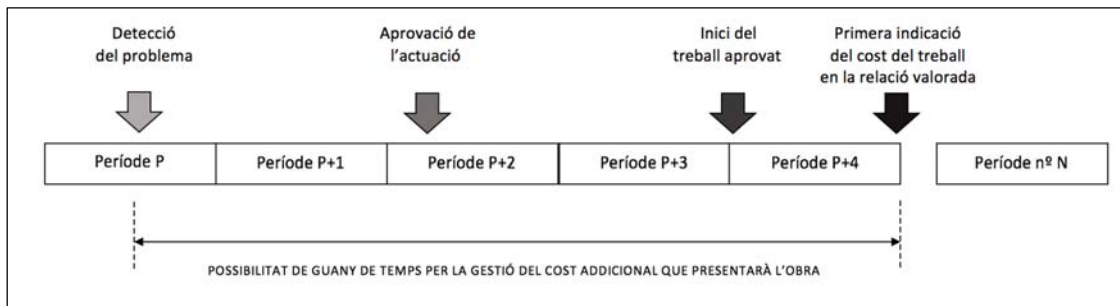


Figura 19 – Representació temporal de les accions relacionades amb l'habitual detecció d'un sobre cost d'obra.

Seria possible donar cabuda a la informació econòmica relacionada amb canvis, modificacions, augments i disminucions de producció sense interferir en la informació estàndard que prové del sistema de seguiment i control de costos d'obra?

És possible, a partir del desenvolupament d'aquesta proposta, prescindir de la necessitat de conèixer l'import del valor guanyat, i a pesar d'això aprofitar tot l'avantatge que suposa disposar d'indicadors i ratis de mesura que facilitin la visió de conjunt i la comprensió del comportament del procés d'execució d'obra?

Així doncs, la proposta es basa en incorporar la informació econòmica al model de seguiment i control la variació o alteració de caràcter econòmic en el precís moment que aquesta es detecta i es té un elevat grau de certesa que realment succeirà, amb independència de en quin moment es porti a terme. D'aquesta manera, es disposarà d'una informació anticipada i molt realista sobre l'import de la previsió actualitzada de tancament (EAC), que permetrà avançar en aplicar mesures de rectificació molt abans de que el procés tradicional de control de costos faci evident aquesta desviació econòmica. A més, aquesta estructura també permetrà registrar puntualment les causes de desviació econòmica, la qual cosa facilitarà enormement l'anàlisi periòdic i final del resultat de la liquidació d'obra facilitant centrar els esforços en establir directrius que evitin o minimitzin les desviacions en futures contractacions d'execució d'obres.

S'insisteix en la necessitat de donar coneixement d'aquestes modificacions que suposen alteracions de caràcter econòmic el més aviat possible. No tan sols per disposar de dades fiables que permeten disposar d'informació avançada per la anàlisi del comportament de l'obra sinó també per poder garantir el compliment dels preceptes legals en matèria de modificats. Per tant, amb l'aplicació de la metodologia proposada s'assoleixen dos objectius vitals essencials:

- Disposar de les dades necessàries per anticipar quin és el comportament de l'obra en termes, d'abast, cost i temps.
- Permetre una adequada gestió de les modificacions en termes administratius.

#### 4.1 Descripció del model

El model incorpora tres nous registres, columnes o apartats en l'esquema de control per tal que donin cabuda a:

- Un diferencial d'amidament (quantitat que modifica el pressupost objectiu), destinat a recollir totes aquelles circumstàncies que puguin fer variar l'estimació de la producció que realment es farà a l'obra en atenció a les decisions i condicions que es vagin coneixen durant tot el procés (F).
- Un amidament de tancament (quantitat total resultant), destinat a recollir l'amidament total previst en base a la incorporació de totes les circumstàncies que han fet modificar la previsió inicial (G).
- Un import total, destinat a recollir el pronòstic de liquidació d'obra com a resultat de multiplicar la previsió d'amidament de tancament pel preu unitari de contracte (H).

La incorporació d'aquesta proposta quedaria com es representa en la Figura 20, en el model que reflectia l'estructura detallada amb històric dels informes de control de costos en obres.

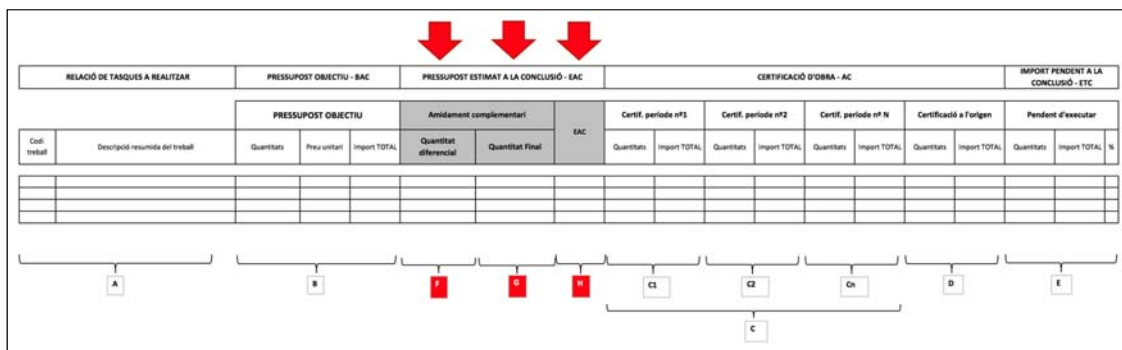


Figura 20 – Representació del nou model amb la incorporació dels tres nous registres.

Aquesta incorporació permet obtenir periòdicament un valor d'alta confiança i avançat al propi procés d'execució sobre l'import de liquidació de l'obra al seu tancament i per tant possibilita aplicar mesures amb més comoditat i efectivitat.

Els valors del pressupost objectiu són inamovibles. Un cop fixats han de mantenir-se sense modificació al fer-se servir com a punt de comparació per establir i valorar les possibles desviacions econòmiques. [B]

La columna del diferencial d'amidament (producció esperada) ha de recollir totes aquelles circumstàncies que puguin fer variar l'estimació de la producció que realment es farà a l'obra en atenció a les decisions i condicions que es vagin coneixent durant tot el procés. Aquest procés és més ampli que el temps de la pròpia execució de l'obra, i ha de comprendre des de que s'ha fixat el pressupost objectiu fins que es liquida i s'acaba l'execució de l'obra. El més important és que els diferencials d'amidaments es recullin i es reflecteixin en l'esquema tan bon punt són coneguts, apreciats o previstos per l'equip que portarà a terme la gestió de l'obra, amb independència del moment futur en que probablement es puguin executar a obra. [F]

Només és necessari actuar quan apareixen circumstàncies que puguin fer variar l'objectiu de cost. En la resta d'ocasions el model no requereix cap mena d'intervenció i per tant, no produeix cap càrrega de treball addicional.

Les causes que originin sobre costos tindran valors de signe positiu i les actuacions correctores o els defectes de producció tindran valors de signe negatiu. Quan es tracti de modificacions de treballs existents al pressupost de referència només cal introduir els valors diferencials del canvi detectat. Quan es tracti de noves incorporacions (preus contradictoris), caldrà afegir noves files amb codi-descriptor-preu unitari i diferencial de producció.

La columna d'"amidament de tancament" (amidament a l'horitzó de liquidació) no és res més que el valor resultat d'addicionar a l'amidament del pressupost objectiu, el valor del diferencial d'amidament anterior. Reflectirà en tot moment la previsió actualitzada de producció necessària a obra. Per defecte pren el valor de l'amidament del pressupost objectiu. [G]

L'apartat de "previsió al tancament" (estimate at completion – EAC) respondrà a la "Previsió actualitzada de tancament (horitzó de liquidació)". Aquestes dades prenen un caràcter dinàmic sobre els costos del pressupost objectiu o de contractació. Quan s'identifiquin o es detectin diferencials de producció -que s'han d'executar necessàriament a obra i abonar al contractista- el valor de la contractació ja haurà canviat i és el que ens permetrà dibuixar amb confiança l'import més fiable de tancament de l'operació. L'import de "previsió al tancament" s'obté de multiplicar els valors d'"amidament de tancament" pel preu unitari a CEM que ja conté el pressupost objectiu en el cas de partides existents, o d'un preu unitari provisional en el cas de partides de nova addició que s'hagin d'afegir. Com a resultat d'això l'amidament de producció del contracte definitiu haurà de coincidir amb l'amidament de tancament que provisionalment es coneix. El valor acumulat d'aquest nou apartat és el que oferirà d'una forma més fiable l'import probable de liquidació de l'obra (EAC) en cada període i que permetrà actuar amb més rapidesa. [H]

Les columnes de "cost de construcció del període nº 1 a N", recullen els valors de producció i les valoracions de la producció d'obra de cada mes, d'acord amb el preus unitaris de contracte. [C] – [C1, C2, C3, ... Cn]

Les columnes de "cost de construcció acumulat", recullen la producció i l'import a origen (des de l'inici d'obra fins l'últim període conegut). [D]

I, per últim, les columnes de "cost de construcció pendent d'executar" no són més que la diferència entre l'amidament d'EAC (Amidament a tancament) i la producció acumulada a origen de l'últim període controlat. [E]

## 4.2 Cas d'estudi

El model s'ha aplicat amb èxit en multitud de processos de seguiment i control de costos de projectes de construcció, tant en obra d'edificació com en obra civil, sobretot executats a Catalunya. Amb l'objectiu de demostrar la utilitat i funcionament del model, en aquest treball s'ha aplicat la proposta sobre un cas senzill, de poques unitats d'obra i pocs capítols que permet apreciar tot el seu potencial i avantatges.

A la imatge següent es mostra el pla de línia de base definit inicialment pel cas d'estudi. Tal i com es pot observar, la línia de referència queda definida per un pressupost i una planificació objectiva, quedant fixat des de l'inici, quines tasques s'hauran de dur a terme, per quin import i com s'espera que es desenvolupin aquestes en el temps.

PRESSUPOST OBJECTIU (PO)						PLANIFICACIÓ OBJECTIVA (PV)						
Codi	Concepte	Quantitats	ut	Preu unitari	Import	Import període 1	Import període 2	Import període 3	Import període 4	Import període 5	Import període 6	acumulat
<b>CAPÍTOL 1</b>						80%	20%	0%	0%	0%	0%	100%
	Partida 1.1	100,00	m <sup>2</sup>	23,00	2.300,00	20.640,00	5.160,00					25.800,00
	Partida 1.2	200,00	m <sup>3</sup>	50,00	10.000,00							
	Partida 1.3	300,00	m <sup>2</sup>	45,00	13.500,00							
<b>CAPÍTOL 2</b>						0%	60%	40%	0%	0%	0%	100%
	Partida 2.1	450,00	m <sup>2</sup>	4,00	1.800,00		14.880,00	9.920,00				24.800,00
	Partida 2.2	520,00	m <sup>2</sup>	10,00	5.200,00							
	Partida 2.3	750,00	m <sup>3</sup>	12,00	9.000,00							
	Partida 2.4	200,00	m <sup>2</sup>	44,00	8.800,00							
<b>CAPÍTOL 3</b>						0%	0%	33%	33%	33%	0%	100%
	Partida 3.1	400,00	m <sup>2</sup>	125,00	50.000,00			22.610,00	22.610,00	22.610,00		67.830,00
	Partida 3.2	75,00	m <sup>2</sup>	78,00	5.850,00							
	Partida 3.3	25,00	m <sup>3</sup>	40,00	1.000,00							
	Partida 3.4	90,00	m <sup>2</sup>	122,00	10.980,00							
<b>CAPÍTOL 4</b>						0%	0%	0%	0%	40%	60%	100%
	Partida 4.1	50,00	m <sup>2</sup>	19,00	950,00					5.084,00	7.625,00	12.709,00
	Partida 4.2	80,00	m <sup>2</sup>	19,00	1.520,00							
	Partida 4.3	155,00	m <sup>3</sup>	25,00	3.875,00							
	Partida 4.4	95,00	m <sup>2</sup>	44,00	4.180,00							
	Partida 4.5	143,00	ud	12,00	1.716,00							
	Partida 4.6	234,00	kg	2,00	468,00							
<b>Import parcial</b>						20.640,00	20.040,00	32.530,00	22.610,00	27.694,00	7.625,00	
<b>BAC Import total</b>						20.640,00	40.680,00	73.210,00	95.820,00	123.514,00	131.139,00	correcte

Figura 21 – Pla de línia de base definit inicialment pel cas d'estudi.

A continuació s'exposen els diferents escenaris en els quals s'ha assajat el cas d'estudi. Cadascun d'ells defineix un plantejament de successos diferent en el desenvolupament de l'obra.

- Escenari 1 – Procés d'obra amb sobre costos i sense retard d'obra

Informació avançada (1)	A l'inici de l'execució de l'obra (període nº 1) s'ha observat que els treballs corresponents a la partida 1.30 del Capítol 1, requerirà d'una producció major, amb un total de 100 unitats més de les previstes inicialment.
	En el període nº 2 es descobreix que manca un treball (partida 2.15) corresponent al Capítol II, que requerirà una producció de 75 unitats a un preu unitari de 25 unitats monetàries.
	En el període número 3 s'observa que es necessitarà 100 unitats més producció de la partida 3.10 del Capítol 3.
Incidències en Producció (2)	En el període nº 3, s'executen les 100 uts d'excés de la partida 1.30.
	En el període nº 4 s'executen les 75 uts d'un nou treball (partida 2.15).
	En el període nº 5, s'executen les 100 uts d'excés de la partida 3.10.
Informació Planif	El ritme d'execució durant els primers períodes ha presentat un lleuger retard sobre la planificació prevista.

	La planificació de l'obra no es veu ressentida per aquests augments de producció que s'absorbeixen mitjançant més personal.
--	---

- Escenari 2 – Procés d'obra sense desviacions econòmiques i sense retard d'obra

(1)	No s'han detectat canvis
(2)	No hi ha incidències
(3)	El ritme d'execució ha estat força fidel a la programació prevista.
	El termini total no ha sofert cap canvi i s'ha acomplert.

- Informació avançada (1) - Incidències en Producció (2) – Informació sobre Planificació (3)

- Escenari 3 – Procés d'obra amb sobre costos i amb retard d'obra

(1)	A l'inici de l'execució de l'obra (període nº 1) s'ha observat que els treballs corresponents a la partida 1.30 del Capítol 1, requerirà d'una producció major de 100 unitats més a la prevista inicialment.
	En el període nº 2 es descobreix que manca un treball (partida 2.15) corresponent al Capítol II, que requerirà una producció de 75 unitats a un preu unitari de 25 unitats monetàries.
	En el període número 3 s'observa que es necessitarà 100 unitats més producció de la partida 3.10 del Capítol 3.
(2)	En el període nº 3, s'executen les 100 uts. d'excés de la partida 1.30.
	En el període nº 4 s'executen les 75 uts. d'un nou treball (partida 2.15).
	En el període nº 5, s'executen les 100 uts. d'excés de la partida 3.10.
(3)	El ritme d'execució durant els tres primers períodes ha presentat un lleuger retard sobre la planificació prevista. A partir del quart període el ritme s'ha recuperat sense ser capaç d'absorbir la producció extra que ha originat sobre costos.
	La planificació general inicial de l'obra no s'ha pogut complir. El termini total previst s'ha vist incrementat amb un període més (setè període).

- Informació avançada (1) - Incidències en Producció (2) – Informació sobre Planificació (3)

- Escenari 4 – Procés d'obra sense desviacions econòmiques i amb retard d'obra

(1)	No s'han detectat canvis.
(2)	No hi ha incidències.
(3)	El ritme d'execució ha estat permanentment per sota de la programació prevista. Això ha provocat que el termini total d'execució s'allargués un període més (setè període).

- Informació avançada (1) - Incidències en Producció (2) – Informació sobre Planificació (3)



- Escenari 5 – Procés d’obra amb estalvi econòmic i sense retard d’obra

(1)	A l’inici de l’execució de l’obra (període nº 1) s’ha observat que els treballs corresponents a la partida 1.30 del Capítol 1, requerirà d’una menor producció d’unes 100 unitats menys a les inicialment previstes.
	En el període número 3 s’observa que la producció de la partida 3.10 del Capítol 3 podrà disminuir-se en 100 unitats.
(2)	En el període nº 3 es dona per finalitzada la producció de la partida 1.30.
	En el període nº 5 es dona per finalitzada la producció de la partida 3.10.
(3)	El ritme d’execució sempre s’ha mantingut per sota de la planificació inicial prevista, però acomodada a la planificació ajustada de disminució de producció.
	El termini total d’execució inicialment previst s’ha complert.

- Informació avançada (1) - Incidències en Producció (2) – Informació sobre Planificació (3)

Donat que segurament el mètode de referència més desenvolupat i estès fins ara per fer seguiments i controls econòmics d’obra a través d’indicadors és e l’EVM, els càlculs de les magnituds de desenvolupament del compliment econòmic i del termini en l’execució del projecte, s’han fet simultàniament sobre e l’EVM i sobre el mètode proposat, per tal de reflectir i evidenciar les diferències de valor que ofereixen ambdós mètodes i per tal de remarcar les avantatges i fiabilitat del nou model i també amb la finalitat de demostrar que la utilització del terme, “valor guanyat” (EV) no aporta cap avantatge en l’obtenció de dades o en la seva representació gràfica que no s’obtinguin amb el model proposat i desenvolupat en aquest treball.

Els resultats de càlcul de les principals magnituds i indicadors que s’obtenen sobre el cas de mostra i per l’escenari 1 (amb desviació de costos i sense retard), en aplicació del Mètode del Valor Guanyat (EVM) sobre el desenvolupament de l’obra, per cadascun dels períodes, són els que queden indicats a la Taula 2.

Concepte	Acrònim	fórmula	Període 1	Període 2	Període 3	Període 4	Període 5	Període 6
<b>Planificació Valorada (PV)</b>			20.640 €	40.680 €	73.210 €	95.820 €	123.514 €	131.139 €
<b>Valor Guanyat (EV)</b>			14.300 €	34.150 €	68.300 €	94.350 €	121.010 €	131.139 €
<b>Cost Actual (AC)</b>			14.300 €	34.150 €	72.800 €	100.25 €	138.885 €	150.014 €
<b>Variació de cost (CV)</b>	CVn	EVn-ACn	- €	- €	- 4.500 €	- 6.375 €	- 18.875 €	- 18.875 €
<b>Variació de termini (SV)</b>	SVn	EVn-PVn	- 6.340 €	- 6.530 €	- 4.910 €	- 1.470 €	- 2.504 €	- €
<b>Índex d’acompliment cost</b>	CPI <sub>n</sub>	EVn/ACn	1,00	1,00	0,94	0,94	0,87	0,879
<b>Índex d’acompliment termini</b>	SPI <sub>n</sub>	EVn/PVn	0,69	0,84	0,93	0,98	0,98	1,00

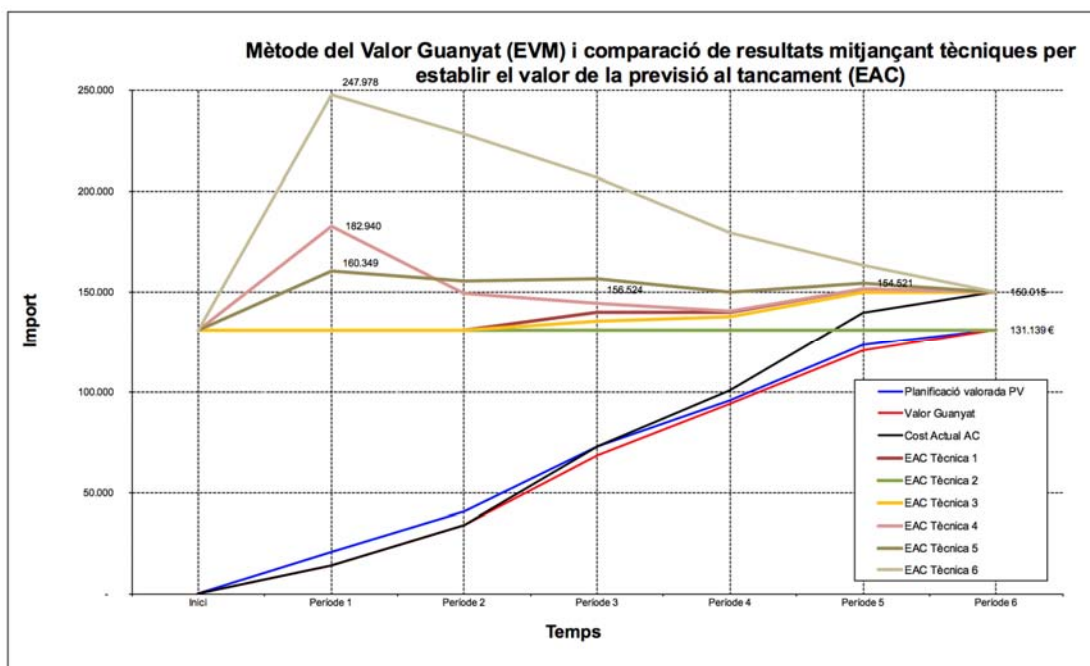
Taula 2 – Valors dels principals indicadors utilitzats per l’EVM.

La Taula 3 recull els diferents imports de càlcul que s’obtindrien d’EAC mitjançant cadascuna de les tècniques exposades en l’apartat 1.3 en aplicació de l’EVM. La taula desitja reflectir les importants diferències en l’import de pronòstic d’EAC que obté e l’EVM mitjançant les tècniques estudiades.

Càlcul d'EAC (Previsió de l'import de liquidació de l'obra)		Període 1	Període 2	Període 3	Període 4	Període 5	Període 6
Tèc. 1	$(ACn/EVn) \times BAC$	131.139	131.139	139.779	140.000	151.594	150.014
Tèc. 2	BAC	131.139	131.139	131.139	131.139	131.139	131.139
Tèc. 3	$BAC + (AC-EVn)$	131.139	131.139	135.639	137.514	150.014	150.014
Tèc. 4	$(ACn + [(BAC-EVn)/(CPI_n \times SPI_n)])$	182.940	149.685	144.594	140.612	151.836	150.014
Tèc. 5	$ACn + [(BAC-EVn)/(0,8 CPI_n + 0,2 SPI_n)]$	160.349	155.386	156.524	149.819	154.521	150.014
Tèc. 6	$ACn + [(BAC-EVn)/(0,5 CPI_n + 0,5 SPI_n)]$	247.978	228.128	206.759	179.275	163.303	150.015

Taula 3 – Valors periòdics de pronòstic d'EAC segons diferents tècniques del càlcul de l'EVM.

Com ja s'enunciava, en la Taula 3 i en la Gràfic 1, es pot observar la gran disparitat de valors d'EAC que hi ha entre les diferents tècniques, sobretot en els primers períodes d'execució de l'obra. En el cas sotmès a estudi, només les tècniques més simples (1 i 3) són capaces de dibuixar una aproximació acceptable al valor de tancament real de l'obra. Pel que fa al valors obtinguts pels mètodes 2, 4, 5 i 6, sobretot en els primers períodes, s'ha d'indicar que difícilment es podran considerar com a vàlids donat que estan pronosticant uns valors de liquidació molt alts que ni el sistema de costos identifica, ni hi ha coneixement de cap motiu objectiu que pugui predir una desviació tant important. En aquests casos, és molt improbable que cap equip que tingui encarregada la responsabilitat de gestionar l'obra (director d'obra, director de l'execució material o *project manager*), comenci a prendre mesures correctores en base als valors de desviació que ofereixen aquestes tècniques d'avaluació d'EAC de l'EVM. Així doncs, i per continuar el procés de comparació de resultats, s'ha optat per prescindir dels valors de predicció obtinguts per aquestes darreres tècniques.



Gràfic 1 – Representació gràfica comparativa dels valors d'EAC amb diferents tècniques d'avaluació.

Incorporant el model proposat basat en la gestió anticipada de la informació que es genera durant el transcurs de l'obra (IMADO), resulta que les dades de pronòstic periòdic d'EAC

aconseguides mitjançant el nou model, encara que quantitativament són semblants a les tècniques emprades 1 i 3, presenta l'avantatge significatiu que detecta i evidencia els sobre costos amb molta anticipació, tal com es pot observar en les Taules 4 i 5.

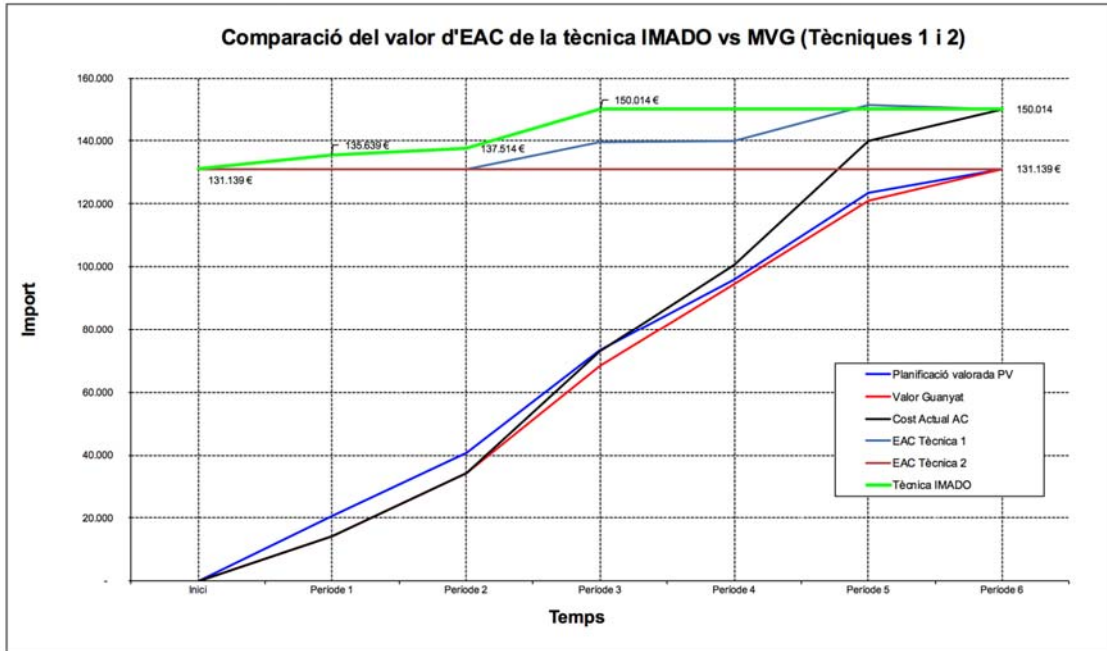
Càlcul d'EAC (Previsió de l'import de liquidació de l'obra)		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">IMADO ↓</div> <div style="text-align: center;">EVM ↓ T3</div> <div style="text-align: center;">EVM ↓ T1</div> </div>					
		Període 1	Període 2	Període 3	Període 4	Període 5	Període 6
Tècnica 1	$EAC = (ACn/EVn) \times BAC$	131.139	131.139	139.779	140.000	151.594	150.014
Tècnica 3	$EAC = BAC + (AC-EVn)$	131.139	131.139	135.639	137.514	150.014	150.014
<b>IMADO</b>		<b>135.639</b>	<b>137.514</b>	<b>150.014</b>	<b>150.014</b>	<b>150.014</b>	<b>150.014</b>

Taula 4 - Comparativa dels valors de previsió d'EAC segons les tècniques 1 i 3 amb contraposició als valors obtinguts mitjançant IMADO.

Diferencial de sobre costos en el càlcul d'EAC		<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">IMADO ↓</div> <div style="text-align: center;">EVM ↓ T3</div> <div style="text-align: center;">EVM ↓ T1</div> </div>					
		Període 1	Període 2	Període 3	Període 4	Període 5	Període 6
Tècnica 1		0	0	8.640	8.861	20.455	18.875
Tècnica 3		0	0	4.500	6.375	18.875	18.875
<b>IMADO</b>		<b>4.500</b>	<b>6.375</b>	<b>18.875</b>	<b>18.875</b>	<b>18.875</b>	<b>18.875</b>

Taula 5 - Imports dels sobre costos detectats per cada tècnica de previsió d'EAC (1 i 3) i per la tècnica IMADO.

Com pot apreciar-se, el model proposat ofereix una detecció de les desviacions econòmiques molt més anticipada, donat que el sistema no requereix que els costos s'hagin produït, parcialment o totalment, a obra. Una visió global d'aquestes tècniques de pronòstic al llarg de l'evolució de tot el procés d'obra és la representada en la Gràfic 1 que conté tot el transcurs de l'execució i fixa els diferents valors que es van obtenint per cadascuna de les tècniques comparades. Els valors representats mitjançant la línia verda, són els que s'aconsegueixen utilitzant el model proposat. En detall, es podrà apreciar que ja en el primer període, i a partir d'aquest en el segon i en el tercer, ja es corregeix la previsió del cost de tancament, i per tant la detecció de sobre costos d'obra, en atenció a les modificacions d'obra que s'executaran en un futur.



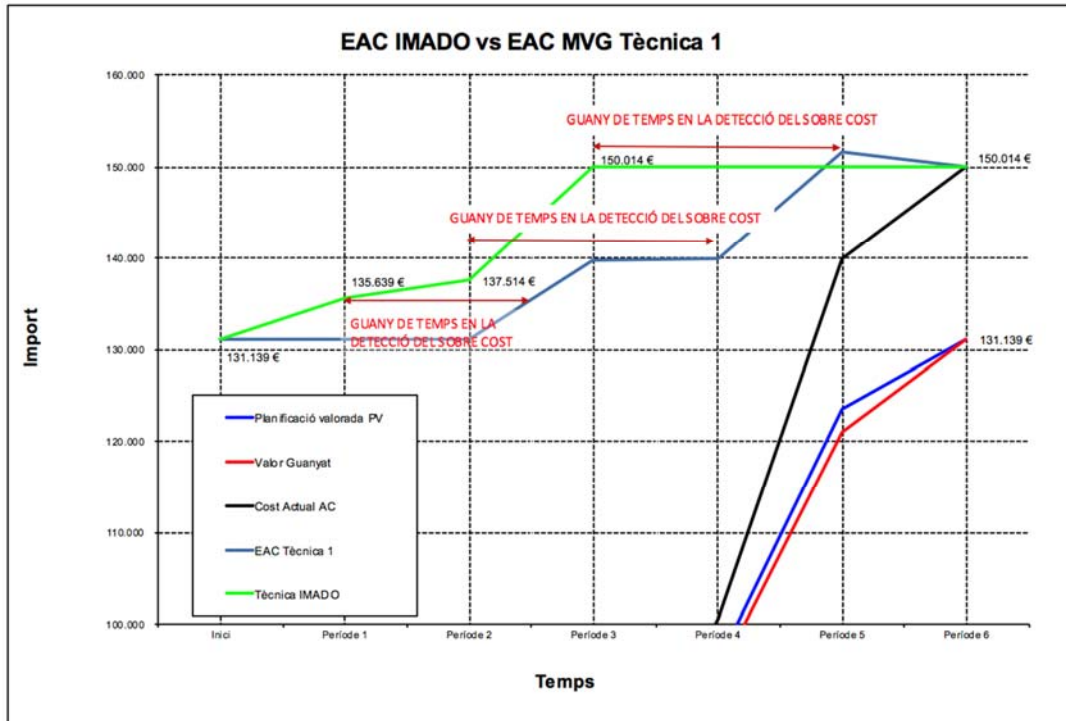
Gràfic 2 - Representació gràfica dels valors obtinguts mitjançant tècniques seleccionades, respecte dels valors obtingut amb IMADO.

En la Taula 6 es presenta la informació econòmica que ja en el període número 3 ofereix el model IMADO proposat. En aquest cas es pot apreciar la claredat del model i la fiabilitat dels imports que és capaç de preveure durant el procés d'obra. Com es pot comprovar, la metodologia proposada no interfereix en la informació procedent del control de cost, només la complementa d'una forma molt efectiva que facilita prendre coneixement de les desviacions de manera anticipada i, conseqüentment, dissenyar accions correctores amb més termini.

PRESSUPOST OBJECTIU				Quantitat diferencial	Quantitat final	AEC	
	Quantitat	Preu unitari	Total			Quantities	Total Amount
<b>CAPÍTOL I</b>							
Partida / Unitat d'obra 1.10	100	23	2300		100	100	2.300
Partida / Unitat d'obra 1.20	200	50	10000		200	200	10.000
Partida / Unitat d'obra 1.30	300	45	13500	100	400	400	18.000
Total CAPÍTOL I			<b>25.800</b>				
<b>CAPÍTOL II</b>							
Partida / Unitat d'obra 2.10	450	4	1800		450	450	1.800
Partida / Unitat d'obra 2.15		25		75	75	75	1.875
Partida / Unitat d'obra 2.20	520	10	5200		520	520	5.200
Partida / Unitat d'obra 2.30	750	12	9000		750	750	9.000
Partida / Unitat d'obra 2.40	200	44	8800		200	200	8.800
Total CAPÍTOL II			<b>24.800</b>				
<b>CAPÍTOL III</b>							
Partida / Unitat d'obra 3.10	400	125	50000	100	500	500	62.500
Partida / Unitat d'obra 3.20	75	78	5850		75	75	5.850
Partida / Unitat d'obra 3.30	25	40	1000		25	25	1.000
Partida / Unitat d'obra 3.40	90	122	10980		90	90	10.980
Total CAPÍTOL III			<b>67.830</b>				
<b>CAPÍTOL IV</b>							
Partida / Unitat d'obra 4.10	50	19	950		50	50	950
Partida / Unitat d'obra 4.20	80	19	1520		80	80	1.520
Partida / Unitat d'obra 4.30	155	25	3875		155	155	3.875
Partida / Unitat d'obra 4.40	95	44	4180		95	95	4.180
Partida / Unitat d'obra 4.50	143	12	1716		143	143	1.716
Partida / Unitat d'obra 4.60	234	2	468		234	234	468
Total CAPÍTOL IV			<b>12.709</b>				
<b>TOTAL PRESSUPOST</b>			<b>131.139</b>				150.014

Taula 6 – Informació econòmica mitjançant el model IMADO.

El model proposat no solament preveu correctament els valors de tancament de l'operació d'una manera senzilla, sinó que permet actuar amb molt més temps ja que el coneixement dels fets d'obra s'incorporen, junt amb la seva valoració, al sistema d'informació tan aviat com són coneguts i per tant permeten una actuació molt més ràpida en la valoració del EAC així com a la possibilitat d'intervenir amb mesures correctores que eliminin parcial o totalment dels desviacions de costos que es preveu que es produiran, tal com es pot observar en la Gràfic 3.



Gràfic 3 – Ampliació i detall de l'avenç de reacció del model IMADO respecte de la tècnica 1 de l'EVM en la previsió de l'import de tancament.

Aquest model ha estat aplicat amb èxit en la gestió de projectes o obres desenvolupats els darrers anys. La incorporació d'aquesta proposta ha fet possible avançar en el coneixement i la valoració de desviacions econòmiques amb molta antelació respecte de la informació facilitada pel sistema tradicional de control de costos. Això ha permès poder aplicar mesures correctores amb antelació i aconseguir en molt casos la correcció de sobre costos que d'altra forma s'haurien incorporat definitivament a la liquidació. Alhora, el model pot permetre amb molta facilitat afegint un nou registre a la taula, identificar totes i cadascuna de les causes de desviació, a fi de traslladar-les als informes periòdics que s'adrecen a la part contractant.

#### 4.3 Desenvolupament d'indicadors. Metodologia d'anàlisi i mètode proposat

Un cop validat el correcte funcionament del model, s'ha considerat imprescindible dotar-lo d'un conjunt d'indicadors que, de la mateixa forma que fa el EVM, permeti en cada etapa de control i seguiment conèixer les magnituds econòmiques més importants, els valors de les desviacions, els ratis d'eficiència i els valors que es poden preveure pel tancament i liquidació de l'obra. Alhora, aquest indicador i el seu trasllat a sistemes de representació gràfica, sens dubte, poden facilitar l'establiment d'uns quadres de comandament que resumeixin la informació i facilitin prendre una imatge global i fidel del comportament de l'execució de l'obra en termes de compliment de cost i de termini.

Per desenvolupar aquests nous indicadors sobre el model IMADO, s'ha seguit les següents pautes: a) Plantejar els nous indicadors sobre el model; b) Recrear cinc escenaris d'obra que representin la casuística de compliment econòmic i de termini més habitual en la qual es

troben les obres de construcció; c) Calcular els valors dels indicadors bàsics que proposa l'EVM; d) Calcular els valors els nous indicadors proposats; e) Analitzar les coincidències i les desviacions entre els indicadors de l'EVM i del la nova proposta; f) Validar, si s'escau, els nous indicadors i donar les instruccions per la seva correcta interpretació; i g) Aplicar-los de manera sistemàtica a tot un conjunt divers d'obres que estiguin en procés d'execució.

D'acord amb l'argumentació feta amb anterioritat, tots els indicadors de la Taula 7 que utilitzen el terme de valor guanyat (EV) cal que siguin substituïts per nous indicadors que no requereixin d'aquest concepte i del seu valor per establir el valor d'altres indicadors. Per tant, l'indicador a prescindir és el Valor Guanyat (EV) i els indicadors afectats per aquesta decisió i que caldrà modificar i tornar a formular són: Variació de cost (CV), Variació de termini (SV), Índex d'acompliment de cost (CPI), Índex d'acompliment de termini (SPI) i Cost a la finalització.

El canvi més important en aquests últims indicadors correspon al mètode per calcular l'import de la previsió al tancament en un determinat període (EAC). La idea exposada i defensada en aquest treball redefineix aquesta previsió incorporant al BAC tots aquells fets econòmics que es coneixen, en un determinat moment, i que poden acabar passant durant l'execució de l'obra, i tot això amb independència de que els treballs origen de desviació econòmica s'hagin executat i comptabilitzat com a costos reals. L'expressió matemàtica que representaria la seva formulació, és:

$$EAC \text{ Imado} = BAC + \sum_{j=1}^j (\text{Dif. prod}_j \times Up_j)$$

<i>EAC Imado</i>	<i>Estimació del cost a la compleció de l'execució de l'obra, incorporant les modificacions que encara no s'han produït però que ja es coneixen.</i>
<i>BAC</i>	<i>Import total del pressupost de referència</i>
<i>Dif.prod</i>	<i>Quantitat modificativa de la producció originalment prevista en el pressupost de referència</i>
<i>Up</i>	<i>Preu de contracte unitari del treball</i>
<i>j</i>	<i>Número d'ordre de la partida d'obra dins d'un capítol concret</i>

Ja que el model de base sobre el que es sustenta aquesta proposta defineix el valor de la previsió al tancament d'obra amb una alta fiabilitat, convé disposar d'un valor planificat i reajustat amb les diferències (estalvis o sobre costos) que la magnitud EAC ha sigut capaç de detectar. Per aquest motiu es planteja crear el nou indicador (APV), que s'explica a continuació.

- **Valor planificat ajustat (APV<sub>i</sub> Imado)** - Representa el valor planificat en el període d'estudi segons el pressupost de referència que s'ha assignat al treball programat, ajustat d'acord amb la informació subministrada pel model proposat. És a dir, es correspon amb el PV<sub>i</sub> original corregit amb les desviacions econòmiques detectades fins aquest moment i planificades seguint els mateixos criteris que s'han utilitzat en la planificació inicial, respectant el termini total de cada operació o conjunt d'operacions programades, així com el termini total inicial previst. S'ha arribat a aquesta proposta després de verificar i contrastar que generalment la introducció de modificacions durant el transcurs de l'obra no determinen necessàriament que l'empresa adjudicatària demani, i l'Administració contractant atorgui, una ampliació de termini d'execució de l'obra d'acord amb l'article 105 de la TRLCSP que estableix

que només es podrà atorgar una pròrroga del termini d'execució quan s'ha previst en els plecs o en l'anunci de licitació i a més concorri alguna de les circumstàncies assenyalades en l'article 107.

Així doncs, el valor del APV<sub>i</sub> Imado pot canviar en cada període, si la informació que prové de l'obra detecta canvis i/o modificacions de caràcter econòmic.

A la imatge següent es mostra un exemple de detecció i correcció dels valors planificats en funció de la informació disponible en el moment de l'observació. Tal i com s'aprecia, en el període 2 es detecta una variació en la quantitat d'una partida i això obliga a redefinir els imports planificats. Aquesta correcció es realitza establint com a premisses que es mantindrà la distribució planificada inicialment (en l'exemple un 60 % al període 2 i un 40 % al període 3).

Figura 22 – Exemple de model per a la definició del nou pla de línia de base (APVi)

La seva formulació és la següent:

$$APV_i \text{ Imado} = \sum_{i=1}^n PV_{iChz} \text{ Imado}_1^m$$

Valors actualitzats de la planificació valorada objectiu PV a partir de la suma de planificacions periòdiques temporals actualitzades de cada capítol del pressupost.

- APV<sub>i</sub> Imado Valor planificat ajustat del pressupost de referència en un període determinat
- PV<sub>i</sub> Valor planificat del pressupost de referència en un període determinat
- Dif.prod Quantitat modificativa de la producció originalment prevista en el pressupost de referència
- Ch<sub>i</sub> Imado Variació de l'import objectiu del pressupost d'un capítol en atenció a la informació subministrada pel mètode Imado
- i Número d'ordre del període
- m Número últim del capítol del pressupost de referència

- **Variació de cost** (CV<sub>i</sub> Imado) – Representa el dèficit o superàvit pressupostari conegut en un moment donat, expressat com la diferència entre el total pressupost de referència (BAC) i la previsió al tancament coneguda en aquest moment (EAC<sub>i</sub> Imado).



$$CV_i \text{ Imado} = BAC - EAC_i \text{ Imado}$$

- **Variació de termini** ( $SV_i \text{ Imado}$ ) – Representa una mesura d'acompliment del cronograma que determina en quina mesura el projecte està avançat o retardat en relació a la data de lliurament, en un moment determinat. Aquest nou indicador mesura el compliment de termini previst amb inclusió de les desviacions econòmiques conegudes fins aquest moment, sent capaç d'aproximar els avenços o retards de termini en relació al conjunt de treballs que es preveu que s'hagin d'executar.

$$SV_i \text{ Imado} = AC_i - APV_i \text{ Imado}$$

S'introdueixen dos nous ratis d'eficiència que avaluin la previsió de desviació econòmica a la liquidació de l'obra i sobre la planificació reajustada. Aquest nou ratis són; Percentatge de desviació econòmica EAC (%CV) i Percentatge de desviació econòmica reajustada a la planificació (%CVAP).

- **Percentatge de desviació econòmica EAC (%CV)** - Expressa en forma percentual la relació que hi ha entre l'import de la desviació econòmica coneguda i prevista mitjançant la tècnica proposada ( $CV \text{ Imado}$ ) i el pressupost de referència (BAC). Valors positius del percentatge representen sobre costos i, valors negatius representen estalvis.

$$\%CV = \frac{CV \text{ Imado}}{BAC} \times 100$$

- **Percentatge de desviació econòmica reajustada a la planificació (%SV)** - Expressa en forma percentual la relació que hi ha entre el cost actual del període ( $AC_i$ ) i l'import econòmic planificat del període reajustat amb la informació subministrada pel sistema "IMADO", partint de la premissa que el termini total s'acomplirà. Un valor positiu d'aquest percentatge indica una producció per sota la necessària per complir el termini d'obra preestablert. Un valor negatiu, indica una producció per sobre la prevista per complir el termini d'obra inicial.

$$\%CVAP_i = \frac{SV_i}{PV_i \text{ Imado}} \times 100$$

Per la seva transcendència dins del model, també s'explica i s'estableix la formulació per trobar l'import de la previsió al tancament de l'obra en atenció al model proposat ( $EAC \text{ Imado}$ ).

El conjunt global d'indicadors pel seguiment i control d'obra en la monitorització de costos i compliment de termini durant l'execució de l'obra que proposa aquest treball i que poden ser utilitzats en l'elaboració de quadres de comandament periòdics, són els que es recullen a la Taula 7. Tots els indicadors que incorporen el terme "Imado", es corresponen amb indicadors que modifica o crea la nova proposta.

	<i>Indicador</i>	<i>Acrònim</i>	<i>Fórmula</i>	<i>Interpretació</i>
MAGNITUDS	Pressupost a la finalització ( <i>Budget at Completion</i> )	BAC	--	Pressupost fins a la finalització.
	Valor planificat ( <i>Planned Value</i> )	PV	PVi	Id. EVM
	Valor Guanyat ( <i>Earned Value</i> )	EV		Indicador no disponible. Indicador eliminat.
	Cost Actual ( <i>Actual Cost</i> )	AC	ACi	Id. EVM
	Valor planificat ajustat	APVi Imado	veure explicació	És el nou valor planificat del període que incorpora les desviacions econòmiques conegudes per aplicació del model imado, mantenint el mateix termini d'obra fixat inicialment i la mateixa distribució de planificació.
DESVIACIONS	Variació de cost ( <i>Cost Variance</i> )	CVi Imado	BAC-EACi Imado	La variació del cost (CV) continuarà sent el muntant del dèficit o superàvit pressupostari conegut en un moment donat, expressat com la diferència entre el total pressupost de referència (BAC) i la previsió al tancament coneguda en aquest moment (EAC IMADO).
	Variació de termini ( <i>Schedule Variance</i> )	SVi Imado	=ACi-APVi Imado	La variació del cronograma (SV) continuarà representant una mesura d'acompliment del cronograma que determina en quina mesura el projecte està avançat o retardat en relació a la data de lliurament, en un moment determinat. Aquest nou indicador mesura el compliment de termini previst amb inclusió de les desviacions econòmiques conegudes fins aquest moment, sent capaç d'aproximar els avenços o retards de termini en relació al conjunt de treballs que es preveu que s'hagin d'executar.
	Percentatge de desviació econòmica EAC	%CVi Imado	(EAC i Imado /BAC)-1)x100	És un nou indicador percentual que expressa la desviació econòmica prevista en un determinat període respecte del pressupost de referència.
	Percentatge de desviació econòmica planificada	%CVi APVi Imado	[(ACi /PVi Imado)-1]x100	És un nou indicador percentual que expressa la desviació de producció real respecte de la producció prevista un cop ajustada amb les previsions conegudes per aconseguir el termini d'obra inicial.
RATIS D'EFICIÈNCIA	Índex d'acompliment de cost ( <i>Cost Performance Index</i> )	CPIi Imado	BAC/EACi Imado	L'índex d'acompliment del cost (CPI) continuarà representant una mesura d'eficiència del cost dels recursos pressupostats. La interpretació dels valors continua sent la mateixa, però l'indicador ara és capaç de respondre de manera avançada.
	Índex d'acompliment de termini ( <i>Schedule Performance Index</i> )	SPIi Imado	ACi/PVi Imado	L'índex d'acompliment del cronograma (SPI) continua sent una mesura de eficiència del cronograma. La interpretació dels valors continua sent la mateixa, però l'indicador ara és capaç de respondre de manera avançada.
PREVISIONS	Cost a la finalització ( <i>Estimate at Completion</i> )	EACi Imado	veure explicació	És el cost a final d'obra estimat atenent a la informació generada en el procés en relació a les desviacions econòmiques, amb independència del moment en el qual es produeixin les esmentades desviacions.

Taula 7 – Proposta de nous indicadors per l'aplicació del model IMADO, sense necessitat de conèixer el valor guanyat (EV).

#### 4.4 Aplicació dels indicadors de seguiment.

S'ha procedit a calcular els indicadors bàsics del Mètode del Valor Guanyat (EVM) i els nous indicadors proposats que no necessiten disposar de l'import del valor guanyat (EV) per establir-ne el seu valor ja que, tal com explica el treball, rarament queden quantificats de manera independent en les relacions valorades mensuals d'obra. Així, en tots els casos, s'han obtingut el conjunt de valors i indicadors que proposa el Mètode del Valor Guanyat i els que proposa el nou mètode que es poden identificar pel terme "Imado" comparant-los i explicant, si és el cas, la interpretació que mereix cada nou indicador.

Els valors dels indicadors s'han disposat de tal forma que siguin fàcilment comparables entre els que corresponen amb l'EVM i els que proposa aquest treball. En fons ombrejat apareixen els nous indicadors. Com a cas més problemàtic i representatiu es reproduïx i es comenten els resultats de l'escenari d'obra que presenta sobre costos i un retard en la seva finalització (Escenari 3).

#### ESCENARI 3 - Procés d'obra amb sobre costos i amb retard d'obra

Els valors calculats de tots els indicadors que s'han exposat en aquest treball, corresponents a l'Escenari 3 són els que es recullen en la Taula 8. És important observar que donada la situació que representa aquest escenari, el final d'obra s'endarrereix un període, finalitzant en el període nº 7.

ESCENARI 3									
Indicador	Acrònim	Inici	període 1	període 2	període 3	període 4	període 5	període 6	període 7
Pressupost a la finalització	BAC	131.139,00	131.139,00	131.139,00	131.139,00	131.139,00	131.139,00	131.139,00	131.139,00
Valor planificat	PV	-	20.640,00	40.680,00	73.210,00	95.820,00	123.513,60	131.139,00	131.139,00
Valor guanyat	EV	-	14.300,00	34.150,00	68.300,00	94.350,00	119.760,00	125.195,00	131.139,00
Cost Actual	AC	-	14.300,00	34.150,00	72.800,00	100.725,00	138.635,00	144.070,00	150.014,00
Valor a la finalització	EAC	131.139,00	131.139,00	131.139,00	139.779,20	139.999,74	151.807,41	150.910,15	150.014,00
Valor a la finalització (Imado)	EAC Imado	131.139,00	135.639,00	137.514,00	150.014,00	150.014,00	150.014,00	150.014,00	150.014,00
Valor planificat ajustat (Imado)	APV Imado	-	24.240,00	46.305,00	83.751,67	110.528,33	142.388,60	150.014,00	150.014,00
Variació de cost (MVG)	CV	-	-	-	- 4.500,00	- 6.375,00	- 18.875,00	- 18.875,00	- 18.875,00
Variació de cost (Imado)	CV Imado	-	- 4.500,00	- 6.375,00	- 18.875,00	- 18.875,00	- 18.875,00	- 18.875,00	- 18.875,00
Variació de termini (MVG)	SV	-	- 6.340,00	- 6.530,00	- 4.910,00	- 1.470,00	- 3.753,60	- 5.944,00	-
Variació de termini (Imado)	SV Imado	-	- 9.940,00	- 12.155,00	- 10.951,67	- 9.803,33	- 3.753,60	- 5.944,00	-
Índex d'acompliment de cost (MVG)	CPI	-	1,00	1,00	0,94	0,94	0,86	0,87	0,87
Índex d'acompliment de cost (Imado)	CPI Imado	-	0,97	0,95	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Índex d'acompliment de termini (MVG)	SPI	-	0,69	0,84	0,93	0,98	0,97	0,95	1,00
Índex d'acompliment de termini (Imado)	SPI Imado	-	0,59	0,74	0,87	0,91	0,97	0,96	1,00
% desviació econòmica EAC (Imado)	%CV Imado	-	0,03	0,05	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
% desviació econòmica ajustada (Imado)	%CV APV Imado	-	0,41	0,26	0,13	0,09	0,03	0,04	-

Taula 8– Taula de valors dels indicadors de l'EVM i de la nova proposta corresponents a l'escenari 3.

#### Valor a la finalització (EAC Imado) –

Aquest indicador ofereix valors avançats respecte de les tècniques més habituals per establir el valor a l'horitzó de tancament (EAC) que planteja l'EVM. Tal com s'assenyalava, la virtut d'aquest mètode radica en el fet d'avançar-se a la informació que dona el sistema de control de costos en relació als sobre costos d'obra. El valor d'aquest indicador en els períodes d'inici i final són plenament coincidents. En períodes intermedis, el valor d'EAC Imado respon amb més rapidesa (entre 2 i 3 períodes) en comparació amb el indicador tradicional d'EAC de l'EVM. Aquesta és un dels avantatges més significatius del mètode proposat.

#### Variació de cost (CV Imado) –

Els valors d'aquest indicador a l'inici i al final (període 7) són plenament coincidents amb el CV de l'EVM. L'avantatge del nou indicador es fonamenta en que es capaç de detectar desviacions econòmiques sobre el cost de les obres amb més rapidesa, el que permetrà prendre accions correctores amb més promptitud.

#### Variació de termini (SV Imado) –

Els valors d'aquest indicador a l'inici i al final (període 7) són plenament coincidents amb el SV de l'EVM. L'avantatge del nou indicador és que avalua la manca de producció global (prevista inicialment i afegida) per respectar el termini inicial de l'operació.

#### Índex d'acompliment de cost (CPI Imado) –

Els valors d'aquest indicador a l'inici i al final (període 7) són plenament coincidents amb el CPI de l'EVM. Les variacions en els valors intermedis són deguts a la manifestació de les variacions econòmiques periòdiques que el nou mètode és capaç de detectar amb més rapidesa.

#### Índex d'acompliment de termini (SPI Imado) –

Els valors d'aquest indicador a l'inici i al final (període 7) són plenament coincidents amb el SPI de l'EVM. Les variacions en els valors intermedis són deguts a la manifestació de les variacions econòmiques periòdiques que el nou mètode és capaç de detectar amb més rapidesa.

En definitiva, els nous indicadors proposats compleixen amb exactitud la seva finalitat, afavorint una informació veraç i avançada de la problemàtica que pot presentar una obra que s'ajusti a l'escenari descrit.

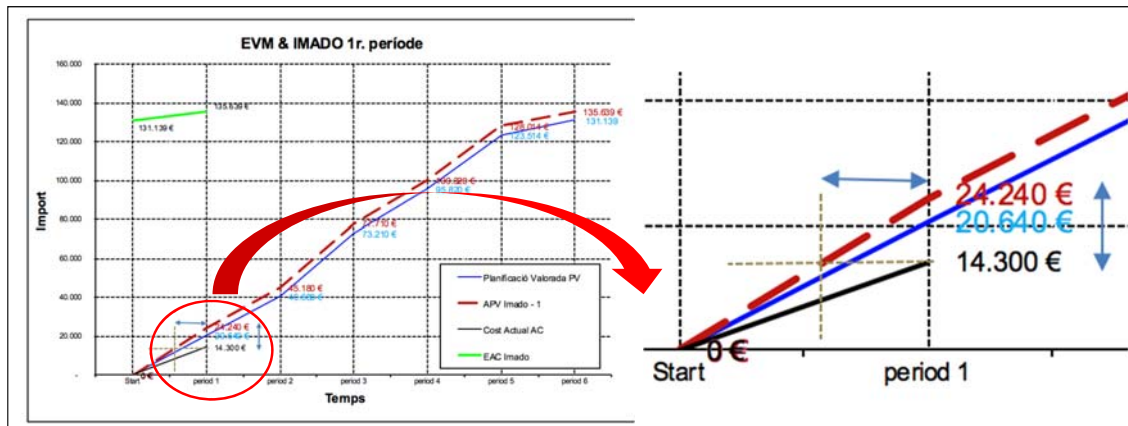
### **4.5 Anàlisi gràfic detallat**

Amb l'objectiu de demostrar la conveniència i l'avantatge que proporciona la utilització dels nous indicadors es proposa traslladar-los a una representació gràfica detallada que faciliti la seva comprensió i permeti observar en detall la qualitat de les dades que subministra. S'ha seleccionat l'escenari nº 3 (procés d'obra amb sobre costos i amb retard d'obra) per portar a terme aquest anàlisi gràfic detallat, període a període com a escenari més representatiu, ja que com indiquen diversos autors (Flyvbjerg 2002) es dona en més del 90% dels casos. L'anàlisi de la situació s'ha de completar amb la interpretació dels valors i dels indicadors que figuren en la Taula nº 8.

#### Període nº 1 –

El Gràfic 4 representa la situació en el primer període. En el detall de la dreta es pot observar que l'obra presenta un retard d'aproximadament d'un quart de període sobre les previsions inicials i de quasi mig període sobre la planificació reajustada. El dèficit de producció per complir l'objectiu de termini es de 9.940 um (SV Imado). Aquesta pèrdua és important doncs representa un 41,01% (%CV ajust planned Imado) del que s'hauria d'haver realitzat per

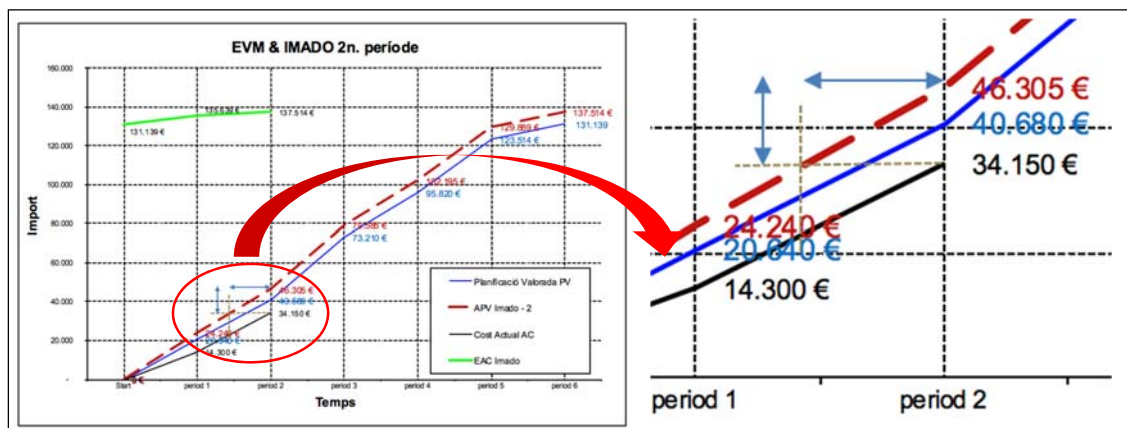
complir el termini establert. La desviació econòmica final sobre el BAC és de 4.500 um (CV Imado), el que representa un 3,43% (%CV Imado).



Gràfic 4 - Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 1

### Període nº 2 –

El Gràfic 5 representa la situació en el segon període. En el detall de la dreta es pot observar que l'obra presenta un augment de retard. Ara és de poc més de mig període sobre la planificació reajustada. El dèficit de producció per complir l'objectiu de termini també ha augmentat i ara és de 12.155 um (SV Imado). La pèrdua de producció continua sent important malgrat s'observa una lleugera recuperació respecte de l'anterior període - 26,25% (%CV ajust planned Imado). La previsió actualitzada de desviació econòmica final sobre el BAC és de 6.375 um (CV Imado), el que representa un 4,86% (%CV Imado).

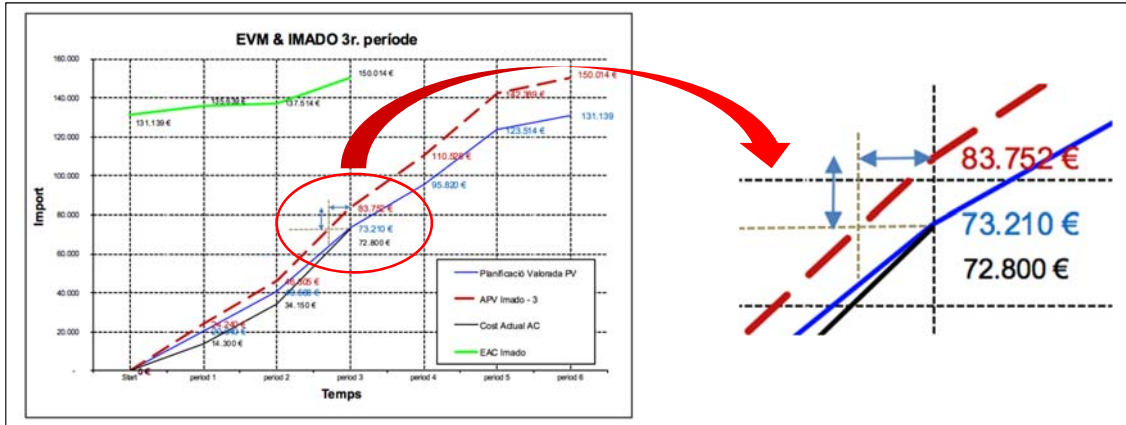


Gràfic 5 - Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 2.

### Període nº 3 –

El Gràfic 6 representa la situació en el tercer període. En el detall de la dreta es pot observar que l'obra ha recuperat part del retard de producció. El retard és d'una mica més d'1/4 de període sobre la planificació reajustada. El dèficit de producció per complir l'objectiu de termini també s'ha reduït i ara és de 10.952 um (SV Imado). La pèrdua de producció es

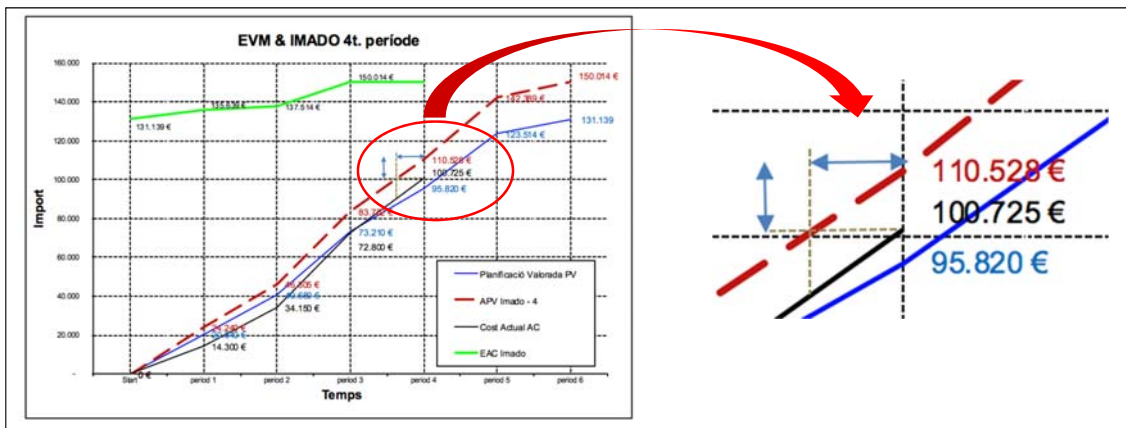
continua recuperant, marcant un 13,08% (%CV ajust planned Imado). La previsió actualitzada de desviació econòmica final sobre el BAC ha augmentat significativament, establint-se en 18.875 um (CV Imado), el que representa un 14,39% (%CV Imado).



Gràfic 6 - Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 3.

#### Període nº 4 –

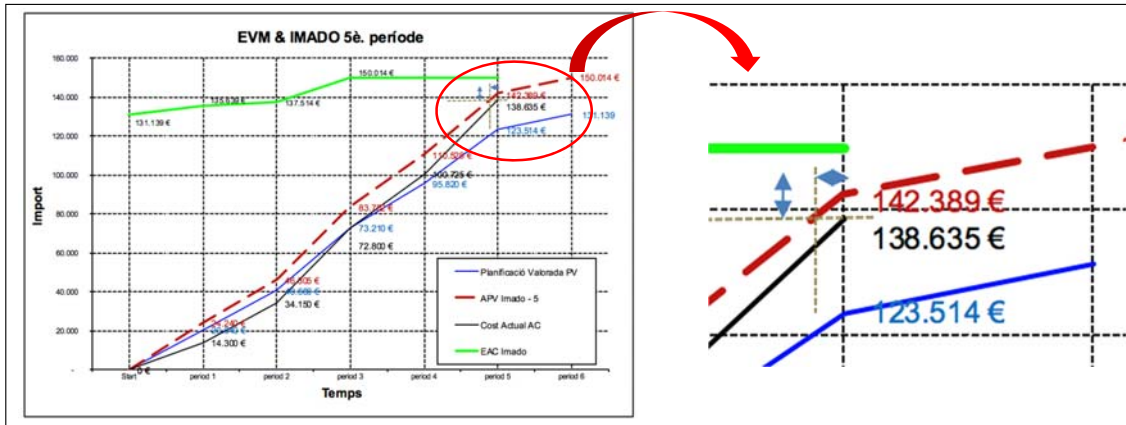
El Gràfic 7 representa la situació en el quart període. La producció executada ja ha superat les previsions de producció inicials (PV), malgrat que per la incorporació de nous treballs no contemplats en aquesta planificació l'obra presenta retard per complir el termini establert. En aquest sentit, el dèficit de producció fa preveure un retard similar al retard del període anterior (nº 3) sobre la planificació reajustada. El dèficit de producció per complir l'objectiu de termini s'ha reduït lleugerament i ara és de 9.803 um (SV Imado). La pèrdua de producció es continua recuperant, marcant un 8,87% (%CV ajust planned Imado). La previsió actualitzada de desviació econòmica final sobre el BAC es manté en 18.875 um (CV Imado), el que representa un 14,39% (%CV Imado).



Gràfic 7 - Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 4.

Període nº 5 –

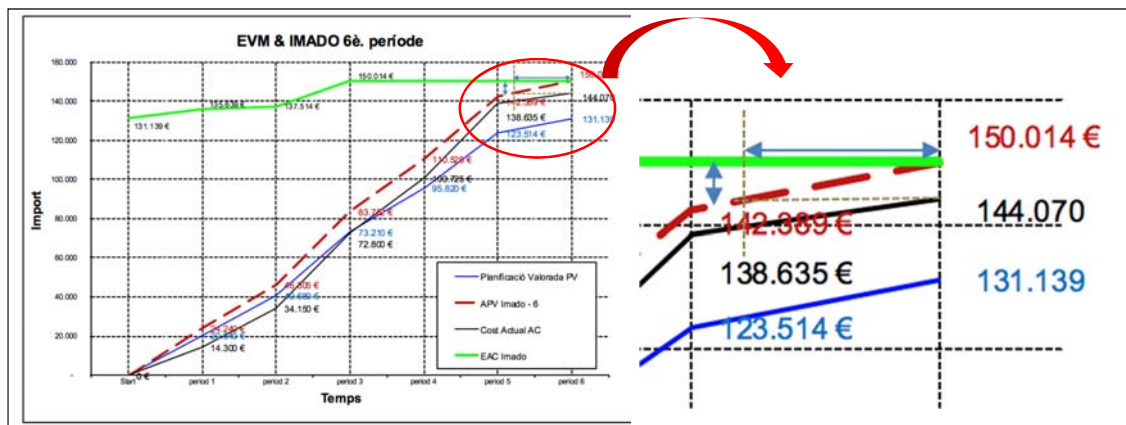
El Gràfic 8 representa la situació en el cinquè període. En el detall de la dreta es pot observar que s’han fet un important esforç per augmentar la producció i ajustar-se a la planificació reajustada. El dèficit de producció per complir l’objectiu de termini s’ha reduït fins les 3.754 um (SV Imado). Aquest import representa un 2,64% sobre la planificació reajustada a l’horitzó de tancament de l’operació (%CV ajust planned Imado). La previsió actualitzada de desviació econòmica final sobre el BAC es manté en 18.875 um (CV Imado), el que representa un 14,39% (%CV Imado).



Gràfic 8 - Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 5.

Període nº 6–

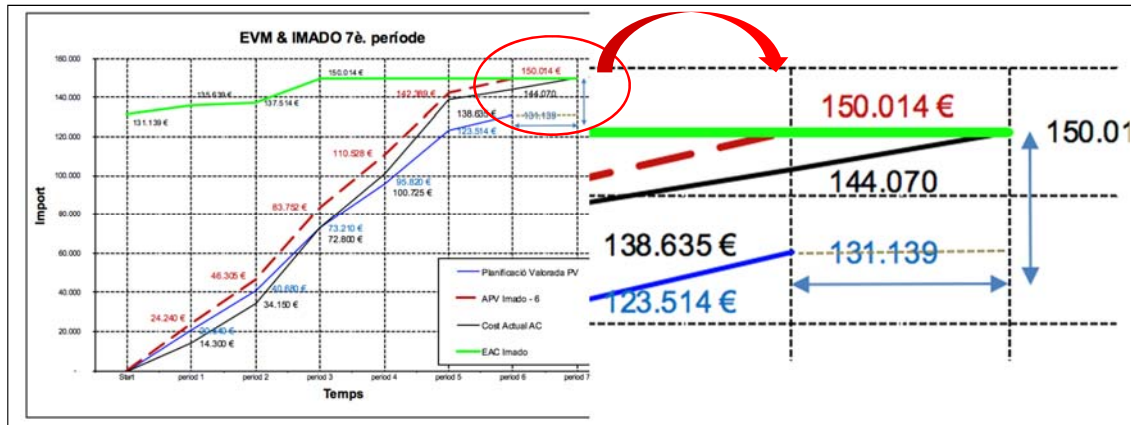
El Gràfic 9 representa la situació en el sisè període. En el detall de la dreta es pot observar que s’ha alentit el ritme de producció que preveia finalitzar els treballs amb un retard molt poc significatiu sobre el termini preestablert. La pendent de la recta de producció és molt menor, incrementant-se el retard de previsió de finalització fins uns ¼ de període, el que correspondria a un dèficit de producció per complir l’objectiu de termini de 5.944 um (SV Imado). Aquest import representa un 3,96% sobre la planificació reajustada a l’horitzó de tancament de l’operació (%CV ajust planned Imado). La previsió actualitzada de desviació econòmica final sobre el BAC es manté en 18.875 um (CV Imado), el que representa un 14,39% (%CV Imado).



Gràfic 9 - Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 6.

## Període nº 7 –

El Gràfic 10 representa la situació en el setè període de finalització de l'obra. En el detall de la dreta es pot observar que l'obra ha presentat un retard final d'un període complert. La desviació econòmica final sobre el BAC ha estat de 18.875 um (CV Imado), el que representa un 14,39% (%CV Imado).



Gràfic 10 - Representació gràfica general i detallada de la situació econòmica de l'obra en el període número 7

## 4.6 Quadre de comandament

Els quadres comandament (*cuadro de mando / balanced scorecard / tableau du bord*) tenen per finalitat oferir una visió de conjunt, resumida i ràpida de la situació del comportament d'un negoci, una part del negoci o d'una operació. Aplicat al camp de gestió i control en l'execució d'obres, i des de la perspectiva del promotor ja sigui públic o privat, hauria de permetre resumir la principal informació del procés d'execució de l'obra en poc espai, i sempre com a complement dels informes periòdics complets que poden elaborar la Direcció Facultativa o el Project Manager sobre el comportament de l'obra (dades de les empreses o industrials que han intervingut en la realització de treballs, estat de la contractació, actes i informes d'obra, permisos, ordres de canvi, compliment d'indicadors de qualitat del projecte, disponibilitat de recursos emplaçats a obra, compliment de planificació dels treballs programats, incidències en matèria de seguretat en el treball, informació sobre el import del treballs executats fins a la data, import dels treballs pendents d'executar, informes sobre desviacions econòmiques i de planificació, control de documentació durant el procés d'obra, reportatges gràfics, etcètera).

Com ja es pot observar, la informació es tant gran que resulta poc operativa per aquelles persones amb responsabilitat que necessiten obtenir una idea de conjunt suficientment clara per liderar i promoure, si cal, accions correctores. Amb aquesta idea sorgeix la necessitat d'utilitzar un nou document, el "quadre de comandament de seguiment d'obra", capaç de sintetitzar la informació més important sobre el comportament del procés d'execució de l'obra i sobre el grau de confiança d'aconseguir els resultats esperats.

Sens dubte, aquest document hauria d'aprofitar les aportacions que fa aquest treball, no sols en l'estructura de presentació dels resultats econòmics resumits en capítols d'obra, sinó amb la potència gràfica de representació dels indicadors que s'han explicat en apartats anteriors.



D'aquesta forma, es considera que un esquema mínim que pot aportar prou informació sobre l'estat de l'obra és el que es presenta en les següents pàgines.

El primer full recull les dades econòmiques del procés d'execució d'obra. Per la configuració d'aquest document, i a tall d'exemple, s'ha utilitzat l'estructura capitular que té recollida Infraestructures.cat en el Plec de prescripcions per a l'assistència tècnica en la redacció de projectes en fase d'Execució per a Obra Nova. L'aportació més important en aquest document, és la incorporació de dos columnes que valoren d'acord amb la metodologia exposada; els imports previstos d'horitzó de liquidació a final d'obra i les desviacions positives o negatives que provoca aquesta previsió d'horitzó sobre el pressupost d'adjudicació o pressupost objectiu. El document segueix l'esquema de configuració del preu que s'han contemplat en projecte i els ajustos del procés d'adjudicació.

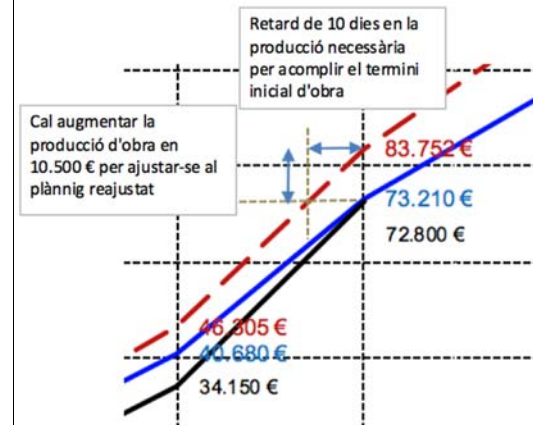
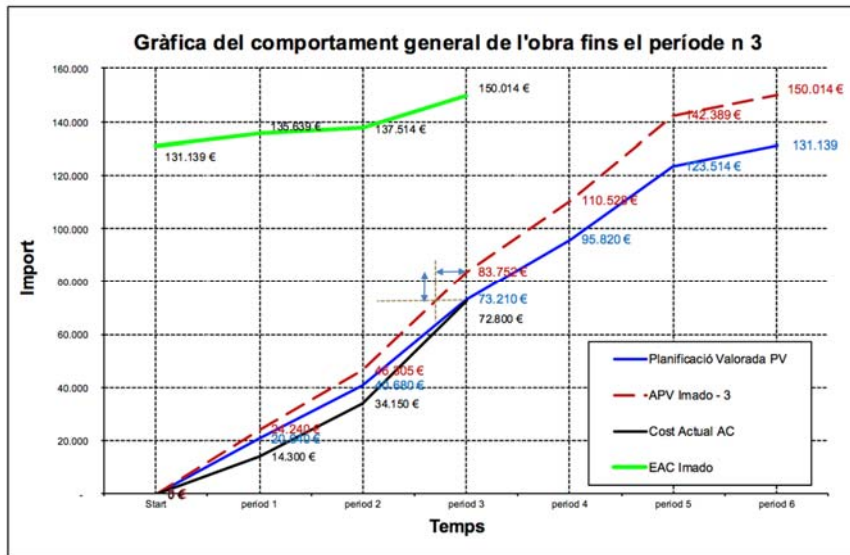
El segon full recull totes aquelles representacions gràfiques que d'una forma més visual permeten tenir una visió global del comportament de l'execució de l'obra en termes de compliment de cost objectiu i de termini i també de les causes de desviació econòmica que fins aquell moment l'obra pot haver presentat o es poden haver previst mitjançant la metodologia proposada.

Referència Obra:  
 Administració contractant:  
 Empresa adjudicatària:  
 Lot:  
 Període:  
 Data:

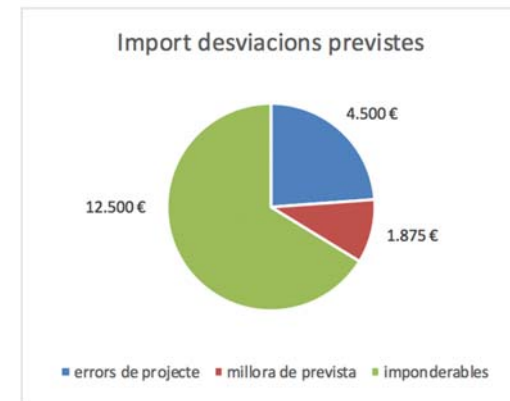
		PRESSUPOST D'ADJUDICACIÓ BAC	HORITZÓ A LA LIQUIDACIÓ EAC	PREVISIÓ DE DESVIACIONS ECONÒMIQUES A FINAL D'OBRA CV	IMPORT CERTIFICAT A L'ORIGEN AC	IMPORT PENDENT D'EXECUTAR ETC		
Codi Capítol	Nom de Capítol	Import TOTAL	Import TOTAL	Import TOTAL	Import TOTAL	Import TOTAL	Import TOTAL	%
00	TREBALLS PREVIS I REPLANTEIG GENERAL							
01	SUSTENTACIÓ DE L'EDIFICI I ADEQUACIÓ AL TERRENY							
02	SISTEMA ESTRUCTURAL							
03	SISTEMES D'ENVOLVENT I D'ACABATS EXTERIORS							
04	SISTEMES DE COMPARTIMENTACIÓ I ACABATS INTERIORS							
05	SISTEMES DE CONDICIONAMENTS, INSTAL·LACIONS I SERVEIS							
06	EQUIPAMENT							
07	URBANITZACIÓ I ESPAIS EXTERIORS							
08	CONSTRUCCIONS I INSTAL·LACIONS TEMPORALS							
GR	GESTIÓ DE RESIDUS							
SS	SEGURETAT I SALUT							
CQ	CONTROL DE QUALITAT							

**TOTALS A COST D'EXECUCIÓ MATERIAL**  
 \_\_\_ % D.G.E.  
 6% BI  
 TOTAL IMPORT PBL (abans de baixa i IVA)  
 % Baixa d'adjudicació  
**TOTAL IMPORT OBRA (sense IVA)**  
 \_\_\_ % IVA  
**TOTAL IMPORT**

Figura 23 – Model quadre de comandament (full 1)



ESCENARI 3					
Indicador	Acrònim	Inici	període 1	període 2	període 3
Pressupost a la finalització	BAC	131.139	131.139	131.139	131.139
Valor planificat	PV	0	20.640	40.680	73.210
Valor guanyat	EV	0	14.300	34.150	68.300
Cost Actual	AC	0	14.300	34.150	72.800
Valor a la finalització	EAC	131.139	131.139	131.139	139.779
Valor a la finalització (Imado)	EAC Imado	131.139	135.639	137.514	150.014
Valor planificat ajustat (Imado)	APV Imado	0	24.240	46.305	83.752
Variació de cost (MVG)	CV	0	0	0	(4.500 )
Variació de cost (Imado)	CV Imado	0	(4.500 )	(6.375 )	(18.875 )
Variació de termini (MVG)	SV	0	(6.340 )	(6.530 )	(4.910 )
Variació de termini (Imado)	SV Imado	0	(9.940 )	(12.155 )	(10.952 )
Índex d'acompliment de cost (MVG)	CPI	0,00	1,00	1,00	0,94
Índex d'acompliment de cost (Imado)	CPI Imado	0,00	0,97	0,95	0,87
Índex d'acompliment de termini (MVG)	SPI	0,00	0,69	0,84	0,93
Índex d'acompliment de termini (Imado)	SPI Imado	0,00	0,59	0,74	0,87
Percentatge de desviació econòmica EAC (Imado)	%CV Imado	0,00%	3,43%	4,86%	14,39%
Percentatge de desviació econòmica ajustada (Imado)	%CV ajustat planned Imado	0,00%	41,01%	26,25%	13,08%



En definitiva, dels resultats obtinguts es poden resumir en les següents consideracions:

El model proposat i desenvolupat en aquest treball que s'ha convingut en anomenar "*Information management advanced way to detect overruns of work – IMADO*", com a eina que gestiona la informació per detectar de manera avançada sobre costos d'obra, és fonamentalment un sistema que persegueix permetre detectar les desviacions econòmiques que es poden presentar durant l'execució d'una obra de la forma més ràpida possible.

La detecció de desviacions econòmiques és cabdal per gestionar adequadament l'execució de les obres. Com més ràpida, fiable i detallada sigui aquesta detecció, més facilitat i efectivitat han de tenir les accions que es puguin emprendre per rectificar o minimitzar les conseqüències de les desviacions econòmiques.

El desenvolupament del sistema ha permès obtenir i comprovar el resultats principals següents:

- S'integra amb extrema facilitat a les estructures habituals de seguiment i control de costos d'obra, tant pel que fa al processos plantejats sobre fulls de càlcul, com als que tenen desenvolupats diversos programaris informàtics de control i seguiment de certificacions d'obra.
- No modifica les entrades de registre ni la confecció de les relacions valorades ni de l'emissió de certificacions d'obra.
- Permet el registre, avaluació i identificació, pràcticament a temps real, de totes aquelles incidències que durant l'execució de l'obra poden provocar desviacions econòmiques.
- Ofereix una aproximació molt fiable a l'import o horitzó de liquidació econòmica (EAC), doncs es sustenta en la pròpia informació que es genera durant el transcurs de l'obra sense esperar que els treballs s'executin i quedin reflectits en les corresponents relacions valorades.
- Procura un conjunt d'indicadors econòmics que faciliten la lectura, interpretació i la visió de conjunt sobre el comportament de l'obra en termes de compliment de cost i de termini d'execució.
- Facilita l'elaboració de quadres de comandament que resumeixin de manera efectiva les dades de conjunt de compliment econòmic i de termini d'execució que necessita conèixer els responsables de l'Administració.
- Proporciona la possibilitat d'identificar i avaluar de les causes de desviació econòmica.

## 5. CONCLUSIONS

Si només s'accepta treballar amb els resultats dels costos de les operacions realitzades i comptabilitzades representades en les valoracions mensuals de la producció d'obra que es materialitzen en l'emissió de les relacions valorades d'obra –que provenen estrictament del procés de control de costos-, s'estarà menyspreant la possibilitat d'incorporar la informació disponible que es genera durant el procés d'obra com a font de la previsió de liquidació i com a base d'una actuació i gestió eficaç. En la gestió d'obra és essencial disposar del màxim termini possible per gestionar el procés i per aplicar, si és el cas, mesures correctores que faciliten optimitzar els resultats de l'obra i acostar-se a l'objectiu de cost. Es a dir, avançar-se en aplicar mesures de rectificació molt abans de que el procés tradicional de control de costos evidencii aquesta situació de desviació econòmica.

Fins ara, totes les tècniques de pronòstic de l'import de liquidació d'obra (EAC) ho fan en funció dels valors de desviació que dona el procés de control de costos. Si el propi procés de control de costos no és capaç d'assenyalar realment que hi ha una desviació econòmica futura, és qüestionable que l'equip de gestió de l'obra (Direcció facultativa o Project manager) comenci a aplicar mesures correctores anticipadament a la seva constatació en el sistema de seguiment i control de costos.

El model de gestió de la informació per detectar de manera avançada sobre costos d'obra "*Information Management Advanced way to Detect Overruns of work (IMADO)*", aporta una gran avantatge en la identificació i avaluació de sobre costos d'obra, permeten actuar i aplicar mesures de rectificació abans que el propi sistema de control de costos faci palesa les desviacions. El model permet aconseguir una millora significativa en l'obtenció dels resultats econòmics de l'obra.

El sector de la construcció s'ha caracteritzat habitualment per ser un segment reticent als canvis i avanços tecnològics. Seria desitjable que la documentació que permet conèixer i seguir l'evolució de l'adjudicació de l'obra incorporés uns formats de presentació de dades més clars, eficients i útils. La incorporació d'un conjunt d'indicadors, de sistemes de representació gràfica i de quadres de comandament correctament dissenyats sens dubte podrien millorar una administració més eficient dels pressupostos públics que s'inverteixen en obres d'edificació i d'infraestructures.

D'altra banda, la informació econòmica subministrada pels diferents portals de transparència de les Administracions catalanes en relació als contractes públics, no permeten conèixer l'import de liquidació del contracte d'obra ni les causes que puguin haver originat l'aprovació de modificats. Seria desitjable, tot salvaguardant les disposicions de la llei de protecció de dades, que l'accés a aquestes dades fos veritablement efectiva, transparent i d'accés complet per poder conèixer l'abast i la importància de les desviacions econòmiques i de termini que pateixen les obres públiques a Catalunya. Actualment el procés per accedir i disposar de dades completes sobre la liquidació d'una obra de construcció, passa per sol·licitar un a un els expedients a cadascuna de les administracions contractants. El grau d'autorització d'accés a la informació i el termini de lliurament dels expedients sol·licitats, es desconeix al no haver aconseguit encara cap resposta de les administracions a qui s'ha sol·licitat com a mostra aquesta informació.

## **6. IMPACTE PREVIST**

### **Publicacions realitzades o previstes**

- Article científic de títol “Model for the early detection of construction cost overruns and predicting the estimated cost at completion” tramés a la revista “Journal of Construction Engineering and Management”. 16 pàgines. Actualment en procés de revisió.
- Article científic de títol “Decision Support Systems indicators for monitoring and controlling costs in the construction industry” tramés a la revista “Journal of Construction Engineering and Management”. 15 pàgines. Actualment en procés de revisió.

### **Accions de transferència / Presentacions de resultats**

- Presentar els resultats d'aquest treball a les empreses de desenvolupament de software d'amidaments i pressupostos d'obres, que disposen de mòduls de seguiment econòmic (ITEC, RIB Spain i CYPE Ingenieros).

### **Tesis en curs**

- Gifra, E., “Sistema integrat pel seguiment i control de costos de construcció en obres d'edificació i infraestructures” Directors: A. Ribera i J. de Ciurana (Prevista la defensa Octubre 2017).

### **Treballs de Final de Grau**

- Camps, F., “Estudi i anàlisi de la informació publicada en la plataforma de contractació de la generalitat de Catalunya en relació als contractes d'obres de l'àmbit geogràfic de la província de Girona.” Directors: Ester Gifra (Prevista la defensa Setembre 2017).

## Referències

Abba, W., Niel, F.A., (2010). Integrating technical performance measurement with earned value management. *The Measurable News*, 4 (2010), pp. 6–8.

Ahiaga-Dagbui D, Simon D Smith (2014). Rethinking construction cost overruns: cognition, learning and estimation. *Journal of Financial Management of Property and Construction*. 19(1), 38-54.

Al-Jibouri, S. H. (2003). Monitoring systems and their effectiveness for project cost control in construction. *International Journal of Project Management*, 21(2), 145-154.

Aliverdi, R., Naeni, L. M., & Salehipour, A. (2013). Monitoring project duration and cost in a construction project by applying statistical quality control charts. *International Journal of Project Management*, 31(3), 411-423.

Arditi D, Akan G T, Gurdamar S (1985). Cost overruns in public projects. *Project Management*, 3(4), 218-224.

Arditi, D., Akan, G. T., & Gurdamar, S. (1985). Cost overruns in public projects. *International Journal of Project Management*, 3(4), 218-224.

Ayala, J. J. (2004). Gestión de contratos de obras de las Administraciones Públicas. Estudio de los orígenes y causas de las habituales desviaciones presupuestarias.

Batselier, J., & Vanhoucke, M. (2015). Empirical evaluation of earned value management forecasting accuracy for time and cost. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(11), 05015010.

Bayram, S., & Al-Jibouri, S. (2016). Efficacy of Estimation Methods in Forecasting Building Projects' Costs. *Journal of Construction Engineering and Management*, 05016012.

Bromberg, I. (1976); CIR — Construction control system: Construction information reporting computerized control system for the process plants industry. *Engineering and Process Economics*. 1-2, 113-122.

Burke, R., (2003). Project Management Planning and Control Techniques. (4th ed.).

Chan, D. W. M., & Kumaraswamy, M. M. (1997). A Competitive Study of Causes of Time Overruns in Hong Kong Construction Projects. *International Journal of Project Management*, Vol. 15 ( No. 1), pp. 55 – 63.

Chan. A P and Chan. A P (2004) Key performance indicators for measuring construction succès. *Benchmarking: An International Journal*. 11(2). 203-21.

Construction Extension to the PMBOK® Guide Third Edition. (2007). *In. ProjectManagement Institute*.

Diario de sesiones del Congreso de los Diputados nº 479 de 10/12/2013. *Comisión de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*. España.

Fleming, Q.W., Koppelman, J.M., (2005). *Earned Value Project Management*. (3rd ed.). *Project Management Institute*.

Flyvbjerg B, Thesis: Megaproject Policy and Planning: Problems, Causes, Cures. *Institut for Samfundsudvikling og Planlægning*. Aalborg Universitet. 2007.

Frimpong Y, Oluwoye J, Crawford L (2003) Causes of delay and cost overruns in construction of groundeater projects in a developing ocuntries; Ghana as a case study. *International Journal of Project Management*. 21(5), 321-326.

Grau, D., & Back, W. E. (2015). Predictability Index: Novel Metric to Assess Cost and Schedule Performance. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(12), 04015043.

Guide, A. (2013). *Project Management Body of Knowledge (PMBOK® GUIDE)*. In *Project Management Institute*.

Guo, B. H., Yiu, T. W., González, V. A., & Goh, Y. M. (2016). Using a Pressure-State-Practice Model to Develop Safety Leading Indicators for Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 04016092.

Joshi, Girdhar (2013). *Management Information Systems*. New Delhi: *Oxford University Press*. p. 328

Kam, C., Song, M. H., & Senaratna, D. (2016). VDC Scorecard: Formulation, Application, and Validation. *Journal of Construction Engineering and Management*, 04016100.

Kim, E., Wells, W. G., & Duffey, M. R. (2003). A model for effective implementation of Earned Value Management methodology. *International Journal of Project Management*, 21(5), 375-382.

Lipke, W., Zwikael, O., Henderson, K., & Anbari, F. (2009). Prediction of project outcome: The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes. *International Journal of Project Management*, 27(4), 400-407.

Mansfield N R, Ugwu O O, Doran T (1994). Causes of delay and cost overruns in Nigerian construction projects. *International Journal of Project Management*. 12(4), 254-260.

Mansfield, N. R., Ugwu, O. O., & Doran, T. (1994). Causes of delay and cost overruns in Nigerian construction projects. *International Journal of Project Management*, 12(4), 254-260.



Montes-Guerra, M. I., Gimena, F. N., Pérez-Ezcurdia, M. A., & Díez-Silva, H. M. (2014). The influence of monitoring and control on project management succes. *International Journal of Construction Project Management*, 6(2), 163.

Moslemi L, Shadrokh S, Selehipour A (2008). A fuzzy approach for the earned value management. *International Journal of Project Management*. 29. 764-772.

Narbaev, T., & De Marco, A. (2013). Combination of growth model and earned schedule to forecast project cost at completion. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(1), 04013038.

Normativa comptable europea. Pla General de Comptabilitat Espanyol aprovat per RD 1514/2007, de data 16/11/2007.

OBM Exhibit 300. United States Nuclear Regulatory Commission. *Guidance on Exhibit 300 – Planning, budgeting, acquisition and management of it capital assets*. 2011.

Ribera Roget, Albert. Control d'obres, seguiment econòmic i tractament de la informació. *Fundació Politècnica de Catalunya*. 2001 (Vol 2), 1-52.

Rodney A. Stewart, Sherif Mohamed, (2001) "Utilizing the balanced scorecard for IT/IS performance evaluation in construction". *Construction Innovation*, Vol. 1 Iss: 3, pp.147 – 163.

Salim S Mulla (2015). A study of factors caused for time & cost overruns in construction Project & their remedil measures. *International Journal of Enginneering Research and Applications*, 5(1), 48-53.

Sovacool, B., Gilbert, A., & Nugent, D. (2014). Risk, Innovation, Electricity Infrastructure and Construction Cost Overruns: Testing Six Hypotheses. *Energy*, 74, 906-917.

Vandevoorde, S., Vanhoucke, M., (2006). A comparison of different project duration forecasting methods using earned value metrics. *International Journal of Project Management*, 24 (4), pp. 289–302.

Willems L L, Vanhoucke M (2015). Classification of articles and journals on project control and earned value management. *International Journal of Project Management*. 33, 1610-1634.

Williams, T. P., & Gong, J. (2014). Predicting construction cost overruns using text mining, numerical data and ensemble classifiers. *Automation in Construction*, 43, 23-29.