
Gestió de projectes

Mòdul 4. Programar el projecte

Alexandre Álvarez Mena

Llicenciat en Geografia i Història per la Universitat de Barcelona i diplomat en Ciències Empresarials per la Universitat Oberta de Catalunya. Mestratge en gestió pública a ESADE.

Ha ocupat diversos llocs directius a diferents administracions locals.

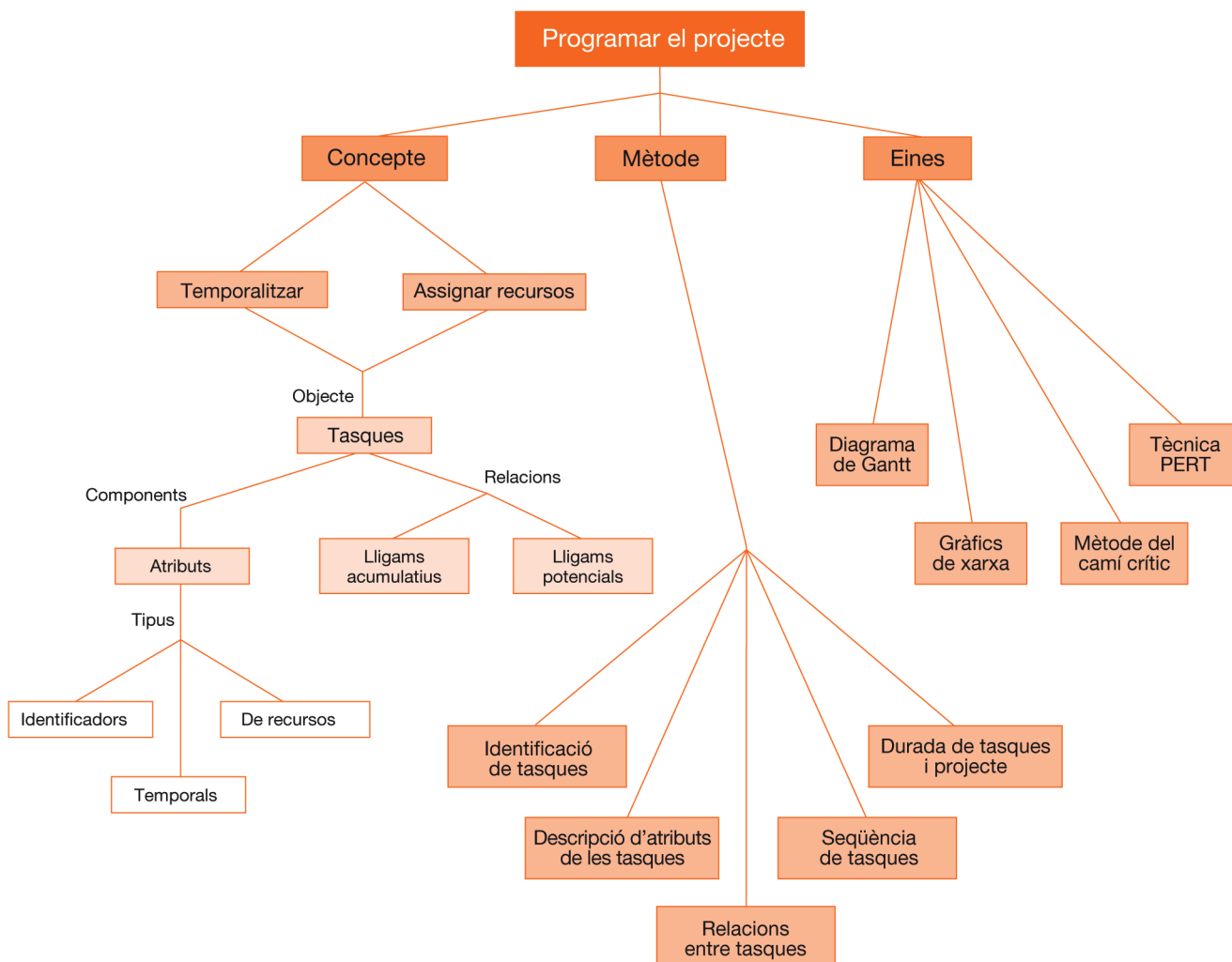


**Diputació
Barcelona**

Índex

Mapa conceptual	3
Introducció	4
Unitat 1. Què és programar?	5
1.1. La importància de la programació	5
1.1.1. Com s'ha de programar?.....	6
1.1.2. Per què s'ha de programar?	6
1.1.3. Verificar i ajustar la programació	7
1.2. Els atributs de les activitats.....	8
1.3. Els lligams entre tasques	10
1.3.1. Lligams potencials	11
1.3.2. Lligams acumulatius.....	12
Unitat 2. Eines per a la programació	13
2.1. Instruments i mètodes de suport per a la programació	13
2.2. El diagrama de Gantt	13
2.3. Els gràfics o diagrames de xarxa.....	15
2.4. El mètode del camí crític.....	16
2.5. La tècnica PERT	17
2.6. Aplicacions informàtiques per a la programació de projectes.....	17
2.7. Fer una programació viable i útil per gestionar el projecte.....	19
Resum	21
Glossari	22
Referències bibliogràfiques	24
Annexos	25
Annex 1. El mètode del camí crític	25
Annex 2. La tècnica PERT.....	29
Annex 3. Temporalització del projecte.....	37

Mapa conceptual



Introducció

En aquest mòdul tractarem de la programació del projecte.

La programació és una de les tasques bàsiques de la gestió de projectes, i consisteix a temporalitzar les tasques que s'han de realitzar i a assignar-hi els recursos necessaris.

La programació és un procés molt important, ja que permet determinar la durada del projecte i saber si es podran complir els requisits temporals que té.

És particularment interessant que compregueu els conceptes de *tasca crítica* i de *camí crític*, ja que són els que condicionen, si es compleix la programació, la durada mínima del projecte en conjunt.

També aprendreu a fer la programació d'un projecte i a ajustar-la per assolir més eficiència, utilitzant diverses eines dissenyades a aquest efecte: diagrama de Gantt, gràfics de xarxa, mètode del camí crític i tècnica PERT.

UNITAT 1. QUÈ ÉS PROGRAMAR?

1.1. LA IMPORTÀNCIA DE LA PROGRAMACIÓ



Citació

En paraules de Joseph M. Juran, "un projecte és un problema programat per a la seva solució".

Programar un projecte consisteix en dues tasques:

- Definir un calendari de realització de les activitats i tasques del projecte, a partir de la determinació de dates d'inici i d'acabament de cadascuna d'aquestes activitats i tasques.
- Assignar recursos, tenint en compte les disponibilitats, a les activitats i tasques segons els requeriments que tenen.

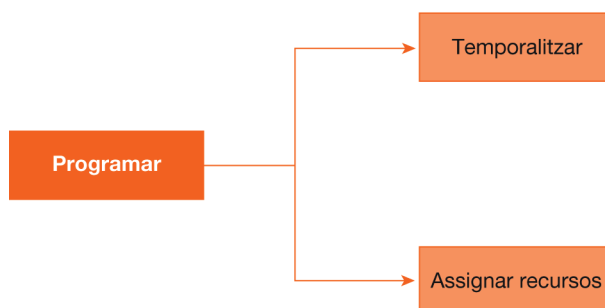


Diagrama 1: Què és programar?

La programació es basa en la consideració d'un projecte com una successió de *tasques*, que són les unitats sobre les quals cal actuar (temporalitzar i assignar recursos) i que cal controlar.

La programació permet dibuixar un escenari en què s'organitzen les tasques segons una seqüència temporal òptima i amb els recursos necessaris, perquè el projecte pugui executar-se amb eficàcia i eficiència fins a l' assoliment del resultat final esperat.

El programa és l'instrument que fa possible el control del projecte, ja que proporciona el marc per què es pugui revisar amb detall l'evolució, i si escau, impulsar accions correctives.

Una vegada feta la programació es pot definir el costos de cada tasca i del conjunt del projecte, i es pot elaborar el corresponent pressupost (vegeu-lo al mòdul 5).

1.1.1. Com s'ha de programar?

El mètode per fer la programació d'un projecte és el següent:

1. Identificar cadascuna de les tasques del projecte. El nivell de detall d'aquesta desagregació depèn del grau de control que vulguem aplicar després al projecte. Per aconseguir-ho, hem de partir de l'estructura d'EDT que hem estudiat en el mòdul 3.
2. Descriure totes les tasques amb els atributs que hi corresponen.
3. Determinar les relacions entre les tasques segons els lligams que hagin de tenir entre si, tenint en compte els requisits tècnics i temporals.
4. Establir la seqüència general de les tasques i la xarxa de relacions entre si.
5. Establir els temps estimats de durada de cada tasca per calcular la durada total del projecte i comprovar si es compleixen els requisits temporals (terminis) que tenen.
6. Assignar els recursos necessaris a cada tasca, d'acord amb la disponibilitat. En cas que hi hagi limitacions per a l'assignació dels recursos, pot ser necessari replantejar el calendari d'execució.

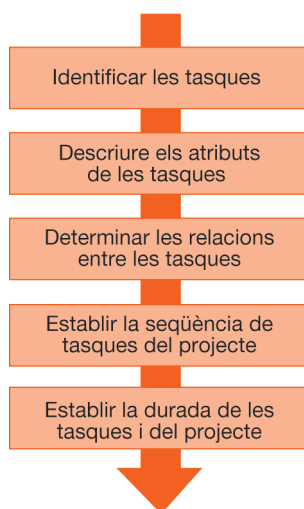


Diagrama 2: Mètode per programar un projecte

1.1.2. Per què s'ha de programar?

La programació és una de les activitats crítiques de la gestió d'un projecte.

En primer lloc, és l'única forma d'establir una hipòtesi raonable de la durada del projecte, i per tant, de saber si es compliran els requisits dels terminis d'execució. Habitualment, el termini d'execució és un dels factors clau, juntament amb el cost, que condiciona l'èxit o el fracàs del projecte.

El programa és també un instrument bàsic per a l'autocontrol dels membres de l'equip, ja que fàcilment permet saber si es produeixen desviacions en l'execució del projecte, i en cas de necessitat, posar en marxa mecanismes correctors.

Finalment, el programa del projecte ens mostra el marge de temps que pot existir per a l'execució de cadascuna de les tasques, amb la qual cosa se sap fins a quin punt es poden assumir canvis en la programació per respondre a les possibles incidències.



Reflexioneu

Podem fer una analogia entre el paper del programa en la gestió de projectes i el d'un quadre de comandament en la gestió dels processos de treball.

Tots dos instruments serveixen per tenir un full de ruta per dur a terme el treball, una mena de GPS que ens indica el camí que hem de seguir, però que també ens indica si ens desviem d'aquest camí i ens informa també de les dades bàsiques del viatge: velocitat, temps aplicat en el recorregut, temps restant per arribar a la destinació, consum del vehicle, etc.

1.1.3. Verificar i ajustar la programació

Una vegada acabada la programació, cal comprovar si el resultat obtingut s'adequa als requisits del projecte. A més, s'ha de verificar si és possible reduir el temps d'execució o els costos estimats resultants.

Pel que fa al temps d'execució estimat de les tasques, podem intentar assignar més recursos a les tasques crítiques, sempre que això no comporti un increment significatiu dels costos. També podem replantejar la forma d'execució de les tasques per mirar d'augmentar l'eficiència del treball.



Per saber-ne més

Millorar l'eficiència del treball

Una de les formes més usuales d'incrementar l'eficiència de les tasques administratives és procurar d'automatitzar-les mitjançant l'aplicació de les tecnologies de la informació i la comunicació.

Per exemple, és molt freqüent que en processos administratius es dediqui molt de temps a la verificació de dades aportades per interessats d'un procés en instàncies, formularis o sol·licituds. La informatització de l'aportació de les dades en aquests formularis o instàncies pot permetre evitar la introducció de dades errònies, que es quedin dades sense informar, o que no s'annexi tota la documentació complementària. A més, pot facilitar la revisió i ajudar a generar automatitzadament possibles requeriments, i evita haver d'introduir manualment totes les dades per processar-les posteriorment.

Tot això pot reduir molt sensiblement la durada de la tasca de revisió de les instàncies o formularis i incrementar l'eficiència del treball.

La durada total del projecte pot optimitzar-se també si es pot reduir el temps estimat d'execució de les tasques crítiques, o bé replantejant la relació entre les tasques per intentar executar, sempre que sigui possible amb els recursos existents, tasques en paral·lel.

Quant als recursos, s'ha de comprovar que queden els mínims recursos infrautilitzats, assignant-los a alguna tasca, fins i tot modificant la seqüència temporal, sempre que això no afecti negativament els terminis del projecte.



Pas a pas

En el mòdul 5, "Gestionar recursos", tractarem més en detall sobre l'assignació de recursos a les tasques del projecte.

Finalment, pel que fa al pressupost del projecte en conjunt, una vegada coneguts els costos de cadascuna de les tasques, podem intentar:

- Utilitzar recursos que tinguin un cost més baix, sense afectar la qualitat del treball (economia).
- Reduir la durada de les tasques que consumeixen els recursos de més cost (per exemple, treball humà o lloguer d'equips, maquinària o edificis).
- Reduir els costos fixos del projecte.



Reflexioneu

Durant la festa major d'un municipi, que té lloc durant 4 dies del mes de juny, cal llogar un generador d'electricitat per a alguns dels actes programats.

Inicialment, aquestes activitats estaven previstes la tarda del dia 1, la tarda del dia 2, i el matí del dia 4, amb la qual cosa existien dues opcions: llogar el generador durant 4 dies i vigilar-lo o protegir-lo d'alguna forma mentre no s'està emprant, o llogar-lo tres vegades diferents (amb l'increment de cost que comporta el transport i la instal·lació cada vegada).

Finalment, però, el tècnic de cultura ha reprogramat els actes de tal forma que tinguin lloc el matí del dia 2, la tarda del dia 2 i el matí del dia 3, amb la qual cosa només cal llogar i vigilar el generador durant 2 dies.

1.2. ELS ATRIBUTS DE LES ACTIVITATS

Com hem vist, les **tasques** són les unitats bàsiques de programació dels projectes.

La programació correcta d'un projecte depèn, en bona mesura, de disposar de tota la informació necessària sobre les tasques que en formen part. Aquesta informació es pot agrupar en tres blocs d'**atributs**: d'identificació, temporals i de requeriment de recursos.

1. **Atributs d'identificació.** Serveixen per descriure cada tasca de forma unívoca; normalment ja els haurem utilitzat en fer l'estructura de descomposició del treball (EDT):
 - a. **Codi.** Caràcters alfanumèrics que permeten referir-se de forma ràpida i breu a cadascuna de les tasques. S'aconsella emprar una codificació jerarquitzada: 1, 1.1, 1.1.a, 2, 2.1, 2.2, 3, 3.1, 3.2, 3.2.a, etc.
 - b. **Denominació.** Breu descripció de la tasca.
 - c. **Tipus de tasca.** Codificació que permet agrupar tasques per algun tret d'identitat comuna.



Proveu de fer-ho

Assignarem el codi (A) a totes les tasques que realitzen directament els nostres serveis, i el codi (B) a les que s'han contractat externament.

- d. **Responsable.** Codi corresponent a la persona (o entitat externa) que ha d'executar la tasca.

2. **Atributs temporals.** Són les dades que permeten ubicar en el temps cadascuna de les tasques.
 - a. **Durada de la tasca.** Cal emprar la mateixa unitat (hores, dies, setmanes...) per a totes les tasques del projecte. La unitat escollida depèn del grau de detall amb què es vulgui fer la programació.



Important

Probablement, programar amb la unitat *hores* la construcció d'una escola no serà gaire útil; les desviacions que, amb tota seguretat, es produiran, no seran significatives.

Tampoc no seria gaire adequat programar l'acte d'inauguració de l'any escolar, amb la visita protocol·lària del conseller, amb la unitat dies, perquè aleshores perdrem el detall que ens permetrà assegurar que no arriba amb retard al següent acte de la seva agenda.

- b. **Dates previstes.** Són les dates en què es preveu iniciar i acabar cada tasca.



La reunió de seguiment tindrà lloc 10 dies després d'haver començat el projecte.
L'obra de la coberta del poliesportiu ha d'estar enllestida el dia 3 d'abril.

- c. **Dates reals.** Són les dates en què realment s'inicia i acaba cada tasca, i que coneixerem a mesura que s'executa el projecte. Controlar aquestes dades ens servirà per saber si s'han produït desviacions respecte a la previsió efectuada en el moment de fer la programació.
- d. **Altres atributs temporals.** Són unes altres dades temporals amb significació per a la programació, com ara temps d'espera, demores necessàries o indicacions de prioritat.



Abans de traslladar el mobiliari a l'escola bressol s'ha d'esperar 10 dies perquè s'assequi el linòleum.

Si no es disposa de prou personal, cal fer abans l'estudi econòmic i de viabilitat del servei (que ha de ser revisat per intervenció), i després, la proposta de reglament.

3. Atributs de recursos. Són les dades necessàries per saber quina assignació de recursos cal fer a cada tasca del projecte:

a. Tipus de recurs. És un atribut qualitatiu que indica quin recurs és necessari per cada tasca.



Per fer el mesurament de l'impacte sonor cal un sonòmetre.

b. Quantitat de recurs. Dada quantitativa que assenyalava el nombre d'unitats d'un recurs concret que cal aplicar a cada tasca.



Durant la ballada de sardanes, són necessàries una tarima de 4 x 4 metres i 20 tanques.

1.3. ELS LLIGAMS ENTRE TASQUES

L'execució de les tasques d'un projecte és subjecte a una successió lògica que, al seu torn, depèn d'una sèrie de condicionants. Aquests condicionants forcen o aconsellen que s'estableixin **lligams** entre les tasques, depenent dels factors següents:

- 1. El mètode d'execució del treball**, el procediment, les condicions contractuals o legals, o la tecnologia.
- 2. La disponibilitat de les persones** que han d'executar la tasca, o dels equips materials necessaris, o dels aprovisionaments que cal emprar.



Atenció!

El Ple no pot prendre cap acord sobre l'assumpte si prèviament no ha estat informat pel tècnic i dictaminat per la comissió informativa.

No es pot generar el crèdit de la subvenció rebuda a la corresponent partida fins que no hagi arribat la notificació de la concessió.



La inspectora de sanitat té l'agenda lliure per fer la inspecció el dia 26 de juny.

La sala d'actes és disponible totes les tardes de dilluns a dijous.

Els vidres insonoritzats no ens arriben fins al dijous al matí.

3. Factors externs o ambientals. Alguns factors que no depenen del projecte mateix poden condicionar també la programació de les tasques: clima, política...



Si plou no es podrà posar la gespa artificial al camp de futbol.

A partir de l'octubre no és aconsellable realitzar el procés participatiu, ja que s'acosta molt a la data de les eleccions autonòmiques i l'equip de govern no vol que el clima de campanya interfereixi en el projecte.

Els factors enumerats forcen o aconsellen la vinculació entre tasques d'acord amb uns lligams, que tot seguit enumerem i expliquem.

1.3.1. Lligams potencials

Els lligams potencials entre tasques són els que delimiten en el temps el començament o l'acabament d'una tasca del projecte, sia en termes absoluts (una data concreta) o relatius (respecte d'altres tasques).



Alguns exemples de lligams potencials són els següents:

- La sol·licitud de subvenció es pot presentar a partir del dia 20 de febrer, tal com indica la convocatòria publicada en el butlletí oficial.
- L'aprovació per la Junta de Govern pot fer-se un cop s'hagi completat l'expedient, inclosa la corresponent proposta.
- La neteja final de l'equipament ha d'estar enllestida abans que es traslladin els mobles.

1. Lligams potencials de localització temporal. Vinculen el començament o l'acabament de les tasques amb un data concreta.

a. Lligams potencials de localització temporal mínima. La tasca no pot començar abans d'una data determinada.



- La convocatòria no es pot fer abans del 12 de març, data en què entra en vigor la modificació del pressupost i es disposarà de crèdit suficient.

b. Lligams de localització temporal màxima. La tasca ha d'acabar abans d'una data determinada.



- L'expedient de contractació ha d'estar completat el dimarts al matí abans de les 14.00, perquè és quan es convoca la Junta de Govern.

1. Lligams de successió. Relacionen els terminis (inici o acabament) d'unes tasques amb els d'altres.

a. Lligams de successió mínima. Una tasca no pot començar fins que ha transcorregut un termini mínim (t) des de l'inici d'una altra tasca, que es denomina *precedent*. Sovint, el termini és la durada de la tasca precedent.



- El sopar no es pot començar a servir fins que no acabi la tertúlia, que es preveu que duri 2 hores.

b. Lligams de successió màxima. Una tasca ha de començar abans que transcorri un màxim de temps (t) des de l'inici d'una altra activitat, a la qual es denomina *precedent*.



- Les actes de la reunió s'han de distribuir a les persones assistents, perquè les validin, com a màxim cinc dies després de la reunió, ja que en cas contrari s'obliden del que han parlat i no fan esmenes.

1.3.2. Lligams acumulatius

Els recursos necessaris per executar les tasques també poden condicionar la vinculació entre aquestes tasques.

En concret, tenint en compte que un dels objectius de la programació és l'aprofitament d'aquests recursos amb criteris d'eficiència, és aconsellable lligar les activitats de tal forma que no hi hagi recursos ociosos.

Igualment, la successió de tasques està supeditada a la disponibilitat dels recursos que cal utilitzar. Si un recurs és escàs o no és disponible, queda condicionada la vinculació entre tasques.

S'ha de recordar, d'altra banda, que si hi ha recursos disponibles, assignant-ne més a alguna activitat és possible que se'n redueixi la durada. Contràriament, disposar de menys recursos dels previstos comporta en molts casos un retard en l'execució del treball.

Cal tenir present que en alguns casos és possible sobreutilitzar un recurs per evitar demores, per exemple, en el cas del personal, però en la majoria de casos això comporta costos addicionals (treballs extraordinaris, contractacions temporals...) o demores en altres projectes si es canvien les prioritats.



- Els dos administratius de la unitat han de revisar en 14 hores que les 152 sol·licituds vagin acompanyades de la declaració responsable d'estar al corrent de les obligacions fiscals. Per avançar en aquesta tasca, s'hi assignarà temporalment una altra persona, amb la qual cosa la tasca es podrà completar en 9,3 hores.
- La fotocopiadora de la unitat s'ha espatllat, amb la qual cosa caldrà utilitzar la de l'edifici B, que només és disponible a les tardes; les còpies que s'havien de fer en 4 hores trigaran a fer-se 2 dies.
- El tècnic enllestirà l'informe en 2 dies, però haurà de treballar dues tardes, és a dir, 7 hores extraordinàries, que compensarà amb un dia de descans.



Pas a pas

En el mòdul 5, "Gestionar recursos", tractem amb més detall els problemes de lligam d'activitats en funció de la disponibilitat i l'equilibri d'ús dels recursos.

UNITAT 2. EINES PER A LA PROGRAMACIÓ

2.1. INSTRUMENTS I MÈTODES DE SUPORT PER A LA PROGRAMACIÓ

Per fer la programació del projecte podem utilitzar un seguit d'eines i mètodes que ajuden a ajustar la successió de les tasques responent als problemes derivats de les relacions entre aquestes tasques, de la durada que tenen i de l'assignació de recursos.

Aquestes eines serveixen, en particular, per:

- Representar gràficament el projecte i facilitar-ne la comunicació dels aspectes més importants i el control de l'execució.
- Determinar quines són les tasques crítiques i la successió d'aquestes tasques (el camí crític) que condiciona la durada mínima del projecte.

Les principals eines i mètodes de suport a la programació que aquí examinarem són:

- El diagrama de Gantt.
- Els gràfics de xarxes.
- El mètode del camí crític.
- La tècnica PERT.

Farem esment també de les aplicacions informàtiques que poden facilitar la programació dels nostres projectes.

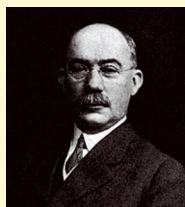
2.2. EL DIAGRAMA DE GANTT

El diagrama de Gantt és un tipus de gràfic de barres que serveix per il·lustrar la programació d'un projecte a partir dels temps estimats de durada de les tasques i de la relació de dependència entre aquestes tasques.



Per saber-ne més

El diagrama de Gantt va ser dissenyat entre 1910 i 1915 per l'enginyer nord-americà Henry L. Gantt (1861-1919), que entre d'altres va treballar amb Frederick W. Taylor, el pare del taylorisme.



Per elaborar el diagrama de Gantt cal haver fet abans l'estructura de descomposició del treball (EDT) del projecte (tal com heu vist a la unitat 3 del mòdul 3, "L'estructura de descomposició del treball"), per obtenir una relació de totes les tasques que en formen part, i s'han d'haver identificat els atributs de cada tasca (unitat 1 d'aquest mòdul, "Què és programar?").

Per construir un diagrama de Gantt es representa en un eix horitzontal l'escala temporal del projecte, amb la unitat que s'hagi considerat adient per facilitar després el control.

En l'eix vertical es van disposant les tasques, començant per la part superior i per la tasca inicial.



Important

De fet, el diagrama de Gantt és una forma de reproduir l'estructura de descomposició del treball o EDT amb una escala temporal.

Les tasques es representen en la intersecció entre la filera corresponent i la data d'inici, mitjançant barres horitzontals, amb una longitud corresponent a la durada estimada que tenen.

Les barres de les tasques s'enllacen entre si amb línies per indicar les relacions i dependències que tenen.

Les fites, esdeveniments puntuals de durada 0 o pràcticament 0 (com, per exemple, el lliurament d'un informe, d'un projecte tècnic o d'un prototipus, o la celebració de reunions de control importants), es representen amb un símbol específic, sovint:

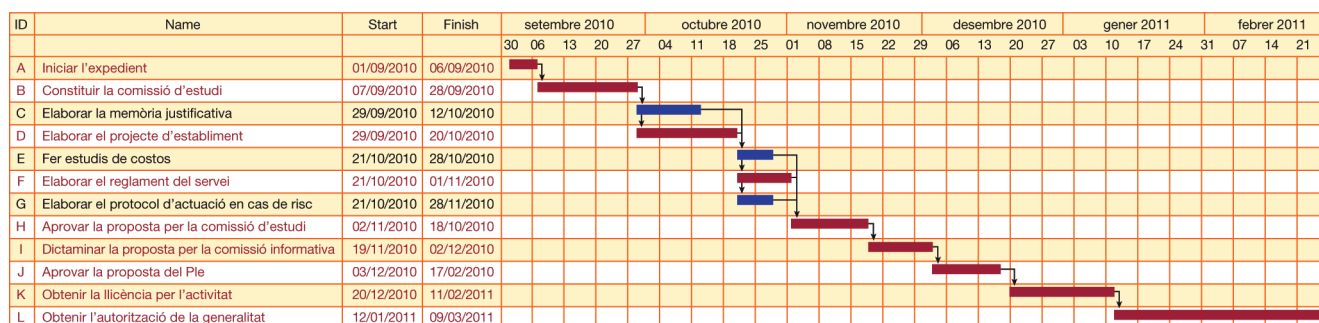


Diagrama 3: Exemple de diagrama de Gantt

Normalment, el diagrama de Gantt mostra el camí crític del projecte i destaca d'alguna forma (color, trama...) les activitats crítiques.

El diagrama de Gantt és una de les formes més pràctiques i difosa per mostrar la informació temporal d'un projecte. Normalment, quan elaborem un cronograma, estem fent un diagrama de Gantt.



Important

Les activitats crítiques són les que no tenen marge d'execució, és a dir, que la distància entre la data mínima d'inici i la data màxima d'acabament és igual a la durada estimada. Un retard en una activitat crítica afecta la durada total del projecte.

El camí crític és la seqüència o seqüències (n'hi pot haver més d'un) d'activitats crítiques del projecte. El camí crític ens indica quina és la durada mínima d'execució de tot el projecte.

Aquest diagrama serveix també com a eina per al control del temps del projecte, ja que s'hi pot representar també l'estat d'execució real de les tasques i posar de manifest les possibles desviacions, per facilitar l'adopció de les mesures correctives que s'estimi adients.

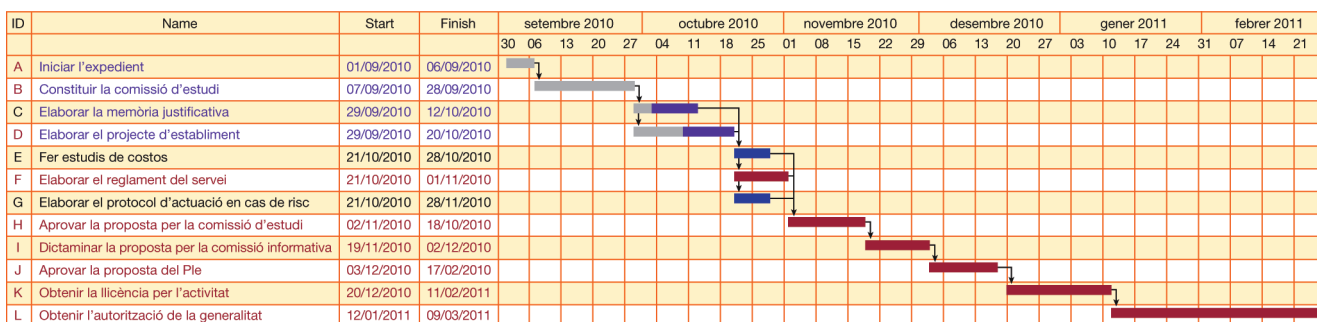


Diagrama 4: El mateix diagrama de Gantt, que indica l'estat d'execució de les quatre primeres tasques.

S'ha de tenir en compte, però, que si les desviacions temporals són molt significatives és probable que el diagrama inicial quedi invalidat, amb la qual cosa és més útil refer-lo amb les noves previsions.

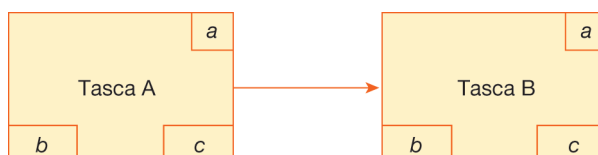
2.3. ELS GRÀFICS O DIAGRAMES DE XARXA

Un projecte també es pot representar mitjançant un diagrama de xarxa.

En un diagrama de xarxa es representen també les tasques i les relacions entre aquestes tasques, com en el cas del diagrama de Gantt, però en aquest cas es recull informació addicional.

Per confeccionar diagrames de xarxa existeixen dos tipus de convencions principals:

1. Les tasques es representen en nodes, que contenen la informació significativa. Sovint aquests nodes són quadrangulars, però també poden ser rodons. En aquest cas, les relacions entre tasques es representen amb fletxes.



Aquest tipus de diagrames no acostuma a mostrar esdeveniments, si no és que es destaquin com a activitats de durada 0.

2. Les tasques es representen amb fletxes, que comencen i acaben en un node que simbolitza un esdeveniment.



En totes dues versions, però, es considera que:

- Abans que una tasca pugui començar, han de completar-se totes les tasques precedents.
- Les fletxes assenyalen la precedència lògica de les tasques i el sentit de desenvolupament del projecte.

Els diagrames de xarxa reflecteixen el temps d'execució de les tasques i el camí crític, però no acostumen a fer-se seguint una escala temporal, a diferència del diagrama de Gantt.

El mètode del camí crític i la tècnica PERT utilitzen diferents formes de diagrames de xarxa.

2.4. EL MÈTODE DEL CAMÍ CRÍTIC

El mètode del camí crític, sovint denominat *CPM* per l'acrònim de la denominació en anglès (*critical path method*), és una tècnica de modelització de projectes desenvolupada a finals dels anys cinquanta per la companyia DuPont Corporation als Estats Units. Posteriorment, la denominació s'ha aplicat a qualsevol mètode de representació d'un projecte i del camí crític que té mitjançant un diagrama de xarxa.

El mètode es basa en el disseny d'un model del projecte que inclou:

1. Una llista de totes les tasques del projecte, com la proporcionada per l'estructura de descomposició del treball (EDT).
2. La determinació del temps estimat de durada de cada tasca.
3. Les dependències entre les tasques.

Amb aquesta informació, el mètode CPM determina la seqüència de tasques que condicionen la durada mínima del projecte, el camí crític que té.



Per saber-ne més

Consulteu aquest document per tenir informació més detallada en l'**Annex 1**, "El mètode del camí crític o CPM".

El mètode del camí crític permet monitorar l'execució del programa i en especial de les tasques crítiques. També serveix per advertir de la possibilitat que les tasques no crítiques es retardin fins a un punt en què

superin el marge que tenen i generin un nou camí crític, i alterin amb això el termini mínim en què es pot completar el projecte.

L'atenció del gestor del projecte ha de concentrar-se en les tasques i en el camí crítics, ja que condicionen el conjunt del projecte. Si hi ha un retard en una activitat crítica, és necessari treballar més intensament o aplicar-hi més recursos.



Important

És aconsellable reservar els marges de les tasques no crítiques per respondre als imprevistos. No es poden utilitzar com un coixí per relaxar-se en el seguiment del programa, ja que d'aquesta forma perdríem aquesta reserva que ens permet reaccionar en cas de desviacions. A més, cal recordar que a partir d'un determinat retard, qualsevol tasca pot esdevenir crítica.

2.5. LA TÈCNICA PERT

La tècnica d'avaluació i revisió de programes, coneguda com a *PERT* per l'acrònim del nom en anglès (*program evaluation and review technique*), és un altre model creat per a l'anàlisi i la representació de les tasques d'un projecte.

S'utilitza freqüentment en combinació amb el mètode del camí crític o CPM per identificar el temps mínim necessari per completar un projecte.

La tècnica PERT va ser desenvolupada inicialment per simplificar la programació de projectes complexos, durant els anys cinquanta, per la Marina dels Estats Units, que en un primer moment la va aplicar al projecte dels míssils Polaris.

El PERT incorpora, a diferència del mètode del camí crític, tècniques de probabilitats per a l'estimació de la durada de les tasques i del conjunt del projecte.



Per saber-ne més

Consulteu aquest document per tenir informació més detallada en l'**Annex 2**, "La tècnica PERT".

2.6. APLICACIONS INFORMÀTIQUES PER A LA PROGRAMACIÓ DE PROJECTES

Tot i que pot ser molt útil per dominar a fons tots els detalls d'un projecte, actualment és poc freqüent que l'aplicació d'eines de suport a la programació (com el diagrama de Gantt, els diagrames de xarxa o la tècnica PERT) es faci de forma manual.

Existeixen moltes aplicacions informàtiques dissenyades específicament per a la gestió de projectes que faciliten i automatitzen aquestes activitats.

En general, les aplicacions informàtiques pensades per ajudar en la gestió de projectes poden automatitzar la programació temporal, l'assignació de recursos i el càlcul dels costos del projecte.

Les aplicacions més sofisticades incorporen també funcionalitats de gestió dels documents del projecte, control de la qualitat i comunicació entre els membres de l'equip de treball.

Habitualment, aquestes aplicacions es basen en la seqüència de tasques següent:

1. Entrada dels **paràmetres generals** del projecte, de l'equip de treball i dels recursos disponibles, en formularis específics.
2. Entrada de **les tasques i dels atributs d'aquestes tasques**, també en formularis per cada tasca, o mitjançant una quadrícula de dades, en els quals s'indica la durada i les dates d'inici o d'acabament.
3. Entrada de les **relacions entre les tasques**.

A partir d'aquesta informació l'aplicació pot:

- Programar automàticament les tasques, tenint en compte el calendari laboral que s'hagi predeterminat.
- Calcular el camí crític.
- Generar diferents tipus d'informes i diagrames: EDT, Gantt, PERT, taules d'assignació de responsabilitat sobre tasques, taules d'assignació de recursos a tasques, etc.

La majoria de programes informàtics de gestió de projectes també permeten fer un seguiment o monitoratge del desenvolupament del projecte introduint les dades relatives a l'estat real d'execució de les tasques, amb la qual cosa es poden actualitzar automàticament els diagrames i informes i posar en relleu les desviacions.

Existeix un gran nombre d'aplicacions orientades a la programació de projectes, amb característiques i complexitat d'ús diferents. Algunes són eines bàsiques per ajudar a generar diagrames senzills com el de Gantt, mentre que d'altres són paquets sofisticats per a la gestió completa d'un projecte amb la col·laboració de tots els membres de l'equip de treball.

En tot cas, cal recordar que aquestes aplicacions són una eina de suport i no poden substituir de cap manera el treball de planificació i programació del projecte, que, com hem vist, necessita la intervenció experta del responsable i de l'equip del projecte.

Nom de l'aplicació	Tipus de llicència	Informació al web
Microsoft Project Professional 2010	Propietària	http://www.microsoft.com/spain/office/project2010/Project_Professional.aspx
GanttProject	Codi obert	http://www.ganttproject.biz
OmniPlan (Mac OS)	Propietària	http://www.omnigroup.com/products/omniplan
Open Workbench	Codi obert	http://open-workbench.softonic.com
Clarizen	Propietària	http://www.clarizen.com
Project-Open	Codi obert	http://www.project-open.org

2.7. FER UNA PROGRAMACIÓ VIABLE I ÚTIL PER GESTIONAR EL PROJECTE

Programar un projecte vol dir fer possible que produeixi els resultats necessaris entre dues dates fixes: la d'inici i la d'acabament.



Atenció!

A l'Administració, el més habitual és que els terminis temporals siguin els requisits condicionats més importants, juntament amb el pressupost, ja que són els recursos més escassos. No és tan freqüent que altres aspectes, com les característiques tècniques o la qualitat del resultat que cal obtenir, condicionin la resta.

Quan no és possible arribar a una solució que conciliï els requisits temporals, pressupostaris, tècnics i de qualitat, cal plantejar-se seriosament abandonar el projecte.

La programació permet, en primer lloc, determinar si és possible assolir aquest objectiu temporal, si el projecte es pot executar per complet en el temps disponible. Per això és tan important trobar el camí crític del projecte.

Alguns consells perquè programar sigui una tasca útil i productiva són:

- Seguir la programació: no es tracta d'un exercici formal, sinó de dotar-se d'una eina pràctica de treball.
- No malbaratar els marges de les activitats no crítiques: conservar una reserva de temps per un cas d'emergència.

- No perdre de vista el desenvolupament de les tasques crítiques.
- Evitar el perfeccionisme, que és un voraç consumidor de temps: ser productiu i orientar-se al resultat.
- Recordar que si es canvia l'assignació de recursos queda afectada la durada del projecte, no sempre tan positivament com pot semblar.
- No programar tasques massa llargues (no més de 4 o 6 setmanes), ja que l'equip tendirà a relaxar-se en l'execució i això pot afectar la durada del projecte. Si escau, fragmentar les tasques llargues en blocs més petits.
- Explicar a l'equip la necessitat i la importància de seguir la programació.
- Tenir cura que els membres de l'equip no tenen assignades més tasques de les que poden assumir (en el mateix projecte o en d'altres): ser realista amb la nostra capacitat productiva.

Resum

En aquest mòdul, hem treballat la programació del projecte, un procés que us permetrà establir la successió lògica més adequada de les tasques, tenint en compte la temporalització que tenen i l'assignació de recursos més equilibrada per assolir-ne la màxima eficiència.

Com que la unitat bàsica de programació és la tasca, hem estudiat quins són els atributs que la defineixen. També hem repassat quin tipus de relació es pot establir entre les tasques, tenint en compte els condicionants temporals i d'ús dels recursos, amb la qual cosa podreu determinar-ne la successió més eficient.

De la mateixa manera, hem après els conceptes de *tasca crítica* i de *camí crític*, que són bàsics per gestionar correctament el temps i els terminis del projecte.

Finalment, per ajudar-vos en aquest procés, hem conegut diferents eines o instruments de suport per a la programació: el diagrama de Gantt, els gràfics de xarxa, el mètode del camí crític i la tècnica PERT.

Glossari

atribut de la tasca

Element que defineix una característica singular d'una tasca. Per exemple, la durada en temps, la quantitat exacta d'un recurs que consumeix o la quantitat de persones que l'han d'executar.

camí crític

Seqüència d'activitats que determina el temps mínim en què pot executar-se un projecte.

eficàcia

Assoliment dels resultats esperats d'un procés.

eficiència

Relació entre els recursos emprats en un procés i els resultats obtinguts.

esdeveniment

Punt d'inici i d'acabament d'una tasca del projecte. Correspon a un moment específic en el temps. Si és prou significatiu, es pot destacar com una fita.

fita

Esdeveniment d'una significació especial que cal destacar en la programació del projecte. Sovint s'utilitzen quan es completa una fase per fer una revisió de l'estat d'execució del projecte.

lligam

Vincle que s'estableix entre dues tasques o més, en funció de les necessitats tècniques, d'assignació de recursos o de successió lògica.

lligam acumulatiu

Lligam que condiona la relació entre tasques d'un projecte en funció de les necessitats d'utilització de recursos, de la disponibilitat que tenen i de l'ús més eficient que se'n fa.

lligam potencial

Lligam que delimita en el temps el començament o l'acabament d'una tasca del projecte, sia en termes absoluts (una data concreta) o relatius (respecte d'altres tasques).

marge

Diferència entre el temps mínim d'inici i el temps màxim d'inici d'una tasca.

recursos

Bé que cal per executar una tasca i que es pot mesurar en unitats físiques.

tasca

Unitat o fragment de treball definit i acotat que consumeix sempre temps i sovint altres recursos.

tasca crítica

Tasca que s'ha d'executar en un temps determinat, coincidint amb el temps mínim d'inici i el temps màxim d'acabament, i que, per tant, no té marge temporal per executar-se.

xarxa

Diagrama que representa amb nodes i fletxes la programació d'un projecte.

Referències bibliogràfiques

Bautista Valhondo, Joaquim i altres (1998). *Gestió de projectes*. Barcelona: Universitat Oberta de Catalunya.

Davidson Frame, J. (1999). *La dirección de proyectos en las organizaciones. Cómo utilizar bien el tiempo, las técnicas y la gente*. Barcelona: Granica.

Davidson Frame, J. (2001). *La nueva dirección de proyecto*. Barcelona: Granica.

Diversos autors (1996). *Project Management Manual*. Cambridge: Harvard Business School.

Diversos autors (2000). *Dirección, gestión y organización de proyectos*. València: Universitat Politècnica de València ("Cuadernos de Ingeniería de Proyectos", III).

Diversos autors (2003). *UNE 66916:2003 Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la calidad en los proyectos*. Madrid: AENOR.

Diversos autors (2004). *Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)* (3a. edició). Newton Square: Project Management Institute (PMI).

Drudis, Antonio (1999). *Gestión de proyectos. Cómo organizarlos, planificarlos y dirigirlos*. Barcelona: Gestión 2000.

Heerkens, Gary R. (2002). *Gestión de proyectos. Defina un proyecto, seleccione un equipo, mantenga el control*. Madrid: McGraw-Hill.

Lewis, James P. (2000). *The Project Manager's Desk Reference* (2a. edició). Boston: McGraw-Hill.

Lewis, James P. (2007). *Fundamentals of Project Management* (3a. edició). Nova York: Amacom.

Nokes, Sebastian (2006). *La guía definitiva de la gestión de proyectos*. Madrid: Prentice Hall.

Peñara Brand, Jaime (1991). *Dirección y gestión de proyectos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

Serer Figueroa, Marcos (2001). *Gestión integrada de proyectos*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.

Annexos

ANNEX 1. EL MÈTODE DEL CAMÍ CRÍTIC

El mètode del camí crític o CPM (de l'anglès *critical path method*) és una tècnica de representació de les tasques d'un projecte mitjançant un gràfic o diagrama de xarxa, que permet trobar i mostrar el *camí crític* d'un projecte. Va ser desenvolupada a finals dels anys cinquanta per DuPont Corporation, als Estats Units.

El camí crític és la seqüència de tasques d'un projecte amb la durada més llarga. Aquesta seqüència determina el temps mínim en què és possible completar el projecte. Un retard en qualsevol de les tasques del camí crític comporta un retard en el conjunt del projecte.

Cada projecte té almenys un camí crític, però segons la complexitat que té, pot resultar difícil detectar-lo. El mètode de la ruta crítica facilita aquest propòsit.

En síntesi, el mètode de la ruta crítica consisteix a construir un model del projecte seguint el procés següent:

- Elaborar una llista de totes les tasques del projecte.
- Determinar la durada prevista d'execució de cada tasca.
- Establir les dependències entre les tasques.

El procediment per confeccionar un diagrama de xarxa amb indicació del camí crític és el següent:

1. En primer lloc, cal disposar de la relació de totes les tasques del projecte, que s'obté amb l'elaboració de l'estructura de descomposició del treball (EDT) del projecte. Per cada tasca s'ha d'indicar la durada o temps previst d'execució (d).

Cal tenir present que s'ha d'emprar sempre la mateixa unitat de mesura del temps.

Les tasques han d'estar ordenades en una seqüència lògica, tenint en compte que en alguns casos es poden desenvolupar tasques en paral·lel (no es considera en aquest moment si es disposarà dels recursos necessaris per fer-ho). Així, per cada tasca s'ha d'indicar quines són les precedents.

Vegem un exemple simplificat del projecte de construcció i posada en marxa d'un centre cívic:

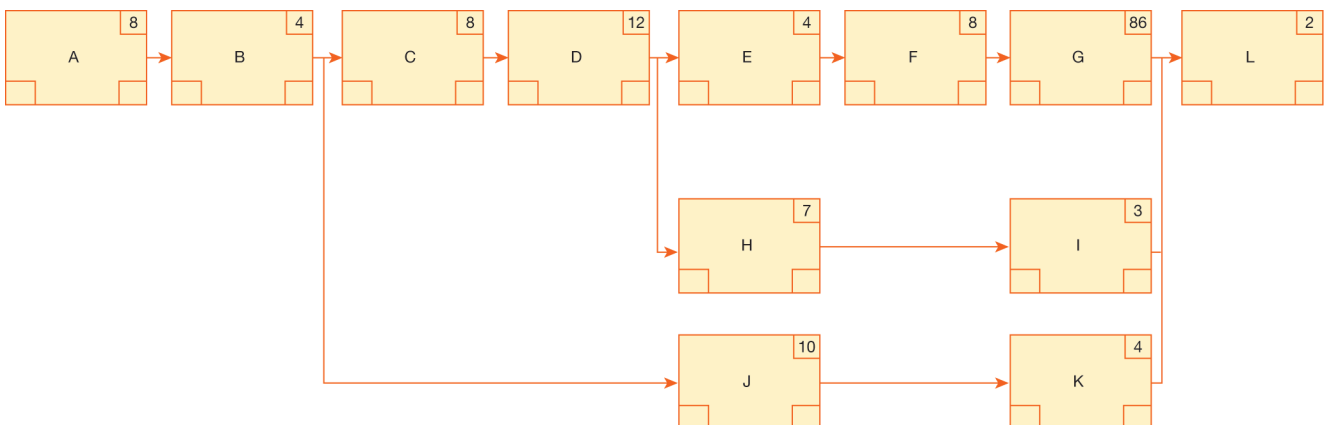
Tasques			Temps (setmanes)
Codi	Descripció	Tasques precedents	Durada prevista (d)
A	Realitzar tallers participatius amb el veïnat		8
B	Elaborar l'estudi funcional	A	4
C	Elaborar el projecte bàsic	B	8
D	Elaborar el projecte executiu	C	12
E	Fer els plecs de contractació de l'obra	D	4
F	Contractar l'obra	E	8

Tasques			Temps (setmanes)
Codi	Descripció	Tasques precedents	Durada prevista (d)
G	Executar l'obra	F	86
H	Adquirir el mobiliari i l'equipament	D	7
I	Instal·lar el mobiliari i l'equipament	H	3
J	Contractar el personal	B	10
K	Formar el personal	J	4
L	Inaugurar el centre cívic	G, I, K	2

2. Tot seguit, es pot representar el gràfic de xarxa del projecte. En aquest cas les tasques es representen mitjançant nodes quadrangulars, com el que es mostra tot seguit, i les relacions entre tasques, amb fletxes.



Vegem com seria el gràfic de xarxa de l'exemple:

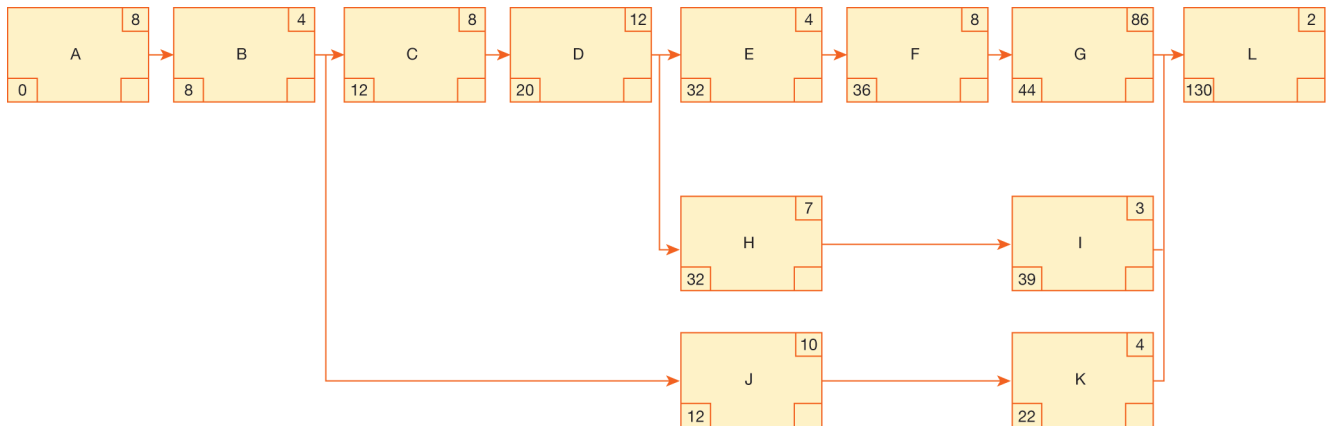


3. A continuació, cal determinar el *temps mínim d'inici* (t) de cada tasca, és a dir, el moment més proper en què pot començar a executar-se la tasca.

Es calcula considerant que, perquè una tasca pugui començar, cal que les precedents s'hagin executat per complet. Per tant, el temps mínim d'inici (t) de la tasca és la suma de la durada (d) i del temps mínim d'inici (t) de la tasca precedent. Si hi ha més d'una tasca precedent, s'ha de seleccionar el valor resultant més alt.

Per a la primera tasca, el temps mínim d'inici (t) és 0.

El gràfic de xarxa recull ara el temps mínim d'inici (t):

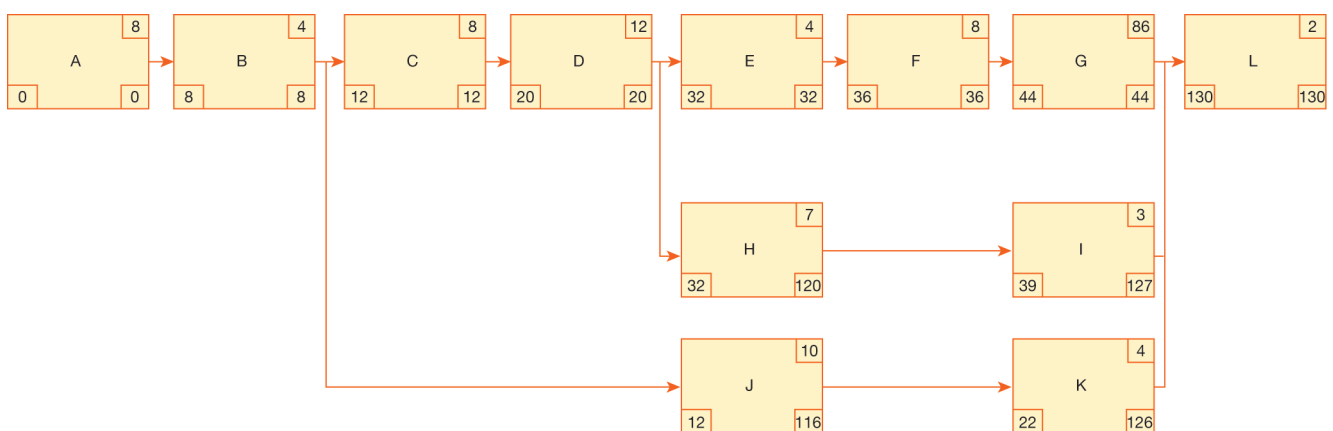


4. Després cal calcular el *temps màxim d'inici* (T) de cada tasca, és a dir, el darrer moment en què pot començar l'execució de la tasca sense allargar el projecte. Per fer-ho s'ha de començar per la darrera tasca i fer la seqüència en sentit invers.

Per a la darrera tasca, el temps màxim d'inici (T) és igual al temps mínim de començament (t).

Per cada tasca precedent, el temps màxim d'inici (T) es calcula restant la durada (d) de la tasca del temps màxim d'inici (T) de la tasca següent. Si hi ha més d'una tasca següent, en aquest cas s'ha de seleccionar el valor resultant més baix.

S'incorpora ara al nostre gràfic de xarxa el temps màxim d'inici (T):



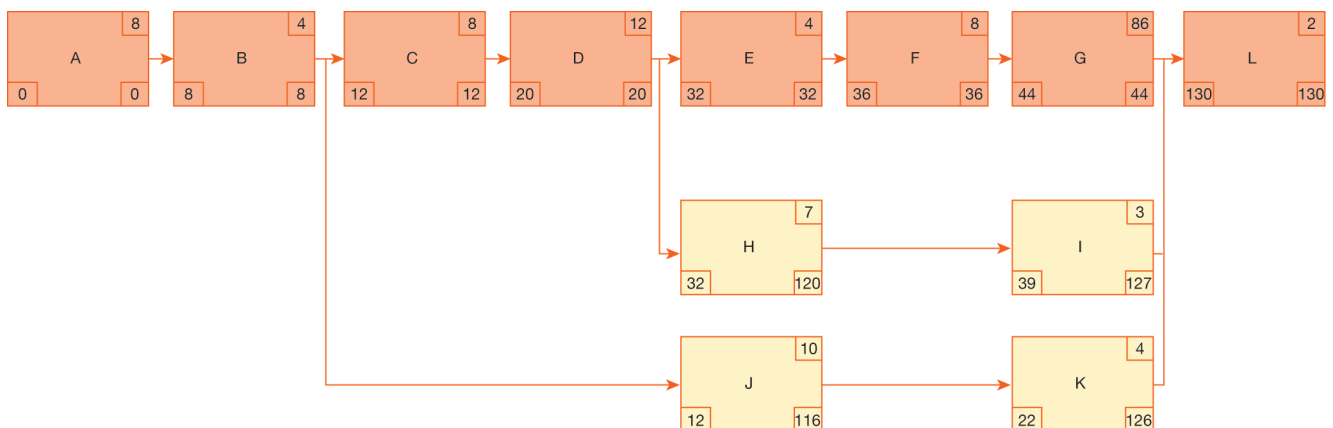
5. La diferència entre el temps màxim (T) i el temps mínim (t) d'inici es denomina *marge* (M) per iniciar les activitats.

Les tasques que tenen un marge igual a zero no poden tenir cap retard en l'inici: són tasques crítiques. El retard es pot produir bé perquè s'inicien més tard del que era previst, és a dir, el temps (t) és més alt del que

era previst, o bé perquè la durada (d) és superior a la prevista. En tots dos casos, s'allarga el temps d'inici de la tasca següent.

Tasques		Tasques precedents	Temps (setmanes)			
Codi	Descripció		(d)	(t)	(T)	(M)
A	Realitzar tallers participatius amb el veïnat		8	0	0	0
B	Elaborar l'estudi funcional	A	4	8	8	0
C	Elaborar el projecte bàsic	B	8	12	12	0
D	Elaborar el projecte executiu	C	12	20	20	0
E	Fer els plecs de contractació de l'obra	D	4	32	32	0
F	Contractar l'obra	E	8	36	36	0
G	Executar l'obra	F	86	44	44	0
H	Adquirir el mobiliari i l'equipament	D	7	32	120	88
I	Instal·lar el mobiliari i l'equipament	H	3	39	127	88
J	Contractar el personal	B	10	12	116	104
K	Formar el personal	J	4	22	126	104
L	Inaugurar el centre cívic	G, I, K	2	130	130	0

La seqüència de les activitats amb marge (M) igual a zero formen el **camí crític**, que en l'exemple es marca amb les activitats ombrejades:



Un retard en qualsevol de les tasques del camí crític repercuteix en un allargament del termini d'acabament del conjunt del projecte.

ANNEX 2. LA TÈCNICA PERT

2.1. EN QUÈ CONSISTEIX LA TÈCNICA PERT

La tècnica PERT (de l'anglès *program evaluation and review technique*) és un mètode de suport per a la programació i el control dels projectes.

Va ser creada l'any 1958 per l'Oficina de Projectes Especials de la Marina dels Estats Units d'Amèrica com a part del projecte de desenvolupament dels míssils Polaris.

Es tracta d'una tècnica per analitzar les tasques que formen part d'un projecte, i en particular, el temps necessari per completar cadascuna d'aquestes tasques i, per tant, el temps mínim necessari per assolir el resultat desitjat del conjunt del projecte.

El mètode PERT és, per tant, una important tècnica de suport a la programació de projectes, i una eina molt útil per analitzar els riscos derivats de l'adequació del temps necessari per executar les tasques amb el termini disponible per enllestir el projecte.

Una xarxa PERT és la representació gràfica de les tasques del projecte.

2.2. UTILITAT DEL MÈTODE PERT

El mètode PERT ajuda a planificar i controlar el desenvolupament d'un projecte mitjançant un sistema probabilístic, ja que considera la possibilitat estadística de tres temps: optimista, probable i pessimista.

L'aplicació del mètode PERT en la planificació del projecte aporta:

- Una forma sistemàtica de programar les tasques del projecte.
- Una representació clara i entenedora del projecte.
- Una indicació de la successió de les activitats crítiques que condicionen el compliment dels terminis previstos.

La tècnica PERT mostra en un diagrama de xarxa el seguit lògic de les tasques del projecte, i indica la durada estimada i els moments previstos d'inici i acabament de cadascuna d'aquestes tasques.

El PERT ajuda també en el control del projecte, ja que es pot revisar i actualitzar a mesura que s'executen les tasques, i mostra la informació més fiable possible i facilita la presa de decisions correctives sempre que sigui necessari, sobretot quan es produeixen canvis en el **camí crític** del projecte.

2.3. ELABORACIÓ DEL DIAGRAMA DE XARXA PERT

Un diagrama de xarxa és la plasmació gràfica de les tasques operatives que formen part d'un projecte i de les relacions o connexions entre aquestes tasques.

En el cas del diagrama PERT, la xarxa representa gràficament:

- Tasques: l'execució d'un treball que consumeix temps i recursos. Cada tasca es representa mitjançant una fletxa, que s'identifica amb un codi (sovint, una lletra).



- Successos: esdeveniments o situacions que es donen en un moment puntual i que no consumeixen recursos. Els successos són nodes que enllacen les tasques i en marquen l'inici i el final, es representen amb cercles i s'identifiquen amb un número.



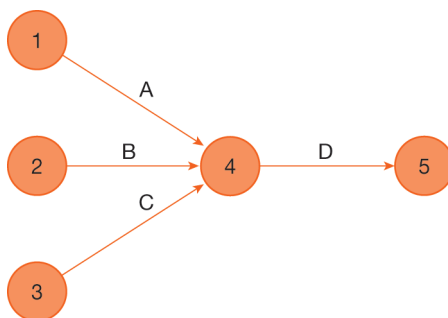
Les principals regles per construir el diagrama PERT són les següents:

1. Cada tasca (fletxa) està limitada per 2 nodes o successos, un a l'inici i un al final.
2. Els nodes s'identifiquen amb un número natural successiu, seguint l'ordre lògic d'execució; el número del node inicial de cada tasca és sempre més petit que el del node final.
3. Entre dos successos o nodes només hi pot haver una tasca.
4. Només hi pot haver un node d'inici i un node d'acabament del projecte.
5. Les relacions entre les activitats poden ser dels tipus següents:

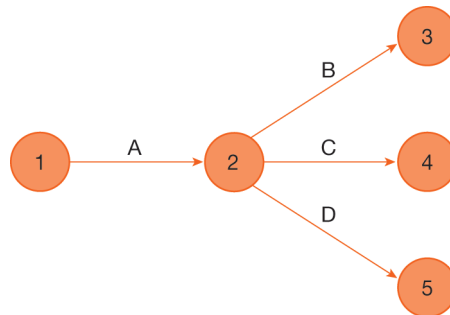
- Una tasca precedeix una altra tasca:



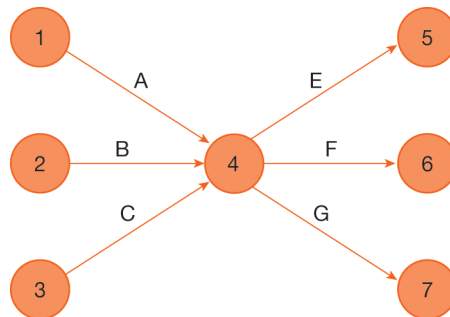
- Diverses tasques precedeixen una altra tasca (convergència):



- Una tasca precedeix diverses tasques (divergència):

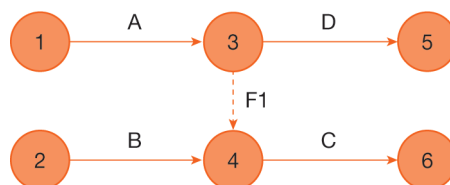


- Diverses tasques precedeixen diverses tasques (convergència/divergència):



- S'utilitzen tasques fictícies, que no corresponen a cap treball real i que no consumeixen temps ni recursos, per representar lligams del projecte que no és possible reflectir amb activitats reals.

Aquestes tasques fictícies són necessàries, per exemple, quan una tasca real apareix en més d'un conjunt de tasques precedents.



En el cas representat, la tasca A és precedent de la tasca C, juntament amb la tasca B, la qual cosa es representa amb la tasca fictícia F1 perquè la tasca A és també precedent, de manera exclusiva, de la tasca D.

També cal emprar una tasca fictícia quan es vol representar un temps d'espera.

- Els nodes inicial i final s'identifiquen amb un símbol específic, per exemple, ? i .

Per construir el diagrama es segueixen els passos següents:

- Elaborar l'estructura de descomposició del treball (EDT) del projecte, identificant cadascuna de les tasques que en formen part.

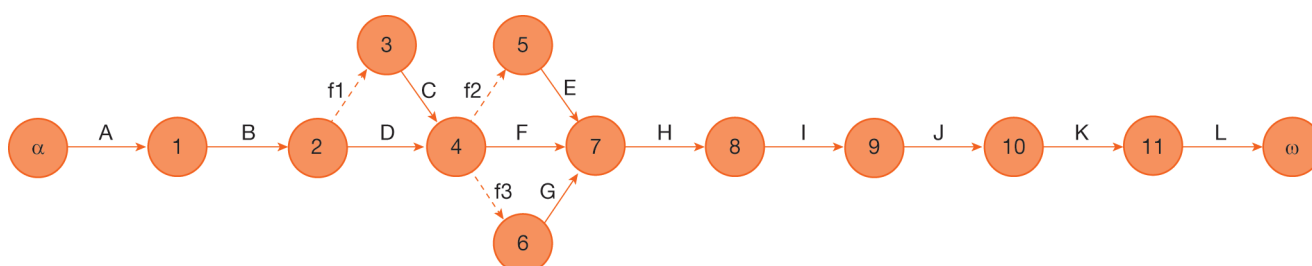
2. Elaborar el quadre de relacions entre les tasques, recollint totes les tasques del projecte i quines són les precedents de cadascuna d'aquestes tasques (separades per comes). Les tasques inicials es reconeixen perquè no tenen cap precedent; les tasques finals es reconeixen perquè no apareixen a la columna de precedents (no precedeixen cap altra tasca).

Vegem-ho en l'exemple següent, el projecte simplificat de creació d'un servei municipal de ludoteca:

Tasques		Tasques precedents
Codi	Descripció	
	Inici	
A	Iniciar l'expedient	
B	Constituir la comissió d'estudi	A
C	Elaborar la memòria justificativa	B
D	Elaborar el projecte d'establiment	B
E	Fer l'estudi de costos	C, D
F	Elaborar el reglament del servei	C, D
G	Elaborar el protocol d'actuació en cas de risc	C, D
H	Aprovar la proposta per la comissió d'estudi	E, F, G
I	Dictaminar la proposta per la comissió informativa	H
J	Aprovar la proposta pel Ple	I
K	Obtenir la llicència per a l'activitat	J
L	Obtenir l'autorització de la Generalitat	K
	Final	

3. Amb la informació del quadre de relacions es pot construir el diagrama, aplicant les regles exposades.

Per a l'exemple del quadre anterior, el gràfic és com segueix:



2.4. EL TEMPS EN EL MÈTODE PERT

Quan es fa la programació d'un projecte és poc freqüent que es pugui establir amb exactitud la durada de les tasques que s'han de desenvolupar. Com ja sabem, els projectes es caracteritzen per la singularitat que tenen, per la qual cosa el temps d'execució de les tasques depèn de les circumstàncies concretes del projecte i d'altres factors no controlables.

En el mètode PERT, el temps d'execució de cada tasca s'obté a partir de l'estimació de tres escenaris possibles:

- **Optimista (a)**, que representa el temps mínim en què pot executar-se la tasca quan totes les condicions són molt favorables.
- **Normal o modal (m)**, que representa el temps que normalment es consumeix per executar la tasca en les condicions habituals.
- **Pessimista (b)**, que representa el temps màxim en què s'executa la tasca si les circumstàncies són desfavorables.

$$te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Coneguts els valors de (a), (m) i (b), el temps estimat d'execució (te) de cada tasca es calcula aplicant la fórmula següent:

$$\sigma = \frac{b - a}{6}$$

Així mateix, es pot determinar la desviació estàndard (σ) que pot tenir cada tasca:

Tasques		Tasques precedents	Temps (dies)				
Codi	Descripció		(a)	(m)	(b)	(te)	σ
	Inici		0	0	0	0	0,0
A	Iniciar l'expedient		2	4	7	4	0,8
B	Constituir la comissió d'estudi	A	10	15	25	16	2,5
C	Elaborar la memòria justificativa	B	5	10	20	11	2,5
D	Elaborar el projecte d'establiment	B	10	15	30	17	3,3
E	Fer l'estudi de costos	C, D	3	5	10	6	1,2

Tasques		Tasques precedents	Temps (dies)				
Codi	Descripció		(a)	(m)	(b)	(te)	σ
F	Elaborar el reglament del servei	C, D	3	8	16	9	2,2
G	Elaborar el protocol d'actuació en cas de risc	C, D	4	6	14	7	1,7
H	Aprovar la proposta per la comissió d'estudi	E, F, G	8	12	20	13	2,0
I	Dictaminar la proposta per la comissió informativa	H	6	11	16	11	1,7
J	Aprovar la proposta pel Ple	I	7	7	34	12	4,5
K	Obtenir la llicència per a l'activitat	J	8	18	24	17	2,7
L	Obtenir l'autorització de la Generalitat	K	24	40	64	41	6,7
	Final		0	0	0	0	0,0

Vegem el càlcul del temps estimat i de la desviació estàndard corresponents a l'exemple anterior:

En alguns casos el temps estimat (te) pot coincidir amb el temps normal (m), però cal insistir en el fet que aquest darrer temps no és una mitjana, sinó el temps necessari en les condicions habituals.

2.5. DETERMINAR EL CAMÍ CRÍTIC

Una vegada determinat el temps estimat (te) d'execució de cada tasca, es calcula els temps mínim (t) i màxim (T) d'inici de cada tasca, seguint el mateix sistema que en el mètode del camí crític (CPM):

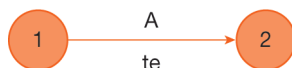
- 1. Temps mínim d'inici (t).** Indica el moment més avançat en què pot iniciar-se cada tasca. Correspon a la suma del temps estimat (te) i del temps mínim d'inici (t) de la tasca precedent. Si hi ha més d'una tasca precedent, s'ha de seleccionar el valor resultant més alt. Per a la primera tasca, el temps mínim d'inici (t) és 0.
- 2. Temps màxim d'inici (T).** Indica el moment més endarrerit en què pot iniciar-se cada tasca. Per calcular-ho s'ha de començar per la darrera tasca i fer la seqüència en sentit invers. Per la darrera tasca, el temps màxim d'inici (T) és igual al temps mínim de començament (t). Per cada tasca precedent, el temps màxim d'inici (T) es calcula restant el temps estimat de la tasca (te) del temps màxim d'inici (T) de la tasca següent. Si hi ha més d'una tasca següent, s'ha de seleccionar el valor resultant més baix.
- 3. Marge (M).** És la diferència entre el temps màxim (T) i el temps mínim (t) d'inici de cada tasca. Quan el marge és igual a zero, la tasca és crítica: un endarreriment comporta un allargament del termini d'acabament del projecte. El seguit de les tasques crítiques del projecte determina el **camí crític**.

Vegem aquests càlculs aplicats a l'exemple, en què s'indiquen les tasques crítiques amb l'ombreat:

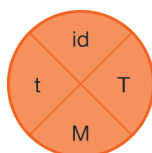
Tasques		Tasques precedents	Temps (dies)			
Codi	Descripció		(a)	(m)	(b)	(te)
	Inici		0	0	0	0
A	Iniciar l'expedient		4	0	0	0
B	Constituir la comissió d'estudi	A	16	4	4	0
C	Elaborar la memòria justificativa	B	11	20	26	6
D	Elaborar el projecte d'establiment	B	17	20	20	0
E	Fer l'estudi de costos	C, D	6	37	40	3
F	Elaborar el reglament del servei	C, D	9	37	37	0
G	Elaborar el protocol d'actuació en cas de risc	C, D	7	37	39	2
H	Aprovar la proposta per la comissió d'estudi	E, F, G	13	46	46	0
I	Dictaminar la proposta per la comissió informativa	H	11	59	59	0
J	Aprovar la proposta pel Ple	I	12	70	70	0
K	Obtenir la llicència per a l'activitat	J	17	82	82	0
L	Obtenir l'autorització de la Generalitat	K	41	99	99	0
	Final		0	140	140	0

Per representar els temps en el diagrama de xarxa PERT utilitzem les convencions següents:

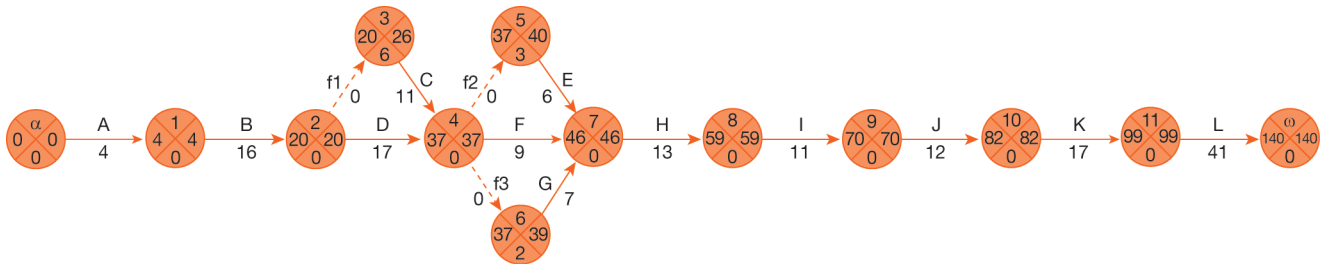
- El temps estimat (te) de cada tasca s'indica a sota de la fletxa corresponent:



- Els temps mínim (t) i màxim (T) d'inici, i el marge (M) s'indiquen en el node inicial de cada tasca, junt amb el codi del node (id):



En aquest cas, indiquem el camí crític ombrejant els nodes amb marge (M) zero i ressaltant les activitats crítiques:



En l'exemple proposat, el node final, identificat amb L, ens indica la durada mínima del projecte: 140 dies. Aquest valor és la suma dels temps estimats de les tasques crítiques:

$$\text{Temps total del projecte} = 4 + 16 + 17 + 9 + 13 + 11 + 12 + 17 + 41 = 140$$

A més, observem que només tenim els marges següents:


- 6 dies per a la tasca C: elaborar la memòria justificativa.
- 3 dies per a la tasca E: fer l'estudi de costos.
- 2 dies per a la tasca G: elaborar el protocol d'actuació en cas de risc.

Finalment, la desviació estàndard (s) del conjunt del projecte s'obté de l'arrel quadrada de la suma de les variàncies (σ^2) de cadascuna de les tasques que formen part de la ruta crítica:

$$s = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2}$$

En l'exemple, la desviació estàndard del projecte és de 10 dies, aproximadament.

ANNEX 3. TEMPORALITZACIÓ DEL PROJECTE

 Ajuntament de Vilaclaus	Formulari	Codi: FOR005-103
	Temporalització del projecte	Data: 23/07/2012
		Pàgina: 1/2

1. Identificació del projecte

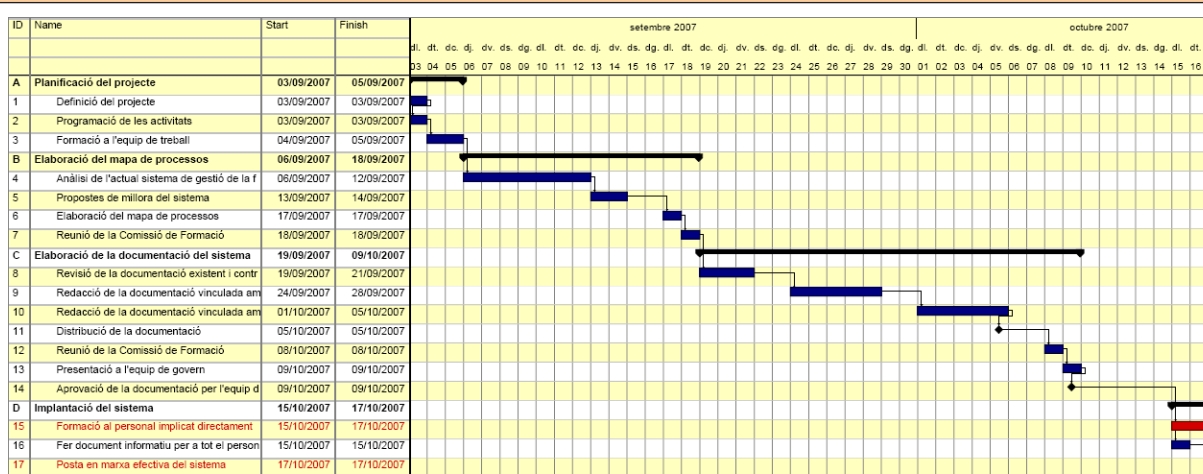
<i>Codi</i>	<i>Nom del projecte</i>
103	Implantació d'un sistema de gestió de la qualitat de la formació continuada de l'Ajuntament
<i>Nom del responsable tècnic</i>	<i>Lloc de treball del responsable tècnic</i>
Gómez Garcia, Lluís	Responsable de Formació
<i>Nom del responsable electe</i>	<i>Càrrec del responsable electe</i>
Vélez Aguinaga, Teodor	Regidor de Règim Intern i Personal

2. Condicionats temporals del projecte

<i>Data d'inici</i>	<i>Data d'acabament</i>	<i>Durada</i>
Setembre del 2012	Desembre del 2012	Màxim de 4 mesos

3. Cronograma del projecte

(Diagrama de Gantt del projecte)



4. Observacions		

	<i>Elaborat per</i>	<i>Revisat per</i>	<i>Aprovat per</i>
<i>Nom i cognoms</i>	Lluís Gómez Garcia		Teodor Vélez Aguinaga
<i>Lloc de treball o càrrec</i>	Responsable de Formació		Regidor de Règim Intern i Personal
<i>Data</i>	19/07/2012		23/07/2012
<i>Signatura</i>			