

Eines de Progrés

Enginyeria Concurrent



BIBLIOTECA DE CATALUNYA. DADES CIP

Enginyeria concurrent. - (Guies i eines de suport a la innovació. Eines de progrés)
A la part superior de la portada: Catalunya innovació. - Bibliografia
I. IDOM II. Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (Catalunya) III. Títol:
Catalunya innovació IV. Col·lecció: Guies i eines de suport a la innovació. Eines de
progrés
1. Enginyeria concurrent
658.5

El text pot ser reproduït totalment o parcialment després d'haver obtingut prèviament l'autorització del Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM).
Es reserven tots els drets del disseny gràfic i artístic.

© Generalitat de Catalunya
Departament de Treball, Indústria, Comerç i Turisme
Centre d'Innovació i Desenvolupament Empresarial (CIDEM)
Passeig de Gràcia, 129. 08008 Barcelona
Tel.: 93 476 72 00
E-mail: info@cidem.gencat.net
www.cidem.com

Autor del text literari: IDOM
www.idom.es

Coordinat per: CIDEM

Disseny i realització: CIDEM

1a edició: juny del 2003
Edició: 3.000
Dipòsit legal: B-xx.xxx-xx

Eines de Progrés



Enginyeria
Concurrent

Enginyeria concurrent

Índex

L'ENGINYERIA CONCURRENT

1. QUÈ ÉS L'ENGINYERIA CONCURRENT?	5
2. PER A QUÈ SERVEIX L'ENGINYERIA CONCURRENT?	5
3. L'ENGINYERIA CONCURRENT I EL PROCÉS D'INNOVACIÓ.....	6
4. ELEMENTS BÀSICS DE L'ENGINYERIA CONCURRENT	7
5. TÈCNIQUES I EINES DE L'ENGINYERIA CONCURRENT.....	11
5.1. Tècniques.....	11
5.2. Eines.....	13
5.3. Posició de les tècniques i les eines en el procés de desenvolupament.....	15
6. L'ENGINYERIA CONCURRENT EXTERNA.....	16
7. IMPLANTACIÓ DE L'ENGINYERIA CONCURRENT.....	17
7.1. Organització per projectes	17
7.2. Procés d'implantació de l'enginyeria concurrent.....	18
7.3. Dificultats en la implantació de l'enginyeria concurrent.....	20
7.4. Gestió de l'enginyeria concurrent.....	21
8. EXEMPLES D'APLICACIÓ	23
9. BIBLIOGRAFIA.....	26

L'enginyeria concurrent

Què és?

Es pot definir l'enginyeria concurrent com el conjunt de tècniques destinades a escurçar el temps de desenvolupament dels projectes, incorporant la veu del client i garantint al mateix temps la qualitat del producte durant tot el seu cicle de vida, des del disseny fins al reciclatge, mitjançant la realització simultània d'activitats i el treball en equips multidisciplinaris. L'enginyeria concurrent permet també la contenció dels costos totals del cicle de vida del producte i, encara més important, constitueix un avantatge competitiu pel fet que permet posicionar els productes en el mercat en un breu termini de temps.

La idea bàsica sobre la qual se sustenta l'enginyeria concurrent respon en certa manera al sentit comú, i consisteix a iniciar les activitats del projecte com més aviat millor, fent participar des del principi tots els departaments implicats (disseny, desenvolupament, producció, màrqueting, compres, etc.), com també els proveïdors.

Per a què serveix?

Com s'ha dit, l'objectiu bàsic de l'enginyeria concurrent és la disminució en el temps total transcorregut des de la detecció d'una necessitat fins a la comercialització d'un producte. La importància de l'acceleració d'aquest procés rau en diversos factors:

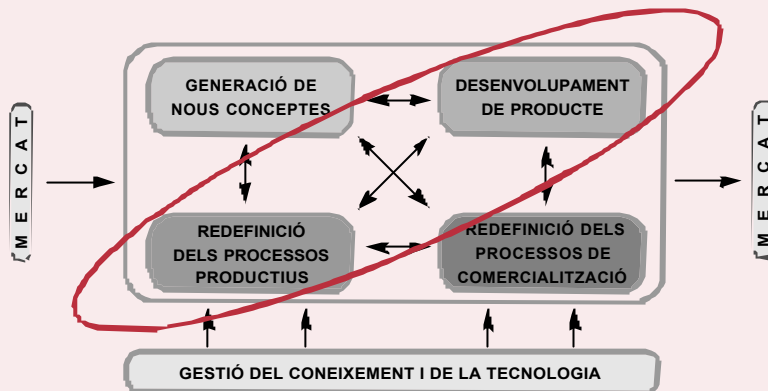
- L'avantatge competitiu derivat d'aconseguir el mercat abans que els competidors i assolir, d'aquesta manera, un millor posicionament. No ser prou ràpid pot fer que un competidor faci obsolet un nou producte encara en desenvolupament.
- La vida cada vegada més curta dels nous productes. Un mes d'endarreriment en el llançament és un mes menys disponible per a l'explotació comercial.
- La incapacitat dels departaments de màrqueting de predir les tendències del mercat a llarg termini. Una vegada detectada l'oportunitat de mercat, s'ha de satisfer abans que quedi obsoleta per un canvi en les preferències dels clients.

Aquest objectiu principal s'acompanya d'altres objectius parcials, no per això menys importants, com són la reducció dels costos totals, l'augment de la qualitat i la fiabilitat global del producte, com també l'increment del valor afegit. Aquest últim aspecte implica un canvi d'enfocament radical per part dels tècnics, que han d'anteposar al seu criteri la visió del producte per part del client. Això comporta elaborar un conjunt de requeriments i condicionants molt més complets i, en definitiva, un millor coneixement del problema ja des de les etapes més inicials.

En conseqüència, l'enginyeria concurrent és pròpia de sectors altament competitius (automoció, electrònica de consum, etc.). No obstant això, qualsevol empresa amb activitats de disseny, desenvolupament i fabricació de productes en pot treure profit, encara que d'una manera diferent d'acord amb la seva mida i estructura.

L'enginyeria concurrent i el procés d'innovació

L'enginyeria concurrent comprèn, dins del model del procés d'innovació tecnològica, els sub processos de disseny i desenvolupament i la redefinició de processos productius simultàniament. La interacció correcta entre aquests dos aspectes és precisament un dels elements clau de l'èxit de l'enginyeria concurrent.



Els projectes de disseny i desenvolupament de producte se solen classificar en quatre categories segons el grau de novetat que incorporen: projectes de millora de productes ja existents, creació de productes derivats d'una plataforma comuna, projectes de desenvolupament de noves plataformes i projectes de creació de productes totalment nous. El conjunt de tots els projectes abordats per l'empresa ha de representar un equilibri adequat de riscos.

Com ja s'ha esmentat, l'objectiu principal de l'enginyeria concurrent és escurçar el *time to market*. Això fa que normalment s'apliqui en conjunció amb un enfocament d'innovació incremental, amb projectes de risc moderat, com són els de millora i derivats, avançant en petits passos en un procés d'aprenentatge empíric i iteratiu. No s'ha d'oblidar que és una metodologia que té el seu origen en empreses japoneses a les quals el cicle de *Deming* (planificar, fer, verificar i actuar: PDCA) va arrelar especialment. A cada tornada al cicle PDCA es llança un nou producte al mercat que, depenent del seu èxit, serà la base de la generació següent. L'aprenentatge aconseguit s'adreça a les millores en el cicle d'innovació següent.

No obstant això, si l'empresa vol ser tecnològicament competitiva, aquests projectes a curt termini s'han de combinar amb altres de major risc i termini d'execució, orientats al desenvolupament de noves plataformes i de productes totalment nous. Aquests projectes més innovadors són de naturalesa estratègica. Simplement, no hi ha temps per encaixar-ho com a reacció a una actuació de la competència; fer-ho implicaria errors de judici i d'execució. A més a més, poden requerir formes d'organització una mica diferents als primers, pel fet que en aquests projectes predominen coneixements molt més especialitzats.

Elements bàsics de l'enginyeria concurrent





L'enginyeria concurrent se sustenta sobre tres pilars o mecanismes bàsics que li confereixen les seves especials característiques. És important assenyalar que cadascun d'aquests tres mecanismes ha d'estar present i integrat d'una manera adequada amb els altres dos per assegurar l'èxit.

Paral·lelisme









El primer d'aquests pilars és el paral·lelisme i, per això, en determinats sectors l'enginyeria concurrent rep el nom d'enginyeria paral·lela. El paral·lelisme redueix el temps global mitjançant la realització simultània de totes les tasques possibles. Això és de vital importància per a una òptima coordinació de les activitats d'enginyeria de producte i de procés (fabricació). Els tècnics de procés han de col·laborar amb els de producte des de l'inici del projecte, per poder iniciar, d'aquesta manera, la industrialització del nou producte com abans millor, encara que aquest producte encara no estigui del tot definit. La simultaneïtat entre les enginyeries de producte i de procés fa que moltes vegades l'enginyeria concurrent prengui el nom d'enginyeria simultània.

Mitjançant el paral·lelisme es racionalitza la descomposició del treball i s'eviten les pèrdues de temps i la manca de comunicació inherents a un enfocament seqüencial. Al mateix temps exigeix un millor desenvolupament i transferència de la informació entre tasques.

e i n e s d e p r o g r é s

Activitat	Desenvolupament de concepte	Desenvolupament de disseny	Validació del disseny	Desenvolupament de producció
Màrqueting Producte Enginyeria				
Enginyeria				
Assaigs				
Fabricació				

Enginyeria seqüencial convencional (adaptat de Hawtal Whiting)

Activitat		Desenvolupament de concepte	Desenvolupament de disseny	Validació del disseny	Desenvolupament de producció
Màrqueting Producte Enginyeria					
Enginyeria	Factibilitat				
	Disseny de producció				
Assaigs	Nova tecnologia				
	Programa principal				
Fabricació	Factibilitat / toleràncies				
	Estudis d'útils				
	Utilatge				

Enginyeria concurrent (adaptat de Hawtal Whiting)

Integració

Al paral·lelisme s'hi ha d'afegir un altre mecanisme bàsic de l'enginyeria concurrent que és la integració. Un dels grans problemes de l'enfocament clàssic de l'enginyeria és, sens dubte, la divisió del treball en compartiments estancs i deficientment comunicats. El paral·lelisme força la integració entre departaments, especialment entre enginyeria de producte i de procés, com també amb els proveïdors, fet que redueix l'impacte de la divisió de treball en àrees d'especialització i gestió. Només mitjançant la integració és possible prendre en consideració tot el coneixement de les disciplines rellevants en cada fase del desenvolupament del producte.

A més de millorar la comunicació, la integració evita la repetició innecessària de tasques per diferències de criteris i la manca d'optimització derivada d'enfocaments excessivament parcials.



Enginyeria de producte

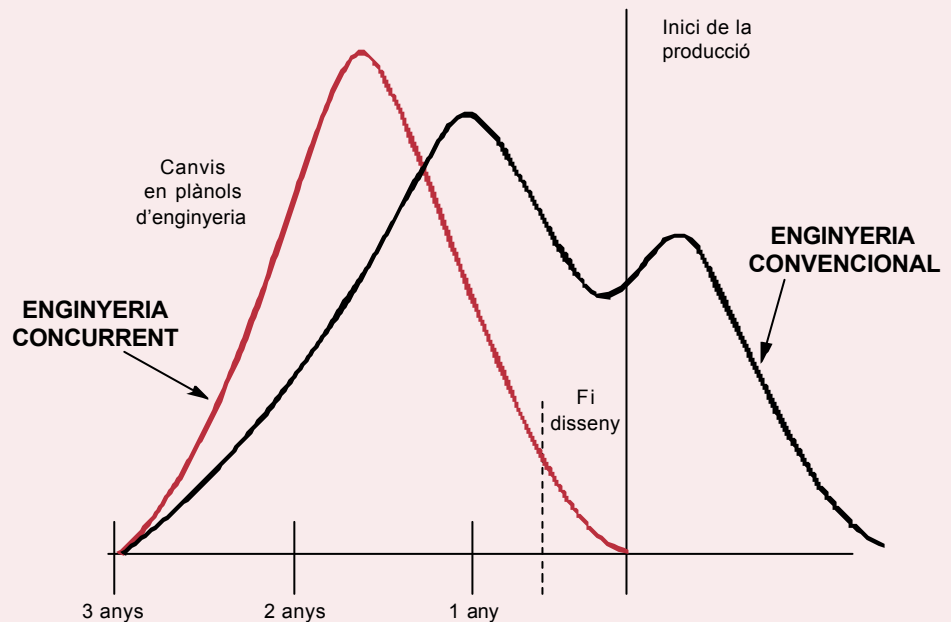
Enginyeria de producció

Enginyeria de qualitat

Presciència

Els mecanismes de paral·lelisme i integració presenten substancials avantatges conceptuals respecte a un enfocament clàssic de l'enginyeria de tipus seqüencial, i defineixen per si mateixos les característiques bàsiques d'un entorn d'enginyeria concurrent. No obstant això, la seva aplicació comporta una sèrie de dificultats notables, entre les quals destaca un augment de l'ambigüitat i de la incertesa en totes les fases del desenvolupament. Això fa prendre decisions cada vegada més primerenques i basant-se en informació incompleta i immadura, una situació que, d'altra banda, s'ha de fer compatible amb un augment de la qualitat i la fiabilitat del producte final.

En conseqüència, s'hi ha d'afegir un tercer mecanisme destinat a disminuir l'impacte d'aquesta aparent contradicció. Aquest mecanisme és la presciència, o conjunt de tècniques la missió de les quals és avançar el curs dels fets. Només a través d'aquestes tècniques és possible estar preparats davant de possibles eventualitats mitjançant l'exploració primerenca de les activitats futures i, d'aquesta manera, prendre les decisions adequades com més aviat millor i al mínim cost. La presciència és la clau per aconseguir l'objectiu d'encertar al primer intent i per evitar la repetició innecessària de tasques i la presa de decisions errònies.



Tècniques i eines de l'enginyeria concurrent

La implementació pràctica de l'enginyeria concurrent comporta l'ús de tota una sèrie de tècniques i eines especialment adaptades a l'enginyeria concurrent i sense les quals no seria possible arribar als nivells d'eficàcia exigits. A continuació s'enuncien i es descriuen breument aquestes tècniques.

Tècniques

S'inclouen en aquest apartat una sèrie de tècniques amb una incidència directa sobre la qualitat de disseny. La qualitat del disseny és un factor clau de l'èxit, atès que limita la màxima qualitat assolible per un producte.

Pluja d'idees

La pluja d'idees (*brainstorming*) és una tècnica creativa per a la recerca de solucions (o causes) a un problema plantejat. La principal característica del mètode és la prohibició de fer crítiques a les idees exposades pels membres del grup de treball a fi d'evitar la inhibició de qualsevol d'ells. Després, aquestes idees s'agrupen per categories, s'elaboren i es prioritzen per votació, amb vista a generar un pla d'actuació.

Diagrames causa-efecte

El diagrama causa-efecte d'Ishikawa consisteix en la representació gràfica, ordenada i lògica de la cadena de causes que condueixen a un determinat efecte. Es pot aplicar com a pas intermediari a l'aplicació d'altres tècniques com ara l'AMFE, o directament per buscar la solució a un determinat problema.

Desplegament de la funció de qualitat (QFD)

El QFD és una tècnica sistemàtica per relacionar els requisits demanats pel mercat (veu del client) amb les característiques tècniques del producte a través de cada etapa de la seva creació (planificació del producte, desenvolupament de parts, planificació del procés i planificació de la producció), amb la participació de totes les funcions de l'empresa que hi intervenen. Es basa en la construcció d'una sèrie de matrius d'interrelació.

Anàlisi del valor

Les tècniques d'anàlisi del valor estan orientades també a la satisfacció de les necessitats del client, però fent èmfasi en l'optimització simultània dels costos i els processos. Per això, se separen els aspectes que generen "valor" d'aquells que sols generen "cost", i es prioritzen els primers sobre els segons. El valor és la suma de la impressió inicial de l'usuari davant del producte i la satisfacció durant l'ús. El cost integra totes les components des del desenvolupament inicial fins al final de la vida útil.

Anàlisi de tipus d'errades i els seus efectes (AMFE)

L'AMFE és una tècnica sistemàtica per assegurar que tots els modes d'errada que pot presentar un producte o un procés han estat analitzats i previnguts. Per això, s'associa cada tipus d'errada amb les seves causes i els efectes que produeixen. A partir d'aquesta anàlisi s'estableixen prioritats, com també un pla d'actuació encaminat a eliminar o minimitzar les causes més importants de les errades.

Disseny d'experiments (DOE)

Les tècniques de disseny d'experiments estan encaminades a la planificació estadística dels assaigs amb la finalitat de maximitzar la informació extreta (efecte de la variació dels paràmetres sobre el comportament del sistema) i minimitzar-ne el nombre. El disseny d'experiments es complementa amb l'anàlisi de les superfícies de resposta i les tècniques d'optimització. Entre les tècniques d'optimització destaquen els mètodes de disseny robust de Taguchi, que té com a objectiu minimitzar la sensibilitat del comportament del producte a les variacions als paràmetres d'entrada.

Disseny per a la manufactura i el muntatge (DFMA)

Les tècniques DFMA intenten assegurar una fabricació més fàcil a través de la simplificació de totes les operacions. La idea bàsica és minimitzar el nombre de peces (peces estandarditzades, multifuncionals, etc.) i aconseguir que es puguin muntar de manera directa i sense errades (muntatge amb moviments en una sola direcció, ajustament fàcil, peces de subjecció separades, etc.).

Eines

L'aplicació de l'enginyeria concurrent exigeix també la utilització d'una sèrie d'eines basades en les tecnologies de la informació i de les comunicacions. Sense aquestes eines és pràcticament impossible aconseguir els nivells d'integració, comunicació i predicció exigits per l'enfocament concurrent.

Disseny i fabricació assistits per ordinador (CAD/CAM)

El disseny assistit per ordinador (CAD) és indispensable en un entorn d'enginyeria concurrent, no tan sols per qüestions d'eficàcia operativa, sinó també per garantir un intercanvi àgil i sense errors, com també una actualització constant de la informació entre els diversos grups de treball implicats en el projecte (especialment, entre les enginyeries de producte i fabricació). Amb una combinació adequada de maquinari i programari es poden aconseguir dràstiques reduccions en els terminis d'execució, especialment quan s'integra la informació de disseny amb la generació de programes de mecanitzat (CAM).

Enginyeria assistida per ordinador (simulació numèrica: CAE)

L'actual nivell d'exigència quant a la disminució de costos i temps de desenvolupament dificulta molt la utilització de l'experimentació sobre prototipus físics com a eines de desenvolupament. Afortunadament, els avenços realitzats en el món de la informàtica i de la simulació numèrica dels fenòmens físics han permès incorporar al procés de disseny i desenvolupament un bucle ràpid de valoració i optimització basat en les eines de simulació.

Gràcies a la simulació, avui és possible estimar sobre prototipus virtuals quin serà el comportament físic futur del producte, abans que existeixi cap prototipus físic. Sobre aquests prototipus virtuals s'efectuen i es valoren les modificacions que s'estimen necessàries fins a estar raonablement segurs que el primer producte fabricat correspon a una versió gairebé definitiva.

La simulació és una eina indispensable per "saltar" sobre activitats costoses en temps i diners i, d'aquesta manera, verificar si la solució escollida és adequada. La simulació redueix el risc en la presa de decisions primerenques, amplia el camp d'exploració de solucions possibles i facilita els processos d'optimització.

Assaig assistit per ordinador (CAT)

Sistemes de comunicació i maneig d'informació

Hi ha certs aspectes dels problemes reals que per la seva naturalesa no poden ser simulats, ja perquè resulti antieconòmic enfront de l'assaig, o perquè la física del problema no sigui suficientment coneguda per establir un model teòric fiable. Aquí es torna a destacar l'experimentació com a únic recurs viable per a l'avaluació de certes problemàtiques.

Les tecnologies de la informació i les comunicacions s'han incorporat també a l'experimentació i han donat lloc a assaigs assistits per ordinador.

L'ampli ús d'ordinadors i xarxes i els programaris que s'hi executen han passat a formar una part essencial del treball que es desenvolupa diàriament dins de l'empresa, i molt especialment en un entorn d'enginyeria concurrent. Mentre que aquestes noves tecnologies han permès als usuaris tractar grans quantitats de dades, també han propiciat la generació de molta més informació. Aquesta informació es guarda generalment en forma de fitxers (texts o gràfics) d'ordinador, amb un format que és particular en l'aplicació amb la qual van ser creats, i és compartida pels equips multidisciplinaris propis de l'enginyeria concurrent. Per això, s'utilitzen els denominats sistemes PDM (*Product Data Management*), orientats a l'emmagatzematge i la gestió de la informació associada a productes determinats, incloent-hi la informació gràfica corresponent (plànols, etc.), durant tot el seu cicle de vida. Els sistemes PDM poden actuar com a integradors d'aplicacions, amb la qual cosa faciliten l'actualització de la informació en temps real entre els diversos equips de projecte, interns i externs. Per tant, es tracta d'un tipus de tecnologia bàsic per a un entorn d'enginyeria concurrent.

Posició de les tècniques i les eines en el procés de desenvolupament

Fins aquí s'han presentat i analitzat el conjunt de tècniques i eines que formen el mecanisme de la presciència en un entorn d'enginyeria concurrent. Cada una d'aquestes tècniques intervé en diferents estadis del procés de desenvolupament de producte i dona lloc a un veritable sistema pas a pas de construcció i control de la qualitat de disseny del nou producte.

D'aquesta manera, el QFD i l'anàlisi del valor permeten incorporar tant la veu del client com els condicionants interns i externs del projecte.

La fase de disseny conceptual ha de donar suport a l'anàlisi funcional del producte i als possibles modes d'errada funcionals, identificant els paràmetres que els defineixen i acotant els valors límit que comporten la satisfacció del client.

Les solucions constructives, fruit de la materialització del disseny, han de ser sotmeses a una anàlisi sistemàtica mitjançant càlculs i simulacions preliminars de caràcter qualitatiu. La solució final s'ha d'avaluar a través d'una anàlisi de tipus d'errades i efectes, a fi de concretar els criteris de valoració que cal aplicar posteriorment mitjançant una simulació més detallada i, finalment, mitjançant experimentació de laboratori. En aquest últim punt, les tècniques DOE resulten de gran ajuda.

El procés ha de concloure amb una última fase experimental de validació en condicions equivalents a les d'ús, amb la seguretat que s'haurà arribat a un resultat satisfactori.

En aquest esquema, les diverses tècniques i eines actuen com a filtres destinats a verificar pas a pas la qualitat del disseny que s'està gestant. Cada filtre augmenta la probabilitat d'èxit i apropa el resultat final a l'ideal d'encertar al primer intent.

L'enginyeria concurrent externa

L'enginyeria concurrent externa, és a dir, amb els proveïdors, comporta un esforç de comunicació i coordinació més gran que l'enginyeria concurrent dins de la mateixa empresa.

Escollir els proveïdors

S'han de classificar els proveïdors segons la seva capacitat per assumir aquest nivell de col·laboració. És necessari assumir que el resultat òptim s'aconsegueix només després d'un cert temps de rotatge. Un element clau d'aquesta estratègia consisteix a crear proveïdors de mòduls a fi de simplificar l'arquitectura del producte i traspassar gran part de la logística de relació amb proveïdors menors. Disposar d'una xarxa de proveïdors adequada a la pràctica de l'enginyeria concurrent és un element clau de l'estratègia empresarial de desintegració. Sense aquesta xarxa, el sistema no pot funcionar adequadament. Si la xarxa no existeix s'ha de crear, i això sempre resulta difícil.

D'altra banda, la col·laboració amb els proveïdors a aquest nivell implica el compromís d'establir relacions estables per a un període de temps suficient perquè es pugui produir la integració de l'equip i el retorn econòmic de la inversió que això comporta. Aquesta col·laboració amb el proveïdor a nivell de "soci" és incompatible amb polítiques de compres orientades únicament a fomentar la competència i aconseguir, d'aquesta manera, baixos costos.

L'enginyeria concurrent amb el proveïdor es pot donar a qualsevol nivell, ja sigui sobre el producte o sobre el procés. L'equip d'enginyeria concurrent amb el proveïdor ha de funcionar com qualsevol relació interdepartamental interna. La base de l'èxit és garantir un flux d'informació constant i actualitzada. El desenvolupament realitzat pel proveïdor ha de ser considerat com una activitat més del projecte amb caràcter general.

Comunicació amb els proveïdors

El bon desenvolupament de les relacions amb proveïdors externs depèn en gran manera dels sistemes de comunicació de l'empresa. El primer element clau per a una col·laboració profitosa és una clara comunicació de les tasques que cal fer i dels resultats esperats. Aquesta és, sens dubte, la millor manera de disminuir els conflictes, i cal establir clarament les regles del joc a l'inici del treball. Així mateix, s'han de recordar les responsabilitats transferides a tots els nivells i els pactes de confidencialitat (dificultat important) i, si s'escau, les penalitzacions, especialment en activitats dins del camí crític de la planificació.

La concurrència no tan sols s'ha de donar entre l'empresa i el proveïdor, sinó també entre els proveïdors interrelacionats entre si a través de les seves respectives peces. En aquests casos, la comunicació entre els proveïdors és vital i ha de ser dinamitzada i pilotada per la mateixa empresa, especialment quan sorgeixin conflictes. Això pot requerir personal especialitzat en aquest tipus d'activitat.

La videoconferència i el treball en equip a través d'Internet són essencials quan els proveïdors s'ubiquen a grans distàncies (els viatges són uns grans devoradors de temps i recursos). En les fases crítiques del projecte, quan s'ha d'assolir i assegurar la integració total de cada una de les parts, pot ser necessari recórrer a la pràctica de l'enginyeria resident, en la qual diversos enginyers dels proveïdors estan treballant a les oficines de l'empresa.

Implantació de l'enginyeria concurrent

Organització per projectes

La integració de coneixements necessària per a l'enginyeria concurrent, especialment en projectes de millora i derivats, és incompatible amb la compartimentació que resulta de les estructures amb departaments funcionals forts. És necessari disposar d'equips de projecte liderats per directors capaços de conduir el projecte a través de les barreres funcionals. En projectes petits o mitjans, la solució òptima pot ser una estructura de tipus matricial, en la qual les àrees funcionals tinguin un pes semblant a la direcció del projecte, mentre que, en projectes de gran envergadura, la millor solució sol ser la construcció d'equips multidisciplinaris, totalment independents del poder de les àrees funcionals, i amb líders de projecte forts. És convenient que els equips multifuncionals incorporin diverses visions (enginyeria de producte i de fabricació, màrqueting, finances, etc.) i que es mantinguin actius almenys fins a l'inici de la producció.

Els líders de projecte poden procedir de diferents àmbits funcionals i la naturalesa del projecte pot determinar certes preferències sobre aquest punt. Per exemple, un projecte molt orientat a les demandes canviants del mercat pot ser liderat amb avantatge per una persona del departament de màrqueting, mentre que un altre projecte amb un alt contingut tecnològic serà liderat per una persona del departament d'R+D+i. D'altra banda, en projectes d'aquest tipus, com és el desenvolupament de noves plataformes, la utilització de coneixements altament especialitzats pot fer que l'estructura matricial depengui més de les àrees funcionals.

Un últim aspecte que cal tenir en compte és que els equips multifuncionals propis de l'enginyeria concurrent han de tenir cura especialment de la comunicació, i això s'aconsegueix d'una manera òptima procurant que els seus diversos membres estiguin físicament pròxims. Quan això no és possible, s'ha de disposar d'eines adequades per compartir dades i informació en temps real.

Procés d'implantació de l'enginyeria concurrent

Implantar un sistema d'enginyeria concurrent a una empresa, com tot procés de canvi, no és una tasca fàcil. De fet, es tracta d'establir una dinàmica inicial i anar-la millorant dia a dia. Per aconseguir l'èxit hi ha d'haver plena consciència de tota l'organització (i, sobretot, de la direcció) que els beneficis són a mitjà termini i que, per tant, al principi pot semblar que la feina en un entorn d'enginyeria concurrent no fa res més que alentir el procés de disseny i desenvolupament. Per aquest motiu, el procés d'implantació ha de rebre el suport i la confiança de la direcció fins que s'aconsegueixin uns nivells d'eficàcia adequats.

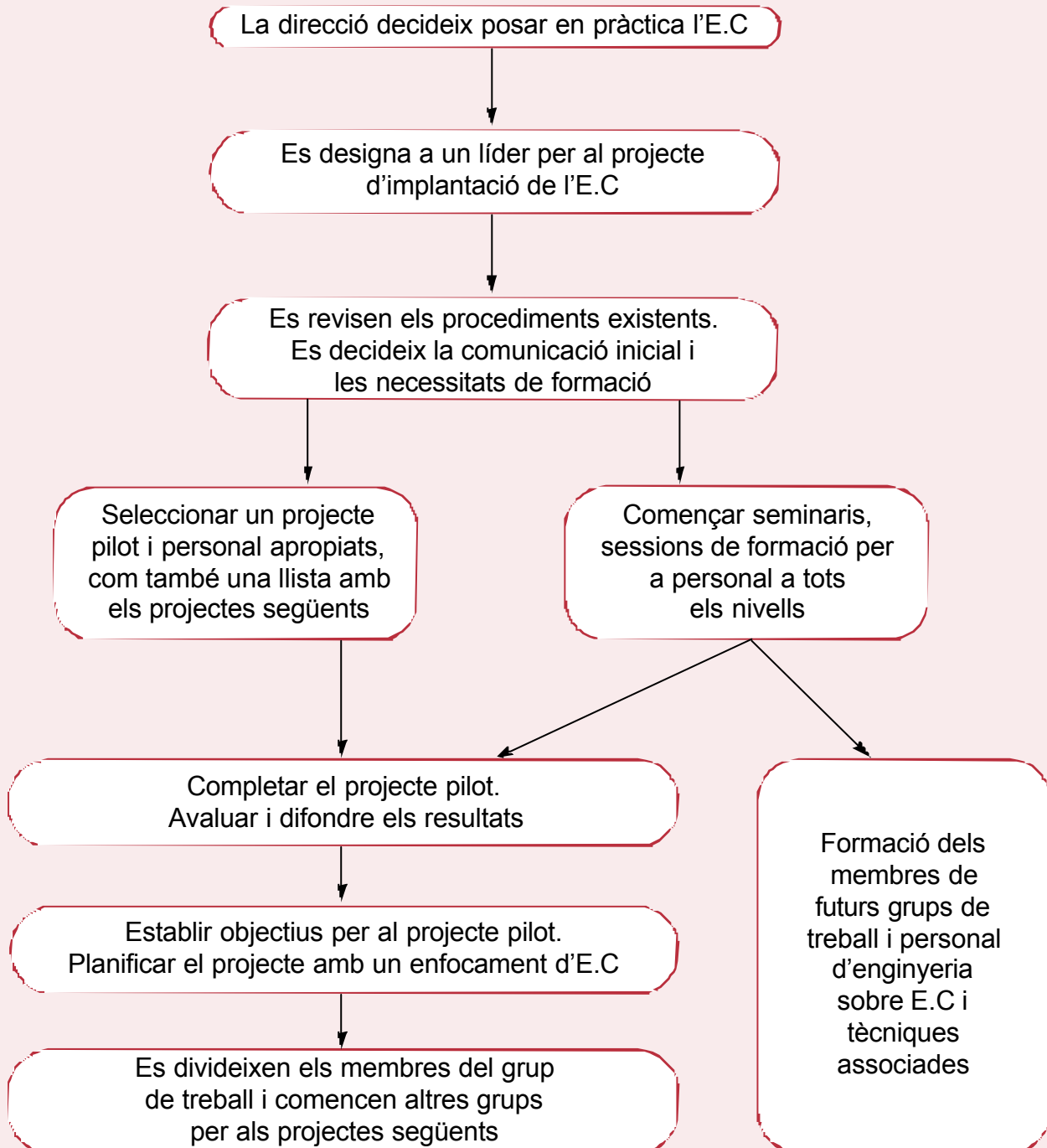
És important que tota la plantilla entengui que l'enginyeria concurrent no és un exercici puntual o una moda temporal, sinó que canviarà la manera de treballar i continuarà evolucionant en el futur.

La millor manera d'introduir l'enginyeria concurrent a l'empresa és, per tant, aconseguint el compromís i el suport suficients de tota l'organització mitjançant la realització d'un cas pilot i controlable que permeti transmetre d'una manera pràctica els conceptes i que ofereixi uns resultats que permetin vendre una implantació a gran escala. Aquests resultats han de correspondre a objectius establerts a priori i es poden expressar en termes de tant per cent de reducció del *time to market*, tant per cent d'estandardització, reducció de cost o qualsevol altre paràmetre que l'organització consideri significatiu.

És convenient que aquest projecte pilot sigui de tipus incremental, que sigui liderat per un líder fort que tingui el suport total de la direcció i que es faciliti a aquesta experiència un cert "aïllament" de les pràctiques anteriors.

Un altre element clau per a l'èxit de la implantació és la formació. Les diverses eines i metodologies implicades s'han d'incorporar d'una manera gradual perquè puguin ser assimilades adequadament i s'ha de facilitar l'aprenentatge transfuncional: per exemple, formar els enginyers de producte en tècniques de producció. En aquest sentit, per a empreses petites és possible que la introducció d'algunes d'aquestes tècniques constitueixi per si mateixa el nucli de la implantació.

Una vegada finalitzat el primer projecte amb èxit s'ha de procurar que la resta de la implantació sigui ràpida. I, sobretot, recordar que "res no succeeix mai llevat que tu ho empenyis" (Kidder).



Dificultats en la implantació de l'enginyeria concurrent

Dissortadament, la implantació de l'enginyeria concurrent no tan sols genera avantatges, sinó també algunes dificultats que és necessari superar.

La primera dificultat rau en el canvi de mentalitat associat a entendre la qualitat tal com la percep el client, assumint com a central el seu punt de vista i no el dels mateixos tècnics, i acceptar que un procés de desenvolupament ràpid i un llançament reeixit necessiten trobar l'equilibri just entre el perfeccionisme i una actuació accelerada.

Altres punts conflictius rauen en la transferència de poder des de les àrees funcionals fins als equips de projecte, per la percepció de pèrdua d'estatus que això comporta, i en els conflictes derivats de la integració de "cultures" i interessos diferents dins dels equips multifuncionals.

Finalment, la paralització d'activitats genera la necessitat de gestionar l'increment de riscos resultants de nivells més grans d'incertesa. Per tant, és necessari adquirir una competència especial en el maneig de la incertesa, és a dir, l'habilitat per tractar informació incerta i incompleta i, malgrat tot, prendre decisions correctes. Per això, s'han d'adaptar a aquesta necessitat tant el procés de disseny i desenvolupament com el mateix producte, mitjançant un disseny robust.

Gestió de l'enginyeria concurrent

Si es pretén tenir èxit en tal empresa, hi ha unes directrius que s'han de tenir en compte.

1. La direcció ha d'atorgar confiança i autonomia als grups de treball, tant si es tracta d'equips de projecte com si es tracta d'equips d'enginyeria concurrent externa.
2. S'han de seleccionar líders forts per als equips de treball, és a dir, persones experimentades i fortament convençudes de la sistemàtica de l'enginyeria concurrent.
3. L'estructura dels grups de treball ha d'estar formalitzada, amb les responsabilitats i les funcions degudament definides. És aconsellable que no hi hagi barreres jeràrquiques ni físiques (distància) entre els membres, encara que aquestes últimes es poden resoldre mitjançant la utilització de les TIC.
4. Els mateixos membres de l'equip han d'acordar i escriure les metes fixades per al grup de treball, ja que el seu grau de compliment serà la mesura del seu èxit.
5. Els equips tindran reunions programades en les quals s'informarà del progrés del projecte. Aquestes reunions són independents de la resta de les reunions, de tipus més informal o improvisat.
6. L'equip de treball ha d'estar en contacte amb el mercat, assumint com a central el punt de vista del client i evitant incorporar al producte les seves pròpies preferències. Per això, és aconsellable mantenir l'equip al dia de les novetats de la competència, dels gustos dels clients i del *feed-back* dels clients mitjançant els informes de postvenda.
7. S'haurà de fomentar la formació de tots els nivells participants sobre les tècniques i les eines que ajuden al treball en entorns d'enginyeria concurrent.
8. També es formarà els tècnics del disseny en el concepte de valor i en les tècniques de producció, de manera que dissenyin tenint en compte que el seu producte haurà de ser fabricat al més ràpid i econòmicament possible.
9. Els responsables de buscar, avaluar i negociar amb els proveïdors tindran en compte altres aspectes addicionals diferents del cost-qualitat-servei. Es farà prevaler la capacitat de desenvolupament conjunt i les relacions a llarg termini.

10. S'incorporaran els proveïdors de maquinària i utilitatges, fins i tot quan el disseny no estigui completat.
11. Els proveïdors podran treballar a les mateixes instal·lacions. En qualsevol cas, faran servir sistemes informàtics compatibles, per la qual cosa és recomanable que estiguin connectats en línia.
12. Es recomana que els proveïdors disposin de mitjans materials i financers i facin els prototipus dels seus productes. Si no és el cas, hauran de participar en la realització de prototipus, amb vista a detectar a temps requisits i possibles dificultats en la producció.
13. El disseny se sotmetrà a periòdiques revisions en les quals participaran els representants del client (màrqueting), que vetllaran pel compliment dels requisits, especialment en la fase inicial de concepte.
14. S'hauran de definir els processos i avaluar el cost de producció amb suficient antelació. Es podrà assignar pressupost a la realització de tests de noves tècniques productives més eficients.
15. S'haurà de prendre consciència de les conseqüències dels canvis d'última hora en les especificacions (incorporació d'un nou requisit o augment d'alguna prestació), tant pel que fa a la qualitat com al cost. Moltes vegades, un endarreriment en el llançament d'un producte al mercat o una qualitat deficient són més negatius que un producte que no compleix algun requisit de màrqueting.
16. S'estimularà el treball en equip, i es valoraran els seus membres pels assoliments del conjunt. S'intentarà rotar, en la mesura que sigui possible, els membres dels equips, de manera que no se sentin encasellats en una determinada funció.
17. S'estimularà el canvi des de la mateixa direcció de l'empresa.
18. Els membres del grup han d'assumir que la seva meta és aconseguir l'èxit del seu producte. És a dir, vendre les màximes unitats possibles i al mínim cost i aconseguir la màxima satisfacció dels clients.

Exemples d'aplicació de l'enginyeria concurrent

AUSA

AUSA és una empresa manresana que va néixer l'any 1956 amb l'objectiu de dissenyar i construir vehicles utilitaris, entre els quals hi havia el conegut PTV. No obstant això, l'aparició dels vehicles Seat 600 i Renault 4.4 va provocar una innovadora reorientació estratègica de l'empresa fins a posicionar-se com a fabricant de petits vehicles per al sector de la construcció, dúmpers i carretons elevadors.

Cap al 1992, AUSA va emprendre una nova etapa d'innovacions en diferents àmbits: tecnològic, organitzatiu, productiu i comercial. Aquest procés ha culminat els darrers anys en la creació i la implantació d'una sistemàtica per a la innovació en productes i negocis, amb una forta aposta per la innovació radical i el disseny.

AUSA, amb una plantilla total de 300 persones, disposa actualment d'un departament específicament dedicat a la generació d'idees i al desenvolupament de nous conceptes que, darrere d'un procés de selecció, passen a l'etapa d'enginyeria que es fa en el departament d'R+D. Avui, el gran repte és llançar un nombre més gran de nous productes al mercat amb regularitat, i això només és possible mitjançant el desenvolupament intensiu de l'enginyeria concurrent. En conseqüència, el nombre de projectes ha crescut més que les capacitats internes, cosa que ha comportat un canvi radical en la manera d'abordar els projectes i, especialment, en el paper dels proveïdors externs en el procés. En concret, s'han incrementat les inversions en tecnologies de disseny i enginyeria assistida per ordinador, s'ha reorganitzat el sistema intern de gestió potenciant la gestió per projectes de tipus matricial, i s'ha estructurat la relació amb els proveïdors classificant-los en proveïdors tecnològics (proveïdors de components amb capacitat de desenvolupament), proveïdors de desenvolupament (proveïdors de solucions de projecte, però no subministren components) i proveïdors de subministrament (sense capacitat de desenvolupament).

Tot això ha redundat en una notable disminució del *time to market* i un increment en la capacitat innovadora d'AUSA.

MECÀNICA VILARÓ

Mecànica Vilaró és una petita empresa de 50 treballadors fundada l'any 1976 que es dedica al disseny i la construcció de maquinària especial, com també a la realització de mecanitzats de grans dimensions. Des de sempre, a Mecànica Vilaró s'ha considerat imprescindible la simultaneïtat entre l'enginyeria de producte i la de fabricació. Per facilitar la integració d'ambdues activitats, es realitzen a la mateixa oficina tècnica. D'altra banda, la reducció del *time to market* ha dut Mecànica Vilaró a integrar també eines avançades per al disseny i el desenvolupament d'enginyeria com són el CAD 3D i la simulació numèrica, com també per a la fabricació integrant màquines CNC d'última generació.

METALQUIMIA

Ubicada a Girona, METALQUIMIA és una empresa familiar fundada l'any 1971 que, amb una plantilla formada per unes 75 persones, es dedica al disseny i la fabricació de maquinària i al desenvolupament de tecnologia de procés per a la indústria càrnia, especialment per a productes cuits i adobats. El seu èxit en el mercat es basa en una estratègia de diferenciació de productes, aconseguida mitjançant la innovació, la qualitat i el servei.

Des del 1995, METALQUIMIA va iniciar un procés de redisseny intern orientat a facilitar la consecució d'aquests objectius. D'una banda, es va crear un comitè multifuncional d'innovació, encarregat d'avaluar i seleccionar les noves idees i conceptes i, d'altra banda, es va introduir l'enginyeria concurrent com a eina bàsica per poder crear nous productes que incorporin valor per al client en el menor termini i amb el menor cost possible, encertant al primer intent.

El procés d'implantació de l'enginyeria concurrent ha comportat la formalització del procés de disseny i desenvolupament en les seves respectives etapes, introduint-hi diferents tècniques com ara l'anàlisi funcional, l'anàlisi del valor i l'AMFE. Tot això ha simplificat la planificació, l'execució i el seguiment dels projectes.

D'altra banda, s'ha potenciat el treball corporatiu amb empreses externes, tant en enginyeries com en proveïdors de parts i components. També s'ha potenciat l'ús de tecnologies avançades per al disseny i el desenvolupament de producte (CAD/CAE), com també per a la planificació i la gestió de la producció.

Tot això ha reportat amplis beneficis a METALQUIMIA, com ara una reducció del 15 % en el temps de desenvolupament de nous productes i un espectacular increment de la taxa d'èxit d'aquests productes (90 %).

NACIONAL MOTOR (DERBI)

Nacional Motor va formalitzar l'any 1996 el seu procés de disseny i desenvolupament de nous productes segons un esquema *stage gate*. Posteriorment, el 1998, va abordar un nou projecte orientat a potenciar l'enfocament d'enginyeria concurrent en aquest procés. El projecte va rebre internament l'acrònim FICAT i va donar lloc a una revisió profunda del procés de disseny i desenvolupament orientada a:

- Millorar la incorporació i la transferència de la veu del client durant tot el procés.
- Incrementar les reunions i les interaccions entre l'enginyeria de producte i la de procés per a facilitar la integració de coneixements.
- Millorar el coneixement i la classificació dels proveïdors, com també la seva integració amb el procés de disseny i desenvolupament.
- Crear una base compartida de coneixements tecnològics.

El projecte FICAT es va desenvolupar a partir de quatre equips de treball permanents, orientats a coordinar el desenvolupament de cadascun dels aspectes esmentats més amunt, més una sèrie de grups de treball creats per resoldre encàrrecs específics. Durant el projecte, tots els equips van treballar sobre un projecte pilot de desenvolupament que va permetre experimentar tot el que s'anava proposant.

El projecte FICAT va donar lloc no tan sols a la modificació del procés de disseny i desenvolupament, sinó també a tot un manual de bones pràctiques en l'aplicació dels principis, les tècniques i les eines de l'enginyeria concurrent.

DIMAT

DIMAT és una empresa fundada l'any 1967 que dissenya i desenvolupa equips de telecomunicacions per al sector elèctric. Té una plantilla total de 107 persones i disposa d'un departament d'R+D+i format per 34 tècnics.

A DIMAT estan convençuts que cal que tots els actors implicats en els diversos processos de l'empresa participin des del principi en el disseny i el desenvolupament de nous productes. Per aconseguir aquesta participació, han estructurat el seu departament d'R+D+i de manera matricial, amb quatre equips de treball i dues àrees tecnològiques: maquinari i programari. La integració de coneixements permet una reducció de les despeses, com també una millora de la qualitat del producte. L'estructura matricial ha comportat, a més, una important reducció en els temps de desenvolupament, especialment en les innovacions de tipus incremental aplicades a tipologies de productes coneguts. A aquestes millores hi ha contribuït de manera substancial una gestió adequada del coneixement tecnològic, fet que permet la reutilització de tecnologies per a projectes diferents.

La implantació de l'estructura matricial en DIMAT ha necessitat un conjunt de polítiques auxiliars que ajuden al seu funcionament quotidià, com, per exemple, les relatives als recursos humans, la formació, la creació de canals de comunicació per treballar en equip, etc.

Bibliografia

- John R. Hartley, "Ingeniería concurrente". Productivity Press, Ed. TGP-Hoshin, S.L. 1994.
- Charles H.Fine, "El nuevo ciclo empresarial". Paidós Empresa, nº 79. 2000.
- Vhandling, "Speeding up product development". NTH, 1994.
- Enric Barba, "Ingeniería concurrente", Gestión 2000.com, 2000
- "Manual de Ingeniería concurrente". Nacional Motor, S.A., 1998.
- "Manual de gestión del valor". C.E.Dirección General XIII. ACAV, 1996.
- "Eines bàsiques de qualitat". Centre Català de la Qualitat CIDEM.
- "Guia de gestió de la innovació. Part II: La gestió de projectes", CIDEM
- M.Sorli, J.Ruiz, "QFD, una herramienta de futuro". LABEIN, 1994.
- X.Ayneto, "Ensayo y simulación en un entorno de ingeniería concurrente", ST Mecánica Aplicada, S.L. 1998.

Participants a la iniciativa

ArvinMeritor

Generalitat de Catalunya
CIDEM

CENTRE
TECNOLOGIC
DE MANRESA

Comforsa

Chemetall

DELPHI

DOGA

DU PONT

estamp s.a.
ESTAMPADURAS METALICAS

Escola Tècnica Superior
d'Enginyers Industrials
de Barcelona

GEARBOX

IDIADA

AVON
AUTOMOTIVE
Industrias Flexo, SL

ict

INDUSTRIAS USOTOR

IGAI
TECHNOLOGICAL
CENTER

Sinter Group
Sintermetal, S.A.

Miba

NISSAN

laver

PEGUFORM

PIRELLI

RIETER Saifa

SEAT

Yorka

SERNAUTO

s. n. o. p.

SPROM

Valeo

Q

Visteon

ZANINI
AUTO GRUP, S.A.

Oficina central

Pg. de Gràcia, 129
08008 Barcelona
Tel. 93 476 72 00
Fax. 93 476 73 00
info@cidem.gencat.net
www.cidem.com

Xarxa Territorial del CIDEM a Catalunya**Delegació Bages**

Muralla de Sant Domènec, 24 baixos
Edifici Consell Comarcal del Bages
08240 Manresa
Tel. 93 693 03 58
Fax 93 876 82 12
mribera@cidem.gencat.net

Delegació Berguedà

C/Barcelona, 49 3r
08600 Berga
Tel. 93 821 35 53
Fax 93 822 09 55
mribera@cidem.gencat.net

Delegació Girona

C/Migdia, 50-52
17003 Girona
Tel. 972 94 01 20
Fax 972 94 01 64
cgil@cidem.gencat.net

Delegació Lleida

Av. Segre, 7
25007 Lleida
Tel. 973 72 80 00
Fax 973 22 19 38
jbarrufet@cidem.gencat.net

Delegació Tarragona

C/Pompeu Fabra, 1
43004 Tarragona
Tel. 977 25 17 17
Fax 973 25 17 10
mboquera@cidem.gencat.net

Delegació Terres de l'Ebre

C/ de la Rosa, 9
43500 Tortosa
Tel. 977 44 93 33
Fax 977 44 95 75
mboquera@cidem.gencat.net

