

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author

Monitorització de
projectes no determinats
utilitzant Scrum i la
Concept-Knowledge
Theory.

tesi doctoral realitzada per:
Joan Camps i Lorente

dirigida per:
Xavier Roca i Ramon

Barcelona, gener 2015

Universitat Politècnica de Catalunya
Departament d'Enginyeria de la Construcció

TESIDOCCTORAL

A la Sílvia,
a la Montse
i a l'Oriol

Agraïments

Agraeixo la participació, directa o indirecta, en aquest estudi a en Xavier Roca, a en Miquel Casals, a l'Enrique Soriano i a en Pep Tornabell de CODA (Computational Design Affairs), a H Arquitectes, Roger Tudó, Josep Ricart, David Lorente i Xavier Ros, a en Pablo Garrido de B720 Arquitectos, a en Gerardo Wadel, també a l'Adrian Aguilera, Jose Antonio Campos, Albert Olive, Alberto Jordán, Abel Lozano, David Pérez, Daniel Pons, Ernest Guirao, Ruben Bosque, Francisco Mingorance, Nil Serra, Adrián Porcel, Sebas Pons, Antonio Martinez, Marc Gomez, Ricardo Quintana, Merixell Domenech, David Llorens, Arnau Benet, Marc Beca, Alba Alberti, Quim Talamàs, Ramón Ferrer, Xavi Ferres, Simón Ruiz, Carles Guixà, Raul Hervas, Jordi Condal, David Moya, Albert Martínez, Jonathan Palau, a en Joaquim Lloveras, a en Jaume Gual, i molt especialment a l'Oriol Camps, a la Montse Lorente i a la Sílvia Martínez.

Resum

Els projectes són la principal eina per al canvi de les empreses. La gestió de projectes estructura la innovació i el desenvolupament de nous productes, serveis i processos. La periòdica actualització del contingut dels estàndards internacionals demostra que és una disciplina en contínua evolució. Amb aquest estudi es pretén participar en aquesta evolució.

La planificació i el seguiment dels projectes són activitats fonamentals per a la seva gestió. Les tasques de visualització del seguiment o monitorització proporcionen la informació necessària per a disposar d'una imatge completa d'una situació donada. Són, doncs, l'instrument que permet el control i que possibilitarà l'avaluació de qualsevol procés. Tanmateix, es comprova que monitoritzar mitjançant els estàndards pot ser, en alguns àmbits, una activitat complexa.

En aquest estudi es proposa un mètode de monitorització de projectes que es pugui implementar en aquells entorns on, o bé per les seves dimensions o bé per les seves dinàmiques pròpies, no es visualitza la manera com es realitzen projectes. Per reeixir en aquest enfocament és necessari que un mètode sigui simple i fàcil d'utilitzar, centrat en les persones i les seves habilitats.

D'altra banda, els estàndards són especialment útils per a la gestió d'aquells projectes dels quals se'n coneix la configuració final i que poden ser anomenats determinats. Per exemple, qualsevol projecte de construcció en el qual l'objecte a materialitzar està perfectament (o gairebé) definit abans d'iniciar qualsevol activitat. Aquest tipus de projectes es diferencien dels que no tenen un final concret conegut, per exemple qualsevol procés de disseny, i que poden ser anomenats projectes no determinats.

La recerca que s'ha portat a terme correspon, doncs, al desenvolupament d'un mètode de monitorització de projectes no determinats.

S'ha revisat l'estat del coneixement relatiu tant a la gestió de projectes com a les teories del disseny. Si la relació del primer terme amb la recerca és evident, la relació amb el segon requereix un comentari: per monitoritzar correctament un projecte no determinat cal poder mostrar l'itinerari que segueixen els raonaments del dissenyador o grup de dissenyadors. Cal saber, per exemple, quines són les solucions tècniques adoptades i quines són les descartades, o bé quin ha estat el coneixement utilitzat, i si s'ha adquirit nou coneixement. La forma de mapejar aquests processos no és evident. Aquesta qüestió ha de ser abordada des de la teoria del disseny.

Com a resultat de la revisió de l'estat del coneixement s'observa que el desenvolupament d'un mètode adequat per a la monitorització de projectes no determinats podria estar articulat a partir de la utilització simultània de l'Scrum, en tant que marc de treball iteratiu inclòs en la gestió àgil de projectes, i de la Concept-Knowledge Theory, en tant que teoria del disseny. La hibridació

d'aquests dos elements, als quals s'hi afegirà un tercer aspecte operatiu corresponent a un sistema d'allotjament d'arxius, és la idea que permet estructurar el mètode desenvolupat.

El conjunt d'hipòtesis a comprovar corresponen a la possibilitat d'utilitzar el mètode, és a dir, la validació de les hipòtesis es produirà si el mètode es pot dur a terme i si és útil. Per a aquesta validació s'ha procedit a dissenyar una investigació centrada en un enfocament qualitatiu i formada per dues estratègies: la observació participant i l'estudi de casos. En la primera, el mètode desenvolupat ha estat utilitzat per vuit equips d'estudiants de cursos avançats d'enginyeria per a la realització del seu projecte en un entorn acadèmic. En la segona, s'han estudiat tres casos de tres projectes de disseny d'objectes arquitectònics. El primer cas és un projecte de recerca corresponent al disseny d'una estructura efímera particular. El segon cas correspon al procés utilitzat en un estudi professional d'arquitectura per dissenyar una casa en un entorn amb unes condicions excepcionals. Finalment, en el tercer cas, també centrat en un entorn professional, s'estudia el procés seguit en el desenvolupament d'un nou tipus de mur cortina. Tots el casos d'estudi en basen en enfocaments protagonitzats per criteris de sostenibilitat.

Els resultats de les investigacions realitzades es discuteixen a fi de determinar la validació de les hipòtesis. Al mateix temps, es concreten les condicions que s'han de complir per a reeixir en la implementació del mètode.

Abstract

The projects are the main tool for changing companies. The project management structures innovation and development of new products, services and processes. The regular update of the content of international standards demonstrates that it is an evolving discipline. This study is a contribution to this development.

Planning and monitoring of projects are fundamental activities for its management. These tasks provide the required information to have a full picture of a given situation. They are an instrument that enables the control of any process and that will make possible its evaluation. However, it has been showed that, in some areas, monitoring by standards can be a complex activity.

This study proposes a method for monitoring projects. It can be implemented in those cases that, either by its size or by its own dynamics, do not display the way they use to carry out their projects. To succeed in this approach, it needs to be simple, user-friendly and based on people skills.

Moreover, standards are particularly useful for the management of those projects whose final configuration is known, called as determined projects. This is the case of construction projects, in which the object to materialize is fully (or almost) defined before starting any activity. These kinds of projects differ from others that do not have a specific known end, for example any design process. They are called nondeterministic projects.

Thus, this research corresponds to the development of a method for monitoring nondeterministic projects.

First of all, the state of knowledge concerning both project management and design theories has been reviewed. The relationship of the first term with the aim of the research is evident, but the relationship with the second term requires a comment: the correct monitoring of a nondeterministic project requires showing the itinerary that follows the reasoning of the designer or group of designers. For example, what are the technical solutions adopted and which the discarded? Or, which knowledge has been used? And, is there any new knowledge acquired? All of these questions should be known. The way to map these processes is not evident. This issue should be deal from the design theory.

As a result of the review of the state of knowledge, it is suggested that the development of a method for the monitoring of nondeterministic projects could be articulated from the simultaneous use of Scrum, as a framework of agile project development, and the Concept-Knowledge theory, as a design theory. At these two elements, a third one, related to a system

file hosting is added. The hybridization of the two main elements is the idea that allows structuring the developed method.

The set of hypothesis to be proved corresponds to the possibility of using the method, that is, the validation of the hypothesis will be satisfactory if the method can be used and it is useful. For the validation, a research focused on a qualitative approach has been designed. It consists in two strategies: a participant observation and case studies. In the first one, the method has been used by eight teams of students of advanced engineering courses to carry out its project in an academic environment. In the second one, three cases of different architectural design projects have been studied. The first case is a research project for the design of a particular ephemeral structure. The second case corresponds to the process used by a professional studio of architecture to design a house in exceptional plot conditions. Finally, the third case, also relative to a professional environment, describes the study of the process followed in the development of a new type of curtain wall. Approaches used in all case studies are based on sustainability criteria.

The results of the investigations conducted are discussed in order to determine the validation of the hypothesis. At the same time, the conditions that must be fulfilling for the successful implementation of the method are proposed.

Taula de continguts

1	Introducció	1
1.1	Antecedents	3
1.2	Objectius	6
1.3	Limitacions i delimitacions	7
1.4	Continguts de la Tesi	7
1.5	Discussió del terme projectes no determinats	10
2	Monitorització convencional de projectes	13
2.1	Gestionar projectes	15
2.2	El cicle de vida d'un projecte	16
2.3	Fases d'un Projecte	17
2.4	Monitorització: fer el seguiment del projecte	21
2.5	Interrelació entre planificació, seguiment i avaluació	22
2.6	Tipus de monitoritzacions	23
3	Monitorització de projectes utilitzant Scrum	25
3.1	Desenvolupament àgil de projectes	27
3.2	Mètodes de desenvolupament àgil de projectes	30
3.3	Scrum	32
4	Teories de l'enginyeria del disseny	41
4.1	Evolució de l'enginyeria del disseny	43
4.2	Teories del disseny	48
4.3	Concept – Knowledge Theory	53
5.	Conclusions de l'estat del coneixement, hipòtesis a demostrar i metodologia de treball	61
5.1.	Conclusions de l'estat del coneixement	63
5.2.	Hipòtesis a demostrar	64
5.3.	Metodologia de treball	65
6.	Mètode per a la monitorització de projectes no determinats	69
6.1	Punt de partida per a un mètode de monitorització de projectes	71
6.2	Introducció al mètode	72
6.3	Etaques del mètode	73
6.4	Descripció detallada	75

7. Metodologia de validació	83
7.1 Investigació qualitativa	85
7.2 Investigacions realitzades	89
8. Resultats	107
8.1 Resultats de la investigació observacional en l'àmbit acadèmic	109
8.2 Resultats de l'estudi de casos	177
9. Discussió	197
9.1 Anàlisi de la investigació observacional	199
9.2 Anàlisi comparativa dels resultats obtinguts entre els grups	200
9.3 Consideracions sobre l'aplicació de la C-K Theory	206
9.4 Discussió sobre l'estudi dels casos	208
9.5 Aprenentatges derivats de la investigació	209
10. Conclusions i treballs futurs	213
10.1 Conclusions	215
10.2 Contribucions al coneixement	218
10.3 Futures línies d'investigació	219
Referències	221
Annex 1 Documentació facilitada als participants	
Annex 2 Presentació realitzada als participants	

Índex de taules

Taula 2.1 Quatre períodes de gestió de projectes	15
Taula 2.2 Comparació entre la PMBOK Guide 5th edition i la ISO 21500	19
Taula 2.3 Grups de processos i d'àrees de coneixement de la PMBOK Guide 5th edition	20
Taula 3.1 Característiques dels mètodes tradicionals de desenvolupament de programari	27
Taula 3.2 Característiques dels mètodes de desenvolupament àgil	29
Taula 3.3 Exemple d'una product backlog	34
Taula 4.1 Models clàssics d'etapes del procés de disseny	44
Taula 4.2 Metodologies actuals de disseny de producte	45
Taula 4.3 Classificació d'eines de suport al procés de disseny	46
Taula 7.1 Calendari de les sessions de treball a l'aula	91
Taula 7.2 Composició dels diferents equips	92
Taula 8.1 Product backlog de l'equip 1	109
Taula 8.2 Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 1	111
Taula 8.3 Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 1	111
Taula 8.4 Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 1	111
Taula 8.5 Sprint backlog de l'sprint 4 de l'equip 1	111
Taula 8.6 Sprint backlog de l'sprint 5 de l'equip 1	112
Taula 8.7 Sprint backlog de l'sprint 6 de l'equip 1	112
Taula 8.8 Dades corresponents a la burndown chart de l'equip 1	113
Taula 8.9 Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 1	114
Taula 8.10 Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 1	114
Taula 8.11 Product backlog de l'equip 2	116
Taula 8.12 Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 2	118
Taula 8.13 Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 2	119
Taula 8.14 Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 2	119
Taula 8.15 Sprint backlog de l'sprint 4 de l'equip 2	120
Taula 8.16 Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 2	121
Taula 8.17 Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 2	122
Taula 8.18 Product backlog de l'equip 3	124
Taula 8.19 Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 3	126
Taula 8.20 Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 3	126
Taula 8.21 Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 3	127
Taula 8.22 Sprint backlog de l'sprint 4 de l'equip 3	128
Taula 8.23 Sprint backlog de l'sprint 5 de l'equip 3	129
Taula 8.24 Sprint backlog de l'sprint 6 de l'equip 3	130
Taula 8.25 Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 3	131
Taula 8.26 Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 3	132
Taula 8.27 Product backlog de l'equip 4	133
Taula 8.28 Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 4	134
Taula 8.29 Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 4	135
Taula 8.30 Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 4	136
Taula 8.31 Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 4	137

Taula 8.32 Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 4	137
Taula 8.33 Product backlog de l'equip 5	141
Taula 8.34 Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 5	143
Taula 8.35 Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 5	143
Taula 8.36 Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 5	144
Taula 8.37 Sprint backlog de l'sprint 4 de l'equip 5	144
Taula 8.38 Elements sense planificar de l'equip 5	144
Taula 8.39 Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 5	144
Taula 8.40 Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 5	145
Taula 8.41 Product backlog de l'equip 6	147
Taula 8.42 Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 6	149
Taula 8.43 Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 6	150
Taula 8.44 Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 6	150
Taula 8.45 Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 6	152
Taula 8.46 Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 6	152
Taula 8.47 Product backlog de l'equip 7	155
Taula 8.48 Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 7	156
Taula 8.49 Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 7	156
Taula 8.50 Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 7	157
Taula 8.51 Sprint backlog de l'sprint 4 de l'equip 7	157
Taula 8.52 Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 7	158
Taula 8.53 Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 7	158
Taula 8.54 Product backlog de l'equip 8	160
Taula 8.55 Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 8	161
Taula 8.56 Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 8	162
Taula 8.57 Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 8	162
Taula 8.58 Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 8	163
Taula 8.59 Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 8	164
Taula 9.1 Comparació entre les diferents product backlog	200
Taula 9.2 Comparació del número d'sprints i burndown charts	202
Taula 9.3 Comparació entre el número d'accions i d'arxius amb contingut	203

Índex de figures

Figura 1.1. Esquema del contingut de la tesi en capítols	9
Figura 2.1 Estructura del cicle de vida d'un projecte	17
Figura 2.2 Exemple de projecte amb tres fases	18
Figura 2.3 Exemple de projecte amb superposició de fases	18
Figura 2.4 Grups de processos	18
Figura 2.5 Interaccions entre grups de processos en una fase o projecte	19
Figura 3.1 Estructura d'un Sprint	33
Figura 3.2 Decisió dels elements que s'incorporen al 1r Sprint	36
Figura 3.3 Seguiment de l'Sprint	37
Figura 3.4 Exemple de Burndown Chart	38
Figura 4.1 Procés de disseny en el cas de coneixement ideal	49
Figura 4.2 Procés de disseny en el cas de coneixement real	49
Figura 4.3 Evolució del metamodel	50
Figura 4.4 Representació simplificada del primer axioma	50
Figura 4.5 ID, model abstracte del mètode	51
Figura 4.6 CDP, refinament doble de funcions i la descripció del disseny	52
Figura 4.7 Representació dels espais C i K	53
Figura 4.8 La dinàmica de la C-K Theory	54
Figura 4.9 El quadrat de disseny modelat per la C-K Theory	55
Figura 4.10 Exemple d'un diagrama C-K	57
Figura 4.11 Estratègies de disseny	57
Figura 4.12 Sistema de representació del procés de disseny	58
Figura 4.13 Estructura de quatre passos de l'Integral Design	60
Figura 6.1. Etapes del mètode. Elaboració pròpia	74
Figura 6.2 Exemple de fitxa de monitorització	81
Figura 7.1 Imatge del pavelló Jukbuin construït	95
Figura 7.2 Imatge del pavelló Jukbuin construït	95
Figura 7.3 Imatge de la casa 205 construïda	98
Figura 7.4 Plànol de secció de la parcel·la	98
Figura 7.5 Imatge de la construcció de la casa 205	99
Figura 7.6 Imatge de la construcció de la casa 205	99
Figura 7.7 Vista de la façana FB720	101
Figura 7.8 Mòdul prototip de la façana FB720	104
Figura 7.9 Diversos elements de la façana FB720	105
Figura 8.1 Burndown chart de l'equip 1	113
Figura 8.2 Número d'accions per data de l'equip 1	115
Figura 8.3 Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 1	115
Figura 8.4 Burndown chart de l'sprint 1 de l'equip 2	118
Figura 8.5 Burndown chart de l'sprint 2 de l'equip 2	119
Figura 8.6 Burndown chart de l'sprint 3 de l'equip 2	120
Figura 8.7 Número d'accions per data de l'equip 2	122
Figura 8.8 Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 2	123

Figura 8.9 Burndown chart de l'sprint 4 de l'equip 3	128
Figura 8.10 Burndown chart de l'sprint 5 de l'equip 3	130
Figura 8.11 Burndown chart de l'sprint 6 de l'equip 3	131
Figura 8.12 Número d'accions per data de l'equip 3	132
Figura 8.13 Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 3	133
Figura 8.14 Burndown chart de l'sprint 1 de l'equip 4	135
Figura 8.15 Burndown chart de l'sprint 2 de l'equip 4	136
Figura 8.16 Burndown chart de l'sprint 3 de l'equip 4	136
Figura 8.17 Número d'accions per data de l'equip 4	138
Figura 8.18 Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 4	139
Figura 8.19 Diagrama C-K del de l'equip 4	141
Figura 8.20 Número d'accions per data de l'equip 5	146
Figura 8.21 Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 5	147
Figura 8.22 Burndown chart de l'sprint 1 de l'equip 6	149
Figura 8.23 Burndown chart de l'sprint 2 de l'equip 6	150
Figura 8.24 Burndown chart de l'sprint 3 de l'equip 6	151
Figura 8.25 Número d'accions per data de l'equip 6	153
Figura 8.26 Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 6	154
Figura 8.27 Diagrama C-K de l'equip 6	154
Figura 8.28 Burndown chart de l'equip 7	158
Figura 8.29 Número d'accions per data de l'equip 7	159
Figura 8.30 Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 7	160
Figura 8.31 Burndown chart de l'equip 8	163
Figura 8.32 Número d'accions per data de l'equip 8	164
Figura 8.33 Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 8	165
Figura 8.34 Diagrama C-K de l'equip 8	167
Figura 8.35 Fitxa de monitorització de l'equip 1	168
Figura 8.36 Fitxa de monitorització de l'equip 2	169
Figura 8.37 Fitxa de monitorització de l'equip 3 part 1	170
Figura 8.38 Fitxa de monitorització de l'equip 3 part 2	171
Figura 8.39 Fitxa de monitorització de l'equip 4	172
Figura 8.40 Fitxa de monitorització de l'equip 5	173
Figura 8.41 Fitxa de monitorització de l'equip 6	174
Figura 8.42 Fitxa de monitorització de l'equip 7	175
Figura 8.43 Fitxa de monitorització de l'equip 8	176
Figura 8.44 Diagrama C-K del pavelló Jukbuin 1a part	178
Figura 8.45 Diagrama C-K del pavelló Jukbuin 2a part	179
Figura 8.45 Pavelló Jukbuin enfocament basat en el comportament del material	180
Figura 8.47 Diagrama C-K del pavelló Jukbuin 3a part	181
Figura 8.48 Diagrama C-K de la casa 205	184
Figura 8.49 Diagrama C-K de la façana FB720 fase 1 part 1	187
Figura 8.50 Diagrama C-K de la façana FB720 fase 1 part 2	188
Figura 8.51 Diagrama C-K de la façana FB720 fase 1 part 3	189
Figura 8.52 Diagrama C-K de la façana FB720 fase 1 part 4	190

Figura 8.53 Diagrama C-K de la façana FB720 fase 2 part 1	191
Figura 8.54 Diagrama C-K de la façana FB720 fase 2 part 2	192
Figura 8.55 Diagrama C-K de la façana FB720 fase 2 part 3	193
Figura 8.56 Elements que configuren la façana FB720	194
Figura 8.57 Diagrama C-K de la façana FB720 fase 3	195
Figura 9.1 Comparació entre les diferents dates de realització d'accions	197

1 Introducció

1.1 Antecedents

Les petites i mitjanes empreses, en general, no utilitzen els estàndards més reconeguts en la gestió de projectes (com PMBOK o PRINCE). Les causes d'aquest fenomen són, en alguns casos la ignorància, i en altres, la relativa complexitat d'aquestes guies normatives (Marcelino-Sádaba et al., 2014). La major part de les normes de gestió de projectes (com la ISO 2012 o la PMBOK, 2013) van ser dissenyades principalment per gestionar grans projectes i no es poden aplicar plenament en les PIME. A aquest fet, s'hi pot afegir que aquests estàndards no sempre poden garantir la qualitat (Basu, 2014).

Els projectes són la principal eina pel canvi en aquest tipus d'empreses. La planificació i el control a través de la programació, el seguiment i l'avaluació són elements necessaris que contribueixen a l'èxit de nous productes i de nous projectes de recerca i desenvolupament (Magnaye, et al. 2014). Per tant, les PIME necessiten models de gestió de projectes que siguin menys burocràtics (Marcelino-Sádaba et al., 2014). Aquesta observació és el primer punt que justifica aquesta tesi doctoral.

Des del punt de vista de l'ensenyament de la gestió de projectes també hi ha crítiques als estàndards. Segons Pant i Baroudi (Pant et Baroudi, 2007), la guia PMBOK prioritza les habilitats dures (tècniques) davant de les habilitats toves (humanes). Les autores plantegen la necessitat d'un equilibri entre les habilitats dures i toves en l'educació de la gestió de projectes a les universitats. La crítica no és pel que fa a l'ensenyament d'habilitats tècniques, sinó més aviat la falta d'èmfasi en el costat humà.

Cordoba i Piki (Cordoba et Piki, 2011) són crítics amb l'ensenyament de la gestió de projectes, i citant Winter (Winter et al., 2006) afirmen que fins a cert punt, l'educació no prepara adequadament les persones per fer front a la complexitat del món real. Els autors manifesten que l'exposició dels estudiants a les situacions "reals" a través de la provisió d'ambients d'aprenentatge adequats, i la necessitat d'aquests de reflexionar sobre les seves pròpies habilitats i actituds, s'ha proposat com una estratègia essencial per promoure respostes més sensates i adequades a les complexitats emergents en la pràctica del projecte. A més a més, els autors denuncien que en l'educació de gestió de projectes, l'individu segueix sent el centre d'atenció i proposen un ensenyament més orientat al col·lectiu, proposant un enfocament que ha de: permetre la interacció contínua del grup i l'aprenentatge col·laboratiu, introduir qüestions reals i tasques autèntiques en les activitats, fomentar la retroalimentació i la comunicació amb altres membres i grups i facilitar la interacció adequada amb ambients que podrien contribuir a millorar les dinàmiques que s'estableixen.

Aquesta aproximació no s'allunya de la idea del Project-Based Learning (PBL) o Aprenentatge Basat en Projectes. En aquest sistema d'aprenentatge l'estudiant adquireix coneixement i

habilitats treballant durant un cert període de temps en un projecte, normalment d'una certa dimensió, i en grup. L'estudiant esdevé el protagonista del seu aprenentatge.

El PBL promou habilitats com la capacitat de cooperació, el raonament crític, el pensament creatiu, la responsabilitat i la comunicació (Lee et Lim, 2012). Així, per Dym et al. (Dym et al, 2005), el PBL és el model pedagògic que en l'actualitat més afavoreix l'ensenyament del disseny. D'acord amb aquests autors, el disseny és àmpliament considerat com l'activitat central o distintiva de l'enginyeria.

Mozas-Calvache1 i Barba-Colmenero (Mozas-Calvache1 et Barba-Colmenero, 2013) expliquen que l'ús de metodologies d'aprenentatge basat en grups en l'ensenyament de l'enginyeria està recolzat per diversos estudis que en justifiquen l'aplicació. El PBL ja no és una pràctica nova i és d'ús generalitzat en les universitats catalanes.

Tanmateix, en aquest tipus d'aprenentatges també s'observen inconvenients. Segons Milentijevic et al. (Milentijevic et al., 2008) el PBL és generalment un enfocament menys estructurat que el tradicional. Treballar en un entorn poc o gens estructurat pot introduir efectes secundaris significatius. Per exemple, és difícil pels estudiants identificar clarament les fases de disseny. A més, els nivells de cooperació i col·laboració són difícils de controlar, el que porta a la manca de claredat en la tutoria individual i en l'avaluació.

Els principals problemes d'aquestes metodologies descrits per alguns autors són: (1) la mala planificació, que pot crear grups disfuncionals i provocar la insatisfacció dels estudiants; (2) un canvi en l'enfocament des de l'aprenentatge cap a l'obtenció de resultats i (3) l'hostilitat de l'estudiant (per exemple, els estudiants més ràpids poden queixar-se de ser frenats pels més lents) (Mozas-Calvache1 et Barba-Colmenero, 2013).

Lee et Lim (Lee et Lim, 2012), citant diversos autors, expliquen que hi ha persones que exerceixen un menor esforç per assolir una meta quan treballen en grup que quan treballen sols. Algunes persones tendeixen a no esforçar-se si d'altres s'esforcen més per cobrir el dèficit que provoquen, amb el temps, aquestes tendeixen a reduir els seus esforços en resposta a l'actitud de les primeres. Aquest tipus de mandra social, indica que, l'aprenentatge en equip no garanteix interaccions efectives a l'aula. Els efectes secundaris negatius poden ser difícils de resoldre ja que el professor no pot observar tots els processos que tenen lloc dins dels grups d'estudiants. En general, els instructors avaluen la qualitat del producte final sense el coneixement del procés de treball.

Les dificultats que planteja el PBL, tant en l'ensenyament de l'enginyeria en general, com en l'ensenyament de la gestió de projectes en particular, és el segon punt que justifica aquesta tesi. D'una banda, cal avançar en el problema de les planificacions dels projectes i de l'altra, cal donar eines al professor per a l'observació dels processos que realitzen els estudiants. D'aquesta

manera, es facilitaria la transmissió de coneixements i també, les possibilitats d'avaluació dels alumnes.

La investigació i la pràctica de gestió de projectes són, cada vegada més, activitats dinàmiques i diverses, la qual cosa reflecteix el continu desenvolupament i la maduració d'aquest camp (Sense, 2013). D'acord amb Nicholas G. Hall (Hall, 2012) en els propers anys hi haurà nombroses oportunitats de recerca. Aquest fet es produirà, segons l'autor, per diversos factors: l'augment de la competència, els cicles de vida més curts, la necessitat d'ajustar pressupostos, les aplicacions cada vegada més complexes o el caràcter multicultural dels equips dels projectes. En sentit contrari es pot esmentar la millor formació, la disponibilitat de programari i la publicació d'informació.

Segons Hall hi ha una sèrie de temes de recerca importants i que corresponen a diverses oportunitats per a la investigació. Aquests temes s'agrupen de la següent manera:

- La gestió de projectes en condicions d'incertesa: optimització robusta per programació, optimització robusta per a la selecció, anàlisi del valor acumulat i polítiques per a la notificació de tasques.
- Qüestions contractuals en la gestió de projectes: cooperació en la gestió, opcions reals d'anàlisi en l'avaluació i disseny d'incentius per a la finalització ràpida.
- Altres temes emergents: aprenentatge entre projectes, escalabilitat de metodologies àgils i gestió de projectes sostenibles.

L'autor també exposa que, en els últims anys, hi ha hagut una innovació metodològica significativa, és el concepte de "gestió àgil". Segons Hall (Hall, 2012):

“La planificació àgil de projectes és especialment útil per projectes no determinats, és a dir, aquells en què la configuració final del producte o servei que es va a desenvolupar no es coneix en l'inici de l'etapa d'execució i només es manifesta com a resultat dels esdeveniments posteriors. Exemples de projectes no deterministes inclouen investigació i desenvolupament, desenvolupament de programari i desenvolupament de productes farmacèutics”.

La visió tradicional del projecte parteix de la idea que aquest es compon d'una seqüència d'activitats diferents i identificables que es produeixen en un ordre predictable i lògic (Lawson, 2005). En altres casos es planteja un model fractal en el qual dins de les fases principals d'un cicle es poden dur a terme altres subfases que es poden considerar també com a subprojectes i aquests es poden dividir també en altres subprojectes (Serer, 2006).

Tanmateix, si s'assumeix que en els projectes no determinats l'objectiu és explorar les millors alternatives per a obtenir un o més conceptes que es poden utilitzar com a base per a

desenvolupar l'objecte en les fases següents, aleshores es pot entreveure que l'estructura d'un projecte no serà una seqüència predictable. En realitat, aquesta estructura s'assemblarà més a una xarxa que pot incloure un gran nombre de nodes. De cadascun d'aquests nodes sorgeixen possibilitats que condueixen a altres interseccions que al seu torn, mostren una nova xarxa. Cada opció pot seguir avançant de la mateixa manera fins a obtenir un resultat satisfactori.

Les observacions de Hall (Hall, 2012) sobre la gestió àgil de projectes i la relació que s'estableix amb el concepte de projecte no determinat, així com la complexitat de l'estructura d'aquest tipus de projectes, són la base que propicia aquesta tesi doctoral.

1.2 Objectius

Aquesta tesi és un estudi sobre les possibilitats que pot oferir l'aplicació conjunta d'un mètode de gestió àgil de projectes, com és l'Scrum, i d'una teoria del disseny, com és la Concept – Knowledge Theory, a l'hora de gestionar, i concretament, monitoritzar un tipus de projectes anomenats projectes no determinats.

L'objectiu general d'aquesta investigació és avançar en el coneixement referent a la gestió de projectes a partir del concepte de gestió àgil. Per fer-ho, s'ha analitzat la gestió convencional i generalment acceptada, contrastant-la amb el coneixement existent sobre el desenvolupament àgil.

D'aquesta anàlisi s'han fet evidents dos punts importants. El primer fa referència a l'atenció, que des dels mètodes de gestió àgil, es dona a les eines de monitorització, o de seguiment i control. El segon fa referència a una característica especial dels projectes no determinats: l'existència d'estats, o solucions, del projecte que han estat parcialment evolucionats i descartats i que, per tant, no tenen una presència en la configuració final de l'objecte. Aquestes observacions deriven en dos aspectes fonamentals de la recerca. D'una banda, es prioritza la funció de monitorització a l'hora de gestionar un projecte i d'altra banda, s'estudia la manera com es poden fer visibles totes les etapes i totes les alternatives plantejades en l'acció de projectar. Per aquest últim motiu, es fa necessari abordar la qüestió de l'estat del coneixement corresponent a la investigació sobre la recerca en enginyeria del disseny i sobre les teories del disseny.

Des d'aquests punts de vista, l'objectiu fonamental d'aquest estudi és establir i comprovar les possibilitats que ofereixen la gestió àgil de projectes i la teoria del disseny a l'hora de monitoritzar, és a dir, de fer visible l'evolució dels projectes no determinats.

La consecució d'aquest objectiu permetrà proposar un mètode de gestió de projectes aplicable en entorns professionals i en entorns acadèmics, que possibilitarà una forma de treball àgil, intensa, ràpida i flexible i al mateix temps oferirà la informació necessària per visualitzar, i així poder controlar, tots els paràmetres característics del procés. Es pretén d'aquesta manera, donar una solució als problemes descrits en l'apartat anterior, d'una banda, facilitar a les PIMES un model de gestió simple, i de l'altra banda, proveir als professors que utilitzin l'aprenentatge basat en projectes d'un model que faciliti la planificació, el seguiment i l'avaluació dels processos que realitzen els seus alumnes.

1.3 Limitacions i delimitacions

S'han establert dos límits fonamentals al procés d'investigació. En primer lloc, i com ja s'ha indicat, l'objecte de la recerca són únicament els projectes no determinats, i concretament, els projectes de disseny en enginyeria. El segon límit fonamental és el que correspon a la monitorització com a aspecte concret a considerar de la gestió de projectes. Aquests són els elements que delimiten l'àmbit en el qual s'han dut a terme les investigacions empíriques de validació del model proposat.

En cap cas es pretén afirmar que la implementació del mètode que es proposa permetria obtenir un resultat del projecte més bo o millor que utilitzant altres metodologies. Tampoc es pot afirmar que la seva aplicació permetria un desenvolupament més ràpid d'un procés, tot i que aquesta podria ser una virtut a tenir en compte. Únicament s'han considerat les condicions que permeten visualitzar diferents paràmetres i variables característiques referents a l'estat del procés de projectació. Aquests paràmetres i variables poden ser des de les propietats de l'objecte i les alternatives considerades per l'equip de disseny, fins a l'evolució temporal del procés o el nivell relatiu d'esforç (o d'implicació) de cada un dels participants en el projecte.

Tal i com queda reflectit en l'estudi realitzat, la monitorització o seguiment d'un projecte és un aspecte de la gestió estretament vinculat a la planificació i a l'avaluació del mateix. Així, aquests elements són inherents al mètode proposat. Ni la planificació ni la avaluació són objectes de validació ni d'estudi en aquest treball.

1.4 Continguts de la Tesi

La tesi està configurada seguint una seqüència lògica de deu capítols (figura 1.1): la introducció, tres capítols que corresponen a l'estat del coneixement, les conclusions de l'estat del coneixement, les hipòtesis a demostrar i la metodologia de treball, la descripció del mètode per a la monitorització de projectes no determinats, la metodologia de validació, els resultats, la discussió i les conclusions i treballs futurs.

En l'estat del coneixement es revisa el coneixement actual en els àmbits associats a la investigació. En primer lloc es revisa el coneixement corresponent a la monitorització convencional de projectes (Capítol 2). Es responen qüestions com ara, què s'entén per gestió de projectes? Què és el cicle de vida d'un projecte i quines són les seves fases? Què és la monitorització? Què es pot monitoritzar? O quina interrelació hi ha entre planificació, seguiment i avaluació?. En segon lloc, s'exposa el coneixement associat a la monitorització de projectes utilitzant Scrum (Capítol 3). Per fer-ho, es presenta el concepte de desenvolupament àgil de projectes i s'explica el mètode més utilitzat en aquesta especialitat, l'Scrum. Finalment, en tercer lloc es revisen els enfocaments existents vinculats a les teories de l'enginyeria del disseny (Capítol 4). Concretament, es mostra l'evolució de l'enginyeria del disseny com a disciplina i s'enuncien les teories de disseny més actuals, posant més èmfasi en la més recent i més general, la Concept – Knowledge Theory.

A continuació, s'exposen les conclusions de l'estat del coneixement i s'enuncien les hipòtesis a demostrar i la metodologia de treball (Capítol 5). Aquests dos aspectes deriven en un mètode per a la monitorització de projectes no determinats que constitueix l'aportació fonamental i el nucli central d'aquest treball i que està desenvolupat en el capítol 6.

Per a validar la proposta s'utilitza una metodologia de validació (Capítol 7) consistent en dos mètodes d'investigació qualitativa: la investigació observacional i l'estudi de casos. Un cop exposats els fonaments teòrics que recolzen aquestes metodologies, es descriuen les investigacions realitzades. En primer lloc, s'exposa la investigació observacional en l'àmbit acadèmic duta a terme sobre l'activitat de vuit equips de treball. En segon lloc s'expliquen tres casos d'estudi: el pavelló Jukbuin, la casa 205 i la façana FB720. En el capítol següent (Capítol 8) es mostren els resultats de cada una d'aquestes investigacions.

A continuació es discuteixen els resultats obtinguts. Aquesta discussió (Capítol 9) afecta a diversos aspectes: una anàlisi crítica de la investigació observacional, una anàlisi comparativa dels resultats obtinguts entre els grups, les consideracions sobre l'aplicació de la C-K Theory, una discussió sobre l'estudi dels casos i els aprenentatges derivats de la investigació. Finalment, es presenten les conclusions i s'exploren les possibles recerques futures a realitzar (Capítol 10).

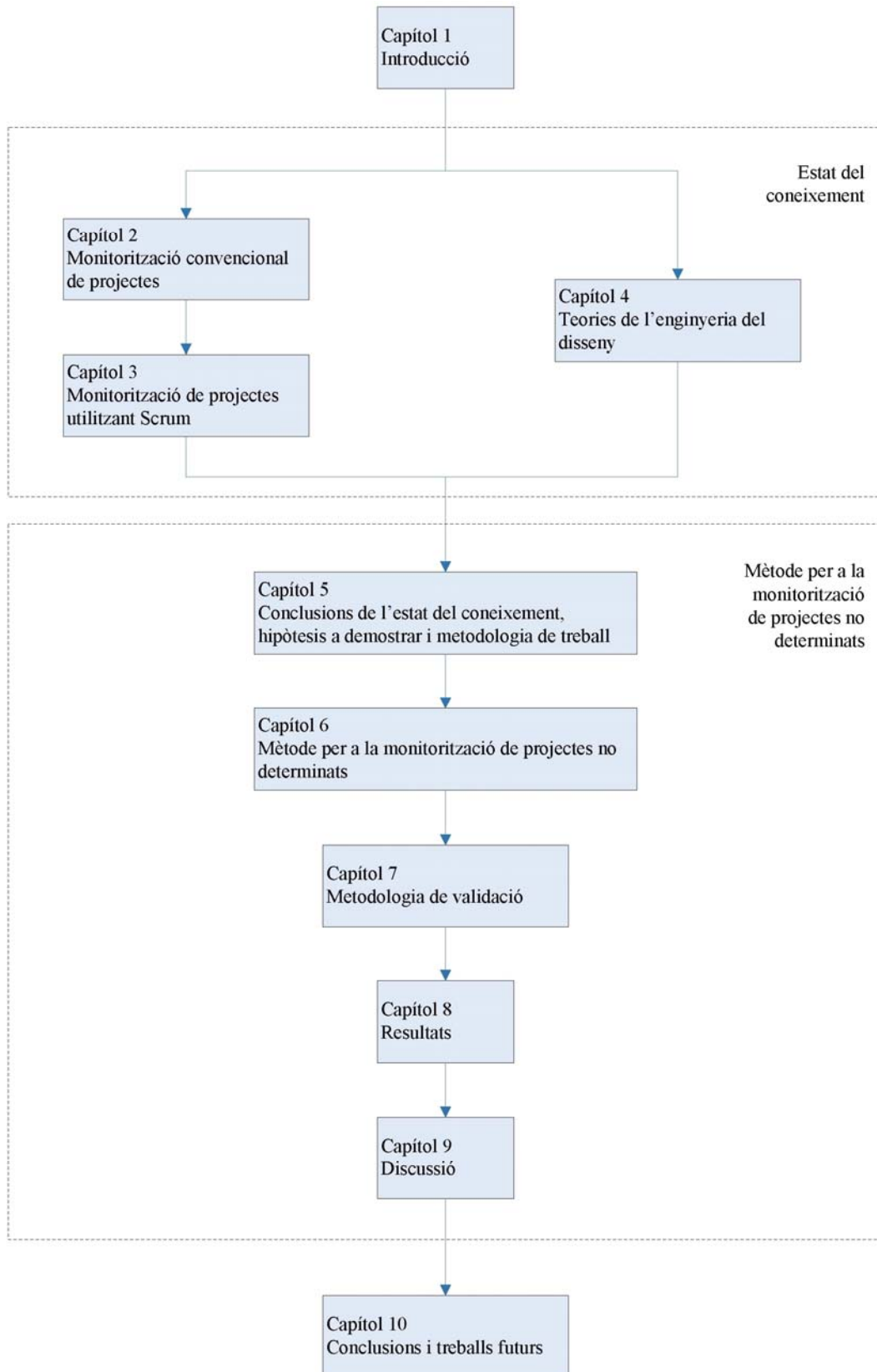


Figura 1.1. Esquema del contingut de la tesi en capítols. Elaboració pròpia

1.5 Discussió del terme projectes no determinats

Existeixen moltes definicions del mot projecte. En aquest document es considera com un esforç temporal d'una empresa per crear un producte o servei únic (Project Management Institute, 2013). La naturalesa temporal dels projectes indica un principi i un final definits.

Com observa Hall (Hall, 2012), en alguns projectes la configuració final del producte o servei no es coneix a l'inici del procés, i només es revela com a resultat dels desenvolupaments posteriors. Aquest tipus de processos s'anomenen no deterministes, en oposició a altres tipus d'activitats, anomenades deterministes, en les quals, la configuració final del producte sí que es coneix des del principi. D'aquesta manera es poden distingir projectes determinats i projectes no determinats.

Els casos típics de projectes determinats són els projectes de construcció, per exemple, la construcció d'un edifici, la construcció d'una embarcació..., o també els projectes d'implementació, per exemple, la implementació d'un sistema de gestió, la implementació d'un protocol, etcètera.

Els projectes no determinats són típicament els projectes de disseny i desenvolupament (el disseny d'un edifici, el disseny d'una embarcació, el disseny d'una màquina...). En aquests casos la configuració final d'allò que s'està dissenyant es desconeix, i és, justament, la raó de ser del projecte. Hall (Hall, 2012) posa altres exemples com la recerca o el desenvolupament de nous fàrmacs.

Respecte a aquesta distinció entre els projectes determinats i aquells que no ho són, es pot al·legar que cal considerar que el cicle de vida d'un projecte comença amb el disseny i finalitza amb la construcció de l'objecte i que per tant, tots els projectes són en realitat determinats. Aquest és el cas dels enfocaments més estandarditzats i acceptats majoritàriament. Per exemple, en el cas del Project Management Institute (Project Management Institute, 2008) on, fins i tot la fase de disseny està formada per els mateixos processos que la fase de construcció (Initiating Processes, Planning Processes, Monitoring and Controlling Processes, Executing Processes i Closing Processes). En altres entorns professionals, però, el projecte és l'etapa prèvia a la construcció atès que implica la predisposició de l'execució de l'objecte: "El projecte és el conjunt del procés dels actes i els fets necessaris per a prefigurar un objecte i predisposar la seva execució", diu Portoghesi (Valero, 2012).

En aquest estudi, s'ha pres com a premissa bàsica que els projectes determinats i els no determinats no comparteixen els mateixos processos o activitats i no poden ser estudiats o abordats de la mateixa manera. En altres paraules, en alguns projectes o en algunes fases d'un projecte cal utilitzar estratègies, eines, tècniques o sistemes de treball diferents en funció de l'estat de determinació (determinat o no determinat) de la configuració de l'objecte final. Es pot

fer aquesta mateixa afirmació si es considera que els projectes tenen una fase en la qual són no determinats i una fase en la qual són determinats. Ambdues fases no comparteixen els mateixos processos o activitats.

En la fase inicial de qualsevol projecte és quan es defineix la identitat d'un objecte, és on queden establerts bona part dels atributs i propietats que tindrà. L'inici del procés és crític, en particular quan es tracta d'innovacions o de dissenys completament nous (Horváth, 2000) (Wang et al., 2002) (Mulet, 2003). L'impacte de les decisions és fonamental de cara a la continuació del projecte atès que les solucions solen determinar, del tot, el desenvolupament posterior (Chaur, 2005). Per aquest motiu, la condició de no determinació d'alguns projectes o de les fases d'altres projectes, ha de ser una qüestió clau en la seva gestió i en l'activitat de monitorització.

En un altre sentit, s'observa que l'estructura genèrica del cicle de vida d'una activitat projectiva, mostra diverses característiques. En primer lloc, els nivells de costos i de personal són baixos al començament, creixen a mesura que el treball es porta a terme, i cauen ràpidament a mesura que s'arriba al final. En segon lloc, les influències dels stakeholders, el risc i la incertesa són majors a l'inici de l'activitat. Aquests factors disminueixen a mesura que passa el temps. La capacitat d'influència sobre les característiques finals de l'objecte projectat, sense afectar significativament el cost, és més alt al principi i disminueix a mesura que s'avança cap a la finalització. Per acabar, el cost dels canvis i la correcció d'errors en general augmenta substancialment a mesura que s'acosta la finalització d'un projecte (Project Management Institute, 2008).

Aquest és el segon motiu pel qual la condició de no determinació esdevé fonamental en la gestió de projectes. En tant que aquesta condició es compleixi, el cost dels canvis i el cost de correcció dels errors seran limitats, i en general, la capacitat d'influir en el producte resultant, sense afectar al cost, serà elevada.

2 Monitorització convencional de projectes

2.1 Gestionar els projectes

S'ha definit un projecte com un esforç temporal d'una empresa per crear un producte o servei únic (Project Management Institute, 2013). Així, la gestió de projectes és l'aplicació de coneixements, habilitats, eines i tècniques a les activitats del projecte per complir amb els seus requisits (Project Management Institute 2013).

Segons Snyder i Kline (Snyder et Kline, 1987) l'era moderna de la gestió de projectes es va iniciar a l'any 1958 amb el desenvolupament dels mètodes CPM i PERT. Morris (Morris, 1987) però, sosté que l'origen de la gestió de projectes prové de la indústria química, just abans de la Segona Guerra Mundial. Kwak ha identificat quatre períodes per descriure millor la història de la gestió de projectes (Kwak, 2003): abans de 1958, del 1958 al 1979, del 1980 a 1994 i del 1995 fins al present. La taula 2.1 resumeix els quatre períodes.

Taula 2.1. Quatre períodes de gestió de projectes (Kwak, 2003)

Períodes			
Abans de 1958	Sistema artesanal d'administració de les relacions humanes	- Parametric Cost Estimating - PERT/CPM - Gantt Chart - Monte Carlo Simulation - Systematic Application	- Adam Smith - Frederick W. Taylor - Henry Fayor - Henry Gantt - A McGregor's XY theory
1958 - 1979	Aplicació d'eines de gestió	- PMI - Inventory Control - Material requirement planning	- ISO - Total Quality Management - Globalization - Quality Management
1980 - 1994	Centre de producció a partir de recursos humans	- Matrix organization - PM Software for PC	- Manufacturing resource planning - Risk Management
1995 fins al present	Creació d'un nou entorn	- PMBOK (PMI)	- Critical chain - Enterprise Resource Planning

D'acord amb la taula mostrada, els últims anys, la PMBOK Guide (A Guide to the Project Management Body of Knowledge) del Project Management Institute ha guanyat protagonisme com a guia en matèria de gestió de projectes.

El Project Management Institute (PMI), fundat als Estats Units l'any 1969, és una organització internacional que associa professionals relacionats amb la gestió de projectes. En aquest àmbit, és l'organització professional dominant, opera en 180 països i en els últims 15 anys ha tingut un augment del 1.000% en el número dels seus membres, passant de menys de 10.000 l'any 1980 fins a uns 550.000 en l'actualitat. Aquest fet demostra el creixent interès i vigència de la gestió de projectes com a disciplina (Hall, 2012).

El PMI publica la PMBOK Guide (A Guide to the Project Management Body of Knowledge) que conté una descripció dels fonaments de la gestió de projectes reconeguts com a bones pràctiques. L'any 2013 es va editar la cinquena edició amb els canvis corresponents respecte a l'edició anterior del 2008 (Project Management Institute, 2013).

La PMBOK Guide és equivalent a la ISO 21500:2012 publicada al setembre de 2012. Aquesta última proporciona una guia i pot ser utilitzada per qualsevol tipus d'organització, i per qualsevol tipus de projecte, independentment de la complexitat, mida o durada. Proporciona una descripció d'alt nivell dels conceptes i processos que es consideren bones pràctiques (ISO 2013).

Tant la PMBOK Guide com la ISO 21500:2012 són estàndards, és a dir, són acords documentats que contenen especificacions tècniques i altres criteris precisos per a ser usats de forma consistent com a regles, guies o definicions de característiques per assegurar que els materials, productes, processos i serveis compleixin amb el seu propòsit (ISO 2013).

El PRINCE2 també ha de ser considerat “de facto” un estàndard al Regne Unit i a altres països. Va ser desenvolupat per l'OGC, una oficina del govern britànic, amb l'objectiu de l'execució reeixida de projectes principalment del govern. Ha estat desenvolupat durant el mateix període de temps i per cobrir pràcticament les mateixes necessitats que la PMBOK del PMI (Loukas et Chassiakos, 2010).

2.2 El cicle de vida d'un projecte

D'acord amb la PMBOK, el cicle de vida d'un projecte és el conjunt de fases, generalment seqüencials i en ocasions superposades, el nom i nombre de les quals estan determinats per les necessitats de gestió i control de l'organització o organitzacions que hi participen, la naturalesa del projecte en si, i la seva àrea d'aplicació. Mentre que cada projecte té un començament i un

final definits, les especificacions i les activitats que tenen lloc entre mig poden variar àmpliament (Project Management Institute, 2008).

Tot i que els projectes varien en grandària i complexitat, se'ls hi pot assignar una estructura del cicle de vida basada en les etapes següents (figura 2.1): posada en marxa, organització i preparació, realització de la feina i tancament.

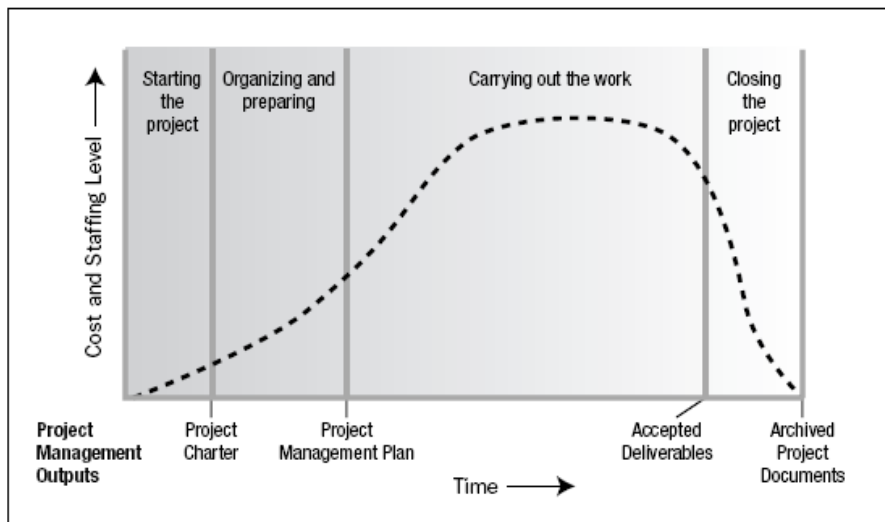


Figura 2.1. Estructura del cicle de vida d'un projecte (Project Management Institute, 2008)

2.3 Fases d'un projecte

L'estructura de fases permet que el projecte sigui segmentat en subconjunts lògics per facilitar la gestió, planificació i control. El nombre de fases, la necessitat, i el grau de control aplicats depèn de la mida, la complexitat i l'impacte potencial del projecte (Project Management Institute, 2008).

Quan els projectes tenen diverses fases, aquestes són part d'un procés generalment seqüencial, dissenyat per garantir un control adequat del projecte i aconseguir el producte, servei o resultat desitjat. No obstant això, hi ha situacions en que un projecte podria beneficiar-se de la superposició o fases simultànies.

Hi ha tres tipus bàsics de relacions entre fases:

- Una relació seqüencial, on una fase només pot iniciar-se una vegada que la fase anterior s'ha completat. La figura 2.2 mostra un exemple d'un projecte amb fases totalment seqüencials. La naturalesa pas a pas d'aquest enfocament redueix la incertesa, però pot eliminar opcions per reduir el temps planificat.

- Una relació de superposició, on la fase s’inicia abans de l’acabament de l’anterior (figura 2.3). Aquestes fases superposades poden augmentar el risc.
- Una relació iterativa. Aquest enfocament és útil en ambients indefinits, incerts, o que canvien ràpidament, com la investigació, però pot reduir la capacitat de planificar a llarg termini. L’avenç es produeix mitjançant el lliurament continu d’increments del producte i la fixació de les prioritats per reduir al mínim els riscos del projecte. També pot implicar tenir tots els membres de l’equip disponibles durant tot el projecte o, com a mínim, en dues fases consecutives (Project Management Institute, 2008).

En els projectes de múltiples fases, es pot donar més d’una relació de fase a fase durant el cicle de vida. En base a aquesta consideració, les tres relacions podrien ocórrer entre les diferents fases d’un mateix projecte.



Figura 2.2. Exemple de projecte amb tres fases (Project Management Institute, 2008)

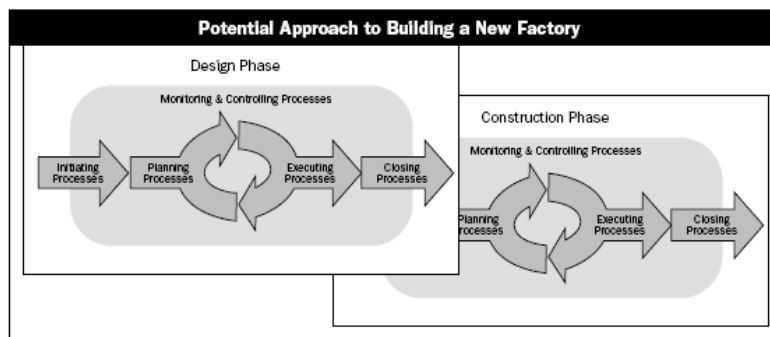


Figura 2.3. Exemple de projecte amb superposició de fases (Project Management Institute, 2008)

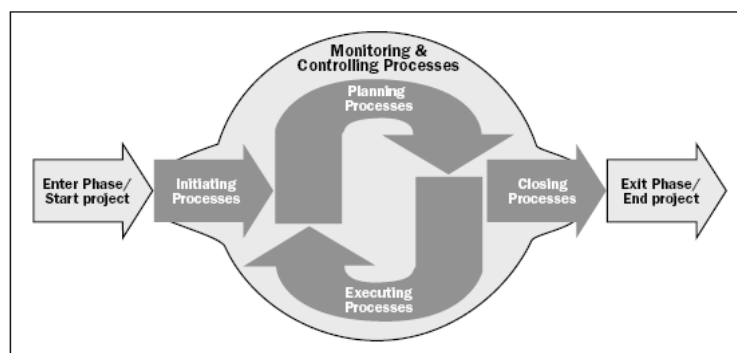


Figura 2.4. Grups de processos (Project Management Institute, 2008)

La PMBOK Guide descriu els processos de gestió de projectes en termes de la integració entre els processos, les seves interaccions i els propòsits que serveixen. Els processos de gestió s'agrupen en cinc categories conegudes com a Grups de processos de direcció de projectes (figura 2.4 i figura 2.5):

- Grup de processos d'iniciació. Aquells processos realitzats per definir un nou projecte o una nova fase d'un projecte ja existent.
- Grup de processos de planificació. Aquells processos requerits per establir l'abast del projecte, referint-ne els objectius i el curs d'acció necessari per assolir els objectius.
- Grup de processos d'execució. Aquells processos realitzats per completar el treball definit en el pla de gestió de projectes per satisfer les especificacions.
- Grup de processos de seguiment i control. Aquells processos requerits per fer el seguiment, revisió i regulació el progrés i l'acompliment del projecte, identificar les àrees en què es requereixen canvis en el pla, i iniciar els canvis corresponents.
- Grup de processos de tancament. Aquells processos realitzats per internalitzar totes les activitats en tots els grups de processos per tancar formalment el projecte o fase.

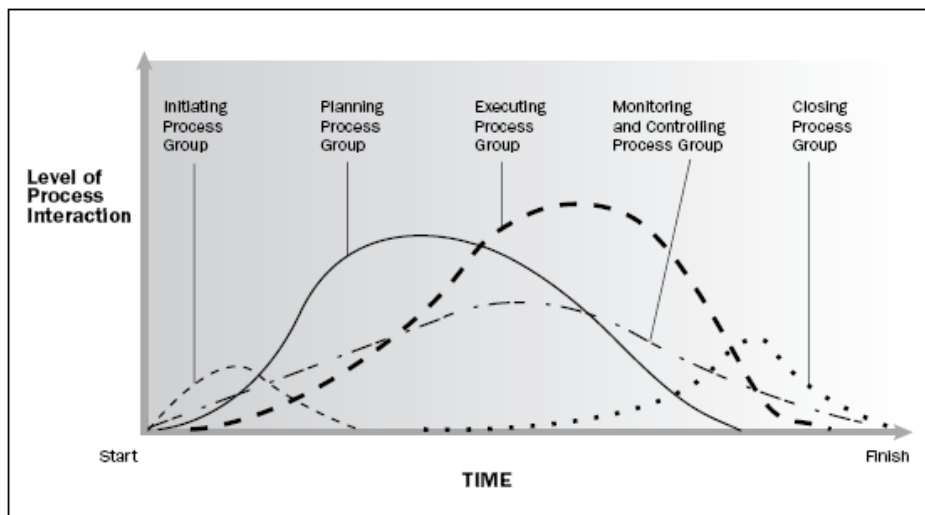


Figura 2.5. Interaccions entre grups de processos en una fase o projecte (Project Management Institute, 2008)

D'acord amb la PMBOK Guide de 2013, la gestió de projectes s'aconsegueix mitjançant l'aplicació i integració adequada dels 47 processos de gestió de projectes agrupats en 10 àrees de coneixement i que comprenen els 5 grups de processos. En aquest sentit, la ISO 21500 també preveu 39 processos de gestió de projectes agrupats en 10 grups temàtics i que comprenen 5 grups de processos. Les taules següents mostren aquests elements (taules 2.2 i 2.3).

Taula 2.2. Comparació entre la PMBOK Guide 5th edition i la ISO 21500 (Labriet, 2013)

	PMBOK Guide 5th Edition	ISO 21500
Process Groups	1.- Initiating	1.- Initiating

	2.-Planning	2.-Planning
	3.-Executing	3.-Implementing
	4.-Monitoring and Controlling	4.-Controlling
	5.-Closing	5.-Closing
Knowledge Areas	1.- Integration	1.- Integration
	2.- Scope	2.- Scope
	3.- Time	3.- Time
	4.- Cost	4.- Cost
	5.- Quality	5.- Quality
	6.- Resource	6.- Human Resource
	7.- Communications	7.- Communications
	8.- Risk	8.- Risk
	9.- Procurement	9.- Procurement
	10.- Stakeholder	10.- Stakeholder

Taula 2.3. Grups de processos i àrees de coneixement de la PMBOK Guide 5th ed. (Labriet, 2013)

	Initiating	Planning	Executing	Monitoring and Controlling	Closing
Integration	4.1 Develop Project Charter	4.2 Develop Project Management Plan	4.3 Direct and Manage Project Execution	4.4 Monitor and Control Project Work 4.5 Perform Integrated Change Control	4.6 Close Project or Phase
Scope		5.1 Plan Scope Management 5.2 Collect Requirements 5.3 Define Scope 5.4 Create WBS		5.5 Validate Scope 5.6 Control Scope	
Time		6.1 Plan Schedule Management 6.2 Define Activities 6.3 Sequence Activities 6.4 Estimate Activity Resources 6.5 Estimate Activity Durations 6.6 Develop Schedule		6.7 Control Schedule	
Cost		7.1 Plan Cost Management 7.2 Estimate Cost 7.3 Determine Budget		7.4 Control Cost	
Quality		8.1 Plan Quality Management	8.2 Perform Quality Assurance	8.3 Control Quality	
Human Resources		9.1 Plan HR Management	9.2 Acquire Project Team		

			9.3 Develop Project Team	
			9.4 Manage Project Team	
Communications		10.1 Plan Communications Management	10.2 Manage Communications	10.3 Control Communications
Risk		11.1 Plan Risk Management		11.6 Control Risks
		11.2 Identify Risks		
		11.3 Perform Qualitative Risk Analysis		
		11.4 Perform Quantitative Risk Analysis		
		11.5 Plan Risk Response		
Procurement		12.1 Plan Procurement Management	12.2 Conduct Procurements	12.3 Control Procurements
				12.4 Close Procurements
Stakeholder	13.1 Identify Stakeholders	13.2 Plan Stakeholder Management	13.3 Manage Stakeholder Engagement	13.4 Control Stakeholder Management

2.4 Monitorització: fer el seguiment del projecte

En la PMBOK es defineix la monitorització com els processos necessaris per fer el seguiment, i per revisar i regular el progrés i el desenvolupament del projecte, identificant les variacions que es produeixen en la planificació i emprendre les accions corresponents (Project Management Institute, 2008). Amb aquests processos s’observa el desenvolupament del projecte per identificar les variacions respecte al pla previst. Aquest seguiment continu proporciona la visió de l’estat del projecte i identifica les àrees que requereixen atenció addicional.

Segons el manual de planificació del Programa de les Nacions Unides per al Desenvolupament (PNUD) de 2009 (PNUD, 2009), el monitoring, monitorització o seguiment, és un procés continu mitjançant el qual les parts interessades obtenen regularment una retroalimentació sobre els avenços que s’han fet per aconseguir els objectius. Significa haver de fer atenció a les possibles desviacions del programa per tal de controlar el seu desenvolupament i actualitzar-lo puntualment.

Segons la International Federation of Red Cross (IFRC, 2011), el seguiment constitueix la base per a la informació clara i precisa sobre els resultats obtinguts per un projecte o programa. La notificació d’informació es converteix en una oportunitat per a l’anàlisi crítica i l’aprenentatge organitzacional, per a la presa de decisions i per a l’avaluació. La vigilància és la recopilació rutinària i l’anàlisi de la informació; ajuda a identificar tendències i patrons, a adaptar les estratègies i a informar les decisions de la gestió del projecte.

Segons la International Federation of Red Cross (IFRC, 2011), algunes consideracions que cal tenir en compte a l'hora de monitoritzar són les següents:

- La informació obtinguda ha d'estar enfocada a un destinatari i a uns usos específics.
- El monitoratge ha de ser sistemàtic, basat en indicadors i supòsits predeterminats.
- El monitoratge també ha de buscar els canvis imprevistos en el projecte i el seu context, aquesta informació s'ha d'utilitzar per ajustar els plans d'execució del projecte.
- La monitorització ha de ser oportuna, la informació s'ha de poder utilitzar fàcilment per informar de l'execució del projecte.
- Sempre que sigui possible, la vigilància ha de ser participativa, involucrant actors clau. Això no només pot reduir els costos, sinó que també pot fomentar una comunicació fluida.
- La informació de la monitorització no ha de ser només per les persones que gestionen el projecte, sinó que ha de ser compartida amb els stakeholders i altres interessats.

2.5 Interrelació entre planificació, seguiment i avaluació

La planificació, seguiment i avaluació són activitats estretament vinculades. D'acord amb les PNUD (PNUD, 2009) es pot definir la planificació com el procés per establir objectius, desenvolupar estratègies, traçar els plans d'implementació i assignar recursos per assolir aquests objectius. D'altra banda, l'avaluació és una valoració rigorosa i independent de les activitats finalitzades o en curs per determinar en quina mesura s'estan assolint els objectius estipulats i contribuir a la presa de decisions. Els objectius del seguiment i l'avaluació són molt similars: proporcionar informació que ajudi a prendre decisions més encertades, millorar l'acompliment i assolir els resultats planejats. El seguiment proporciona la informació en temps real necessària per a la gestió, mentre que l'avaluació proporciona una valoració més exhaustiva.

Sense una planificació adequada i una articulació clara dels resultats buscats, no queda clar què s'ha de supervisar; ni com, per tant, no es pot fer bé el seguiment. Sense una planificació eficaç, la base de l'avaluació és feble, i per tant, no es pot fer bé l'avaluació. Sense un seguiment acurat, no es poden demanar les dades necessàries, i per tant, no es pot fer bé l'avaluació. El seguiment és necessari, però no suficient, per a l'avaluació. El seguiment facilita l'avaluació, però l'avaluació utilitza la recopilació de noves dades addicionals i diferents marcs per a l'anàlisi. El seguiment i l'avaluació d'un projecte portaran sovint a canvis en la planificació. Això pot significar canvis addicionals o modificacions en la recollida de dades pel seguiment.

2.6 Tipus de monitoritzacions

D'acord amb la International Federation of Red Cross (IFRC, 2011), en un projecte, en general, es supervisa una varietat de coses d'acord a les seves necessitats d'informació específiques. En la llista següent es presenten els diferents tipus de monitorització que es troben normalment en un sistema. És important recordar que els diferents tipus sovint ocorren simultàniament com a part d'un sistema de seguiment global.

- Seguiment dels resultats (productes, efectes, impacte): l'objectiu és determinar si el projecte compleix els objectius cap als resultats esperats (productes, efectes) i si hi pot haver algun impacte no desitjat (positiu o negatiu).
- Seguiment dels processos (activitats): l'objectiu és examinar com s'estan duent a terme les activitats (l'eficiència en temps i recursos).
- El control del compliment de regulacions, normatives i legislacions: l'objectiu és garantir el compliment de les regulacions, els requisits contractuals, els reglaments, les lleis governamentals, i normes ètiques.
- Seguiment del context o situació: l'objectiu és rastrejar l'entorn en el qual el projecte opera, especialment pel que fa als riscos i imprevistos que puguin sorgir.
- Seguiment dels beneficiaris: l'objectiu és identificar les percepcions dels beneficiaris d'un projecte. Inclou la satisfacció del beneficiari i les queixes de les parts interessades.
- Seguiment financer: l'objectiu és el control dels costos en relació amb les despeses predefinides.
- Monitorització organitzacional: l'objectiu és observar el desenvolupament de l'organització i la creació de noves capacitats i competències durant el projecte.

En aquest sentit, també la PMBOK (Project Management Institute, 2013) diferencia els següents processos en l'àmbit de la monitorització:

- Supervisar i controlar el treball del projecte: és el procés de seguiment, revisió i regulació dels progressos per assolir els objectius d'acompliment definits en el pla de gestió. L'objectiu és proporcionar la informació sobre l'estat de l'abast, cronograma, costos, recursos, qualitat i risc del projecte.
- Realitzar el control integrat de canvis: és el procés de la revisió de totes les sol·licituds de canvi i aprovació, i posterior gestió de les mateixes.
- Verificar l'abast: és el procés de formalitzar l'acceptació de les parts completades del projecte.
- Controlar l'abast: és el procés de seguiment de la situació del projecte en relació al seu abast.
- Controlar els horaris: és el procés de seguiment de la situació del projecte per actualitzar el seu avenç i la gestió dels canvis en relació al cronograma.

- Controlar els costos: és el procés de seguiment de la situació del projecte per actualitzar el pressupost i la gestió dels canvis en relació al cost.
- Realitzar el control de qualitat: és el procés de control i registre dels resultats de l'execució de les activitats de qualitat per avaluar l'acompliment i recomanar canvis necessaris.
- Informar dels resultats: és el procés de recollida i distribució d'informació que inclou informes d'estat, mesuraments de progrés i previsions.
- Supervisar i controlar els riscos: és el procés d'implementació dels plans de resposta al risc, el seguiment dels riscos identificats, supervisió dels riscos residuals, identificació de nous riscos al llarg del projecte.
- Controlar les adquisicions: és el procés de gestió de les adquisicions, seguiment de l'acompliment del contracte, i realització de canvis i correccions segons sigui necessari.
- Controlar la gestió d'stakeholders.

Per cada àmbit de monitorització, la PMBOK defineix algunes eines o tècniques a utilitzar. Aquestes eines van des del judici d'experts, l'ús de programari de gestió de projectes, l'anàlisi de variància, els diagrames de causa efectes, diagrames de flux o tècniques associades a la gestió de la qualitat, entre d'altres.

3 Monitorització de projectes utilitzant Scrum

3.1 Desenvolupament àgil de projectes

La forma tradicional de gestionar projectes de software és un cicle de vida seqüencial normalment anomenat en “cascada”. Hi ha moltes variants, però en general comença amb una fase de planificació detallada, on el producte final es pensa acuradament i es documenta en detall (Sutherland, 2012). Les tasques necessàries per executar el disseny estan determinades, i el treball s’organitza mitjançant l’ús d’eines de planificació, com ara diagrames de Gantt, en les quals l’equip responsable del projecte arriba a una estimació del temps mitjançant la suma de les estimacions detallades de passos individuals. Els membres de l’equip completen la seva part especialitzada del treball, per després passar-lo a altres persones en forma de línia de producció, fins a la fi del projecte. La fortalesa del mètode tradicional és que és summament lògic.

Segons Sutherland (Sutherland, 2012), el mètode tradicional, però, també té inconvenients:

- Requereix que totes les bones idees es produeixin al començament del cicle. Tanmateix, en la realitat les bones idees poden aparèixer en qualsevol moment.
- Es dóna molta importància al fet d’escriure les coses com a mètode principal per comunicar informació crítica. Tot i això, un document escrit és una imatge incompleta de les idees d’una persona i, quan es llegeix, es crea una altra abstracció que és diferent del missatge inicial.
- Poden passar moltes coses incertes; per tant, les planificacions poden ser errònies.
- Tendeix a fomentar una relació de confrontació entre les persones que es reparteixen la feina.
- És un procés rígid i resistent al canvi. Els productes resultants no poden expressar la creativitat, l’habilitat i la passió dels seus creadors.

En sentit contrari, els defensors del mètode “en cascada” posen l’accent en el fet que és un enfocament racionalitzat (Dyba, 2000)(Nerur et al, 2005) i que per tant, els problemes són totalment determinables i que hi ha solucions òptimes i predictibles per a cada problema (Boehm, 2002). Les característiques del model tradicional són (taula 3.1):

Taula 3.1. Característiques dels mètodes tradicionals de desenvolupament (Dyba i Dingsøyr, 2008)

Supòsit fonamental	Els sistemes són totalment determinables, predictibles, i es construeixen a través d’una planificació meticulosa i àmplia.
Estil de gestió	Comandament i control.
Gestió del coneixement	Explícit.
Comunicació	Formal.
Model de desenvolupament	Model de cicle de vida (cascada, espiral o algunes variacions).

Forma organitzacional / estructura	Burocràtica amb alta formalització, dirigida a les grans organitzacions.
Control de qualitat	Planificació pesada i control estricte, proves pesades.

El desenvolupament àgil neix com a reacció als inconvenients del desenvolupament tradicional de software. Els processos àgils responen als reptes d'un món impredecible, recolzant-se en la gent i en la seva creativitat i no en els processos (Dyba, 2000)(Nerur et al, 2005).

Al 2001, els professionals que proposen molts dels mètodes de desenvolupament àgil van signar el manifest àgil (Agilemanifesto, 2014). El manifest diu el següent:

“Estem posant al descobert millors maneres de desenvolupar programari fent-ho i ajudant a altres a fer-ho. Mitjançant aquesta feina hem acabat valorant:

- *Individus i interaccions per sobre de processos i eines.*
- *Programari que funciona per sobre de documentació exhaustiva.*
- *Col·laboració amb el client per sobre de negociació de contractes.*
- *Resposta al canvi per sobre de cenyir-se a una planificació.*

És a dir, encara que els elements de la dreta tenen valor, nosaltres valorem més els de l'esquerra.”

A part, en el manifest àgil s'indiquen una sèrie de principis referents, per exemple, a l'acceptació de canvis (els processos àgils aprofiten el canvi per a donar un avantatge competitiu al client), a fer lliuraments amb una freqüència alta, a treballar en equip, a la motivació, a la confiança, a la comunicació fàcil o a l'autogestió. El manifest va derivar en la Agile Alliance (Agile Alliance, 2014) que organitza anualment el congrés Agile, en el qual es presenten les últimes investigacions en la matèria.

Segons Erickson (Ericksson et al, 2005) l'agilitat significa deixar de banda la sensació de pesadesa, sovint associada a les metodologies tradicionals de desenvolupament, per promoure la resposta ràpida als canvis de l'entorn, els canvis en les necessitats de l'usuari, i els terminis dels projectes accelerats. Williams i Cockburn (Williams et Cockburn, 2003) afirmen que el desenvolupament àgil està associat a la regeneració i al canvi, i que es desenvolupen metodologies àgils per assolir, en lloc de rebutjar, majors taxes de canvi.

També s'ha tractat d'explicar les idees centrals del desenvolupament àgil mitjançant l'examen de les tendències similars en altres disciplines. Conboy i Fitzgerald (Conboy et Fitzgerald, 2004), per exemple, descriuen l'agilitat com el que es coneix, en altres camps, com a flexibilitat.

Es refereixen a diverses fonts, com ara: Agilemanufacturing (Gunasekaran, 1999)(Sánchez et al, 2001) o Lean Development (Womack et al, 2007), que té les seves arrels en el sistema de producció de Toyota (Ohno, 1988) a partir de la dècada de 1950. Meso i Jain (Meso et Jain, 2006) han comparat les idees del desenvolupament àgil amb els sistemes adaptatius complexos, proporcionant un punt de vista teòric per a la comprensió de com el desenvolupament àgil es pot utilitzar en entorns de negoci volàtils. Turk (Turk et al., 2005) ha aclarit els supòsits subjacents als processos de desenvolupament àgil i també identifica les limitacions que poden sorgir d'aquestes suposicions.

Es troben recerques que situen les arrels del desenvolupament àgil en la metodologia de sistemes tous de Peter Checkland (Checkland et al, 1990), en el desenvolupament de nous productes (Nonaka, 1986) i en la planificació interactiva de Ackoff (Ackoff, 1999).

Nerur i Balijepally (Nerur i Balijepally, 2007) comparen el desenvolupament àgil per fer madurar les idees de disseny en el disseny arquitectònic i la gestió estratègica: *“aquesta nova metàfora referent al disseny incorpora l’aprenentatge i reconeix la connexió del saber i el fer (pensament i acció), la naturalesa entrelaçada de mitjans i fins, i la necessitat de conciliar múltiples visions del món”*.

Les característiques principals del desenvolupament àgil de software són (taula 3.2):

Taula 3.2. Característiques dels mètodes de desenvolupament àgil (Dyba i Dingsøyr, 2008)

Supòsit fonamental	Programari adaptatiu d’alta qualitat desenvolupat per petits equips que utilitzen els principis de millora contínua del disseny i proves basades en la retroalimentació i canvi ràpids.
Estil de gestió	El lideratge i la col·laboració
Gestió del coneixement	Tàcit
Comunicació	Informal
Model de desenvolupament	El model evolutiu de lliurament
Forma organitzacional / estructura	Orgànica (flexible i participativa fomentant acció social cooperativa), dirigida a petites i mitjanes empreses i organitzacions
Control de qualitat	Control continu de requisits, disseny i solucions. Prova contínua

Els mètodes àgils també són objecte de crítiques, principalment en cinc aspectes:

- El desenvolupament àgil no és res de nou, aquestes pràctiques han estat en vigor en el desenvolupament de programari des de 1960 (Merisalo-Rantanen et al, 2005).

- La manca d'atenció a l'arquitectura del programari està destinada a generar dissenys de decisions subòptimes (Mcbreen, 2003) (Stephen et al, 2003).
- Hi ha poca evidència científica per a moltes de les afirmacions fetes per la comunitat àgil (Mcbreen, 2003).
- Les pràctiques d'Extreme programming són rarament aplicables (Keefer, 2003).
- Els mètodes de desenvolupament àgil són adequats per als equips petits, però per a projectes més grans, són més apropiats altres processos (Cohen et al, 2004).

També s'ha suggerit que els valors socials assumits per la programació extrema fan que els equips àgils prenguin decisions ineficaces, les quals són contraries al que els membres del grup volen (Mcavoy i Butler, 2007).

3.2 Mètodes de desenvolupament àgil de projectes

El desenvolupament àgil pren forma en diversos mètodes, com són les Crystal methodologies, el Dynamic software development method, el Feature-driven development, el Lean Software Development, l'Extreme programming, i l'Scrum (Dyba i Dingsøyr, 2008). Aquests mètodes són breument comentats a continuació, juntament amb la presentació del Flexible product development, mètode que no està enfocat a projectes de software però que té les característiques d'un mètode àgil.

Crystal methodologies: són una família de mètodes per equips de diferents mides i criticitat. És el mètode més àgil i transparent, el qual se centra en la comunicació en petits equips de desenvolupament de programari que no és potencialment crític. El desenvolupament transparent té set característiques que són, el lliurament freqüent, la millora reflexiva, la comunicació osmòtica, la seguretat personal, l'enfocament, l'accés fàcil als usuaris experts, i els requisits per a l'entorn tècnic (Cockburn, 2004).

Dynamic software development method (DSDM): divideix els projectes en tres fases, pre-projecte, el cicle de vida del projecte, i post projecte. El DSDM té nou principis subjacents, la participació dels usuaris, la potenciació de l'equip del projecte, el lliurament freqüent, la correcció les necessitats actuals del negoci, el desenvolupament iteratiu i incremental que permet canvis correctius, l'abast d'alt nivell que es fixa abans del començament del projecte, la posada a prova en tot el cicle de vida, i l'eficiència i eficàcia en la comunicació (Stapleton, 2003).

Feature-driven development: combina el desenvolupament dirigit per models i el desenvolupament àgil, amb èmfasi en el model objecte inicial, la divisió del treball en les característiques i el disseny iteratiu per a cada funció. Pretén ser adequat per al

desenvolupament de sistemes crítics. Una iteració d'una funció consta de dues fases: disseny i desenvolupament (Palmer et al, 2002).

Lean Software Development: és una adaptació dels principis del Lean Development i, en particular, del sistema de producció de Toyota per al desenvolupament de programari. Consta de set principis, eliminar els residus, ampliar l'aprenentatge, decidir el més tard possible, lliurar el més ràpid possible, l'autonomia de l'equip, fomentar la integritat i la visió del conjunt (Poppendieck i Poppendieck, 2003).

Extreme programming: se centra en les millors pràctiques pel desenvolupament, el joc de planificació, les notes petites, la metàfora, el disseny simple, les proves, la refactorització, la programació en parelles, la propietat col·lectiva, la integració contínua de 40 h setmana, els clients en el lloc, i els estàndards de codificació. La versió revisada XP2 es compon de pràctiques primàries com són seure junts, tot l'equip, l'espai de treball informatiu, el treball energètic, la programació en parelles, les històries, el cicle setmanal, el cicle trimestral, la folgança, construït en 10 minuts, la integració contínua, les proves en la primera programació i el disseny progressiu. També hi ha 11 pràctiques corol·lari (Beck, 2000) (Beck, 2004).

Scrum: se centra en la gestió de projectes en situacions en què és difícil planificar el futur, i en els mecanismes de control del procés empíric, on els bucles de retroalimentació constitueixen l'element central. El software és desenvolupat per un equip autoorganitzat en increments, anomenats sprints, a partir de la planificació i acabant en una presentació. Les característiques que s'han d'aplicar en el sistema s'anoten en una llista i, aleshores, es decideix quins elements de treball pendent s'han de desenvolupar. Els membres de l'equip coordinen el seu treball en una reunió diària. Un membre de l'equip és l'encarregat de resoldre els problemes que impedeixen que l'equip treballi de forma eficaç (Schwaber et al, 2001).

Flexible product development: el desenvolupament flexible de productes que no són de software és la capacitat de realitzar canvis en un producte o en la manera en què es desenvolupa, encara que sigui relativament tard en el seu desenvolupament, de manera que aquests canvis no siguin massa perturbadors en el conjunt del procés. Com més tard es puguin fer canvis, més flexible és el procés (Smith, 2007). Segons Smith, aquest enfocament és equivalent als mètodes de desenvolupament àgil de programari aplicat en altres entorns, concretament en el desenvolupament i fabricació de bens de consum.

El mètode Scrum és el més popular de tots els mètodes de desenvolupament àgil a la indústria dels productes de software (Dyba i Dingsøyr, 2008). Al mateix temps és un mètode amb un fort component gràfic i visual, per aquest motiu és el que s'ha utilitzat en la recerca que s'ha dut a terme.

3.3 Scrum

Scrum és un marc de treball iteratiu i incremental pel desenvolupament de projectes. L'origen del concepte de l'Scrum prové d'un article publicat al Harvard Business Review per Hirotaka Takeuchi i Ikujiro Nonaka, el títol del qual és "A new new product development game" (Nonaka, 1986). En aquest article, els autors exposen casos de companyies internacionals dedicades al desenvolupament de diversos tipus de productes. En l'article es suggereix el paral·lelisme entre els mètodes de treball d'equips de desenvolupament de producte i l'esport del Rugby. De fet, el mot Scrum significa "melé", que és una operació típica d'aquest esport.

La publicació de l'article va suscitar la formulació del mètode que actualment podem conèixer com a Scrum i que està enfocat al desenvolupament de productes de software. El primer equip el va crear Jeff Sutherland a l'Easel Corporation l'any 1993, i el marc de treball el va formalitzar Ken Schwaber durant el 1995. Schwaber presenta l'Scrum a l'OOPSLA 96 juntament amb Sutherland. Ken Schwaber i Mike Cohn funden conjuntament la Scrum Alliance l'any 2002 (Benefield et al., 2009).

3.3.1 Funcionament de l'Scrum

El mecanisme general és el següent:

- Constituir un equip que s'autogestionarà.
- Definir les funcionalitats o elements que ha de tenir el producte.
- Dividir el desenvolupament del disseny en parts més petites amb un objectiu molt concret que caldrà complir en un període de temps preestablert. Aquest període de temps s'anomena sprint i està associat a la resolució de les funcionalitats o elements del producte.

El producte avança en una sèrie de sprints de diversos dies o setmanes de duració (figura 3.1).

3.3.2 Les funcions dels rols en l'Scrum

En l'Scrum s'estableixen tres rols principals: el product owner, l'equip i l'scrummàster (Benefield et al., 2009).

El product owner representa la veu del client. Les seves funcions són: definir i prioritzar les funcionalitats del producte, decidir dates i continguts, i ajustar les funcionalitats i les prioritats en cada iteració, si és necessari.

L'Scrum és facilitat per un scrummàster. La seva tasca principal és eliminar els obstacles que impedeixen que l'equip assoleixi l'objectiu de cada sprint, fent-lo completament funcional i

productiu. No és el líder de l'equip sinó que actua com una protecció entre l'equip i qualsevol influència que pugui distreure'l. S'assegura que el procés s'utilitza com cal, vetlla perquè les regles es compleixin, de manera que és el responsable de promoure els valors i pràctiques d'Scrum.

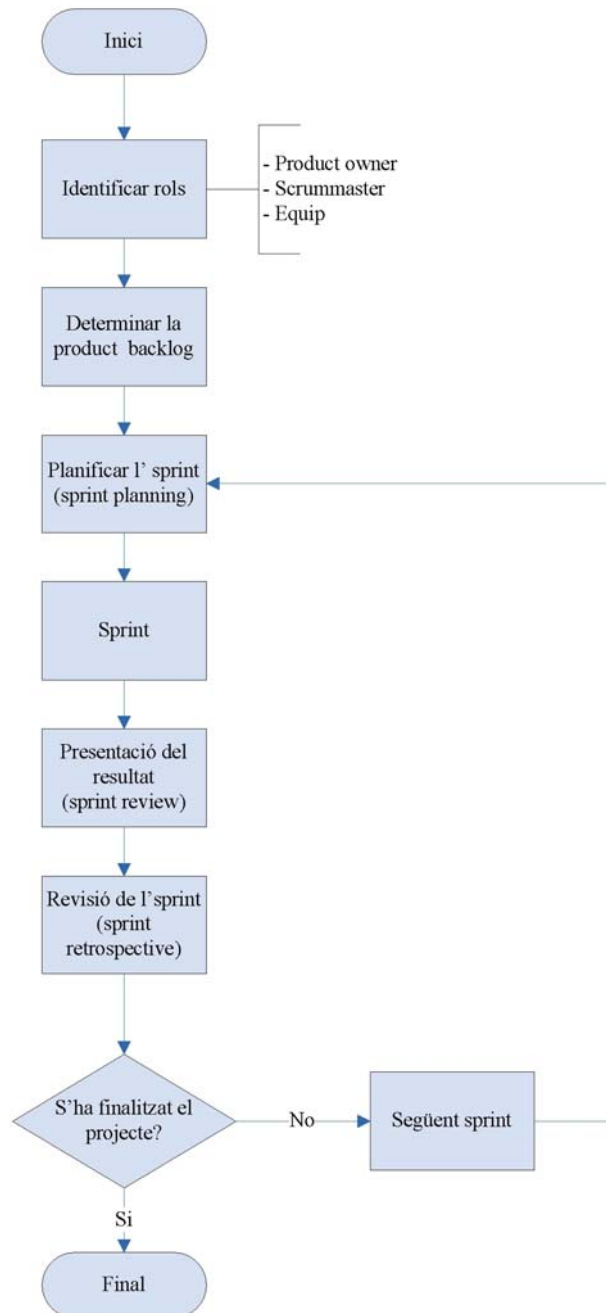


Figura 3.1. Estructura d'un Sprint. Elaboració pròpia

Finalment, l'equip té la responsabilitat de lliurar el producte. Es necessita un equip petit de 3 a 9 membres, que s'autogestionarà, que disposarà de les habilitats transversals necessàries per realitzar el treball, i que estarà format per persones completament dedicades a cada sprint.

3.3.3 La product backlog

La product backlog és un document que conté descripcions genèriques de tots els requeriments o funcionalitats desitjables del producte, ordenades d'acord amb la seva importància o prioritat. És un document obert i es pot modificar. Conté estimacions de l'esforç de desenvolupament requerit (Kniberg, 2007).

La product backlog (taula 3.3) és doncs una llista de les coses que el client vol o necessita, descrites utilitzant la terminologia del client. S'anomenarà als elements d'aquesta llista, elements de la backlog. Un exemple de la informació continguda en un product backlog, pot ser la següent:

- Identificador: un identificador únic, simplement un número.
- Nom: una descripció curta de l'element.
- Importància: la ratio d'importància que el product owner dóna a cada element. Per exemple, 10 o 150, un valor més alt significa més important.
- Estimació inicial: la valoració inicial de l'equip sobre quina quantitat de treball cal per implementar l'element, comparada amb els altres elements. Les unitats són "punts" i usualment corresponen a "Dies - persona ideals". L'important no és que les estimacions absolutes siguin correctes (és a dir, que una previsió de 2 punts hagi de durar 2 dies), sinó que les estimacions relatives ho siguin (és a dir, que una estimació de 2 punts hauria de durar la meitat que una de 4 punts).
- Notes: qualsevol altra informació, aclariment, referència a altres fonts d'informació, etc.

Taula 3.3. Exemple d'una product backlog

Product backlog					
ID	Nom	Importància	Estimació	Notes	Altres
1					
2					
...					

En la backlog cal procurar que cada actor interpreti correctament el seu paper. D'aquesta manera, el product owner pot concentrar-se en els objectius del projecte i no entrar en temes tècnics, que són competència de l'equip. L'scrummàster ha de vetllar pel respecte de cada una de les competències.

3.3.4 Sprint planning

Un cop la product backlog està completament acabada es procedeix a planificar el primer sprint. Els objectius de la planificació són els següents (Kniberg, 2007):

- Analitzar i avaluar la product backlog.
- Seleccionar l'objectiu de l'sprint.
- Decidir com arribar a l'objectiu de l'sprint (disseny).
- Crear l'sprint backlog en base als elements de la product backlog.
- Estimar l'sprint backlog en hores.

A l'sprint planning hi ha d'assistir el product owner, l'equip i l'scrummàster. El product owner ha de comprendre cada element (normalment ell n'és l'autor, però en alguns casos altres persones afegixen sol·licituds que el product owner pot prioritzar). Altres persones, a part del product owner, poden afegir els seus elements a la product backlog, però no poden assignar nivells d'importància i tampoc poden establir estimacions, ja que aquesta és una tasca exclusiva de l'equip.

La planificació de l'sprint és una reunió crítica, probablement la més important en l'Scrum. El propòsit de la planificació de l'sprint és proporcionar a l'equip suficient informació perquè puguin treballar tranquil·lament i sense interrupcions durant unes setmanes, i oferir al product owner suficient confiança. Una planificació d'sprint produeix: un objectiu d'sprint, una llista de membres (i el seu nivell de dedicació), una sprint backlog (llista dels elements inclosos en l'sprint), una data concreta per a la revisió de l'sprint i un lloc i moment definits per a l'scrum diari.

Un dels resultats de la planificació és una data definida de la revisió. Això vol dir que s'ha de determinar una durada. Els sprints curts permeten ser àgil, és a dir, canviar de direcció freqüentment. En els sprints llargs, l'equip té més temps per aconseguir impuls, té més espai per refer-se dels problemes que sorgeixin, i tot i així complir la meta de l'sprint. La duració és un valor de compromís. En qualsevol cas, un cop s'hagi establert una durada, cal mantenir-la durant un període de temps. Mantenant la mateixa durada s'aconsegueix una dinàmica a la qual tothom s'acostuma.

Cal que hi hagi una fita de l'sprint. L'important és que estigui descrita, de manera que la gent de fora de l'equip la pugui entendre. L'objectiu hauria de respondre a la pregunta fonamental: per què s'està fent aquest sprint? Una forma d'obtenir l'objectiu és precisament fer aquesta mateixa pregunta al product owner.

Una de les principals activitats durant la planificació és decidir quins elements de la product backlog s'inclouen a l'sprint. En la imatge següent (figura 3.2), cada rectangle representa un element de la backlog, ordenats per importància. L'element més important és el del principi de la llista. La mida de cada rectangle representa la mida de l'element (és a dir, el temps estimat en punts). L'alçada del claudàtor representa la velocitat estimada de l'equip, és a dir, quants punts creu que pot completar durant el proper sprint.

L'sprint backlog de la dreta és una instantània dels elements de la product backlog i representa els elements als que l'equip es compromet durant aquest sprint. Només l'equip decideix quants elements inclouran. La major part de la reunió de planificació es dedica als elements de la product backlog; estimant-los, reprioritzant-los, clarificant-los, dividint-los, etc.

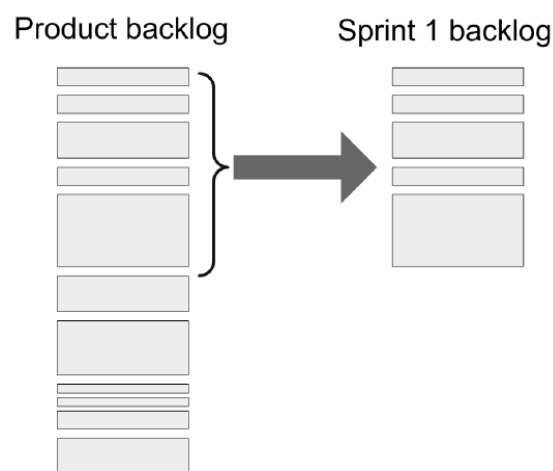


Figura 3.2. Decisió dels elements que s'incorporen al 1r sprint (Kniberg, 2007)

Cal que tots els participants tinguin molt clara la definició de cada element. Els elements es poden dividir en elements més petits. Al mateix temps, els elements es poden dividir en tasques. Els elements són lliurables, el product owner se'n preocupa. Les tasques són no lliurables, són aspectes que només afecten a l'equip de desenvolupament.

3.3.5 Seguiment de l'sprint

Durant l'sprint cal anar fent un seguiment de l'evolució dels elements de la product backlog i de les activitats que els puguin formar. Per això s'utilitza una taula (figura 3.3) en la qual es mostren les activitats pendents d'ésser abordades, les activitats que s'estan treballant i les activitats que ja s'han acabat. A mesura que evoluciona l'sprint, cal indicar l'estat de les diferents activitats.

La burndown chart és el gràfic on es mostra l'evolució de l'sprint. En l'eix horitzontal es marca l'escala temporal, habitualment en dies, i en l'eix vertical els punts de treball. Cada dia es

marquen els punts de treball que s’han acabat. Al final de l’sprint no han de quedar activitats a realitzar.

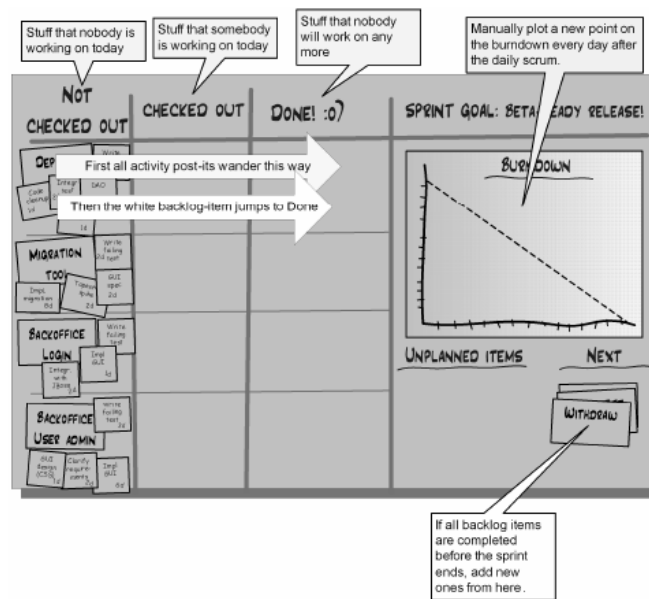


Figura 3.3. Seguiment de l’sprint, (Kniberg, 2007)

La burndown chart és una gràfica mostrada públicament que mesura la quantitat de requisits en la backlog del projecte pendents al començament de cada sprint. Dibuixant una línia que connecti els punts de tots els sprints completats, es pot veure el progrés del projecte. En condicions ideals aquesta línia seria descendent (en casos en què tot va bé, en el sentit que els requisits estan ben definits des del principi i no varien mai) fins a arribar a l'eix horitzontal, moment en el qual el projecte s’ha acabat (no hi ha més requisits pendents de ser completats en la backlog). Si durant el procés s’afegeixen nous requisits la recta tindrà pendent ascendent en determinats segments, i si es modifiquen alguns requisits, el pendent variarà o fins i tot valdrà zero en alguns trams.

Segons la figura 3.4 el primer dia de l’sprint, l’equip va preveure que podria acabar aproximadament 70 punts de feina. Aquesta era doncs, la velocitat estimada per a tot l’sprint. El dia 16, l’equip estima que queden aproximadament 15 punts per fer. La línia de punts mostra que s’està una mica avançat respecte a la planificació, és a dir, que a aquest ritme es completaria tota la feina.

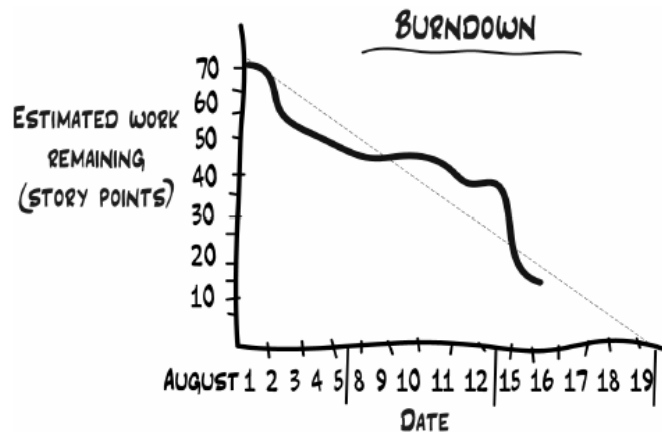


Figura 3.4. Exemple de burndown chart (Kniberg, 2007)

Un dels principis fonamentals de l'Scrum és que mai es prolonga la durada de l'sprint. Aquest acaba en la data assignada, encara que l'equip no hagi acabat el treball compromès.

La burndown chart serveix per alertar de situacions anòmales en l'evolució del procés. Per exemple, si la corba de la gràfica és massa plana, significa que l'equip té massa feina i cal eliminar alguns elements de la backlog de l'sprint. Si la corba baixa sobtadament, significa que l'equip pot abordar més elements en el mateix sprint.

3.3.6 Daily scrum meeting

Un cop començat l'sprint, l'equip participa en una altra de les pràctiques claus: l'scrum diari. És una reunió curta (15 minuts o menys) que se celebra cada dia a una hora prefixada, a la qual hi assisteix tot l'equip. És l'oportunitat d'informar als altres sobre el progrés i els obstacles. A l'scrum diari, cada membre, un per un, informa sobre tres coses, als altres membres:

- Què ha fet des d'ahir?
- Què és el que està planejant fer avui?
- Ha tingut algun problema que li hagi impedit aconseguir el seu objectiu?

Cal tenir en compte que l'scrum diari no és una reunió per informar a un cap, sinó que és temps que dedica un equip auto-organitzat per compartir, entre els seus membres, el que està passant, i per coordinar-se.

3.3.7 Sprint review

Quan s'acaba un sprint, es fa una presentació del resultat. En aquesta reunió hi són presents el product owner, els membres de l'equip, i el scrummaster, a més dels clients i altra gent interessada en el projecte (col·laboradors, experts...).

Una idea clau en l'Scrum és inspeccionar i adaptar. Veure i aprendre el que està passant i aleshores evolucionar basant-se en els comentaris i observacions, en cicles repetits. La revisió de l'sprint és una activitat d'inspecció i adaptació del producte. És l'oportunitat perquè el product owner vegi el que està passant amb el producte i amb l'equip, i és l'oportunitat de l'equip de saber l'opinió del product owner (Benefield et al., 2009).

Una revisió d'sprint ben executada té un efecte molt profund: l'equip obté reconeixement de la seva tasca i altres persones s'assabenten del que està fent. La revisió aconsegueix feedback vital dels interessats i hauria de ser un esdeveniment on diferents equips puguin interactuar i discutir el seu treball.

3.3.8 Sprint Retrospective

Abans de passar a l'sprint següent, es fa una retrospectiva en la qual tots els membres de l'equip donen les seves impressions. El propòsit de la retrospectiva és realitzar una millora contínua del procés. És una oportunitat perquè l'equip parli sobre el que funciona i el que no, i perquè s'acordin els canvis a afrontar.

La retrospectiva és el segon esdeveniment més important de Scrum ja que és l'oportunitat per millorar. Les retrospectives generalment no estan estructurades; tanmateix, el tema subjacent és sempre el mateix: què es pot fer millor en el proper sprint.

4 Teories de l'enginyeria del disseny

4.1 Evolució de l'enginyeria del disseny

Cross defineix el disseny com la concepció i realització de coses noves (Cross, 2007). D'altra banda, Andreasen (Andreasen, 2010) es refereix a la recerca en enginyeria del disseny com a: *“La formulació i validació de models i teories sobre el fenomen del disseny, així com el desenvolupament i validació de coneixements, mètodes i eines, basats en aquests models i teories”*.

Diversos autors centren la seva recerca en l'estudi de les investigacions sobre enginyeria del disseny i coincideixen en assenyalar que les primeres teoritzacions es situen a partir dels anys 50 del segle XX (Bayazit, 2004)(Swann, 2002)(Wallace, 1997)(Andreasen, 2011).

Bayazit situa els primers indicis de racionalització dels processos de disseny en iniciatives com les del moviment “De Stilj”, al principi dels anys 20, l'experiència de la Bauhaus i les posteriors influències dels seus professors (Gropius, Mies van der Rohe, Moholy-Nagy, ...) als Estats Units, en els textos de Le Corbusier o en les manifestacions de Buckminster Fuller (Bayazit, 2004). El mateix autor defensa la hipòtesi que la recerca de mètodes i tècniques de disseny emergeix arran de la guerra freda i de la cursa de la conquesta del cosmos, i indica les influències dels avenços científics, sociològics, ambientals, psicològics i del comportament humà, en aquells aspectes que es podien relacionar amb el disseny.

A partir de l'any 1962 es publiquen llibres i s'organitzen, als Estats Units i a Europa, trobades científiques de forma constant. Durant aquests anys, diversos governs promouen organitzacions com la National Bureau of Standards als Estats Units, el Centre Scientifique et Technique du Bâtiment a França, la Building Research Station a la Gran Bretanya o el Center International de Batiment als Països Baixos. Al 1972, el National Bureau of Standards organitza el primer International Congress on Performance Concept in Building (Bayazit, 2004).

En l'àmbit estricte de l'enginyeria, alguns autors desenvolupen mètodes sistemàtics de disseny, especialment Vladimir Hubka (Bayazit, 2004) que escriu *Konstruktionwissenschaft* al 1974, *Principles of Engineering Design* al 1982, *A Scientific Approach to Engineering Design* al 1987 i *Design Science* al 1996. Aquests dos últims textos, Hubka els escriu conjuntament amb Ernst Eder.

Al 1967 Hubka va organitzar la primera International Conference on Engineering Design (sèries ICED des de 1981) i va formar la Workshop Design-Konstruktion (WDK) Society juntament amb els professors Mogens Myrup Andreasen i Umberto Pighini. La WDK és l'origen de l'actual Design Society.

A part de Hubka i Eder, altres autors aprofundeixen en les metodologies de l'enginyeria del disseny (Bayazit, 2004): Morris Asimow (*Introduction to Design*, 1962), John Christopher

Jones (Design Methods: Seeds of Human Futures, 1992), Nigel Cross (Engineering Design Methods: Strategies for Product Design, 1994), L. Bruce Archer (Technological Innovation, 1971), T. T. Wododson (Intorduction to Engineering Design (1966), Stuart Pugh (The Design Audit: How to Use It, 1979) i David Ullman (The Mechanical Design Process).

John Christopher Jones està considerat el pioner de l'estudi de mètodes de disseny (Jones, 1982). Per a ell, el cicle de disseny conté tres etapes: divergència, transformació i convergència.

Nigel Cross (Cross, 1996) defineix els mètodes de disseny com a models que tracten de persuadir o motivar als dissenyadors a adoptar millors maneres de treballar. Cross indica que aquests models han tendit a suggerir una estructura bàsica pel procés de disseny: anàlisi, síntesi i avaluació.

Archer va desenvolupar un model prescriptiu més detallat i va identificar sis tipus d'activitat (Cross, 1996): Programació, recopilació de dades, anàlisi, síntesi, desenvolupament i comunicació.

La guia VDI 2221, tracta d'unificar i ordenar la gran quantitat de metodologies existents i preveu quatre etapes: plantejament del problema, disseny conceptual, disseny preliminar i disseny de detall (VDI-2221, 1986).

Pugh i Ullman són mostrats (Riba i Molina, 2006) com a exemples de models d'etapes del procés de disseny considerats clàssics. Sota aquest nom s'agrupen un conjunt de models que estableixen les etapes del problema a resoldre i la seqüència més recomanable per portar-les a terme. Aquest és el cas de Pahl & Beitz (1977), Pugh (1991), Ullman, (1992) i la guia alemanya (VDI 2221/2222, 1973). Les quatre propostes queden descrites en la taula següent (taula 4.1.):

Taula 4.1. Models clàssics d'etapes del procés de disseny (Riba i Molina, 2006)

Fase	Pahl i Beitz (1977)	Pugh (1991)	Ullman (1992)	VDI 2221/2222 (1973)
Ideació	Clarificació de la tasca	Mercat	Establiment de la necessitat	Clarificació de la tasca
		Especificació	Desenvolupament / Planificació de les especificacions	
Desenvolupament conceptual i bàsic	Disseny conceptual	Disseny del concepte	Desenvolupament de conceptes	Disseny conceptual
	Disseny bàsic o de materialització			Disseny de forma
Desenvolupament	Disseny detallat	Disseny detallat	Disseny del	Disseny detallat

avançat		producte		
Llançament	No inclosa	Manufactura	Producció	No inclosa
		Vendes	Servei	
			Retirada	

Com es pot veure, fonamentalment s'estableixen les etapes d'ideació, disseny conceptual, desenvolupament avançat i llançament.

- Ideació: en aquesta fase es fa una definició de les necessitats del mercat i es defineixen els requeriments del producte.
- Desenvolupament conceptual i bàsic: en la fase de disseny conceptual es desenvolupen alternatives de solució sobre el producte funcional. Per aconseguir-ho es realitzen activitats d'anàlisi que permeten comparar productes anàlegs o principis bàsics que poden ser d'utilitat en el desenvolupament del concepte, activitats de síntesi, que integren els principis o idees per generar les alternatives conceptuals, i activitats de simulació i avaluació per preveure el comportament de les alternatives generades i seleccionar les millors.
- Desenvolupament avançat: involucra totes les activitats que ofereixen com a resultat els documents d'enginyeria detallats, els quals són la base per a la fabricació del producte. En molts models clàssics aquesta etapa s'anomena disseny de detall.
- Llançament: en aquesta fase es fabriquen prototips per avaluar el disseny i fins i tot, es dissenya el procés de producció i es comença amb la fabricació del producte. Només alguns dels models inclouen aquesta fase.

Autors com Otto i Wood o Yang i El-Haik (Otto i Wood 2001) (Yang i El-Haik 2008) han desenvolupat models innovadors del procés de disseny. La diferència entre els models clàssics i la metodologia d'Otto i Word (Otto i Word, 2001) rau en la integració d'eines que permeten oferir un valor agregat al producte. En el cas de Yang i El-Haik (Yang i El-Haik, 2008), s'integren també les etapes de Design for Six Sigma (DFSS).

Taula 4.2. Metodologies actuals de disseny de producte (Riba i Molina, 2006)

Fase	Otto i Wood (2001)	Yang i El-Hiak (2003)
Ideació	Enginyeria Inversa (Investigació, predicció i hipòtesis)	Identificació dels requeriments
Desenvolupament conceptual i bàsic	Modelatge i anàlisi (Models del disseny i anàlisi del disseny)	Caracterització del disseny
Desenvolupament avançat		Optimització del disseny
Llançament	Redisseny (Paramètric, adaptatiu i original)	Validació del disseny

Coincidint amb Cross, Riba (Riba i Molina, 2006) explica que les activitats que es donen en totes les fases del procés de disseny de productes i que constitueixen el cicle bàsic de disseny es poden classificar en tres grans grups:

- Activitats d'Anàlisi: representen la descomposició d'alguna cosa complexa en els seus elements, l'estudi d'aquests elements i les seves relacions.
- Activitats de Síntesi: representen la unió d'elements per produir nous efectes i demostrar que aquests efectes creen un nou ordre. Involucren la investigació i el descobriment, la composició, i la combinació. Una característica essencial és la combinació de descobriments individuals o subsolucions en un sistema funcional complet, és dir, l'associació de components per formar un tot.
- Activitats d'Avaluació: representen la fase de definició del problema o procés de disseny que s'està resolent. Les combinacions o composicions definides en les activitats prèvies han de ser avaluades per escollir la que millor satisfaci el patró de desenvolupament desitjat en la solució i definit pels requeriments.

En la taula següent (taula 4.3) es mostra la possible integració de les eines i mètodes en el procés de desenvolupament de productes.

Taula 4.3. Classificació d'eines de suport al procés de disseny (Riba i Molina, 2006)

	Anàlisi	Síntesi	Avaluació
Ideació	Corba S del producte Anàlisis competitiu Entrevistes al client Focus group Qüestionaris tècnics Qüestionaris contextuais Anàlisi de l'usuari líder Tècnica Delphi Etnografia del producte JAD (Join Application Design)	Pluja d'idees Perfil de l'usuari Sessions de creativitat Model Klein	Avaluació de riscos Taules de Pugh VOA (Anàlisi d'oportunitat de valor) Intel·ligència competitiva
Desenvolupament conceptual i bàsic	Context inquiry TRIZ Model de Kano Diagrames d'afinitat Sessions de creativitat Descomposició funcional Diagrames d'anàlisi	Pluja d'idees Osborn's checklist QFD Cartes Morfològiques Matriu de síntesi IDEF0 Diagrames entitat - relació (ERD)	Avaluació de concepte (exploratory, assessment, validation, comparison) Ponderació i ranking Idea log Estudis Trade-Off Convergència

	Diagrames de classe (UML)	Diagrames de flux de dades (DFD) Casos d'ús Diagrames de robustesa	controlada VOA (Value Opportunity Analysis)
Desenvolupament avançat	Prototips ràpids	Pluja d'idees TRIZ Diagrames de restriccions espacials Matriu morfològica Modeladors de sòlids Modularitat Disseny d'experiments Diagrames de seqüència Diagrames de col·laboració	Anàlisi d'enginyeria de valor Disseny axiomàtic, AMEF Models matemàtics Anàlisi de Toleràncies DFM, DFA, DFX CAE Càlculs d'eficiència en el disseny Codis d'anàlisi
Llançament	Prototips ràpids	Modeladors conceptuals	Taules de Pugh DOE

A part de Bayazit, altres autors com, Swann (Swann, 2002) i Wallace (Wallace, 1997), proposen una anàlisi cronològica que mostra les diferents etapes en la investigació del disseny durant els últims 50 anys. Wallace (Wallace, 1997) mostra en primer lloc una etapa experimental (fins 1950) consistent en reflexions sobre la pràctica. Una segona etapa més intel·lectual (1960 - 1980) caracteritzada per la comprensió i la modelització de processos i productes, el que porta a teories i mètodes prescriptius. I una tercera etapa experimental (1980) que es caracteritza per la influència dels elements humans i descriptius.

Swann (Swann, 2002) proposa també tres fases. Una primera fase intuïtiva, operativa, aplicada i més comercial. Una segona fase amb mètodes racionals, fundada en l'objectivitat científica i fórmules positivistes. I una tercera fase amb la filosofia post modernista, centrada en un enfocament més pluralista de la investigació del disseny on s'ofereixen diverses formes alternatives d'investigació i validació de la recerca.

Durant el 6è Workshop del Design Theories SIG (Special Interest Group) de la Design Society, Armand Hatchuel i Yoram Reich van fer una síntesi de 5 anys de l'activitat del SIG i van esmentar quatre punts principals actuals per a la investigació sobre el disseny (Le Masson et al., 2013): una unitat evident en el camp de la teoria del disseny, múltiples canvis de paradigma que amenacen l'especificitat del disseny, la fragmentació de les professions de disseny i, els límits de la investigació empírica.

4.2 Teories del disseny

Una teoria del disseny és una col·lecció de conceptes, principis i relacions verificades experimentalment, útils per explicar el procés de disseny, així com per proveir un fonament i comprensió bàsica necessaris per proposar mètodes útils i aprofitables (Evbomwan, 1996).

Per Thompson i Paredis (Thompson et Paredis, 2010) una teoria del disseny és un model de l'acte de disseny que permet la interpretació de les accions de disseny des d'un punt de vista teòric. L'acte de disseny és una acció particular de processament d'informació realitzada per un dissenyador.

D'acord amb els plantejaments del Design Theory Special Interest Group de la Design Society (Design Society, 2014), actualment hi ha un creixent cos d'obres, la qual cosa indica una renovació dels enfocaments i de les qüestions referents a la teoria del disseny. Les teories de disseny són una disciplina actual i en evolució.

Durant les últimes dècades s'han proposat diverses aproximacions. Les que es mostren a continuació són les més representatives (Hatchuel, et al., 2011):

- General Design Theory (GDT) (Takeda, et al., 1990) (Tomiyama et Yoshikawa, 1986) (Yoshikawa, 1980).
- Axiomatic Design (AD) (Suh, 1990) (Suh, 1999) (Suh, 1999).
- Infused Design (ID) (Shai et Reich, 2004) (Shai et Reich, 2004)(Shai et al., 2009).
- Coupled Design Process (CDP) (Braha et Reich, 2003) (Reich, 1995).
- Concept-Knowledge theory (CK) (Hatchuel et Weil, 2003) (Hatchuel et Weil, 2009).

D'altra banda, segons Thompson i Paredis (Thompson et Paredis, 2010), les teories que haurien de ser estudiades són: Simon's Sciences of the Artificial (Simon, 1996), General Design Theory, Function-Behavior-State diagrams (Umeda et al. 1990), Gero's Design Prototypes (Gero, 1990), Decision-Based Design (Hazelrigg, 1996) (Hazelrigg, 1998) (Krishnamurty, 2006) (Lewis et al., 2006) (Marston et Mistree, 1997), Coupled Design Process, i la Concept-Knowledge theory.

Com es pot comprovar hi ha una certa coincidència en la tria. Tanmateix, s'ometen altres referències importants en la literatura del sector: l'Axiomatic Design, el Systematic Design Method de Pahl i Beitz (Pahl et Beitz, 1996) i la metodologia TRIZ (Altshuller, 2004). Segons els autors aquests enfocaments proposen mètodes de disseny en lloc de teories de disseny. Es verifica, però, que no hi ha una distinció clara entre mètode i teoria, i que tampoc hi ha un criteri comú en determinar quins enfocaments mereixen ésser seguits.

4.2.1 General Design Theory

La General Design Theory (GTD) (Takeda, et al., 1990) (Tomiyama et Yoshikawa, 1986) (Yoshikawa, 1980) es basa en tres axiomes i set teoremes, i explica el disseny com el procés de transformació que té lloc entre un espai funció i un espai d'atributs, on l'especificació de disseny correspon a un punt del primer espai i la solució de disseny a un punt del segon. Es representa a les figures 4.1. i 4.2.

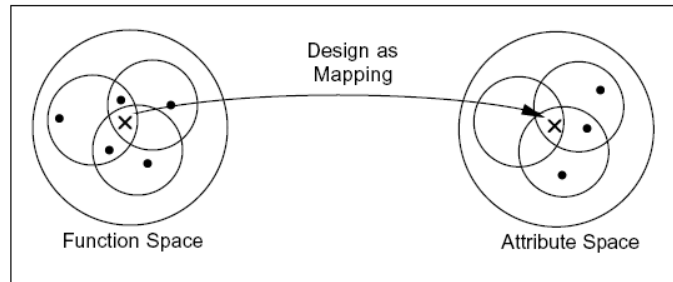


Figura 4.1. Procés de disseny en el cas de coneixement ideal (Takeda, et al., 1990)

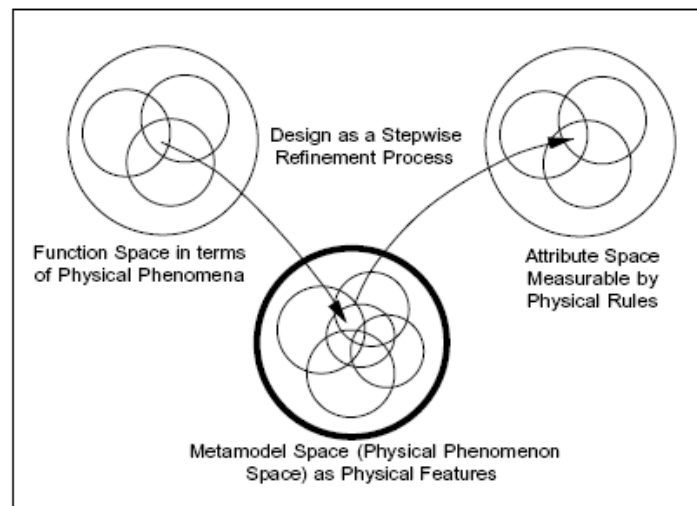


Figura 4.2. Procés de disseny en el cas de coneixement real (Takeda, et al., 1990)

Aquesta transformació no és simple i directa, sinó que és un procés de refinament pas a pas en el qual el “metamodel” (descripció de l’objecte de disseny independent del context) va evolucionant per l’addició d’informació i coneixement que sorgeix a partir de l’execució d’escenaris de disseny (procediments i regles) que creen un context C, els continguts del qual són avaluats contra el metamodel M_i de manera que si existeix consistència (compliment de les restriccions) entre ells, el metamodel es transforma en un estadi superior M_{i+1} , i així continua el procés fins que els requeriments inicials queden completament satisfets. La figura següent (figura 4.3) il·lustra el procés descrit:

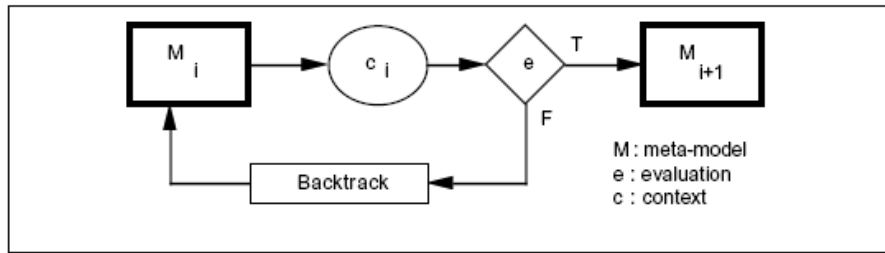


Figura 4.3. Evolució del metamodel (Takeda, et al., 1990)

4.2.2 Axiomatic Design

Aquesta metodologia va ser desenvolupada pel Dr Suh del Departament d'Enginyeria Mecànica de l'MIT a partir de la dècada de 1990 (Suh, 1990) (Suh, 1999) (Suh, 1999). S'han dut a terme una sèrie de conferències acadèmiques per presentar la seva situació actual. L'última Conferència Internacional de Disseny axiomàtic (ICAD) es va celebrar al 2009.

La proposta de Suh en la seva formulació és la de definir el disseny com la relació entre els requeriments funcionals del domini funcional i els paràmetres de disseny del domini físic. La sustenta a través de dos axiomes fonamentals (d'aquí el nom de la teoria): independència i informació. El primer, condiona el disseny a la independència dels requeriments funcionals, mentre que el segon es refereix al disseny òptim com a aquell disseny funcionalment desacoblat (el que compleix l'axioma 1) que requereix mínima informació. A partir d'aquests axiomes, Suh proposa set corol·laris (regles) i set teoremes, que fonamenten la seva proposta de formulació del procés de disseny mitjançant l'expressió:

$$FR = [A] DP$$

en la qual FR és el vector de requeriments funcionals, DP el de paràmetres i A la matriu de disseny.

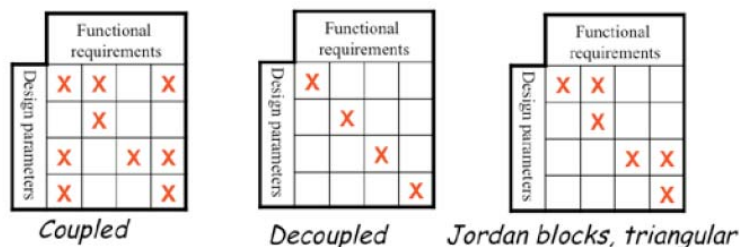


Figura 4.4. Representació simplificada del primer axioma (Suh, 1990)

4.2.3 Infused Design

L'Infused Design (Shai et Reich, 2004) (Shai et Reich, 2004) (Shai et al., 2009) segueix el model de funcions dels atributs de disseny. En comparació amb les teories anteriors, l'ID

introdueix formalment l'impacte de les transformacions dels coneixements previs en el procés de disseny. Aquesta dinàmica no existia en la GDT i només es troba de forma implícita en la CDP i l'AD. A més, especifica una classe especial de transformacions de coneixement que són una ajuda directa pel dissenyador. Aquestes transformacions es basen en relacions matemàtiques que hi ha entre els diversos camps de la ciència de l'enginyeria, com la dualitat, la generalitat o l'equivalència. Gràcies a aquestes relacions matemàtiques, un problema que es formula en el llenguatge d'un camp pot ser rigorosament traduït en un altre camp, en el qual es poden resoldre amb més facilitat. Finalment, la solució de disseny s'accedeix per la traducció inversa.

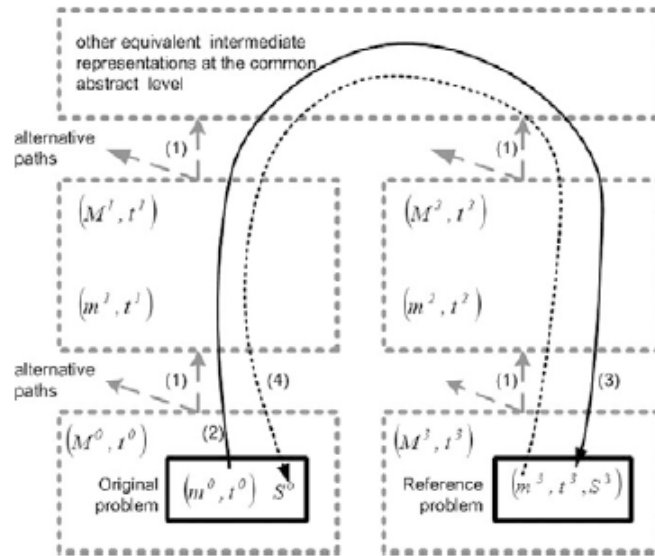


Figura 4.5. ID, model abstracte del mètode (Shai i Reich, 2004)

4.2.4 Coupled Design Process

La teoria anomenada Coupled Design Process (CDP), la qual es pot considerar com una generalització directa de la GDT, augmenta la seva capacitat generadora (Braha i Reich, 2003) (Reich, 1995). En lloc d'un conjunt d'entitats fixes definit com un espai topològic com en la GDT, en la CDP s'assumeix que el disseny és un procés en el qual les funcions i paràmetres de disseny (els "atributs" en el llenguatge de la GDT) coevolucionen. No hi ha un camí estàtic entre una llista fixa de les funcions i atributs, sinó que hi ha una sèrie de canvis acoblats $(f_i, d_i) \rightarrow (f_j, d_j)$ en els quals es poden afegir noves funcions i nous atributs per tenir en compte els nous problemes i noves condicions de disseny. Aquests acoblaments signifiquen que el dissenyador pot començar indistintament des de les funcions i trobar els atributs o al revés. Per tant, la CDP inclou l'aprenentatge i el descobriment com una part integral del procés de disseny.

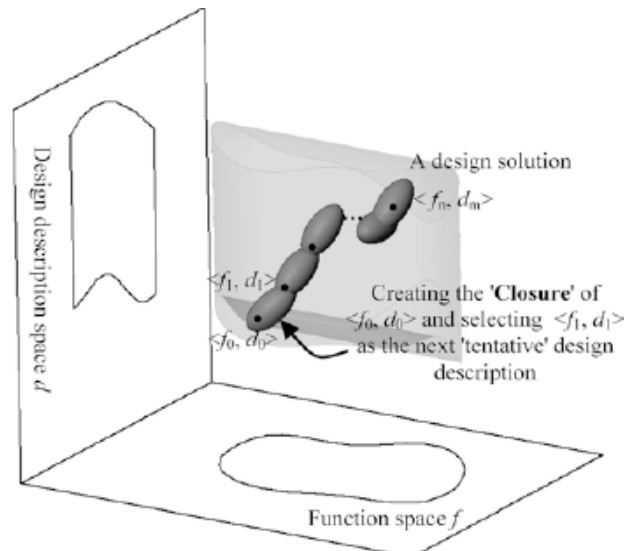


Figura 4.6. CDP, refinament doble de funcions i descripció del disseny (Braha and Reich, 2003)

4.2.5 Concept-Knowledge theory

La Concept-Knowledge Theory (C-K Theory) és la teoria més recent, pot incloure les altres i és la que s'utilitza en aquest document. En el proper punt s'exposa detalladament.

Una de les potencialitats centrals de la C-K Theory és la possibilitat de modelar el pensament creatiu i la innovació com una part constitutiva del procés de disseny. La teoria respon a tres limitacions existents en les teories prèvies. En primer lloc, quan s'ha pretès adaptar una teoria a la teoria de resolució de problemes, no s'ha aconseguit explicar els aspectes innovadors (inventius) del disseny. En segon lloc, les teories clàssiques són dependents del domini dels objectes a dissenyar, ja que han estat pensades a partir dels coneixements específics bàsics i conceptes propis de cada sector. En tercer lloc, les teories del disseny i les teories de la creativitat han estat desenvolupades en diferents camps de recerca. Tanmateix, una teoria del disseny hauria d'incloure aspectes com la creativitat o l'atzar com a aspectes propis.

Una definició completa de disseny, ha de poder explicar, dos processos conjunts que no estan clarament definits per la definició habitual:

- Un mapatge dinàmic entre les especificacions i solucions de disseny (la representació gràfica del procés).
- La generació d'objectes desconeguts a l'inici i l'existència dels quals podria ser garantida pel coneixement que es pot descobrir durant el procés.

La combinació d'aquestes dues qüestions condueix precisament a les premisses de la C-K Theory (Hatchuel et Weil, 2009). Al mateix temps, la possibilitat de representar gràficament la concepció d'un objecte és el que permet associar la C-K Theory a la monitorització de projectes.

4.3 Concept – Knowledge Theory

4.3.1 Introducció de la C-K Theory

La Concept – Knowledge Theory introduïda per Hatchuel i Weil (Hatchuel et Weil, 1999, 2002, 2003, 2007, 2009), ofereix una formalització del disseny que és independent del domini dels objectes a dissenyar, i permet explicar qüestions com la invenció, la creativitat i el descobriment en els processos de disseny. L'objectiu de la teoria és proporcionar un marc rigorós, unificat i formal dels processos de disseny. D'acord amb els seus autors la formalització de la teoria està basada en els axiomes de la teoria de conjunts de Zermelo-Fraenkel.

La teoria ha estat desenvolupada després d'un gran nombre d'estudis empírics. La seva aplicació com a mètode ha estat utilitzada en diferents entorns industrials. Ha estat objecte d'un interès creixent en la literatura, i altres estudis, a part dels d'Hatchuel i Weil, han contribuït al seu actual estat de desenvolupament. La teoria ha estat posada en pràctica en una trentena d'empreses de diversos sectors com el de béns de consum (Nestle, Tefal, Decathlon), les TIC (ST-Microelectronics, Bell Labs d'Alcatel) o l'aviació (SNECMA, Safran, Turbomeca), incloses les empreses d'àmbit internacional (Volvo, Novo Nordisk, SAAB Aeroespacial). La càtedra "Théorie et méthodes de la conception innovante" de l'École de Mines ParisTech a Paris, inaugurada al gener de 2009 compta amb el suport financer de Dassault Systems, RATP, Renault, Thales Vallourec, SNCF i ST (Agogué et al., 2014).

La teoria planteja tres elements (Hatchuel et Weil, 2003) (Hatchuel et Weil, 2009): dos espais i la relació entre aquests espais. Els dos espais s'anomenen, espai del coneixement o espai K (K space) i espai dels conceptes o espai C (C space). La representació gràfica dels dos espais es pot veure en les figures 4.7 i 4.8.

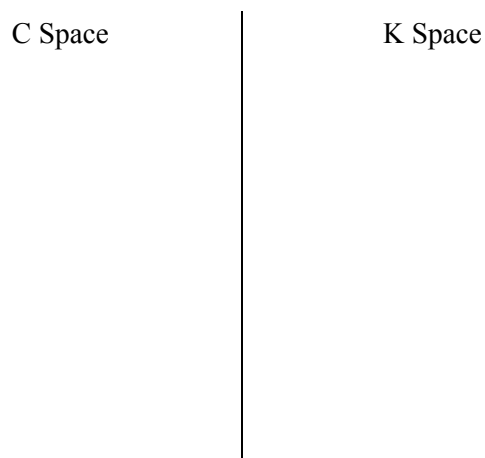


Figura 4.7. Representació dels espais C i K. Elaboració pròpia

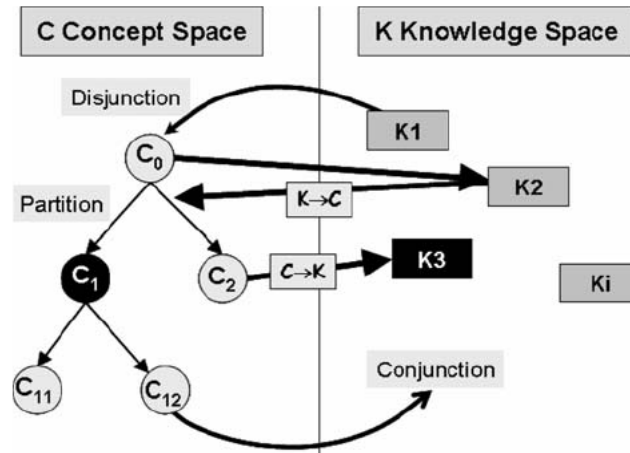


Figura 4.8. La dinàmica de la C-K Theory (Hatchuel et al, 2004)

L'espai K (espai de coneixement), es defineix com un conjunt de proposicions amb un estat lògic, d'acord amb el coneixement a disposició dels dissenyadors. És el coneixement objectiu del qual disposa el dissenyador, és allò que el dissenyador coneix, descriu tots els objectes i les veritats des del seu punt de vista. Queda clar que K no és tot el coneixement existent. Aquest aclariment és molt important atès que significa que el procés de disseny està limitat per allò que el dissenyador coneix.

L'espai K, conté les proposicions que caracteritzen els objectes (en part coneguts) així com les relacions (en part conegudes) entre aquests objectes. En K, totes les proposicions són vertaderes o falses. L'espai K és ampliable, és a dir, el contingut de K canviarà amb el temps i les definicions d'alguns objectes de K també pot canviar.

La C-K Theory defineix un concepte com a una entitat o grup d'entitats que verifica un grup de propietats (o atributs) P_n (existeix algun objecte x, amb un grup de propietats P₁, P₂, ..., P_k veritables en K). Aquest grup de proposicions no té un estat lògic en l'espai K. En tant que conjunt de propietats, un concepte pot ser modificat a partir de l'adició o substracció de les mateixes.

L'espai C conté conceptes que són proposicions indecidibles en K sobre l'objecte x parcialment desconegut. Cal dir que una proposició és qualificada com indecidible en relació amb el contingut d'un espai K si no és possible demostrar que aquesta proposició és vertadera o falsa en K.

En la C-K Theory, el concepte de partició fa referència als possibles estats del procés de disseny. D'alguna manera significa el conjunt de solucions possibles en l'etapa del problema de disseny. Cal establir dos tipus de particions: particions restrictives i particions expansives.

Les particions restrictives es donen quan el conjunt de solucions possibles ja existeix. El conjunt de les solucions possibles està completament especificat.

Una altra possibilitat és que la solució no existeixi a l'inici del procés de disseny, i per tant la feina a realitzar hagi d'anar molt més enllà d'una simple exploració de les possibles solucions existents. Això comporta l'ús de particions expansives successives per a arribar a determinar una solució.

En l'espai C només es poden fer particions, ja que no es permeten altres operacions. Per tant, C té sempre una estructura d'arbre. En canvi, K és expandit per noves proposicions que no tenen cap raó per seguir un ordre estable o estar connectades directament. K creix com un arxipèlag per l'addició de nous objectes o per noves propietats que vinculen aquests objectes.

4.3.2 Què és un procés de disseny?

Segons la C-K Theory, el disseny es defineix com el procés mitjançant el qual un concepte genera altres conceptes o es transforma en coneixement. Així, el disseny és una activitat de raonament que comença amb un concepte (una proposició indecidible en relació amb els coneixements actuals) al voltant d'un objecte x parcialment desconegut i continua amb els intents d'expandir-lo a altres conceptes i/o nous coneixements.

Per tant, el procés de disseny és una doble expansió dels espais C i K a través de l'aplicació de quatre tipus d'operadors (figura 4.9): $C \rightarrow C$, $C \rightarrow K$, $K \rightarrow C$, $K \rightarrow K$ (Hatchuel et Weil, 2009). El procés de disseny no és més que l'ús dels operadors que permeten ampliar aquests dos espais: cada espai ajuda a l'altre a expandir-se.

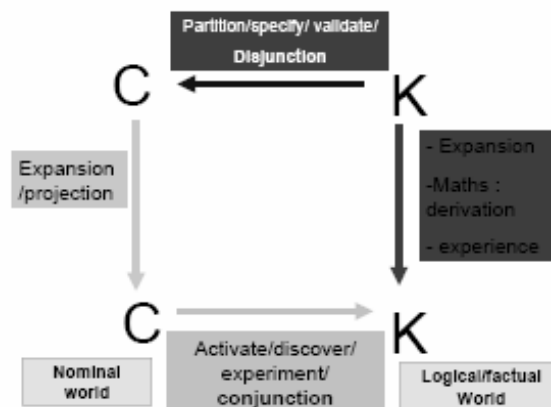


Figura 4.9. El quadrat de disseny modelat per la C-K Theory (Hatchuel et al, 2004)

Els operadors K-C sumen o resten propietats de K als conceptes de C. Això correspon al que normalment anomenem la generació d'alternatives (Disjunció). L'operador amplia l'espai C amb elements de K, genera conceptes provisionals mitjançant l'assignació de nous atributs.

Els operadors C-K cerquen propietats en K que es poden sumar o restar per arribar a proposicions amb un estat lògic; creen les conjuncions que podrien ser acceptades com a dissenys acabats. Corresponen a les validacions en el disseny clàssic: fer una prova, un pla experimental, un prototip.

Cada vegada que un concepte és modificat per un nou atribut, cal comprovar si la proposta nova encara és un concepte. Les noves proposicions que es generen poden ser noves fonts d'atributs de la partició següent. Així, els conceptes tenen una potència d'exploració en K a través de la seva validació.

Els operadors K-K responen a les regles clàssiques de la lògica i el càlcul proposicional que permeten una autoexpansió de l'espai K; inclouen tot tipus de raonaments clàssics (classificació, deducció, l'abducció, inferència, etc.). A més, qualsevol metodologia de disseny que es pugui realitzar com un programa (o un algoritme) sense l'ús dels conceptes, es redueix finalment a un operador K-K.

Els operadors C-C responen a les regles clàssiques de la teoria de conjunts que permeten la inclusió i el control de les particions. La seva és doncs, una funció operativa, són l'element necessari per permetre l'evolució dels conceptes en l'espai C mitjançant les particions.

4.3.3 Diagrames C-K

D'acord amb Agogué (Agogué et al. 2014), la C-K Theory permet representar gràficament una activitat de disseny mitjançant els diagrames C-K. Aquests diagrames han d'incloure els dos espais i mostrar la seva expansió gradual i l'ús dels quatre operadors (figura 4.10).

Un diagrama C-K representa una instantània d'una situació de disseny, és a dir, l'estat, en un instant t , del coneixement activat i dels diversos atributs expressats en el procés. Permet representar conjuntament les diverses vies explorades, mitjançant diferents particions. Aquests diagrames serveixen de suport per a una discussió sobre el procés i també són útils pel dissenyador, ja que fan notar els diferents atributs que defineixen l'objecte, i en conseqüència, permeten explicar les eleccions fetes i obrir pistes alternatives. Finalment, aquests esquemes permeten, als equips de disseny, explorar i coordinar més fàcilment la seva activitat.

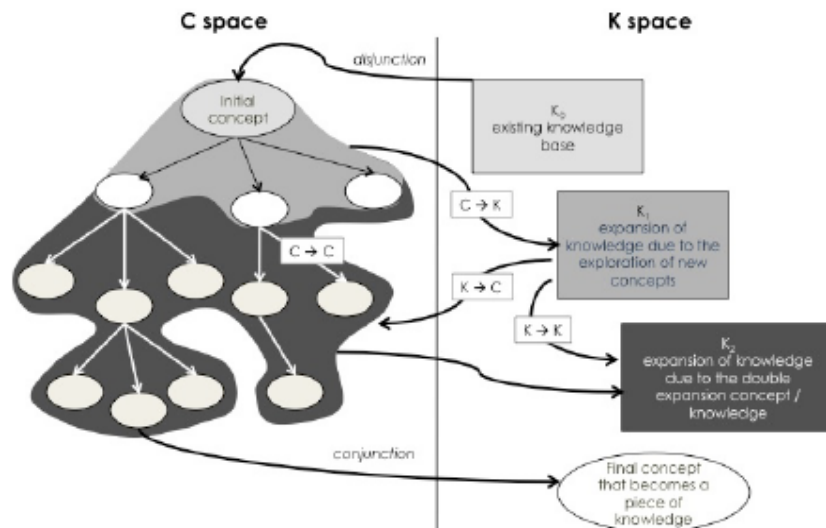


Figura 4.10. Exemple d'un diagrama C-K (Agogné i Cassotti, 2013)

Per construir un diagrama cal seguir els passos següents (Hooge, 2012):

1. Identificar C0
2. Explorar K. És convenient estructurar K rigorosament. En un procés de disseny, part del coneixement explícit, sovint és descuidat. El dissenyador ha de descriure rigorosament cada nínxol de coneixement incorporat en el procés per tal de gestionar totes les oportunitats que ofereix i poder-lo tornar a utilitzar en altres processos.
3. Triar una estratègia de disseny (figura 4.11). L'estratègia "primer l'amplada (breadth first)" implica fer primer, una partició lògica del concepte inicial. L'estratègia "primer la profunditat (depth first)" implica fer una enumeració de les característiques possibles del concepte inicial.

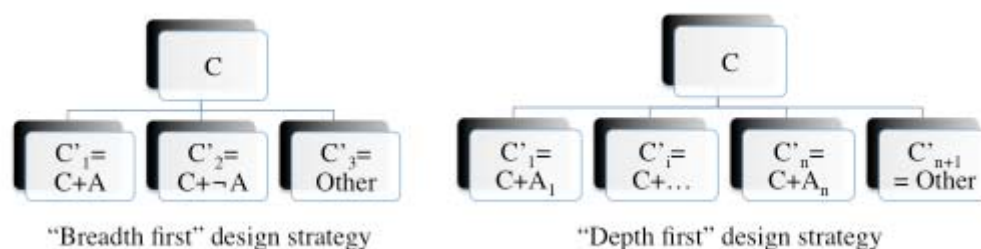


Figura 4.11. Estratègies de disseny (Hooge et al., 2012)

4. Expandir Cn aplicant les següents directrius pràctiques:
 - a. Col·locar Cn d'esquerra a dreta d'acord amb la seva capacitat disruptiva. El procés de disseny condueix a diferents tipus de conceptes, els quals presenten diferents nivells d'expansions des del què és conegut fins al què és desconegut. Totes les particions poden ser organitzades d'acord amb aquest principi:

- A la part esquerra de l'espai C, els objectes coneguts en connexió amb els conceptes a prop d'objectes o serveis coneguts i existents.
- Al centre de l'espai C, les expansions que són assolibles per una addició incremental de coneixement o una reorganització del coneixement existent.
- A la part dreta de l'espai C, les expansions que condueixen a conceptes alternatius disruptius (encara no explorats) i desafiant la solidesa dels coneixements en l'espai K.

b. Explicitar els canvis en el procés de disseny. Els canvis en el procés de disseny es poden destacar utilitzant un codi de color tenint en compte el grau d'expansió dels conceptes explorats a l'espai C (conegut, assolible, perjudicial), i el grau de familiaritat amb les bases de coneixement (validat, en procés d'aprenentatge, desconegut) en l'espai K (figura 4.12).

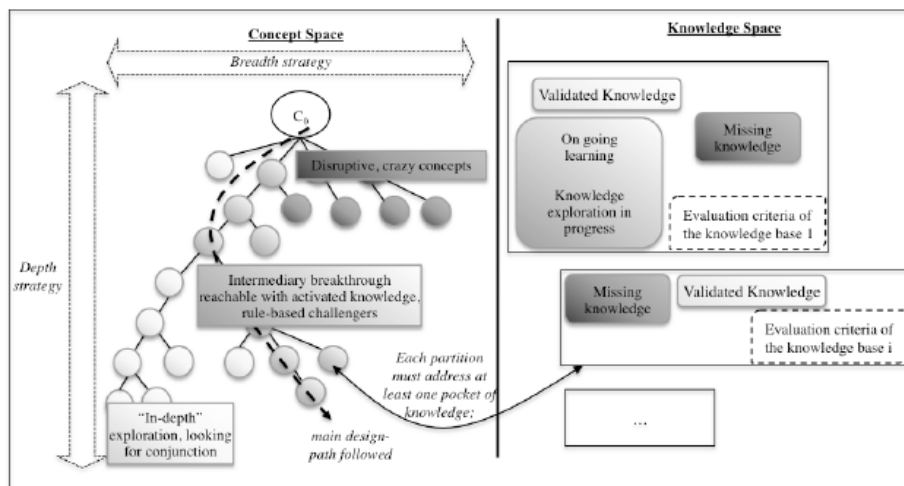


Figura 4.12. Sistema de representació del procés de disseny (Hooge et al., 2012)

4.3.4 Actualitat de la recerca centrada en la C-K Theory

La formulació de la teoria ha estat incorporada en el llibre “Strategic Management of Design and Innovation”, publicat per Cambridge University Press l’any 2010 (Le Masson et al., 2010). En aquest llibre, es verifica la vigència de la teoria com a objecte susceptible d’investigació, atès que les publicacions han anat creixent en els últims anys. Els últims articles apareguts estan publicats a “Research in Engineering Design” (Springer-Verlag, London) a l’abril de 2013.

A “On the imaginative constructivist nature of design”, Akin Kazakçi (Kazakçi, 2012) discuteix el constructivisme en el disseny. Per parlar d’aquest paradigma, Kazakçi utilitza les arrels formals del constructivisme, anomenades intuicionisme de Brouwer, les analitza des del punt de vista de la C–K Theory.

A “Towards an ontology of design: lessons from C–K theory and Forcing”, Armand Hatchuel, Benoit Weil i Pascal Le Masson (Hatchuel et al., 2012), pretenen revelar una ontologia del disseny a partir de l'estudi de les similituds i diferències entre dos de les teories formals més abstractes, la C-K Theory en enginyeria del disseny i el Forcing en la teoria de conjunts en matemàtiques.

D'altra banda, a “Design theory and conceptual design: contrasting functional decomposition and morphology with parameter analysis”, Kroll (Kroll, 2012) analitza un mètode d'anàlisi de paràmetres. Atès que els mètodes clàssics tendeixen a tornar a utilitzar les regles de disseny existents, amb l'anàlisi de paràmetres el dissenyador se centra en el paràmetre que es considera com el problema més difícil de les especificacions de disseny i això l'ajuda a identificar ràpidament les zones on més es necessita la renovació de les regles. Usant la C-K Theory l'article mostra que l'anàlisi dels paràmetres ajuda a organitzar la relació entre C i K, ja que cada pas del procés d'anàlisi deriva en una expansió de C i de K; en contrast, els mètodes clàssics apareixen com una forma de procés de recerca limitada a coneixements disponibles.

Per acabar, a “Creativity and scientific discovery with infused design and its analysis with C–K theory”, Shai, Reich, Hatchuel i Subrahmanian (Shai et al., 2012) aborden un dels reptes clau per a una teoria del disseny: el modelatge dels descobriments científics. Usant la C-K Theory com a eina d'anàlisi, es mostra com els descobriments científics es basen en els aspectes clau del raonament de disseny.

La conclusió de l'anàlisi documental, és que es detecten publicacions d'un grup de recerca que utilitza la teoria en l'àmbit del disseny en enginyeria de la construcció i per tant, coincideix amb la recerca que s'està duent a terme. Aquest grup està format pels investigadors Wim Zeiler i Perica Svanovic de la Facultat Bouwkunde (Department of the Built Environment) de la Technische Universiteit Eindhoven. La seva feina s'exposa en el punt següent.

4.3.5 Integral Design

Wim Zeiler i Perica Svanovic han desenvolupat un mètode per ajudar a un equip creatiu en la fase de disseny conceptual d'un edifici. El mètode s'anomena Integral Design (Zeiler et Svanovic, 2008) (Svanović et Zeiler, 2009) (Zeiler et Svanovic, 2009) (Svanović et Zeiler, 2009) (Zeiler et Svanovic, 2010) (Zeiler, 2010) (Zeiler et Svanovic, 2010) (Zeiler, 2012). L'Integral Design utilitza l'anàlisi morfològica elaborada per dissenyadors individuals de diferents disciplines i vinculats a un mateix projecte. Les anàlisis morfològiques es posen en comú per formar diferents alternatives.

L'anàlisi Morfològica és un mètode analític-combinatori creat el 1969 per Fritz Zwicky, del Califòrnia Institute of Technology. El seu objectiu és resoldre problemes mitjançant l'anàlisi de les parts que el componen. Es basa en la concepció que qualsevol objecte del nostre pensament

està compostat o integrat per un cert nombre d'elements i en la consideració que aquests tenen identitat pròpia i poden ser aïllats. Per tant, parteix d'una llista d'atributs per a generar noves possibilitats. Realitza totes les combinacions possibles utilitzant cada vegada una variant de cada atribut. Els passos a seguir són els següents:

- Escollir el problema a resoldre, situació o objecte a millorar, etc.
- Analitzar quins atributs (o elements, o paràmetres) el componen.
- Analitzar les variants o alternatives possibles de cada atribut.
- Combinar, fent totes les combinacions possibles, agafant cada vegada una variant de cada atribut.
- Cerca morfològica, que consisteix a analitzar les diferents combinacions i veure les seves possibilitats creatives.

Zeiler i Savanovic defineixen quatre passos en el procés (figura 4.13): interpretar, generar, seleccionar i formar.

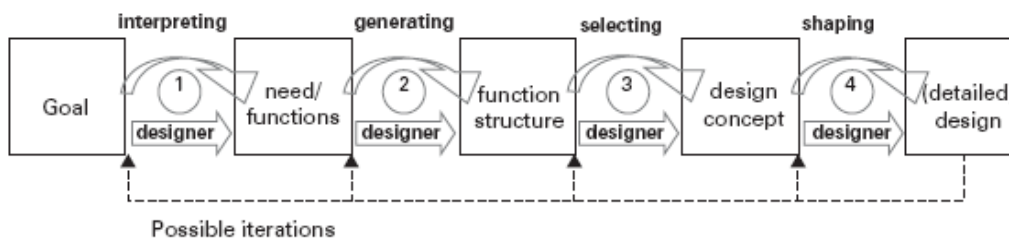


Figura 4.13. Estructura de quatre passos de l'Integral Design (Zeiler i Savanovic, 2009)

L'aplicació de l'Anàlisi Morfològica es concreta amb matrius o cartes morfològiques. Les cartes relacionen aspectes o funcions de l'edifici amb les seves possibles solucions. D'acord amb el mètode, es construirà una anàlisi per a cada àmbit de disseny del projecte, de manera que el procés continua amb la construcció de la visió de conjunt obtinguda de la combinació de les diferents cartes morfològiques dels diferents membres de l'equip de disseny, considerant cada funció, subfunció i/o aspecte, així com les seves solucions triades. Aquesta operació es realitza a través d'una discussió entre els participants.

En aquest procés no només es mostren variacions o combinacions de les solucions existents, sinó que apareixen solucions completament noves. D'aquesta manera, es pot interpretar el mètode de l'Integral Design a partir de l'òptica de la C-K Theory, identificant les operacions que corresponen als operadors C-K.

5. Conclusions de l'estat del coneixement, hipòtesis a demostrar i metodologia de treball

5.1 Conclusions de l'estat del coneixement

Com a conclusions de l'estat del coneixement es poden destacar els punts que es presenten en aquest apartat. Tant l'enginyeria del disseny com la gestió de projectes són disciplines aparegudes durant el segle XX i són àrees de coneixement en expansió. S'han determinat les organitzacions que a nivell internacional promocionen l'avenç del coneixement i la recerca tant en l'àmbit de la gestió de projectes com en l'àmbit de l'enginyeria del disseny. Cada una d'aquestes institucions organitza congressos internacionals en els quals es presenta el coneixement desenvolupat més recentment.

Pel què fa a la monitorització de projectes, des del punt de vista de la seva gestió es pot afirmar que:

- S'ha constatat que existeixen estàndards internacionals (PRINCE2, PMBOK Guide i ISO 21500) que es modifiquen periòdicament per tal d'adaptar-se a l'evolució del coneixement.
- Els estàndards no serveixen per a les fases de disseny perquè són rígids i responen més a la voluntat de sistematitzar artificialment el procés que a les característiques i necessitats del mateix.
- Un dels aspectes més recents i que encara ha de ser estudiat amb més intensitat en el futur, són els mètodes de desenvolupament àgil de projectes. Aquests mètodes han estat utilitzats en el sector de desenvolupament de software.
- Existeixen pocs casos en els quals s'hagi documentat l'aplicació de mètodes àgils en àmbits que no siguin el desenvolupament de software. Per aquest motiu, no hi ha coincidències de cap tipus amb la recerca que es vol dur a terme.
- No existeixen casos en els quals es relacioni els mètodes àgils amb l'enginyeria de la construcció.
- El mètode àgil més utilitzat i popular és l'Scrum. Aquest mètode es descriu àmpliament en nombrosa bibliografia apareguda en els últims anys. L'Scrum té una estructura senzilla amb molt pocs elements i molt poques normes. Les característiques no funcionals queden determinades per les característiques estrictament funcionals. Així, l'autogestió de l'equip de treball, per exemple, no és quelcom desitjable, sinó que és una funcionalitat implícita. En altres mètodes de desenvolupament àgil això no és així.
- L'estructura de l'Scrum suggereix la seva aplicabilitat en altres àmbits diferents al desenvolupament de software. La clau de la seva aplicabilitat és la possibilitat de dividir el procés en elements i que aquests puguin ser lliurables d'alguna manera, és a dir, definir-los com a acabats.

Pel què fa a l'enginyeria del disseny es poden establir les següents consideracions:

- Una de les qüestions fonamentals és la necessitat de formular una teoria que sigui independent de qualsevol domini. Amb aquest objectiu s'han fet diverses propostes. La

Concept-Knowledge Theory és la última teoria formulada en aquest àmbit. Apareguda l'any 2003, durant els últims congressos ha anat evolucionant fins a la seva situació actual (Le Masson, 2013). La C-K Theory, introduïda per Hatchuel i Weil (Hatchuel i Weil, 2003), ofereix una formalització del disseny que és independent del domini dels objectes a dissenyar, i permet explicar qüestions com la invenció, la creativitat i el descobriment en els processos de disseny. L'objectiu és proporcionar un marc rigorós, unificat i formal per al procés de disseny.

- Una de les propietats centrals de C-K Theory és la possibilitat de modelar el pensament creatiu i la innovació com una part constitutiva del procés de disseny.
- La C-K Theory permet un mapatge dinàmic entre les especificacions i solucions de disseny i la generació d'objectes desconeguts, l'existència dels quals podria ser garantida pel coneixement que es pot descobrir durant el procés.
- Tot i l'aspecte abstracte de la teoria, la seva simplicitat i generalitat permeten plantejar el seu estudi en la seva aplicació en l'enginyeria de la construcció. Existeixen propostes d'aplicació de la C-K Theory sobre diversos àmbits de la indústria, inclòs el disseny en enginyeria civil com el que es porta a terme en el grup de recerca format pels investigadors W. Zeiler i P. Svanovic de la Faculteit Bouwkunde (Department of the Built Environment) de la Technische Universiteit Eindhoven. Aquest estudi té un punt de vista diferent al que s'ofereix en aquest document atès que proposa, a grans trets, un enfocament amb menys graus de llibertat i per tant, més rígid.
- En tant que teoria del disseny, la C-K Theory modelitza el procés de disseny, però no en proposa una organització temporal ni funcional. Com a teoria ha d'explicar qualsevol cas possible i per tant no ha de restringir la seva generalització per motius d'organització i planificació del procés de disseny.

La conclusió final de la revisió de l'estat del coneixement és que es detecta la possibilitat d'iniciar una investigació de l'aplicació conjunta de la Concept-Knowledge Theory i el mètode Scrum i fer-ho amb l'objectiu de monitoritzar processos de disseny.

5.2 Hipòtesis a demostrar

L'objectiu general d'aquest treball és estudiar la manera d'avançar en l'establiment d'un coneixement estable i sistemàtic centrat en la monitorització dels projectes no determinats. Aquest objectiu es basa en la possibilitat d'existència d'una metodologia de disseny per projectes constructius consistent en l'aplicació simultània de la Concept-Knowledge Theory i el mètode de desenvolupament àgil Scrum. Darrera aquesta formulació hi ha implícita una primera hipòtesi per la qual es pot usar l'Scrum en projectes que no són de desenvolupament de software.

Les hipòtesis restants estan supeditades al compliment de la primera. Aquestes hipòtesis corresponen a les possibilitats d'utilització de l'Scrum per a la monitorització de projectes i de la C-K Theory per a la mateixa finalitat. La verificació d'aquestes hipòtesis derivaria en la quarta hipòtesi d'acord amb la qual es pot plantejar l'ús simultani de la Concept-Knowledge Theory i el mètode de desenvolupament àgil Scrum per monitoritzar l'evolució d'un projecte. Per tant, les hipòtesis que es contempen en aquest treball són:

- Hipòtesi 1: Es pot usar l'Scrum en projectes que no són de desenvolupament de software.
- Hipòtesi 2: És possible utilitzar l'Scrum per a la monitorització de projectes no determinats.
- Hipòtesi 3: És possible utilitzar la C-K Theory per a la monitorització de projectes no determinats.
- Hipòtesi 4: És possible utilitzar simultàniament l'Scrum i la C-K Theory per a la monitorització de projectes no determinats.

Es pretén, doncs, en última instància, verificar l'aplicació de la C-K Theory en un projecte no determinat utilitzant al mateix temps l'estructura Scrum i comprovar les possibilitats de monitorització que ofereix aquest mètode.

5.3 Metodologia de treball

La metodologia seguida pel desenvolupament d'aquesta Tesi Doctoral es recull i s'explica en els punts següents:

1. Detecció d'un problema a investigar.
Es documenten dues situacions susceptibles d'ésser resoltes. En primer lloc, en les petites empreses no s'utilitzen els estàndards de gestió de projectes. En segon lloc, en les pràctiques corresponents a l'ensenyament basat en projectes (PBL) hi ha problemes en les planificacions que fan els alumnes i en el seguiment que el professor pot fer del processos seguits per cada grup d'estudiants.
2. Decisió de delimitació de la recerca als projectes no determinats i definició dels mateixos.
La recerca es limita als projectes no determinats i s'estableix, a partir de la documentació acadèmica existent, la diferència entre projecte determinat i projecte no determinat.
3. Disseny d'una estratègia de recerca d'informació.
Per a afrontar el problema a investigar es marquen dos àmbits possibles per a la recerca, la gestió de projectes i les teories del disseny.

4. Recerca d'informació general sobre gestió de projectes.
Es realitza una recerca d'informació sobre la situació i les tendències actuals en matèria de gestió de projectes: quins són els estàndards més generalitzats? com funcionen? Es determinen quines són les línies més actuals en aquest àmbit.
5. Recerca d'informació concreta sobre mètodes de gestió àgil de projectes.
Es du a terme una recerca documental sobre els mètodes de desenvolupament àgil: quins són? quines són les seves característiques? quins avantatges i quins inconvenients tenen?.
6. Recerca d'informació general sobre teories del disseny.
Es procedeix a una recerca de documentació sobre les teories del disseny actualment en vigor: quines són? quins fenòmens permeten explicar o modelitzar?.
7. Determinació dels objectius i de l'abast de la Tesi Doctoral.
Després de la recerca prèvia d'informació referent a la gestió de projectes, als mètodes de gestió àgil i a les teories del disseny, es defineixen els objectius i l'abast del treball a realitzar.
8. Comparació i elecció d'un mètode de gestió àgil de projectes que pugui resultar més adequat pel propòsit de la Tesi Doctoral.
S'analitzen els diferents mètodes documentats i es determina quin s'adequa més al compliment dels objectius formulats.
9. Comparació i elecció d'una teoria del disseny que pot resultar més adequada pel propòsit de la Tesi Doctoral.
S'estudien les diverses teories existents i es decideix quina pot ser la que ofereix més possibilitats de cara a la recerca.
10. Obtenció de les conclusions corresponents a l'Estat del Coneixement.
Tots els punts anteriors i aquest mateix constitueixen l'Estat del Coneixement de la Tesi Doctoral. S'obtenen totes les conclusions per a enfocar i concretar el treball a realitzar.
11. Formulació de les hipòtesis.
A partir de les conclusions de l'Estat del Coneixement es planteja una resposta al problema a investigar, definit en el punt 1, i com a conseqüència, es formulen les hipòtesis que hauran de ser contrastades. Aquestes es tradueixen en la necessitat de desenvolupar un mètode per monitoritzar projectes no determinats.
12. Desenvolupament d'un mètode per a la monitorització de projectes no determinats utilitzant l'Scrum i la C-K Theory.
Es desenvolupa un mètode consistent en la hibridació d'aquest dos elements juntament amb la utilització d'un sistema d'emmagatzematge d'arxius.
13. Recerca d'informació de metodologies d'investigació.
Es procedeix a la recerca de documentació per a determinar les possibles estratègies existents per comprovar la validesa, els avantatges i els inconvenients del mètode desenvolupat.
14. Disseny d'una metodologia de validació.

A partir dels coneixements adquirits, es dissenya un procés de validació del mètode. Aquest consisteix en dos tipus de validacions que es basen en un enfocament qualitatiu: una investigació observacional i l'estudi de casos.

15. Recerca d'equips participants en la investigació observacional.
Es busca un col·lectiu prou gran i que permeti obtenir diversos grups de treball per dur a terme la investigació consistent en l'observació de la implementació del mètode en la realització de projectes.
16. Recerca de casos d'estudi.
Es localitzen casos concrets, reals i recents que puguin ser estudiants tant, a partir d'una anàlisi de la informació documental disponible, com a partir de la participació dels seus protagonistes. S'obtenen tres casos a estudiar.
17. Realització de la investigació observacional en un entorn acadèmic.
S'observa el comportament dels diferents equips de participants els quals implementen el mètode en la realització d'un projecte. L'adquisició de les dades correspon a la capacitat de monitorització que s'està validant.
18. Investigació de tres casos d'estudi.
Es realitzen tres estudis en els quals es corroboren les possibilitats de representació dels processos de disseny mitjançant els diagrames C-K. Els casos corresponen a projectes reals desenvolupats en l'àmbit professional. Els estudis es basen en l'anàlisi de documents i en les entrevistes realitzades.
19. Anàlisi i interpretació dels resultats de la investigació observacional.
Els resultats produïts pels diversos equips participants en l'observació s'analitzen i s'interpreten. S'especifica una forma de tractament i de presentació que en facilita la lectura.
20. Anàlisi i interpretació dels resultats dels estudis de casos.
A partir dels resultat de l'anàlisi de la documentació i de l'entrevista, s'interpreta cada cas i es procedeix a la realització del diagrama C-K corresponent.
21. Discussió dels resultats.
Tota la informació obtinguda a partir de les dues estratègies de validació s'analitza globalment, posant en relació tots els resultats obtinguts.
22. Establiment de les conclusions resultants de la investigació.
Es determinen les conclusions obtingudes i es comprova la certesa o falsedat de les hipòtesis. Es constaten les aportacions fetes al coneixement i es plantegen les possibles futures línies d'investigació derivades del treball fet.
23. Redacció de la tesi doctoral.
Es procedeix a la redacció de la Tesi Doctoral.

El capítol 5 correspon al punt 11 de la llista anterior. Els punts de l'1 fins al 9 es troben en els quatre primers capítols de la Tesi, la resta és recullen en les capítols següents, del 6 fins al 10.

6. Mètode per a la monitorització de projectes no determinats

6.1 Punt de partida per a un mètode de monitorització de projectes

En l'entorn actual, l'agilitat, la flexibilitat, i la rapidesa a l'hora de reaccionar a les incerteses, són competències fonamentals d'una organització. Aquestes competències han de ser compatibles amb la necessitat de fer un correcte seguiment i control dels projectes. Aquesta monitorització també és una activitat clau, permet reaccionar als canvis i propicia una avaluació profunda que, al mateix temps, suposa un aprenentatge.

La gestió àgil de projectes i, concretament, el marc de treball Scrum possibilita la simbiosi entre la facilitat d'adaptació als canvis i la necessitat de control. La gestió àgil es fonamenta en la creativitat, la motivació i la capacitat de comunicació de les persones, superant els entorns de treball que es basen en el seguiment d'instruccions dins d'una jerarquia. Tanmateix, la gestió àgil també implica rigor, eficiència i ordre. Els elements que defineixen el mètode Scrum, com la product backlog o els daily scrum, són els límits que imposen una estructura en la qual un equip pot treballar de forma disciplinada a partir de la seva autogestió.

D'altra banda, en certs entorns professionals o acadèmics, el control i l'avaluació de projectes no haurien de quedar restringits a les variables convencionals de seguiment, com l'evolució dels costos o l'evolució temporal. Quan l'activitat d'una organització es centra en projectes no determinats o de disseny caldria revisar els diferents estats de la configuració de l'objecte que s'està dissenyant. D'aquesta manera, seria possible, per exemple, veure la quantitat de solucions tecnològiques que s'han proposat durant el procés i estudiar quines han evolucionat i quines no. La possibilitat de fer un mapa del procés de disseny permetria obtenir una gran quantitat d'informació sobre els sistemes de treball d'un determinat equip.

La disciplina centrada en l'estudi dels processos de disseny és l'enginyeria del disseny. A partir del coneixement de les teories pròpies d'aquest àmbit es pot plantejar la possibilitat d'obtenir dades que permetin visualitzar aquest tipus de processos. La gestió de projectes, com a disciplina, no disposa d'una eina adequada per fer un seguiment dels paràmetres d'una activitat de disseny.

Per l'objectiu d'aquesta tesi, s'han pres com a punts de partida tant el mètode Scrum, en tant que mètode de gestió àgil, com la C-K Theory en tant que teoria del disseny. A partir d'aquests dos elements es pot proposar un sistema de monitorització que mostri l'evolució d'un projecte en tota la seva dimensió, des de la seva evolució temporal fins a la definició de cada una de les etapes del disseny. En altres paraules, es proposa plantejar una hibridació de l'Scrum amb la C-K Theory entenent per hibridació la formació d'un híbrid, és a dir, de quelcom format per elements de diferents orígens.

6.2 Introducció al mètode

El mètode que es proposa es basa en la extensa bibliografia existent sobre Scrum i en la C-K Theory formulada per Armand Hachuel i per Benoit Weil. A grans trets, la proposta consisteix a utilitzar l'Scrum com a marc de treball per a gestionar un projecte i al mateix temps, descriure, mitjançant els diagrames C-K, l'estat de la configuració de l'objecte que s'està dissenyant.

A mesura que evoluciona el projecte, caldrà anotar cada evolució d'acord amb les eines corresponents al mètode de gestió. Així, es disposarà d'una product backlog, de les sprint backlog i de les burndown chart construïdes diàriament durant el procés. D'altra banda, es disposarà d'un diagrama C-K, que evolucionarà dia a dia d'acord amb les diferents solucions que es proposen per a resoldre un disseny.

En l'Scrum, un projecte és realitzat per un equip. Tant si els membres d'aquest equip comparteixen l'espai de treball, com si treballen des de diferents ubicacions, el mètode ha de permetre que la documentació (els arxius) del projecte siguin compartits i a l'abast de tothom en tot moment. Per aquest motiu, és necessari disposar d'un servei d'allotjament de fitxers.

En el cas d'aquest estudi, el servei d'allotjament de fitxers utilitzat és el Dropbox. El sistema permet emmagatzemar i sincronitzar arxius "on line" i compartir-los amb altres usuaris. Existeix una funcionalitat que permet conèixer la història dels arxius presents. Aquesta eina forma un registre de tots els esdeveniments que han tingut lloc en el sistema. Així, si s'utilitza el Dropbox com a espai d'allotjament dels arxius corresponents a un projecte, el registre generat permet obtenir dades útils per a la monitorització del procés. D'aquesta manera, es disposa de la informació corresponent als arxius en els quals s'ha treballat: el nom, l'extensió, la data, l'hora de la modificació i la persona que l'ha modificat.

El mètode que es proposa dona com a resultat un conjunt d'informació (la product backlog, les sprint backlog, les burndown chart, els diagrames C-K i el registre d'esdeveniments en el sistema d'allotjament d'arxius) que permeten tenir una instantània de l'estat d'un projecte en qualsevol moment. Això significa que es disposa de l'eina que permet fer-ne el seguiment i el control exhaustiu.

El mètode facilita l'adquisició de la informació atès que aquesta és inherent al seu funcionament. Si s'utilitza l'Scrum cal construir la product backlog i cal fer els scrum diaris, així com la resta d'aspectes que el formen. Si s'utilitza el sistema d'allotjament d'arxius, aquest genera automàticament un registre. La monitorització, doncs, es produeix gairebé de forma automàtica, facilitada per l'evolució del mateix procés. Tant el product owner, l'scrummaster, l'equip o en altre cas, el director de projecte, el gerent, el client o, en entorns acadèmics, el professor, poden tenir accés a la informació actualitzada corresponent als paràmetres del

projecte. En aquest estudi es proposarà una manera de presentar aquesta informació mitjançant el que s'ha anomenat “fitxes de monitorització”.

Les fitxes de monitorització contindran la informació que permet visualitzar l'estat d'un projecte en un moment determinat. Així, les taules i els gràfics obtinguts constitueixen la informació necessària per monitoritzar el projecte. Tota aquesta informació pot ser mostrada de forma concentrada en la fitxa de monitorització. Aquestes fitxes poden de ser actualitzades diàriament i mostren una visió ràpida i simplificada de l'estat d'evolució del procés.

6.3 Etapes del mètode

El mètode s'inicia quant es disposa d'un projecte no determinat a realitzar, és a dir, quant cal desenvolupar un projecte de disseny. L'altre element indispensable és la definició de l'equip de persones responsables del seu desenvolupament. En l'Scrum es recomana que aquest equip estigui format per un conjunt de 3 a 9 persones.

A continuació cal identificar i atribuir els rols. En equips ja formats és fàcil que els rols estiguin predeterminats i que els participants tinguin clares les funcions de cadascú. Les atribucions del product owner han de ser recordades en aquest punt. Un cop realitzats aquests aclariments, la primera tasca de l'scrumàster és preparar el sistema d'allotjament de fitxers.

Aleshores, el grup de treball (el product owner, l'scrumàster i l'equip) procedeix a determinar la product backlog i a realitzar el primer sprint planning.

Acte seguit, l'equip està en disposició d'iniciar el primer sprint. La realització de l'sprint consisteix en l'execució de l'activitat de disseny pròpiament dita. Això significa que és en l'sprint on pren forma l'aplicació de la C-K Theory. En la product backlog s'han exposat els requeriments funcionals que ha de resoldre el projecte, i aquest és el punt de partida del procés de disseny. El procés s'iniciarà definint un concepte (C0) que estarà constituït per un conjunt inicialment limitat d'atributs que són proposicions de l'espai K. Aquests atributs sorgeixen dels requeriments funcionals establerts en la product backlog i són generats d'acord amb la C-K Theory. Els elements que conformen l'sprint evolucionaran d'acord amb la teoria i de la manera com l'equip sigui capaç d'aplicar-la.

El projecte avança en etapes successives anomenades sprints. Cada sprint correspon a una etapa nova del procés de disseny i per tant és el marc per a la utilització de la C-K Theory. El procés continua de la forma següent: en primer lloc, es procedeix a la presentació del resultat de primer sprint (sprint review) i posteriorment, a la realització de la avaluació del mateix (sprint retrospective).

Des del punt de vista del procés de disseny, l'sprint review i l'sprint retrospective són únicament tasques funcionals i no intervenen en la configuració de l'objecte. Per aquest motiu no procedeix l'aplicació de la C-K Theory.

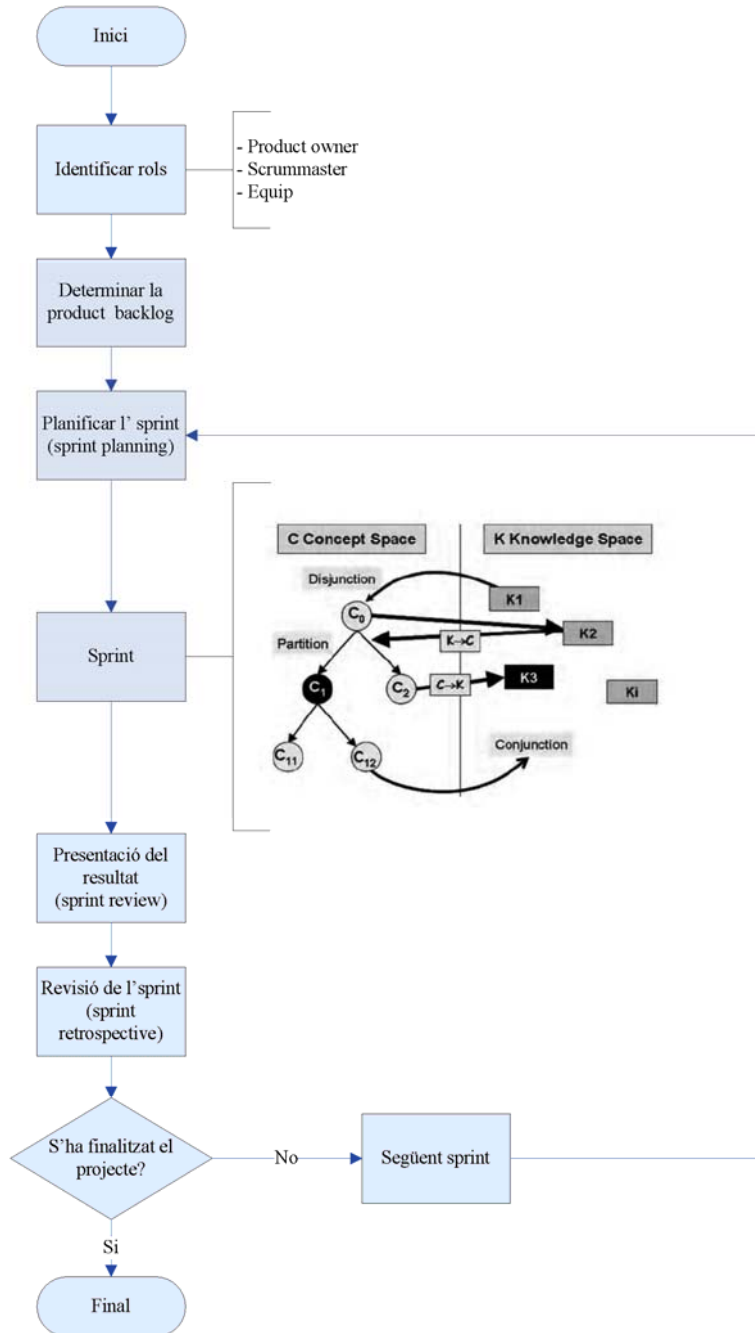


Figura 6.1. Etapes del mètode. Elaboració pròpia

Un cop presentat el resultat avaluat el primer sprint es pot a iniciar el segon sprint. Per fer-ho, es segueix el mateix procediment: realitzar el segon sprint planning, realitzar el segon sprint (aplicació de la C-K Theory), presentar el resultat de l'sprint (sprint review) i avaluar-lo (sprint retrospective).

El procés pot continuar amb un tercer sprint si el projecte no s’ha finalitzat. Aquest es desenvoluparia de la mateixa manera que els anteriors: realitzar l’sprint planning, realitzar l’sprint (aplicació de la C-K Theory), presentar el resultat (sprint review) i avaluar-lo (sprint retrospective).

El procés s’allarga fins a tants sprints com siguin necessaris per a acabar obtenint un resultat del projecte. El resultat ha de ser un concepte amb prou atributs com per a demostrar-ne la seva viabilitat en K.

Com s’ha indicat, l’objectiu que es persegueix amb aquesta metodologia no són els resultats que es puguin obtenir en l’aplicació i tampoc la qualitat de les decisions que s’hagin pogut prendre, sinó les potencialitats de monitorització que ofereix el procediment.

Diàriament, l’equip de treball i l’scrummàster han de fer una reunió de planificació de la jornada, l’scrum diari (daily scrum). Com s’ha indicat, en aquesta trobada cada membre de l’equip ha de respondre a tres qüestions: què ha fet avui? què és el que està planejant fer avui? i, ha tingut algun problema que li hagi impedit aconseguir el seu objectiu? En aquesta reunió cal actualitzar les eines de monitorització del projecte. En primer lloc cal indicar els punts resolts en la burndown chart. En segon lloc, cal contrastar els registres en el sistema d’allotjament d’arxius amb les respostes dels components de l’equip. Al mateix temps, cal anotar les accions realitzades en el sistema. Finalment, s’ha de revisar i actualitzar el diagrama CK del projecte.

Tots aquests indicadors de seguiment i control, s’afegeixen, actualitzats, a la fitxa de monitorització del projecte.

6.4 Descripció detallada

El mètode s’aplica a partir de la necessitat de desenvolupar un projecte de disseny. Cada un dels procediments seguits en el mètode i indicats en la figura 6.1 es concreta de la manera següent:

1	Definició de l’equip		
Objectiu/s	Definir un equip d’ entre 3 i 9 persones		
Actor/s	Scrummàster		
Després de	-	Abans de	Identificació i atribució dels rols
Descripció i notes			
Es procedeix a decidir les persones que configuraran l’equip de disseny.			

2	Identificació i atribució de rols		
Objectiu/s	Identificar i atribuir els rols		
Actor/s	Product owner / scrummàster / equip		
Després de	Definició de l'equip	Abans de	Preparació del software
Descripció i notes			
S'atribueixen el rols corresponents a cada una de les persones participants en el projecte. Es revisen les funcions i competències de cada un.			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El product owner és el representant del client. Les seves funcions són: definir i prioritzar les funcionalitats del producte, decidir dates i continguts, i ajustar les funcionalitats i les prioritats en cada iteració, si és necessari. ▪ L'scrummàster és el facilitador de l'Scrum, assegura que el procés s'utilitza com cal, és el responsable del compliment de les regles. ▪ L'equip té la responsabilitat de lliurar el producte. Aquest grup de persones ha de disposar de les habilitats transversals necessàries per realitzar el treball. 			

3	Preparació del software i altra infraestructura		
Objectiu/s	Preparar el sistema d'emmagatzematge de fitxers		
Actor/s	Scrummàster		
Després de	Identificació i atribució de rols	Abans de	Determinació product backlog
Descripció i notes			
L'scrummàster ha de posar a punt les eines necessàries per a la realització del projecte com ara el sistema d'emmagatzematge de fitxers, un grup en una xarxa social i el software necessari per a la realització del projecte (processador de textos, fulla de càlcul, CAD,...).			

4	Determinació de la product backlog		
Objectiu/s	Determinar la product backlog		
Actor/s	Product owner / scrummàster / equip		
Després de	Preparació del software	Abans de	Sprint planning
Descripció i notes			
La product backlog és una llista de les coses que el client vol o necessita. És una taula que ha de contenir els camps següents: identificador, nom, importància i estimació inicial.			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificador: un identificador únic. ▪ Nom: una descripció de l'element. 			

- **Importància:** la ratio d'importància que el product owner dóna a cada element.
- **Estimació inicial:** la valoració inicial de l'equip sobre quina quantitat de treball cal per implementar l'element, comparada amb els altres elements. Les unitats són "punts".
- **Notes:** qualsevol altra informació, aclariment, referència a altres fonts d'informació, etc.

És un document obert i es pot modificar, és prioritzada pel product owner i reprioritzada al començament de cada sprint.

El product owner ha de concentrar-se en els objectius del projecte i no entrar en temes tècnics que són competència de l'equip (l'scrummàster ha de vetllar perquè es respectin cada una de les competències).

5	Sprint planning		
Objectiu/s	Analitzar i avaluar la product backlog. Seleccionar l'objectiu de l'sprint. Fer la planificació. Decidir com arribar a l'objectiu de l'sprint. Crear l'sprint backlog (tasques) en base als temes de la product backlog. Estimar l'sprint backlog en hores.		
Actor/s	Product owner / scrummàster / equip		
Després de	Determinar la product backlog	Abans de	Realització de l'sprint
Descripció i notes			
El propòsit de la planificació de l'sprint és proporcionar a l'equip informació suficient per poder treballar. El resultat de l'sprint planning ha de ser: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Un objectiu de l'sprint. ▪ Una sprint backlog. ▪ Una data concreta per a l'sprint review. ▪ Un lloc i moment definits per l'scrum diari. Només l'equip decideix quants elements s'inclouran. Un dels principis fonamentals de Scrum és que mai es prolonga la durada de l'sprint. S'acaba en la data assignada encara que l'equip no hagi acabat el treball compromès. Cal que tots els participants tinguin molt clara la definició de cada element. No pot succeir que sigui en etapes posteriors on es detectin aquestes incomprendions. Els elements de l'sprint backlog es poden dividir en elements més petits i en tasques, si és necessari.			

6	Realització de l'sprint		
Objectiu/s	Realitzar l'sprint		
Actor/s	Scrummàster / equip		
Després de	Sprint planning	Abans de	Sprint review
Descripció i notes			
En aquesta etapa, l'equip realitza la feina corresponent al projecte.			
S'han de realitzar diàriament les tasques següents:			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Daily scrum meeting ▪ Actualització de la burndown chart ▪ Actualització del diagrama CK ▪ Actualització de la informació obtinguda del sistema d'allotjament d'arxius 			

6.1	Daily scrum meeting		
Objectiu/s	Informar els altres membres sobre el progrés i els obstacles		
Actor/s	Scrummàster / equip		
Dins de	Realització de l'sprint	Periodicitat	Diària
Descripció i notes			
És una reunió curta (15 minuts o menys) que se celebra cada dia a una hora prefixada i tot l'equip assisteix a la reunió.			
Cada membre de l'equip informa sobre tres coses a la resta:			
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Què ha fet des d'ahir? ▪ Què és el que està planejant fer avui? ▪ Ha tingut algun problema que li hagi impedit aconseguir el seu objectiu? (És el paper del scrummàster recordar aquests impediments). 			

6.2	Actualització de la burndown chart		
Objectiu/s	Actualitzar la burndown chart		
Actor/s	Scrummàster / equip		
Dins de	Realització de l'sprint	Periodicitat	Diària
Descripció i notes			
La burndown chart és el gràfic on es mostra l'evolució de l'sprint. En l'eix horitzontal es marca l'escala temporal, habitualment en dies, i en l'eix vertical els punts de treball. Cada dia es marquen els punts de treball que s'han acabat. Al final de l'sprint no han de quedar activitats a realitzar.			

El gràfic serveix per alertar de situacions anòmales en l'evolució del procés. Per exemple, si la corba del gràfic és massa plana aleshores significa que l'equip té massa feina i cal eliminar alguns elements de la backlog de l'sprint, si la corba baixa sobtadament, significa que l'equip pot abordar més elements en el mateix sprint.

6.3 Actualització del diagrama CK

Objectiu/s Actualitzar el diagrama CK

Actor/s Scrummàster / equip

Dins de Realització de l'sprint Periodicitat Diària

Descripció i notes

Per a l'actualització del diagrama CK cal seguir els passos següents:

- Construir un diagrama CK amb un espai C i un espai K.
- Identificar clarament el concepte inicial.
- Explorar K, considerar quin és el coneixement disponible i quin el necessari pel projecte. Estructurar el resultat rigorosament.
- Explicitar, marcar en el diagrama, els canvis en el procés de disseny corresponents a les particions dels conceptes.
- Explicitar les adquisicions de coneixement o els coneixements usats en cada partició.

El diagrama CK es construeix realitzant una línia recta que separa l'espai C a l'esquerra i l'espai K a la dreta.

A l'espai C s'hi indiquen les diferents configuracions (conjunt de propietats) que formen l'objecte a projectar. L'addició o sostracció de propietats genera una partició que deriva en una nova configuració de l'objecte. En el diagrama CK s'hi indiquen les particions que es realitzen mostrant la connexió amb la precedent.

A l'espai K cal indicar-hi el coneixement utilitzat per generar cada una de les particions.

6.4 Actualització de la informació obtinguda del sistema d'allotjament d'arxius

Objectiu/s Actualitzar la informació obtinguda del sistema d'allotjament d'arxius

Actor/s Scrummàster / equip

Dins de Realització de l'sprint Periodicitat Diària

Descripció i notes

El registre del sistema d'emmagatzematge permet obtenir dades corresponents als arxius en els quals s'ha treballat: el nom, l'extensió, la data, l'hora de la modificació i la persona que l'ha modificat.

L'actualització de la informació del sistema d'allotjament d'arxius es realitza mitjançant el

tractament d'aquestes dades i mitjançant les següents operacions.

- Es genera la taula descriptiva de la quantitat i el tipus d'accions realitzades en el sistema d'emmagatzematge per a cada un dels integrants i pel total de l'equip. Les accions possibles són: agregar, modificar, eliminar, canviar de nom, moure, editar i restaurar arxius.
- Es genera una taula on es mostra l'agrupació de les activitats d'agregar i modificar arxius respecte a la d'eliminar arxius. Les dues primeres accions corresponen a la generació de contingut al projecte, l'eliminació en destrueix. La diferència entre les accions generadores de contingut i les que en destrueixen indiquen la quantitat d'accions realitzades que són efectives a nivell de treball.
- Es construeix la gràfica del número d'accions per data. Aquesta gràfica mostra les dates en les que s'han fet accions en el registre, i el número d'accions fetes.
- Es construeix la gràfica de l'evolució temporal de l'acumulació, en el sistema d'emmagatzematge, del número d'arxius amb contingut.

6.5 Actualització de la fitxa de monitorització

Objectiu/s Actualitzar la fitxa de monitorització

Actor/s Scrummàster / equip

Dins de Realització de l'sprint Periodicitat Diària

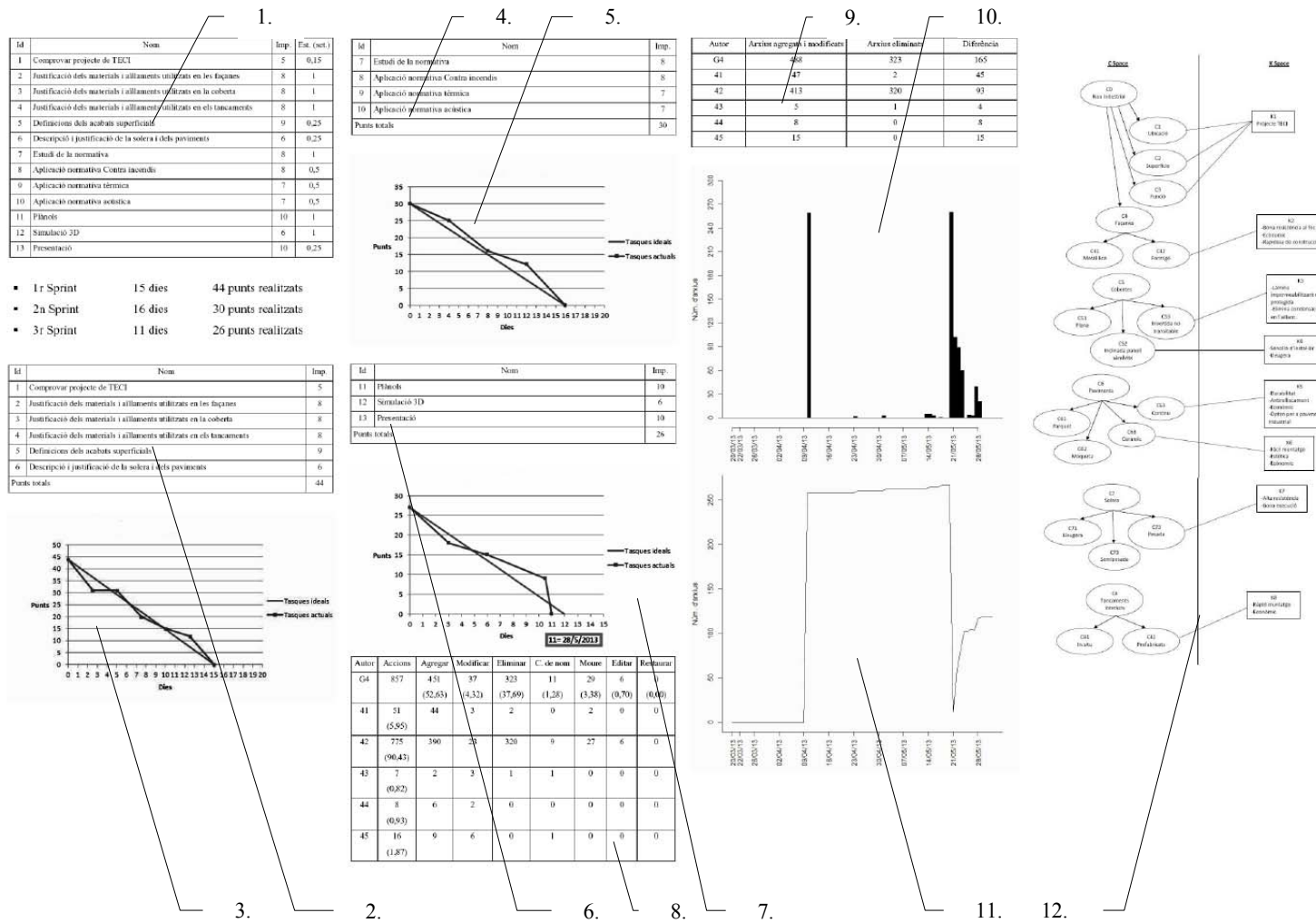
Descripció i notes

El disseny de la fitxa que es proposa correspon al d'un full apaïsat de dimensions suficients que en permetin la lectura. En la part superior de la fitxa cal indicar-hi: la data en la qual s'ha començat el projecte, la data de la última actualització de la fitxa, el nom del product owner, de l'scrummàster i de tots els membres de l'equip, el nom del projecte i altres dades que es puguin considerar d'importància (nom del promotor, descripció, telèfons de contacte,...). La resta de la fitxa s'estructura en quatre columnes en les quals s'hi ubiquen d'esquerra a dreta i de dalt a baix els elements de monitorització seguint l'ordre següent:

- Product backlog.
- Dates dels sprints.
- Sprint backlogs.
- Burdown chart.
- Taules corresponents a l'activitat generada a Dropbox.
- Diagrames CK.

Si és necessari, la informació pot ocupar l'anvers i el revers de la fitxa.

En la figura 6.2 es mostra l'esquema tipus de la fitxa de monitorització que es proposa.



1. Product backlog
2. Backlog primer sprint
3. Burndown chart primer sprint
4. Backlog segon sprint
5. Burndown chart segon sprint
6. Backlog tercer sprint
7. Burndown chart tercer sprint
8. Taula de tipus d'accions
9. Taula d'arxius amb contingut
10. Gràfic de tipus d'accions
11. Gràfic d'arxius amb contingut
12. Diagrama C-K

Projecte:
 Data d'inici:
 Data última actualització:
 Product owner:
 Scrummàster:
 Equip:

Figura 6.2. Exemple de fitxa de monitorització. Elaboració pròpia

7	Sprint review		
Objectiu/s	Revisar el resultat de l'sprint		
Actor/s	Product owner / scrummàster / equip		
Després de	Realització de l'sprint	Abans de	Sprint Retrospective
Descripció i notes			
Es presenta el resultat de l'sprint. És una activitat d'inspecció i adaptació del producte.			

8	Sprint Retrospective		
Objectiu/s	Revisar el funcionament de l'sprint		
Actor/s	Scrummàster / equip		
Després de	Sprint review	Abans de	Descans entre sprints
Descripció i notes			
Es revisa el funcionament de l'equip durant l'últim sprint. El propòsit és realitzar una millora contínua del procés i acordar els canvis a afrontar.			

En aquest punt, si no correspon al final del projecte, s'ha de retornar al punt 5, sprint planning, per tal d'avançar cap a l'sprint següent.

7. Metodologia de validació

7.1 Investigació qualitativa

En els punts anteriors s'ha mostrat el problema a investigar, s'ha documentat i definit el mateix, s'ha imaginat una resposta probable que s'ha exposat com a hipòtesi i s'han deduït o imaginat conseqüències empíriques d'aquestes. Les etapes del procés metodològic d'investigació a afrontar a continuació són les següents:

- Dissenyar la verificació de les hipòtesis o el procediment concret a seguir en la seva prova.
- Posar a prova o contrastar amb la realitat les hipòtesis a través de les seves conseqüències, o mitjançant subhipòtesis empíriques.
- Establir les conclusions resultants de la investigació.
- Estendre les conclusions o generalitzar els resultats.

La verificació de les hipòtesis ha de consistir, en aquest cas, en constatar un model teòric. El problema és doncs, comprovar que el model és executable, i aquesta mateixa execució verificarà les hipòtesis. La metodologia usada ha de ser, doncs, l'aplicació directa del model en un marc d'experimentació controlat i observat. En aquest procés d'experimentació apareixeran variables i relacions de causalitat entre aquestes que caldrà identificar.

La investigació qualitativa té com a objectiu la comprensió significativa dels fenòmens i la interpretació motivacional de la conducta dels actors socials (Ortí, 1994). Per aquesta raó aquest és l'enfocament que s'ha adoptat en aquest estudi.

Com explica Fernández (Fernández, 2005) existeixen quatre tècniques fonamentals per obtenir informació (Blaxter et al, 2000): els documents, les entrevistes, l'observació i els qüestionaris. Aquestes tècniques es poden utilitzar soles o poden combinar-se per tenir diferents enfocaments sobre les variables en estudi (Hernández et al, 2003). Aquestes, però, no són les úniques tècniques de les quals pot disposar l'investigador. En el "Handbook of Qualitative Research" (Denzin i Lincoln, 2005), es mostra la següent llista d'estratègies: Study design, case study, etnografia, observació participant, fenomenologia, etnometodologia, grounded theory, mètode biogràfic, mètode històric, investigació acció i aplicada i investigació clínica.

També segons Fernández (Fernández, 2005), la decisió d'utilitzar una tècnica o una altra, depèn de la seva validesa i de la seva confiabilitat (Salkind, 1999). Cal entendre per confiabilitat, el grau en què la seva aplicació repetida al mateix subjecte o objecte produeix els mateixos resultats. Cal entendre per validesa, el grau en què l'instrument esmentat realment mesura la variable que es pretén mesurar (Hernández et al, 2003).

Per a l'obtenció de la informació s'han utilitzat dues estratègies, en primer lloc l'observació participant, en segon lloc l'estudi de casos. S'han descartat altres mecanismes ja que el sistema

de verificació a usar ha de preveure el temps necessari d'explicació o exposició del model. Per aquest motiu s'han descartat aquells sistemes d'investigació qualitativa que es basen en una gran quantitat de persones participants.

7.1.1 Investigació observacional

La investigació observacional o observació participant, és una eina utilitzada per obtenir dades en la qual l'investigador s'integra en el grup que pretén estudiar, participant en més o menys mesura en les seves activitats. En aquest tipus de projectes de recerca, l'investigador pren un doble posicionament. D'una banda, des de fora de l'escena, i de l'altra, utilitzant la seva experiència viscuda com a participant ordinari.

Segons McKechnie (McKechnie, 2008) la investigació observacional, com qualsevol investigació, s'inicia amb la selecció de l'àrea d'interès, i tracta de captar la realitat viscuda pels participants a través de les categories predeterminades per l'investigador. Els mètodes d'observació han estat àmpliament utilitzats. Aquest tipus d'enfocaments qualitius poden proporcionar una descripció detallada i no restringida de conceptes predeterminats, per tant, són particularment útils per descriure la complexitat del que s'observa, i per generar hipòtesis noves sobre una situació i sobre les relacions entre diferents factors o elements. Sorgeixen possibles explicacions i noves preguntes. Segons Vallès (Vallès, 2000) l'observació és, doncs, el procés de contemplar sistemàticament com es desenvolupa l'objecte d'estudi, sense manipular-lo ni modificar-lo.

L'observació comprèn el conjunt d'operacions per mitjà de les quals es confronta el model d'anàlisi amb les dades observables. En una primera etapa s'agrupa nombrosa informació que s'analitza sistemàticament en una etapa posterior. Plantejar una activitat inicial consisteix a respondre tres preguntes: Quines variables cal observar? Quin és el grup que cal observar? Com es realitzarà l'observació?

La primera qüestió fa referència a la informació necessària per provar una hipòtesis. És necessari recordar, abans de tot, les pròpies hipòtesis, els propis conceptes i les seves indicacions. Les dades que s'observen són aquelles que s'usen per verificar les hipòtesis. D'acord amb McKechnie (McKechnie, 2008) els actes, activitats i esdeveniments són el què cal observar i registrar per descobrir el comportament dels individus. Cal averiguar si hi ha algunes tendències i patrons discernibles en aquestes activitats, identificar les tendències generals i les pautes d'aquest comportament.

En la segona qüestió es tracta de circumscriure el camp d'anàlisi i la selecció de les unitats d'observació. És a dir, el grup que s'observarà i l'entorn en el qual es realitzarà aquesta observació. En aquest cas, serà una mostra representativa o significativa d'una població considerada. Per delimitar el camp d'anàlisi, s'han de tenir en compte igualment els terminis, els

recursos i el mètode de recopilació de les dades que es desitja utilitzar: Tenint en compte la informació necessària, quina és la unitat d'observació que s'imposa? Quines limitacions es donen al camp d'anàlisi? Quants individus, empreses, etc? Quin és el període de temps que es considera?

Finalment, posar en qüestió com es realitzarà l'observació implica l'elecció del mètode més adequat. S'han de considerar les hipòtesis de treball, la definició de les dades pertinents i el tipus d'anàlisi que d'aquí en sorgiran. Cal definir, doncs, els instruments de l'observació i la recopilació de les dades pròpiament dites.

L'observació requereix una quantitat substancial de temps i altres recursos. En general, està lligada a un lloc específic, i planteja dubtes relacionats amb la transferència dels resultats a altres contextos. A més a més, és molt dependent de l'habilitat de l'observador, que està subjecte al biaix que es produeix quan els investigadors canalitzen tant la seva observació com la interpretació de les dades a través del que saben. La investigació d'observació qualitativa reconeix la funció subjectiva de l'investigador. Reconeix que la reactivitat és inevitable, tant per part de l'observat com per part de l'observador, i tracta d'abordar i entendre aquest fet a través de la reflexivitat de l'investigador. El paper adoptat per la persona que observa és important ja que limita el que es pot observar. En la presentació de les conclusions d'una investigació d'observació caldrà descriure el paper de l'investigador i les seves implicacions en l'àmbit de la investigació en particular.

Una preocupació expressada sobre l'ús de l'observació directa com a mètode d'investigació és que la presència dels observadors pot canviar el comportament de les persones que estan sent observades en una manera que influeixi en l'estudi (Mansell, 2011).

En els estudis observacionals, l'investigador normalment passa temps en la mateixa situació que la persona o persones que s'estan observant, registrant el que fan aquestes persones i el que els passa. L'investigador tracta de minimitzar el seu impacte sobre la situació, ja que el seu objectiu és descriure el que sol passar a la persona o persones que està observant; registra l'experiència de les persones d'una manera estructurada.

7.1.2 Estudi de casos: recerca documental i entrevista

L'estudi de casos és una estratègia de recerca consistent en l'anàlisi i posterior descripció d'un fenomen en profunditat. L'estudi de casos particulars pretén obtenir un coneixement de l'objecte d'estudi en la seva singularitat i en el seu propi context natural, sense que es puguin establir uns límits precisos i a priori entre el fenomen estudiat i el seu context, utilitzant una varietat de fonts de dades.

D'acord amb Yin (Yin, 2003) cal considerar un disseny d'estudi de cas si es dóna alguna de les condicions següents:

- L'enfocament de l'estudi és donar resposta a "com" i "per què".
- No és possible manipular el comportament de les persones involucrades en l'estudi.
- Es volen cobrir condicions contextuais perquè es creu que són rellevants pel fenomen que s'està estudiant.
- Els límits no són clars entre el fenomen i el context.

Yin categoritza tres tipus d'estudis de cas: explicatiu, exploratori, o descriptiu. L'explicatiu és el tipus d'estudi de cas que s'utilitzaria si s'estigués tractant de respondre a una pregunta que tracta d'explicar relacions causals suposades que són massa complexes per a una enquesta o estratègies experimentals. L'exploratori és el tipus d'estudi de cas que s'utilitza per explorar les situacions en què el que s'està avaluant no té un únic conjunt de resultats previsibles clar. Finalment, el descriptiu és el tipus d'estudi de cas que s'utilitza per descriure un fenomen i el context en què es va produir.

Els casos que s'estudiaran hauran de ser considerats com estudis descriptius, atès que es pretén descriure el fenomen i el seu context tal i com es van donar. L'objectiu és respondre a la qüestió "com" succeïren els fenòmens que es presenten. Tanmateix, una particularitat d'aquesta investigació serà la forma de mostrar els resultats obtinguts. És per aquest motiu que, l'estudi podria ser considerat fins a cert punt com a exploratori, en el sentit que les conclusions seran exposades des de la perspectiva intencional del conjunt de la recerca.

Una característica distintiva d'aquest tipus d'investigació és l'ús de múltiples fonts de dades. Les possibles fonts de dades són les explicades habitualment en l'àmbit de la recerca qualitativa: la documentació, les entrevistes, l'observació directa i l'observació participant. En l'estudi de casos, les dades d'aquestes múltiples fonts convergeixen en el procés d'anàlisi, no es gestionen de forma individual; cada font de dades és una part del trencaclosques, on cada peça contribueix a la comprensió de tot el fenomen.

En els casos estudiats s'han utilitzat dues tècniques; d'una banda, la recerca documental i de l'altra, les entrevistes. Pel què fa a la recerca documental, cal indicar que tot projecte d'investigació implica, amb més o menys intensitat, l'ús i l'anàlisi de documents, "S'espera que els investigadors llegeixin, comprenguin i analitzin críticament els treballs d'altres, ..." (Blaxter et al, 2000). Aquesta activitat ha consistit simplement a aconseguir informació publicada que posteriorment ha estat utilitzada per completar i il·lustrar les entrevistes que s'han dut a terme.

L'entrevista és una eina per obtenir informació mitjançant una conversa. La persona entrevistada transmet oralment a l'entrevistador la seva visió de la situació estudiada, de manera

que aquest últim la pugui reconstruir. Poden realitzar-se amb un sol individu o amb un grup de persones. Poden cobrir un ampli espectre o un únic tema.

Les entrevistes tenen un intencionalitat, porten implícits uns objectius, així com unes expectatives definides de la participació de l'entrevistat i de l'entrevistador, que és l'encarregat d'orientar l'entrevista en funció dels seus interessos. Així, en la preparació cal definir clarament els objectius. Cal sobretot identificar els aspectes clau de la situació plantejada, ampliar les perspectives teòriques, trobar idees, adonar-se de la manera que es presenta el problema, etc., més que integrar la informació precisa. Un cop preparada l'entrevista es pot procedir a la seva realització i després a la seva anàlisi.

Segons Vallès, (Valles, 2000) durant la realització de l'entrevista es produeix un cicle en el procés de comunicació entre l'entrevistador i l'entrevistat: s'inicia amb la primera intervenció de l'entrevistador que fa saber a l'entrevistat la classe d'informació que necessita. Tot seguit, la persona entrevistada interpreta el que se li demana i respon amb aquella informació que li sembla rellevant, i finalment es completa el cicle quan l'entrevistador qualifica aquesta informació (si és rellevant o no per a l'estudi), avalua la motivació i decideix fer una altra pregunta o animar a l'entrevistat a que continuï.

Els avantatges de l'entrevista són que permet una major riquesa informativa amb el discurs dels entrevistats i, en tractar-se d'una interacció directa, proporciona a l'investigador l'oportunitat de clarificació i seguiment de preguntes i respostes (Valles, 2000). A l'inici d'un estudi, aquesta tècnica genera enfocaments, hipòtesis i orientacions útils per posar en pràctica una investigació posterior i durant el transcurs de la investigació permet contrastar els resultats obtinguts amb procediments quantitius, facilitant la comprensió d'aquestes dades. L'entrevista és eficaç per accedir a informació difícil d'observar i és preferible a un grup de discussió.

Entre els inconvenients o limitacions d'aquesta tècnica destaca el temps necessari per a la seva realització i el seu tractament, i els problemes potencials de reactivitat, fiabilitat i validesa (la informació depèn de la situació de l'entrevista i de les característiques i actuació de l'entrevistador i de l'entrevistat).

7.2 Investigacions realitzades

S'han dut a terme quatre investigacions diferents que poden ser agrupades en dos tipus. El primer tipus està format únicament per la investigació observacional, l'objectiu de la qual ha estat observar l'execució del mètode de monitorització de projectes basada en l'Scrum i en la C-K Theory. La investigació s'ha realitzat en un entorn acadèmic amb grups d'estudiants de cursos avançats dels estudis d'enginyeria industrial.

També s'ha dut a terme el segon tipus d'investigació, corresponent a tres casos d'estudi, per obtenir dades referents a l'ús de la C-K Theory com a eina de monitorització de projectes. L'objectiu dels mateixos ha estat reproduir els processos de disseny i representar-los en un diagrama C-K; si la representació és possible, aleshores el diagrama és vàlid com a eina de monitorització en aquells aspectes que corresponen al seu contingut i no al seu desenvolupament temporal i organitzacional. Aquests casos, consistents en projectes professionals, s'han investigat a partir dels mètodes de l'entrevista i de l'anàlisi de documentació.

Els casos són: el projecte de recerca corresponent al disseny d'una estructura efímera (pavelló Jukbuin), el projecte de disseny d'una casa aïllada (casa 205) realitzat per un despatx d'arquitectura i un projecte de desenvolupament d'un prototip de mur cortina (FB720) en el qual hi han participat un conjunt d'empreses.

7.2.1 Investigació observacional en l'àmbit acadèmic

Per comprovar les possibilitats del mètode que es proposa, s'ha dut a terme una investigació observacional en un entorn acadèmic, concretament, amb estudiants de cursos avançats d'enginyeria industrial. Als estudiants se'ls ha observat treballant en grup durant un període de dos mesos i mig. El projecte a realitzar per cada grup ha estat el disseny d'un edifici.

L'observació es produeix en el marc de l'assignatura de Tècniques i Sistemes Constructius (UPC, 2014) dels estudis d'enginyeria industrial impartits a l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica de Terrassa (ETSEIAT) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). La finalitat d'aquesta assignatura és dotar a l'estudiant dels coneixements necessaris sobre les diferents tipologies i tècniques de construcció i dels sistemes constructius més habituals que poden aparèixer en un edifici. És a dir, es pretén donar els coneixements principals al futur enginyer o enginyera perquè tingui la capacitat suficient per entendre, definir i dissenyar de forma clara, concreta i exhaustiva els tancaments, els seus detalls i els acabats (tant exteriors com interiors) d'un edifici des d'una vessant tècnica, econòmica i mediambiental.

La docència de l'assignatura es porta a terme en base a classes teòriques, classes pràctiques i el desenvolupament d'un projecte de curs que correspon a la continuació d'un exercici ja realitzat en una assignatura anterior.

En anys anteriors, els alumnes es reunien en equips i treballaven en el projecte sense cap directriu metodològica. Les directrius que es donaven eren referents, únicament, al contingut. Per contra, en aquest cas, als alumnes se'ls ha demanat que segueixin unes certes instruccions predeterminades. És en aquest àmbit on s'ha dut a terme la investigació observacional.

Els participants no han estat conscients de participar en una investigació, des del seu punt de vista, les directrius donades corresponen a la pràctica habitual de l'assignatura. D'aquesta manera, es pretén que els resultats a obtenir corresponguin a una situació de treball el més real possible, en la qual els individus no estiguin influenciats pel fet d'ésser o no observats.

En l'activitat, els grups de treball han de dedicar temps a la realització del seu projecte fora de les hores lectives, d'acord amb els crèdits ECTS previstos en el pla d'estudis. El calendari preveu les sessions indicades en la taula 7.1:

Taula 7.1. Calendari de les sessions de treball a l'aula

Sessió	Data	Tasca en la investigació
1	20/03	Presentació
2	03/04	Treball en grups
3	10/04	Seguiment
4	24/04	Treball en grups
5	08/05	Treball en grups
6	15/05	Seguiment
7	22/05	Treball en grups
8	29/05	Lliurament

La comunicació amb l'observador es realitza durant les sessions a l'aula i mitjançant recursos web, concretament, mitjançant Facebook i email per a les comunicacions informals i Dropbox per a la presentació de documents.

El contingut del projecte a realitzar queda determinat pel temari de l'assignatura: sistema estructural, façanes i cobertes, tancaments i acabats interiors i fusteria.

L'activitat s'inicia en data 20 de març de l'any 2013 i es finalitza en data 29 de maig del mateix any. S'han establert les següents dates específiques:

- Presentació de l'activitat: El primer dia (20-03-2013) s'exposà en dues sessions tot allò necessari per a la realització de l'activitat. En la primera sessió s'han exposat els continguts corresponents a la C-K Theory, i en la segona s'han presentat els continguts corresponents a l'Scrum. Les sessions han consistit en el lliurament d'un document explicatiu en paper (Annex 1) i l'explicació oral i mitjançant projeccions amb el software Powerpoint (Annex 2).
- Formació dels equips: Durant la primera setmana de l'activitat els participants han decidit la formació de cada un dels grups de treball. Un cop establerts, cada equip ha creat un grup a Facebook i una carpeta compartida a Dropbox. Les persones que tenen accés a aquests

entorns són els membres del grup i l'investigador. S'han format 8 equips que en aquest document s'indiquen d'acord amb la taula 7.2:

Taula 7.2. Composició dels diferents equips

Grup	Integrants
G1	11,12, 13
G2	21, 22, 23, 24
G3	31, 32, 33, 34
G4	41, 42, 43, 44, 45
G5	51, 52, 53, 54
G6	61, 62, 63, 64
G7	71, 72, 73
G8	81, 82, 83, 84

- **Període de realització:** L'activitat s'ha dut a terme en els dies previstos i, si els equips de treball ho consideren convenient o necessari, també fora d'aquest horari previst, sense restriccions. Durant aquesta fase, els grups participants han hagut de realitzar el projecte de l'assignatura d'acord amb les especificacions donades i seguir el mètode proposat.
- **Dates de seguiment:** Durant els mesos de duració de l'activitat, de març a maig, s'han establert dos dies de seguiment en els quals els alumnes poden plantejar dubtes sobre el funcionament de l'activitat. Com s'ha indicat anteriorment, també es pot plantejar qualsevol tipus de qüestió (referent a l'activitat) mitjançant els recursos web disponibles. Aquestes sessions s'han realitzat en les dates 17 d'abril i 15 de maig.
- **Data de finalització:** A efectes de la investigació, la data de finalització s'ha establert el dia 29 de maig, que pot correspondre o no amb la data de presentació dels diferents projectes en el marc de l'assignatura.

Pel què fa al registre de dades cal diferenciar dos tipus de continguts. D'una banda els continguts de les carpetes i arxius carregats a Dropbox, i d'altra banda, el registre d'esdeveniments de Dropbox.

El contingut de les carpetes i arxius correspon a la informació que constitueix el projecte de l'equip en l'estat que estigui en la data corresponent, per tant, varia cada vegada que es produeix un esdeveniment. Donat el caràcter variable de l'estat del projecte, la recollida de dades no pot ser realitzada únicament en finalitzar el procés. Cal haver pres diverses mostres en diferents moments per tal de disposar del contingut dels arxius i carpetes en les diverses dates escollides. Aquesta recollida s'ha produït els dies 16 d'abril de 2013, 30 d'abril de 2013 i 31 de maig de 2013.

El registre d'esdeveniments de Dropbox és un registre continuat que crea el mateix programa i per tant pot ser consultat en qualsevol moment, sense que la informació anterior a la data de la consulta hagi estat esborrada. Aquest registre està format pels camps data i hora, descripció, autor, nom de l'arxiu o carpeta i acció realitzada. Les accions possibles són: agregar un arxiu, modificar un arxiu, canviar el nom d'un arxiu, eliminar un arxiu, moure un arxiu, editar un arxiu.

Les dades en aquest estudi corresponen al registre del Dropbox consultat el 31 de maig de 2013.

7.2.2 Estudi de casos

7.2.2.1 Cas d'estudi: pavelló Jukbuin

Per a l'estudi, s'ha dut a terme una entrevista amb dos membres del grup de recerca Computational Design Affairs (CODA) a la l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès (ETSAV). L'entrevista ha estat no estructurada i l'objecte tractat ha estat únicament el procés de disseny d'un objecte efímer construït anomenat Pavelló Jukbuin.

El registre de les dades es realitza mitjançant la presa de notes. La investigació s'ha completat amb una anàlisi documental dels textos següents facilitats pels entrevistats: *Behaviour and geometry based approach in elastic timber grid shell*, *CODA_DossierJukbuin* i *Purpose Oriented Computational Design Teaching*, i el document publicat per la "Asociación de Investigación de las Industrias de la Madera" (AITIM) en el seu Boletín de Información Técnica núm. 279 de setembre-octubre de 2012: Pabellón Jukbuin El Trenzado triaxial como sistema constructivo (Sastre et al, 2012).

CODA (CODA Office, 2014) és un grup d'investigació vinculat al Laboratori d'innovació i Tecnologia a l'Arquitectura (LITA) a l'ETSAV. El grup proposa solucions eficients mitjançant el disseny computacional i estudia les estructures lleugeres, principalment de fusta i tèxtils. Alguns dels seus treballs es centren en la flexió activa, és a dir, en la instrumentalització de la deformació plàstica com a procés econòmic d'autoconformació d'elements corbs a partir d'elements rectes i plans. Més enllà d'un ús únicament formalista dels programes informàtics d'aplicació en l'arquitectura, el grup estudia l'ús del disseny computacional enfocat al comportament i a les prestacions dels objectes. El seu objectiu és establir relacions de dependència geomètrica entre les parts i definir les lleis de generació de la forma, en funció de les restriccions del sistema constructiu i de l'entorn. La parametrització de l'arquitectura introdueix principis objectius en el procés creatiu: el disseny computacional permet relacionar la simulació formal amb l'anàlisi del comportament i al mateix temps permet la integració pragmàtica dels processos de fabricació. D'aquesta manera s'optimitza el disseny i s'enriqueix el procés creatiu.

El projecte de l'estructura estudiada s'inicia quan el grup de recerca decideix participar en el festival d'arquitectura EME3 2012 (eme3, 2014) amb un projecte basat en l'experiència adquirida. El festival va ser un esdeveniment obert a tothom i incloïa una barreja de disciplines transversals. El seu objectiu era fer descobrir i viure altres formes de fer arquitectura, convidant a tothom a prendre part en un laboratori d'experimentació.

En el marc d'aquest festival, els dissenyadors de CODA van tenir l'oportunitat de dissenyar i construir una estructura autoportant experimental de baix cost, el pavelló Jukbuin. Els autors van definir un programa que proposava una àgora oberta, un umbracle, un lloc per allotjar multitud d'activitats, workshops, i esdeveniments que el festival podia oferir. A més a més, havia de ser una proposta universal (adaptable a tots els solars), barata (utilitzant un material senzill abundant), i que promogués un ús intel·ligent dels recursos (alta eficiència en el disseny i baix consum en el procés de fabricació). El pavelló havia de tenir també, un procés constructiu molt senzill, havia de poder ser construït pels propis ciutadans.

La restricció del projecte va ser, doncs, construir un pavelló a partir d'elements estàndard i senzills com ara panells de fusta, minimitzant l'ús de la mecanització, i utilitzant elements d'unió que es poguessin aconseguir en ferreteries. En aquestes circumstàncies especials (reducció del pressupost i el temps de muntatge) els autors van escollir com a sistema constructiu una estructura activa de flexió.

En les estructures tradicionals en què s'utilitza la flexió com a procés de formació, com en els cistells de vímet, es posa de manifest, en primer lloc, que es tracta d'un enfocament empíric, basat en el comportament del material (Behavior based approach), utilitzat històricament de forma intuïtiva i oposat a un enfocament basat en l'anàlisi i en la geometria, utilitzat pels enginyers per construir de forma efectiva (Geometry based approach). En el cas del projecte Jukbuin s'adoptà un enfocament complementari entre aquests dos punts de vista (geometry-behavior based approach). Les recents capacitats de les tècniques de simulació i la revisió del concepte d'estructura activa de flexió han possibilitat aquest tipus de noves estructures lleugeres de fusta.



Figura 7.1. Imatge del pavelló Jukbuin construït (CODA Office, 2014) Fotografia: Andrés Flajzer

El disseny realitzat en el pavelló proposa una estratègia combinada de la construcció d'una malla lleugera en forma de closca, amb un procés de fabricació de baixa tecnologia que utilitza les tècniques tradicionals de teixits de vímet propis de la cistelleria i l'ús d'elements estrictament estandarditzats i industrialitzats. Com s'ha indicat, l'objectiu és reduir al mínim l'energia i el malbaratament de material en el procés de fabricació d'una estructura eficient alhora que simplificar el procés de muntatge. L'objectiu final és la universalització (simple i assequible) d'estructures lleugeres a través d'estratègies actives de flexió.



Figura 7.2. Imatge del pavelló Jukbuin construït (CODA Office, 2014) Fotografia: Andrés Flajzer

Les idees fonamentals que hi ha darrera d'aquest cas d'estudi són (Sastre et al, 2012):

- Closca fina elàstica. Les closques fines són construccions lleugeres laminars que basen la seva fermesa en la seva doble curvatura. Les closques elàstiques incorporen a més l'efecte rigiditzador de la pretensió derivada de la flexió dels diversos elements travats.
- Flexió Activa. La deformació elàstica és usada com a procés eficient d'autoconformat. El repte és dominar la simulació de la geometria deformada, i afegir les tensions de la

pretensió en el càlcul estructural, on seran més favorables i de signe contrari a les sol·licitacions.

- Trenat triaxial com a sistema constructiu. El trenat triaxial forma part de la tradició artesana de la cistelleria, datant-se els primers usos al Japó al voltant de 5700 aC. Es tracta d'un teixit de comportament isotròpic, i autorigiditzat geomètricament pels tres eixos intersecats que formen regularment triangles.
- Teixit estructural. El teixit estructural uniforme i no jeràrquic garanteix la continuïtat de les barres mitjançant la fricció del solapament, aconseguint un sistema sense fixacions mecàniques. El sistema entreteixit és manejable (construït amb les mans: sense control numèric, ni conformat energètic), fàcilment reparable i desmuntable.
- Taulons estàndard. Per minimitzar la despesa s'utilitzen llistons rectes a partir de taulons de contraxapat. El contraxapat és idoni per a grans deformacions elàstiques, per la seva alta resistència a tracció i el seu mòdul elàstic relativament baix.
- Dispersió de la mida dels elements. Per la facilitat de l'acoblament i costos de producció s'estableix una única mida la longitud dels elements (amb una diferència mínima en les longituds dels elements de les vores).

En resum, el Jukbin és un pavelló experimental que busca la màxima eficiència en cost i en energia, basant-se en la flexibilitat de la fusta. L'estructura és una adaptació tecnològica de les tradicions de cistelleria: trenant d'una xarxa d'elements molt flexibles, per aconseguir un "teixit estructural" molt rígid. El resultat és eficient perquè no té juntes, ni cargols, ni mecanització, i la posta en obra és manejable i es realitza mitjançant peces estàndard de la indústria de la fusta. Per la seva deformació elàstica, totes les peces es poden tornar a aprofitar en una altra configuració per un altre esdeveniment.

En el marc del festival, el sistema constructiu va demostrar els seus avantatges de muntatge ràpid mentre que els elements de normalització van permetre reduir els costos del projecte i van fer el muntatge molt fàcil i especialment factible amb els constructors no especialitzats; un equip d'estudiants va ajudar a teixir i erigir l'estructura.

El pavelló Jukbuin va ser un dels projectes reconeguts amb el Premi d'Estructures Lleugeres 2012 que atorga l'Associació per la Promoció d'Estructures Lleugeres, amb seu a Stuttgart. Aquest guardó és una iniciativa vinculada a l'Institut ILEK, creat per l'arquitecte Frei Otto. El jurat del premi va destacar la facilitat del procés d'instal·lació i l'ús dels llistons com a únic material.

7.2.2.2 Cas d'estudi: casa 205

La segona entrevista es realitzà amb el mateix objectiu que la primera i seguint el mateix mètode, entrevista no estructurada en la qual, el registre de les dades es va fer prenent notes i analitzant documents existents. En aquest cas, el grup estudiat van ser tres membres del despatx

d'arquitectura H Arquitectes. El subjecte va ser únicament el procés de disseny del projecte Casa 205.

L'equip H Arquitectes (H Arquitectes, 2014) fundat per Xavier Ros, David Lorente, Josep Ricart i Roger Tudó, treballa des de l'any 2000. L'inici de la seva activitat professional coincideix per a tots els socis amb la finalització dels estudis d'arquitectura a l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès. Des d'aleshores l'activitat del despatx s'ha traduït en la realització de projectes construïts i no construïts alguns dels quals han obtingut premis i mencions en diversos concursos. Una altra part d'aquesta activitat s'ha realitzat en la docència universitària impartint assignatures en escoles superiors.

La manera de fer d'H Arquitectes es pot definir com una reivindicació d'una comprensió realista de l'arquitectura, compatibilitzant la llibertat creativa i la necessitat d'experimentació amb l'arquitectura de la responsabilitat (Guerrero, 2010). La pràctica del despatx està vinculada a l'interès per conceptes com cicle de vida dels edificis, energia incorporada als materials i pedagogia de cara als clients per defensar solucions tecnològiques més raonables per garantir la sostenibilitat d'un edifici.

Hi ha, entre d'altres, certes particularitats en la pràctica d'H Arquitectes que els caracteritzen i els diferencien d'altres professionals: per exemple, tal i com exposen ells mateixos (Guayabero, 2008), “El fet de ser quatre fa que els projectes s'hagin discutit molt a l'estudi, i al final, tiren endavant els que es basen en paràmetres objectius més que en dèries personals”.

El projecte objecte d'estudi, el nom del qual és “casa 205”, va ser realitzat a cavall dels anys 2006 i 2007 i és una casa de 157 m² en dues plantes a Vacarisses, Barcelona. L'obra s'executà entre els anys 2007 i 2008. El projecte va ser guanyador del 'Premi Arquitectura Sostenible 5Bav' de l'any 2009 i va estar seleccionat per a la seva participació a la “X Biennial de Arquitectura Espanyola” i al “Congreso Arquitectos Espanya” del mateix any.

Els arquitectes descriuen les dificultats del projecte de la forma següent (Basulto, 2014):

“Aparentment el solar no facilitava poder aixecar-hi una casa. Però un cop extreta la capa superficial de terres va quedar al descobert una àmplia feixa de roca on situar-la sense malmetre'n l'entorn. S'han complert els objectius compartits amb el promotor: treure partit al caràcter propi del lloc, minimitzar el moviment de terres, aprofitar els àmbits naturals existents per a accessos i sortides al jardí i conservar la fisonomia del bosc i de la seva flora. Les úniques actuacions artificials seran l'adequació del camí d'accés i la construcció de la casa, concebuda també amb criteris sostenibles i de baix impacte ambiental”.



Figura 7.3. Imatge de la casa 205 construïda (Basulto, 2014) Fotografia: Starp Estudi



Figura 7.4. Plànol de secció de la parcel·la (H Arquitectes, 2014)

El valor del projecte és un terreny amb forts pendents i una gran quantitat d'arbres i arbustos. L'objectiu és la construcció d'una casa sense causar greus impactes sobre la terra de manera que la casa es construirà sobre una plataforma rocosa natural (Basulto, 2014).



Figura 7.5. Imatge de la construcció de la casa 205 ((Basulto, 2014) Fotografia: Starp Estudi



Figura 7.6. Imatge de la construcció de la casa 205 (Basulto, 2014) Fotografia: Starp Estudi

La fonamentació és la roca juntament amb dues riostres de formigó que fixen la casa a la pedra i permeten separar-la del terreny creant un espai intermedi permanentment ventilat. La casa s'ha construït amb una estructura de fusta laminada en grans panells. Aquests panells són utilitzats en parets i sostres. Aquest sistema funciona com una estructura difusa on no hi ha una jerarquia ni una estructura cartesiana de descens de càrregues sinó que tota l'estructura treballa en conjunt com una gran biga. Aquest disseny estructural permet un dimensionat molt eficient i la creació de voladissos. El sistema ha permès articular la geometria del conjunt, al mateix temps que permet estalviar i minimitzar la fonamentació atès que implica una disminució molt important del pes, així com reduir l'ús de matèries primeres, de l'energia incorporada i per tant, de les emissions de CO₂ associades tant a la fonamentació com a l'estructura de l'edifici. La facilitat, la rapidesa i l'estalvi d'aigua que proporciona el muntatge en sec, han permès muntar tota la construcció des del carrer i ha reduït molt el cost i temps de l'obra. La fusta laminada és un material renovable que es pot desmuntar i per tant és reciclable i reutilitzable, això vol dir que el seu cicle de vida està pràcticament tancat. Per tal de reduir els costos en l'acabat d'interiors s'han reduït els revestiments. Les instal·lacions estan ocultes, només s'han trasdossat amb

cartró- guix els paraments de les estances que distribueixen les instal·lacions de la casa. Finalment, la meitat de les habitacions s'han quedat amb paraments de fusta a la vista.

Les façanes són ventilades i acabades amb pi de Flandes. Les obertures també s'han resolt amb fusteries del mateix material protegides amb porticons practicables. La coberta és plana per reduir l'impacte visual de la casa des del carrer. La transpiració de la coberta es resol mitjançant una làmina de drenatge que crea una petita cambra ventilada.

La disposició interna de la casa s'ha basat en una seqüència lineal d'habitacions de diferents proporcions vinculades a l'estructura. Hi ha grans forats amb portes lliscadores i amb passos oberts entre ells que permeten una gran llibertat de relació i d'utilització. La casa pot funcionar com un espai obert o com un conjunt d'espais tancats individuals.

El resultat final és un volum de fusta col·locat en una gran roca i envoltada de bosc, el que evita l'impacte visual ecològic.

7.2.2.3 Cas d'estudi: façana FB720

Com en els altres casos d'estudi, la investigació corresponent al desenvolupament de la façana FB720 s'ha dut a terme mitjançant una entrevista complementada amb l'anàlisi documental de textos facilitats pel mateix equip de desenvolupament o bé per textos obtinguts d'altres fonts.

L'entrevista es realitzà amb el responsable del projecte i tingué lloc a les oficines de l'estudi d'arquitectura B720 Arquitectos. La tècnica emprada correspon a la d'una entrevista no estructurada en la qual el registre de les dades es realitzà prenent notes.

La documentació utilitzada aportada per B720 Arquitectos ha estat un extracte de la memòria de presentació del projecte d'investigació al "Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial" (CDTI) i diversos documents corresponents a informes de tasques realitzats durant el procés. També s'ha utilitzat l'article "Prototipo de muro cortina FB720, Diseño con análisis de ciclo de vida" publicat a la revista "Entre Rayas" (Wadel et al., 2013), i la informació referent al producte que l'empresa ZICLA fa pública mitjançant la seva web (Zicla, 2014).

L'objectiu del projecte de la façana FB720 era el disseny i desenvolupament d'una façana lleugera, modular tipus "unitized", de baix impacte ambiental i alta eficiència energètica, destinada principalment a obres de rehabilitació o nova construcció en l'àmbit de la Península Ibèrica. Les estratègies per a la reducció dels efectes ambientals serien: la reducció del consum de matèria, l'ús de materials renovables o reciclats i l'optimització de les parts opaca i transparent com a elements de control solar.

El disseny de la façana, figura 7.7, va sorgir d'una proposta de B720 Arquitectos i va comptar amb la participació de diverses empreses i centres tecnològics assessors. B720 Arquitectos neix al 1997 i compta amb oficines a Barcelona i Madrid. L'estudi treballa a nivell internacional en l'àmbit de l'arquitectura, de l'urbanisme, i del disseny interior i industrial, al sector públic i privat. En el moment de la realització del projecte comptava amb una plantilla estable de 32 professionals més tres socis. Des dels seus primers anys d'existència, el despatx ha estat col·laborant amb arquitectes de gran prestigi internacional i destaquen projectes conjunts amb David Chipperfield, Toyo Ito i Jean Nouvel. La seva obra ha estat publicada extensament i reconeguda amb nombrosos premis (B720 Arquitectos, 2014).

En molts dels treballs resultants s'han desenvolupat innovacions tecnològiques en el tractament de les evolvents, el que ha significat un avanç considerable en el tancament de façanes pel que fa a l'aplicació de nous components, productes i processos, realitzant-se exercicis de desenvolupament pràctic de solucions constructives noves en col·laboració amb empreses tecnològicament punteres.

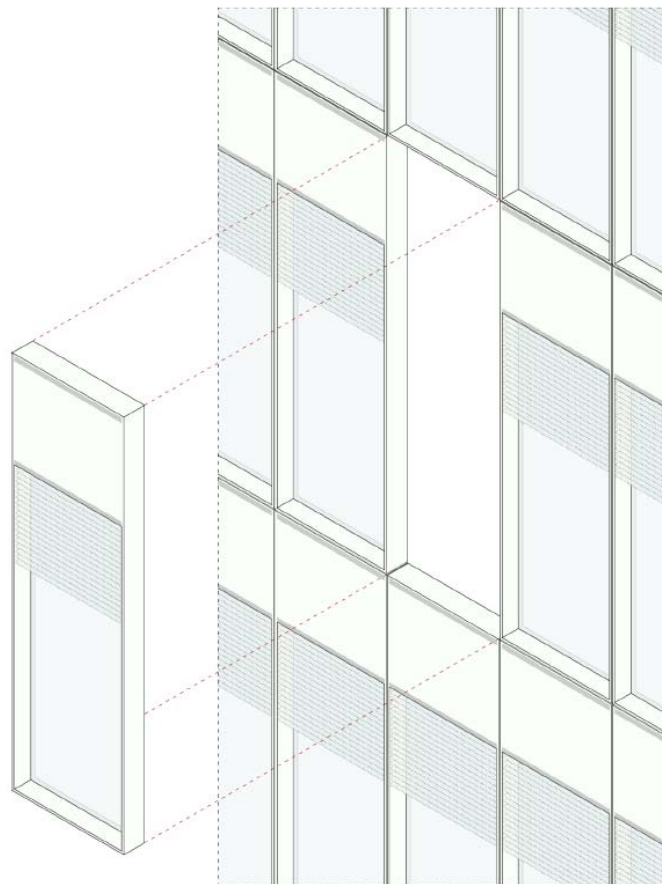


Figura 7.7. Vista de la façana FB720 (B720 Arquitectos)

En el projecte de la façana FB720 i pel correcte desenvolupament, control i avaluació del projecte es va comptar amb el suport i col·laboració d'alguna d'aquestes empreses i centres

tecnològics i universitaris de l'àmbit de la tecnologia constructiva. En concret, es va comptar amb la col·laboració dels següents agents sota la direcció i coordinació de B720 Arquitectos:

- Bellapart (Olot, Girona), empresa especialitzada en construcció de façanes lleugeres. La seva missió va consistir en aportar la seva experiència i capacitat de desenvolupament en la producció, instal·lació i comercialització de components i sistemes de murs cortina.
- Ariño Duglass (Saragossa), empresa especialitzada en envidraments per a la construcció. Va aportar la seva experiència i capacitat en el desenvolupament d'elements compostos de vidre i tractaments de capa per envidraments en els edificis.
- Zicla (Barcelona), empresa especialitzada en materials de reciclatge. La seva comesa va ser treballar en el desenvolupament de components alternatius de baix impacte ambiental que integrin alts percentatges d'agregats reciclats, amb preferència d'origen local.
- Grup JG (Barcelona), enginyeria energètica i d'instal·lacions. La seva principal missió va ser controlar, valorar i justificar el comportament de les diferents solucions estudiades en referència als processos complexos de transferència de calor, associats a les prestacions de la façana i a les condicions ambientals pròpies de l'entorn climàtic; però també va prestar suports puntuals en aquells aspectes en què poguessin existir afectacions sobre altres sistemes d'instal·lacions.
- Cidemco (Azpeitia, Guipúscoa), centre tecnològic especialitzat en processos d'edificació. La principal missió d'aquest centre tecnològic va ser l'assessorament, supervisió i control de la qualitat dels sistemes proposats mitjançant la planificació, realització, seguiment i validació de proves i assajos que seguissin els procediments homologats per les diferents normatives vigents. Així mateix es van realitzar estudis de sensibilitat dels factors més influents i el monitoratge de les solucions adoptades.

Els sistemes convencionals de mur cortina consisteixen en façanes lleugeres basades principalment en l'ús del vidre, l'acer i l'alumini. Van ser desenvolupats originalment en el món anglosaxó en la primera meitat del segle XX, difonent-se posteriorment a nivell internacional com el sistema pràcticament exclusiu per resoldre els tancaments d'edificacions en alçada, normalment associades a usos administratius, comercials o residencials públics, on la necessitat d'optimitzar els processos d'execució i de control de qualitat de les prestacions bàsiques han portat en les últimes dècades al desenvolupament i implantació d'una nova generació de murs cortina preindustrialitzats basats en solucions modulars, tècnicament conegudes com a sistema "unitized" o "unificat", on tots els elements són manufacturats i premuntats a la fàbrica. És a partir d'aquests plantejaments tecnològics que es pretén desenvolupar alternatives noves i millorades.

Tot i que aquests sistemes s'han mostrat capaços de donar resposta als requeriments normatius, la seva eficiència final presenta certes limitacions clares pel que fa a les seves prestacions tèrmiques, acústiques, de protecció enfront del foc i d'impacte mediambiental. Aquestes mancances s'han vist accentuades per l'aparició del Codi Tècnic de l'Edificació i altres

normatives de caràcter local. Els nous requeriments de sostenibilitat no han tingut una resposta clara per part d'aquests sistemes basats en l'ús gairebé exclusiu de materials d'una conveniència mediambiental discutible com són l'alumini, l'acer inoxidable, l'acer galvanitzat o el vidre.

Pel que fa al comportament energètic, aquest tipus de façanes tampoc és totalment adequat per a un clima mediterrani temperat, on la necessitat d'adaptar-se a unes condicions canviant de fred i calor, sol ser més rellevant que la de respondre a situacions especialment extremes. Així, estratègies constructives tradicionalment eficaces com són la proporció reduïda de buits, l'ombra, la profunditat o la massa tèrmica, no semblen casar bé amb uns sistemes desenvolupats des d'altres entorns climàtics i culturals. De fet, sistemes constructius convencionals de façanes pesades, molt menys sofisticades i costoses, segueixen presentant en la immensa majoria dels casos millors prestacions que els murs cortina.

L'objectiu del projecte FB720, des del punt de vista ambiental, és aconseguir la màxima reducció d'impactes possible al llarg d'un cicle de vida de 50 anys.

Com ja s'ha indicat, el projecte consisteix en el disseny, producció i avaluació d'un sistema constructiu integral d'una façana lleugera tipus mur cortina modular, de composició material i configuració formal alternatives als sistemes convencionals, per tal de millorar i adaptar les seves prestacions als requeriments contemporanis del nostre entorn climàtic, ambiental i social. Per a això es van abordar els següents objectius generals de caràcter tècnic, comercial, ambiental i estratègic:

- Reducció de l'impacte ambiental associat als components i materials constructius.
- Millora de l'eficiència energètica i qualitat ambiental d'acord a les exigències normatives i característiques particulars d'un clima temperat com el de l'entorn mediterrani.
- Capacitat d'integració amb altres sistemes constructius i tècnics generant un sistema obert, flexible i adaptable en el temps a les diverses exigències de promotors, arquitectes i usuaris.
- Definició d'un sistema constructiu industrialitzat innovador, fiable, competitiu, eficient en la seva posada en obra i llest per la seva aplicació pràctica a curt termini, desenvolupat sobre la base de premisses tecnològiques i condicions comercials realistes capaces de competir en amplis sectors del mercat amb els sistemes hegemònics d'origen centreeuropeu.
- Desenvolupament de subproductes i components constructius innovadors integrants del sistema, que puguin arribar a ser introduïts i comercialitzats de forma diferenciada i independent per les diverses empreses que arribin a participar en el projecte, enriquint i ampliant així les seves possibilitats d'implantació, repercussió, influència i difusió.

A partir d'aquests objectius tècnics a assolir, el projecte es pot dividir en tres línies de recerca associades als principals subsistemes de la façana. En primer lloc, subestructures portants alternatives de baix impacte ambiental per a murs cortina modulars. En segon lloc, tancaments opacs lleugers d'alta eficiència energètica amb incorporació de sistemes passius de control

tèrmic. Finalment, tancaments de vidre i sistemes de control solar alternatius de baix impacte ambiental i alta eficiència energètica.

El resultat final (Wadel et al., 2013) és un sistema que pot adoptar nombroses variants derivades de la combinació de materials (muntants exteriors, aïllament tèrmic, tancaments interiors, etc.), del tipus de vidre (incolors, estacionals, baix emissius, etc.), de les proporcions de la part transparent del tancament (75% i 37%) i de les separacions entre eixos de muntants (60 i 120 cm).

La reducció de l'impacte ambiental és possible pel disseny d'una subestructura primària formada per entramat de secció reduïda de perfils alumini amb un alt contingut de material reciclat que aporta les prestacions bàsiques d'acoblament, treball mecànic, estanquitat i impermeabilitat. La capacitat portant de l'estructura es complementa mitjançant uns reforços alliberats de qualsevol altra missió que no sigui la merament resistent, el que permet la utilització d'una àmplia gamma de materials alternatius de major conveniència mediambiental, preferentment d'origen local, com: fusta, "fusta tecnològica" (compost de residus de fusta amb residus plàstics), PVC reciclat o UHPC (formigó d'altres prestacions reforçat amb fibres).



Figura 7.8. Mòdul prototip de la façana FB720 (Wadel et al., 2013)

De manera similar, en els panells de les parts opaques és possible integrar elements alternatius de molt diversos per tal de reduir l'impacte ambiental, emprant per a això materials d'origen renovable o d'origen reciclat-industrial: aïllants de llana d'ovella, mantes de residus tèxtils reciclats, taulons conformats a partir de residus de moquetes reutilitzades, taulons laminats de guix amb fibres de paper reciclat.

Aquesta varietat de possibilitats permet l'adaptació del sistema al context productiu i industrial de l'edifici, ajustant la seva composició material a les oportunitats de cada cas.

La posició de la subestructura, invertida respecte a un mur cortina convencional, proporciona una protecció solar primària mitjançant la pròpia ombra projectada. De manera complementària a aquest sistema de protecció solar primari s'ha desenvolupat un vidre especialment concebut per a la millora de l'eficiència energètica en climes temperats. El seu tractament superficial especial suposa una reducció de les aportacions de la radiació a l'estiu i una millora dels guanys a l'hivern, gràcies a la combinació de diversos fulls de vidre laminat amb diverses capes superposades de recobriments metàl·lics reflectants i semitransparents, en un disseny adaptat específicament a l'orientació i latitud de cada façana. La seva geometria específica permet obtenir valors de factor solar diferenciats entre estiu i hivern.

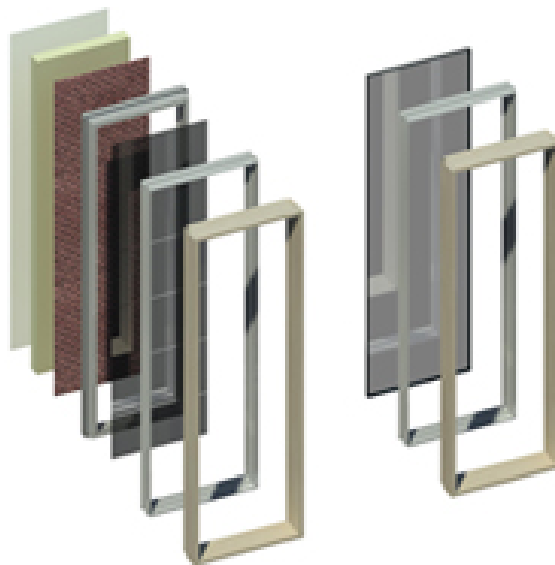


Figura 7.9. Diversos elements de la façana FB720 (Zicla, 2014)

La protecció solar integrada en el vidre evita els problemes de durabilitat i manteniment associats als elements de protecció solar convencionals (persianes, tendals, lames, etc.) Alhora que implica una reducció dels recursos materials emprats per solucionar la façana. El tractament pot ser personalitzat amb àrees de major visió i diversos graus de transparència. El producte final presenta unes característiques visuals canviants en funció de les condicions ambientals interiors i exteriors. La seva producció en forma plana permet la combinació amb altres fulles de

vidre, formant unitats aïllants amb cambra d'aire, tractaments de baixa emissivitat o aïllament acústic reforçat per la seva integració en tot tipus de sistemes de tancaments i façanes.

8. Resultats

8.1 Resultats de la investigació observacional en l'àmbit acadèmic

Els resultats es presenten per cada un dels equips estudiats, des de l'equip 1 fins a l'equip 8. La presentació de les dades es realitza d'acord amb l'esquema següent:

1. La product backlog, que indica els elements que es pretenen resoldre durant tot el projecte, així com les dades que s'han considerat com a importants.
2. Les sprint backlogs de cada un dels sprints i que inclouen els elements que s'hi resolen.
3. La burndown chart de cada sprint, és a dir, el gràfic en el qual es mostra l'evolució de l'sprint dia a dia.
4. La taula descriptiva de la quantitat i el tipus d'accions realitzades a Dropbox per a cada un dels integrants i pel total de l'equip. Les accions possibles són: agregar, modificar, eliminar, canviar de nom, moure, editar i restaurar arxius.
5. La taula interpretativa dels resultats de la taula anterior. En aquest cas, es mostra l'agrupació de les activitats d'agregar i modificar arxius respecte a la d'eliminar arxius. Es considera que les dues primeres accions corresponen a la generació de contingut al projecte i que l'acció d'eliminació que en destrueix. La resta d'accions no intervenen, només són funcionals. La diferència entre les accions que generen contingut i les que en destrueixen indiquen la quantitat d'accions realitzades que són efectives a nivell de treball.
6. La gràfica del número d'accions per data. Aquesta gràfica mostra les dates en les que s'han fet accions en el Dropbox, i el número d'accions fetes.
7. Gràfica de l'evolució temporal de l'acumulació, en el sistema d'emmagatzematge, del número d'arxius amb contingut.
8. El diagrama C-K que representa els diferents estats de la configuració de l'objecte a projectar.

8.1.1 Resultats de l'equip 1

L'equip 1 preveu una product backlog formada per 28 elements (taula 8.1.). Aquests elements queden identificats mitjançant el sistema de numeració i se'ls hi ha atorgat un valor d'importància, corresponent a l'estimació dels punts de treball. En la taula també hi apareix una columna corresponent a la previsió de l'sprint en el qual es realitzarà cada element.

Taula 8.1. Product backlog de l'equip 1

Id	Nom	Importància	Setmana
1	Descripció de la parcel·la	1	1
2	Bases de càlcul	2	1
3	Disseny del sòl	1	1
4	Disseny de la urbanització	1	1

5	Justificació del compliment d'accessibilitat	2	1
6	Estructura. Introducció	1	2
7	Justificació solució adoptada	2	2
8	Mètode de càlcul	2	2
9	Descripció façanes	2	3
10	Justificació materials façanes	3	3
11	Aïllaments utilitzats en façanes	2	3
12	Descripció Cobertes	2	4
13	Justificació materials cobertes	3	4
14	Aïllaments utilitzats en cobertes	2	4
15	Particions interiors	2	4
16	Particions horitzontals	2	4
17	Particions verticals	2	4
18	Revestiments i acabats interiors	3	4
19	Soleres	2	5
20	Paviments	2	5
21	Fusteria	2	5
22	Instal·lacions i xarxes de serveis	3	6
23	Instal·lació PCI	5	6
24	Instal·lació AFS i ACS	4	6
25	Instal·lació de sanejament	3	6
26	Pressupost	9	6
27	Annexes de la memòria	7	6
28	Plànols	10	6
Total		82	

El G1 ha realitzat 6 sprints, cada un d'ells d'una setmana de duració. Tanmateix, pel format de la presentació, aquesta és una estimació de planificació, i per tant, no s'ajusta exactament al mètode exposat, segons el qual cada sprint s'hauria de planificar en el moment de la seva realització.

L'equip no indica específicament una backlog per a cada sprint, tot i que a partir de la product backlog es pot determinar cada un de les sprint backlogs que es mostren a les taules següents. El grup no indica les dates en les quals s'han realitzat els sprints i tampoc les dates de finalització dels mateixos.

L'sprint backlog de l'sprint 1 seria la següent (taula 8.2):

Taula 8.2. Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 1

Id	Nom	Importància
1	Descripció de la parcel·la	1
2	Bases de càlcul	2
3	Disseny del sòl	1
4	Disseny de la urbanització	1
5	Justificació del compliment de la normativa d'accessibilitat	2
Punts totals		7

Pel segon sprint el grup hauria planificat la següent sprint backlog (taula 8.3):

Taula 8.3. Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 1

Id	Nom	Importància
6	Estructura. Introducció	1
7	Justificació solució adoptada	2
8	Mètode de càlcul	2
Punts totals		5

Al tercer sprint li correspondria la planificació següent (taula 8.4):

Taula 8.4. Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 1

Id	Nom	Importància
9	Descripció façanes	2
10	Justificació materials façanes	3
11	Aïllaments utilitzats en façanes	2
Punts totals		7

L'sprint backlog de l'sprint 4 seria (taula 8.5):

Taula 8.5. Sprint backlog de l'sprint 4 de l'equip 1

Id	Nom	Importància
12	Descripció cobertes	2
13	Justificació materials cobertes	3
14	Aïllaments utilitzats en cobertes	2
15	Particions interiors	2
16	Particions horitzontals	2

17	Particions verticals	2
18	Revestiments i acabats interiors	3
Punts totals		16

L'sprint backlog de l'sprint 5 preveuria la resolució de 3 elements (taula 8.6):

Taula 8.6. Sprint backlog de l'sprint 5 de l'equip 1

Id	Nom	Importància
19	Soleres	2
20	Paviments	2
21	Fusteria	2
Punts totals		6

En l'sprint backlog de l'sprint 6 l'equip preveuria resoldre la resta de punts que manquen, 41 (taula 8.7):

Taula 8.7. Sprint backlog de l'sprint 6 de l'equip 1

Id	Nom	Importància
22	Instal·lacions i xarxes de serveis	3
23	Instal·lació PCI	5
24	Instal·lació AFS i ACS	4
25	Instal·lació de sanejament	3
26	Pressupost	9
27	Annexes de la memòria	7
28	Plànols	10
Punts totals		41

El total de punts realitzats en tot el projecte és de 82. Tanmateix l'equip ha realitzat la meitat dels punts durant l'sprint 6 i 16 punts durant l'sprint 4. Aquest fet pot ser degut a la dificultat de planificar la feina total a realitzar durant el projecte, o bé a la voluntat o a la necessitat de dedicar més esforços cap a dates properes al lliurament.

Tot i que l'equip no indica cap data de realització dels diferents elements, sí que indica, però, la següent burdown chart (figura 8.1):

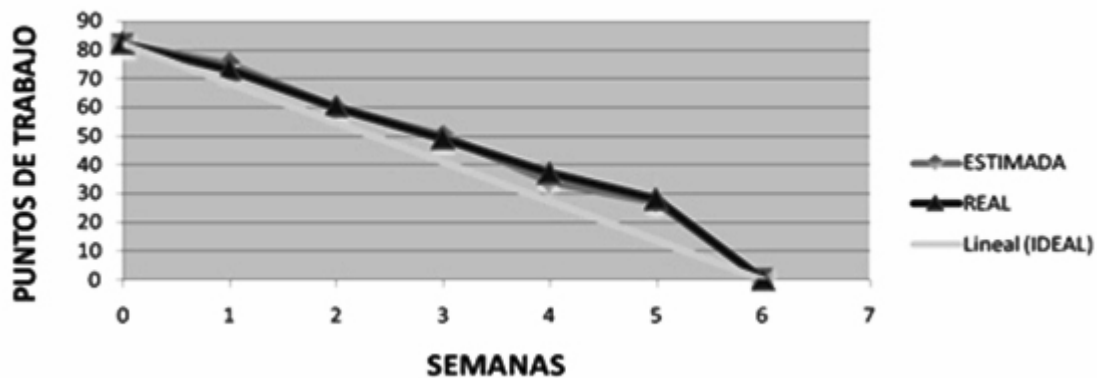


Figura 8.1. Burndown chart de l'equip 1. Elaboració equip 1

Com s'ha esmentat anteriorment, la burndown chart hauria de correspondre a cada sprint, mostrant l'estat del compliment de cada un dels elements per a cada dia de treball. Això no es mostra en el gràfic presentat. El gràfic correspon a les dades següents, aportades pel mateix equip (taula 8.8):

Taula 8.8. Dades corresponents a la burndown chart de l'equip 1

	Punts a realitzar per setmana segons sprint planning	Punts realitzats per setmana estimat	Punts realitzats per setmana reals
Sprint 1	7	7	9
Sprint 2	5	15	13
Sprint 3	7	10	11
Sprint 4	16	16	12
Sprint 5	6	7	9
Sprint 6	41	27	28

Es comprova que, en algun moment del procés s'ha tornat a planificar algun sprint i aquest fet no s'ha reflectit en la backlog de l'sprint corresponent. L'equip ha planificat de nou l'sprint 2, l'sprint 3, l'sprint 5 i l'sprint 6. Amb les dades que s'han mostrat no es pot determinar quins elements s'han resolt en cada un dels sprints i tampoc com s'han tornat a planificar.

En la taula següent (taula 8.9) es mostra l'activitat del grup 1 en la carpeta de Dropbox gestionada pel mateix equip. Com s'ha explicat, en el Dropbox queden registrats els esdeveniments que s'hi produeixen. Per cada esdeveniment s'indica l'autor, la data, l'hora, el nom de l'arxiu o carpeta, l'extensió d'un arxiu i l'acció realitzada. L'equip 1 ha realitzat el següent tipus d'accions:

Taula 8.9. Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 1

Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editat	Restaurar
G1	48	19	17	10	0	0	0	2
		(39,58)	(35,42)	(20,83)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(4,17)
11	36	15	17	4	0	0	0	0
	(75,00)							
12	4	2	0	2	0	0	0	0
	(8,33)							
13	8	2	0	4	0	0	0	2
	(16,67)							

Les accions d'agregar i modificar els arxius corresponen a accions que afegeixen contingut al projecte; l'acció d'eliminar en resta i les accions de canviar de nom, moure, editar i restaurar no tenen cap utilitat en aquest sentit. Amb aquest criteri es pot determinar la quantitat d'accions que realment aporten quelcom al projecte final.

Taula 8.10. Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 1

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G1	36	10	26
11	32	4	28
12	2	2	0
13	2	4	-2

Atès que l'activitat es fonamenta en un projecte anterior, l'equip agrega inicialment els arxius corresponents a aquest projecte i, o bé els modifica, o bé realitza qualsevol altra acció. La taula pretén indicar la quantitat d'arxius que s'han aprofitat pel projecte actual tant si s'han modificat com si no, contrastant-la amb la quantitat d'accions que no han aportat contingut, donant així, una idea de les accions efectives que s'han realitzat.

Les figures següents (figures 8.2 i 8.3), mostren les dates en les que s'han fet accions en el Dropbox, i el número d'accions fetes. S'observa com en una data concreta, el 23 d'abril, es porten a terme la majoria de les accions del projecte, i que correspon a la càrrega d'arxius del projecte de partida a la carpeta. Alguns dels arxius carregats es modifiquen majoritàriament en una data concreta posterior.

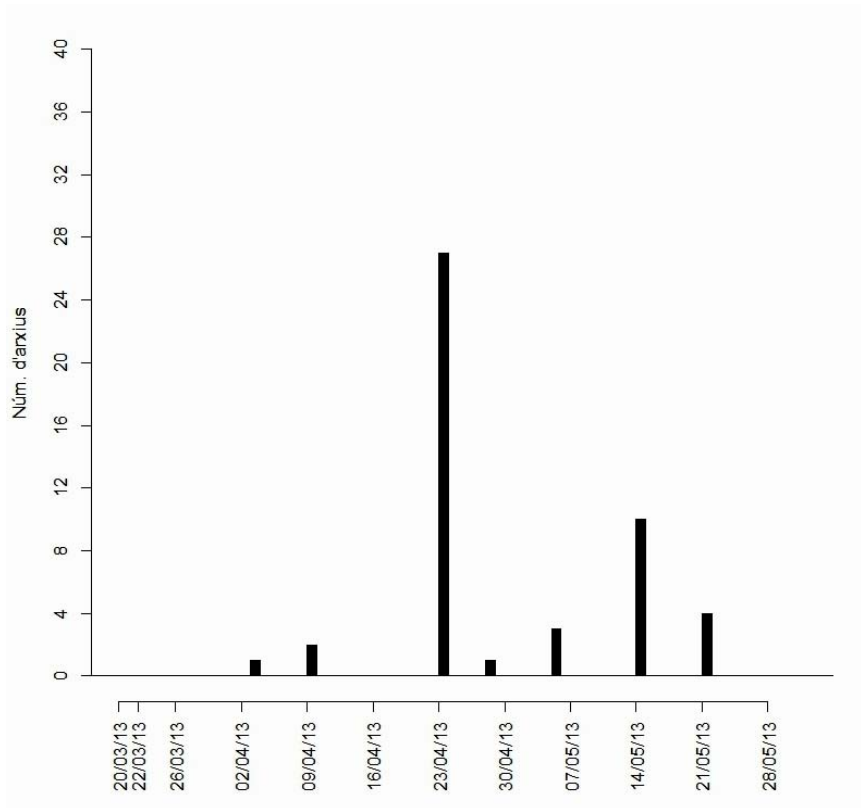


Figura 8.2. Número d'accions per data de l'equip 1. Elaboració pròpia

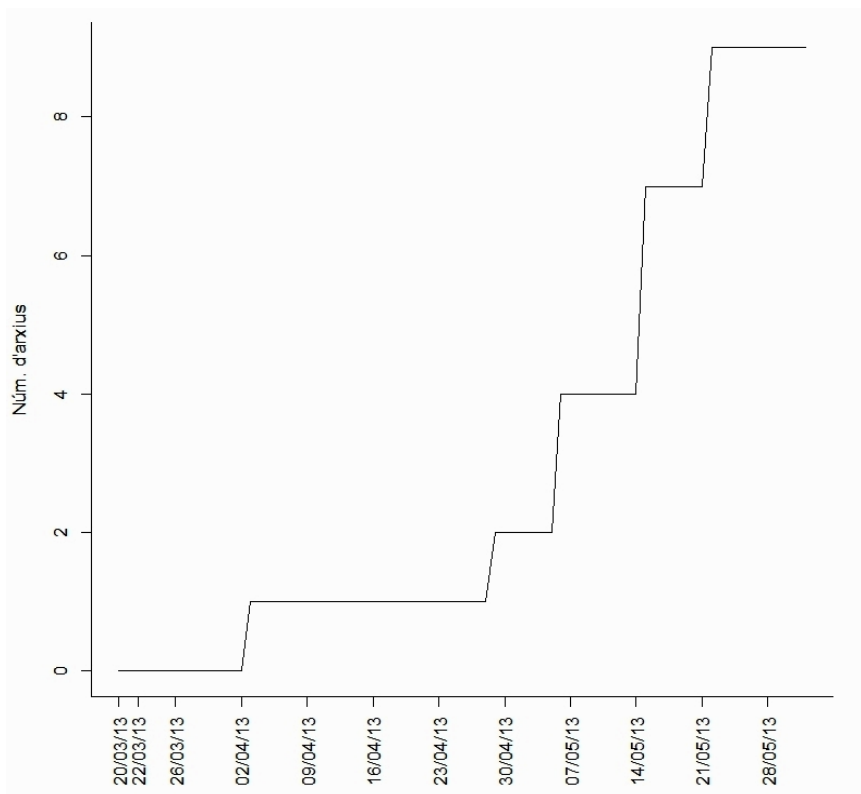


Figura 8.3. Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 1. Elaboració pròpia

Si s'analitza l'evolució de l'acumulació del número d'arxius que generen contingut i del número d'arxius eliminats, figura 8.3, s'observa com es produeix un creixement discret durant tot el període, de manera que es detecta, únicament, una estacionalitat durant el mes d'abril. A efectes del sistema d'emmagatzematge d'arxius, el projecte es realitza gairebé en la seva totalitat durant el mes de maig.

El grup no ha facilitat el diagrama C-K.

8.1.2 Resultats de l'equip 2

La product backlog (taula 8.11) de l'equip 2 està formada per 37 elements, als quals se'ls adjudiquen els camps d'identificació, d'importància i d'estimació. Es preveu un camp per a notes i altres aspectes explicatius, però no s'ha usat significativament. Els valors d'estimació corresponents a la càrrega de treball associada a la resolució de cada element prenen un valor entre 0 i 70 punts, amb tots els valors adjudicats corresponents a desenes (10, 20, 30, 40, 50 i 70) amb una excepció. El valor de 0 punts s'ha atorgat a aquells elements que s'hereten del projecte anterior. El valor total del projecte és de 745 punts.

Taula 8.11. Product backlog de l'equip 2

Id	Nom	Imp.	Est.	Notes
1	1.Dades generals	10	0	*
2	2.Descripció de l'activitat	10	0	*
3	3.1 Edifici	10	0	*
4	3.2 Estructura suportant	10	5	**
5	3.3 Façanes (Descripció)	40	10	
6	3.3 Façanes (Justificació)	50	10	
7	3.3 Façanes (Aïllaments)	45	20	
8	3.4 Coberta (Descripció)	40	10	
9	3.4 Coberta (Justificació)	50	10	
10	3.4 Coberta (Aïllaments)	45	20	
11	3.5 Tancaments i acabats interiors (Descripció)	40	10	
12	3.5 Tancaments i acabats interiors (Justificació)	50	10	
13	3.5 Tancaments i acabats interiors (Materials i aïllaments)	45	20	
14	3.5 Tancaments i acabats interiors (Acabats superficials)	45	20	
15	3.6 Soleres i paviments (Descripció)	40	10	
16	3.6 Soleres i paviments (Justificació)	50	10	
17	3.6 Soleres i paviments (Paviments)	45	20	
18	4. Normativa aplicada	34	10	

19	Annex I. Demostració aplicació normativa contra incendis	83	0	*
20	Annex II. Demostració aplicació normativa Tèrmica	83	70	
21	Annex III. Demostració aplicació normativa Acústica	83	70	
22	Annex IV. Catàlegs utilitzats en el projecte	39	30	
23	Plànol 1. Plànol de situació	71	0	*
24	Plànol 2. Plànol d'emplaçament	71	0	*
25	Plànol 3. Plànol de implantació de la indústria	71	0	*
26	Plànol 4. Plànol de planta. Definició geomètrica	71	0	*
27	Plànol 5. Plànol de planta. Definició materials i acabats	62	30	
28	Plànol 6. Plànol de planta. Aplicació normativa incendis	64	0	*
29	Plànol 7. Façanes arquitectòniques	62	50	
30	Plànol 8. Façanes constructives	71	40	
31	Plànol 9. Detalls de façanes	62	40	
32	Plànol 10. Coberta arquitectònica	62	40	
33	Plànol 11. Coberta constructiva	71	40	
34	Plànol 12. Detalls de cobertes	62	40	
35	Plànol 13. Plànol de fusteria	62	30	
36	Plànol 14. Plànol de soleres i paviments	62	30	
37	Plànol 15. Secció de façana i coberta	71	40	

* Extret del projecte anterior

** Extret del projecte anterior i que s'ha de retocar

Els elements de la product backlog fan referència a les parts a resoldre de l'edifici, com ara l'estructura, la façana o la coberta, i també, a la feina a realitzar, encara que en aquest cas, s'explicita la realització de plànols, però no la redacció d'una memòria, d'un annex o la realització de càlculs. No queda clar si en l'element 5 (3.3 Façanes, descripció) es decidirà el tipus de façana o si a més a més es procedirà a la redacció de la part de la memòria corresponent a aquest element.

L'equip 2 ha acabat organitzant el projecte en 4 sprints. En el primer sprint es resolen 150 punts, en el segon sprint se'n resolen 170 i en el tercer i quart sprints 270 i 380 punts, respectivament. Els sprints s'han realitzat en les dates següents:

- 1r sprint del 22 al 26 d'abril (5 dies)
- 2n sprint del 6 al 12 de maig (7 dies)
- 3r sprint del 15 al 22 de maig (8 dies)
- 4t sprint del 23 de maig al 2 de juny (11 dies)

Es comprova una diferència important entre les dates de realització del primer sprint respecte a la resta, ja que els últims sprints es produeixen en setmanes consecutives. També es comprova el retard amb el qual l'equip decideix començar.

A continuació es mostren les sprint backlogs i les burdown charts de cada un dels sprints.

L'sprint 1 realitzat entre els dies 22 i 26 d'abril té la següent sprint backlog (taula 8.12):

Taula 8.12. Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 2

Nom	Estimació
3.3 Façanes (Descripció)	10
3.3 Façanes (Justificació)	10
3.3 Façanes (Aïllaments)	20
3.4 Coberta (Descripció)	10
3.4 Coberta (Justificació)	10
3.4 Coberta (Aïllaments)	20
Annex II. Demostració aplicació normativa Tèrmica	70
Total	150

A l'sprint li correspon el següent gràfic, figura 8.4, que mostra l'evolució de la resolució dels punts en cada un dels dies previstos. Es pot veure que l'equip no comença a resoldre elements fins al segon dia de treball, el dia 23 d'abril i que en torna a resoldre el dia 25 d'abril. Es comprova que en la data prevista per a l'acabament de l'sprint, restaven per resoldre 60 punts. En aquest moment, l'equip hauria d'haver acabat l'sprint i deixar els punts no realitzats per a l'sprint següent, tanmateix, decideix allargar un dia mes la durada prevista, resolent d'aquesta manera 30 punts més i acabant finalment l'sprint amb 30 punts pendents.

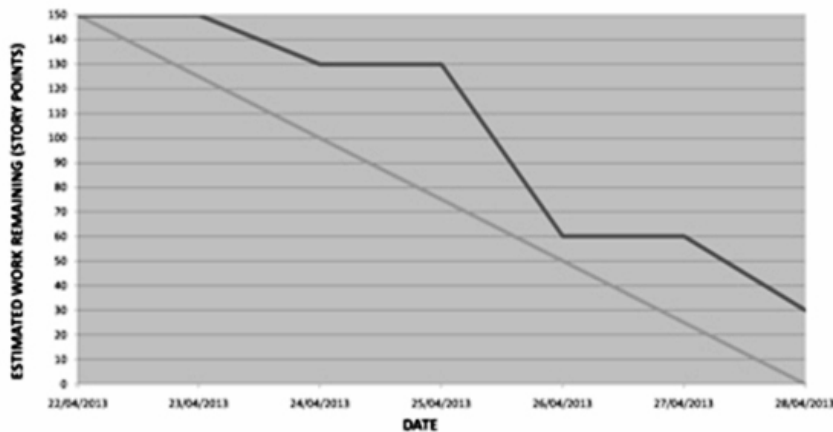


Figura 8.4. Burndown chart de l'sprint 1 de l'equip 2. Elaboració equip 2

L'sprint 2 es realitza entre els dies 6 i 12 de maig i té la següent sprint backlog (taula 8.13):

Taula 8.13. Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 2

Nom	Estimació
3.5 Tancaments i acabats interiors (Acabats superficials)	20
3.6 Soleres i paviments (Descripció)	10
3.6 Soleres i paviments (Justificació)	10
3.6 Soleres i paviments (Aïllaments)	20
Acabar 1st sprint	70
Total	170

En la figura següent, figura 8.5, es mostra el ritme de la resolució de punts. S'observa que no és fins al final del període previst, durant els dos últims dies, que es resolen la totalitat dels punts previstos (170 punts).

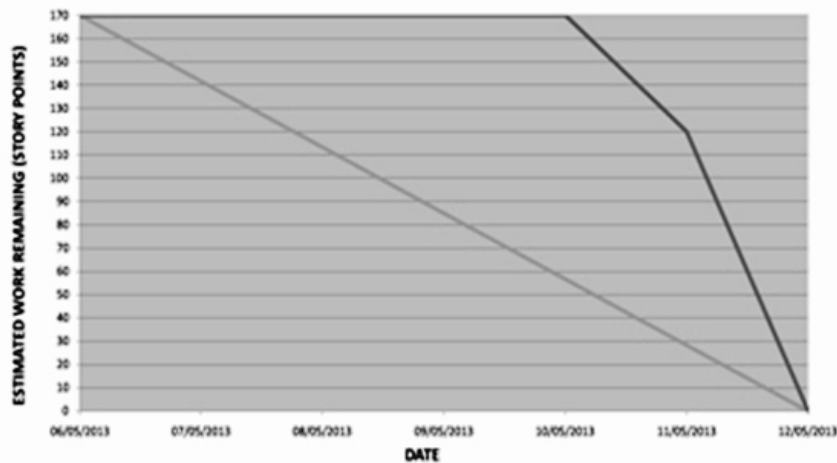


Figura 8.5. Burndown chart de l'sprint 2 de l'equip 2. Elaboració equip 2

L'sprint 3, realitzat entre el 15 i el 22 de maig, respon a la següent previsió (taula 8.14):

Taula 8.14. Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 2

Nom	Estimació
Annex III. Demostració aplicació normativa Acústica	70
Annex IV. Catàlegs utilitzats en el projecte	30
Plànol 7. Façanes arquitectòniques	50
Plànol 8. Façanes constructives	40
Plànol 10. Coberta arquitectònica	40
Plànol 11. Coberta constructiva	40

Total	270
-------	-----

En la burndown chart de l'sprint 3 (figura 8.6) es mostra, en primer lloc, que no es resolen tots els punts previstos, ja que en data 22 de maig manquen encara 170 punts. També s'observa que la resolució de punts s'inicia en el quart dia de l'sprint.

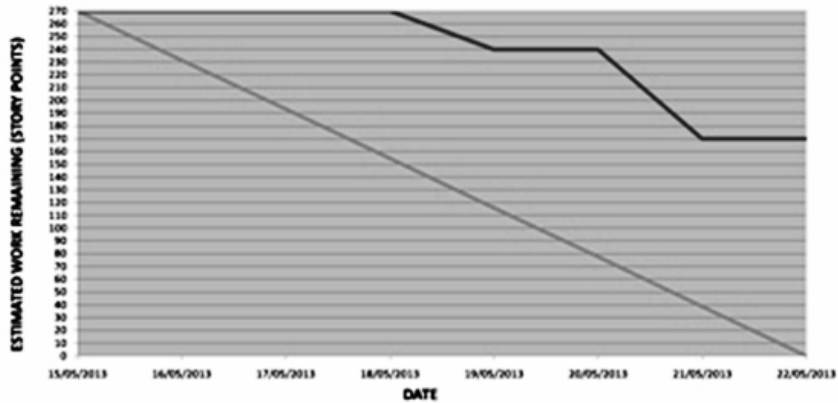


Figura 8.6. Burndown chart de l'sprint 3 de l'equip 2. Elaboració equip 2

Finalment, l'sprint 4, dut a terme entre el 23 de maig i el 2 de juny, preveu la realització de tots els elements pendents de resolució, és a dir 380 punts, d'acord amb la següent sprint backlog (taula 8.15):

Taula 8.15. Sprint backlog de l'sprint 4 de l'equip 2

Nom	Estimació
Plànol 5. Plànol de planta. Definició materials i acabats	30
Plànol 7. Façanes arquitectòniques	50
Plànol 8. Façanes constructives	40
Plànol 9. Detalls de façanes	40
Plànol 10. Coberta arquitectònica	40
Plànol 11. Coberta constructiva	40
Plànol 12. Detalls de cobertes	40
Plànol 13. Plànol de fusteria	30
Plànol 14. Plànol de soleres i paviments	30
Plànol 15. Secció de façana i coberta	40
Total	380

No es disposa de la burndown chart d'aquest últim sprint.

Com es pot comprovar, durant l'sprint 1 l'equip no aconsegueix realitzar tots els punts planificats. Això és normal atès que és el primer sprint que realitzen com a equip. La situació es resol afegint els punts que no s'han realitzat al següent sprint, que s'ha de planificar d'acord amb aquesta circumstància. Durant l'sprint 2 s'acumula un retard de diversos dies en els quals no es resolen elements, tot i això s'aconsegueixen realitzar tots els punts. Aquest fet mostra que s'hagués pogut planificar l'sprint amb molts menys dies, que s'ha hagut de fer un sobre esforç per assolir l'objectiu, o bé que s'ha estat treballant en tots els elements en paral·lel sense finalitzar-los fins als últims dies.

En l'sprint 3, l'equip no aconsegueix l'objectiu planificat, i en l'sprint 4 no mostra la burndown chart corresponent, tot i que es planifiquen els punts que no s'han realitzat en l'sprint anterior, consistent en la realització de plànols. Com en els cas de l'sprint 2, la situació que es pot donar és la corresponent a la realització de la feina sense la finalització completa de la mateixa dins de les dates de l'sprint i per tant, la no possibilitat de mostrar com a realitzats els punts associats a l'element.

L'equip 2 ha registrat la seva activitat a Dropbox de la manera com es mostra en la següent taula (taula 8.16):

Taula 8.16. Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 2

Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editar	Restaurar
G2	226	127	42	45	5	7	0	0
		(56,19)	(18,58)	(19,91)	(2,21)	(3,10)	(0,00)	(0,00)
21	40	12	21	0	1	6	0	0
	(17,70)							
22	162	105	11	40	2	1	0	0
	(71,68)							
23	13	4	7	0	2	0	0	0
	(5,75)							
24	14	6	3	5	0	0	0	0
	(6,19)							

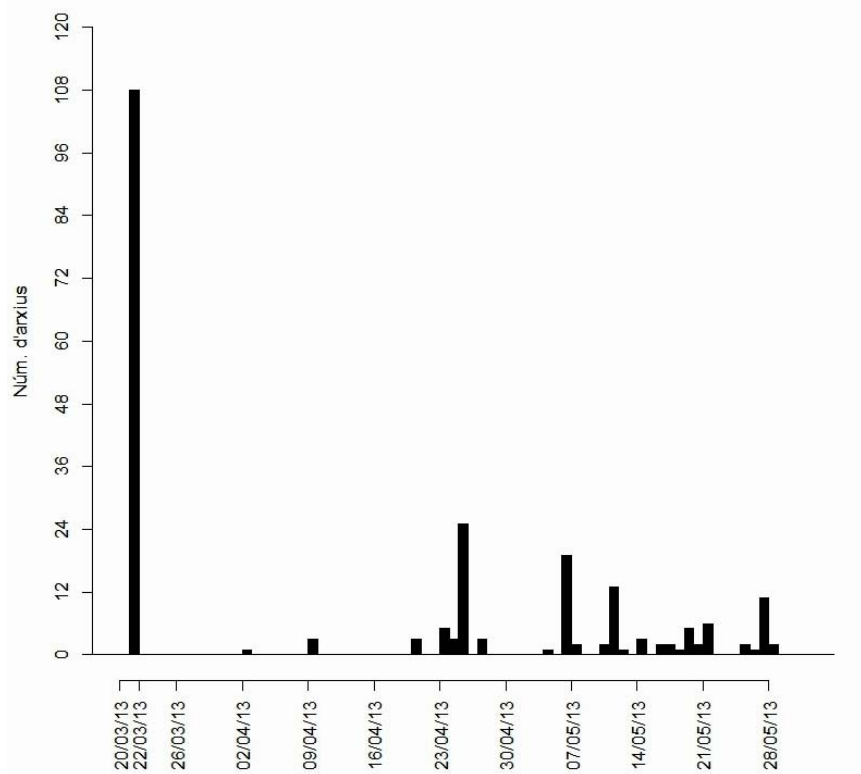
Com en altres equips hi ha un dels components que genera més activitat que la resta. S'observa també que la majoria d'accions realitzades corresponen a l'agregació d'arxius seguida de l'eliminació o modificació dels mateixos.

La taula següent (taula 8.17) mostra la quantitat d'arxius del projecte que aporten contingut. Es verifica, com en la taula anterior, que hi ha un integrant que té molta més activitat que els altres.

Taula 8.17. Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 2

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G2	169	45	124
21	33	0	33
22	116	40	76
23	11	0	11
24	9	5	4

L'evolució de les accions i el número d'arxius operats al Dropbox al llarg del període de realització del projecte es mostra en les gràfiques següents.

**Figura 8.7. Número d'accions per data de l'equip 2. Elaboració pròpia**

La figura (figura 8.7) mostra el total d'accions realitzades pel G2 per dia de projecte. En aquest cas s'observa com en la primera data de treball, l'equip carrega al Dropbox tots els arxius heretats del projecte anterior. S'observa també com hi ha un període d'inactivitat i com en les dates corresponents a l'sprint 1 i posteriorment a la resta dels sprints, es produeixen més accions.

La figura següent (figura 8.8) mostra, al llarg del temps, la relació entre els arxius afegits, modificats i eliminats. Els arxius afegits i els modificats s'entenen com a generadors de contingut en el projecte i els arxius eliminats s'interpreten com a destructors de contingut. Com en les dades mostrades anteriorment, l'equip afegeix ràpidament arxius a la carpeta de Dropbox

per passar posteriorment a una fase d'inactivitat que dona pas a la realització dels diferents sprints.

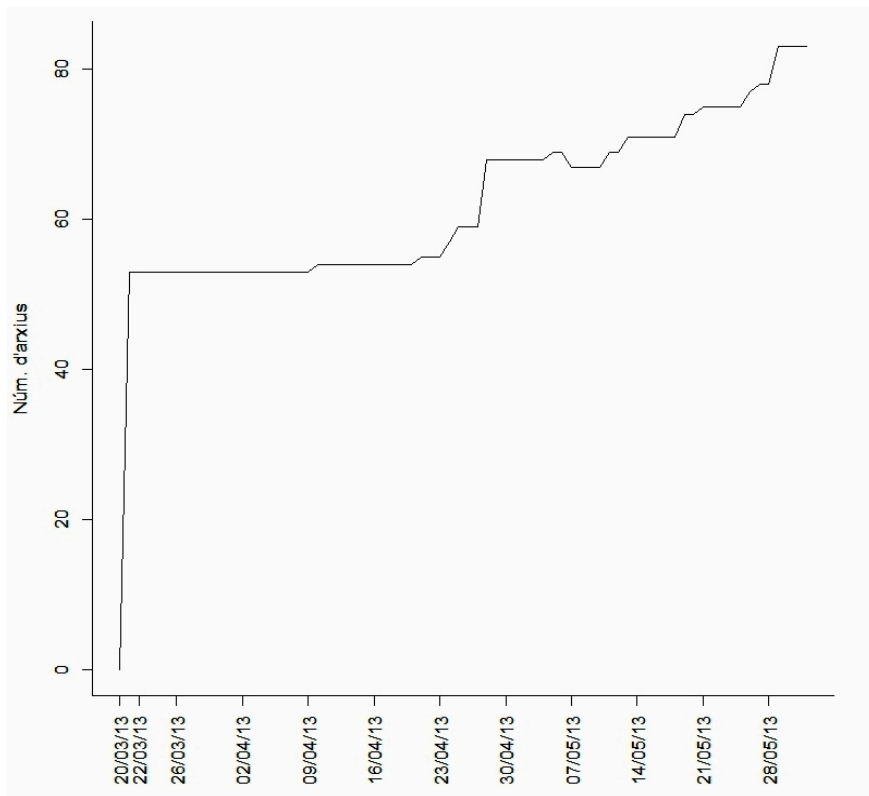


Figura 8.8. Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 2. Elaboració pròpia

Aquest grup no ha realitzat un diagrama C-K del projecte.

8.1.3 Resultats de l'equip 3

La product backlog de l'equip 3 (taula 8.18) està formada per 47 elements que computen un total de 122 punts. En la taula s'indica el grau d'importància i l'estimació de la càrrega de treball. Hi ha les columnes corresponents a notes però que gairebé no té contingut, només s'usa per indicar si un element que prové del treball anterior s'ha de revisar.

Els elements es mostren agrupats de manera que cada conjunt correspon a un aspecte de l'edifici (Estructura, façana, coberta,...) i corresponen, en general, a activitats a realitzar, com ara, verificar, redactar, fer plànols,...

La identificació està relacionada amb la del conjunt al qual pertanyen cada un dels elements. Així, al conjunt "Solucions constructives façanes" li correspon la identificació "8" i "Redacció memòria" (en la part de la façana) li correspon la identificació "8.3". Les estimacions de la càrrega de feina es restringeixen als valors 1, 2, 3, 4 o 5 punts.

Taula 8.18. Product backlog de l'equip 3

Id	Nom	Importància	Estimació	Notes
1	Plantejament i descripció de l'edifici	50		
	1.1. Plànols de definició i implantació		2	
	1.2. Revisió implantació a memòria		2	
2	Contraincendis	80		
	2.1. Verificació càlculs previs		1	
	2.2. Ajustos necessaris		2	
	2.3. Ajustos plànols		2	
3	Estructura suportant	100		
	3.1. Revisar requeriments		1	*
	3.2. Comprovar tècniques adients		2	
	3.3. Proposar nova solució		3	
	3.4. Redactar part de memòria		2	
4	Requeriments tèrmics	60		
	4.1. Classificació d'espais		1	
	4.2. Definició d'envolvent tèrmic d'edifici		2	
	4.3. Mètode a aplicar i càlcul		5	
	4.4. Redactar part de memòria		2	
5	Requeriments acústics	50		
	5.1. Recull de dades		2	
	5.2. Càlcul condicions mínimes		5	
6	Soleres i paviments	70		
	6.1. Definició de solera més adequada		2	
	6.2. Tipus de paviments i necessitats		3	
	6.3. Definició paviments definitius i redacció		2	
	6.4. Plànol soleres i paviments		3	
7	Solucions constructives coberta	80		*
	7.1. Coberta producció			
	7.1.1. Definició tipus		2	
	7.1.2. Plànols arquitectònics		4	
	7.1.3. Plànols constructius		4	
	7.1.4. Dibuix detalls constructius		4	
	7.2. Coberta oficines			
	7.2.1. Definició tipus		2	

	7.2.2. Plànols arquitectònics	3
	7.2.3. Plànols constructius	4
	7.2.4. Dibuix detalls constructius	3
	7.3. Redacció memòria	3
8	Solucions constructives façanes	70
	8.1. Façana producció	
	8.1.1. Definició tipus façana	2
	8.1.2. Plànols arquitectònics	3
	8.1.3. Dibuix detalls i plànol constructiu	3
	8.2. Façana oficines	
	8.2.1. Definició tipus façana	2
	8.2.2. Plànols arquitectònics	3
	8.2.3. Dibuix detalls i plànol constructiu	3
	8.3. Redacció memòria	3
9	Tancaments i acabats interiors	20
	9.1. Tancaments producció	
	9.1.1. Tipus tancament	1
	9.1.2. Plànols arquitectònics	2
	9.2. Tancaments oficines	
	9.2.1. Definició tipus façana	1
	9.2.2. Plànols arquitectònics	2
	9.3. Redacció memòria	3
10	Fusteria	20
	10.1. Comparativa tipus fusteria	1
	10.2. Tria de fusteria i vidres segons requeriments tèrmics	2
	10.3. Dibuix plànols de detall	3
	10.4. Redacció memòria	3
11	Retocs finals	20
	11.1. Memòria	3
	11.2. Plànols	5
	11.3. Annexes	4
	Total	122

* Revisió treball previ.

Per a la realització dels 122 punts previstos en la product backlog, l'equip 3 ha realitzat 6 sprints en les dates que es mostren a continuació:

- 1r sprint del 3 al 10 d'abril (7 dies)
- 2n sprint del 10 al 24 d'abril (14 dies)
- 3r sprint del 24 d'abril a l'1 de maig (7 dies)
- 4t sprint del 8 al 15 de maig (7 dies)
- 5è sprint del 15 al 22 de maig (7 dies)
- 6è sprint del 22 al 29 de maig (7 dies)

L'equip documenta els diferents sprint plannings tal com es mostra a continuació. L'sprint 1 realitzat entre el 3 i el 10 d'abril respon a la següent sprint backlog (taula 8.19):

Taula 8.19. Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 3

Id	Nom	Importància	Estimació
1	Plantejament i descripció de l'edifici	50	
	1.1. Plànols de definició i implantació		2
	1.2. Revisió implantació a memòria		2
2	Contra incendis	80	
	2.1. Verificació càlculs previs		1
	2.2. Ajustos necessaris		2
3	Estructura suportant	100	
	3.1. Revisar requeriments		1
	3.2. Comprovar tècniques adients		2
	3.3. Proposar nova solució		3
	3.4. Redactar part de memòria		2
4	Requeriments tèrmics	60	
	4.1. Classificació d'espais		1
	4.2. Definició d'evolvent tèrmic d'edifici		2
Total			18

El grup no facilita específicament la burndown chart de l'sprint 1. Tanmateix d'acord amb les burndown chart exposades posteriorment, no s'aconsegueixen realitzar tots els punts previstos. L'sprint 2 es preveu per a les dates del 10 al 24 d'abril amb la següent sprint backlog (taula 8.20.):

Taula 8.20. Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 3

Id	Nom	Importància	Estimació
4	Requeriments tèrmics	60	

4.3.	Mètode a aplicar i càlcul	5
4.4.	Redactar part de memòria	2
6	Soleres i paviments	70
6.1.	Definició de solera mes adequada	2
6.2.	Tipus de paviments i necessitats	3
6.3.	Definició paviments definitius i redacció	2
7	Solucions constructives coberta	80
7.1.	Coberta producció	
7.1.1.	Definició tipus	2
7.3.	Redacció memòria	3
Total		19

En aquest cas tampoc es mostra l'evolució temporal de la resolució dels punts dels elements. A continuació es porta a terme l'sprint 3 entre els dies 24 d'abril i 1 de maig. Amb la següent previsió (taula 8.21):

Taula 8.21. Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 3

Id	Nom	Importància	Estimació
7	Solucions constructives coberta	80	
	7.2. Coberta oficines		
	7.2.1. Definició tipus		2
	7.3. Redacció memòria		3
8	Solucions constructives façanes	70	
	8.1. Façana producció		
	8.1.1. Definició tipus façana		2
	8.2. Façana oficines		
	8.2.1. Definició tipus façana		2
	8.3. Redacció memòria		3
9	Tancaments i acabats interiors	20	
	9.1. Tancaments producció		
	9.1.1. Tipus tancament		1
	9.2. Tancaments oficines		
	9.2.1. Tipus tancament		1
	9.3. Redacció memòria		3
Total			17

No es mostra l'evolució temporal de l'sprint, tot i que en les burndown chart posteriors s'observa que queden elements sense realitzar. L'sprint 4, ocupa els dies des del 8 al 15 de maig i té el següent product backlog (taula 8.22):

Taula 8.22. Sprint backlog de l'sprint 4 de l'equip 3

Id	Nom	Importància	Estimació
2	Contra incendis	80	
	2.3. Ajustos plànols		2
5	Requeriments acústics	50	
	5.1. Recull de dades		2
	5.2. Càlcul condicions mínimes		5
6	Soleres i paviments	70	
	6.4. Plànol soleres i paviments		2
8	Solucions constructives façanes	70	
	8.1. Façana producció		
	8.1.2. Plànols arquitectònics		3
	8.2. Façana oficines		
	8.2.2. Plànols arquitectònics		3
11	Retocs finals	20	
	11.1. Memòria		1
Total			18

En la burndown chart de l'sprint 4 (figura 8.9) s'hi representa l'evolució dels sprints precedents així com l'estimació d'aquests.

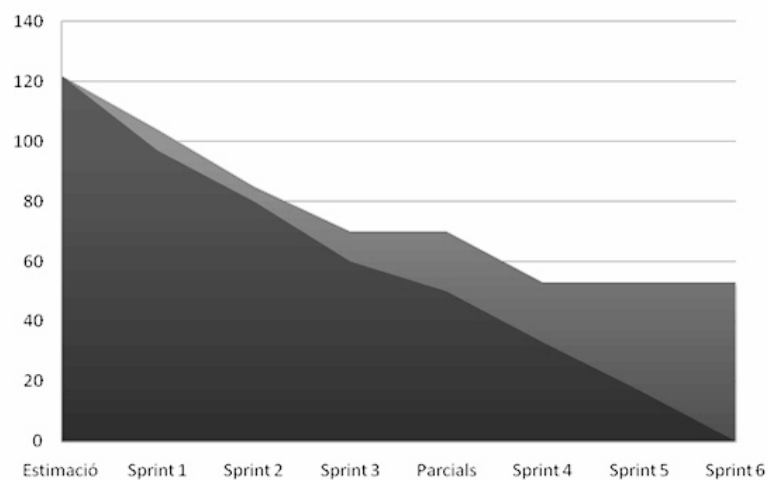


Figura 8.9. Burndown chart de l'sprint 4 de l'equip 3. Elaboració equip 3

D'acord amb les dades presentades, al final de l'sprint 4 manquen per resoldre 50 punts de la product backlog. Aquesta dada representa un cert retràs respecte a la corba indicada com a estimació. En aquest cas, la corba d'estimació ha estat creada per l'equip però no té un significat concret en el mètode Scrum. La idea d'aquesta corba pot ser útil per considerar un ritme homogeni de treball durant els sprints. Tot i això el mètode proposat preveu la realització dels sprints d'un en un, fins a arribar a la consecució de l'objectiu i no preveu el fet d'establir una data de finalització a partir de la qual distribuir els sprints, que és el significat que té la corba d'estimació presentada per aquest grup.

L'sprint 5 s'ha dut a terme entre els 15 i 22 de maig, amb la següent sprint backlog (taula 8.23):

Taula 8.23. Sprint backlog de l'sprint 5 de l'equip 3

Id	Nom	Importància	Estimació
6	Soleres i paviments	70	
	6.4. Plànol soleres i paviments		2
7	Solucions constructives coberta	80	
	7.1. Coberta producció		
	7.1.3. Plànols constructius		4
	7.2. Coberta oficines		
	7.2.2. Plànols arquitectònics		3
	7.2.3. Plànols constructius		4
	7.3. Redacció memòria		1
8	Solucions constructives façanes	70	
	8.1. Façana producció		
	8.1.3. Dibuix detalls i plànol constructiu		3
	8.2. Façana oficines		
	8.2.3. Dibuix detalls i plànol constructiu		3
9	Tancaments i acabats interiors	80	
	9.1. Tancaments producció		
	9.1.2. Plànols arquitectònics		2
	9.2. Tancaments oficines		
	9.2.2. Plànols arquitectònics		2
10	Fusteria	20	
	10.1. Comparativa tipus fusteria		1
	10.2. Tria de fusteria i vidres segons requeriments tèrmics		2
Total			27

S’observa com, arribant a la data de lliurament del projecte, durant l’sprint 5 i posteriorment durant l’sprint 6, l’equip es veu obligat a resoldre més punts amb la mateixa durada dels sprints. En la burndown chart es comprova la situació descrita. Com es veu en la figura 8.10, al final de l’sprint 5 manquen per resoldre 27 punts del projecte.

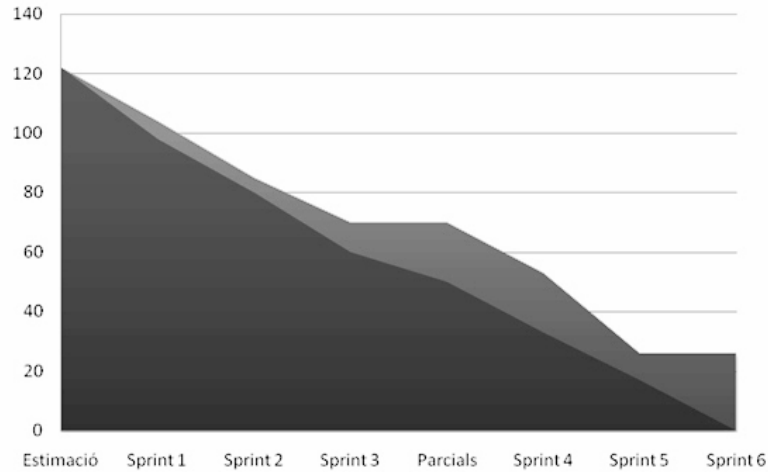


Figura 8.10. Burndown chart de l’sprint 5 de l’equip 3. Elaboració equip 3

Finalment, l’sprint 6 es realitza en el període entre el del 22 al 29 de maig de la forma següent (taula 8.24):

Taula 8.24. Sprint backlog de l’sprint 6 de l’equip 3

Id	Nom	Importància	Estimació
7	Solucions constructives coberta	80	
	7.1. Coberta producció		
	7.1.2. Plànols arquitectònics		1
	7.1.4. Dibuix detalls constructius		4
	7.2. Coberta oficines		
	7.2.4. Dibuix detalls constructius		2
	7.3. Redacció memòria		1
10	Fusteria	20	
	10.3. Dibuix plànols de detall		3
	10.4. Redacció memòria		3
11	Retocs finals	20	
	11.1. Memòria		2
	11.2. Plànols		5

11.3. Annexes	4
Total	25

Com en el cas de l'sprint anterior, cal realitzar més punts que en els sprints precedents. La burndown chart resultant, que també correspon a la del total del projecte, és la següent (figura 8.11):

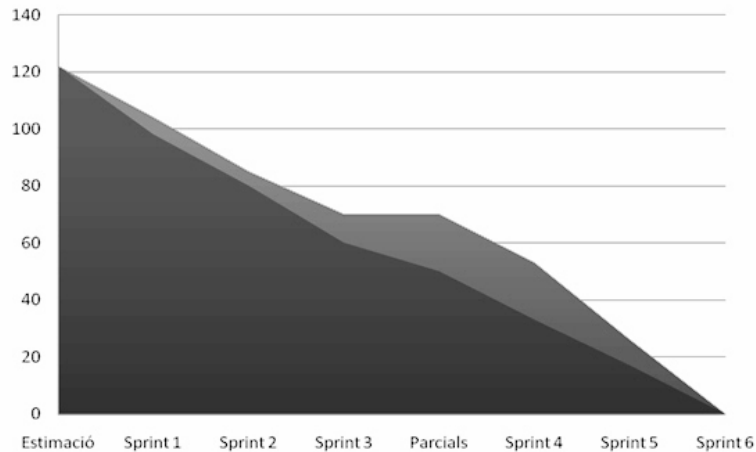


Figura 8.11. Burndown chart de l'sprint 6 de l'equip 3. Elaboració equip 3

En la figura s'observa l'increment del ritme de treball necessari en els sprints 5 i 6 per a assolir l'objectiu final. Aquest increment es tradueix en una variació de la pendent de la corba respecte a les pendents dels períodes anteriors.

L'activitat a Dropbox de l'equip es mostra en la taula 8.25:

Taula 8.25. Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 3

Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editar	Restaurar
G3	666	350	110	154	10	12	30	0
		(52,55)	(16,52)	(23,12)	(1,50)	(1,80)	(4,50)	(0,00)
31	474	220	86	118	8	12	30	0
	(71,17)							
32	44	40	1	3	0	0	0	0
	(6,61)							
33	86	62	3	19	2	0	0	0
	(12,91)							
34	62	28	20	14	0	0	0	0
	(9,31)							

En primer lloc s’observa un número d’activitats realitzades molt superior al grups precedents. En el grup 1 el total d’accions és de 46 i en el grup 2 de 229. D’altra banda, com en els altres casos, queda clar que hi ha un integrant del grup que genera més activitat que la resta. Les dades corresponents a la suma dels arxius agregats i modificats respecte als arxius eliminats són les que es presenten a continuació (taula 8.26):

Taula 8.26. Número d’arxius generadors de contingut de l’equip 3

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G3	460	154	306
31	306	118	188
32	41	3	38
33	65	19	46
34	48	14	34

La figura següent (figura 8.12) mostra l’evolució temporal de la realització de les activitats en la carpeta de Dropbox:

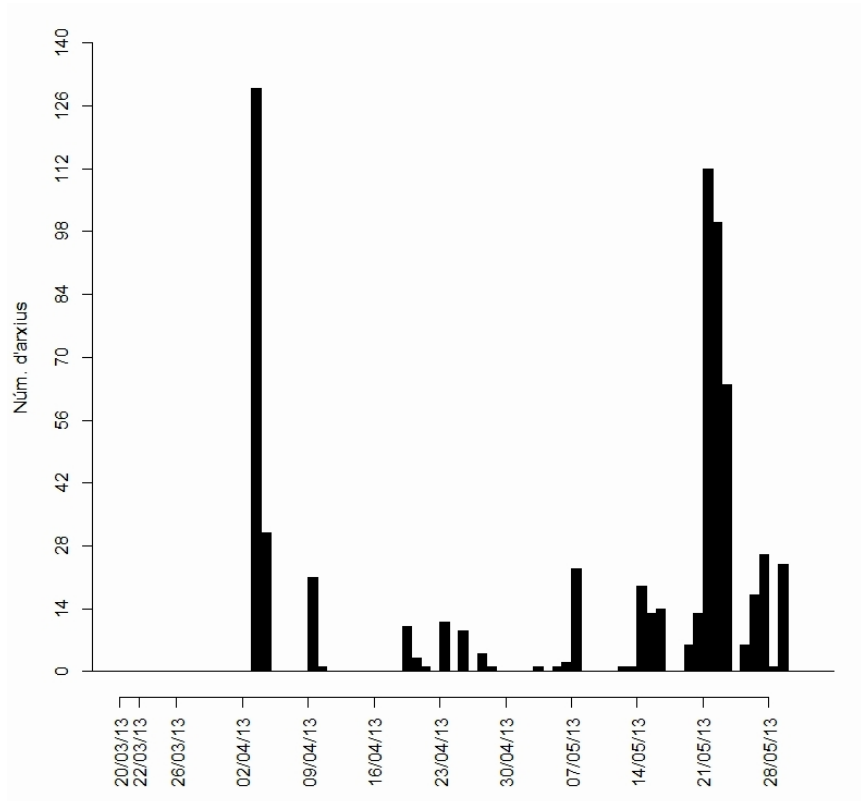


Figura 8.12. Número d’accions per data de l’equip 3. Elaboració pròpia

En la figura s’observa que l’equip inicia el projecte el dia 2 d’abril. En aquesta data procedeix a carregar els arxius del projecte anterior que seran usats. Les accions es succeeixen de forma

discreta amb dies d'activitat i dies de no activitat fins a les dates de finalització, en les quals el número d'accions s'incrementa ostensiblement.

Aquesta mateixa dinàmica es comprova en la gràfica del número d'arxius generadors de contingut acumulats, figura 8.13. El dia 2 d'abril s'inicia el projecte afegint una gran quantitat d'arxius. Acte seguit, el contingut s'incrementa de forma continguda. En les dates corresponents als sprints 5 i 6 es produeix un increment superior en el número d'arxius, la qual cosa correspon al fet d'haver resolt més punts en els sprints finals respecte als sprints inicials.

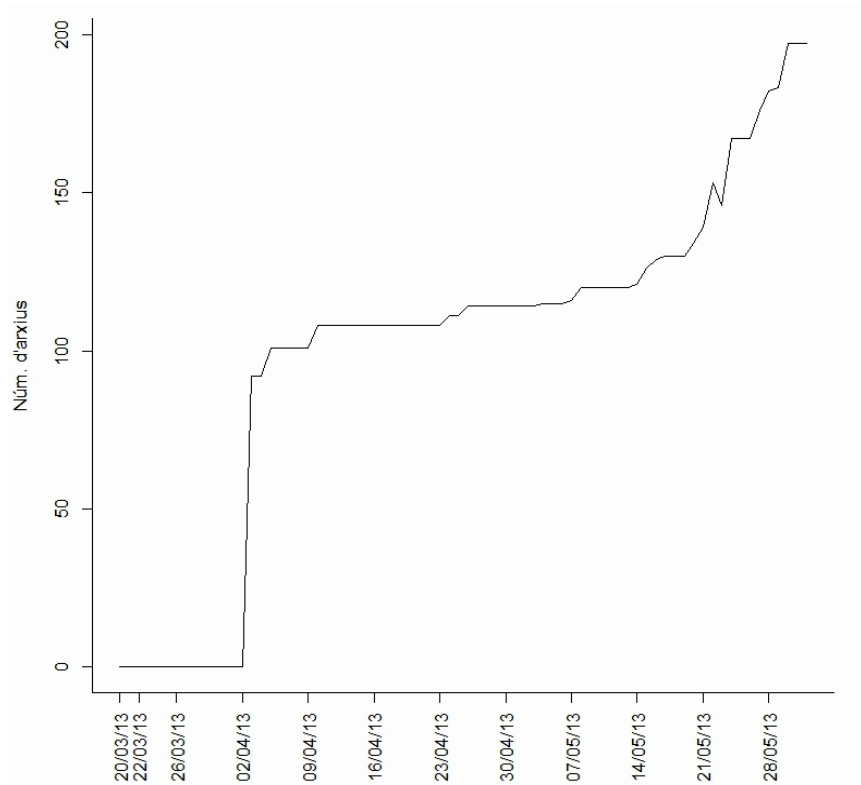


Figura 8.13. Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 3. Elaboració pròpia

D'aquest projecte no hi ha el diagrama C-K corresponent.

8.1.4 Resultats de l'equip 4

L'equip 4 preveu la realització de 13 elements per un total de 100 punts (taula 8.27). En aquest cas, s'atribueix la càrrega de treball al camp indicat com a importància i en el camp estimació s'hi indica una valor temporal, corresponent a setmanes. S'especifica un camp d'identificació.

Taula 8.27. Product backlog de l'equip 4

Id	Nom	Imp.	Est. (set.)
1	Comprovar projecte de TECI	5	0,15

2	Justificació dels materials i aïllaments utilitzats en les façanes	8	1
3	Justificació dels materials i aïllaments utilitzats en la coberta	8	1
4	Justificació dels materials i aïllaments utilitzats en els tancaments	8	1
5	Definicions dels acabats superficials	9	0,25
6	Descripció i justificació de la solera i dels paviments	6	0,25
7	Estudi de la normativa	8	1
8	Aplicació normativa contra incendis	8	0,5
9	Aplicació normativa tèrmica	7	0,5
10	Aplicació normativa acústica	7	0,5
11	Plànols	10	1
12	Simulació 3D	6	1
13	Presentació	10	0,25

Els elements que es defineixen, corresponen a activitats a realitzar com ara, descriure i justificar, estudiar normativa, aplicar normativa, realització de plànols, etcètera. Algunes d'aquestes activitats s'organitzen d'acord amb les parts de l'edifici (façana, coberta,...).

L'equip no descriu específicament les backlogs de cada sprint i tampoc indica les dates de realització dels mateixos. Tanmateix, sí que mostra 3 burndown charts que corresponen a 3 sprints (figures 8.14, 8.15 i 8.16). D'aquestes gràfiques es pot deduir que l'equip ha realitzat els sprints amb les característiques següents:

- 1r sprint 15 dies 44 punts realitzats
- 2n sprint 16 dies 30 punts realitzats
- 3r sprint 11 dies 26 punts realitzats

Aquesta distribució respon a les sprints backlogs que es mostren a continuació juntament amb les burndown chart facilitades.

A l'sprint 1 li correspon l'sprint backlog següent (taula 8.28):

Taula 8.28. Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 4

Id	Nom	Imp.
1	Comprovar projecte de TECI	5
2	Justificació dels materials i aïllaments utilitzats en les façanes	8
3	Justificació dels materials i aïllaments utilitzats en la coberta	8
4	Justificació dels materials i aïllaments utilitzats en els tancaments	8

5	Definicions dels acabats superficials	9
6	Descripció i justificació de la solera i dels paviments	6
Punts totals		44

La burndown chart de realització de l'sprint es mostra a continuació (figura 8.14.).

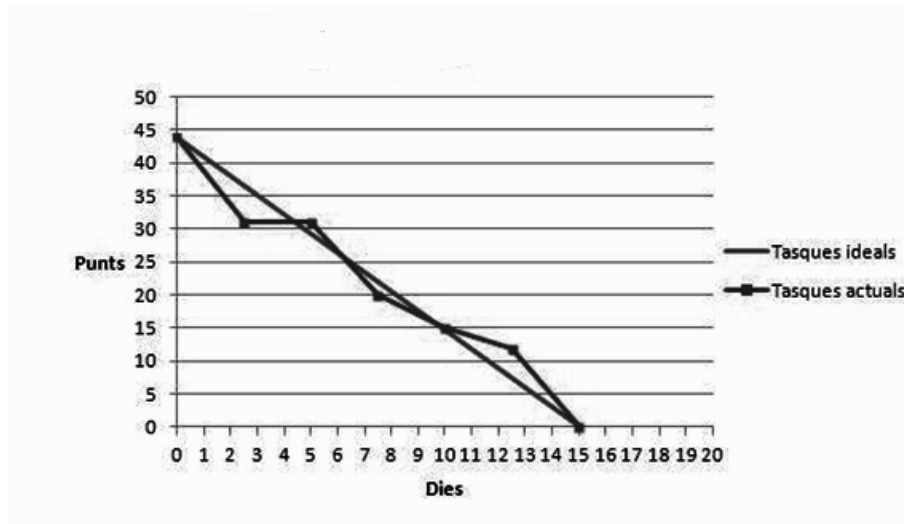


Figura 8.14. Burndown chart de l'sprint 1 de l'equip 4. Elaboració equip 4

L'equip 4 ha planificat la resolució de 44 punts d'un total de 100 que té el projecte sencer. Per a aquesta tasca ha previst 15 dies. D'acord amb la burndown chart s'ha complert l'objectiu de l'sprint, resolent punts de forma constant durant tot el període.

L'sprint backlog del 2n sprint és la següent (taula 8.29):

Taula 8.29. Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 4

Id	Nom	Imp.
7	Estudi de la normativa	8
8	Aplicació normativa Contra incendis	8
9	Aplicació normativa tèrmica	7
10	Aplicació normativa acústica	7
Punts totals		30

La burndown chart que descriu l'evolució de l'sprint correspon a la figura 8.15. Respecte a l'sprint anterior, en aquest cas és preveu la resolució de menys punts durant el mateix període de temps. En la gràfica s'observa que la feina es realitza de forma constant, els punts es resolen diàriament i de forma continuada.

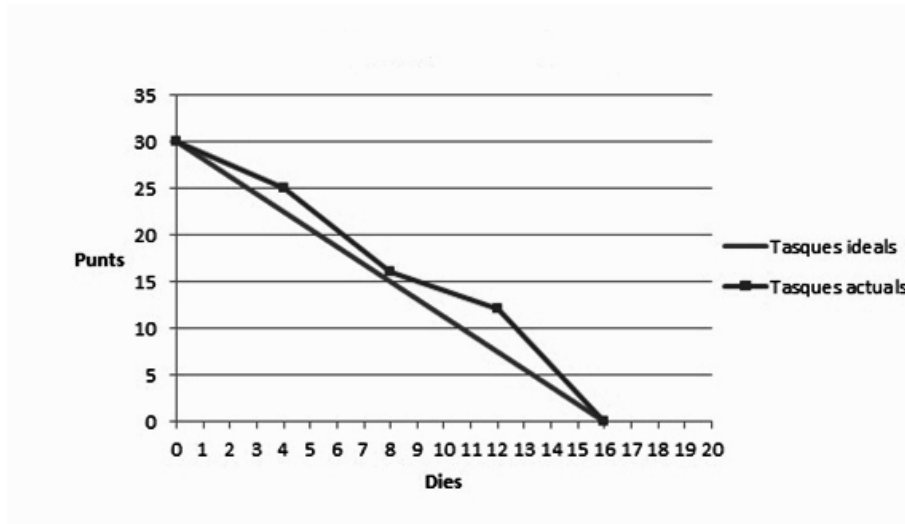


Figura 8.15. Burndown chart de l'sprint 2 de l'equip 4. Elaboració equip 4

L'últim sprint té la següent product backlog (taula 8.30), i la burndown chart que es presenta a la figura 8.16.

Taula 8.30. Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 4

Id	Nom	Imp.
11	Plànols	10
12	Simulació 3D	6
13	Presentació	10
Punts totals		26

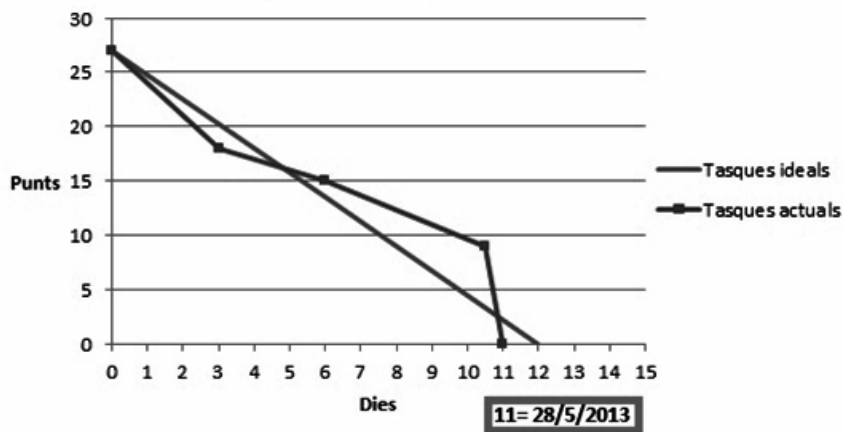


Figura 8.16. Burndown chart de l'sprint 3 de l'equip 4. Elaboració equip 4

En el cas d'aquest sprint es manté la constància en la resolució de punts mostrada en els altres sprints.

Com en la resta d'equips, i com es pot veure en la taula 8.31, l'activitat a Dropbox recau majoritàriament en un dels components de l'equip. La taula també mostra el número d'accions realitzades, que és superior a la d'altres casos. Com en grups precedents el número d'accions de agregar és molt superior al número d'accions de modificar. En aquest cas però, el percentatge d'accions d'eliminació és superior al d'altres equips.

Taula 8.31. Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 4

Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editat	Restaurar
G4	857	451 (52,63)	37 (4,32)	323 (37,69)	11 (1,28)	29 (3,38)	6 (0,70)	0 (0,00)
41	51 (5,95)	44	3	2	0	2	0	0
42	775 (90,43)	390	23	320	9	27	6	0
43	7 (0,82)	2	3	1	1	0	0	0
44	8 (0,93)	6	2	0	0	0	0	0
45	16 (1,87)	9	6	0	1	0	0	0

Taula 8.32. Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 4

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G4	488	323	165
41	47	2	45
42	413	320	93
43	5	1	4
44	8	0	8
45	15	0	15

La taula 8.32, mostra com en els casos anteriors la quantitat d'arxius agregats i modificats respecte a la quantitat d'arxius eliminats. En la figura 8.17, s'hi indiquen les dates en les que s'han produït les accions en la carpeta de Dropbox. Com es pot comprovar, la majoria d'accions es produeixen el dia 9 d'abril i el dia 20 de maig. S'observa també que la resta de l'activitat es concentra sobretot en les dates properes a la data de lliurament del projecte.

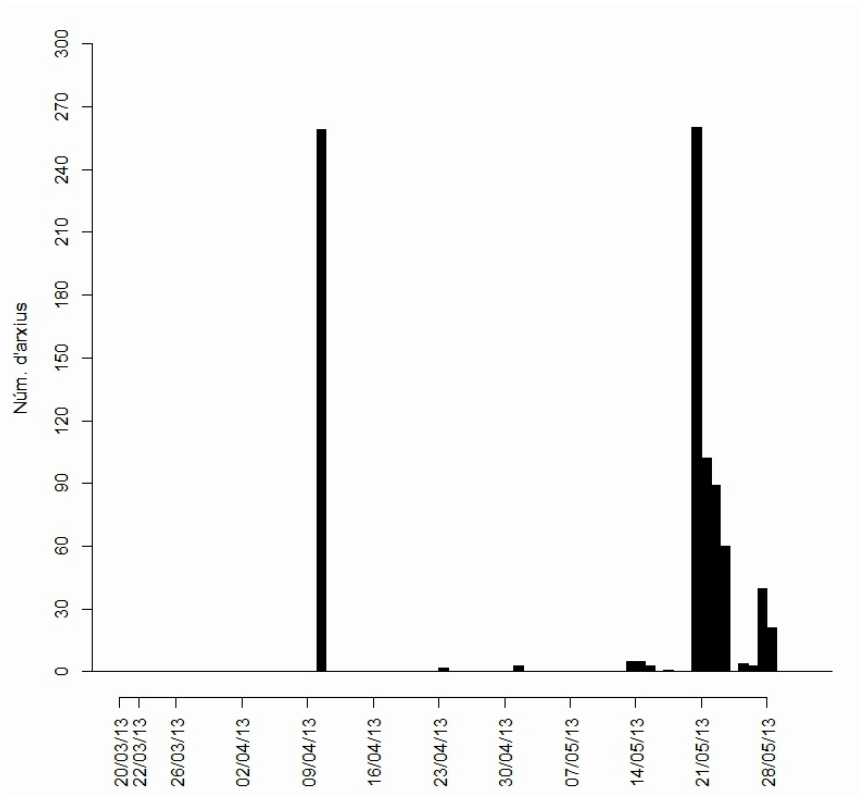


Figura 8.17. Número d'accions per data de l'equip 4. Elaboració pròpia

Aquest fet és constat en la figura següent (figura 8.18). La figura mostra com l'equip afegeix una gran quantitat de contingut a la carpeta durant bona part del temps d'execució. Aquest resta estacionari, sense gairebé modificació. Finalment, quan manquen pocs dies pel lliurament, la majoria del contingut aportat és eliminat i restablert parcialment de nou.

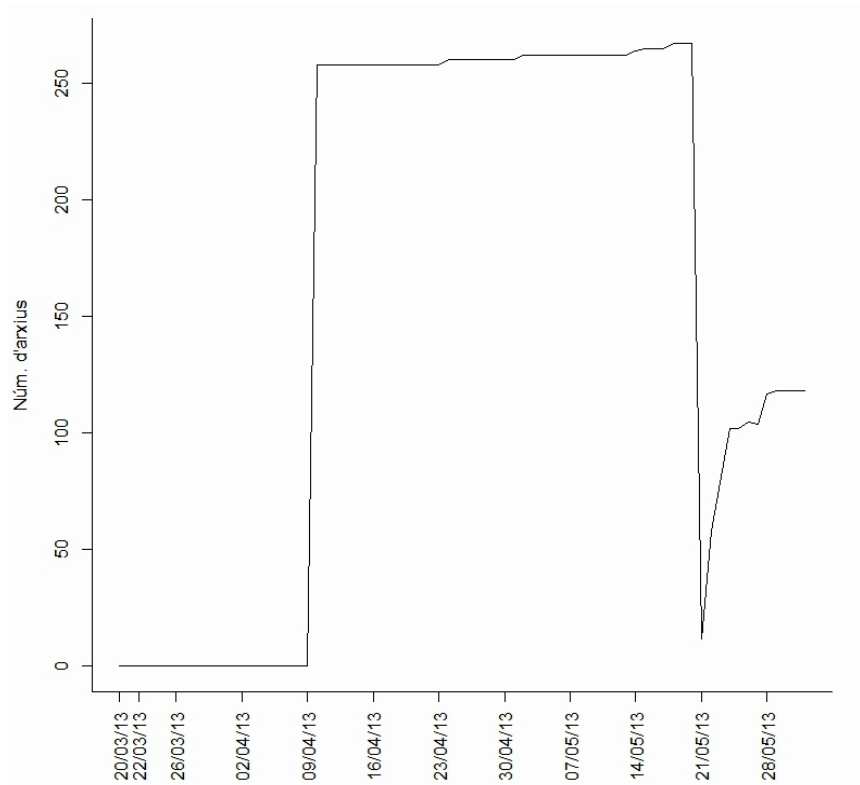
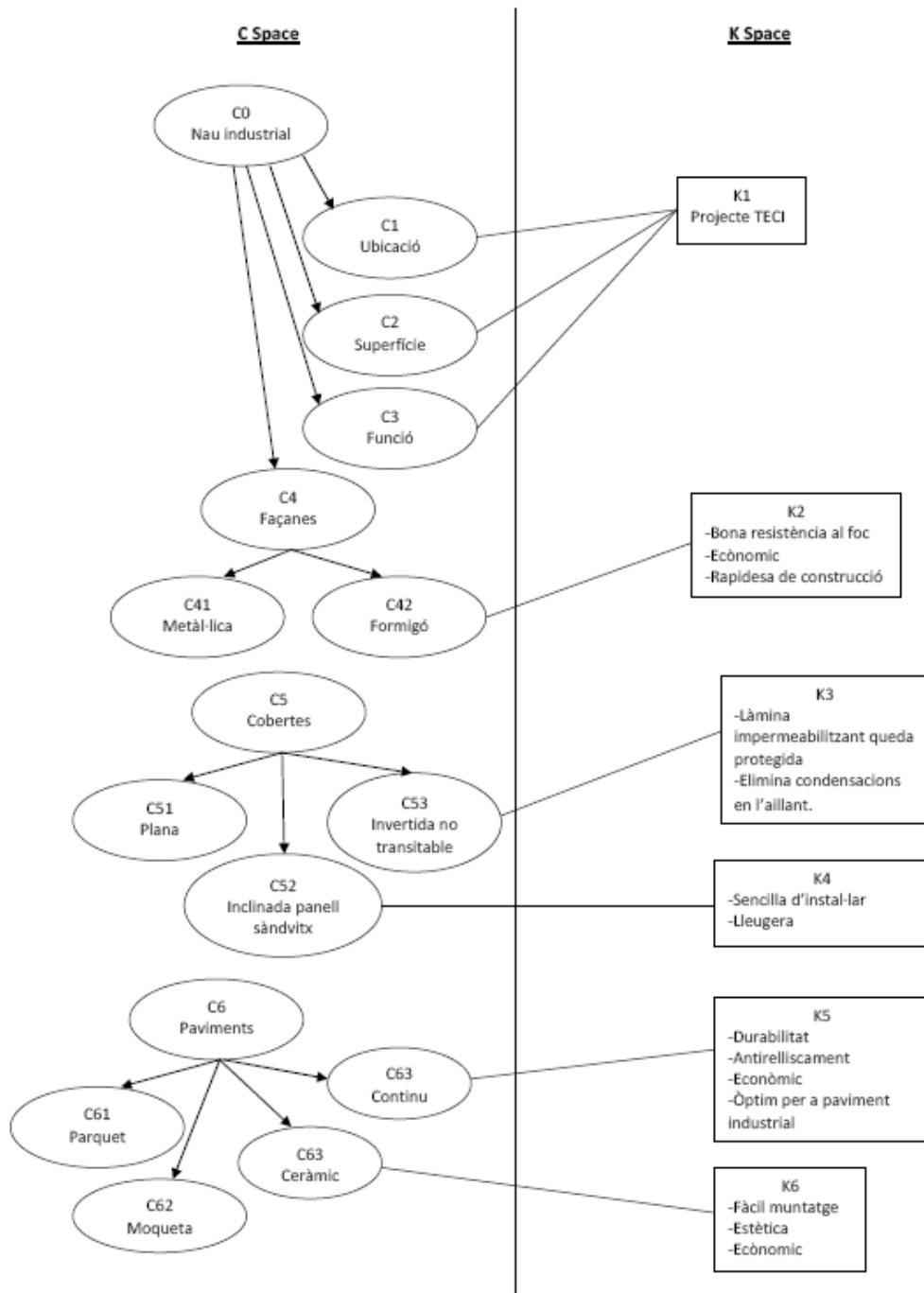


Figura 8.18. Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 4. Elaboració pròpia

El fenomen descrit en la figura 8.18, pot obeir al possible emmagatzematge de la informació en un espai diferent de la carpeta de Dropbox. Així s'explicaria el fet que l'equip, inicialment, hauria pretès treballar amb Dropbox però que durant la realització del projecte no n'hauria actualitzat el contingut fins a les dates finals. No és possible establir doncs una correlació entre la realització dels sprints i l'activitat en el sistema d'emmagatzematge d'informació.

En la figura següent (figura 8.19) es mostra el diagrama C-K d'aquest projecte. En el diagrama s'identifiquen clarament l'espai C i l'espai K, i els elements que el formen. En primer lloc, en l'espai K, en realitat s'han usat molts més coneixements que els que s'identifiquen. En segon lloc, els conceptes C1, C2, C3 i C4 no poden partir tots de C0, s'han de representar com una seqüència d'addicions. En tercer lloc, apareixen algunes particions realitzades, per exemple, façana metàl·lica o façana de formigó, diversos tipus de coberta o diversos tipus de solera. En quart lloc, caldria haver donat continuïtat en el diagrama entre els nous conceptes i el concepte anterior.



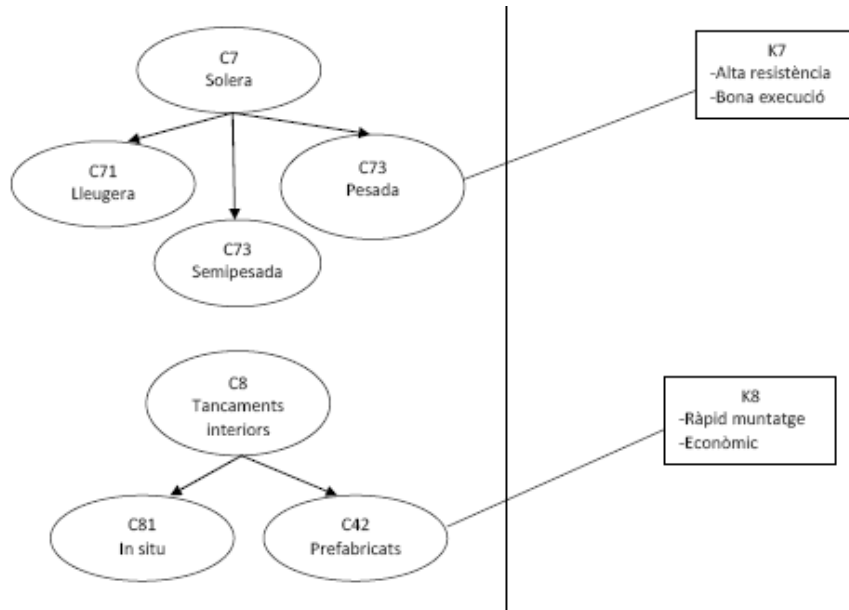


Figura 8.19. Diagrama C-K de l'equip 4. Elaboració equip 4

En el diagrama, no s'indica, per exemple, el tipus d'estructura utilitzat. Tanmateix, aquest element no apareix en la product backlog, de manera que cal entendre que formava part del coneixement (espai K), present en el projecte anterior, igual com el layout o altres possibles propietats de l'objecte no indicades en el diagrama però prèviament existents.

8.1.5 Resultats de l'equip 5

L'equip 5 preveu la realització de 29 elements que representen 169 punts. En la product backlog (taula 8.33) s'hi indiquen els camps d'identificació, nom, prioritat i estimació, notes, i altres. L'estimació pren valors d'entre 3 i 9 punts, i la prioritat, entre 1 i 6 unitats.

La taula s'organitza per grups d'elements que conformen l'edifici: façanes, coberta, fusteria,... i en cada grup s'especifiquen diverses activitats a realitzar que són els elements del projecte. Aquest criteri canvia en el cas de la realització dels plànols, atès que aquesta activitat no forma part del grup corresponent, sinó que forma un grup autònom amb els seus elements específics, també corresponents a l'acció de realitzar plànols.

Taula 8.33. Product backlog de l'equip 5

Nom	Prioritat	Estimació
Façanes		
Càlcul transmitàncies	1	8
Descripció detallada materials	2	5
Justificació materials escollits	3	5
Fusteria		

Càlcul transmitàncies finestres i portes (forats)	1	8
Descripció detallada materials	2	5
Justificació materials escollits	3	5
Coberta		
Càlcul transmitàncies	1	8
Descripció detallada materials	2	5
Justificació materials escollits	3	5
Tancaments i acabats interiors		
Descripció detallada materials	2	5
Càlcul transmitàncies	1	8
Justificació materials escollits	3	5
Soleres i paviments		
Descripció paviments utilitzats	2	5
Justificació paviments utilitzats	3	5
Càlcul transmitàncies	1	8
Normativa aplicada		
Normativa façanes	5	3
Normativa cobertes	5	3
Normativa paviments	5	3
Càlculs normativa tèrmica		
Justificació compliment normativa: fitxes apèndix H	4	4
Càlculs normativa acústica	4	4
Càlculs normativa contra incendis	4	4
Plànol de planta redefinició dels materials i acabats	6	8
Plànols de façana		
Redefinició de l'acabat de les façanes per tal que sigui construïble	6	8
Detalls dels elements de façana i unions	6	9
Plànols de coberta		
Redefinició de l'acabat de la coberta	6	8
Arquitectònic	6	8
Constructiu	6	8
Detalls dels elements de façana i unions	6	9

L'equip no mostra cap sprint backlog ni tampoc cap burndwon chart, per tant, no es pot confirmar la realització d'aquests elements i tampoc l'aplicació del mètode. Tampoc s'indica

cap tipus d'especificació sobre les dates de realització dels elements de la product backlog que sí que s'ha realitzat.

Tanmateix, en els documents presentats apareix informació que pot indicar una descripció del ritme de realització dels diferents elements en sprints. Aquesta informació implicaria les sprint backlogs que es mostren a continuació.

L'sprint backlog de l'sprint 1 correspondria a la taula següent (taula 8.34):

Taula 8.34. Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 5

Nom	Estimació
Descripció detallada materials	5
Justificació materials escollits	5
Descripció detallada materials	5
Justificació materials escollits	5
Descripció detallada materials	5
Justificació materials escollits	5
Redefinició de l'acabat de les façanes per tal que sigui construïble	8
Redefinició de l'acabat de la coberta	8
Total	46

A l'sprint 2 li correspondria la següent sprint backlog (taula 8.35):

Taula 8.35. Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 5

Nom	Estimació
Càlcul transmitàncies	8
Càlcul transmitàncies	8
Càlcul transmitàncies	8
Descripció paviments utilitzats	5
Justificació paviments utilitzats	5
Càlcul de transmitàncies	8
Justificació compliment normativa: fitxes apèndix H	4
Total	46

L'sprint backlog de l'sprint 3 seria (taula 8.36):

Taula 8.36. Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 5

Nom	Estimació
Normativa façanes	3
Normativa cobertes	3
Normativa paviments	3
Càlculs normativa acústica	4
Càlculs normativa contra incendis	4
Total	17

L'sprint 4 preveuria la realització dels següents elements (taula 8.37):

Taula 8.37. Sprint backlog de l'sprint 4 de l'equip 5

Nom	Estimació
Plànol de planta redefinició dels materials i acabats	8
Detalls dels elements de façana i unions	9
Arquitectònic	8
Constructiu	8
Detalls dels elements de façana i unions	9
Total	42

D'acord amb la product backlog del projecte havien quedat sense planificar els elements següents (taula 8.38):

Taula 8.38. Elements sense planificar de l'equip 5

Nom	Estimació
Càlcul transmitàncies finestres i portes (forats)	8
Descripció detallada materials	5
Justificació materials escollits	5
Total	18

Contràriament a altres equips, en aquest cas, aparentment, la distribució de l'activitat a Dropbox es troba més repartida entre dos dels integrants de l'equip (taula 8.39).

Taula 8.39. Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 5

Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editar	Restaurar
G5	283	121	73	54	3	7	25	0
		(42,76)	(25,80)	(19,08)	(1,06)	(2,47)	(8,83)	(0,00)

51	148	48	52	32	2	4	10	0
	(52,30)							
52	80	28	19	18	0	0	15	0
	(28,27)							
53	41	37	1	3	0	0	0	0
	(14,49)							
54	14	8	1	1	1	3	0	0
	(4,95)							

La taula següent mostra el número d'arxius que han generat contingut en el projecte (taula 8.40).

Taula 8.40. Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 5

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G5	194	54	140
51	100	32	68
52	47	18	29
53	38	3	35
54	9	1	8

La figura 8.20, mostra les dates en les quals s'han produït accions en Dropbox. S'observa clarament com aquestes accions es porten a terme de forma discreta, en conjunts de dies determinats i en períodes sense acció entre aquestes dates. Així, a l'inici del procés, en data 20 de març, i als voltants dels dies 2, 9 i 23 d'abril i 7, 14, 21 i 28 de maig és quan es detecta activitat. Cal fer constar la data del dia 20 de maig com a la data on es produeix molta més activitat que en dates precedents o posteriors.

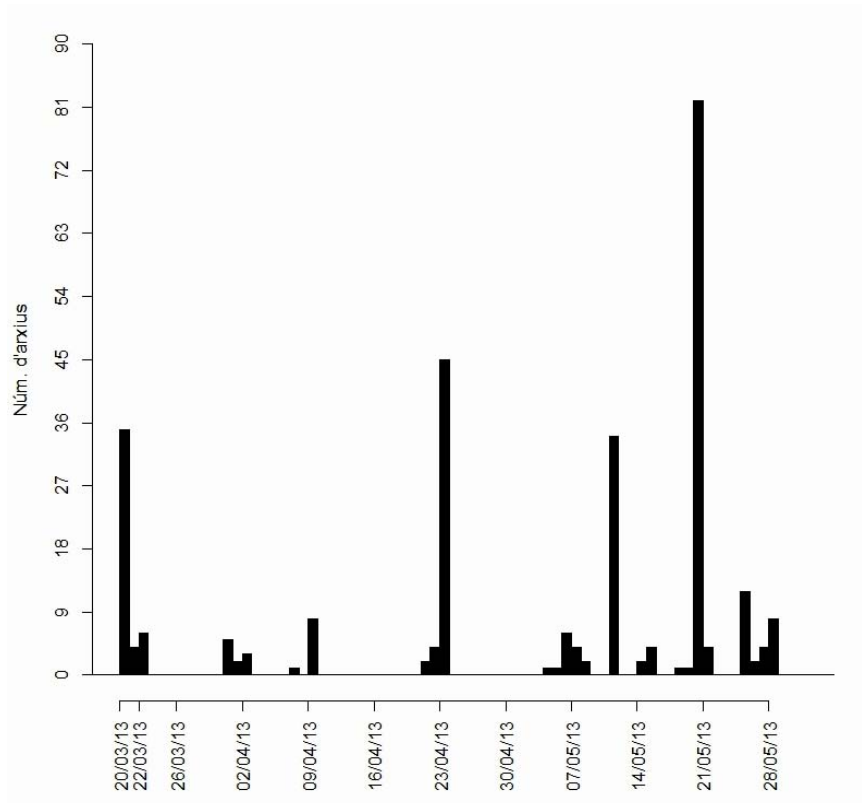


Figura 8.20. Número d'accions per data de l'equip 5. Elaboració pròpia

La figura següent (figura 8.21) mostra l'evolució temporal del contingut del projecte. El número d'arxius generadors de contingut s'incrementa de forma coherent amb l'activitat indicada en la gràfica anterior, de manera que en les dates detectades, és quan el projecte avança. Tanmateix, atès que en la informació facilitada no s'indiquen les dates dels sprints, no es pot afirmar que els períodes de més activitat corresponguin a la realització o finalització dels sprints.

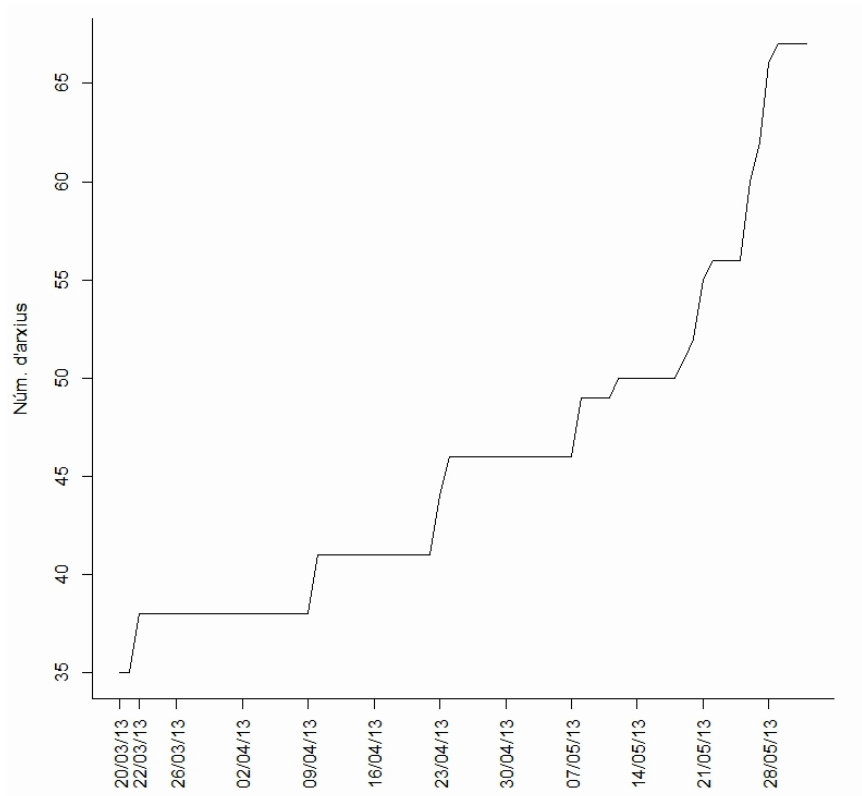


Figura 8.21. Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 5. Elaboració pròpia

Aquest grup no mostra un diagrama C-K.

8.1.6 Resultats de l'equip 6

Aquest equip proposa una product backlog amb 28 elements els quals corresponen a un total de 115 punts (taula 8.41.). Per fer l'estimació de la càrrega de treball, atorguen els valors de 1,2, 3, 8 o 10 punts a cada un dels elements. La product backlog s'organitza indicant un identificador i el nom dels elements, així com la importància i l'estimació dels mateixos, preveient finalment la possibilitat d'indicar notes per aclariments.

Taula 8.41. Product backlog de l'equip 6

Id	Nom	Imp.	Est.	Notes
	Memòria			Revisar del projecte TECI
1	Dades generals	5	2	Revisar del projecte TECI
2	Descripció de l'activitat	5	2	Revisar del projecte TECI
3	Descripció general	5	2	Revisar del projecte TECI
4	Estructura suportant	10	8	Revisar del projecte TECI
5	Façanes	10	8	Revisar del projecte TECI
6	Coberta	10	8	Revisar del projecte TECI

7	Tancaments i acabats interiors	10	8	Revisar del projecte TECI
8	Soleres i paviments	10	8	Revisar del projecte TECI
9	Normativa aplicada	5	2	-
10	Aplicació normativa contra incendis	8	10	-
11	Aplicació normativa tèrmica	8	10	-
12	Aplicació normativa acústica	8	8	-
13	Catàlegs utilitzats en el projecte			-
Plànols				
14	Plànol de situació	5	1	-
15	Plànol d'emplaçament	5	1	-
16	Plànol de implantació de la indústria	5	1	-
17	Plànol de planta. Def. geomètrica	5	3	-
18	Plànol de planta. Def. materials i acabats	5	3	-
19	Plànol de planta. Normativa incendis	5	3	-
20	Façanes arquitectòniques	5	3	-
21	Façanes constructives	5	3	-
22	Detalls de façanes	5	3	-
23	Coberta arquitectònica	5	3	-
24	Coberta constructiva	5	3	-
25	Detalls de cobertes	5	3	-
26	Plànol de fusteria	5	3	-
27	Plànol de soleres i paviments	5	3	-
28	Secció de façana i coberta	5	3	-

Com es pot comprovar, la taula preveu dos tipus d'elements, els corresponents a la redacció de la memòria i els corresponents a la realització de plànols. Els elements de la memòria ocupen 76 punts i la resta, 39, es dedicaran a elaborar plànols.

Els elements de la product backlog fan referència a les diverses parts constituents de l'edifici, estructura, façana, coberta,... L'equip no preveu una càrrega de treball per plantejar les solucions tecnològiques diferents a les proposades en el punt anterior, tot i que es podria donar el cas que aquesta càrrega de treball estigués inclosa en els elements de redacció de la memòria.

L'equip acaba organitzant el projecte en 3 sprints. De la documentació presentada se'n poden deduir les dates.

- 1r sprint del 23 d'abril al 8 de maig (15 dies)
- 2n sprint del 8 al 22 de maig (14 dies)
- 3r sprint del 22 al a 27 de maig (5 dies)

La backlog del 1r sprint és la següent (taula 8.42):

Taula 8.42. Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 6

Id	Nom	Estimació
1	Dades generals	2
2	Descripció de l'activitat	2
3	Descripció general	2
4	Estructura suportant	8
5	Façanes	8
6	Coberta	8
7	Tancaments i acabats interiors	8
Total		38

La realització de l'sprint es descriu d'acord amb la següent burndown chart (figura 8.22).

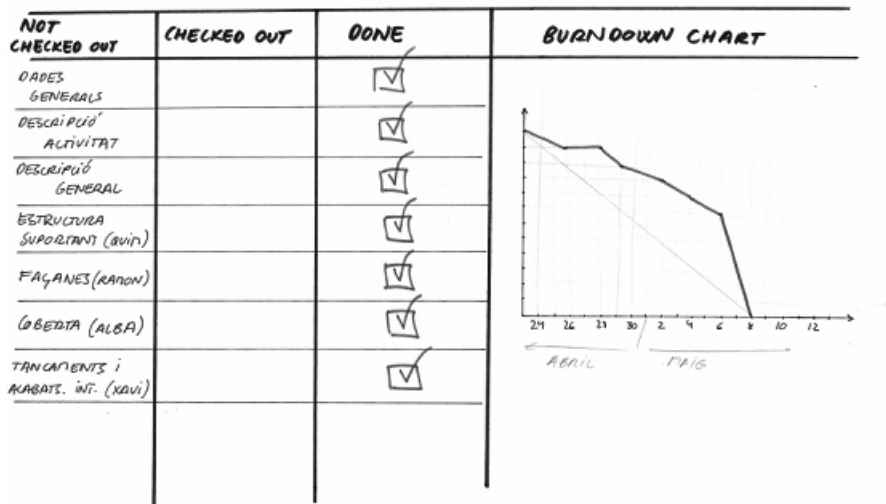


Figura 8.22. Burndown chart de l'sprint 1 de l'equip 6. Elaboració equip 6

L'equip ha realitzat tots els elements previstos al final de l'sprint. D'acord amb la corba, els primers dies el ritme de realització ha estat molt inferior al ritme dels dos últims, en els quals es resolen gairebé la meitat dels punts en joc.

L'sprint backlog del 2n sprint és (taula 8.43):

Taula 8.43. Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 6

Id	Nom	Estimació
8	Soleres i paviments	8
9	Normativa aplicada	2
10	Aplicació normativa contra incendis	10
11	Aplicació normativa tèrmica	10
12	Aplicació normativa acústica	8
Total		38

I la burdownd del mateix sprint és (figura 8.23).

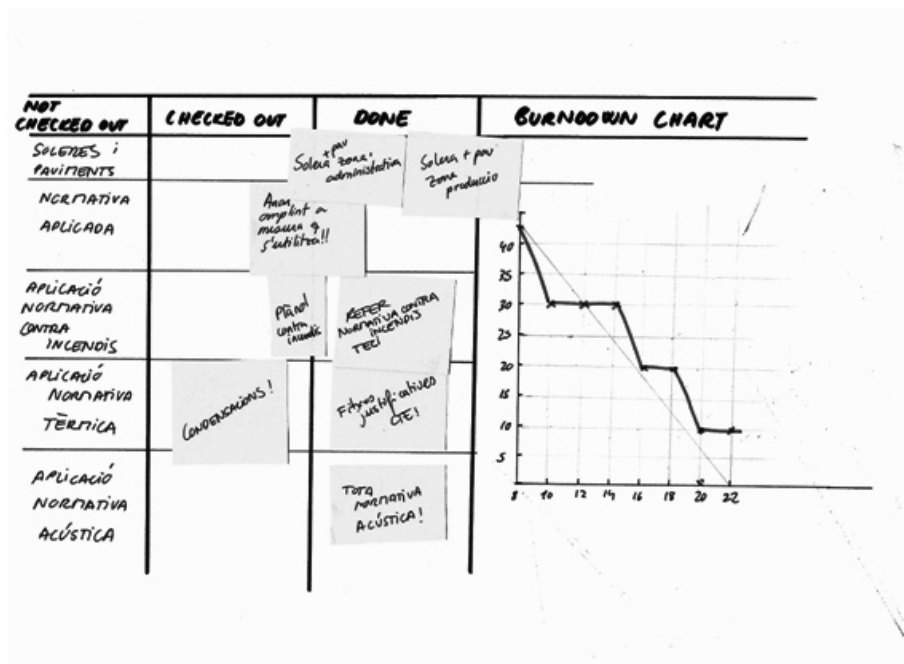


Figura 8.23. Burndown chart de l'sprint 2 de l'equip 6. Elaboració equip 6

Es veu com, en l'sprint no es realitzen tots els punts previstos, que s'haurien planificat en l'sprint posterior. El ritme de realització, però, és més constant que en el cas de l'sprint 1.

Per el 3r sprint la product backlog és (taula 8.44):

Taula 8.44. Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 6

Id	Nom	Estimació
9	Normativa aplicada	2
11	Aplicació normativa tèrmica	10
13	Catàlegs utilitzats en el projecte	
14	Plànol de situació	1

15	Plànol d'emplaçament	1
16	Plànol de implantació de la indústria	1
17	Plànol de planta. Definició geomètrica	3
18	Plànol de planta. Definició materials i acabats	3
19	Plànol de planta. Aplicació normativa incendis	3
Total		24

Els elements realitzats en el 3r Sprint queden grafats en la figura següent (figura 8.24):

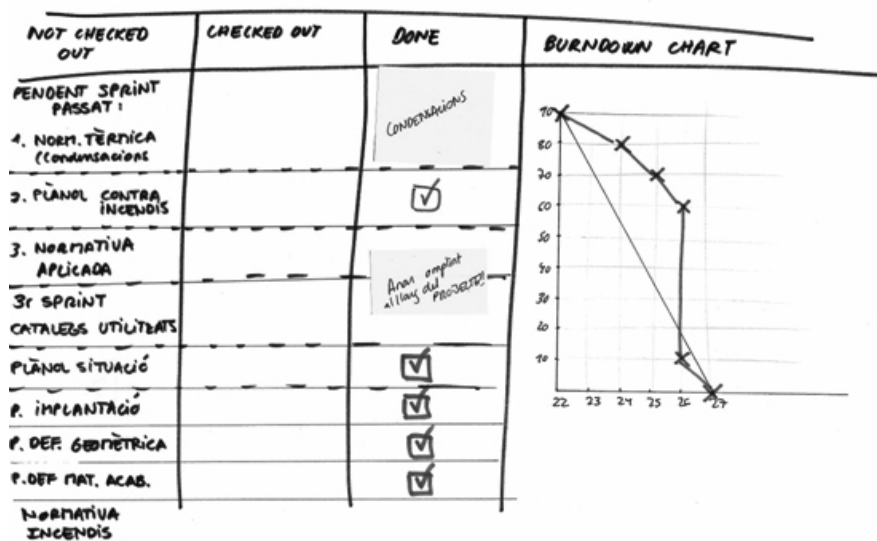


Figura 8.24. Burndown chart de l'sprint 3 de l'equip 6. Elaboració equip 6

Es comprova que s'han dut a terme els elements que havien quedat pendents en l'sprint anterior. El ritme de resolució és inferior al necessari durant els primers dies de l'sprint. La burndown chart mostra que s'ha aconseguit l'objectiu. També mostra el què és, possiblement, un error a l'hora de representar la gràfica; al final del dia 25 resten 60 punts per resoldre, però a l'inici del dia 26 en resten 10. La representació mostra que s'han resolt 50 punts en un temps de 0 segons. La realització d'aquests 50 punts o bé s'ha produït en el dia 25 o bé en el dia 26, de manera que la representació hauria de mostrar correctament aquest circumstància.

Per un 4t sprint, l'sprint backlog hauria de correspondre a la resta d'elements. L'equip, però, no mostra la burndown chart que li correspon i tampoc l'sprint backlog de la seva planificació.

El registre d'esdeveniments a Dropbox es resumeix mitjançant les taules que es mostren a continuació. En la taula 8.45 s'observa que la majoria de les operacions han estat realitzades per un únic integrant de l'equip. Tanmateix, hi ha un segon participant que realitza una part encara significativa d'aquestes operacions.

Taula 8.45. Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 6

Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editar	Restaurar
G6	1095	638 (58,26)	188 (17,17)	175 (15,98)	38 (3,47)	24 (2,19)	30 (2,74)	2 (0,18)
61	98 (8,95)	44	31	22	1	0	0	0
62	679 (62,01)	463	78	69	33	23	11	2
63	69 (6,30)	33	6	13	2	0	15	0
64	249 (22,74)	98	73	71	2	1	4	0

S'observa que la quantitat d'accions i d'arxius d'aquest grup és molt superior al d'altres grups i que a diferència d'aquests, les accions de moure, canvi de nom i editar s'han realitzat més vegades.

En la taula 8.46, es mostra la diferència entre els arxius agregats o modificats i els arxius eliminats. Com es pot comprovar, la quantitat d'arxius generadors de contingut són 651 d'un total de 1084 accions realitzades entre tots els membres del grup.

Taula 8.46. Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 6

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G6	826	175	651
61	75	22	53
62	541	69	472
63	39	13	26
64	171	71	100

En la gràfica de la figura 8.25, es mostren les dates en les quals s'han realitzat accions a Dropbox. Atès que l'equip no ha facilitat les dates dels sprints no es pot establir una correlació entre aquests i les accions a Dropbox. Es comprova que a mitjans del mes d'abril l'equip realitza un gran número d'accions en una mateixa jornada, però que deixa de realitzar activitat durant les setmanes següents. La resta de registres es produeixen, únicament, en les dues setmanes prèvies a la data de lliurament.

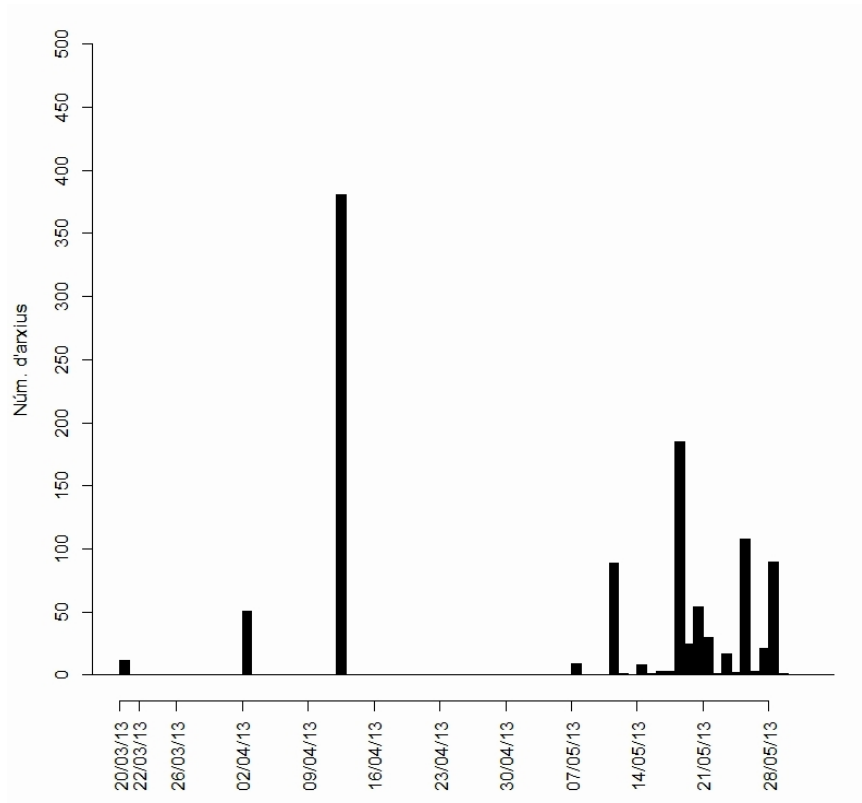


Figura 8.25. Número d'accions per data de l'equip 6. Elaboració pròpia

La gràfica següent (figura 8.26) correspon a l'evolució del número d'arxius amb contingut carregats en la carpeta. La corba confirma la tendència mostrada en la figura anterior. A mitjans del mes d'abril es genera, mitjançant l'addició d'arxius, més de la meitat del contingut del projecte. Finalment, en les dues últimes setmanes, el contingut augmenta dia a dia de forma continuada.

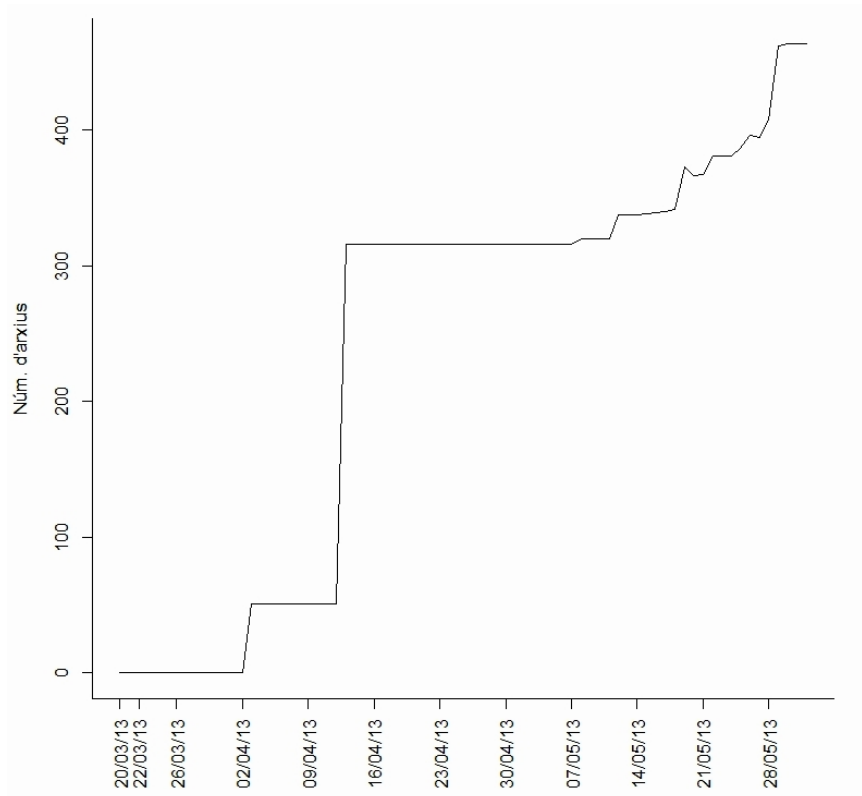


Figura 8.26. Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 6. Elaboració pròpia

El diagrama C-K realitzat per aquest grup es mostra en la figura 8.27:

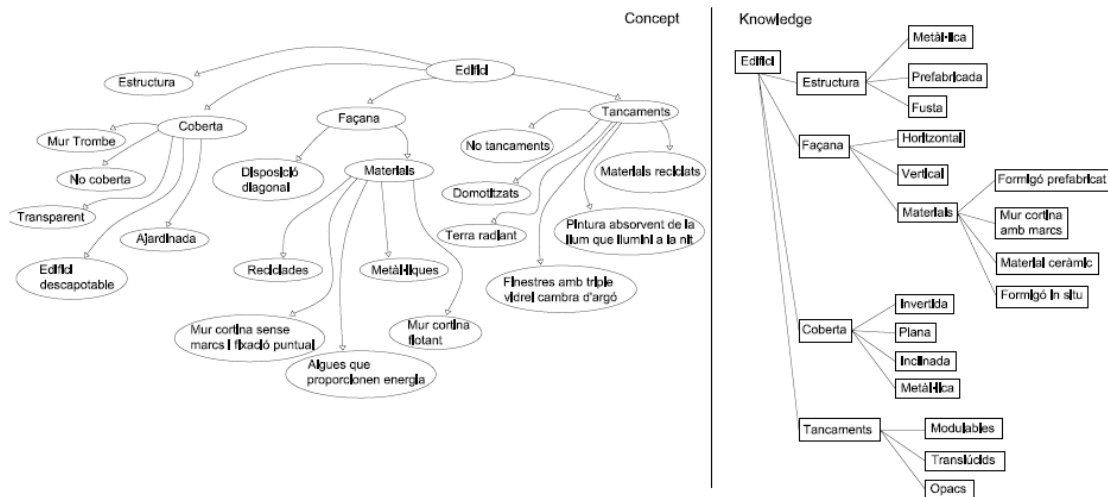


Figura 8.27. Diagrama C-K de l'equip 6. Elaboració equip 6

El diagrama no correspon a un diagrama C-K per diferents motius. No és possible seguir un ordre de la configuració de l'objecte a partir de l'addició de propietats. No és possible determinar quin és el coneixement representat en l'espai K. D'altra banda, els elements d'aquest espai no haurien de constituir una estructura en arbre atès que els coneixements utilitzats són elements independents entre ells.

L'aspecte positiu del diagrama presentat són les propostes disruptives indicades en l'espai C, per exemple la proposta corresponent a la realització d'un edifici sense tancaments.

8.1.7 Resultats de l'equip 7

La product backlog elaborada per l'equip 7 (taula 8.47) està formada per 21 elements que impliquen 21 punts, de manera que s'ha adjudicat 1 punt per a cada element. La taula es construeix indicant els camps d'identificació, nom, importància, estimació i notes. Les notes s'usen per descriure cada un dels elements. En el camp de la importància s'atribueixen els valors baixa, normal i alta.

Els elements es classifiquen en grups. Així, els que corresponen al desenvolupament de l'estructura (3) els correspon la identificació 3.1, 3.2 i 3.3. Cada element preveu la realització de les diferents tasques que el constitueixen: redactar la memòria, fer plànols, etcètera.

Taula 8.47. Product backlog de l'equip 7

Id	Nom	Imp.	Est.	Notes
0	Emp.	Normal	1	Emplaçament
1	Norm. Urb.	Alta	1	Normatives urbanístiques aplicables
2	Distr. Plant.	Alta	1	Solució adoptada de la distribució en planta
3	Estruc.	Alta	3	Solució adoptada de sistema estructural
3.1	Fon.	"	1	Fonaments
3.2	Est. Hor.	"	1	Estructura horitzontal
3.3	Est. Vert.	"	1	Estructura vertical
4	Sist. Const. I	-	2	Solució adoptada en tancaments exteriors
4.1	Faç.	Normal	1	Façanes
4.2	Cob.	Alta	1	Cobertes
5	Sist. Const. II	-	2	Solució adoptada en tancaments int. Horitzontals
5.1	Forj.	Alta	1	Forjats
5.2	Fals. Sost.	Baixa	1	Falsos sostres
6	Sist. Const. III	Normal	2	Solució adoptada en tancaments interiors verticals
6.1	S. Prod.	"	1	Sales de producció
6.2	Ofic.	"	1	Oficines
7	Fust.	Baixa	2	Solució adoptada per fusteria interior i exterior
7.1	Fines.	"	1	Finestres
7.2	Port.	"	1	Portes

8	Sol. Pav.	Alta	2	Solució adoptada en soleres i paviments
8.1	Sol.	"	1	Soleres
8.2	Pav.	"	1	Paviments
9	Norm. Pro.	Alta	1	Normativa aplicables al procés industrial
10	Norm. Ins.	Alta	1	Norm. apli. a contraincendis, tèrmiques i acústiques
11	Just. CI	Normal	1	Just. del compl. de la normativa contra incendis
12	Just. Term.	Normal	1	Just. del compl. de la normativa d'aïllament tèrmic
13	Just. Acu.	Normal	1	Just. del compl. de la normativa d'aïllament acústic
Total			21	

El projecte de l'equip 7 s'ha realitzat en 4 sprints. Els sprints es realitzen entre les dates següents:

- 1r sprint del 10 al 15 d'abril.
- 2n sprint del 16 d'abril al 3 de maig.
- 3r sprint del 4 al 12 de maig.
- 4t sprint del 13 al 25 de maig.

L'sprint backlog de l'sprint 1 realitzat entre el 10 d'abril i el 15 d'abril és (taula 8.48):

Taula 8.48. Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 7

Id	Nom	Estimació
0	Emplaçament	1
1	Normatives urbanístiques aplicables	1
2	Solució adoptada de la distribució en planta	1
3.1	Fonaments	1
9	Normativa aplicables al procés industrial	1
Total		5

L'sprint 2, resolt entre els dies 16 d'abril i 3 de maig, respon a la següent sprint backlog (taula 8.49):

Taula 8.49. Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 7

Id	Nom	Estimació
8.1	Solera	1
8.2	Paviments	1
3.2	Estructura vertical	1

3.3	Estructura horitzontal	1
4.1	Façana	1
4.2	Coberta	1
Total		6

Entre els dies 4 i 12 de maig es solucionen els elements de l'sprint 3, amb la següent sprint backlog (taula 8.50):

Taula 8.50. Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 7

Id	Nom	Estimació
6.1	Tanc. Vert. Interiors Sales de producció	1
6.2	Tanc. Vert. Interiors Oficines	1
5.1	Tanc. Hor. Forjats	1
5.2	Tanc. Hor. Fals sostre	1
Total		4

Finalment, el projecte s'acaba entre els dies 13 i 25 de maig amb l'sprint 4, al qual correspon la product backlog següent (taula 8.51):

Taula 8.51. Sprint backlog de l'sprint 4 de l'equip 7

Id	Nom	Estimació
10	Norm. apli. a contraincendis, tèrmiques i acústiques	1
11	Just. del compl. de la normativa contra incendis	1
7.1	Finestres	1
7.2	Portes	1
12	Just. del compl. de la normativa d'aïllament tèrmic	1
13	Just. del compl. de la normativa d'aïllament acústic	1
Total		6

En cada un dels sprints es resolen respectivament 5, 6, 4 i 6 punts. La representació d'aquesta evolució en l'escala temporal correspon a la burndown chart que es mostra a continuació (figura 8.28). L'equip presenta la realització del projecte de forma global. No s'han aportat les burndown charts dels sprints per separat. En la figura s'observa un error gràfic entre el penúltim i l'avantpenúltim punts resolts; en l'escala corba caldria haver marcat ambdós punts d'acord amb la seva data de realització.

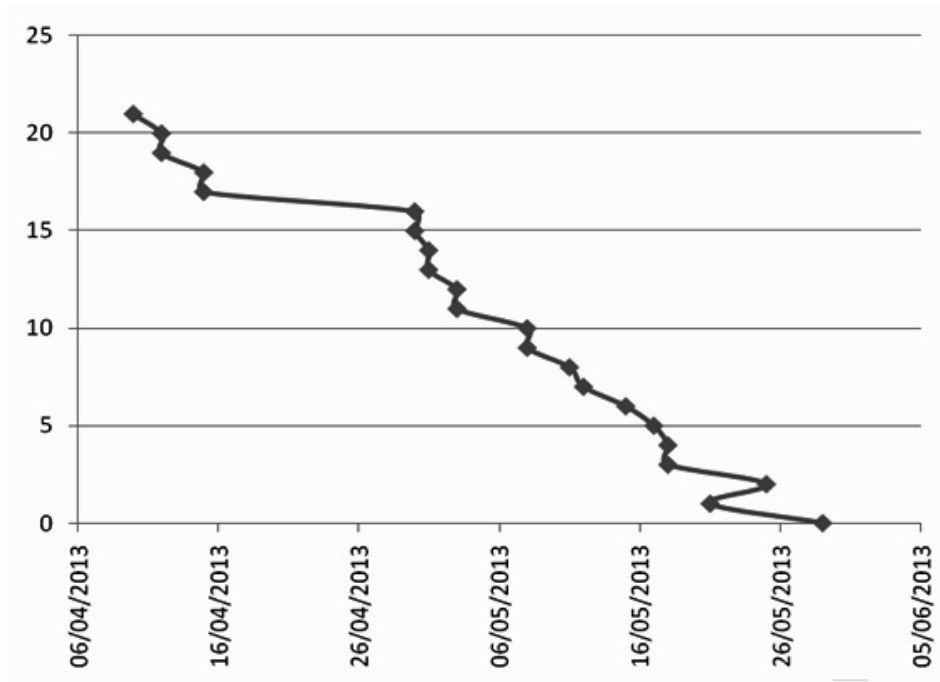


Figura 8.28. Burndown chart de l'equip 7. Elaboració equip 7

L'activitat a Dropbox es resumeix en les taules següents (taules 8.52 i 8.53):

Taula 8.52. Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 7

Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editar	Restaurar
G7	37	10 (27,03)	21 (56,76)	3 (8,11)	3 (8,11)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
71	6 (16,22)	2	3	0	1	0	0	0
72	14 (37,84)	4	9	0	1	0	0	0
73	17 (45,95)	4	9	3	1	0	0	0

En la taula 8.52, s'observa com, en aquest equip l'activitat s'ha repartit entre els tres integrants. S'observa també que el nombre d'activitats realitzat és molt inferior al d'altres grups. Cal destacar el fet que el nombre d'activitats corresponent a la modificació d'arxius és superior a l'agregació.

Taula 8.53. Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 7

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G7	31	3	28
71	5	0	5

72	13	0	13
73	13	3	10

La taula 8.53, corresponent al número d'arxius relacionats amb el contingut del projecte, mostra que l'equip distribueix l'activitat entre els seus diversos integrants, i cal fer notar la poca quantitat d'arxius utilitzats.

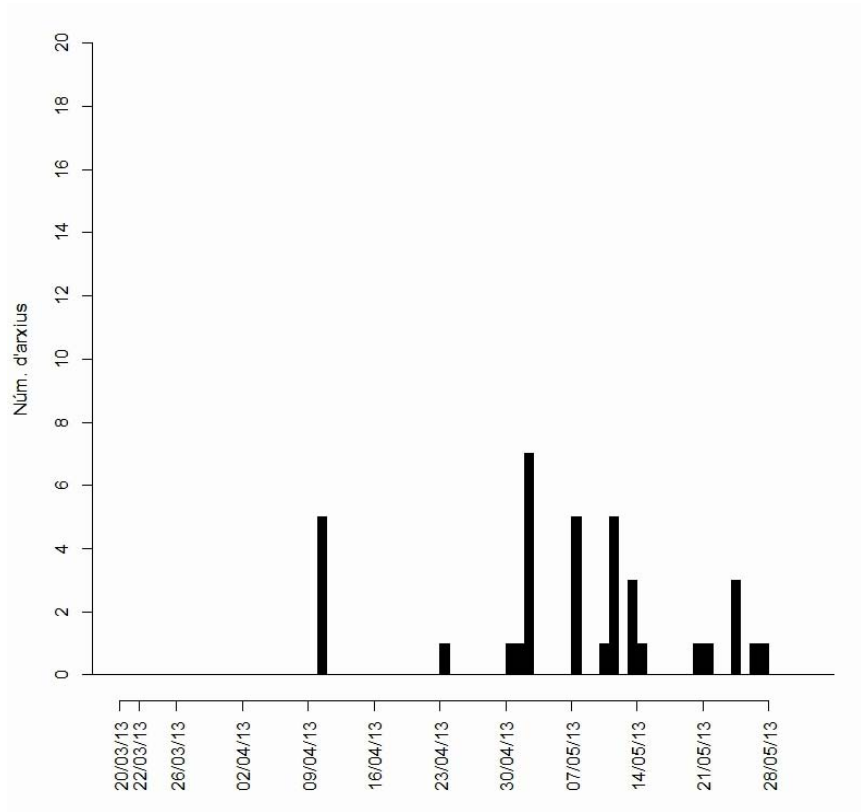


Figura 8.29. Número d'accions per data de l'equip 7. Elaboració pròpia

En la figura 8.29, s'indiquen les dates en les quals és realitzen accions en Dropbox. Aquestes accions s'han dut a terme de forma discreta durant tot el període del projecte. Es confirma que la data d'inici ha estat el dia 10 d'abril, d'acord amb la planificació de l'sprint 1. No es pot establir una correlació entre les dates de finalització dels sprints i les activitats realitzades.

En la figura 8.30, es mostra l'evolució del número d'arxius generadors de contingut. S'observa un creixement continuat i discret produït en tres dates concretes: el 10 d'abril, data d'inici del projecte, i el 3 i el 25 de maig. Tanmateix, el número d'arxius treballats és molt poc important si es compara amb el dels altres grups.

Aquest grup no ha proposat cap diagrama C-K corresponent al projecte.

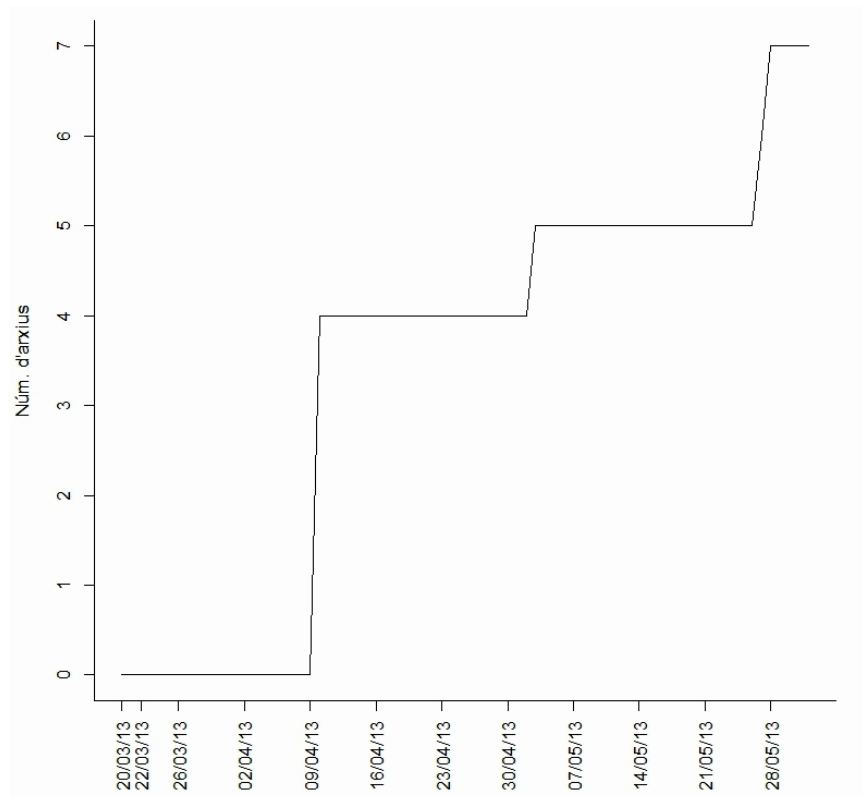


Figura 8.30. Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 7. Elaboració pròpia

8.1.8 Resultats de l'equip 8

La product backlog elaborada per l'equip 8 (taula 8.54) contempla els mateixos camps que els de la majoria dels grups anteriors: identificador, nom, importància i estimació. El camp d'importància pren els valors 1, 2, 5, 6, 7, 8 i 9 que corresponen als punts a realitzar de cada element. El camp d'estimació indica la previsió de temps corresponent a la realització dels punts. En total, la product backlog preveu 19 elements i 140 punts.

Taula 8.54. Product backlog de l'equip 8

Id	Nom	Importància	Estimació
1	M: Dades generals	1	0.1
2	M: Descripció activitats	2	0.1
3	M: Descripció general - Edifici	5	0.1
4	M: Descripció general - Estructura	7	0.2
5	M: Descripció general -Façanes	9	1.5
6	M: Descripció general - Coberta	9	1.5
7	M: Descripció general –Tancaments i acabats int.	9	1.5
8	M: Descripció general - Soleres	8	1.5
9	M: Normativa aplicada	5	0.5

10	A: Justificació normativa contra incendis	9	2
11	A: Justificació normativa tèrmica	8	5
12	A: Justificació normativa acústica	8	3
13	Plànols de situació i emplaçament	6	2
14	Plànols de planta	9	5
15	Plànols de façanes	9	4
16	Plànols de coberta	9	4
17	Plànol de fusteria	9	3
18	Plànol de soleres i paviments	9	2
19	Plànols Seccions	9	2
Total		140	38

L'organització dels elements es determina per la seva correspondència en la documentació del projecte. Hi ha elements de la memòria, elements dels annexes i elements dels plànols. D'aquesta manera, la product backlog preveu les tasques a realitzar. Cada una d'aquestes tasques correspon a una part constituent de l'edifici, l'estructura, la façana, la coberta, o bé a la verificació del compliment de la normativa.

L'equip ha realitzat el projecte en 3 sprints. No s'han indicat les dates d'inici dels sprints però sí els dates de finalització, que són les següents:

- 1r sprint 11 d'abril.
- 2n sprint 3 de maig.
- 3r sprint 25 de maig.

No es pot deduir que la data de finalització d'un sprint sigui la data d'inici de l'sprint següent.

L'sprint backlog del 1r sprint s'indica a continuació (taula 8.55):

Taula 8.55. Sprint backlog de l'sprint 1 de l'equip 8

Id	Nom	Importància
1	M: Dades generals	1
2	M: Descripció activitats	2
3	M: Descripció general - Edifici	5
4	M: Descripció general - Estructura	7
5	M: Descripció general -Façanes	9
6	M: Descripció general - Coberta	9

7	M: Descripció. general. –Tancaments i acabats int.	9
8	M: Descripció general - Soleres	8
9	M: Normativa aplicada	5
Total		55

En el cas del 2n sprint l'sprint backlog és (taula 8.56):

Taula 8.56. Sprint backlog de l'sprint 2 de l'equip 8

Id	Nom	Importància
10	A: Justificació normativa contra incendis	9
11	A: Justificació normativa tèrmica	8
12	A: Justificació normativa acústica	8
13	Plànols de situació i emplaçament	6
Total		31

Per el 3r Sprint es planifica la realització dels punts restants (taula 8.57):

Taula 8.57. Sprint backlog de l'sprint 3 de l'equip 8

Id	Nom	Importància
14	Plànols de planta	9
15	Plànols de façanes	9
16	Plànols de coberta	9
17	Plànol de fusteria	9
18	Plànol de soleres i paviments	9
19	Plànols Seccions	9
Total		54

No hi ha les burndown chart de cada un dels sprints, però l'equip mostra la burndown chart total del projecte (figura 8.31):

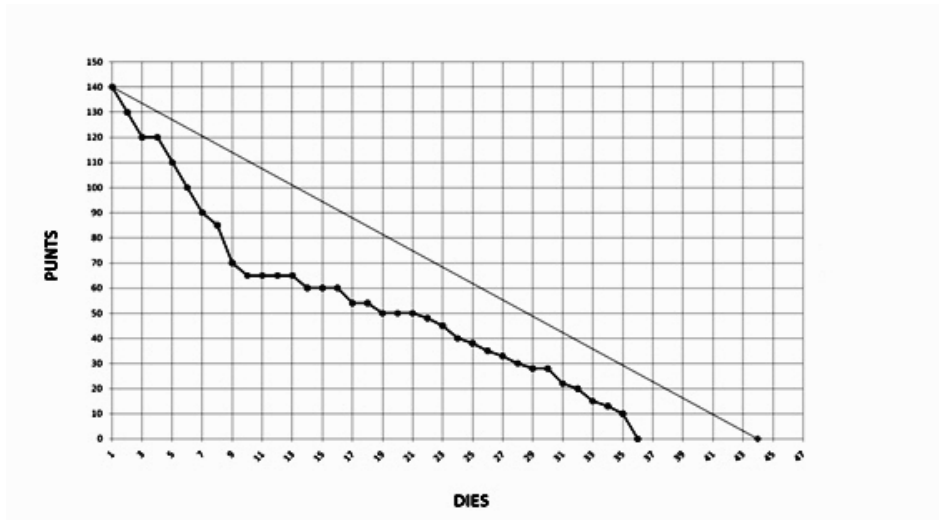


Figura 8.31. Burndown chart de l'equip 8. Elaboració equip 8

D'acord amb l'evolució mostrada en la gràfica, els 55 punts del 1r sprint es van realitzar en 8 dies, els 31 punts del 2n sprint es van finalitzar el dia 23 i per tant, es van treballar en 15 dies. Finalment, els punts del 3r sprint, 54, es van acabar en 13 dies, establint una duració total del projecte de 36 dies.

L'activitat en Dropbox ha estat la que mostra la taula següent (taula 8.58):

Taula 8.58. Accions en el sistema d'emmagatzematge d'arxius de l'equip 8

Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editar	Restaurar
G8	293	174	71	28	3	17	0	0
		(59,39)	(24,23)	(9,56)	(1,02)	(5,80)	(0,00)	(0,00)
81	42	22	11	0	0	9	0	0
	(14,33)							
82	157	114	36	6	0	1	0	0
	(53,58)							
83	53	20	19	14	0	0	0	0
	(18,09)							
84	41	18	5	8	3	7	0	0
	(13,99)							

En la taula s'observa la tendència, compartida per altres grups, a que sigui un dels membres qui realitza un número d'activitats més important. La majoria de les accions corresponen al fet d'agregar arxius, seguida de l'acció de modificar-los.

La taula 8.59, mostra l'activitat generadora de contingut. Es confirmen les observacions exposades en la taula anterior. Cal fer notar que hi ha una gran quantitat de les accions realitzades que són al mateix temps generadores de contingut, 217 de 293.

Taula 8.59. Número d'arxius generadors de contingut de l'equip 8

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G8	245	28	217
81	33	0	33
82	150	6	144
83	39	14	25
84	23	8	15

En la gràfica de la figura 8.32, es mostra el número d'accions realitzades en cada un dels dies que ha durat el projecte. S'observa que, com en casos anteriors, en la data d'inici es produeixen un nombre elevat d'accions corresponent a l'agregació d'arxius a la carpeta de Dropbox. S'observa, també, que a partir del dia 20 d'abril es produeixen accions de forma constant, amb poques interrupcions. Hi ha dates en què l'activitat és més important que en d'altres, destacant el dia 15 de maig. Tanmateix, no és possible correlacionar les accions realitzades amb la planificació dels sprints atès que el grup no n'ha facilitat les dates.

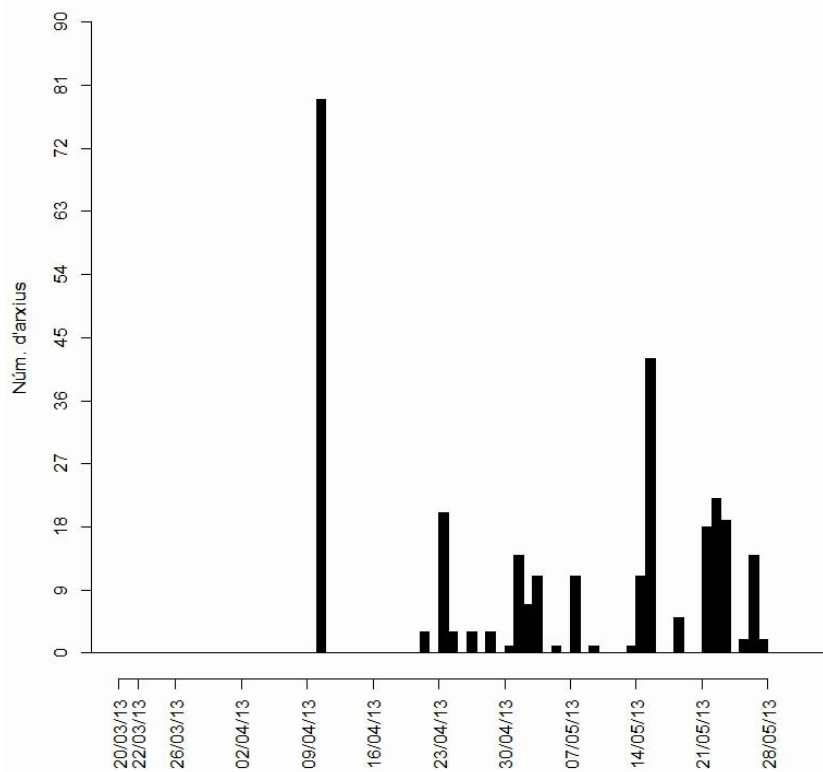


Figura 8.32. Número d'accions per data de l'equip 8. Elaboració pròpia

La figura 8.33 correspon a la corba d'acumulació d'arxius que donen contingut al projecte. S'observa un creixement des de la data d'inici. En algunes dates concretes el número d'arxius s'incrementa d'una forma més sobtada, representant les dates en les quals l'equip genera contingut d'una forma més accelerada.

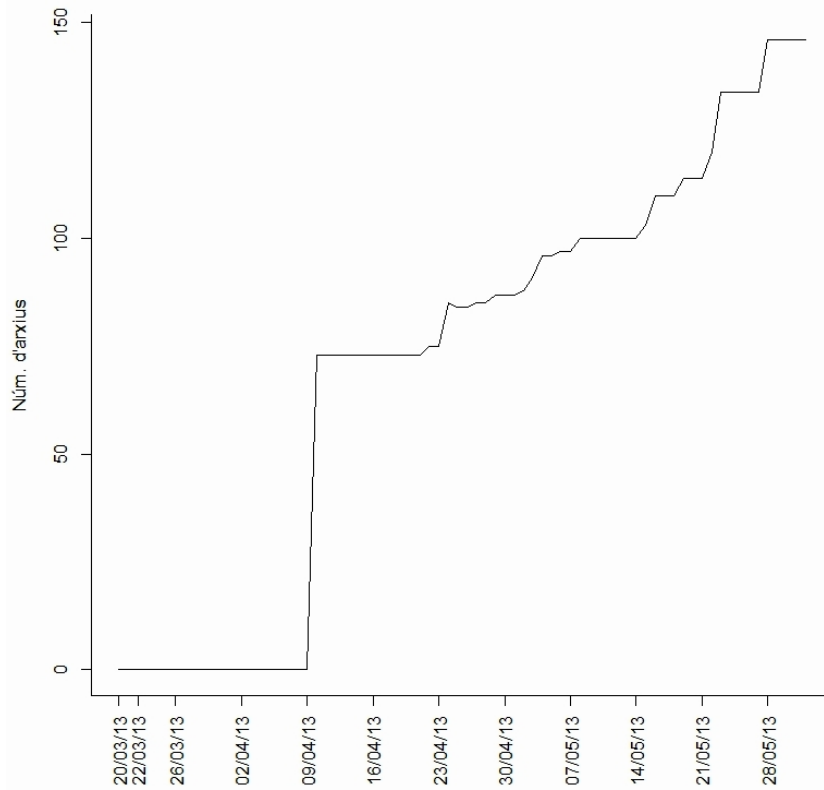
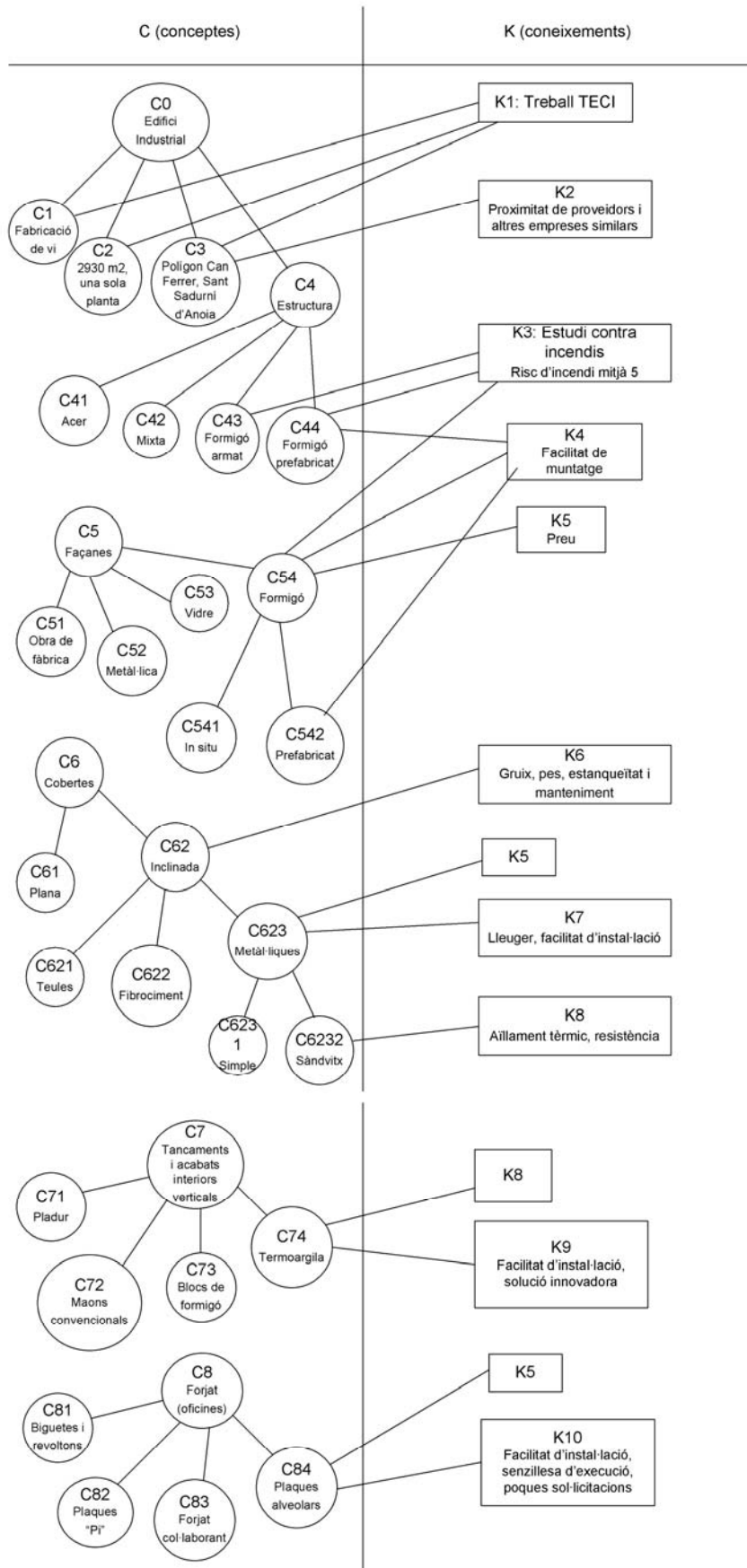


Figura 8.33. Evolució temporal del número d'arxius amb contingut de l'equip 8. Elaboració pròpia

A continuació es presenta el diagrama C-K realitzat pel grup 8. En la figura 8.34, s'observen els espais C i K així com els seus elements. Com en el cas del diagrama de l'equip 4 els conceptes C1, C2, C3 i C4 no són particions de C0, són conceptes diferents que s'haurien d'haver indicat de forma seqüencial, un darrere l'altre. Cada concepte diferent correspon a l'addició d'una nova propietat o d'un nou conjunt de propietats.

Tots els conceptes deriven de conceptes anteriors, per tant, cal indicar, en cada cas, el concepte precedent. Així, C5 ha de donar continuïtat a C44 o C6 a C542.

D'altra banda, és possible fer un seguiment de les diverses propostes dels diferents estats que hagués pogut tenir l'objecte, de manera que el diagrama compleix la funció de mostrar el procés de disseny que ha seguit el grup.



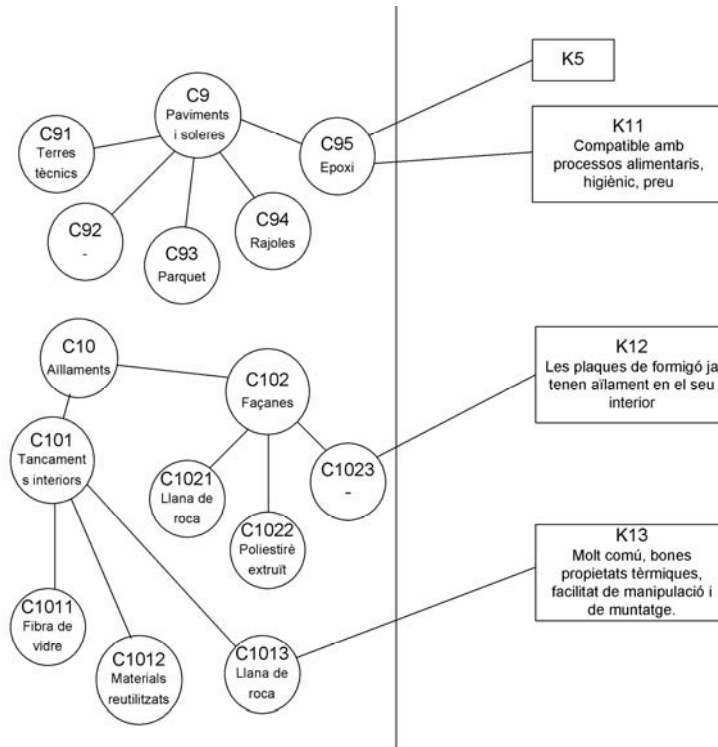


Figura 8.34. Diagrama C-K de l'equip 8. Elaboració equip 8

8.1.9 Fitxes de monitorització

A continuació es mostren les fitxes de monitorització dels diversos projectes que constitueixen la investigació (figures 8.35, 8.36, 8.37, 8.38, 8.39, 8.40, 8.41, 8.42 i 8.43)

Id	Nombre	Importancia	Semana
1	Descripción de la parcela	1	1
2	Bases de cálculo	2	1
3	Diseño del suelo	1	1
4	Diseño de la urbanización	1	1
5	Justificación del cumplimiento de accesibilidad	2	1
6	Estructura. Introducción	1	2
7	Justificación solución adoptada	2	2
8	Método de cálculo	2	2
9	Descripción Fachadas	2	3
10	Justificación materiales fachadas	3	3
11	Aislamientos utilizados en fachadas	2	3
12	Descripción Cubiertas	2	4
13	Justificación materiales cubiertas	3	4
14	Aislamientos utilizados en cubiertas	2	4
15	Particiones interiores	2	4
16	Particiones horizontales	2	4
17	Particiones verticales	2	4
18	Revestimientos y acabados interiores	3	4
19	Soleas	2	5
20	Pavimentos	2	5
21	Carpintería	2	5
22	Instalaciones y redes de servicios	3	6
23	Instalación PCI	5	6
24	Instalación AFS y ACS	4	6
25	Instalación de Saneamiento	3	6
26	Presupuesto	9	6
27	Anexos de la memoria	7	6
28	Planos	10	6
Total		82	

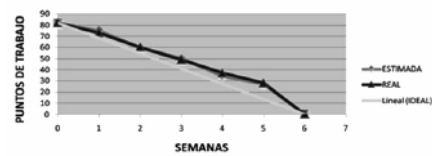
Id	Nombre	Importancia
1	Descripción de la parcela	1
2	Bases de cálculo	2
3	Diseño del suelo	1
4	Diseño de la urbanización	1
5	Justificación del cumplimiento de la normativa de accesibilidad	2
Puntos Totales		7

Id	Nombre	Importancia
6	Estructura. Introducción	1
7	Justificación solución adoptada	2
8	Método de cálculo	2
Puntos Totales		5

Id	Nombre	Importancia
12	Descripción Cubiertas	2
13	Justificación materiales cubiertas	3
14	Aislamientos utilizados en cubiertas	2
15	Particiones interiores	2
16	Particiones horizontales	2
17	Particiones verticales	2
18	Revestimientos y acabados interiores	3
Puntos Totales		16

Id	Nombre	Importancia
19	Soleas	2
20	Pavimentos	2
21	Carpintería	2
Puntos Totales		6

Id	Nombre	Importancia
22	Instalaciones y redes de servicios	3
23	Instalación PCI	5
24	Instalación AFS y ACS	4
25	Instalación de Saneamiento	3
26	Presupuesto	9
27	Anexos de la memoria	7
28	Planos	10
Puntos Totales		41



	Puntos a realizar por semana según sprint planning	Puntos realizados por semana estimado	Puntos realizados por semana reales
Semana 0	0	0	0
Semana 1	7	7	9
Semana 2	5	15	13
Semana 3	7	10	11
Semana 4	16	16	12
Semana 5	6	7	9
Semana 6	41	27	28

Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editar	Restaurar
G1	48	19	17	10	0	0	0	2
		(39,58)	(35,42)	(20,83)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(4,17)
11	36	15	17	4	0	0	0	0
	(75,00)							
12	4	2	0	2	0	0	0	0
	(8,33)							
13	8	2	0	4	0	0	0	2
	(16,67)							

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G1	36	10	26
11	32	4	28
12	2	2	0
13	2	4	-2

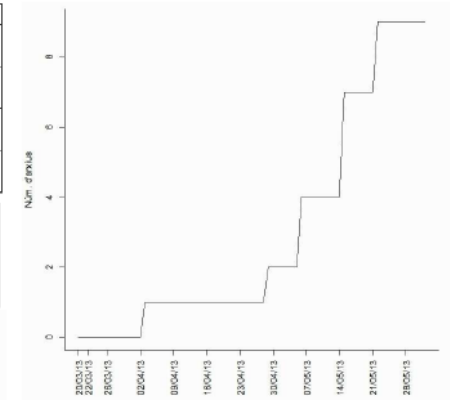
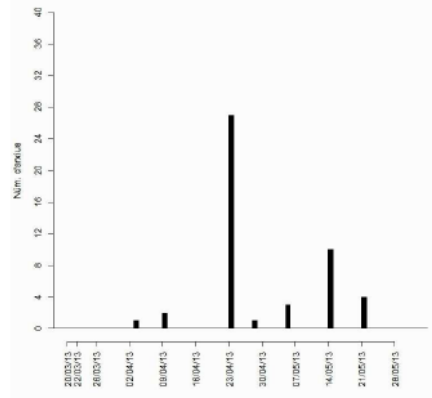
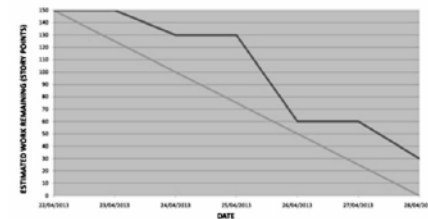


Figura 8.35. Fitxa de monitorització de l'equip 1. Elaboració pròpia

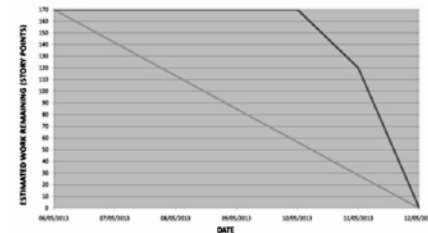
Id	Nom	Imp.	Est.	Notes
1	1.Dades generals	10	0	*
2	2.Descripció de l'activitat	10	0	*
3	3.1 Edifici	10	0	*
4	3.2 Estructura suportar	10	5	**
5	3.3 Façanes(Descripció)	40	10	
6	3.3 Façanes(Justificació)	50	10	
7	3.3 Façanes(Aïllament)	45	20	
8	3.4 Coberta(Descripció)	40	10	
9	3.4 Coberta(Justificació)	50	10	
10	3.4 Coberta(Aïllaments)	45	20	
11	3.5 Tancaments i acabats interiors (Descripció)	40	10	
12	3.5 Tancaments i acabats interiors (Justificació)	50	10	
13	3.5 Tancaments i acabats interiors (Materials i aïllaments)	45	20	
14	3.5 Tancaments i acabats interiors (Acabats superficials)	45	20	
15	3.6 Soleres i paviments (Descripció)	40	10	
16	3.6 Soleres i paviments (Justificació)	50	10	
17	3.6 Soleres i paviments (Paviment)	45	20	
18	4. Normativa aplicada	34	10	
19	Annex I. Demo. aplicació normativa contra incendis	83	0	*
20	Annex II. Demostració aplicació normativa Tècnica	83	70	
21	Annex III. Demostració aplicació normativa Acústica	83	70	
22	Annex IV. Catàlegs utilitzats en el projecte	39	30	
23	Plànol 1. Plànol de situació	71	0	*
24	Plànol 2. Plànol d'emplaçament	71	0	*
25	Plànol 3. Plànol de implantació de la indústria	71	0	*
26	Plànol 4. Plànol de planta. Definició geomètrica	71	0	*
27	Plànol 5. Plànol de planta. Definició materials i acabats	62	30	
28	Plànol 6. Plànol de planta. Aplicació normativa incendis	64	0	*
29	Plànol 7. Façanes arquitectòniques	62	50	
30	Plànol 8. Façanes constructives	71	40	
31	Plànol 9. Detalls de façanes	62	40	
32	Plànol 10. Coberta arquitectònica	62	40	
33	Plànol 11. Coberta constructiva	71	40	
34	Plànol 12. Detalls de cobertes	62	40	
35	Plànol 13. Plànol de fusteria	62	30	
36	Plànol 14. Plànol de soleres i paviments	62	30	
37	Plànol 15. Secció de façana i coberta	71	40	

- 1r Sprint del 22 al 26 d'abril (5 dies)
- 2n Sprint del 6 al 12 de maig (7 dies)
- 3r Sprint del 15 al 22 de maig (8 dies)
- 4t Sprint del 23 de maig al 2 de juny (11 dies)

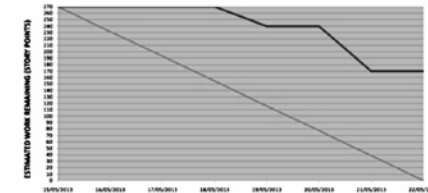
Not checked out	Story points
3.3 Façanes(Descripció)	10
3.3 Façanes(Justificació)	10
3.3 Façanes(Aïllaments)	20
3.4 Coberta(Descripció)	10
3.4 Coberta(Justificació)	10
3.4 Coberta(Aïllaments)	20
Annex II. Demostració aplicació normativa Tècnica	70
Total	150



Not checked out	Story points
3.5 Tancaments i acabats interiors(Acabats superficials)	20
3.6 Soleres i paviments(Descripció)	10
3.6 Soleres i paviments(Justificació)	10
3.6 Soleres i paviments(Aïllaments)	20
Acabar 1st sprint	70
Total	170



Not checked out	Story points
Annex III. Demostració aplicació normativa Acústica	70
Annex IV. Catàlegs utilitzats en el projecte	30
Plànol 7. Façanes arquitectòniques	50
Plànol 8. Façanes constructives	40
Plànol 10. Coberta arquitectònica	40
Plànol 11. Coberta constructiva	40
Total	270



Not checked out	Story points
Plànol 5. Plànol de planta. Definició materials i acabats	30
Plànol 7. Façanes arquitectòniques	50
Plànol 8. Façanes constructives	40
Plànol 9. Detalls de façanes	40
Plànol 10. Coberta arquitectònica	40
Plànol 11. Coberta constructiva	40
Plànol 12. Detalls de cobertes	40
Plànol 13. Plànol de fusteria	30
Plànol 14. Plànol de soleres i paviments	30
Plànol 15. Secció de façana i coberta	40
Total	380

Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editar	Restaurar
G2	226	127 (56,19)	42 (18,58)	45 (19,91)	5 (2,21)	7 (3,10)	0 (0,00)	0 (0,00)
21	40	12 (17,70)	21 (18,58)	0 (0,00)	1 (2,21)	6 (3,10)	0 (0,00)	0 (0,00)
22	162	105 (71,68)	11 (6,79)	40 (24,73)	2 (1,24)	1 (0,62)	0 (0,00)	0 (0,00)
23	13	4 (26,92)	7 (46,15)	0 (0,00)	2 (12,70)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
24	14	6 (42,86)	3 (21,43)	5 (35,71)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G2	169	45	124
21	33	0	33
22	116	40	76
23	11	0	11
24	9	5	4

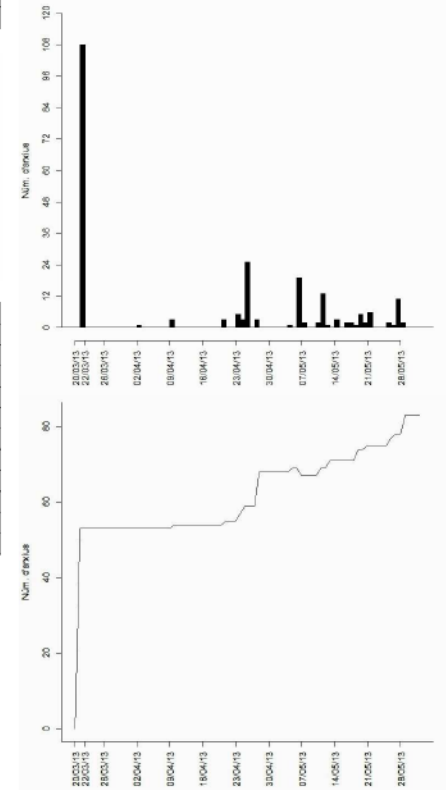


Figura 8.36. Fitxa de monitorització de l'equip 2. Elaboració pròpia

Id	Nom	Importància	Estimació	Notes
1	Plantejament i descripció de l'edifici	50		
	1.1. Plànols de definició i implantació		2	
	1.2. Revisió implantació a memòria		2	
2	Control incendis	80		
	2.1. Verificació càlculs previs		1	
	2.2. Ajustos necessaris		2	
	2.3. Ajustos plànols		2	
3	Estructura suportant	100		
	3.1. Revisar requeriments		1	*
	3.2. Comprovar tècniques adients		2	
	3.3. Proposar nova solució		3	
	3.4. Redactar part de memòria		2	
4	Requeriments tèrmics	60		
	4.1. Classificació d'espais		1	
	4.2. Definició d'envoltent tèrmic d'edifici		2	
	4.3. Mètode a aplicar i càlcul		5	
	4.4. Redactar part de memòria		2	
5	Requeriments acústics	50		
	5.1. Recull de dades		2	
	5.2. Càlcul condicions mínimes		5	
6	Soleres i paviments	70		
	6.1. Definició de solera mes adequada		2	
	6.2. Tipus de paviments i necessitats		3	
	6.3. Definició paviments definitius i redacció		2	
	6.4. Plànol soleres i paviments		3	
7	Solucions constructives coberta	80		*
	7.1. Coberta producció			
	7.1.1. Definició tipus		2	
	7.1.2. Plànols arquitectònics		4	
	7.1.3. Plànols constructius		4	
	7.1.4. Dibuix detalls constructius		4	
	7.2. Coberta oficines			
	7.2.1. Definició tipus		2	
	7.2.2. Plànols arquitectònics		3	
	7.2.3. Plànols constructius		4	
	7.2.4. Dibuix detalls constructius		3	
	7.3. Redacció memòria		3	
8	Solucions constructives façanes	70		
	8.1. Façana producció			
	8.1.1. Definició tipus façana		2	
	8.1.2. Plànols arquitectònics		3	
	8.1.3. Dibuix detalls i plànol constructiu		3	
	8.2. Façana oficines			
	8.2.1. Definició tipus façana		2	
	8.2.2. Plànols arquitectònics		3	
	8.2.3. Dibuix detalls i plànol constructiu		3	
	8.3. Redacció memòria		3	

9	Tancaments i acabats interiors	20		
	9.1. Tancaments producció			
	9.1.1. Tipus tancament		1	
	9.1.2. Plànols arquitectònics		2	
	9.2. Tancaments oficines			
	9.2.1. Definició tipus façana		1	
	9.2.2. Plànols arquitectònics		2	
	9.3. Redacció memòria		3	
10	Fusteria	20		
	10.1. Comparativa tipus fusteria		1	
	10.2. Tria de fusteria i vidres segons requeriments tèrmics		2	
	10.3. Dibuix plànols de detall		3	
	10.4. Redacció memòria		3	
11	Retocs finals	20		
	11.1. Memòria		3	
	11.2. Plànols		5	
	11.3. Annexes		4	
Total			122	

- 1r Sprint del 3 al 10 d'abril (7 dies)
- 2n Sprint del 10 al 24 d'abril (14 dies)
- 3r Sprint del 24 d'abril a l'1 de maig (7 dies)
- 4t Sprint del 8 al 15 de maig (7 dies)
- 5è Sprint del 15 al 22 de maig (7 dies)
- 6è Sprint del 22 al 29 de maig (7 dies)

Id	Nom	Importància	Estimació
1	Plantejament i descripció de l'edifici	50	
	1.1. Plànols de definició i implantació		2
	1.2. Revisió implantació a memòria		2
2	Contra incendis	80	
	2.1. Verificació càlculs previs		1
	2.2. Ajustos necessaris		2
3	Estructura suportant	100	
	3.1. Revisar requeriments		1
	3.2. Comprovar tècniques adients		2
	3.3. Proposar nova solució		3
	3.4. Redactar part de memòria		2
4	Requeriments tèrmics	60	
	4.1. Classificació d'espais		1
	4.2. Definició d'envoltent tèrmic d'edifici		2
Total			18

Id	Nom	Importància	Estimació
4	Requeriments tèrmics	60	
	4.3. Mètode a aplicar i càlcul		5
	4.4. Redactar part de memòria		2
6	Soleres i paviments	70	
	6.1. Definició de solera mes adequada		2
	6.2. Tipus de paviments i necessitats		3
	6.3. Definició paviments definitius i redacció		2
7	Solucions constructives coberta	80	
	7.1. Coberta producció		
	7.1.1. Definició tipus		2
	7.3. Redacció memòria		3
Total			19

Id	Nom	Importància	Estimació
7	Solucions constructives coberta	80	
	7.2. Coberta oficines		
	7.2.1. Definició tipus		2
	7.3. Redacció memòria		3
8	Solucions constructives façanes	70	
	8.1. Façana producció		
	8.1.1. Definició tipus façana		2
	8.2. Façana oficines		
	8.2.1. Definició tipus façana		2
	8.3. Redacció memòria		3
9	Tancaments i acabats interiors	20	
	9.1. Tancaments producció		
	9.1.1. Tipus tancament		1
	9.2. Tancaments oficines		
	9.2.1. Tipus tancament		1
	9.3. Redacció memòria		3
Total			17

Id	Nom	Importància	Estimació
2	Contra incendis	80	
	2.3. Ajustos plànols		2
5	Requeriments acústics	50	
	5.1. Recull de dades		2
	5.2. Càlcul condicions mínimes		5
6	Soleres i paviments	70	
	6.4. Plànol soleres i paviments		2
8	Solucions constructives façanes	70	
	8.1. Façana producció		
	8.1.2. Plànols arquitectònics		3
	8.2. Façana oficines		
	8.2.2. Plànols arquitectònics		3
11	Retocs finals	20	
	11.1. Memòria		1
Total			18

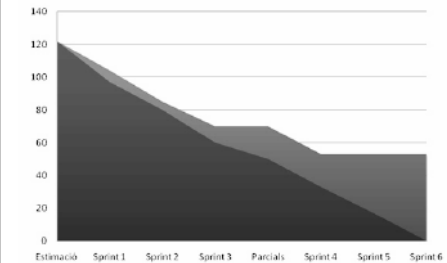
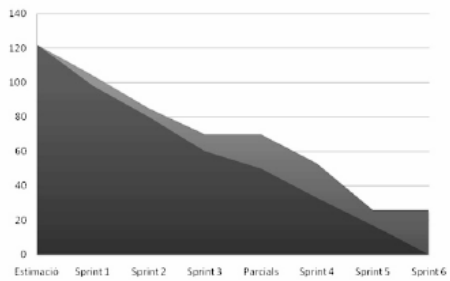
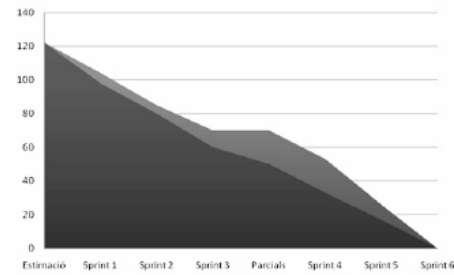


Figura 8.37. Fitxa de monitorització (part 1) de l'equip 3. Elaboració pròpia

Id	Nom	Importància	Estimació
6	Soleres i paviments	70	
	6.4. Plànol soleres i paviments		2
7	Solucions constructives coberta	80	
	7.1. Coberta producció		
	7.1.3. Plànols constructius		4
	7.2. Coberta oficines		
	7.2.2. Plànols arquitectònics		3
	7.2.3. Plànols constructius		4
	7.3. Redacció memòria		1
8	Solucions constructives façanes	70	
	8.1. Façana producció		
	8.1.3. Dibuix detalls i plànol constructiu		3
	8.2. Façana oficines		
	8.2.3. Dibuix detalls i plànol constructiu		3
9	Tancaments i acabats interiors	80	
	9.1. Tancaments producció		
	9.1.2. Plànols arquitectònics		2
	9.2. Tancaments oficines		
	9.2.2. Plànols arquitectònics		2
10	Fusteria	20	
	10.1. Comparativa tipus fusteria		1
	10.2. Tria de fusteria i vidres segons req. tèrmics		2
Total			27



Id	Nom	Importància	Estimació
7	Solucions constructives coberta	80	
	7.1. Coberta producció		
	7.1.2. Plànols arquitectònics		1
	7.1.4. Dibuix detalls constructius		4
	7.2. Coberta oficines		
	7.2.4. Dibuix detalls constructius		2
	7.3. Redacció memòria		1
10	Fusteria	20	
	10.3. Dibuix plànols de detall		3
	10.4. Redacció memòria		3
11	Retocs finals	20	
	11.1. Memòria		2
	11.2. Plànols		5
	11.3. Annexes		4
Total			25



Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editar	Restaurar
G3	666	350 (52,55)	110 (16,52)	154 (23,12)	10 (1,50)	12 (1,80)	30 (4,50)	0 (0,00)
31	474 (71,17)	220	86	118	8	12	30	0
32	44 (6,61)	40	1	3	0	0	0	0
33	86 (12,91)	62	3	19	2	0	0	0
34	62 (9,31)	28	20	14	0	0	0	0

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G3	460	154	306
31	306	118	188
32	41	3	38
33	65	19	46
34	48	14	34

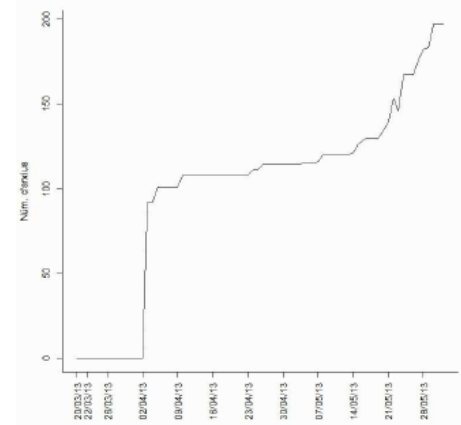
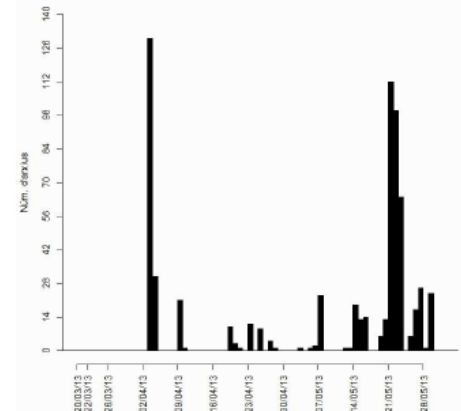
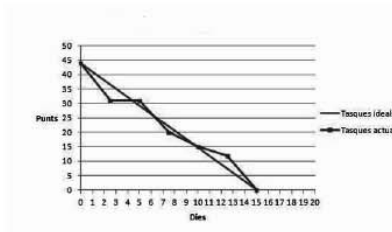


Figura 8.38. Fitxa de monitorització (part 2) de l'equip 3. Elaboració pròpia

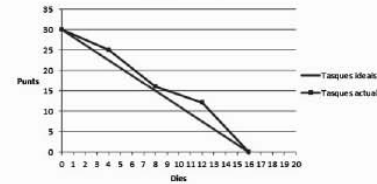
Id	Nom	Imp.	Est. (oct.)
1	Comprovar projecte de TECI	5	0,15
2	Justificació dels materials i aïllaments utilitzats en les façanes	8	1
3	Justificació dels materials i aïllaments utilitzats en la coberta	8	1
4	Justificació dels materials i aïllaments utilitzats en els tancaments	8	1
5	Definicions dels acabats superficials	9	0,25
6	Descripció i justificació de la solera i dels paviments	6	0,25
7	Estudi de la normativa	8	1
8	Aplicació normativa Contra incendis	8	0,5
9	Aplicació normativa tèrmica	7	0,5
10	Aplicació normativa acústica	7	0,5
11	Plànols	10	1
12	Simulació 3D	6	1
13	Presentació	10	0,25

- 1r Sprint 15 dies 44 punts realitzats
- 2n Sprint 16 dies 30 punts realitzats
- 3r Sprint 11 dies 26 punts realitzats

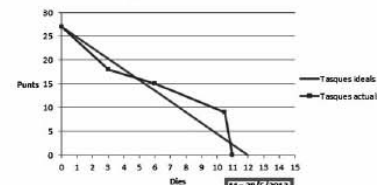
Id	Nom	Imp.
1	Comprovar projecte de TECI	5
2	Justificació dels materials i aïllaments utilitzats en les façanes	8
3	Justificació dels materials i aïllaments utilitzats en la coberta	8
4	Justificació dels materials i aïllaments utilitzats en els tancaments	8
5	Definicions dels acabats superficials	9
6	Descripció i justificació de la solera i dels paviments	6
Punts totals		44



Id	Nom	Imp.
7	Estudi de la normativa	8
8	Aplicació normativa Contra incendis	8
9	Aplicació normativa tèrmica	7
10	Aplicació normativa acústica	7
Punts totals		30



Id	Nom	Imp.
11	Plànols	10
12	Simulació 3D	6
13	Presentació	10
Punts totals		26



Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editar	Restaurar
G4	857	451 (52,63)	37 (4,32)	323 (37,69)	11 (1,28)	20 (3,38)	6 (0,70)	0 (0,00)
41	51 (5,95)	44	3	2	0	2	0	0
42	775 (90,43)	390	23	320	9	27	6	0
43	7 (0,82)	2	3	1	1	0	0	0
44	8 (0,93)	6	2	0	0	0	0	0
45	16 (1,87)	9	6	0	1	0	0	0

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G4	488	323	165
41	47	2	45
42	413	320	93
43	5	1	4
44	8	0	8
45	15	0	15

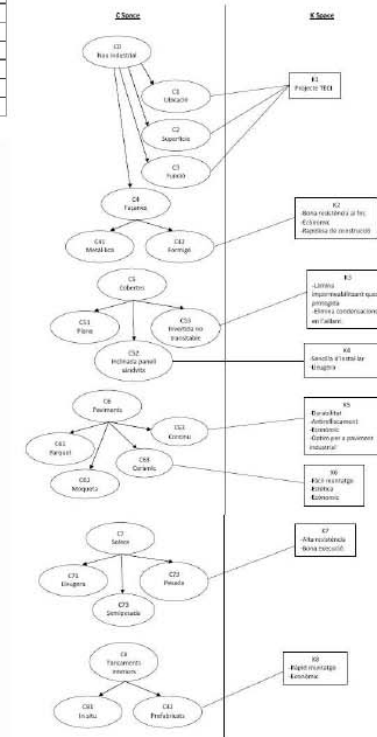
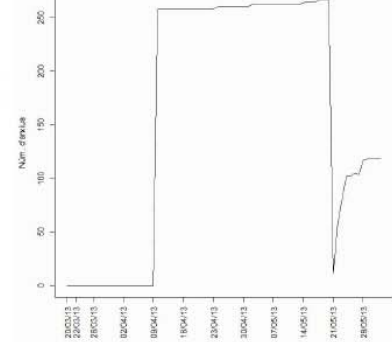
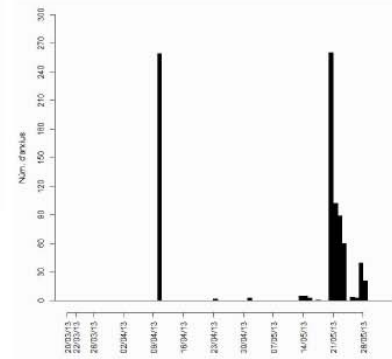


Figura 8.39. Fitxa de monitorització de l'equip 4. Elaboració pròpia

Nom	Prioritat	Estimació
Façanes		
Càlcul transmissions	1	8
Descripció detallada materials	2	5
Justificació materials escollits	3	5
Fusteria		
Càlcul transmissions finestres i portes (forats)	1	8
Descripció detallada materials	2	5
Justificació materials escollits	3	5
Coberta		
Càlcul transmissions	1	8
Descripció detallada materials	2	5
Justificació materials escollits	3	5
Tancaments i acabats interiors		
Descripció detallada materials	2	5
Càlcul transmissions	1	8
Justificació materials escollits	3	5
Soleres i paviments		
Descripció paviments utilitzats	2	5
Justificació paviments utilitzats	3	5
Càlcul transmissions	1	8
Normativa aplicada		
Normativa façanes	5	3
Normativa cobertes	5	3
Normativa paviments	5	3
Càlculs normativa tèrmica		
Justificació compliment normativa: fitxes apèndix H	4	4
Càlculs normativa acústica	4	4
Càlculs normativa costs incendis	4	4
Plànol de planta redefinició dels materials i acabats		
Plànols de façana	6	8
Redefinició de l'acabat de les façanes per tal que sigui construïble	6	8
Detalls dels elements de façana i unions	6	9
Plànols de coberta		
Redefinició de l'acabat de la coberta	6	8
Arquitectònic	6	8
Constructiu	6	8
Detalls dels elements de façana i unions	6	9
Total		
		46

Nom	Estimació
Càlcul transmissions	8
Càlcul transmissions	8
Càlcul transmissions	8
Descripció paviments utilitzats	5
Justificació paviments utilitzats	5
Càlcul transmissions	8
Justificació compliment normativa: fitxes apèndix H	4
Total	46

Nom	Estimació
Normativa façanes	3
Normativa cobertes	3
Normativa paviments	3
Càlculs normativa acústica	4
Càlculs normativa costs incendis	4
Total	17

Nom	Estimació
Plànol de planta redefinició dels materials i acabats	8
Detalls dels elements de façana i unions	9
Arquitectònic	8
Constructiu	8
Detalls dels elements de façana i unions	9
Total	42

Nom	Estimació
Càlcul transmissions finestres i portes (forats)	8
Descripció detalls da materials	5
Justificació materials escollits	5
Total	18

Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editar	Restaurar
G5	283	121 (42,76)	73 (25,80)	54 (19,08)	3 (1,06)	7 (2,47)	25 (8,83)	0 (0,00)
51	148 (52,30)	48	52	32	2	4	10	0
52	80 (28,27)	28	19	18	0	0	15	0
53	41 (14,49)	37	1	3	0	0	0	0
54	14 (4,95)	8	1	1	1	3	0	0

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G5	194	54	140
51	100	32	68
52	47	18	29
53	38	3	35
54	9	1	8

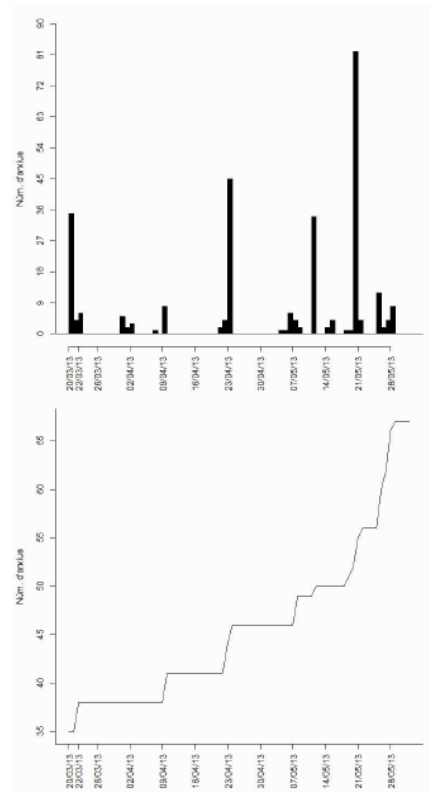
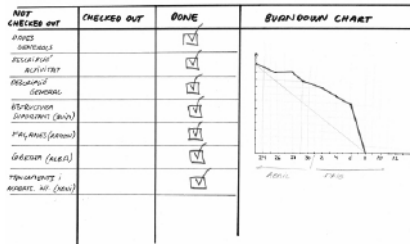


Figura 8.40. Fitxa de monitorització de l'equip 5. Elaboració pròpia

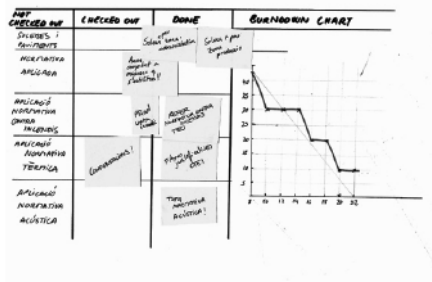
Id	Nom	Imp.	Est.	Notes
Membria				
				Revisar del projecte TECI
1	Dades generals	5	2	Revisar del projecte TECI
2	Descripció de l'activitat	5	2	Revisar del projecte TECI
3	Descripció general	5	2	Revisar del projecte TECI
4	Estructura suportant	10	8	Revisar del projecte TECI
5	Façanes	10	8	Revisar del projecte TECI
6	Coberta	10	8	Revisar del projecte TECI
7	Tancaments i acabats interiors	10	8	Revisar del projecte TECI
8	Soleres i paviments	10	8	Revisar del projecte TECI
9	Normativa aplicada	5	2	-
10	Aplicació normativa contra incendis	8	10	-
11	Aplicació normativa Térmica	8	10	-
12	Aplicació normativa Acústica	8	8	-
13	Catàlegs utilitzats en el projecte			-
Plànols				
14	Plànol de situació	5	1	-
15	Plànol d'emplaçament	5	1	-
16	Plànol de implantació de la indústria	5	1	-
17	Plànol de planta. Def. geomètrica	5	3	-
18	Plànol de planta. Def. materials i acabats	5	3	-
19	Plànol de planta. Normativa incendis	5	3	-
20	Façanes arquitectòniques	5	3	-
21	Façanes constructives	5	3	-
22	Detalls de façanes	5	3	-
23	Coberta arquitectònica	5	3	-
24	Coberta constructiva	5	3	-
25	Detalls de cobertes	5	3	-
26	Plànol de fusteria	5	3	-
27	Plànol de soleres i paviments	5	3	-
28	Secció de façana i coberta	5	3	-

- 1r Sprint del 23 d'abril al 8 de maig (15 dies)
- 2n Sprint del 8 al 22 de maig (14 dies)
- 3r Sprint del 22 al 27 de maig (5 dies)

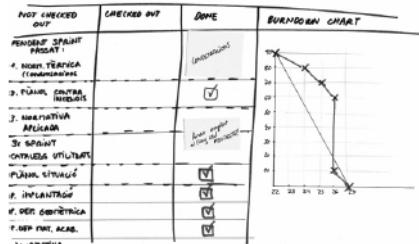
Id	Nom	Estimació
1	Dades generals	2
2	Descripció de l'activitat	2
3	Descripció general	2
4	Estructura suportant	8
5	Façanes	8
6	Coberta	8
7	Tancaments i acabats interiors	8
Total		38



Id	Nom	Estimació
8	Soleres i paviments	8
9	Normativa aplicada	2
10	Aplicació normativa contra incendis	10
11	Aplicació normativa Térmica	10
12	Aplicació normativa Acústica	8
Total		38



Id	Nom	Estimació
9	Normativa aplicada	2
11	Aplicació normativa Térmica	10
13	Catàlegs utilitzats en el projecte	
14	Plànol de situació	1
15	Plànol d'emplaçament	1
16	Plànol de implantació de la indústria	1
17	Plànol de planta. Definió geomètrica	3
18	Plànol de planta. Definió materials i acabats	3
19	Plànol de planta. Aplicació normativa incendis	3
Total		24



Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Noure	Editar	Restaurar
G6	1095	638	188	175	38	24	30	2
		(58,26)	(17,17)	(15,98)	(3,47)	(2,19)	(2,74)	(0,18)
61	98	44	31	22	1	0	0	0
	(8,55)							
62	679	463	78	69	33	23	11	2
	(62,01)							
63	69	33	6	13	2	0	15	0
	(6,30)							
64	249	98	73	71	2	1	4	0
	(22,74)							

Autor	Articles agregats i modificats	Articles eliminats	Diferència
G6	826	175	651
61	75	22	53
62	541	69	472
63	39	13	26
64	171	71	100

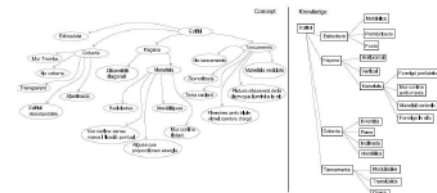
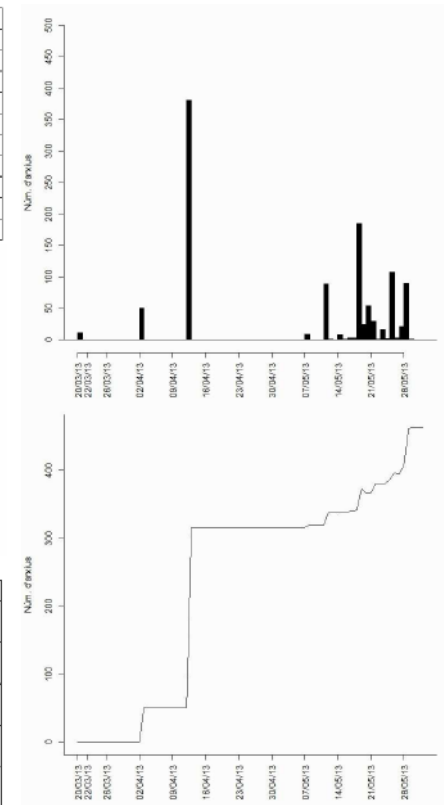


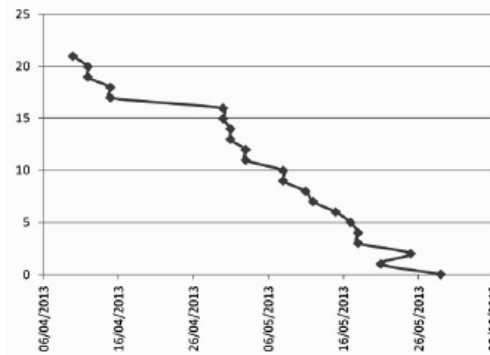
Figura 8.41. Fitxa de monitorització de l'equip 6. Elaboració pròpia

Id	Nom	Imp.	Est.	Notes
0	Emp.	Normal	1	Emplaçament
1	Norm. Urb.	Alta	1	Normatives urbanístiques aplicables
2	Distr. Plann.	Alta	1	Solució adoptada de la distribució en planta
3	Estruc.	Alta	3	Solució adoptada de sistema estructural
3.1	Fon.	*	1	Fonaments
3.2	Est. Hor.	*	1	Estructura horitzontal
3.3	Est. Vert.	*	1	Estructura vertical
4	Sist. Const. I	-	2	Solució adoptada en tancaments exteriors
4.1	Faç.	Normal	1	Façanes
4.2	Cob.	Alta	1	Cobertes
5	Sist. Const. II	-	2	Solució adoptada en tancaments int. Horitzontals
5.1	Forj.	Alta	1	Forjats
5.2	Fals. Sost.	Baixa	1	Falsos sostres
6	Sist. Const. III	Normal	2	Solució adoptada en tancaments interiors verticals
6.1	S. Prod.	*	1	Sales de producció
6.2	Ofic.	*	1	Oficines
7	Fust.	Baixa	2	Solució adoptada per fusteria interior i exterior
7.1	Fines.	*	1	Finestres
7.2	Port.	*	1	Portes
8	Sol. Pav.	Alta	2	Solució adoptada en soleres i paviments
8.1	Sol.	*	1	Soleres
8.2	Pav.	*	1	Paviments
9	Norm. Pro.	Alta	1	Normativa aplicables al procés industrial
10	Norm. Ins.	Alta	1	Norm. apli. a contraïncendis, tèrmiques i acústiques
11	Just. CI	Normal	1	Just. del compl. de la normativa contra incendis
12	Just. Term.	Normal	1	Just. del compl. de la normativa d'aïllament tèrmic
13	Just. Acu.	Normal	1	Just. del compl. de la normativa d'aïllament acústic
TOTAL			21	

- 1r Sprint del 10 al 15 d'abril.
- 2n Sprint del 16 d'abril a l'13 de maig.
- 3r Sprint del 4 al 12 de maig.
- 4t Sprint del 13 al 25 de maig.

Id	Nom	Est.
0	Emplaçament	1
1	Normatives urbanístiques aplicables	1
2	Solució adoptada de la distribució en planta	1
3.1	Fonaments	1
9	Normativa aplicables al procés industrial	1
Total		5

Id	Nom	Est.
10	Norm. apli. a contraïncendis, tèrmiques i acústiques	1
11	Just. del compl. de la normativa contra incendis	1
7.1	Finestres	1
7.2	Portes	1
12	Just. del compl. de la normativa d'aïllament tèrmic	1
13	Just. del compl. de la normativa d'aïllament acústic	1
Total		6



Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editar	Restaurar
G7	37	10 (27,03)	21 (56,76)	3 (8,11)	3 (8,11)	0 (0,00)	0 (0,00)	0 (0,00)
71	6	2 (16,22)	3	0	1	0	0	0
72	14	4 (37,84)	9	0	1	0	0	0
73	17	4 (45,95)	9	3	1	0	0	0

Autor	Arxius agregats i modificats	Arxius eliminats	Diferència
G7	31	3	28
71	5	0	5
72	13	0	13
73	13	3	10

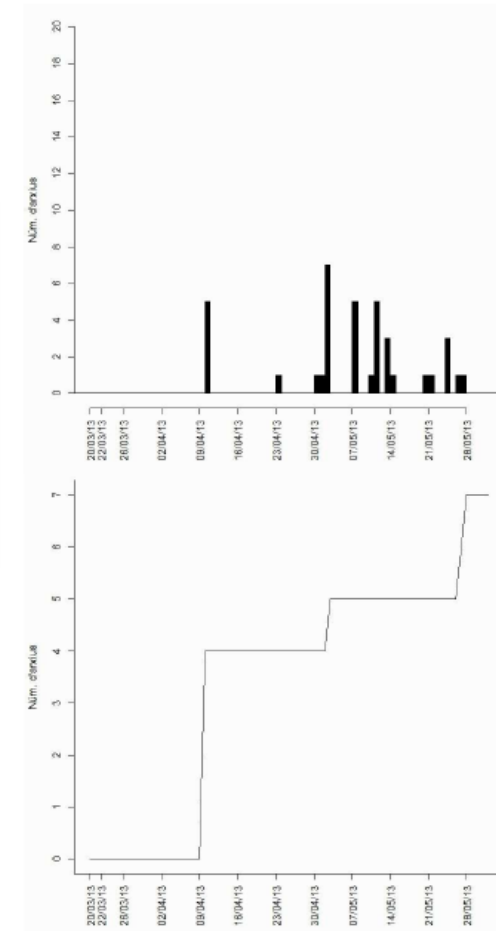


Figura 8.42. Fitxa de monitorització de l'equip 7. Elaboració pròpia

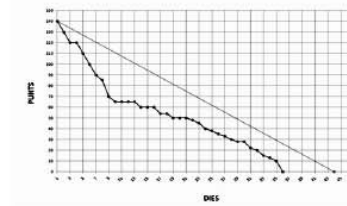
Id	Nom	Importància	Estimació
1	M. Dades generals	1	0.1
2	M. Descripció activitats	2	0.1
3	M. Descripció general - Edifici	5	0.1
4	M. Descripció general - Estructura	7	0.2
5	M. Descripció general - Façanes	9	1.5
6	M. Descripció general - Coberta	9	1.5
7	M. Descripció general - Tancaments i acabats int.	9	1.5
8	M. Descripció general - Soleres	8	1.5
9	M. Normativa aplicada	5	0.5
10	A. Justificació normativa contra incendis	9	2
11	A. Justificació normativa tècnica	8	5
12	A. Justificació normativa acústica	8	3
13	Plànols de situació i emplaçament	6	2
14	Plànols de planta	9	5
15	Plànols de façanes	9	4
16	Plànols de coberta	9	4
17	Plànol de fastania	9	3
18	Plànol de soleres i paviments	9	2
19	Plànols Seccions	9	2
TOTAL		140	38

- 1r Sprint 11 d'abril.
- 2n Sprint 3 de maig.
- 3r Sprint 25 de maig.

Id	Nom	Importància
1	M. Dades generals	1
2	M. Descripció activitats	2
3	M. Descripció general - Edifici	5
4	M. Descripció general - Estructura	7
5	M. Descripció general - Façanes	9
6	M. Descripció general - Coberta	9
7	M. Descripció general - Tancaments i acabats int.	9
8	M. Descripció general - Soleres	8
9	M. Normativa aplicada	5
TOTAL		55

Id	Nom	Importància
10	A. Justificació normativa contra incendis	9
11	A. Justificació normativa tècnica	8
12	A. Justificació normativa acústica	8
13	Plànols de situació i emplaçament	6
TOTAL		31

Id	Nom	Importància
14	Plànols de planta	9
15	Plànols de façanes	9
16	Plànols de coberta	9
17	Plànol de fastania	9
18	Plànol de soleres i paviments	9
19	Plànols Seccions	9
TOTAL		54



Autor	Accions	Agregar	Modificar	Eliminar	C. de nom	Moure	Editar	Restaurar
G8	293	174	71	28	3	17	0	0
		(59,39)	(24,23)	(9,56)	(1,02)	(5,80)	(0,00)	(0,00)
S1	42	22	11	0	0	9	0	0
	(14,33)							
S2	157	114	36	6	0	1	0	0
	(51,58)							
S3	53	20	19	14	0	0	0	0
	(18,09)							
S4	41	18	5	8	3	7	0	0
	(13,09)							

Autor	Arcs agregats i modificats	Arcs eliminats	Diferència
G8	245	28	217
S1	33	0	33
S2	150	6	144
S3	39	14	25
S4	23	8	15

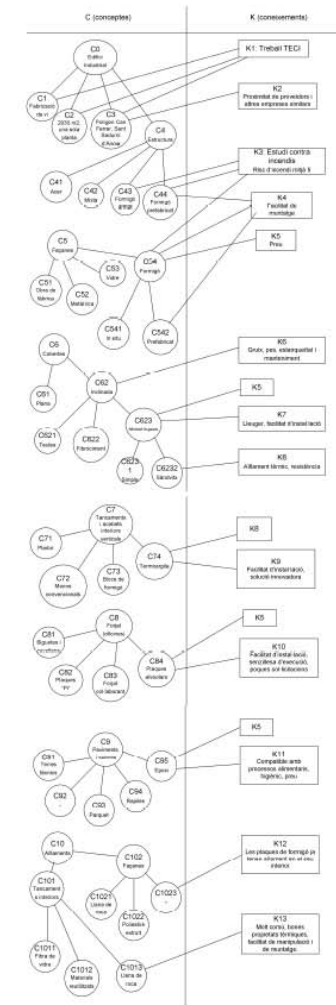
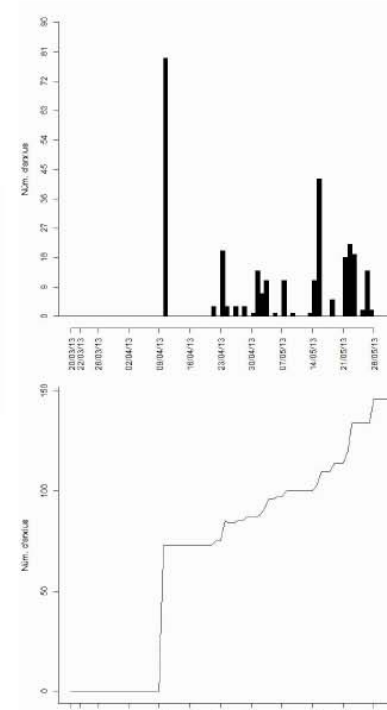


Figura 8.43. Fitxa de monitorització de l'equip 8. Elaboració pròpia

8.2 Resultats de l'estudi de casos

8.2.1 Cas d'estudi: pavelló Jukbuin

A continuació es presenten els resultats de l'entrevista i l'anàlisi de la documentació que s'han dut a terme al voltant del pavelló Jukbuin. L'objectiu del procés de disseny va ser la construcció d'un objecte per participar en el festival d'arquitectura EME3 de l'any 2012.

Per a l'anàlisi utilitzant la Concept-Knowledge Theory es comença per definir el coneixement disponible a l'abast dels dissenyadors. D'una banda es detecten els coneixements genèrics propis dels integrants del grup de recerca enfocat al disseny computacional en arquitectura i també enfocat a les estructures lleugeres. Per tant, els dissenyadors disposen de coneixements genèrics com: estudis d'arquitectura, coneixements en disseny computacional (concretament en els programes Rhino, Grasshopper i Kangaroo), i coneixement d'estructures lleugeres.

A part dels coneixements genèrics, els dissenyadors disposen de coneixements adquirits durant la seva trajectòria professional, com ara coneixement derivat de l'anàlisi de l'obra de Shigeru Ban. També es pot considerar com a coneixement disponible l'observació d'estructura de vímet en gàbies de grills de tradició xinesa i exercicis anteriors realitzats pels mateixos autors, com l'exercici Jukbuin a l'Smartgeometry Copenhagen 2011.

El procés de disseny del pavelló es mostra en el corresponent diagrama C-K (figures 8.44, 8.45 i 8.47) on s'observen clarament dues etapes. La primera etapa correspon a un disseny centrat en el tractament geomètric mitjançant computador; en primer lloc es proposa una forma tipus closca. L'ordenador resolt mitjançant algorismes la topologia generada transformant-la primer en una malla formada en cercles, després en una malla formada per triangles i finalment en una malla triaxial.

A partir del disseny resultant es procedeix a demanar el material per a la construcció de l'artefacte. El problema sorgeix quan es comprova que l'estructura resultant tendeix a no respectar la linealitat dels llistons de fusta amb els quals s'ha de materialitzar, complicant-ne la construcció d'una forma exagerada. En aquest punt els dissenyadors decidiren operar d'una forma diferent, basada en el comportament del material disponible. Així, també mitjançant la simulació amb ordenador, parteixen d'una malla triaxial amb una forma especificada i l'aixequen fins a configurar el model definitiu. En aquest cas, atès que la malla inicial respecte la linealitat del material, la malla final també ho fa, ja que totes les transformacions sofertes es produeixen respectant el seu comportament físic.

Si s'analitza el procés en detall el resultat és el següent: com s'ha indicat l'objectiu és un objecte per participar en l'EME3 2012 (C0). L'atribut següent correspon al fet que l'objecte serà una estructura lleugera. En aquest punt, doncs, l'objecte queda definit per els atributs: C0 + ser una

estructura lleugera. Aquest atribut és afegit a partir del coneixement dels dissenyadors. Fins a aquest moment, l'artefacte no té més atributs que els enunciats, per tant, no té forma, ni dimensió ni un material o sistema estructural definit.

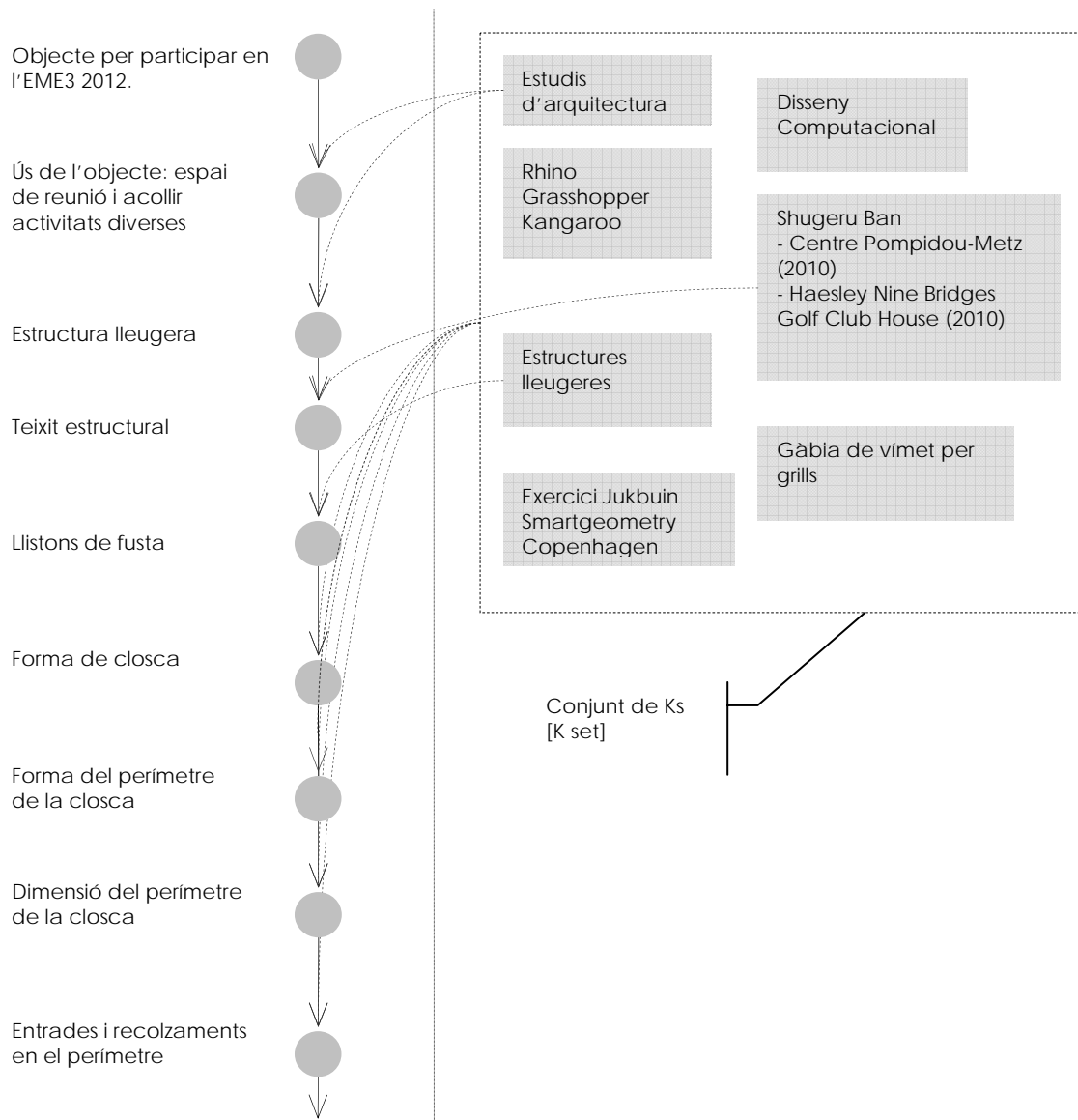


Figura 8.44. Diagrama C-K del pavelló Jukbuin 1a part. Elaboració pròpia

A continuació es decideix que l'estructura correspondrà a la d'un teixit estructural. Seguint el mateix esquema s'afegeixen els atributs següents: L'objecte es materialitza amb lamel·les de fusta. Té forma de closca, concretament, té una forma del perímetre de la closca, una dimensió del perímetre de la closca, la posició de les entrades i recolzaments en el perímetre i la forma de les obertures de les entrades. En aquests casos tots els atributs s'afegeixen en el concepte format anteriorment, a més a més, tots els atributs són afegits a partir del coneixement dels dissenyadors (figura 8.44).

En cada etapa definida hi hagués pogut haver particions possibles, alternatives a l'atribut finalment decidit, per exemple, una altra dimensió del perímetre de la closca o una altra forma de les obertures de les entrades. En el procés de disseny descrit, aquestes particions no es produïren i si es van produir s'en desconeix l'existència atès que no van ser mencionades durant la investigació.

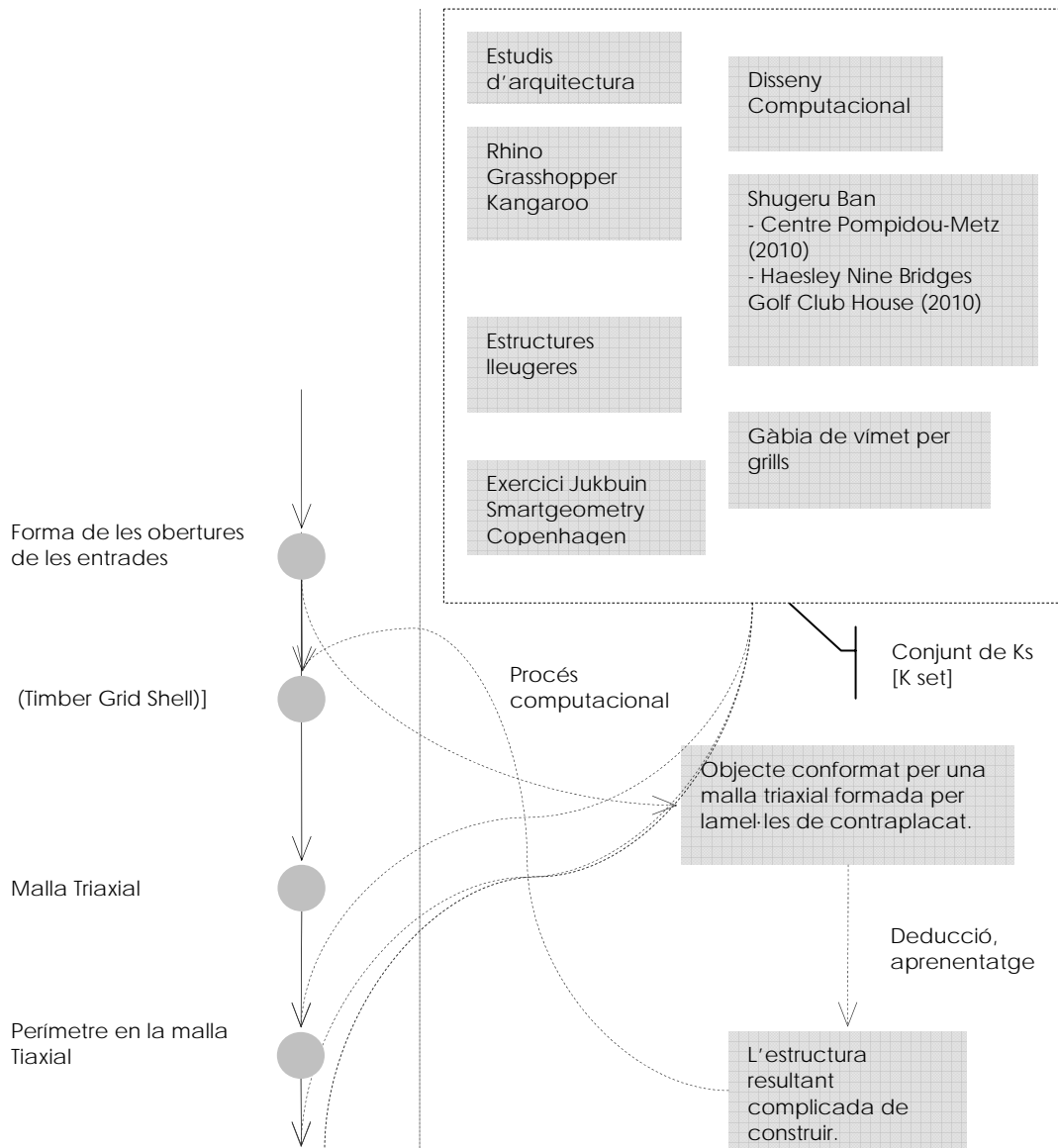


Figura 8.45. Diagrama C-K del pavelló Jukbuin 2a part. Elaboració pròpia

Una vegada definida la forma i les dimensions de l'objecte a construir, així com el sistema constructiu a usar, es procedeix a determinar els elements que conformaran l'objecte. Aquests elements també han de ser considerats com a propietats. Els autors anomenen a l'enfocament que s'utilitza com a enfocament basat en la geometria. La metodologia persegueix una discretització de la closca predefinida. El resultat produeix una malla hexagonal que conté singularitats el que fa que sigui necessari un processament posterior .

L'algoritme resol la topologia geomètrica mitjançant l'embolcallat format amb cercles. A partir de la forma resultant es genera una malla triangular. A continuació es construeix una xarxa amb connectivitat de tres eixos. Aquestes etapes s'han realitzat considerant els elements sense gruix, per tant, l'etapa següent es procedeix a l'engrossiment. Aquest mètode produeix pentàgons i heptàgons, que forcen la curvatura dels llistons. Mitjançant un algoritme s'avalua aquesta curvatura. Els llistons que excedeixen un cert llindar s'hauran d'escurçar. Es discretitzen les corbes en elements estàndards de 2,3 metres. Aquest desenvolupament es pot veure en la figura 8.45.

L'adaptació al mallat superficial condueix a un model d'alta complexitat amb punts singulars que fa impossible la construcció de l'objecte. En aquest punt del procés, els dissenyadors han de replantejar la forma de materialitzar el pavelló. Per fer-ho activen el coneixement derivat d'exercicis teòrics similars i de l'experiència de la construcció d'altres objectes semblants.

La solució és adoptar un enfocament basat en el comportament del material: la forma emergirà de la tècnica de construcció (figura 8.46). Això implica el modelatge del comportament elàstic. No és la forma la que es dissenya sinó el comportament del sistema constructiu. S'utilitza un software de simulació física per modelar el comportament de la tela teixida. Així, es poden provar diferents malles i punts de suport per trobar la forma final. Aquest procediment s'inicia amb una malla base en la qual es decideixen diferents factors com la definició del perímetre i l'escala. A continuació també es construeix una xarxa amb connectivitat de tres eixos.

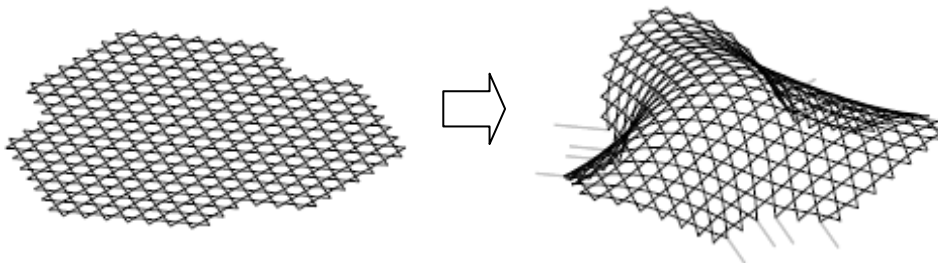


Figura 8.46. Pavelló Jukbuin enfocament basat en el comportament del material (Sastre et al., 2012)

Per mantenir la topologia del teixit es simula un ressort elàstic en cada node de superposició. Per moure dinàmicament els suports i poder aixecar a poc a poc la tela s'interpreten els elements de la construcció com a cables. D'aquesta manera es procedeix a erigir la forma. La geometria final és el resultat dels paràmetres que defineixen la resistència a la flexió de les barres (figura 8.47).

En començar amb una malla prèviament discretitzada, els elements estan altament estandarditzats. Aquesta estandardització permet optimitzar els recursos i el temps de muntatge atès que es facilita la identificació dels elements i el seu posicionament. A més a més, la pretensió induïda en els elements és molt homogènia. Això significa que les tensions de les càrregues verticals estan distribuïdes de manera uniforme i sense problemes.

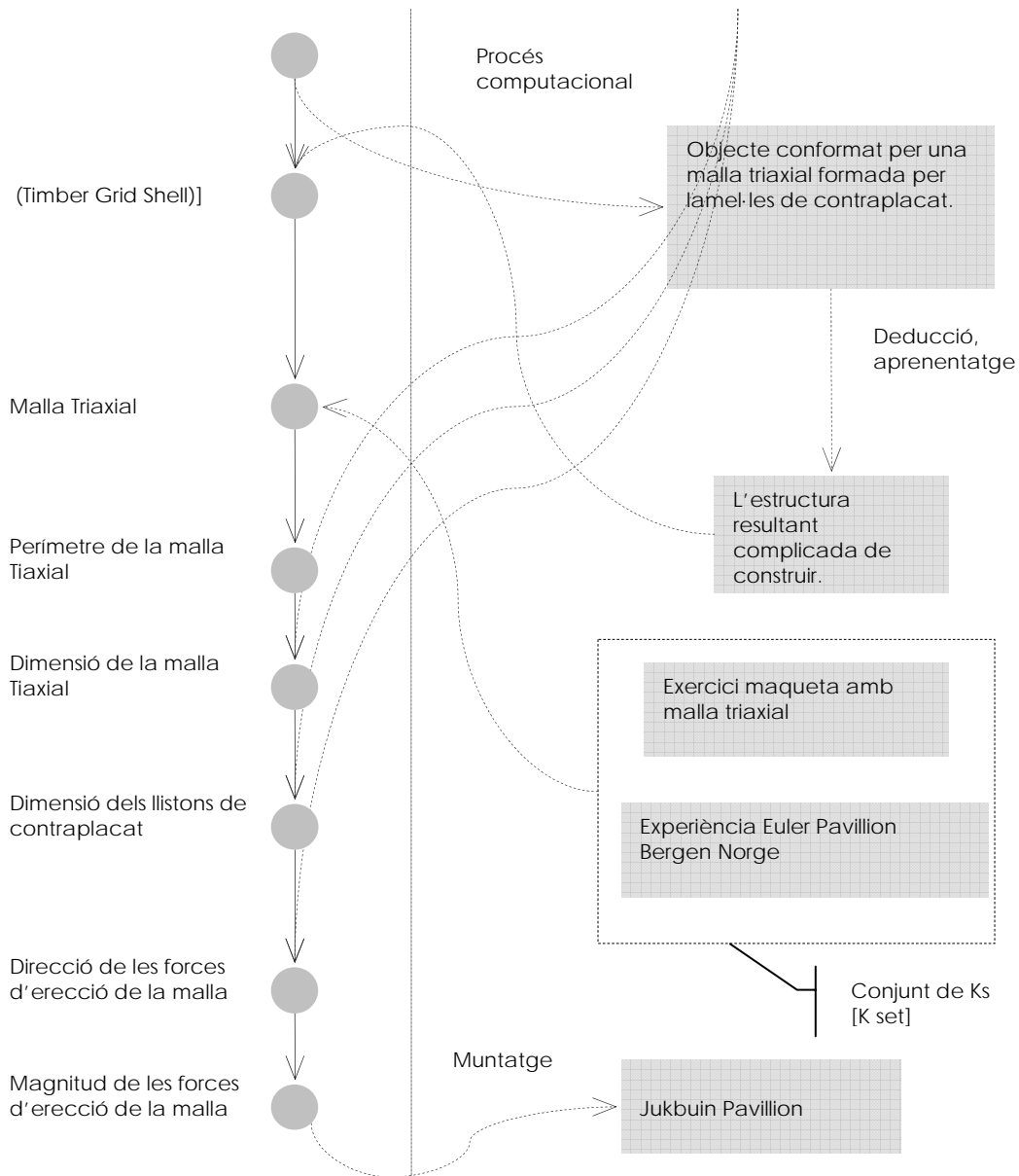


Figura 8.47. Diagrama C-K del pavelló Jukbuin 3a part. Elaboració pròpia

L'artefacte projectat és fàcilment construïble, l'homogeneïtzació dels elements optimitza el temps d'acoblament i els recursos, minimitzant el posicionament i identificació de l'element. Aquesta regularitat s'explica per la recursivitat de la geometria. D'aquesta manera per a la construcció es segueixen els passos següents:

1. Trenat del teixit: Trenat iteratiu en pla.
- 2 Erecció: Col·locació progressiva i uniforme dels suports, contracció de cables i aixecament de l'apex de la closca.

3 Alliberament de tensió: Suau alliberament dels cables contrets. La closca comença a empènyer horitzontalment els suports i a autoportar-se.

Les tensions derivades de la pretensió elàstica es concentren a les zones superiors de curvatura simple on el radi de curvatura és menor. Les tensions derivades de les càrregues verticals es localitzen, per contra, en els eixos que arriben als suports. D'altra banda, en quedar totes les barres al 60% del límit elàstic, després desmuntades recuperen la seva forma i són fàcilment transportables i reutilitzables.

8.2.2 Cas d'estudi: casa 205

Aquest cas d'estudi correspon als resultats obtinguts en la investigació qualitativa realitzada mitjançant l'ús de les tècniques de l'entrevista i de l'anàlisi documental per descriure un projecte de disseny de la casa 205 d'H Arquitectes.

El procés s'inicia amb l'encàrrec del propietari de la parcel·la al despatx d'arquitectes, amb una primera presa de contacte in-situ i una reunió inicial per a determinar els requeriments del projecte. El concepte inicial correspon a una casa, en un emplaçament determinat i per a un client concret. La primera activitat que es realitza és l'adquisició d'un cert coneixement imprescindible, la voluntat de la família promotora del projecte. Alguns requeriments manifestats van ser: el pressupost i el d'espais funcionals, aparcament, estudi, una habitació gran, dues habitacions petites, un o dos banys, espai per un hort, llar de foc,...

La visita a la parcel·la proporcionà coneixement usable en el projecte. La topografia no permetia l'accés de màquines i per tant, la casa només es podia fer treballant des del carrer. Un altre element fonamental va ser l'estudi de les condicions geològiques del lloc. L'experiència, el coneixement de la zona, així com la visió d'una part d'un element rocós, van permetre suposar l'existència d'un conglomerat de pedra que podria ser usat com a fonamentació de l'edifici. La confirmació de l'existència d'aquest element es va produir operant directament sobre el terreny, adquirint coneixement de forma experimental.

Les dimensions de l'element rocós al damunt del qual caldria ubicar l'estructura de l'edifici i la seva posició relativa determinarien les dimensions del projecte. Caldria a més a més, consultar la normativa urbanística que marca les distàncies respecte als límits de la parcel·la i conformar les longituds d'un braç de grua atès que, com s'ha explicat, l'operació s'hauria de fer des del carrer, limitant així, el marge d'operació.

Amb aquests elements, l'arquitecte genera un primer concepte més o menys complex. Donades les restriccions explicades, el projecte evolucionarà sobre la base d'aquest primer concepte sense unes variacions radicals. Aquesta primera configuració requereix una recerca en matèria de les possibilitats estructurals de la forma pensada. A partir del coneixement disponible es

proposa inicialment una estructura del tipus entramat lleuger que podria ser metàl·lic o de fusta, tot i que preferiblement de la segona opció. En el diagrama C-K aquests elements s'explíciten de la forma que es mostra en la figura 8.48.

El sistema d'entramat lleuger torna a implicar una recerca de coneixement referent a les possibilitats, capacitats i característiques del sistema ja que els formats existents coneguts no són útils pel projecte.

És en aquest punt on apareix una altra solució tècnica possible. Durant visita en una fira dedicada al sector de la construcció, els dissenyadors adquireixen el coneixement referent a un sistema constructiu, desconegut per ells fins a aquell moment, que podria ser d'aplicació.

Així, l'actitud de recerca permanent i de permeabilitat a les noves propostes porta al coneixement del sistema constructiu finalment adoptat: bigues de 3 m. d'alçada de fusta laminada per a la realització de murs i que pot treballar tant a tracció com a compressió. El fabricant d'aquest sistema és l'empresa KLH Massivholz GmbH, (KLH Massivholz GmbH, 2014) ubicada a Àustria, la qual cosa, implica un viatge per a conèixer acuradament el producte. Els dissenyadors tenien coneixement d'altres bigues de fusta laminada de grans formats, però amb una alçada limitada a 1,20 metres. Amb la nova possibilitat descoberta, el projecte pot derivar en altres línies de desenvolupament.

En aquest punt del projecte es plantejaren dues alternatives: un primer sistema tipus entramat, com un "balloon frame", amb un comportament com el d'una biga treballant a compressió. El segon sistema era el corresponent a la biga de fusta laminada que treballa a flexió i per tant permetia una configuració en voladís de la casa.

Definitivament s'adoptà la segona opció que es concretà en el disseny d'una caixa amb els laterals de major longitud formats per 4 bigues de fusta laminada i amb quatre punts de recolzament, formats per quatre daus de formigó ubicats directament al damunt de la roca. Amb aquest sistema s'eviten fonaments soterrats i el moviment de terres necessari per realitzar-los. Entre els avantatges de l'opció triada hi ha el fet que els revestiments i els paviments es tornen innecessaris perquè les bigues ja proporcionen un acabat desitjable. D'altra banda, el sistema implica que sigui el fabricant qui, per les condicions del projecte, estableixi mitjançant el càlcul paramètric, quines són les obertures realitzables en l'estructura, figura 8.48.

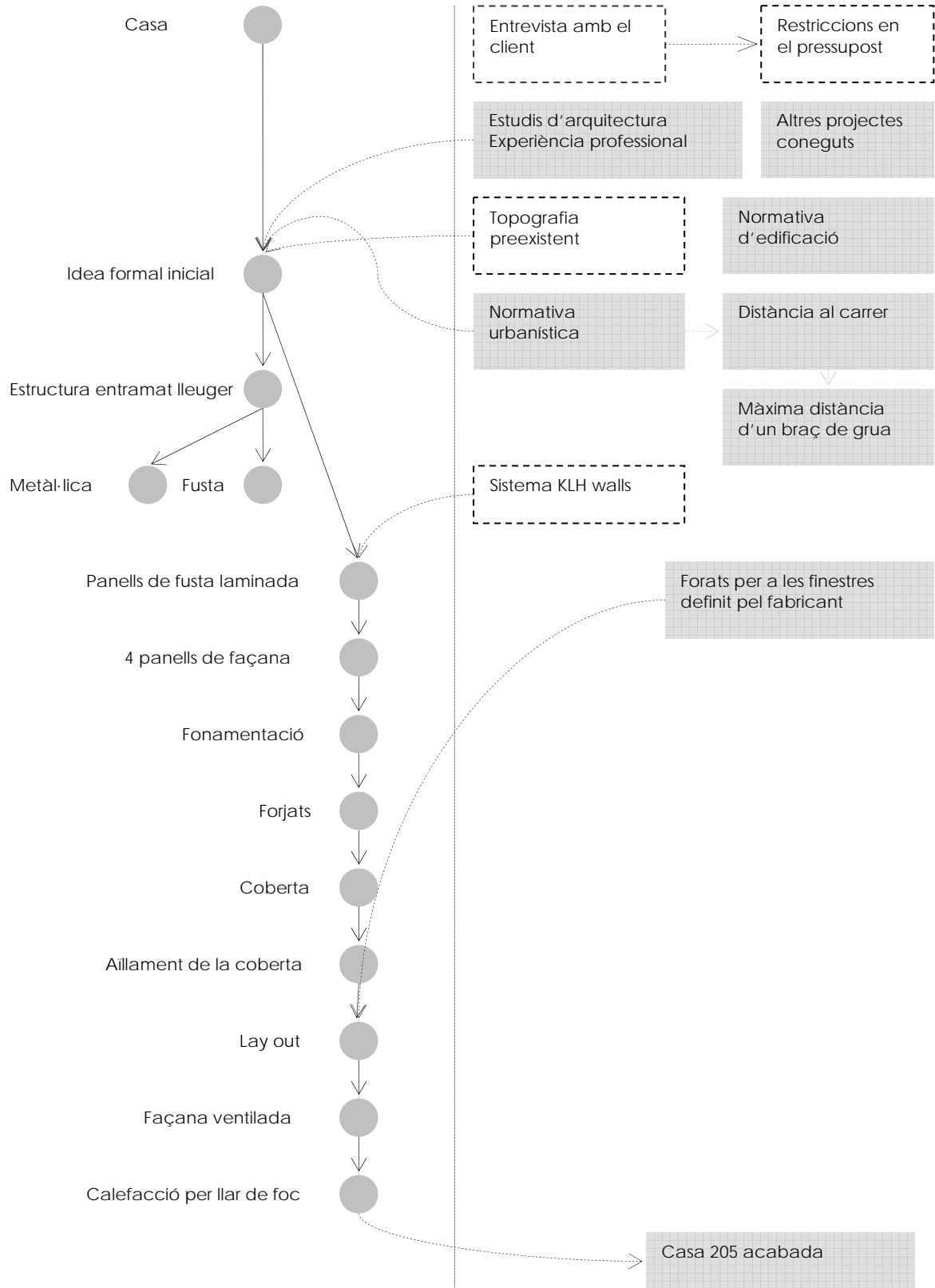


Figura 8.48. Diagrama C-K de la casa 205. Elaboració pròpia

Un cop plantejats els elements o propietats principals de la casa, la resta de consideracions, tot i no ser banals, es poden triar d'una forma més directa. Es planteja la distribució en planta, es

proposa una solució per a l'aïllament de la coberta, per a una façana ventilada, la fusteria i finalment la instal·lació de calefacció consistent en una llar de foc, que implica l'ús de biomassa per al condicionament tèrmic de l'edifici. Tots aquests elements estan a disposició del dissenyador en tant que propietats conegudes, relatives a K i atribuïbles a l'objecte, figura 8.47.

Com en el cas d'estudi anterior, la C-K Theory permet monitoritzar l'evolució del projecte a partir de la informació facilitada pels autors del mateix. En aquest cas, permet exposar les dificultats, les solucions proposades i les que finalment han estat desenvolupades. Permet mostrar també el coneixement adquirit durant tot el procés i la manera com aquest ha permès fer evolucionar el projecte fins a la seva finalització.

8.2.3 Cas d'estudi: façana FB720

Els resultats que es presenten corresponent a aquest cas d'estudi s'han obtingut a partir de l'entrevista realitzada al coordinador del projecte i a la documentació facilitada pel mateix.

El desenvolupament de la façana FB720 descrit amb diagrames C-K requereix la separació del procés en tres fases. En la primera fase es mostra la definició inicial del producte i correspon a la idea presentada per a la sol·licitud dels fons necessaris pel desenvolupament del projecte. La segona fase correspon a la definició conceptual dels components de la façana. Finalment, la tercera fase mostra el resultat final del procés en la seva forma presentada per Wadel (Wadel et al. 2013). Es presenten, doncs, tres diagrames C-K que han de ser considerats com un únic diagrama, en el qual, existeix continuïtat entre les diferents fases i, per tant, també en l'evolució dels conceptes.

En la primera fase, es mostra el coneixement inicial disponible per part dels participants en el disseny. Com s'ha comentat, en el procés hi han intervingut diferents empreses, cada una aportant un àmbit d'expertesa diferent. Per aquest motiu, l'evolució del producte es presenta de forma coherent a la formació d'aquest amb tres subsistemes: la subestructura, els panells opacs i els panells vidrats. Per a cada conjunt d'elements es mostra la bibliografia disponible i interpretable com el coneixement necessari utilitzable.

En aquest primer diagrama també s'han utilitzat imatges per il·lustrar els diferents conceptes. D'aquesta manera es fa evident el fet pel qual en el procés s'utilitzen formats no proposicionals, tant en l'espai C com en l'espai K. D'altra banda, en les particions, a partir de les quals l'objecte podria prendre diverses configuracions, s'han fet evolucionar conjuntament a fi d'evitar repetir la mateixa evolució de cada variant, reduint d'aquesta manera, la dimensió final del diagrama. Aquesta acció s'ha marca amb un connector negre discontinu. Finalment, atès que el diagrama queda distribuït en pàgines hi ha operadors C-K que no s'han indicat però que són fàcilment identificables. Per exemple, si es mostren particions en les quals apareixen peces de materials reciclats cal interpretar que la partició prové del coneixement associat a aquest àmbit.

En el diagrama de la fase 2 es continua utilitzant l'evolució del projecte d'acord amb els subsistemes que formen l'objecte. En aquest cas, però, el concepte es descriu com a conjunt de propietats i no es mostren les diferents particions utilitzades per a la seva definició. Aquestes particions es desconeixen atès que no estan identificades en la documentació utilitzada i tampoc han estat esmentades en l'entrevista que s'ha dut a terme. Per aquests motius, l'estructura de l'espai C és completament lineal. D'altra banda, pel què fa a l'espai K, es mostra el coneixement que s'adquireix durant el procés, derivat del fet de concretar propietats de l'objecte en C.

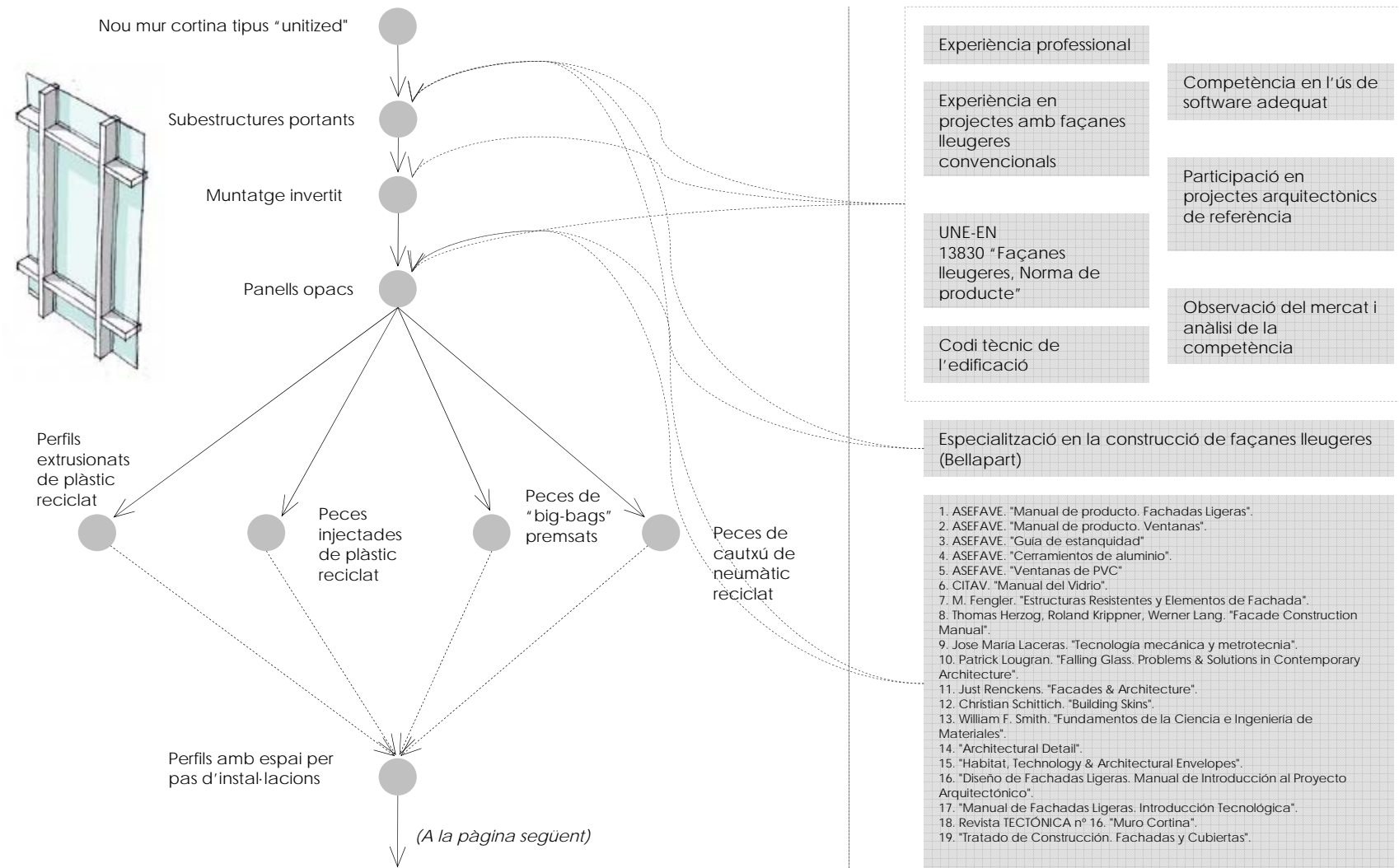


Figura 8.49. Diagrama C-K de la façana FB720 fase 1part 1. Elaboració pròpia

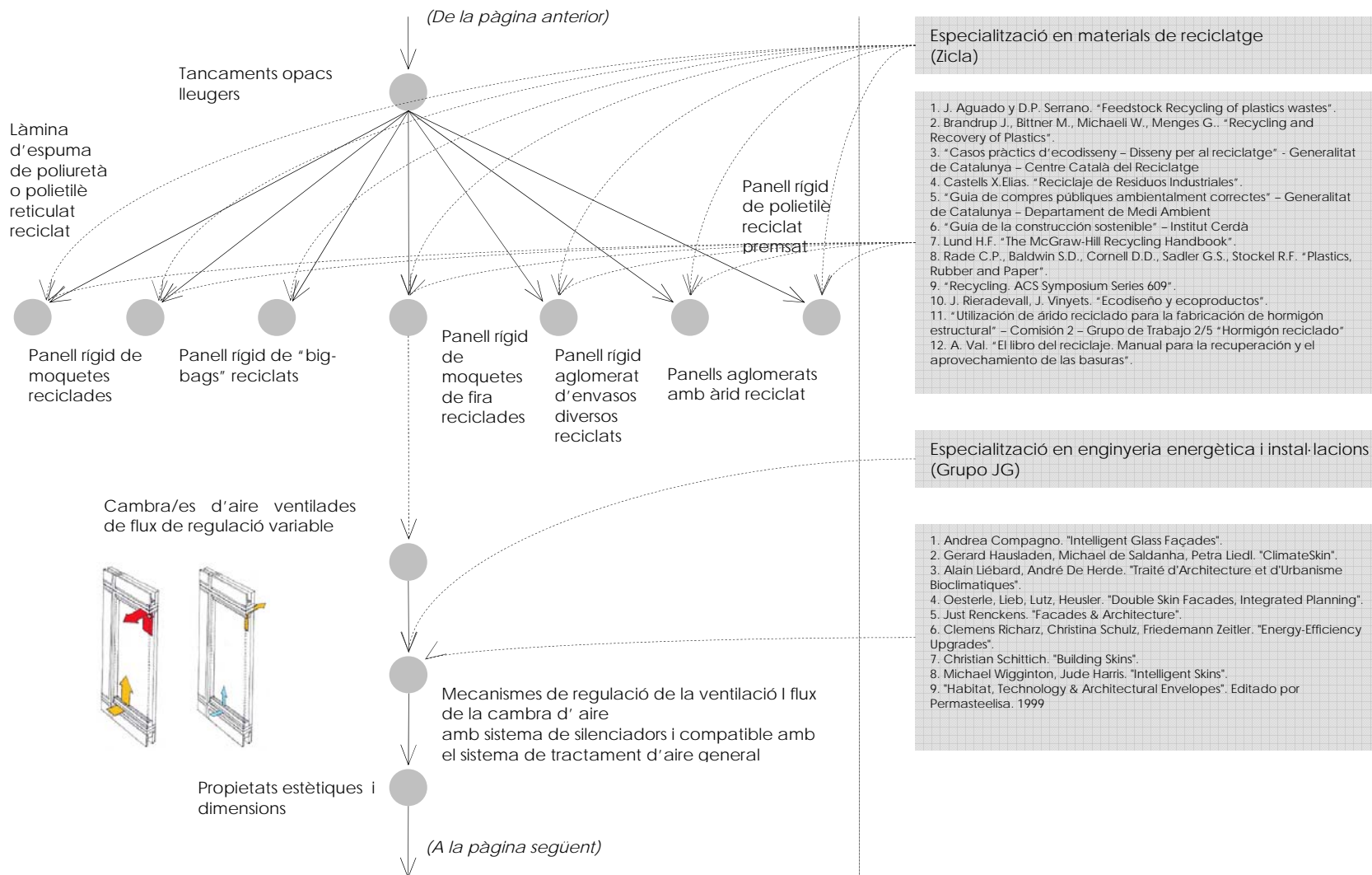


Figura 8.50. Diagrama C-K de la façana FB720 fase 1part 2. Elaboració pròpia

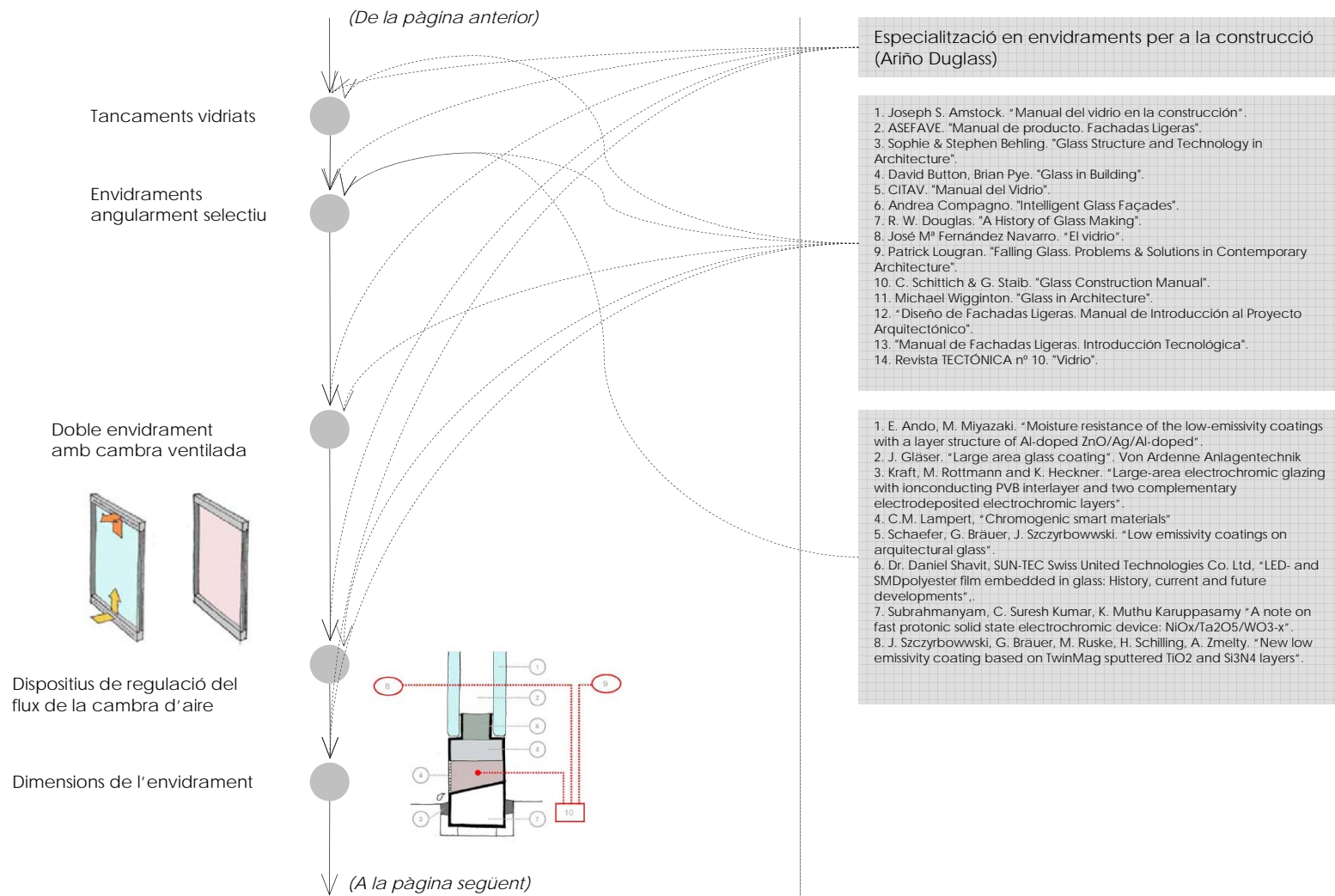


Figura 8.51. Diagrama C-K de la façana FB720 fase 1part 3. Elaboració pròpia

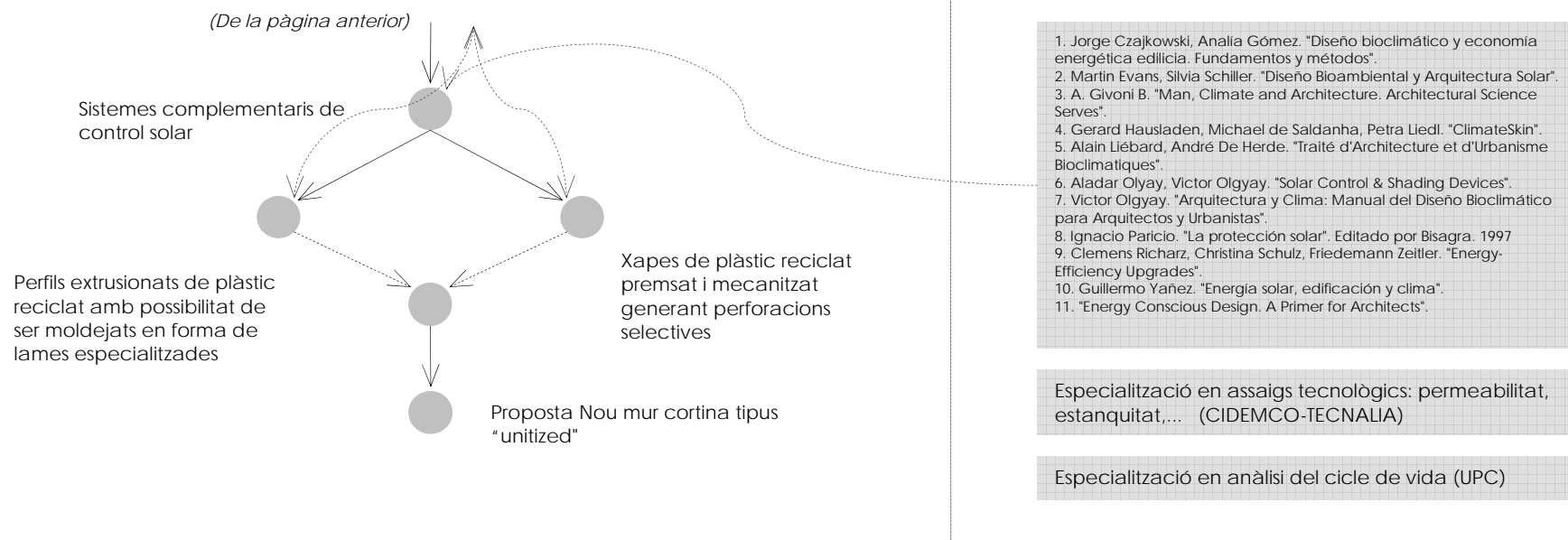


Figura 8.52. Diagrama C-K de la façana FB720 fase 1 part 4. Elaboració pròpia

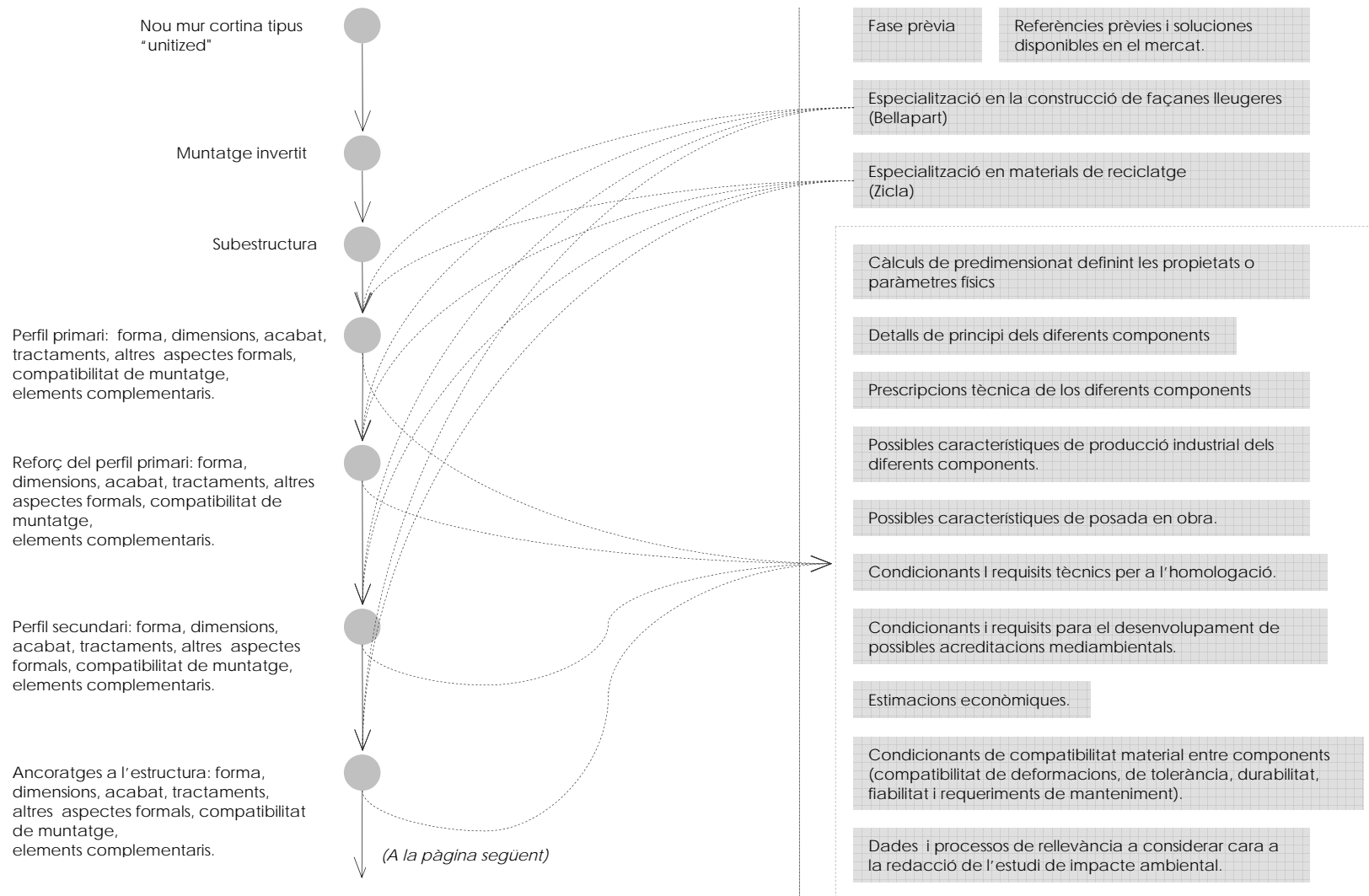


Figura 8.53. Diagrama C-K de la façana FB720 fase 2 part 1. Elaboració pròpia

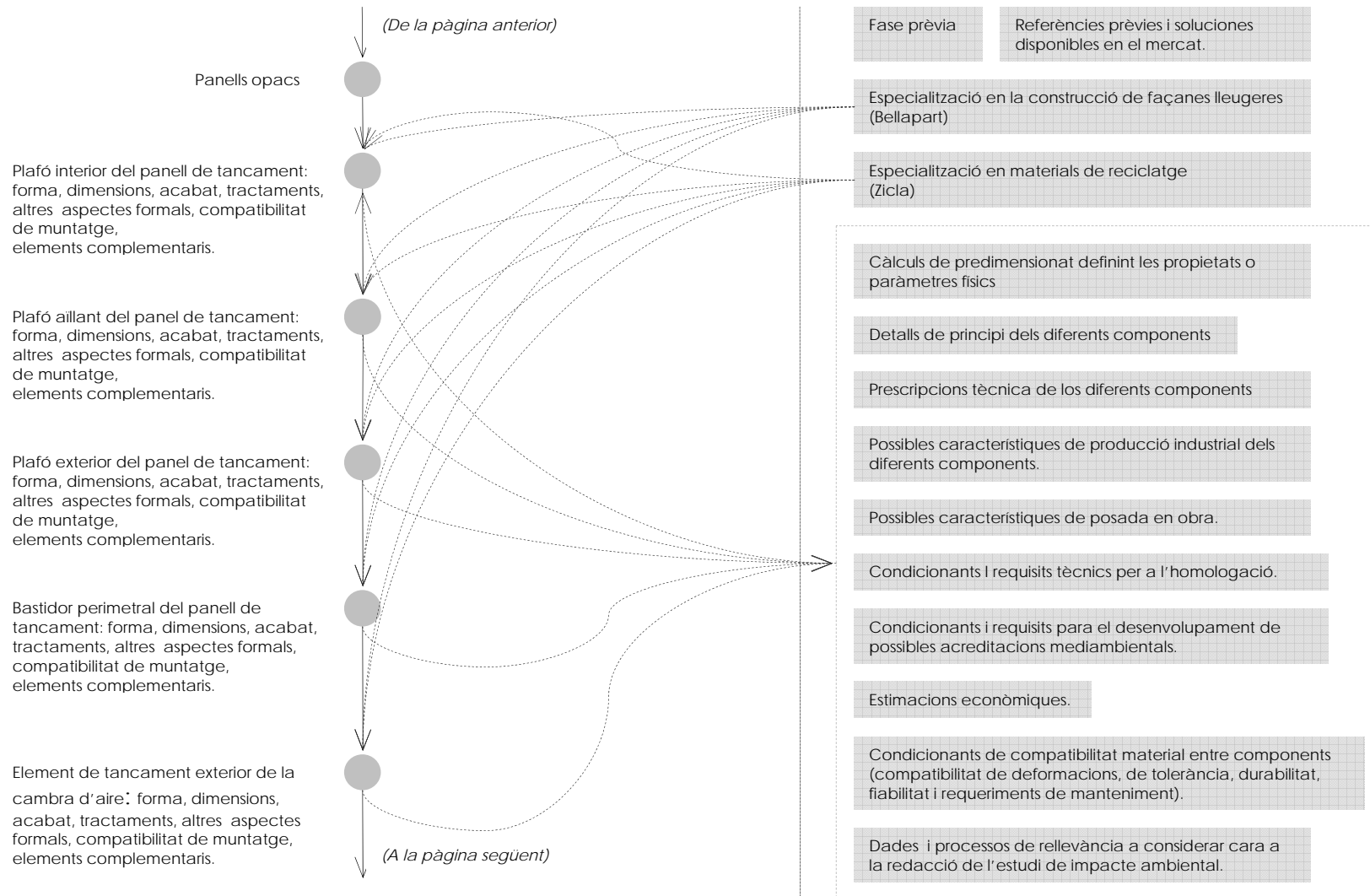


Figura 8.54. Diagrama C-K de la façana FB720 fase 2 part 2. Elaboració pròpia

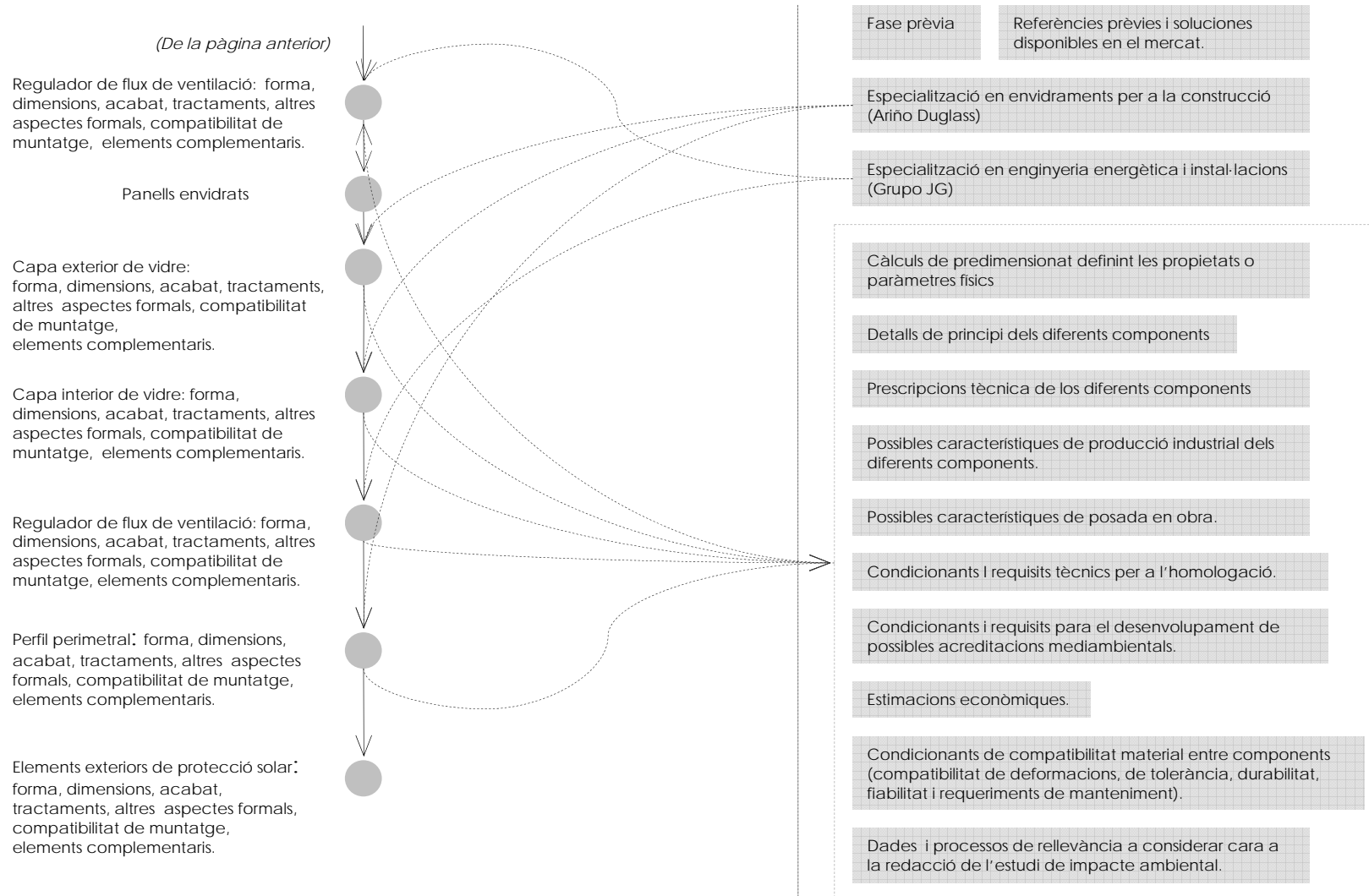


Figura 8.55. Diagrama C-K de la façana FB720 fase 2 part 3. Elaboració pròpia

Durant la fase 2 el producte disposa de prou propietats per mostrar la forma i les dimensions dels diversos components.

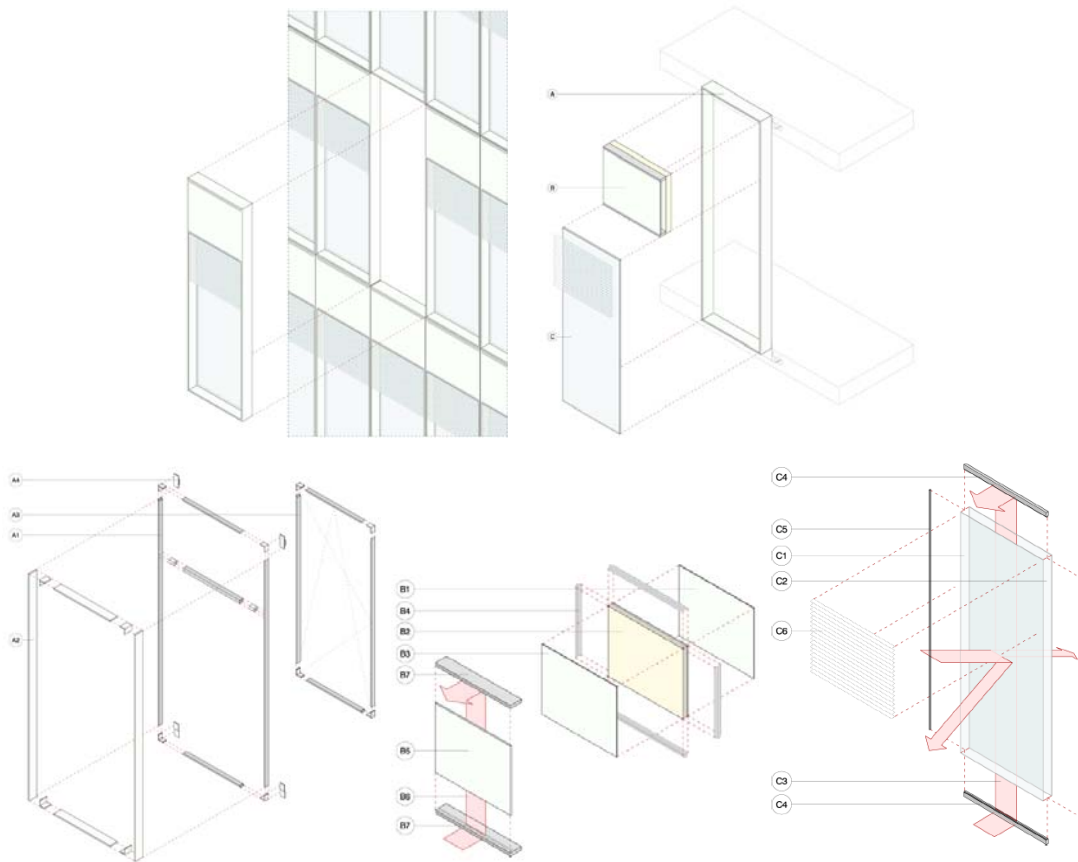


Figura 8.56. Elements que configuren la façana FB720 (B720 Arquitectos)

En el diagrama C-K de la fase 3, es mostren les configuracions finals de la façana que han estat assajades i documentades públicament. S'indiquen els coneixements necessaris per a l'anàlisi d'aspectes ambientals i de comportament energètic del sistema. Aquests coneixements permeten ajustar propietats del producte i en possibiliten la validació definitiva.

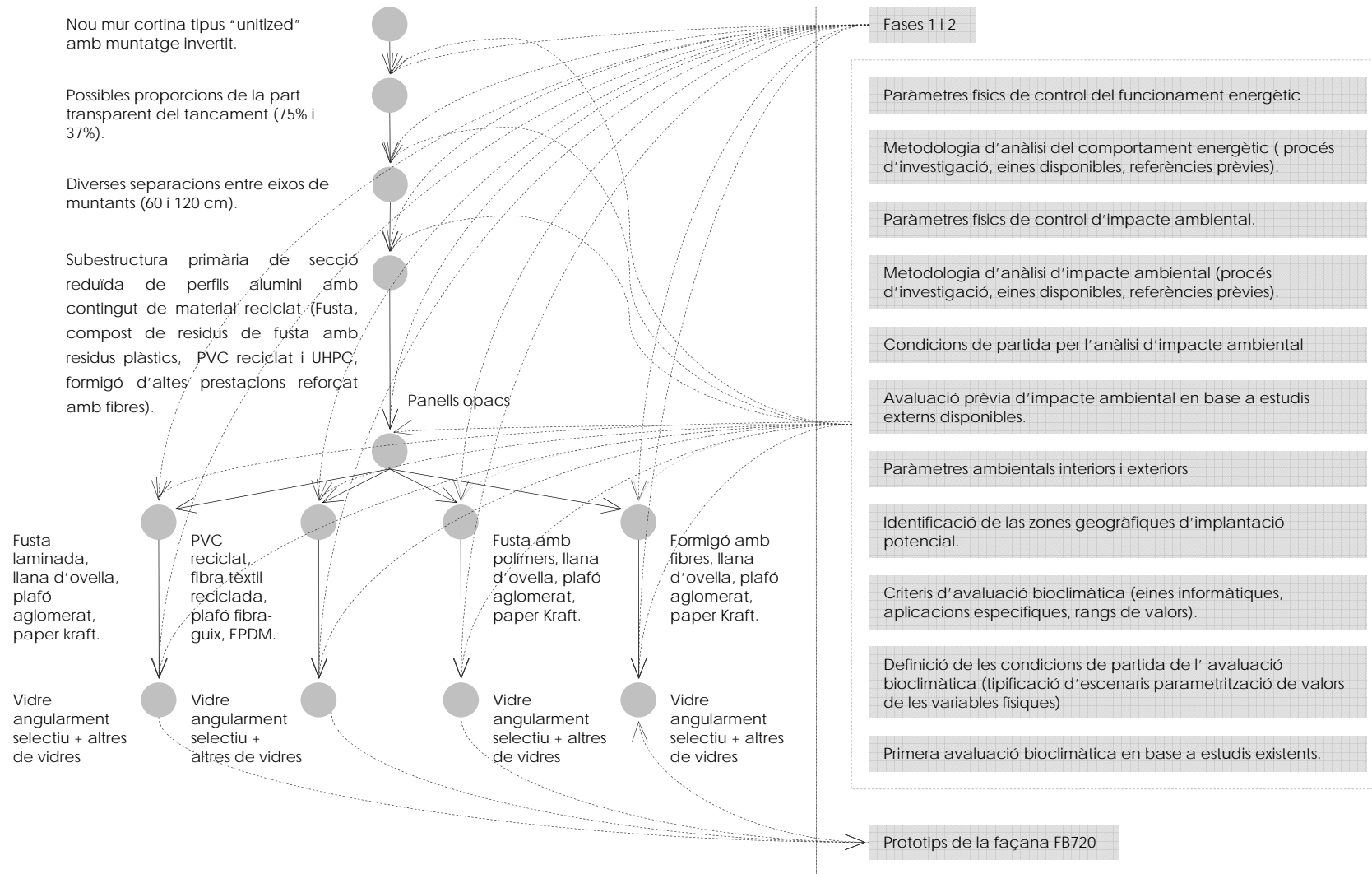


Figura 8.57. Diagrama C-K de la façana FB720 fase 3. Elaboració pròpia

9. Discussió

En aquest apartat s'analitzen de forma crítica els resultats obtinguts a partir de les investigacions que s'han dut a terme. En primer lloc s'analitza la investigació observacional que s'ha realitzat en l'àmbit acadèmic. En segon lloc s'analitzen els casos estudiats i finalment, es discuteixen els resultats que s'han obtingut de la recerca vista globalment.

Pel què fa a la investigació observacional consistent en vuit projectes duts a terme per vuit equips de treball en un entorn acadèmic utilitzant el mètode proposat, les consideracions que es poden sintetitzar s'estructuren en dues parts: l'anàlisi crítica de la investigació observacional i l'anàlisi comparativa dels resultats obtinguts entre els equips.

Pel què fa a la discussió dels resultats mostrats en els estudis de casos, s'exposaran en primer lloc certes consideracions sobre l'aplicació de la C-K Theory i en segon lloc es posen de manifest les consideracions derivades de l'estudi dels casos. Finalment, s'indiquen els aprenentatges derivats de la investigació.

9.1 Anàlisi de la investigació observacional

El primer resultat a destacar de l'anàlisi de la investigació observacional correspon a la possibilitat d'afirmar positivament que el mètode de treball Scrum és utilitzable per a la planificació de projectes com els realitzats en l'activitat. Els participants han après el mètode i l'han aplicat amb més o menys encert. L'aplicació permet, sigui durant la realització del projecte o sigui en dates posteriors a aquesta, la monitorització del procés, atès que l'observador pot identificar l'estat del projecte en qualsevol instant.

La monitorització és possible a partir de les taules i elements indicats per l'Scrum: la product backlog, les sprints backlogs i les burdown charts. Aquesta monitorització es complementa amb les dades que es poden obtenir del registre d'esdeveniment en la carpeta d'emmagatzematge de la informació i que en aquest cas ha estat el software Dropbox. A partir d'aquest registre s'obté la quantitat d'arxius treballats per cada equip i les accions necessàries per a obtenir-los. Al mateix temps, s'obté una cronologia d'aquests fets que, a posteriori, es pot comparar amb la planificació i les corbes de seguiment del projecte.

Les primeres conclusions que s'obtenen són:

- El mètode de treball Scrum es pot utilitzar per a la gestió de projectes no determinats en l'àmbit acadèmic.
- L'aplicació del mètode Scrum combinada amb un servei d'allotjament de fitxers, com ara el software Dropbox permet obtenir una imatge de l'estat del projecte i de les activitats

necessàries per arribar a aquest estat, per tant, és una eina que permet monitoritzar projectes no determinats en l'àmbit acadèmic.

La tercera observació important fa referència a la possibilitat d'obtenir una conclusió definitiva de l'aplicació simultània de la Concept-Knowledge Theory juntament amb el mètode de treball Scrum. Hi ha hagut tres equips (G4, G6 i G8) que han utilitzat els diagrames C-K per a registrar i explicar l'evolució del contingut del projecte i han mostrat possibles solucions tecnològiques alternatives en diferents estats. El fet que la resta d'equips no hagin presentat un diagrama CK, pot ser degut a la falta d'inèrcia històrica d'aquest tipus de pràctiques. Un altre aspecte a considerar és que l'observació s'ha dut a terme en un àmbit acadèmic, que els estudiants no eren conscients de l'observació i podien tendir a prioritzar la feina corresponent al projecte pròpiament dit. En el marc real de l'assignatura, els únics continguts a avaluar a efectes acadèmics van ser el document final del projecte i una presentació del mateix, per tant, des del punt de vista dels participants, l'elaboració dels diagrames va poder quedar en un segon pla.

Els diagrames dels equips G4 i G8 són complets i coherents amb els altres elements del mètode, com la product backlog. Es pot conèixer quin ha estat el desenvolupament del procés que han seguit els equips i per tant, es compleix l'objectiu de facilitar la monitorització.

L'aplicació simultània dels dos elements definits s'ha produït: els equips participants en la investigació poden descriure, representar, explicar el seu procés de disseny mitjançant un diagrama C-K. D'altra banda, els tres estudis de casos que s'han realitzat permeten complementar aquesta tercera conclusió.

9.2 Anàlisi comparativa dels resultats obtinguts entre els grups

Pel que fa a la comparació dels resultats de cada un dels equips de treball, cal fer notar diversos aspectes. En primer lloc es mostren les observacions derivades de l'ús del mètode Scrum i en segon lloc, es comenten les diferències en el registre en Dropbox.

Tots els grups han realitzat una product backlog. Entre les product backlogs hi ha diferències corresponents al número d'elements a resoldre i també als punts totals a resoldre en el projecte, taula 9.1.

Taula 9.1. Comparació entre les diferents product backlog

Grup	Núm. d'elements de la product backlog	Punts
1	28	82
2	37	745
3	47	122

4	13	100
5	29	169
6	28	115
7	14	28
8	19	140

El grup que ha considerat més elements, n'ha considerat 47 (equip 3), i l'equip amb menys elements, n'ha utilitzat 14 (equip 7). Tenint en compte que el mètode Scrum preveu que els equips de treball han de construir la product backlog d'acord amb la seva conveniència i que el mètode també preveu la divisió dels elements en tasques, aleshores, les diferències entre les product backlogs no han de ser objecte de consideració. Es pot afirmar que han aparegut dos tipus de product backlog, el primer tipus tenen menys de 20 elements amb elements molt grans, i el segon tipus tenen al voltant de 30 elements.

Les diferents product backlogs contempnen les parts que formen l'edifici com són l'estructura, la façana, la coberta, les particions interiors, les soleres, etcètera i també, les justificacions del compliment de les diverses normatives. Es preveuen les accions a realitzar (excepte en el cas de l'equip 7). Aquestes accions són, per exemple: redactar memòria, redactar annexos, fer plànols, fer càlculs,... el grau de detall és diferent en els diversos grups. En els equips 1 i 4 els elements estan poc detallats respecte als altres grups. Per exemple, només defineixen un element corresponent a plànols, en altres grups es defineixen com a elements diversos plànols amb diversos continguts.

Pel que fa a la quantitat de punts atribuïts a cada element, la diferència entre els grups és evident. El grup 2 ha considerat una quantitat de 745 punts. En l'altre extrem, el grup 7 ha considerat un quantitat de 28 punts. Aquestes diferències no tenen cap consideració atès que el mètode Scrum considera els punts dels elements en termes relatius, és a dir, en comparació entre els punts adjudicats a un element i els punts adjudicats a un altre element del mateix projecte. Així, com s'ha exposat, si a un element li corresponen 5 punts a un altre element que requereixi el doble de feina n'hi correspondran 10. En aquest cas, seria el mateix fet haver indicat 50 punts i 100 punts respectivament.

A nivell de realització dels sprints i de representació dels mateixos, cal indicar que tots els grups han utilitzat de 3 a 6 sprints i tots tenen burdowns charts, exceptuant el grup 5. Els alguns casos s'han facilitat les dates de realització. En alguns casos les burdown chart s'han presentat de forma global i en d'altres s'han presentat per cada un dels sprints, com el mètode indica. El resum d'aquestes dades es mostra en la taula 9.2.

Taula 9.2. Comparació del número d'sprints i burndown charts

Grup	Núm. Sprints	Burndown	Burndowns separats	Dates
1	6	Sí	No	No
2	4	Sí	Sí	Sí
3	6	Sí	No	Sí
4	3	Sí	Sí	No
5	4	No	No	No
6	3	Sí	Sí	No
7	4	Sí	No	Sí
8	3	Sí	No	Sí

En tots els casos els sprints tenen l'sprint backlog corresponent. En el cas que es mostrin les dates de realització, es pot afirmar que els sprints s'han planificat de forma continuada com demana el mètode, i que no hi ha hagut interrupcions entre dos sprints consecutius a part dels dies de descans previstos. Respecte a aquest fet cal considerar que els participants en la investigació no s'hi dediquen exclusivament i que combinen la realització del projecte amb altres aspectes de la seva formació acadèmica. Per tant, la condició de continuïtat entre els sprints resta en un pla secundari i es considera que no afecta la verificació de la potencialitat del mètode en la seva aplicació enfocada a la monitorització. En el cas de la investigació, els períodes de no activitat queden registrats en les dates dels sprints i posteriorment en el registre d'esdeveniments de Dropbox. La continuïtat imposada per el mètode Scrum està centrada en incrementar l'agilitat i l'eficiència en el desenvolupament de projectes. Aquesta condició, però, no és fonamental per l'objectiu d'aquesta recerca.

El registre d'esdeveniments en Dropbox mostra com sovint no és possible establir una correlació entre les activitats registrades i la realització dels sprints si no s'analitza el contingut dels arxius carregats en la carpeta. Aquest fet es produeix pel principi de continuïtat entre els sprints i al mateix temps per la necessitat de resoldre punts durant els mateixos. Aquests dos fets fan que l'activitat a la carpeta de Dropbox hagués de ser, teòricament, continuada, sense interrupcions, exceptuant els descansos. Al mateix temps, si la planificació és adequada i el número de punts a resoldre per element està ben considerat, el registre de Dropbox hauria de ser relativament constant.

En les circumstàncies de la investigació observacional duta a terme, en les quals, com s'ha comentat, els participants no tenen dedicació exclusiva a l'activitat, les consideracions indicades en el paràgraf anterior perden importància, ja que l'activitat és forçosament discontinua.

L'anàlisi comparativa de cada un dels registres mostra diferències molt substancials entre els diferents grups. En la taula següent, taula 9.3, es mostren la quantitat d'accions totals registrades a Dropbox i el número d'arxius generadors de contingut per a cada un dels equips. S'ha explicat

que el número d'arxius generadors de contingut correspon a la suma d'arxius agregats i modificats menys el número d'arxius eliminats. Aquest valor no contempla les accions que no impliquen el contingut d'un arxiu, com són canviar el nom, moure'l, editar-lo o restaurar-lo. El fet de restar el número d'arxius eliminats permet no tenir en compte aquells arxius que, agregats o modificats, no han acabat formant part del projecte. D'aquesta manera, també es neutralitza l'efecte que produiria l'agregació massiva d'arxius que a posteriori no hi intervinguessin. S'ha indicat el percentatge que correspon al total d'arxius amb contingut respecte al total d'accions.

Taula 9.3. Comparació entre el número d'accions i d'arxius amb contingut

Grup	Total d'accions	Total d'arxius amb contingut
1	46	24 (52,17%)
2	229	127 (55,46%)
3	678	306 (45,13%)
4	451	165 (36,59%)
5	283	140 (49,47%)
6	1084	631 (58,21%)
7	37	28 (75,68%)
8	293	217 (74,06%)
Mitjana	387,625	204,75 (52,82%)

El primer resultat que es posa de manifest al observar les dades de la taula és la diferència en el número d'accions realitzades en Dropbox: 37 en el cas del grup 7 i 1084 en el cas del grup 6. Hi ha dos equips que realitzen menys de 50 accions per completar el projecte (G1 i G7), i al mateix temps, els equips 2, 5 i 8 es situen en la franja d'entre 200 i 300 accions. L'equip 4 constitueix un cas especial, atès que el número d'eliminacions és molt superior al de la resta de grups. Si es corregeix aquest fenomen, aquest grup es situaria en un total d'activitats ubicada en la franja d'entre 200 i 300 operacions. Finalment, els grups 3 i 6 utilitzen un número d'accions molt superior.

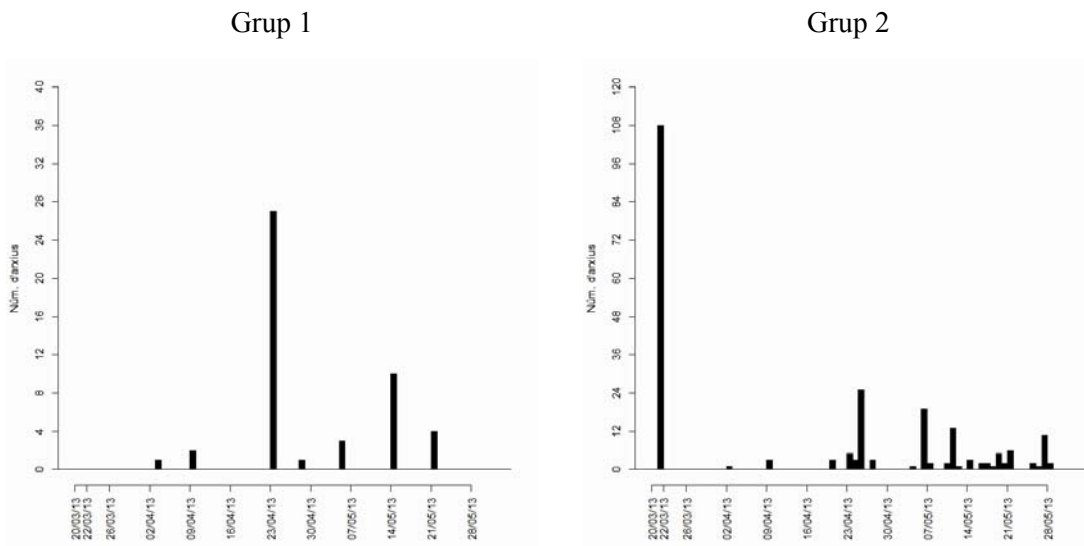
Els resultats mostrats poden respondre a diverses raons: en primer lloc, es pot donar el cas que hi hagi grups que han treballat més que d'altres. En segon lloc, pot ser que el projecte utilitzat com a projecte de partida estigués constituït per més o menys arxius i que el seu contingut requerís més o menys millores. Aquests factors derivarien en la primera raó, que la quantitat de treball realitzat és molt diferent per cada grup. En tercer lloc, pot haver succeït que la manipulació dels arxius i la generació de continguts s'ha realitzat majoritàriament fora de la carpeta de Dropbox, i que aquesta només s'ha utilitzat per a l'emmagatzematge d'arxius més o menys definitius. Finalment, es pot haver donat una acció combinada d'aquests factors.

Aquests resultats també posen de manifest la utilitat del mètode a l'hora de comparar la quantitat de feina realitzada per dos o més equips. D'aquesta manera es fa evident la necessitat i

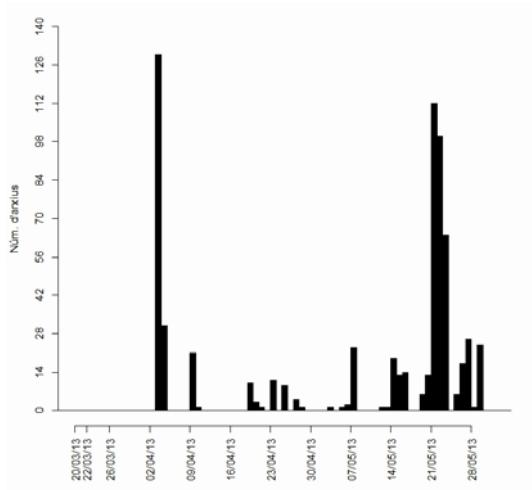
la importància de monitoritzar els projectes. Atès que l'objecte de la recerca es focalitza en les possibilitats de monitorització i no en la qualitat del resultat produït pels grups ni en les diferents solucions constructives proposades, no s'han contrastat els resultats obtinguts respecte als diferents projectes produïts.

En la taula anterior també s'ha mostrat el número d'arxius generadors de contingut i el percentatge d'aquests respecte al total d'accions realitzades. Els valors absoluts obtinguts reafirmen els resultats mostrats pel total d'accions, tanmateix els percentatges mereixen un comentari a part: si s'interpreta la relació d'arxius generadors de contingut respecte al total d'accions realitzades en Dropbox com una mesura d'una certa eficiència de l'equip a l'hora d'optimitzar la feina feta, s'obté que la desviació dels valors obtinguts és inferior a la mostrada pels valors indicats en termes absoluts. En efecte, considerant que l'equip 4 requereix una anàlisi més en profunditat degut al fet d'haver eliminat una gran quantitat d'arxius, tots els grups excepte dos situen els seu percentatge al voltant del 50%, la mitjana resultant és del 52,82%. Els casos que no compleixen aquesta observació són els grups 7 i 8 amb percentatges al voltant del 75% i per tant, més eficients en l'ús dels arxius.

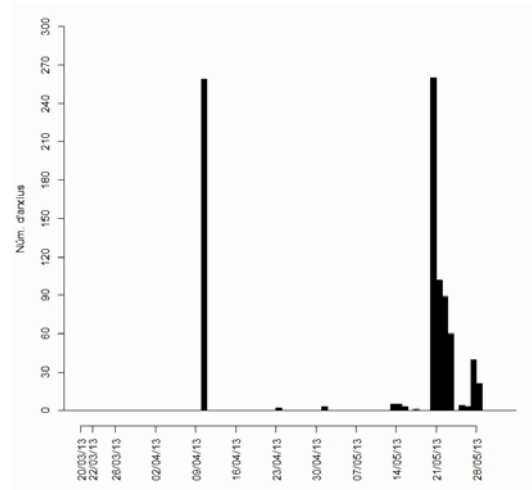
En la figura 9.1, es mostra la temporalitat de les accions en Dropbox. Atès que l'escala de temps és la mateixa per a tots els equips, la figura permet copsar les diferències i mostra les dates en les quals hi ha hagut activitat.



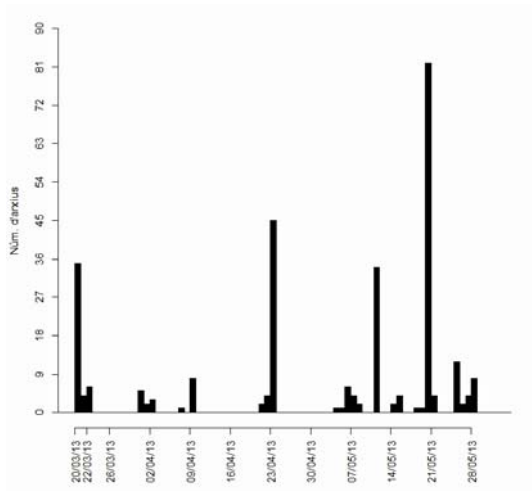
Grup 3



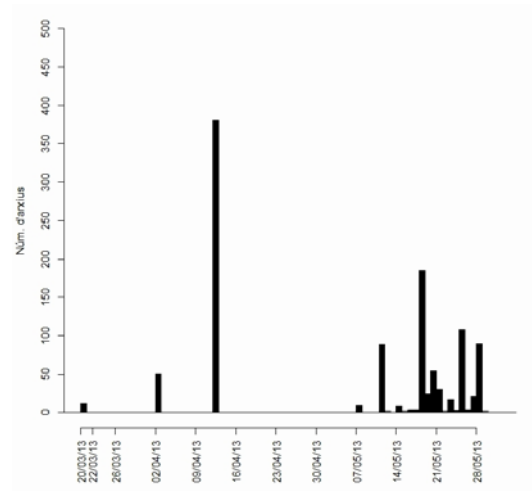
Grup 4



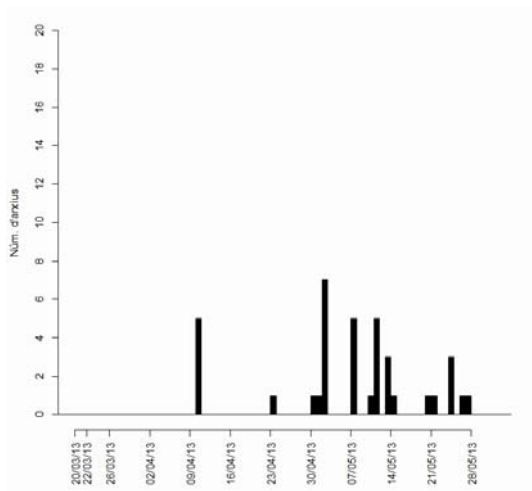
Grup 5



Grup 6



Grup 7



Grup 8

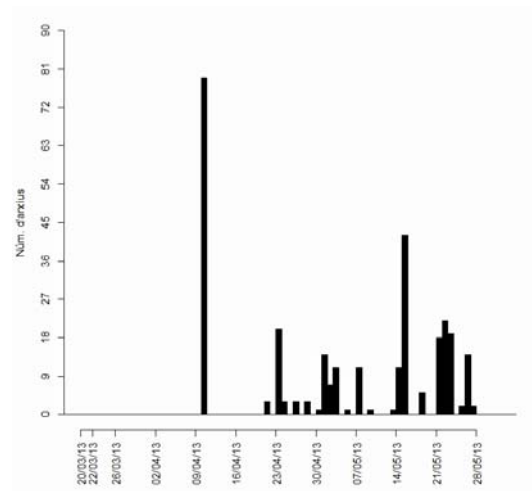


Figura 9.1. Comparació entre les diferents dates de realització d'accions. Elaboració pròpia

Les dates monitoritzades en la investigació observacional van des del dia 20 de març fins al dia 31 de maig corresponent a un total de 73 dies. Entre aquestes dates hi ha 31 dies no hàbils (com ara caps de setmana i períodes no lectius); tanmateix, poden haver estat utilitzats per a la realització de tasques relacionades amb el projecte. Tant si es consideren 73 dies com si se'n consideren 42, els dies d'activitat a Dropbox pels diversos equips oscil·len entre 7 dies en el cas de l'equip 1 i 31 en el cas de l'equip 3, passant per 15 dies els equips 4 i 7, 24 i 25 els equips 6 i 8 respectivament i 27 dies els equips 2 i 5. D'aquesta manera, la mediana dels dies d'activitat és de 24,5 dies.

Les dades mostrades mantenen una certa coherència amb l'anàlisi del número d'accions realitzades: els equips amb menys accions, l'1 i el 7, són els que mostren menys dies d'activitat, l'equip 3 amb una activitat alta és el que registra activitat durant un nombre major de dies. Al mateix temps, l'equip 4 utilitza un número inferior de dies per realitzar un número d'accions per sobre de la mitjana igualment, l'equip 6 realitza amb un número de dies d'activitat gairebé igual a la mediana, realitza un número d'accions molt superior. Es comprova que els equips 6, 4 i 3 són els que realitzen una mitjana mes alta per dia treballat que la resta de grups.

Amb les activitats registrades en Dropbox es podrien haver mostrat moltes altres dades referents a diferents aspectes dels equips. Per exemple es poden visualitzar les següents variables:

- Activitats (en Dropbox) que ha dut a terme cada una dels individus participants en la investigació.
- Data corresponent a cada una dels tipus d'acció registrada (per grup i per individu).
- Hora corresponent a cada una dels tipus d'acció registrada (per grup i per individu).
- Tipus d'arxius (text, fulla de càlcul, arxiu de dibuix) corresponent a cada acció (per grup i per individu).
- Data corresponent a cada tipus d'arxiu i acció (per grup i per individu).
- Hora corresponent a cada tipus d'arxiu i acció (per grup i per individu).

9.3 Consideracions sobre l'aplicació de la C-K Theory

La Concept – Knowledge Theory busca la formalització del procés de disseny. Per exemple, l'espai K (Knowledge space) representa tot el coneixement disponible per a un dissenyador en un moment donat i està format per proposicions que el dissenyador sap si són veritables o falses. L'espai C (Concept space) representa les proposicions l'estat lògic de les quals és desconegut, i no pot ser determinat respecte un espai de coneixement. Així, els espais C i K estan formats únicament per proposicions.

A la C-K Theory, els conceptes són descripcions d'un objecte de la forma "C : hi ha un objecte X amb les propietats P1 , P2 , ... , Pn tal que C és indecidible respecte a K". En altres paraules, el dissenyador no és capaç de dir si el concepte és possible o no en el moment de la seva creació.

Un dissenyador pot desenvolupar un concepte inicial mitjançant l'addició de noves propietats en C. En l'elaboració d'un espai C, un dissenyador pot utilitzar el seu coneixement, o bé per dividir encara més els conceptes, o per intentar una validació d'un concepte donat. Aquest últim tipus d'operació correspon a l'avaluació d'un disseny. El resultat de la validació és positiu si el dissenyador admet que la proposició "hi ha un objecte X amb propietats P1 , P2 , ... , Pn" és veritat. El resultat és negatiu si el coneixement disponible pel dissenyador li permet afirmar que aquest objecte no es pot construir. En ambdós casos, la concepció acaba quan el concepte ha estat validat (o, rebutjat). El procés també pot continuar creant nous conceptes o altres branques (inexplorades) de l'arbre de conceptes.

Sovint, la validació no és possible de forma immediata. A partir de les particions de C, s'han creat conjunts de proposicions que poden no ser conegudes pel dissenyador. Per validar aquests conceptes, s'han d'adquirir nous coneixements que justifiquen les condicions d'existència de l'objecte. Aleshores, cal ampliar el coneixement disponible.

Durant la investigació realitzada han aparegut les limitacions de la teoria si es pretén mantenir el seu aspecte formal. Per exemple durant les entrevistes es fa evident que l'espai K no està format únicament per proposicions l'estat lògic de les quals és conegut. L'espai K està també format per intuïcions, per creences o per preferències estètiques. L'exemple del coneixement estètic permet il·lustrar aquest fenomen. Aquest tipus de proposicions són utilitzades per validar un concepte en un moment donat. El dissenyador ha adquirit el seu criteri estètic a partir de la seva formació i de la seva experiència, d'aquesta manera, ha construït un coneixement que aplica en els processos de disseny. Tanmateix, les proposicions que es poden formar a partir d'aquest coneixement no tenen un estat lògic, no són ni certes ni falses. No poden tenir una relació verificable amb els fets, atès que són l'expressió d'una opinió, un gust o una preferència. Així, a les proposicions dels tipus "x és bonic" o "x és més lleig que y" no els correspon un estat lògic, no poden ser certes o falses, però poden ser utilitzades en el procés de disseny.

D'altra banda, la C-K Theory preveu l'ús exclusiu de proposicions que són elements associats a la lògica i al llenguatge. En els casos estudiats sovint, els conceptes s'expressen en forma d'imatges i fins i tot el coneixement dels dissenyadors es pot expressar millor en aquesta forma. En el cas del pavelló Jukbuin, tot el desenvolupament de l'artefacte es realitza a partir de les representacions creades en l'ordenador. És necessari materialitzar els conceptes per tal de fer-los comunicables i operatius, per fer-ho, és imprescindible, fer plànols o fer prototips i maquetes. Tversky i Suwa (Tversky et Suwa, 2009) i Bilda (Bilda et al., 2006), analitzen la importància de croquisar en un procés de disseny. Aquestes imatges, no són proposicions, no

són frases enunciatives, tanmateix, participen en el procés i també serveixen per l'addició de propietats a un concepte precedent.

Un altre fenomen que implica la relativització de la formulació de la C-K Theory és l'ús de les habilitats del dissenyador com a elements de l'espai K. En efecte, el procés de disseny pot basar-se en allò que el dissenyador sap com fer o sap fer. En aquest sentit, cal distingir entre el què en anglès s'anomena "Knowledge what", saber què, i el què s'anomena "Knowledge how", saber com. El primer tipus de coneixement es pot considerar proposicional, però aquest no és el cas del coneixement pràctic basat en les habilitats. En el pavelló Jukbuin, l'experiència acumulada corresponent al muntatge d'estructures fetes amb làmines de fusta i brides, construïdes per els mateixos dissenyadors, és part del coneixement activat. Com s'ha descrit en la presentació del cas és en el moment de la materialització de la primera forma proposada que apareixen els problemes que deriven en la segona forma. Així, el coneixement associat a les habilitats i al saber com fer les coses hauria d'incloure's en la formulació de la C-K Theory.

Malgrat totes les observacions indicades, l'enfocament basat en la teoria permet obtenir resultats positius de cara a l'objectiu de la investigació, la monitorització dels casos d'estudi i per tant la monitorització d'altres projectes no determinats. En els exemples presentats s'ha considerat el coneixement de forma generalitzada incloent no només el coneixement proposicional sinó també les habilitats o les opinions. També s'ha considerat la representació tant del coneixement com dels conceptes, no únicament mitjançant proposicions sinó també mitjançant imatges.

D'altra banda, els conceptes no s'han vist com a proposicions indecidibles sinó que s'han tractat com a conjetures. És a dir com a propostes pendents de validació. Així un concepte és una conjetura per la qual un objecte podria tenir un conjunt de propietats determinat, i en tant que conjetura, aquest conjunt de propietats està pendent de validació de les seves possibilitats d'existència.

La definició anterior permet mantenir i utilitzar la C-K Theory atès que implica un espai (espai C) on els conceptes o conjetures evolucionen a partir del coneixement disponible per el dissenyador (espai K). Aquesta evolució es realitza mitjançant les particions, és a dir, les operacions d'addició o sostracció de propietats.

9.4 Discussió sobre l'estudi dels casos

Els diagrames C-K permeten monitoritzar i són un sistema per expressar i descriure les etapes del contingut del disseny d'un objecte, és a dir, del projecte no determinat. Hi ha quatre aspectes fonamentals que s'han posat de manifest en els casos estudiats.

En primer lloc una consideració important observada és que els diagrames C-K poden tenir diversos graus de detall. Els coneixements i els conceptes sempre es mostren com a conjunts de coneixements i conjunts de conceptes. Per aquest motiu, és teòricament possible aprofundir més en els detalls exposats en cada cas. Tanmateix, el grau de detall assolit en aquest estudi permet mostrar les possibilitats de monitorització mitjançant els diagrames. La constatació important derivada d'aquest punt és la que fa referència a la possibilitat d'establir diversos nivells de detall i d'exactitud.

En segon lloc, atès que bona part de la informació per a la construcció dels diagrames s'ha obtingut a partir de les entrevistes, per tant, a partir de la memòria dels entrevistats, hi ha particions oblidades. Aquestes particions, altres estats possibles de l'objecte que s'han considerat durant el procés de disseny, corresponen a les particions que han generat un estat que posteriorment no ha evolucionat. En la casa 205, per exemple, s'han descartat uns sistemes estructurals concrets. El fet de descartar certes opcions s'ha produït probablement també en altres particions del projecte per exemple a l'hora de decidir un color o un model dels porticons de les finestres. S'observa que aquest tipus de particions no s'han expressat en els exemples estudiats.

En tercer lloc, la consideració fonamental de les investigacions realitzades, és que la C-K Theory permet organitzar i mostrar d'una forma sistemàtica el discurs que el dissenyador utilitza per explicar un procés. Els elements, coneixement, espai K, espai C, i sobretot les idees de concepte com a conjunt de propietats i de partició com a variació d'aquest conjunt, permeten establir un lèxic compartit i apropiat per descriure els processos de disseny.

Finalment, la utilització dels diagrames C-K per a la descripció de casos permet exposar la particularitat de cada projecte descrit. En el cas de la casa 205, l'estudi mostra com les condicions de la parcel·la porten a l'adquisició del coneixement d'un producte desconegut per el dissenyador. Aquest nou coneixement disponible permet la configuració de l'objecte que en altre cas no seria possible. En el pavelló Jukbuin és el compromís de materialització i de l'artefacte i l'experiència acumulada allò que porta a plantejar tot un nou enfocament al projecte; es passa d'un enfocament basat en la transformació geomètrica a un enfocament basat en el comportament dels materials de construcció, optimitzant d'aquesta manera, el cost, el temps de muntatge i la quantitat de residus generats. En el cas de la façana FB720 es mostra com en un projecte amb uns conceptes inicials bastant determinats apareixen solucions inicialment no previstes que acaben formant part del producte resultant.

9.5 Aprenentatges derivats de la investigació

Durant la investigació s'han posat de manifest diversos aspectes que es poden tenir en compte de cara a altres recerques i de cara a l'aplicació de la metodologia. En qualsevol possible

aplicació convé buscar, tant com es pugui, un enfocament el més real possible. Això permet aprofundir en l'aprenentatge dels participants en el mètode.

En funció dels resultats a obtenir, cal insistir en l'aprofundiment en el detall de tots els elements previstos pel mètode Scrum. Per tant, cal insistir en:

- La realització de la investigació en les millors condicions possibles, tant per la possibilitat d'establir una continuïtat temporal com per disposar d'un espai de treball adequat.
- Procurar que el mètode de treball s'apliqui de la forma més rigorosa possible. Cal, per exemple, indicar les dates d'inici i finalització dels sprints.
- Realització dels daily scrum i actualització dia a dia de la burndown chart de manera que l'evolució del projecte quedi completament registrada.
- Realització de les sprint review i de les sprint retrospective.

Pel que fa a la utilització dels sistema d'emmagatzematge dels arxius i al registre dels esdeveniments mitjançant el software corresponent és important el compliment de directrius com per exemple:

- Per obtenir resultats representatius de la participació real dels membres d'un equip en el projecte, cal que el registre hi hagi una coherència entre l'acció registrada i la realització del contingut de l'arxiu. El registre d'una acció implicarà l'atribució del contingut de l'acció a la persona que el realitza. Per exemple, si s'agrega o es modifica un arxiu d'una fulla de càlcul, la feina corresponent a la seva realització ha de ser atribuïda a la persona que registra l'arxiu. La norma a proposar és doncs, que cada individu participant en el projecte pot carregar en el sistema d'emmagatzematge, únicament, els arxius ens els quals ha treballat.
- Només s'utilitzarà un sistema d'emmagatzematge d'arxius i per tant, el registre del sistema representarà fidelment les tasques realitzades. Aquest punt és especialment important per obtenir informació fiable sobre les dates de realització dels treballs.
- En el sistema d'emmagatzematge d'arxius cal incloure-hi els documents que preveu el mètode: product backlog, sprint backlogs, burndown charts, registre dels daily scrum, registre de les sprint review, registre de les sprint retrospective, i l'actualització dels diagrames C-K.

Respecte a la utilització de la Concept-Knowledge Theory i a l'ús dels diagrames C-K, cal tenir en compte els aspectes següents:

- Els participants en el projecte han de comprendre la teoria i la construcció dels diagrames C-K.

- Cal consensuar el nivell de detall dels diagrames. Aquests, han de ser prou detallats per descriure l'evolució del projecte i al mateix temps han de ser operatius i s'han de poder comprendre i manipular.
- En els diagrames cal registrar-hi la data i l'hora de les diferents particions i generacions o adquisicions de coneixement. També cal registrar-hi la persona o persones que ha generat el nou estat del projecte.
- L'actualització del diagrama s'ha de dur a terme diàriament, preferiblement durant el daily scrum.

La consideració de tots aquests aspectes, tant en altres recerques, com en l'aplicació del mètode en entorns acadèmics o en entorns professionals, constitueix el desenvolupament total de les possibilitats de monitorització de l'aplicació simultània de l'Scrum i de la C-K Theory en projectes no determinats.

10. Conclusions i treballs futurs

10.1 Conclusions

En l'apartat de definició dels objectius d'aquest treball s'ha indicat que l'objectiu general és estudiar la manera d'avançar en l'establiment d'un coneixement sòlid i sistemàtic centrat en la monitorització dels projectes no determinats. Aquest objectiu es suporta en la possibilitat d'existència d'un mètode basat en l'aplicació simultània de la Concept-Knowledge Theory i de l'Scrum. Aquest objectiu s'ha concretat en quatre hipòtesis que són:

- | | |
|------------|---|
| Hipòtesi 1 | Es pot usar l'Scrum en projectes que no són de desenvolupament de software. |
| Hipòtesi 2 | És possible utilitzar l'Scrum per a la monitorització de projectes no determinats. |
| Hipòtesi 3 | És possible utilitzar la C-K Theory per a la monitorització de projectes no determinats. |
| Hipòtesi 4 | És possible utilitzar simultàniament l'Scrum i la C-K Theory per a la monitorització de projectes no determinats. |

Les preguntes a respondre durant tota la investigació han estat doncs: És pot usar l'Scrum en projectes que no són de desenvolupament de software? És possible utilitzar l'Scrum per a la monitorització de projectes no determinats? És possible utilitzar la C-K Theory per a la mateixa finalitat? És, aleshores, possible utilitzar simultàniament l'Scrum i la C-K Theory per a la monitorització de projectes no determinats? En què consisteix un mètode basat en l'aplicació simultània de la Concept-Knowledge Theory i de l' Scrum?

La manera de respondre a aquestes qüestions ha estat suposar que les hipòtesis són certes i que sobre aquest supòsit es podia desenvolupar un mètode de monitorització de projectes. Així, és a partir de la comprovació de la implementació del mètode desenvolupat que es podran validar les hipòtesis.

El mètode s'ha posat a prova mitjançant dos tipus d'investigacions: d'una banda una investigació observacional en la qual s'han registrat les activitats de vuit equips de treball que han realitzat cada un, un projecte en l'àmbit de l'enginyeria de la construcció, d'altra banda s'han fet tres estudis de casos corresponents també, a projectes d'arquitectura. Cal recordar que en aquestes investigacions es persegueix determinar les potencialitats de monitorització que ofereix el procediment que es proposa i es prescindeix de l'avaluació qualitativa de qualsevol dels projectes estudiats.

Respecte a la primera qüestió, es pot usar l'Scrum en projectes que no són de desenvolupament de software? Es pot dir que el mètode Scrum és un mètode específic enfocat al desenvolupament de software, per això, una qüestió fonamental que s'ha proposat en aquesta

recerca és l'avaluació de l'ús del mètode en altres tipus de projectes. Per poder respondre afirmativament a aquesta qüestió, és suficient aplicar l'Scrum en el desenvolupament de projectes no determinats i no referents al desenvolupament de programari, com per exemple projectes de l'àmbit de la construcció. Durant la recerca que s'ha dut a terme, l'Scrum s'ha utilitzat en el desenvolupament de vuit projectes realitzats en un àmbit acadèmic. La realització reeixida d'aquests projectes permet afirmar que l'Scrum és aplicable en entorns diferents al que va ser creat.

La clau de la utilització de l'Scrum en qualsevol tipus de projecte no determinat és simplement la possibilitat de traduir aquest en termes d'elements, és a dir, en parts del projecte que puguin tenir una certa identitat. El mètode és prou flexible per poder definir un element d'acord amb les necessitats de l'equip de projecte, al mateix temps que, pot ser tornat a definir o tornat a considerar entre sprints.

D'altra banda, pel que fa a la segona qüestió ("és possible utilitzar l'Scrum per a la monitorització de projectes no determinats?") d'acord amb la recerca desenvolupada, i pel mateix motiu que en el punt anterior, la resposta també és afirmativa. En els projectes realitzats, l'Scrum s'ha usat per visualitzar tot el desenvolupament seguit pels diferents equips. Això ha permès determinar les tasques realitzades, l'ordre de resolució d'elements, les dates i el número de dies dedicats a la realització de cada una de les parts del projecte. Per tant, l'Scrum ofereix la possibilitat de monitoritzar un projecte en temps real i també després del seu període de desenvolupament.

La monitorització possibilitada per l'Scrum s'ha completat amb les eines que ofereix el treball amb un sistema d'emmagatzematge d'arxius. Mitjançant el registre d'aquest sistema s'han obtingut altres dades que, o bé ofereixen nova informació sobre els esforços realitzats per un equip, o bé confirmen o desmenteixen les dades presentades pels elements de l'Scrum. Aquesta combinació permet parametritzar les activitats que s'han realitzat i al mateix temps permet construir una fitxa per visualitzar de forma concentrada tot el desenvolupament que ha dut a terme un grup de projecte.

La següent pregunta plantejada era: "és possible utilitzar la C-K Theory per a la mateixa finalitat?". Els diagrames C-K han estat pensats per descriure gràficament un procés de disseny. Els projectes no determinats, són essencialment projectes de disseny i de desenvolupament. Són projecte en els quals no es materialitza l'objecte més enllà del nivell d'una prova o un prototip. Per això, es poden representar en termes de relació entre dos espais; l'espai dels conceptes i l'espai dels coneixements.

En els diagrames C-K, tot i que no ho preveuen, s'hi poden indicar qüestions com ara la data, l'hora o el dissenyador que ha anotat un coneixement, o ha realitzat la partició d'un concepte. Els diagrames C-K permeten visualitzar els diferents estats per els quals ha passat la

configuració d'un objecte durant el seu procés de disseny i el coneixement que s'ha utilitzat per generar aquest estat. Es pot afirmar que la C-K Theory ofereix la possibilitat de monitoritzar de forma parcial un projecte, permet visualitzar alguns aspectes que d'altra banda no es farien evidents.

En aquesta recerca, s'han utilitzat els diagrames C-K per descriure, per fer visibles, i per tant, per monitoritzar uns certs elements dels projectes estudiats. La resposta a la pregunta “és possible utilitzar la C-K Theory per a monitoritzar projectes?” és afirmativa en el sentit que la teoria permet obtenir informació necessària per a un sistema de monitorització però que l'ús exclusiu dels diagrames C-K no permet visualitzar tot el desenvolupament d'un projecte. Així, la hipòtesi número 3 es pot validar amb matisos ja que depèn de les variables que es vulguin fer evidents. Aquesta limitació dels diagrames és el que el metode que s'ha desenvolupat permet resoldre.

La hipòtesi número 4 respon a la qüestió “és possible utilitzar simultàniament l'Scrum i la C-K Theory per a la monitorització de projectes no determinats?”. D'acord amb tot el que s'ha indicat en aquest document, és possible utilitzar l'Scrum i la C-K Theory per monitoritzar projectes no determinats. Atès que s'ha fet palès que la utilització de l'Scrum és factible, i que s'han fet evidents les possibilitats que ofereix aquest mètode a l'hora de monitoritzar projectes, i atès que s'ha comprovat que els diagrames C-K permeten visualitzar un procés de disseny i per tant permeten obtenir informació important d'un desenvolupament, aleshores es pot validar la hipòtesi número 4. Aquesta afirmació queda reforçada pel fet que s'ha provat empíricament que els dos elements, l'Scrum i els diagrames C-K són vàlids per a l'objectiu que es proposa i que són complementaris en el sentit que, si bé un ofereix la base per a la monitorització, l'altre aporta informació fonamental per entendre l'objecte resultant del projecte.

Els resultats de la validació de les hipòtesis queda resumit en la taula 10.1.

Taula 10.1. Taula resum de la validació de les hipòtesis

Hipòtesi 1: Es pot usar l'Scrum en projectes que no són de desenvolupament de software.	Certa
Hipòtesi 2: És possible utilitzar l'Scrum per a la monitorització de projectes no determinats.	Certa
Hipòtesi 3: És possible utilitzar la C-K Theory per a la monitorització de projectes no determinats.	Certa amb matisos
Hipòtesi 4: És possible utilitzar simultàniament l'Scrum i la C-K Theory per a la monitorització de projectes no determinats.	Certa

Finalment, per respondre a la pregunta “en què consisteix un sistema de monitorització basat en l'aplicació simultània de la Concept-Knowledge Theory i el mètode de desenvolupament àgil

Scrum?” en aquest estudi s’ha desenvolupat un mecanisme de monitorització de projectes que implica l’aplicació simultània d’aquests dos elements.

L’aplicació ofereix una anàlisi completa i exhaustiva de totes les activitats de desenvolupament i dels estats de la configuració de l’objecte podent-los ubicar en el temps i relacionant-los amb els integrants d’un equip de treball. Per tant, constitueixen una eina potent però al mateix temps àgil, flexible i senzilla per a la monitorització de projectes, i és aplicable en entorns on el seguiment dels projectes no determinats no es realitzava o es realitzava a partir de plantejaments rígids i impersonals.

10.2 Contribucions al coneixement

El treball realitzat en aquesta Tesi Doctoral ha significat un avenç en el coneixement en els punts següents:

- S’ha provat que es pot utilitzar l’Scrum en projectes que no són de desenvolupament de software. Concretament, s’ha utilitzat l’Scrum per a la realització de projectes de disseny d’edificis en un entorn acadèmic.
- S’ha provat que la C-K Theory permet modelitzar projectes de disseny en l’àmbit de la construcció, mostrant les particularitats de cada projecte.
- S’han unit dos àmbits de recerca que, tot i estar relacionats, no solen mostrar-se de forma conjunta. Aquests àmbits són la gestió de projectes i l’enginyeria del disseny.
- S’ha obtingut un mètode que permet monitoritzar projectes, en el qual, els elements de monitorització es generen a partir del mateix mètode de treball, facilitant el conjunt de dades necessàries per fer el seguiment i el control d’un projecte.
- S’ha dissenyat una fitxa de seguiment, o fitxa de monitorització, que permet visualitzar de forma ràpida i senzilla l’estat d’un projecte. Aquesta informació pot ser actualitzada diàriament.
- S’ha plantejat la necessitat de relativitzar la formulació de la C-K Theory per tal que sigui utilitzable per a modelitzar processos de disseny en tot el seu abast.

En general, s’ha mostrat el coneixement existent en matèria de gestió àgil de projectes i de teories del disseny, i s’ha sintetitzat, a partir d’aquest, un mètode nou que permet visualitzar el desenvolupament d’un projecte no determinat.

10.3 Futures línies d'investigació

Durant la realització de la tesi s'han detectat possibles línies futures d'investigació que li donarien continuïtat. Aquestes s'indiquen a continuació:

- El sistema de monitorització pot ser ampliat per permetre el seguiment d'altres variables d'un projecte que no s'han controlat en aquest estudi. És possible visualitzar les dades d'evolució dels costos o considerar indicadors de la velocitat en la qual s'estan realitzant les diverses tasques.
- En projectes i organitzacions grans és possible establir diversos equips d'Scrum que treballin en paral·lel. Es podria comprovar la validesa de la metodologia en aquesta situació més complexa. D'aquesta manera es determinarien les condicions de la seva possible generalització en qualsevol tipus de projecte.
- Pel què fa a l'àmbit específic de la C-K Theory, les possibilitats de desenvolupament són importants. Es possible, per exemple, aprofundir en l'estudi dels diagrames CK i en les seves potencialitats a l'hora de fer evidents les solucions tècniques que s'han utilitzat en un disseny.
- Com s'ha explicat durant el treball realitzat, cal relativitzar la formulació de la teoria per a poder obtenir resultats empírics. Aquesta relativització obre un àmbit nou de recerca. Es podria estudiar, per exemple, l'efecte que diferents mètodes, tècniques i eines poden tenir en un procés de disseny.
- Finalment, la recerca realitzada podria derivar en una eina informàtica, un software, per a millorar la gestió de projectes. El programa hauria de facilitar la realització de la documentació que ha estat descrita, generant automàticament la fitxa de seguiment que s'ha proposat.

Referències

1. Ackoff, R.L. Alternative types of planning. En: *Ackoff's Best: His Classic Writings on Management*. New York: Wiley, 1999, pp. 104–114. ISBN: 978-0-471-31634-3
2. *Agile Alliance* [en línia] [Data de consulta: 06 juliol 2013]. Disponible a: <http://www.agilealliance.org/>
3. *Agilemanifesto* [en línia] [Data de consulta: 06 juliol 2013]. Disponible a: <http://agilemanifesto.org/> (Recuperat el 06 de juliol, 2013).
4. Agogué, M., Cassotti, M.; Understanding fixation effects in creativity: a design-theory approach; Workshop Design Theory Design Society Special Interest Group, Paris, 2013
5. Agogué, M.; Hooge, S.; Arnoux, F. Brown, I. *An Introduction to Innovative Design Elements and Applications of C-K theory*. Paris: Press des Mines, Editeur Transvalor, 2014.
6. Altshuller, G. *And Suddenly the Inventor Appeared: Triz, the Theory of Inventive Problem Solving*. Worcester, MA: Technical Innovation Center, Inc., 2004.
7. Andreasen, M. M. 45 Years with design methodology. *Journal of Engineering Design*, volum 22, núm. 5, pp 293-332, 2011.
8. Andreasen, M. M. Design Research- past, present and future. *NordDesign 2010*, Göteborg, 2010.
9. *B720 Arquitectos* [en línia] [Data de consulta: 04 juliol 2014]. Disponible a: http://b720.com/en/home_en
10. Basu, R. Managing quality in projects: An empirical study. *International Journal of Project Management*, núm. 32, pp 178-187, 2014
11. Basulto, D. Casa 205 / H Arquitectes [en línia]. Plataforma Arquitectura. 31 maig 2014 [Data de consulta: 03 setembre 2014]. Disponible a: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-13295/casa-205-h-arquitectes>
12. Bayazit, N. Investigating Design: A Review of Forty Years of Design. *Design Issues*, vol. 20, núm. 1, pp 16-29, 2004
13. Beck, K. *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. 2a ed. Addison-Wesley, 2004. ISBN 978-0321278654.
14. Beck, K. *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. Addison- Wesley, 2000. ISBN 0-201-61641-6.
15. Benefield, G.; Deemer, P.; Larman, C.; Vodde, B. Información Básica de Scrum (The Scrum Primer) [en línia]. Scrum Training Intitute, 2009 [Data de consulta: 23 gener 2014]. Disponible a: <http://scrumfoundation.com/library>

16. Bilda, Z.; Gero, J.; Purcell, T. To sketch or not to sketch? That is the Question. *Design Studies*, vol 27, núm. 5, pp 587-613, 2006.
17. Blaxter, L.; Hughes, C.; Tight, M. *Cómo se hace una investigación*. Barcelona: Gedisa, 2000.
18. Boehm B. Get ready for agile methods, with care. *IEEE Computer*, núm. 35, pp 64-69, 2002.
19. Braha, D.; Reich, Y. Topological structures for modelling engineering design processes. *Research in Engineering Design*, núm. 14(4), pp 185-199, 2003.
20. Cockburn, A. *Crystal Clear: A Human-Powered Methodology for Small Teams*. Addison-Wesley, 2004. ISBN 0-201-69947-8.
21. CODA Office [en línia] [Data de consulta: 04 agost 2014]. Disponible a <http://coda-office.com/projects/innovation/Jukbuin/>
22. Cohen, D.; Lindvall, M.; Costa, P. An introduction to agile methods. *Advances in Computers*. Volum 62, 2004.
23. Conboy, K.; Fitzgerald, B. Toward a conceptual framework of agile methods: a study of agility in different disciplines. En: *Proceedings of XP/Agile Universe*. Springer Verlag, 2004.
24. Córdoba, J.R.; Piki, A. Facilitating project management education through groups as systems. *International Journal of Project Management*, núm. 30, pp 83-93, 2012.
25. Cross, N. Designerly Ways of Knowing: Design Discipline Versus Design Science. *Design Issues*, núm 17, pp 49-55, 2001.
26. Cross, N. *Engineering Design Methods: strategies for product design*. 2a ed. Wiley & Sons, 1996.
27. Chaur, J. Diseño conceptual de productos asistido por ordenador: Un estudio analítico sobre aplicaciones y definición de la estructura básica de un nuevo programa [en línia]. Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya, 2005. [Data de consulta: 19 abril 2014]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/10803/6837>
28. Checkland, P.; Scholes, J. *Soft Systems Methodology in Action*. Chichester: Wiley, 1990. ISBN 0-471-98605-4.
29. Christopher, J. *Metodos de Diseño*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SL, 1982. ISBN 8425206251.
30. Denzin, N. K.; Lincoln, Y. S. *Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: Sage, 2005.
31. *Design Society* [en línia] [Data de consulta: 06 juliol 2013]. Disponible a: <http://www.designsociety.org/>
32. Dyba, T. Improvisation in small software organizations. *IEEE Software* núm. 17 (5), pp 82-87, 2000.

33. Dyba, T.; Dingsøyr, T. Empirical studies of agile software development: A systematic review. *Information and Software Technology*, núm. 50, pp 833-859, 2008.
34. Dym, C. L.; Agogino, A. L.; Eris, O.; Frey, D. D.; Leifer, L. J. Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. *Journal of Engineering Education*, January 2005.
35. Erickson, J.; Lyytinen, K.; Siau, K. Agile Modeling, Agile software development, and extreme programming: the state of research. *Journal of Database Management*, núm. 16 (4), pp 88–100, 2005.
36. Evbuomwan, S. A survey of design philosophies, models, methods and systems. *Journal of Engineering Manufacture. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B*, núm. 210(B4) pp 301-320, 1996.
37. Fernández, L. Quines són les tècniques de recollida de dades? [en línia]. Institut de Ciències de l'Educació, Universitat de Barcelona, 2005 [Data de consulta: 12 març 2014]. Disponible a: <http://www.ub.edu/ice/recerca/pdf/ficha3-cat.pdf>
38. *Festival eme3* [en línia] [Data de consulta: 04 agost 2014]. Disponible a: <http://www.eme3.org/>
39. Gero, J. S. Design Prototypes: A Knowledge Representation Schema for Design. *AI Magazine*, núm. 11(4), pp 26-36, 1990.
40. Guayabero, O. La sostenibilitat tranquil·la [en línia]. Avui. 31 gener 2008 [Data de consulta: 03 setembre 2014]. Disponible a: <http://www.harquitectes.com/#/ca/h/noticies/articles-i-entrevistes/article-h-a-l-avui>
41. Guerrero, A. *De substancia real* [en línia]. La Vanguardia Cultura/s. 20 gener 2010 [Data de consulta: 03 setembre 2014]. Disponible a: <http://www.harquitectes.com/#/ca/h/noticies/articles-i-entrevistes/article-h-a-culturas>
42. Gunasekaran, A. Agile manufacturing: A framework for research and development, *International Journal of Production Economics*, núm. 62 (1- 2), pp 87-105, 1999.
43. H Arquitectes [en línia] [Data de consulta: 15 gener 2014]. Disponible a: <http://www.harquitectes.com/#/ca/casa-205>
44. Hall, N. Project management: Recent developments and research opportunities. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, volum 21, núm. 2, pp 129-143, 2012.
45. Hatchuel A. ; Weil B. La theorie C-K: Fondaments et usages d'une théorie unifiée de la conception. *Colloque Sciences de la Conception*, Lyon, 2002.
46. Hatchuel A. ; Weil B. Pour une théorie unifiée de la conception, Axiomatiques et processus collectifs. *GIS cognition-CNRS*, Paris, 1999.
47. Hatchuel A.; Weil B. A new approach of innovative design: an introduction to C-K design theory. *14th International Conference on Engineering Design (ICED'03)*, Stockholm, 2003.

48. Hatchuel A.; Weil B. C-K design theory: an advanced formulation. *Research in Engineering Design*, núm. 19(4), pp 181-192, 2009.
49. Hatchuel A.; Weil B. Design as forcing: deepening the foundations of C-K theory. *16th International Conference on Engineering Design (ICED'07)*, Paris, 2007.
50. Hatchuel, A.; Le Masson, P.; Reich, Y.; Weil B. A systematic approach of design theories Using generativeness and robustness. *18th International Conference on Engineering Design (ICED 11)*, Lyngby/Copenhagen, Denmark, 2011.
51. Hatchuel, A.; Le Masson, P.; Weil, B. C–K theory in practice: lessons from industrial applications. *8th International Design Conference*, Dubrovnik, 2004.
52. Hatchuel, A.; Le Masson, P.; Weil, B. Design Theory and Collective Creativity: a Theoretical Framework to Evaluate KCP Process. *17th International Conference on Engineering Design (ICED'09)*, Stanford, 2009
53. Hatchuel, A.; Le Masson, P.; Weil, B. Towards an ontology of design: lessons from C–K design theory and Forcing. *Research in Engineering Design*, volum 24, núm, 2, pp 147-163, 2013
54. Hazelrigg, G. A. A Framework for Decision- Based Engineering Design. *ASME Journal of Mechanical Design*, núm. 120, pp 653-658, 1998.
55. Hazelrigg, G. A. *Systems Engineering: An Approach to Information-Based Design*. Upper Saddle River: Prentice-Hall, 1996.
56. Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, P. *Metodología de la investigación*. 3a ed. México: McGraw-Hill, 2003.
57. Hooge, S.; Agogué, M.; Gillier, T. A new methodology for advanced Engineering design: lessons from experimenting C-K theory driven tools. *12th International Design Conference*, Dubrovnik, 2012.
58. Horváth, I. Conceptual design: inside and outside. *2nd International Seminar and Workshop on Engineering Design in Integrated Product Development, EDIPro-2000*, Poland, 2000.
59. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. *Project/programme monitoring and evaluation (M&E) guide, 2011* [en línia] [Data de consulta: 06 febrer 2014]. Disponible a: <http://www.ifrc.org/Global/Publications/monitoring/IFRC-ME-Guide-8-2011.pdf>
60. *International Organization for Standardization* [en línia] [Data de consulta: 12 juny 2014]. Disponible a: <http://www.iso.org/iso/home/standards>
61. Kazakçı, A. On the imaginative constructivist nature of design: a theoretical approach. *Research in Engineering Design*, volum 24, núm. 2, pp 97-103, 2013.

62. Keefer, G. *Extreme Programming Considered Harmful for Reliable Software Development 2.0* [en línia]. AVOCA GmbH, Online Report, 2003 [Data de consulta: 28 juny 2013].
Disponible a:
http://www.stickyminds.com/sites/default/files/article/file/2012/XDD3248filelistfilename1_0.pdf
63. *KLH Massivholz GmbH* [en línia] [Data de consulta: 15 gener 2014]. Disponible a:
<http://www.klh.at/en.html>
64. Kniberg, H. *Scrum&XP from the trenches: How we do Scrum*. C4Media Inc, 2007. ISBN 9781430322641.
65. Krishnamurty, S. Normative Decision Analysis in Engineering Design. *Decision Making in Engineering Design*. New York: ASME Press, 2006, pp. 21-33.
66. Kroll, E. Design theory and conceptual design: contrasting functional decomposition and morphology with parameter analysis; *Research in Engineering Design*, volum. 24, núm. 2, pp 165-183, 2013.
67. Kwak, Y. H. *The Story of Managing Projects* [en línia]. Quorum Books [Data de consulta: 06 juliol 2013]. Disponible a: http://home.gwu.edu/~kwak/PM_History.pdf
68. Labriet, T. Comparing. PMBOK. ®. Guide 4 th. Edition,. PMBOK. ®. Guide 5 th. Edition and ISO 21500 [en línia]. STS Sauter Training and simulation S.A., Lausanne, [Data de consulta: 06 juliol 2013]. Disponible a:
http://www.sts.ch/documents/english/Doc_7037E_Comparing_PMBOK_and_ISO_v1-1.pdf
69. Lawson, B. *How Designers Think: The Design Process Demystified*. Oxford: Elsevier, 2005. ISBN 9780750660778.
70. Le Masson, P.; Dorst, K.; Subrahmanian, E. Design theory: history, state of the art and advancements. *Research in Engineering Design*, volume 24, núm. 2, pp 97-103, 2013
71. Le Masson, P.; Weil, B.; Hatchuel, A. *Strategic Management of Design and Innovation*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.
72. Lee, H.-J.; Lim, C. Peer Evaluation in Blended Team Project-Based Learning: What Do Students Find Important? *Educational Technology & Society*, núm. 15 (4), pp 214-224, 2012.
73. Lewis, K. E.; Chen, W.; Schmidt, L. C. *Decision Making in Engineering Design*. New York: ASME, 2006.
74. Loukas, P.; Chassiakos, A. Comparative evaluation of project management standards. *PM-05 International Conference in Project Management*. Heraklion, 2010.
75. Magnaye, R.; Sauser, B.; Patanakul, P.; Nowicki, D.; Randall, W. Earned readiness management for scheduling, monitoring and evaluating the development of complex product systems. *International Journal of Project Management*, núm. 32, pp 1246-1259, 2014.

76. Mansell, J. Structured observational research in services for people with learning disabilities [en línia]. SSCR methods review, núm. 10. London: NIHR School for Social Care Research, 2011 [Data de consulta: 05 febrer 2014]. ISBN 9780853284468. Disponible a: <http://eprints.lse.ac.uk/43159/>
77. Marcelino-Sádaba, S.; Pérez-Ezcurdia, A.; Echeverría Lazcano, A.M.; Villanueva, P. Project risk management methodology for small firms. *International Journal of Project Management*, núm. 32, pp 327-340, 2014.
78. Marston, M.; Mistree, F. A Decision-Based Foundation for Systems Design: A Conceptual Exposition. *International Design Seminar Proceedings on Multimedia Technologies for Collaborative Design and Manufacturing*, Los Angeles, 1997.
79. Mcavoy J.; Butler, T. The impact of the Abilene Paradox on doubleloop learning in an agile team. *Information and Software Technology*, núm. 49 (6), pp. 552-563, 2007.
80. McBreen, P. *Questioning Extreme Programming*. Boston: Adison-Wesley, 2003. ISBN 0-201-84457-5.
81. McKechnie, L. E. F. Observational research. En: *The SAGE Encyclopedia, Qualitative research methods volumes 1 & 2*, Thousand Oaks: SAGE, 2008, pp. 573-575. ISBN 978-1-4129-4163-1
82. Merisalo-Rantanen, H.; Tuure, T.; Matti, R. Is extreme programming just old wine in new bottles: a comparison of two cases. *Journal of Database Management*, núm. 16 (4) , pp 41-61, 2005.
83. Meso P.; Jain, R. Agile software development: adaptive systems principles and best practices. *Information Systems Management*, núm. 23 (3), pp 19-30, 2006.
84. Milentijevic, I.; Ciric, V.; Vojinovic, O. Version control in project-based learning. *Computers & Education*, núm. 50, pp 1331-1338, 2008.
85. Morris, P.; Hough, G. H. *The Anatomy of Major Projects: A Study of the Reality of Project Management*. Wiley,1987. ISBN 978-0471915515
86. Mozas-Calvache1, A.T.; Barba-Colmenero, F. System for Evaluating Groups When Applying Project-Based Learning to Surveying Engineering Education. *Journal of professional issues in engineering education & practice*, núm. 139, pp 317-324, 2013.
87. Mulet, E. *Modelización descriptiva y análisis experimental de la efectividad del proceso de diseño creativo*. Tesis doctoral, Universitat Jaume I, 2003.
88. Nerur, S.; Balijepally, V. Theoretical reflections on agile development methodologies. *Communications of the ACM*, núm. 50 (3), 2007, pp. 79–83.
89. Nerur, S.; Mahapatra, R.; Mangalaraj, G. Challenges of migrating to agile methodologies. *Communications of the ACM*, núm. Maig, 2005, pp. 72– 78.
90. Ohno, T. *Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*. New York: Productivity Press, 1988. ISBN 0-915299-14-3.

91. Ortí, A. La apertura y el enfoque cualitativo o estructural: la entrevista abierta semidirectiva y la discusión de grupo En: *El análisis de la realidad social*, Madrid: Alianza, 1994.
92. Otto, K.; Wood, K. *Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development*. New Jersey: Prentice Hall, 2001. ISBN 0-13-021271-7.
93. Pahl, G.; Beitz, W. *Engineering Design: A Systematic Approach*. 2a ed. London: Springer-Verlag, 1996. ISBN 3-540-19917-9.
94. Palmer S.R.; Felsing, J.M. *A Practical Guide to Feature-driven Development*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2002. ISBN 0-13-067615-2.
95. Pant, I.; Baroudi, B. Project management education: The human skills imperative. *International Journal of Project Management*, núm. 26, pp 124-128, 2008.
96. Poppendieck, M.; Poppendieck, T. *Lean Software Development: An Agile Toolkit for Software Development Managers*. Boston: Addison-Wesley, 2003, ISBN 0-321-15078-3.
97. *Project Management Institute* [en línia] [Data de consulta: 06 juliol 2013]. Disponible a: <http://www.pmi.org/>
98. Project Management Institute. *A guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*. 4a ed. Philadelphia: Project Management Institute, 2008. ISBN: 978-1-933890-51-7.
99. Ramon, S.; Soriano, E.; Tornabell, P. Pabellón Jukbuin El Trenzado triaxial como sistema constructivo. *Boletín de Información Técnica de la Asociación de Investigación de las Industrias de la Madera (AITIM)* [en línia], núm. 279, setembre-octubre 2012 [Data de consulta: 04 agost 2014]. Disponible a: http://www.infomadera.net/uploads/articulos/archivo_5769_2792631.pdf
100. Reich, Y. A Critical Review of General Design Theory, *Research in Engineering Design*, núm. 7, pp 1-18, 1995.
101. Riba, C.; Molina, A. *Ingeniería Concurrente: Una metodología integradora*. Barcelona: Edicions UPC, 2006. ISBN 9788483018996.
102. Salkind, N.J. *Métodos de investigación*. 3a ed. México: Prentice-Hall, 1999.
103. Sanchez, L.M.; Nagi, R. A review of agile manufacturing systems. *International Journal of Production Research*, núm. 39 (16), pp 3561-3600, 2001.
104. Savanović, P.; Zeiler, W. Integral design method for conceptual building design. *17th International Conference on Engineering Design (ICED'09)*, Stanford, 2009.
105. Savanović, P.; Zeiler, W. Morphological analysis of design concepts emergence in design meetings. *17th International Conference on Engineering Design (ICED'09)*, Stanford, 2009.
106. Schwaber K.; Beedle, M. *Agile Software Development with Scrum*, Upper Saddle River: Prentice Hall , 2001. ISBN 978-0130676344

107. Sense, A.J. A project sponsor's impact on practice-based learning within projects. *International Journal of Project Management*, núm. 31, pp 264-271, 2013.
108. Serer, M. *Gestión integrada de proyectos*. 2a ed. Barcelona: Edicions UPC, 2006. ISBN 9788483018873.
109. Shai, O.; Reich, Y. Infused Design: I Theory. *Research in Engineering Design*, núm. 15(2), pp 93-107, 2004.
110. Shai, O.; Reich, Y. Infused Design: II Practice. *Research in Engineering Design*, núm. 15(2), pp108-121, 2004.
111. Shai, O.; Reich, Y.; Hatchuel, A.; Subrahmanian, E. Creativity and scientific discovery with infused design and its analysis with C-K theory. *Research in Engineering Design*, volum 24, núm. 2, pp 201-214, 2013.
112. Shai, O.; Reich, Y.; Rubin, D. Creative Conceptual Design: Extending the Scope by Infused Design. *Computer-Aided Design*, núm. 41(3), pp117-135, 2009.
113. Simon, H. A. *The Sciences of the Artificial*. Cambridge, MA: MIT Press, 1996.
114. Smith, P.G. *Flexible Product Development: Building Agility for Changing Markets*. Hoboken: John Wiley, 2007.
115. Snyder, J. R.; Smith, K. Modern Project Management: How Did We Get Here – Where Do We Go? *Project Management Journal*, núm. març, 1987.
116. Stapleton, J. *DSDM: Business Focused Development*. 2a ed. Boston: Addison-Wesley, 2003. ISBN 978-0321112248.
117. Stephens, M.; Rosenberg, D. *Extreme Programming Refactored: The Case Against XP*. Berkeley, CA: Apress, 2003. ISBN 1-59059-096-1
118. Suh, N.P. A Theory of Complexity, Periodicity and the Design Axioms. *Research in Engineering Design*, núm. 11, pp 116-131, 1999.
119. Suh, N.P. Applications of Axiomatic Design. In *Integration of Process Knowledge into Design Support Systems. 1999 CIRP International Design Seminar*, Enschede, 1999.
120. Suh, N.P. *Principles of Design*. New York: Oxford University Press, 1990. ISBN 9780195043457
121. Sutherland, J. *The Scrum Papers: Nut, Bolts, and Origins of an Agile Framework* [en línia]. Cambridge: Scrum, 2012 [Data de consulta: 6 juliol 2013]. Disponible a: <http://scrumfoundation.com/library>.
122. Swann, C. Action Research and the Practice of Design. *Design Issues*, núm. 18 (2), 2002, pp 49-61.
123. Takeda, H.; Veerkamp, P.; Tomiyama, T.; Yoshikawa, H. Modeling Design Processes. *AI Magazine*, volum 20, núm. 4, pp 37-48, 1999.

124. Takeuchi, H.; Nonaka, I. The New New Product Development Game. *Harvard Business Review*, núm. gener 1986.
125. Thompson S.; Paredis, C. An Introduction to Rational Design Theory. *ASME 2010 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference (IDETC/CIE 2010)*, Montreal, 2010.
126. Tomiyama, T.; Yoshikawa, H. Extended general design theory. En: *Design Theory for CAD, proceedings of the IFIP WG5.2*. Amsterdam, 1986.
127. Turk, D.; France, R.; Rumpe, B. Assumptions underlying agile software development processes. *Journal of Database Management*, núm.16 (4), pp. 62–87, 2005.
128. Tversky, B.; Suwa, M. Thinking with sketches. In A. Markman (Editor), *Tools for innovation*. Oxford: Oxford University Press, 2009.
129. Umeda, Y.; Takeda, H.; Tomiyama, T.; Yoshikawa, H. Function, Behaviour, and Structure. *Applications of Artificial Intelligence in Engineering*, núm. 1, pp. 177-194, 1990.
130. United Nations. *Manual de planificación, seguimiento y evaluación de los resultados de desarrollo* [en línia]. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, 2009 [Data de consulta: 06 febrer 2014]. Disponible a:
http://www.cl.undp.org/content/dam/chile/docs/fondo-chile/undp_cl_fondochile_Manual_Planificacion_Seguimiento_Evaluacion.pdf
131. Universitat Politècnica de Catalunya. Guia docent de la ETSEIAT [en línia] [Data de consulta: 20 novembre 2013]. Disponible a: <http://www.etseiat.upc.edu/estudis/els-estudis-de-letseiat/estudis-de-1r-i-2n-cicle-en-extincio/1r-i-2n-cicle/arxiu-enginyeria-industrials/guies-docents-i-ict-arxiu/ict/construccio/25050>.
132. Valero, E. *Ocio peligroso: Introducción al proyecto de arquitectura*. Valencia: General de Ediciones de Arquitectura, 2006. ISBN 9788493516314
133. Valles, M. *Técnicas cualitativas de investigación social*. Madrid: Síntesis, 2000. ISBN 9788477384496
134. VDI-2221, Systematic approach to the design of technical systems and products. VDI-Verlag, 1986
135. Wadel, G.; Alonso, P.; Zamora, J.L.; Garrido, P. Prototipo de muro cortina FB720 Diseño con análisis de ciclo de vida. *Entre Rayas*, núm. 99, pp 54-63, 2013.
136. Wallace, K. M. Product Development and Design Research. *11th International Conference on Engineering Design (ICED'97)*, Tampere, 1997.
137. Wang, L.; Shen, W.; Xie, H.; Neelamkavil, J.; Pardasani, A. Collaborative conceptual design: state of the art and future trends. *Computer-Aided Design*, núm. 34, 2001, pp 981-996.
138. Williams, L.; Cockburn, A. Agile software development: it's about feedback and change, *IEEE Computer*, núm. 36 (6), pp 39-43, 2003.

139. Winter, M.; Smith, C.; Morris, P.; Cicmil, S. Directions for future research in project management: the main findings of a UK government-funded research network. *International Journal of Project Management* , núm. 24, pp 638–649, 2006.
140. Womack, J.P. ; Jones, D.T. ; Roos, D. *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production – Toyota’s Secret Weapon in the Global Car Wars that is Now Revolutionizing World Industry*. Free Press, 2007. ISBN 978-0743299794.
141. Yang, K.; El-Haik, B. *Design for Six Sigma: A Roadmap for Product Development*. 2a ed. Mc Graw Hill Profesional, 2008. ISBN 978-0071547673
142. Yin, R. *Case study research: Design and methods*. 3a ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2003.
143. Yoshikawa, H. General Design Theory and a CAD System. En: *Man-Machine Communication in CAD/CAM, proceedings of the IFIP WG5.2-5.3 Working Conference 1980 (Tokyo)*, Amsterdam: pp 35-57, 1981.
144. Zeiler, W. Stimulating creativity in building design education: Introducing experts and C-K's C-projectors. *2nd International Conference on Design Creativity (ICDC)*, 2012.
145. Zeiler, W. Thinking outside the box: Integral design and C-K concept creation. *1st International Conference on Design Creativity (ICDC)*, 2010.
146. Zeiler, W.; Savanovic, P. Integral Morphological C-K Design Approach for Multidisciplinary Building Design. *Architectural engineering and design management*, volum 5, pp 193–214, 2009.
147. Zeiler, W.; Savanovic, P. Integral conceptual design workshop: Innovation by knowledge transfer and knowledge creation. *Smart Innovation, Systems and Technologies*, 2010.
148. Zeiler, W.; Savanovic, P. Reflective morphological overviews as part of continuous professional development for integral design. *10th International Conference on Engineering and Product Design Education*, 2008.
149. Zeiler, W.; Savanovic, P. Supporting design by means of morphological overviews and C-K theory in the built environment. *11th International Design Conference*, 2010.
150. Zicla [en línia] [Data de consulta: 15 juny 2014]. Disponible a: <http://www.zicla.com>.

Annex 1 Documentació facilitada als participants

ACTIVITAT PER A LA VALIDACIÓ D'UNA METODOLOGIA DE DISSENY CONCEPTUAL BASADA EN LA CONCEPT-KNOWLEDGE THEORY I EN LA GESTIÓ ÀGIL DE PROJECTES

Què és?

En aquesta part de l'assignatura de Tècniques i sistemes constructius, els alumnes han de desenvolupar el projecte corresponent al tancaments de l'edifici que havien treballant en l'assignatura de Teoria d'Estructures i Construccions Industrials de 7è curs.

Els alumnes es reunien en grups i portaven a terme un projecte sense cap directriu metodològica, les directrius que es donaven eren referents, únicament al contingut.

En aquest cas els alumnes rebran unes directrius metodològiques. És a dir, se'ls demanarà que treballin a partir d'unes certes instruccions predeterminades.

Per què serveix?

L'exercici serveix provar la validesa de la metodologia que es proposa.

Això hauria de permetre als alumnes assolir nous coneixements i competències referents en la fase de disseny dels projectes de construcció i dels projectes d'enginyeria en general.

En què consisteix?

El mètode que s'exposa té dos aspectes:

- Un mètode de generació d'objectes (els tancaments de l'edifici) desconeguts en l'inici del procés i l'existència dels quals pot ser garantida pel coneixement de l'alumne. Aquest sistema permet el mapatge dinàmic entre les especificacions i solucions de disseny (la representació gràfica del procés).
- Un mètode d'organització de l'equip de treball a partir d'un marc de treball iteratiu i incremental.

L'aplicació simultània d'aquests dos aspectes:

- Permet als alumnes acomplir els objectius que se'ls proposa en aquesta part de l'assignatura; el projecte dels tancaments de l'edifici industrial.
- Permet al professor monitoritzar tots el processos que els grups de treball han seguit per a arribar a la solució que proposen finalment.



On, com i quan es portarà a terme?

L'activitat es portarà a terme en l'horari previst de l'assignatura de Tècniques i Sistemes Constructius.

La part del projecte es realitzarà les tardes dels dimecres de 18:00h a 20:00h a l'aula PC7.

Ocasionalment s'ocuparà l'horari de l'assignatura corresponent al matí de 10:00h a 12:00h a l'aula 02.

Els grups de treball s'hauran de dedicar a la realització del seu projecte fora de les hores lectives, d'acord amb els crèdits ECTS previstos en el pla d'estudis.

El calendari preveu les següents sessions:

1	20/03 Presentació
2	03/04
3	10/04 Seguiment
4	24/04
5	08/05
6	15/05 Seguiment
7	22/05
8	29/05 Lliurament

La comunicació amb el professorat es realitzarà durant les sessions a l'aula i mitjançant recursos web.

D'acord amb la guia de l'assignatura el desenvolupament del projecte de curs es desenvoluparà seguint el ja realitzat en la part de Construccions Industrials de l'assignatura de Teoria d'Estructures i Construccions Industrials.

El contingut del projecte queda determinat per el temari de l'assignatura: Sistema estructural, Façanes i cobertes, Tancaments i acabats interiors i Fusteria.

Els equips seran de tres persones.

DIRECTRIUS PER DESENVOLUPAR L'ACTIVITAT

1.- Directrius del mètode de generació d'objectes

1.1.- Introducció

1.2.- Quins són els elements de la C-K Theory?

1.2.1.- Què és l'espai K?

1.2.2.- Què és l'espai C?

1.2.3.- Què és el procés de disseny?

1.2.4.- Els operadors C-K:

1.2.5.- Què és una partició?

1.2.6.- Les estructures asimètriques dels espais

1.3.- Un exercici

1.3.1.- Anàlisi de les solucions

1.4.- La teoria a la pràctica

1.5.- Identificació dels operadors

1.5.1.- Altres operadors KC

1.5.1.1.- Anàlisi Morfològica

1.5.1.2.- Brainwriting

1.5.1.3.- Empatia

1.5.2.- Altres operadors CC

1.5.2.1.- Googlestorming

1.5.2.2.- Paraules a l'atzar

1.5.2.3.- Scamper

1.5.2.4.- Sensation

1.5.3.- Altres operadors KK

1.5.3.1.- Revisió bibliogràfica

1.5.3.2.- Benchmarking - Millors pràctiques

1.5.3.3.- La finestra de Johari

1.5.4.- Altres operadors CK

1.5.4.1.- Creació de prototips físics (Physical prototyping)

1.5.4.2.- Sis barrets per pensar [*Six Thinking Hats*]

1.5.4.3.- DAFO

1.5.4.4.- Avaluació d'experts

2.- Directrius del mètode d'organització de l'equip de treball

2.1.- Què és l'Scrum?

2.2.- Els rols en Scrum

2.3.- Determinar la Product Backlog

2.4.- Sprint planning

2.4.1.- Com es fa la planificació de l'Sprint

2.4.2.- Definició de la durada de l'Sprint

2.4.3.- Definició de l'objectiu de l'Sprint

- 2.4.4.- Elements que s'inclouen a l'Sprint
- 2.4.5.- Decidint elements a incloure en l'Sprint
- 2.4.6.- Clarificant elements
- 2.4.7.- Definint el lloc i l'hora per l'Scrum diari
- 2.4.8.- Check list de la planificació de l'Sprint
- 2.4.9.- Format de la Sprint Backlog
- 2.5.- Seguiment de l'Sprint
 - 2.5.1.- Funcionament del diagrama Burndown
 - 2.5.2.- Senyals en el diagrama Burndown
- 2.6.- Daily scrum meeting
- 2.7.- Sprint review
- 2.8.- Sprint Retrospective
- 2.9.- Descansos entre Sprints
- 2.10.- Check list de l'Scrum Màster

El dia 20 de març es realitzarà la presentació de la metodologia de la manera següent:

- **La part corresponent a les directrius del mètode de generació d'objectes de 10:00 h a 12:00h a l'aula 0.2.**
- **La part corresponent a les directrius del mètode d'organització dels equips de treball de 18:00h a 20:00h a l'aula PC7.**

1.- Directrius del mètode de generació d'objectes

1.1.- Introducció

Abans de començar és necessària una mica de teoria. L'exercici es basa en una teoria del disseny i dels processos d'innovació anomenada Concept-Knowledge Theory (C-K Theory) desenvolupada a partir de l'any 2003 pels professors Hatchuel i Weil de la càtedra de Teoria del Disseny i Mètodes per a la Innovació del Centre de Gestion Scientifique de l'Ecole des Mines ParisTech de Paris.

El nom de la teoria, C-K, reflecteix la suposició per la qual el disseny pot ser modelat com la interacció entre dos espais interdependents amb diferents estructures i lògiques: l'espai dels conceptes (C) i l'espai del coneixement (K). Les estructures d'aquests dos espais determinen les proposicions fonamentals de la teoria.

Aclariment: La teoria proposa un model que permet simular les operacions que realitzem les persones quan estem dissenyant (projectant, inventant, ideant, creant, ..., generant la identitat) un objecte.

1.2.- Quins són els elements de la C-K Theory?

La teoria planteja tres elements: dos espais i la relació entre aquests espais.

Els dos espais s'anomenen:

- Espai del coneixement o espai K (K space).
- Espai dels conceptes o espai C (C space).

La representació gràfica dels dos espais és la següent:



La relació entre els espais s'anomena operador i hi ha quatre operadors possibles: KC, CK, KK, CC. Se'n parlarà més endavant.

1.2.1.- Què és l'espai K?

L'espai K (espai de coneixement): es defineix com un conjunt de proposicions amb un estat lògic, d'acord amb el coneixement a disposició dels dissenyadors.

- L'espai K és el coneixement objectiu del que disposa el dissenyador, és allò que el dissenyador coneix, descriu tots els objectes i les veritats des del seu punt de vista.
- Conté les proposicions que caracteritzen els objectes (en part coneguts) així com les relacions (en part conegudes) entre aquests objectes.
- En K, totes les proposicions són vertaderes o falses.
- És ampliable, és a dir el contingut de K canviarà amb el temps i les definicions d'alguns objectes de K també pot canviar. La divergència d'opinions i incerteses també són proposicions veritables de K.

Queda clar que K és el coneixement del dissenyador i no tot el coneixement existent. Aquest aclariment és molt important atès que significa que el procés de disseny està limitat per allò que el dissenyador coneix.

1.2.2.- Què és l'espai C?

La teoria C-K, defineix un concepte com a una entitat o grup d'entitats que verifica un grup de propietats (o atributs) P_n [Existeix algun objecte x , amb un grup de propietats P_1, P_2, \dots, P_k veritables en K]. Aquest grup de proposicions que no té un estat lògic en l'espai K.

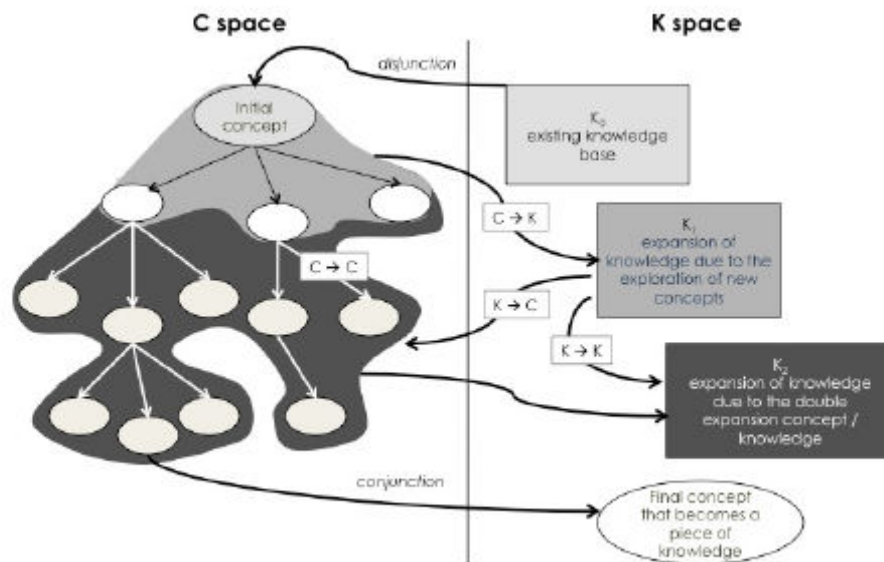
En tan que conjunt de propietats, un concepte pot ser modificat a partir de l'adició o subtracció de les mateixes.

El concepte només podrà ser transformat a partir de la modificació de les seves propietats.

L'espai C conté conceptes que són proposicions indecidibles en K sobre l'objecte x parcialment desconegut. Cal dir que una proposició és qualificada com indecidible en relació amb el contingut d'un espai K si no és possible demostrar que aquesta proposició és vertadera o falsa en K.

1.2.3.- Què és el procés de disseny?

El disseny es defineix com el procés mitjançant el qual un concepte genera altres conceptes o es transforma en coneixement (transformar proposicions indecidibles en proposicions vertaderes en K).



Així, el disseny és una activitat de raonament que comença amb un concepte (una proposició indecidible en relació amb els coneixements actuals) al voltant d'un objecte x parcialment desconegut i intents d'expandir a altres conceptes i/o nous coneixements.

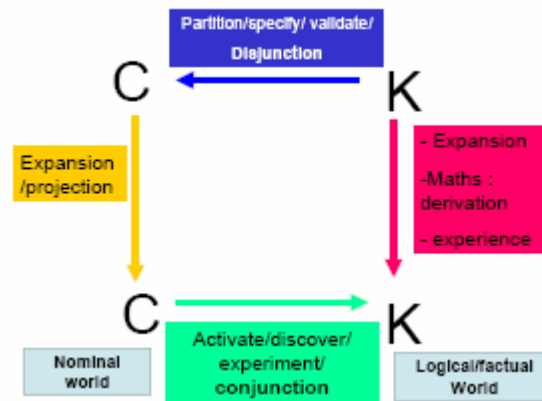
Per tant, el procés de disseny es defineix com una doble expansió dels espais C i K a través de l'aplicació dels quatre tipus de operadors: $C \rightarrow C$, $C \rightarrow K$, $K \rightarrow C$, $K \rightarrow K$.

El procés de disseny no és més que l'ús dels operadors que permeten ampliar aquests dos espais: cada espai ajuda a l'altre a expandir-se.

1.2.4.- Els operadors C-K:

K-C: Aquests operadors sumen o resten propietats de K als conceptes de C. Això correspon al que normalment anomenem la generació d'alternatives (Disjunció).

L'operador amplia l'espai C amb elements de K; genera conceptes provisionals mitjançant l'assignació de nous atributs.



C-K: aquests operadors cerquen propietats en K que es poden sumar o restar per arribar a proposicions amb un estat lògic; creen les conjuncions que podrien ser acceptades com a un dissenys acabats. Corresponen a les validacions en el disseny clàssic: fer una prova, un pla experimental, un prototip.

Cada vegada que un concepte és modificat per un nou atribut, cal comprovar si proposta nova encara és un concepte. Les noves proposicions que es generen poden ser noves fonts d'atributs de la partició següent. Així, els conceptes tenen una potència d'exploració en K a través de la seva validació.

K-K: aquests operadors responen a les regles clàssiques de la lògica i el càlcul proposicional que permeten una auto-expansió de l'espai K; inclouen tot tipus de raonaments clàssics (classificació, deducció, l'abducció, inferència, etc.)

A més, qualsevol metodologia de disseny que es pugui realitzar com un programa (o un algoritme) sense l'ús dels conceptes, es redueix finalment a un operador KK.

C-C: aquests operadors responen a les regles clàssiques de la teoria de conjunts que permeten la inclusió i el control de les particions.

1.2.5.- Què és una partició?

En la teoria C-K, el concepte de partició significa els possibles estats d'un el procés de disseny en la seva etapa conceptual, d'alguna manera significa el conjunt de solucions possibles en l'etapa del problema de disseny.

Cal establir dos tipus d'expansions:

- Particions restrictives.
- Particions expansives.

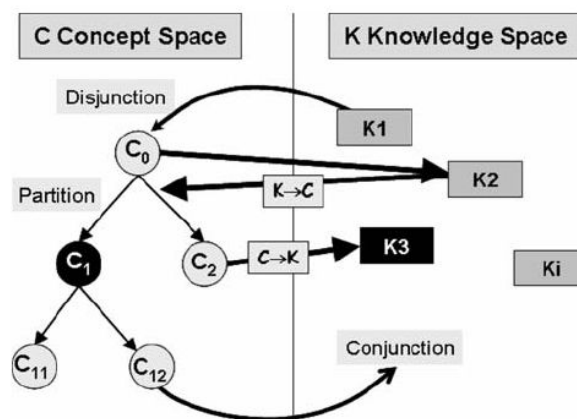
Si la propietat s'afegeix a un concepte que ja es coneix en K com una característica d'una de les entitats que es tracti, tenim una partició restrictiva.

Si la propietat que s'afegeix no es coneix en K com una propietat d'una de les entitats involucrades en la definició del concepte, tenim una partició expansiva.

Les particions expansives poden donar lloc a solucions de disseny només si hi ha expansions de K que les validen o si generen noves particions expansives.

Les particions restrictives es donen quan el conjunt de solucions possibles ja existeix. El conjunt de les solucions possibles està completament especificat.

L'altra possibilitat és que la solució no existeixi a l'inici del procés de disseny i per tant la feina a realitzar hagi d'anar a molt més enllà d'una simple exploració de les possibles solucions existents. Això comporta l'existència de particions expansives successives per arribar a determinar una solució.



1.2.6.- Les estructures asimètriques dels espais

Els operadors generen dues estructures diferents:

- En l'espai C només podem fer particions ja que no es permeten altres operacions. Per tant, C té sempre una estructura d'arbre.
- K és expandit per noves proposicions que no tenen cap raó per seguir un ordre estable o estar connectades directament. K creix com un arxipèlag per l'addició de nous objectes o per noves propietats que vinculen aquests objectes.



1.3.- Un exercici

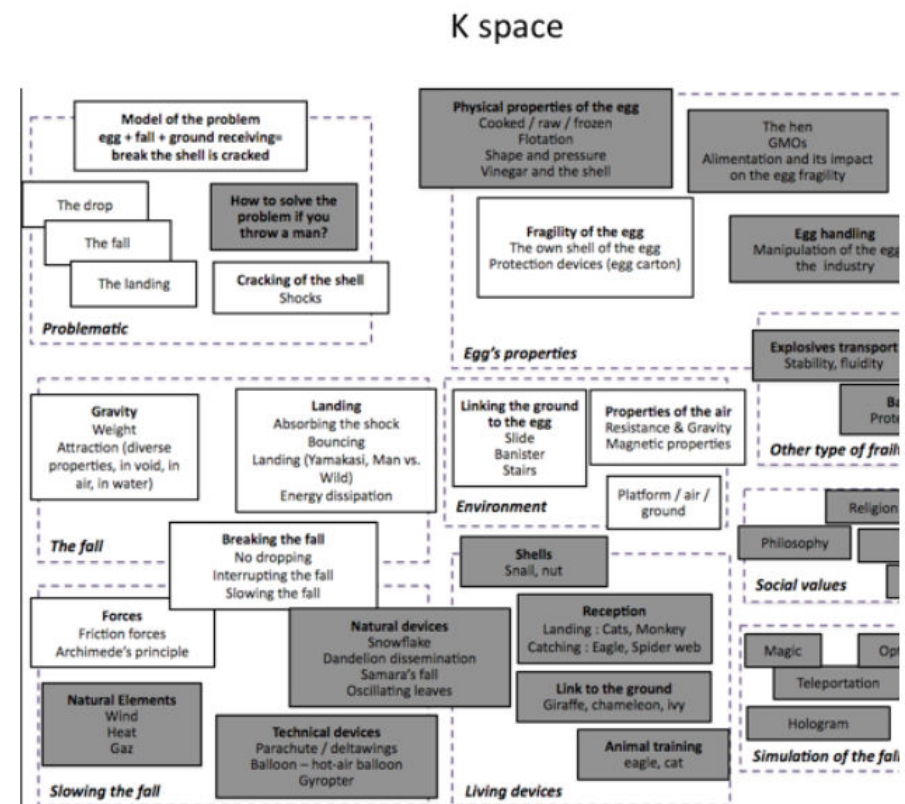
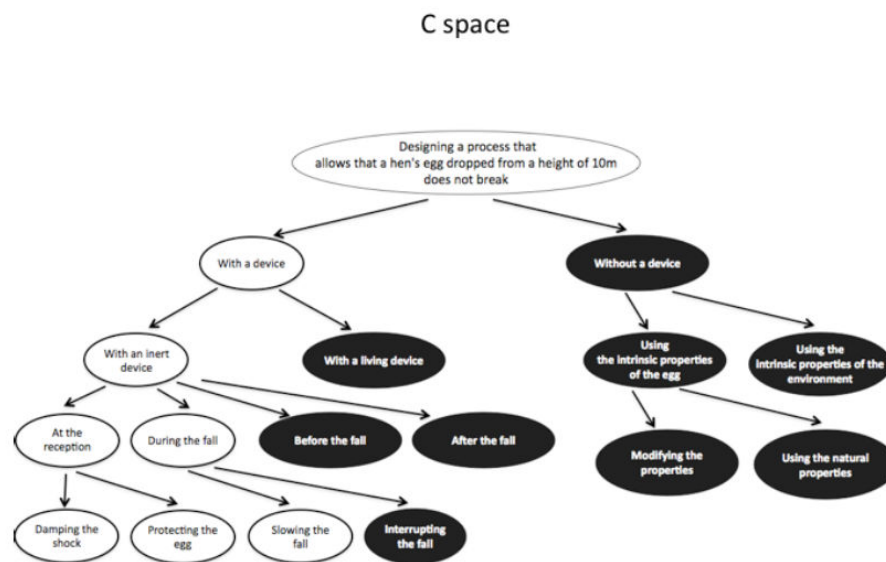
Es donen deu minuts per generar el major nombre possible de solucions al problema següent:

Deixar caure un ou des d'una alçada de 10 metres sense que es trenqui utilitzant un dispositiu inert (no viu).

Nota: És important construir el diagrama C-K, separant l'espai C i l'espai K i anotar els diversos conceptes apareguts així com els coneixements activats.

1.3.1.- Anàlisi de les solucions

D'una banda, apareixen les solucions corresponents al raonament restrictiu (particions restrictives) que no requereix l'expansió del coneixement i del concepte: esmorteir el xoc, protegint l'ou i la desacceleració de la caiguda. D'altra banda, apareixen possibles camins de solució que no vénen a la ment de forma espontània (formació d'un àguila per agafar l'ou, usant la robustesa natural de l'eix longitudinal d'un ou, la congelació de l'ou, etc.)



1.4.- La teoria a la pràctica

Per portar la teoria a la pràctica caldrà seguir els passos següents:

1.- Identificar C_0

2.- Explorar K

És convenient estructurar K rigorosament. En un procés de disseny, part del coneixement explícit, sovint és descuidat.

El dissenyador ha de descriure rigorosament cada nínxol de coneixement incorporat en el procés per tal de gestionar totes les oportunitats que ofereix aquest coneixement activat i amb la finalitat de ser capaç de tornar a utilitzar-lo en altres processos.

3.- Triar una estratègia de disseny

- Estratègia primer l'amplada (breadth first): Una partició lògica del concepte inicial.
- Estratègia primer la profunditat (depth first): una enumeració de les característiques possibles del concepte inicial.

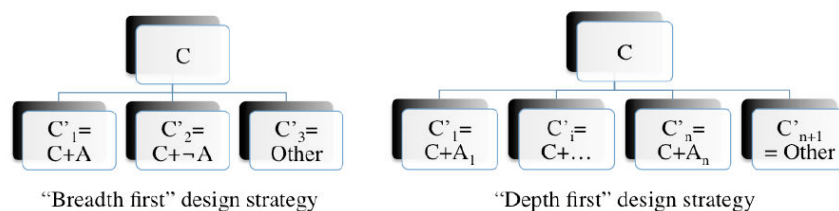
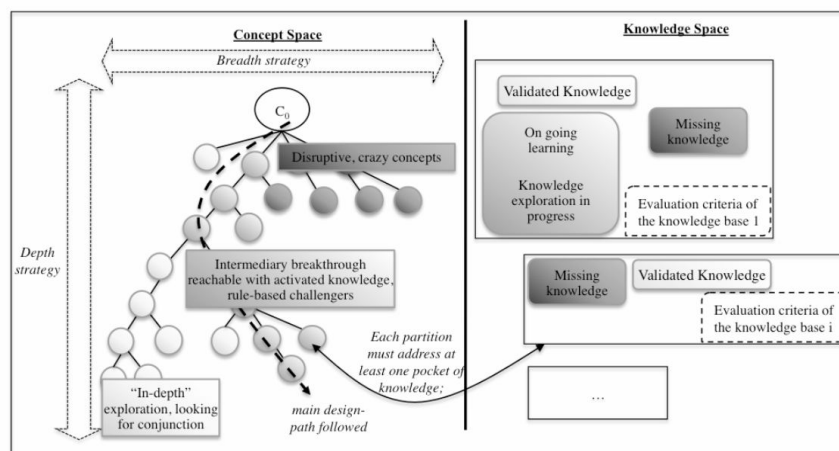


Figure 1. Two different logics of partitioning the C-space according to design strategies



4.- Expandir Cn aplicant les següents directrius pràctiques:

4.1.- Col·locar Cn d'esquerra a dreta d'acord a la seva capacitat disruptiva.







El procés de disseny condueix a diferents tipus de conceptes, els quals presenten diferents nivells d'expansions des del què és conegut fins al què és desconegut. Totes les particions poden ser organitzades d'acord amb aquest principi:

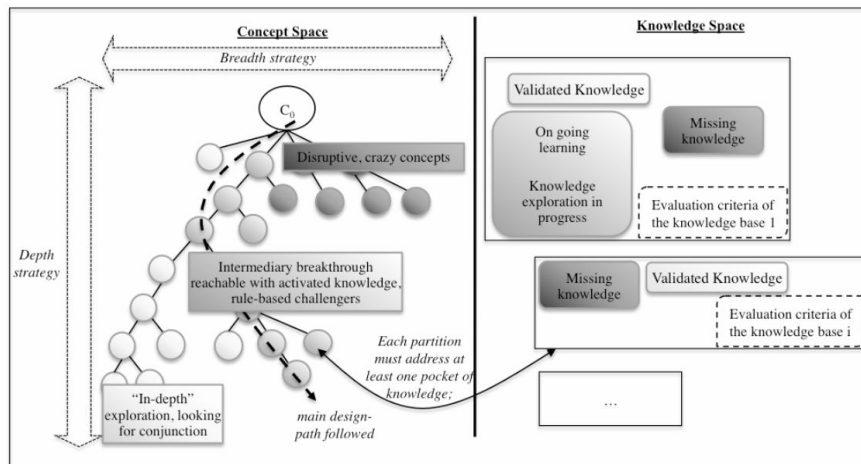
- A la part esquerra de l'espai C, els objectes coneguts en connexió amb els conceptes a prop d'objectes o serveis coneguts i existents;
- Al centre de l'espai C, les expansions que són assolibles per una addició incremental de coneixement o una reorganització del coneixement existent;
- A la part dreta de l'espai C, les expansions que condueixen a conceptes alternatius disruptius (encara no explorats) i desafiant a la solidesa dels coneixements en l'espai K.

4.2.- Explicitar els canvis en el procés de disseny.

Els canvis en el procés de disseny és poden destacar utilitzant un codi de color per tenir en compte el grau d'expansió dels conceptes explorats a l'espai C (conegut, assolible, perjudicial), i pel grau de familiaritat amb les bases de coneixement (validat, en procés d'aprenentatge, desconegut) en l'espai K.

Table 2. Design regime color code for C-K tools

		Industrial implications	Theoretical foundations
Levels of concept breakthrough from known to fully unknown		The concept refers to dominant design (i.e. set of known solutions/performance)	Many conjunctions (C->K)
		The concept is to deepen but it is attainable	Restrictive partition (K->C)
		The concept challenges the dominant design - specific project is required	Expansive partition (C->C)
Levels of knowledge robustness from known to fully unknown		Known and validated knowledge	Stable knowledge base
		On-going acquisition of knowledge	Identified knowledge with on-going K->K
		Absent or "non-working" knowledge	Lack of knowledge (C->K)



1.5.- Identificació dels operadors

Una aportació molt interessant de la teoria CK són els operadors CC, CK, KK, KC. Aquests operadors signifiquen les metodologies que permeten operar els elements de C i de K i transformar-los en elements de C o de K.

Els operadors poden ser l'activitat intuïtiva, la capacitat de crear conceptes i coneixement sense l'aplicació de cap mètode. Tot i això, és podrien considerar operadors altres mètodes existents que poden tenir el mateix objectiu. Per exemple:

Altres operadors KC



Brainstorming, TRIZ, Mind Maps, Ventall de conceptes, Llista d'atributs,...

Altres operadors CC



Paraules a l'atzar, PO (Provocacions), Scamper,...

Altres operadors KK



Tècnica Delphi, Matriu QFD, Benchmarking, SLP,...

Altres operadors CK



Creació de prototips físics, Entrevistes i Qüestionaris, Avaluació d'experts,...

1.5.1.- Altres operadors KC

1.5.1.1.- Anàlisi Morfològica

Altres noms: Caixa morfològica, Morfologia, Caixa de les Idees. Separar les dimensions més importants d'un problema per després estudiar totes i cadascuna de les relacions existents entre elles. Això provoca un nombre de combinacions producte del nombre d'alternatives que s'han considerat per a cada dimensió. L'etapa següent consisteix en passar revista a cadascuna d'aquestes combinacions per poder detectar noves idees. Algunes de les combinacions ens seran familiars i d'altres donaran lloc a idees absurdes o impracticables. Finalment, algunes provocaran idees noves o no convencionals.

El seu objectiu és resoldre problemes mitjançant l'anàlisi de les parts que el componen. Es basa en la concepció que qualsevol objecte del nostre pensament està compost o integrat per un cert nombre d'elements i en la consideració que aquests tenen identitat pròpia i poden ser aïllats. Per tant, parteix d'una Llista d'atributs per a generar noves possibilitats. Realitza totes les combinacions possibles utilitzant cada vegada una variant de cada atribut. El número total de combinacions possibles s'anomena "producte morfològic". Es fa una "Recerca morfològica", consistent en analitzar algunes combinacions i veure les seves possibilitats. Aquesta recerca pot ser total o a l'atzar (si el número és molt alt).

Els passos a seguir són els següents:

1. Escollir el problema a resoldre, situació o objecte a millorar, etc.
2. Analitzar quins atributs (o elements, o paràmetres) el componen.
 - Els atributs poden referir-se a parts físiques, processos, funcions, aspectes estètics, etc.
 - És convenient seleccionar els atributs rellevants. La pregunta, sense aquest atribut, el problema continuaria existint? Serveix per determinar si és rellevant o no.
3. Analitzar les variants o alternatives possibles de cada atribut.
4. Combinar, fent totes les combinacions possibles, agafant cada vegada una variant de cada atribut. Al nombre total de combinacions possibles se l'anomena "producte morfològic".
 - Suposem que en el pas 2 hem trobat 3 atributs: A, B i C.
 - Suposem que l'atribut A té 3 variants (A1, A2 i A3), el B també en té 3, (B1, B2 i B3) i el C en té 2 (C1 i C2).
 - El producte morfològic és el conjunt de totes les combinacions possibles = $3 \times 3 \times 2 = 18$, que en el nostre cas són les combinacions:
A1-B1-C1 A1-B1-C2 A1-B2-C1 A1-B2-C2 A1-B3-C1 A1-B3-C2
A2-B1-C1 A2-B1-C2 A2-B2-C1 A2-B2-C2 A2-B3-C1 A2-B3-C2
A3-B1-C1 A3-B1-C2 A3-B2-C1 A3-B2-C2 A3-B3-C1 A3-B3-C2

5. Cerca morfològica, que consisteix en analitzar combinacions i veure les seves possibilitats creatives. Es pot fer de dues maneres:

5.1 A l'atzar: s'escull a l'atzar una variant de cada atribut. Una manera de fer-ho es disposar tants recipients com atributs i en cada un posar-hi paperets amb les seves variants. S'agafa un paperet de cada recipient i s'analitza la combinació. Després es torna a posar els paperets al seu recipient d'origen i es repeteix l'operació.

5.2 Per enumeració ordenada: consisteix en enumerar totes les combinacions possibles, tal com hem fet en el punt 4, i analitzar-les totes sistemàticament.

Si el nombre de variants és elevat, el nombre de combinacions pot esdevenir immanejable. Una simplificació que se sol fer és eliminar aquelles combinacions parcials de dues o més variants que es considerin inviables i en conseqüència, eliminar totes les que d'elles se'n derivarien.

1.5.1.2.- Brainwriting

De cinc a vuit participants seuen al voltant d'una taula, cada un amb un llapis i un bloc de paper.

1. Algú del grup presenta un problema, i escriu l'enunciat a un lloc on tots el puguin veure. El grup el discuteix per assegurar-se que tots els participants l'entenen.

2. Si encara no s'ha iniciat la pila, es crea fent que cada persona escrigui quatre idees en un full de paper, i posant-lo a continuació, cap per avall, al centre de la taula.

3. Els participants treuen un paper de la pila i hi afegeixen idees o comentaris.

4. Sempre que volen, tornen a posar a la pila, cap per avall, el tros de paper amb el que han estat treballant, n'agafen un altre, i afegeixen més idees al nou full.

5. En qualsevol moment, si ho prefereix així, un participant pot començar un nou full del seu propi bloc i, en el moment oportú, d'afegir-lo a la pila.

6. Al cap de 20-30 minuts, s'acaba el procés, i es recullen els fulls d'idees per avaluar-les posteriorment.

1.5.1.3.- Empatia

Aquesta tècnica consisteix en posar-se en lloc de l'altre, implicat en el problema, considerar la situació des de l seua punt de vista, o bé, si n'hi ha més d'un, representar una escena que reuneixi els diferents personatges implicats en el problema.

És estrany que aquesta tècnica no aportï una il·luminació nova als protagonistes. És una de les rares tècniques que pot fer aparèixer una solució - amb clara consciència de l'eureka - en qüestió de minuts. Altres tècniques produeixen molt material i sovint cal esperar a la seva decantació per veure aparèixer una de les idees com una possible resposta al problema plantejat.

Cal una certa dosi d'imaginació per inventar l'escena que hauran de representar els protagonistes. El temps de preparació no és temps perdut.

1.5.2.- Altres operadors CC

1.5.2.1.- Googlestorming

Una de les operacions en el reialme del pensament divergent és el "vagar". Vagar per nous territoris amb la ment oberta la buida totalment proporcionant noves connexions i enllaços. *Googlestorming* és una nova manera de vagar sense deixar el teu despatx.

A vegades hi ha problemes als que has estat donant voltes durant setmanes i necessites quelcom ràpid, quelcom fàcil, quelcom que puguis fer tu sol sense reunir un munt de gent. Quina és la resposta? El *Googlestorming*! Cert! deixa que el cercador Google busqui per a tu.

Procediment:

- Dona un cop d'ull al teu voltant i agafa un objecte ... qualsevol objecte.
- Busca'l a Google.
- Després escull una de les tres o quatre primeres respostes (no importa quina),
- Obre-la i deixa que la informació de la pàgina estimuli nous pensaments sobre el teu tema.

Exemple:

Porto temps pensant sobre què fa que el canvi sigui sostingut (qualsevol canvi, personal o organitzatiu). He decidit usar aquesta tècnica i he agafat "clip per paper" (no és gaire original ... però en part també es tracta d'això). La tercera resposta a la recerca ha estat *Early Office Museum Paper Clip*. (No és realment divertit el que es pot trobar a Internet?). Buscant en aquesta web he trobat una llista de criteris que van determinar l'èxit dels clips i he pensat: usar clips pel paper va ser un canvi i s'estan usant des de fa molt temps, per tant, potser aquests criteris podrien ser útils per pensar sobre els canvis. Heus ací la llista de criteris:

1. No enganxa, mutila o estripa els papers
2. No s'enreda amb els altres clips de la capsa
3. Pot ajuntar un gruix considerable de papers
4. Agafa els papers amb seguretat

5. És prim i ocupa poc espai en els fitxers
6. S'insereix fàcilment
7. És lleuger i no implica pagar més en segells de correu
8. És barat (perquè usa poc filferro)

Convertint aquests criteris d'èxit dels clips de paper al canvi, en vaig extreure:

1. El canvi no hauria de fer que les coses anessin pitjor -- especialment les coses més importants
2. El canvi no hauria de generar confusió, evitant que s'enredés amb les activitats existents i tot es convertís en un enrenou
3. El canvi ha de ser prou flexible per incorporar les activitats, temes, problemes, i demés que siguin realment importants
4. El canvi ha d'aconseguir el que prometia
5. El canvi no hauria de generar problemes que requereixin temps extra i recursos addicionals
6. El canvi hauria de ser tan fàcil d'implementar com sigui possible
7. El canvi no hauria d'afegir costos innecessaris
8. El canvi hauria de crear un benefici positiu

No és una llista completa, però penso que no està malament per uns quants minuts de treball ... i em va proporcionar més material

1.5.2.2.- Paraules a l'atzar

Suposem que tenim un focus creatiu sobre el que necessitem la aportació d'idees noves. Llavors introduïm una paraula que no tingui cap connexió amb la situació i la unim a aquesta. A partir d'aquesta juxtaposició tractem d'elaborar idees noves.

Qualsevol persona que apliqui la lògica tradicional senyalarà quant absurda és aquesta iniciativa. Si la "paraula" s'escull realment a l'atzar, servirà d'ajuda per a qualsevol tema. De la mateixa manera, qualsevol paraula funcionaria amb qualsevol focus escollit. O sigui, que qualsevol paraula serveix per a qualsevol tema.

El cervell és tan eficient per establir connexions que encara que la paraula que s'incorpora a l'atzar sembli molt remota, el cervell establirà les connexions necessàries per tornar a l'àrea del focus. En la història de les idees hi ha molts casos en que un fet casual va semblar desencadenar una idea nova important. Però això només passa si hi ha una ment "preparada" que ha estat pensant en el tema.

La paraula ha de ser a l'atzar. Si l'escollíssim, ho faríem segons els nostres hàbits i ja no hi hauria provocació.

El mètode:

1. Quan estiguis buscant un enfocament nou per a un problema, fes aparèixer una paraula a l'atzar.
 - Obre un diccionari en una pàgina a l'atzar i agafa la primera paraula de la pàgina de la dreta
 - Posa el dit a 'atzar damunt del diari i agafa la paraula que quedi senyalada
 - És important quedar-se amb la primera que surti i treballar-la.
 - Elaborat o aconseguix una llista de paraules. Canvia-la periòdicament.
2. Pensa en una varietat de coses que estan associades a la paraula que t'hagi sortit.
3. Força les connexions amb el teu focus
4. Fes una llista de les teves idees. Altrament, no les recordaràs.

1.5.2.3.- Scamper

Scamper significa "carrera ràpida", "fugida precipitada". *Scamper* és una llista de verificació (*ckecklist*) generadora d'idees basada en verbs d'acció que suggereixen canvis a un producte existent, servei o procés.

La llista està ordenada per fer-la fàcil de recordar:

S = Substituir? (*Substitute?*)

C = Combinar? (*Combine?*)

A = Adaptar? (*Adapt?*)

M = Magnificar? (*Magnify?*) Modificar (*Modify?*)

P = Posar-li un altre ús? (*Put to other uses?*)

E = Eliminar? (*Eliminate?*) o Minimitzar? (*Minify?*)

R = Reorganitzar? (*Rearrange?*), Invertir (*Reverse?*)

La idea que hi ha darrera aquesta llista de verificació és que un producte, servei, o procés existents, tant si són propis com si són de la competència, es poden millorar si un hi aplica una sèrie de verbs i preguntes relacionades i persegueix les respostes per veure a on el porten. Aquests verbs indiquen possibles maneres de millorar un producte, servei, o procés existent fent-hi canvis.

Al llarg del temps, milers d'organitzacions han usat la llista de verificació verbal i d'altres derivades tals com *Scamper* per crear o millorar milers de productes i serveis. Per utilitzar *Scamper*:

1. Identifica l'element - el producte, servei, o procés - que vols millorar.

2. Fes-te les preguntes *Scamper* sobre el teu element i mira quines noves idees emergeixen.

1.5.2.4.- Sensation

Sensation significa pensar simultàniament en els cinc sentits de vista, so, gust, tacte i olfacte.

Pensa en el teu problema en funció dels teus cinc sentits. Quin gust, olor, tacte, aspecte, so, té el teu problema? Observa les teves reaccions per desencadenar noves percepcions del teu problema i la seva solució. *Sensation* ens amplia el ventall de maneres de pensar.

El mètode consisteix en escollir un dels cinc sentits: la vista, l'oïde, el gust, l'olfacte i el tacte. També es poden considerar opcions com la temperatura, la posició o el moviment.

Durant uns minuts els participants han d'interpretar l'assumpte des del punt de vista del seu sentit i moure's a altres sentits en els que puguin encaixar. Finalment descriuran al grup allò quan han percebut.

En relació a aquest tema i els edificis podeu consultar el text següent disponible a les biblioteques de l'ETSAB i ETSAV a les quals podeu accedir sense cap problema: PALLASMAA, Juhani. *Los ojos de la piel*. Editorial Gustavo Gili. Barcelona, 2006. 76p. ISBN-13: 978-84-252-2135-4. A més a més a internet hi ha una fitxa de lectura al link:

<http://ocw.upm.es/expresion-grafica-arquitectonica/musica-y-arquitectura-espacios-y-paisajes-sonoros/contenidos/Practicas/Practica-1-Ficha-de-lectura/lectura5.pdf>

1.5.3.- Altres operadors KK

1.5.3.1.- Revisió bibliogràfica

L'objectiu és trobar la informació publicada que pugui influir favorablement en l'output dels dissenyadors i que es pugui obtenir sense costos i retards inacceptables.

L'esquema és el següent:

1.- Identificar els propòsits per els quals es busca la informació publicada.

2.- Identificar els tipus de publicació que probablement continguin la informació apropiada a aquests propòsits.

3.- Seleccionar els mètodes estàndard més adequats per l'inici de la investigació bibliogràfica.

4.- Minimitzar el cost de la investigació permeten retards recuperables i avaluant constantment l'elecció de fonts d'aplicació de les dades recollides.

5.- Guardar referències exactes i completes dels documents de la possible utilització.

6.- Guardar col·leccions locals de publicacions de dimensions suficientment petites com per permetre una ràpida consulta.

1.5.3.2.- Benchmarking - Millors pràctiques

El benchmarking és el procés d'identificar, entendre i adaptar conceptes i productes d'altres organitzacions del mateix o de diferent sector que la nostra organització, fixant-se en aquelles pràctiques, productes o estructures reconegudes com a «millors pràctiques», «pràctiques exemplars», etc.

El què es proposa en aquest cas és aprendre com altres han resolt els mateix objectiu que se'ns planteja.

The Process of Benchmarking

Organizations that benchmark, adapt the process to best fit their own needs and culture. Although number of steps in the process may vary from organization to organization, the following six steps contain the core techniques:



El procés contempla els següents passos:

- 1.- Identificar l'objecte a analitzar.
- 2.- Entendre el problema que es planteja.
- 3.- Identificar casos semblants i determinar el mètode de recollida de dades.
- 4.- Estudiar els altres casos.
- 5.- Comparar i aprendre a partir de les dades obtingudes.
- 6.- Implementar les conclusions de l'anàlisi.

1.5.3.3.- La finestra de Johari

La premissa d'aquest mètode és revelar i descobrir la informació desconeguda que pot causar un impacte en el projecte. El mètode és el següent:

1.- Identificar l'objectiu que s'està analitzant. Dibuixar una finestra amb quatre parts identificant en cada quadrant els següents aspectes: coses que el grup coneix, coses que el grup desconeix, coses que coneixen fora del grup (en el món) i coses que es desconeixen fora del grup (en el món).

		Grup	
		Coneix	Desconeix
Fora del grup	Coneix		
	Desconeix		

2.- Repartir notes adhesives i retoladors entre els participants i indicar que l'objectiu és intentar que el coneixement que tenen, i el que no tenen però que podrien usar, es faci explícit.

3.- Començar per la categoria corresponent al què el grup coneix i el què fora del grup es coneix. D'aquí s'obté informació sobre el què el grup sap. Aquest element s'omple fàcilment i hauria de donar una gran quantitat de continguts. Cal demanar als participants que anotin un fragment de coneixement en una nota adhesiva i que la col·loquin a la casella corresponent.

4.- Fer el mateix amb la casella corresponent al què el grup coneix però fora del grup es desconeix.

5.- Fer el mateix en la resta de caselles, deixant per el final la casella del què el grup desconeix i fora del grup es desconeix.

6.- Finalment, cal que el grup es planteji què es pot fer per abordar cada un dels reptes plantejats en cada categoria. Cal debatre sobre els diferents enfocaments que s'han fet evidents.

1.5.4.- Altres operadors CK

1.5.4.1.- Creació de prototips físics (Physical prototyping)

El prototipatge físic és un mètode de disseny per ajudar a resoldre qualsevol problema no anticipat. Els Prototips donen idees sobre com serà utilitzat un producte o servei, abans de crear una versió final.

En un primer moment és pot crear un prototip d'una forma "ràpida i bruta", de manera que la gent no té por de criticar-lo. En una etapa posterior es poden crear cada vegada prototips més elaborats.

Es pot construir un prototip utilitzant material disponible: paper, cartolina, cartró ploma, cola... Es pot provar la papiroflèxia o altres tècniques de manualitats.

Els prototips físics són també particularment eficaços per comunicar idees de disseny per diversos grups de parts interessades. Cal saber detectar les opinions crítiques que milloraran el disseny definitiu.

1.5.4.2.- Sis barrets per pensar [Six Thinking Hats]

El mètode és simple. Hi ha sis barrets imaginaris, cadascun d'un color diferent, En qualsevol moment un pensador pot escollir posar-se un dels barrets o se li pot demanar que se'ls tregui. Totes les persones de la reunió poden usar un barret d'un color concret durant una estona en un moment determinat. Els barrets involucren els participants en un mena de joc de rol mental.

- Blanc: Una mirada objectiva a les dades i a la informació. "Els fets són els fets".
- Vermell: Legitimitza els sentiments, pressentiments i la intuïció, sense necessitat de justificar-se.
- Negre: Significa la crítica, lògica negativa, judici i prudència. El perquè quelcom pot anar malament.
- Groc: Simbolitza l'optimisme. Lògica positiva, factibilitat i beneficis.
- Verd: L'oportunitat per expressar nous conceptes, idees, possibilitats,
- Blau: Control i gestió del procés del pensament. percepcions i usar el pensament creatiu.

Els barrets són més efectius usats a estones - utilitzant un barret en cada moment per obtenir un determinat tipus de pensament. Quan cal explorar un tema completament i de manera efectiva, es pot crear una seqüència de barrets i després usar-los cada un per torns: "Suggereixo que comencem amb el blanc i després canviem al verd i ..." El barret blau s'utilitza per compondre aquestes seqüències, per comentar sobre el tipus de pensament que s'està produint, per resumir el que s'ha pensat i arribar a conclusions. El Sis barrets es poden usar individualment.

1.5.4.3.- DAFO

L'anàlisi DAFO pretén establir els punts forts o fortaleses, les debilitats, les oportunitats i les amenaces d'un projecte. En aquest sentit, analitza tant les variables internes (debilitats i fortaleses) com les variables externes (oportunitats i amenaces).

Fortaleses	Oportunitats
Debilitats	Amenaces

Per extreure e màxim d'informació de la susdita anàlisi, val la pena considerar els punts següents:

- Tot i ser probable que darrera de cada conclusió hi hagi informació resultant d'un procés profund d'anàlisi, el secret de l'anàlisi DAFO rau a mantenir-la tan simple, incisiva i concreta com es pugui.
- Recollint la informació i situant-la en el quadrant apropiat s'obtindrà una visió general de on es troba la organització.
- Oportunitats i amenaces fan referència a circumstàncies "externes".
- L'anàlisi DAFO és una imatge estàtica de la situació del grup en el moment de fer aquesta anàlisi. No és permanent i representa una situació en un moment i espai concret. És molt convenient revisar-la, o fins i tot refer-la, periòdicament.

1.5.4.4.- Avaluació d'experts

Aquest mètode s'utilitza per a la validació de la qualitat del coneixement explícit abans de ser publicat o divulgat per qualsevol mitjà. La revisió per part d'un o més experts en el tema té una doble lectura: en general s'entén com una bona manera de filtrar la qualitat del projecte, alhora que resulta evident el conflicte que sorgeix en haver d'establir els nivells d'expertesa entre els diferents membres de la comunitat.

2.- Directrius del mètode d'organització de l'equip de treball

2.1.- Què és l'Scrum?

Scrum és un marc de treball iteratiu i incremental per el desenvolupament de projectes. La idea general és la següent:

- Constituir un equip que s'autogestionarà.
- Definir les funcionalitats o elements que ha de tenir el producte.
- Dividir el desenvolupament del disseny en parts més petites amb un objectiu molt concret que caldrà complir en un període de temps preestablert. Aquest període de temps s'anomena Sprint i està associat a la resolució de les funcionalitats o elements del producte.
- El producte avança en una sèrie de "Sprints" de diversos dies o setmanes de duració.

2.2.- Els rols en Scrum

En Scrum s'estableixen rols principals. Hi ha tres rols principals, el Product Owner (DP), l'Equip i l'ScrumMaster (SM).

Product Owner: El Product Owner representa la veu del client.

- Defineix les funcionalitats del producte
- Decideix sobre les dates i continguts
- Es responsable de la rentabilitat del producte
- Prioritza funcionalitats
- Ajusta funcionalitats i prioritats en cada iteració si es necessari

ScrumMaster (o Facilitador): L' Scrum és facilitat per un ScrumMaster, la seva tasca principal és eliminar els obstacles que impedeixen que l'equip assoleixi l'objectiu de l'Sprint.

L'ScrumMaster no és el líder de l'equip (perquè aquest s'auto-organitza), sinó que actua com una protecció entre l'equip i qualsevol influència que el pugui distreure'l. S'assegura que el procés Scrum s'utilitza com cal. És el que fa que les regles es compleixin.

- Responsable de promoure los valors i practiques d'Scrum
- Elimina impediments (Escut de l'equip de interferències externes)
- S'assegura de que l' equip és completament funcional i productiu
- Permet la cooperació en tots els rols i funcions

Equip de desenvolupament (Team): L'equip té la responsabilitat de lliurar el producte. Un equip petit de 3 a 9 persones amb les habilitats transversals necessàries per realitzar el treball.

- Multi-funcional
- Els membres han d'estar completament dedicats a l'Sprint.

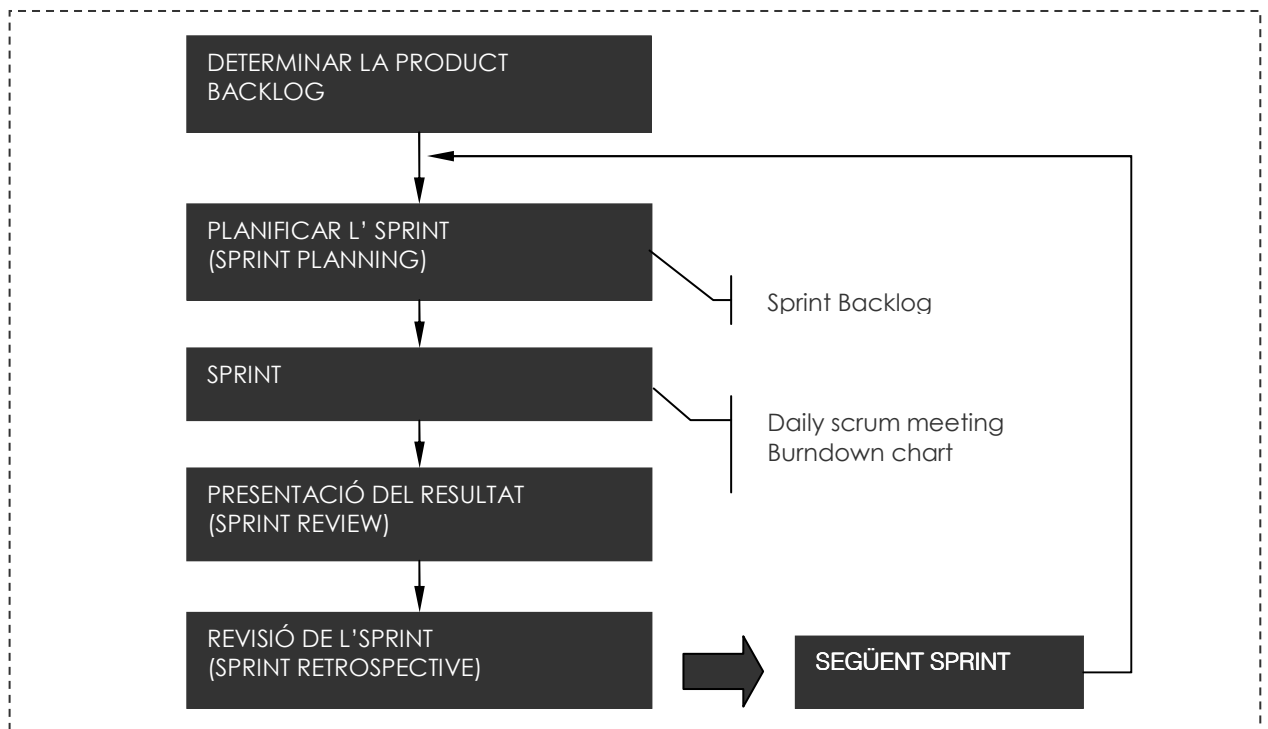
- Els equips son auto-organizatiu.

Nota: En aquest cas, els membres de l'equip seran els alumnes un dels quals també serà l'Scrum Master.

El marc de treball proposat en l'Scrum preveu només els següents elements:

Rols	Reunions (meetings)	Documents
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Product Owner (DP) ▪ ScrumMaster (SM) ▪ Equip (Team) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sprint planning ▪ Sprint review ▪ Sprint retrospective ▪ Daily scrum meeting 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Product backlog ▪ Sprint backlog ▪ Burndown chart

El mecanisme és el següent.



2.3.- Determinar la Product Backlog

La Product Backlog és un document que conté descripcions genèriques de tots els requeriments, funcionalitats desitjables, etc, i ordenades d'acord amb la seva importància o prioritat. És un document obert i es pot modificar. Conté estimacions a grosso modo, tant del valor pel projecte, com l'esforç de desenvolupament requerit.

- Mostra els requeriments i funcionalitats.
- És una llista de tots els requeriments de treball desitjats en el projecte.
- Idealment cada tema té valor per l'usuari o pel client.

- Prioritzada per el Product Owner.
- Reprioritzada al començament de cada Sprint.

El Product Backlog és doncs, una llista de les coses que el client vol o necessita, descrites utilitzant la terminologia del client. Anomenarem als elements d'aquesta llista, elements del Backlog. Un exemple de la informació continguda en un Product Backlog, pot ser la següent,

- Identificador: un identificador únic, simplement un número.
- Nom: una descripció curta de l'element del Backlog.
- Importància: la ràtio d'importància que el Product Owner dóna a aquest element. Per exemple, 10 o 150, més alt = més important. Se sòl evitar el terme "prioritat" perquè típicament "1" es considera la "Màxima prioritat, el que és molt incòmode si posteriorment es decideix que alguna cosa és més important.
- Estimació inicial: la valoració inicial de l'equip sobre quina quantitat de treball cal per implementar l'element, comparada amb altres elements. La unitat són "punts" i usualment correspon a "Dies - persona ideals". L'important no és que les estimacions absolutes siguin correctes (és a dir, que una previsió de 2 punts hagi de durar 2 dies), l'important és que les estimacions relatives siguin correctes (és a dir, que una estimació de 2 punts hauria de durar la meitat que una de 4 punts).
- Notes: qualsevol altra informació, aclariment, referència a altres fonts d'informació, etc. Normalment molt breu.

PRODUCT BACKLOG (Exemple)					
ID	Nom	Importància	Estimació	Notes	Altres
1					
2					
...					

Exemple d'una Product Backlog

En la Backlog cal procurar que cada actor interpreti correctament el seu paper, així el Product Owner ha de concentrar-se en els objectius del projecte i no entrar en temes tècnics que són competència de l'equip. L'Scrummaster ha de vetllar pel respecte de cada una de les competències.

2.4.- Sprint planning

Un cop la pila de producte està completament acabada es procedeix a planificar l'Sprint. A l'inici del cicle Sprint, es porta a terme una "Reunió de Planificació del Sprint". Els objectius de la planificació són els següents :

- Analitzar i avaluar el Product Backlog.
- Seleccionar l'objectiu de l'Sprint.
- Fer la planificació.
- Decidir com arribar a l'objectiu del Sprint (disseny).

- Crear el Sprint Backlog (tasques) en base als temes del Product Backlog.
- Estimar Sprint Backlog en hores.

A l'Sprint Planning hi ha d'assistir el Product Owner, l'Equip i el ScrumMaster.

El dia de la planificació de Sprint cal assegurar-se que la Product Backlog està perfectament acabada abans de la reunió de planificació. Això és:

- La Product Backlog ha d'existir.
- Hi hauria d'haver una Product Backlog i un Product Owner (per producte).
- Tots els elements importants haurien de tenir ràtios d'importància assignats, diferents ràtios d'importància. En realitat, tant és si els elements menys importants tenen tots el mateix valor, ja que probablement no es discutiran durant la planificació de Sprint. La ràtio d'importància s'empra només per ordenar els elements per rellevància. Així que si l'element A té una importància de 20 i l'element B una importància de 100, simplement vol dir que B és més important que A. No vol dir que B sigui cinc vegades més important que A. Si B tingués una importància de 21, ¡encara significaria el mateix! És útil deixar espai entre la seqüència de nombres per si apareix un element C que és més important que A però menys important que B.

El Product Owner ha de comprendre cada element (normalment ell és l'autor, però en alguns casos altres persones afegeixen sol·licituds, que el Producte Owner pot prioritzar).

Altres persones a part del Product Owner poden afegir els seus elements a la Product Backlog, però no poden assignar nivells d'importància i tampoc poden establir estimacions, aquesta és una tasca exclusiva de l'equip.

2.4.1.- Com es fa la planificació de l'Sprint

La planificació de Sprint és una reunió crítica, probablement la més important de Scrum. Una planificació de Sprint mal executada pot arruïnar per complet tot l'Sprint.

El propòsit de la planificació de l'Sprint és proporcionar a l'equip suficient informació com perquè puguin treballar tranquil·lament i sense interrupcions durant unes setmanes, i per oferir al Product Owner suficient confiança.

Una planificació de Sprint produeix, concretament:

- Un objectiu d'Sprint.
- Una llista de membres (i el seu nivell de dedicació, si no és del 100%)
- Una Sprint Backlog (llista dels elements inclosos en l'Sprint)
- Una data concreta per a la Revisió del Sprint.
- Un lloc i moment definits per a l'Scrum Diari.

2.4.2.- Definició de la durada de l'Sprint

Un dels resultats de la planificació de Sprint és una data definida de la Revisió de l'Sprint. Això vol dir que s'ha de determinar una durada del Sprint.

Els Sprints curts estan bé. Permeten ser "àgil", és a dir, canviar de direcció freqüentment.

Els Sprints llargs tampoc estan malament. L'equip té més temps per aconseguir impuls, tenen més espai per recuperar-se dels problemes que sorgeixen i tot i així complir la meta de l'Sprint.

La duració de l'Sprint es un valor de compromís. En qualsevol cas, un cop s'hagi establert una durada, cal mantenir-la durant un període de temps. Mantenint la mateixa durada s'aconsegueix una dinàmica a la qual tothom s'acostuma. No hi ha discussions sobre les dates de lliurament ja que tothom sap que cada x setmanes n'hi ha un.

2.4.3.- Definició de l'objectiu de l'Sprint

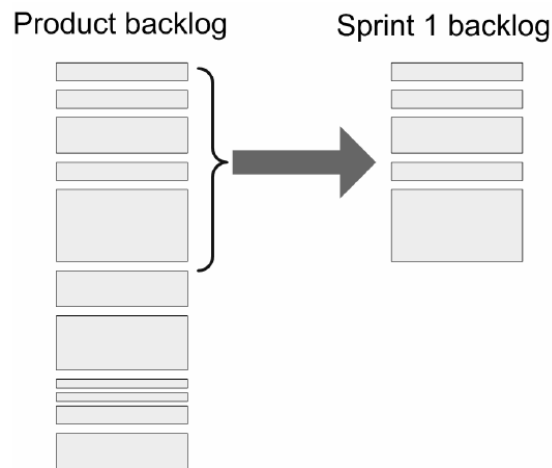
Cal que hi hagi una fita de l'Sprint. L'important és que estigui descrita de manera que la gent de fora de l'equip la pugui entendre. L'objectiu de Sprint hauria de respondre a la pregunta fonamental, per què s'està fent aquest Sprint?". Una forma d'obtenir l'objectiu és precisament fer aquesta mateixa pregunta al Product Owner .

L'Sprint Backlog és el document detallat on es descriu la manera com l'equip implementarà els requisits durant l'Sprint. Les tasques es divideixen en hores. Les tasques, han de ser assumides pels membres de l'equip de la manera que els sembli més oportuna.

2.4.4.- Elements que s'inclouen a l'Sprint

Una de les principals activitats durant la planificació de Sprint és decidir quins elements del Product Backlog s'inclouen a l'Sprint. En la imatge següent, cada rectangle representa un element del Backlog, ordenats per importància.

L'element més important és el del principi de la llista. La mida de cada rectangle representa la mida de l'element (és a dir, el temps estimat en punts). L'alçada del claudàtor representa la velocitat estimada de l'equip, és a dir, quants punts creu que pot completar durant el proper Sprint.



Decisió dels elements que s'incorporen al 1r Sprint

La Sprint Backlog de la dreta és una instantània dels elements de la Product Backlog i representa els elements als que l'equip es compromet durant aquest Sprint. Només l'equip decideix quants elements inclouran.

2.4.5.- Decidint elements a incloure en l'Sprint

La major part de la reunió de planificació de l'Sprint es dedica als elements del Product Backlog; estimant-los, reprioritzant-los, clarificant-los, dividint-los, etc. Hi ha moltes maneres d'enfocar aquestes tasques. Una solució és crear targetes i posar-les a la paret (o en una taula gran).

- La gent es posa dreta i camina al voltant.
- Es mantenen desperts i alerta més temps.
- Tothom se sent personalment més involucrat.
- Es poden editar múltiples elements simultàniament.
- Reprioritzar és trivial - simplement es tracta de moure les targetes.
- Després de la reunió, les targetes poden traslladar directament a la sala d'equip i usar-se com un tauler de tasques a la paret.
- Es pot escriure a mà.



Exemple d'Sprint Backlog

És fàcil elaborar targetes de l'estil següent:

01	Estudi Topogràfic	Importància
	Notes : Encarregar l'estudi Rebre i analitzar el resultat Determinar geometria del terreny	<input type="text" value="1"/> Estimació <input type="text" value="5"/>

Exemple de la fitxa d'un element d'Scrum

Les estimacions de temps són normalment més fàcils de fer (i més exactes) si un element es subdivideix en tasques o activitats. Es pot fer que l'equip es divideixi en parelles i que cadascuna subdivideixi un element en paral·lel. Físicament, això es fa afegint petites notes post-it a sota de cada element, de manera que cada post-it representa una tasca o activitat dins d'aquest element.

L'estimació és una tasca d'equip: tots els membres de l'equip s'han d'involucrar a estimar cada element.

- A l'hora de planificar, normalment no es coneix exactament qui implementarà quines parts de cada element.
- Els elements normalment involucren a diverses persones i de diferents àrees d'experiència
- Sovint quan es demanen estimacions a diverses persones, moltes vegades es donen discrepàncies entre dos membres de l'equip. És millor descobrir aquestes coses al principi.

2.4.6.- Clarificant elements

Cal que tots els participants tinguin molt clara la definició de cada element. No pot succeir que sigui en la revisió de l'Sprint on es detectin aquestes incomprensions.

Els elements es poden dividir en elements més petits:

- Els elements no haurien de ser massa petits ni massa grans (en termes d'estimació). Si hi ha un munt d'elements de 0.5 punts probablement hi haurà una microgestió. D'altra banda, un element de 40 punts pot acabar parcialment complet.
- Si la velocitat estimada és 70 i els elements més prioritari pesen 40 punts cadascun, la planificació es torna difícil.
- Cal triar entre comprometre's a més del què caldria (escollir els dos elements) o menys (triar-ne només un). Sempre és possible dividir un element gran en elements més petits.

Al mateix temps, els elements es poden dividir en tasques. La diferència entre elements i tasques és molt simple. Els elements són lliurables, dels que el Product Owner se'n preocupa. Les tasques són no lliurables, o aspectes dels quals el Product Owner no se'n preocupa. Algunes observacions interessants:

- Els equips que estan començant amb Scrum són reticents a perdre temps dividint un munt d'elements en tasques des del principi.
- Per elements que s'entenen bé, és tan fàcil fer-ho des del principi com fer-ho més tard,
- Aquest tipus de divisió freqüentment revela treball addicional que fa que les estimacions pugin, amb el què s'aconsegueix un pla de l'Sprint més realista.
- Aquest tipus de divisió des del principi fa que els Scrum diaris siguin clarament més eficients.
- Encara que la divisió sigui inexacta i canvia una vegada que es comença, tots els avantatges abans esmentats continuen sent vàlids.

2.4.7.- Definint el lloc i l'hora per l'Scrum diari

Un dels aspectes sovint oblidats de la planificació de l'Sprint és un lloc i una hora determinats per al Scrum diari, sense això, l'Sprint està condemnat a un mal començament. El primer Scrum diari és essencialment el llançament, on tothom decideix per on començarà a treballar.

El més important és que sigui a una hora que tot l'equip accepti amb total convenciment.

Nota: En aquest cas ha de ser al principi de cada sessió de treball.

2.4.8.- Check list de la planificació de l'Sprint

Les prioritats en la planificació de l'Sprint són:

- Una fita de Sprint i una data per a la revisió. Això és el mínim necessari per començar un Sprint. L'equip té un objectiu i una data de finalització, i pot treballar directament amb la Product Backlog.
- Llista de quins elements ha acceptat acabar l'equip en aquest Sprint.
- Una estimació per a cada element de l'Sprint.
- Càlculs de velocitat i recursos, amb revisió de la planificació de l'Sprint. Incloent una llista dels membres de l'equip i els seus compromisos (d'una altra manera, no es podria calcular la velocitat).
- Un lloc i hora específics per a la realització del Scrum diari.
- Elements dividits en tasques. Aquesta divisió també es pot fer diàriament durant els Scrum diaris, però interferirà lleument el flux de l'Sprint.

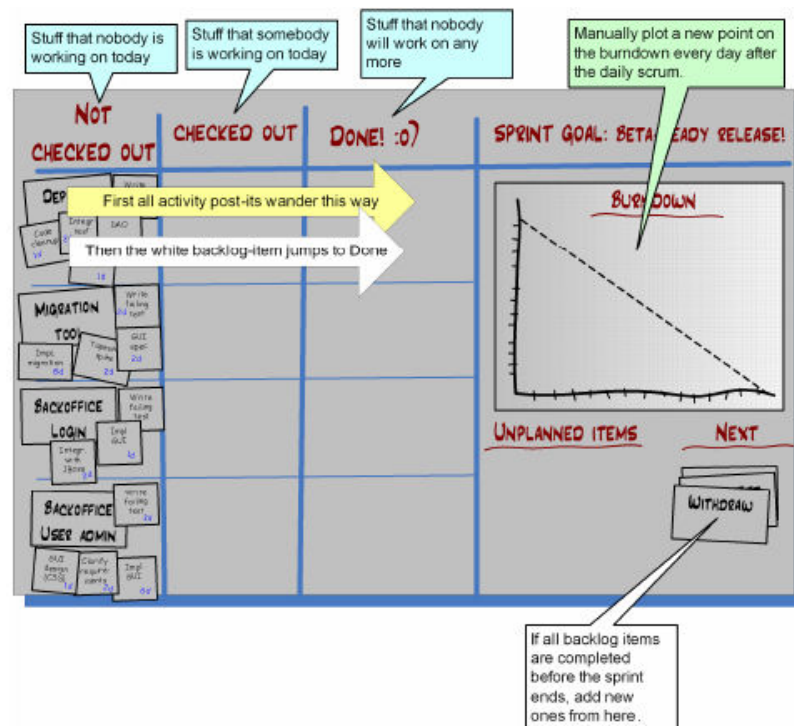
Planificació de Sprint és el més important que es fa a Scrum. Cal emprar una bona quantitat d'esforç en fer-la bé, i la resta serà molt més fàcil.

2.4.9.- Format de la Sprint Backlog

S'ha fet la planificació de l'Sprint, ara l'Scrum Màster ha de crear una Sprint Backlog. Això s'ha de fer abans del primer Scrum diari.

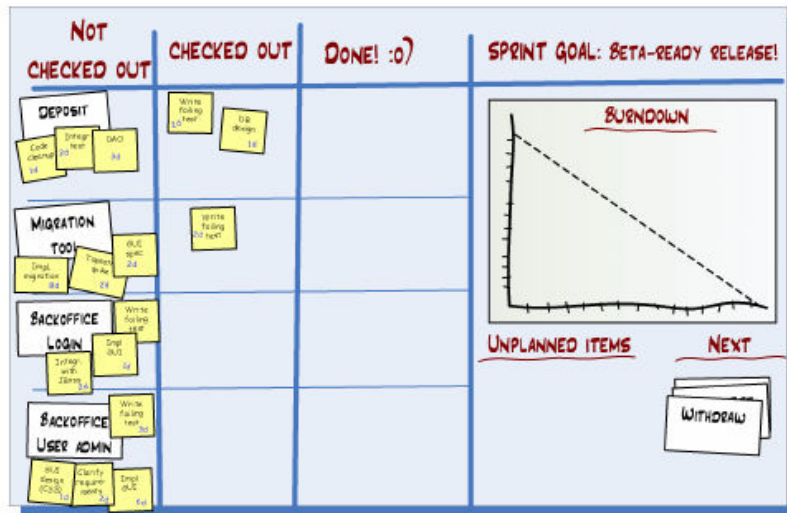
2.5.- Seguiment de l'Sprint

Durant l'Sprint cal anar fent un seguiment de l'evolució dels elements de la Product Backlog i de les activitats que els puguin formar. Per això s'utilitza una taula en la qual es mostren les activitats pendents d'ésser abordades, les activitats que s'estan treballant i les activitats que ja s'han acabat.



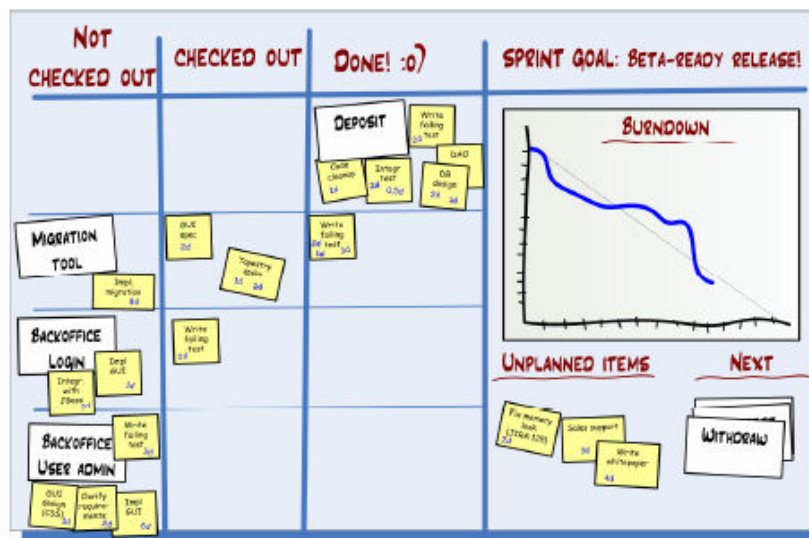
Seguiment de l'Sprint, inici

A mesura que evoluciona l'Sprint, cal indicar l'estat de les diferents activitats. Per exemple després del Daily Scrum del primer dia, el format de la podria ser el següent:



Seguiment de l'Sprint, després del primer dia

Únicament es mostren algunes activitats que s'han començat. Al cap d'uns quants dies, hi ha més activitats realitzant-se i algunes ja acabades. Com en la figura següent:



Seguiment de l'Sprint, després de diversos dies

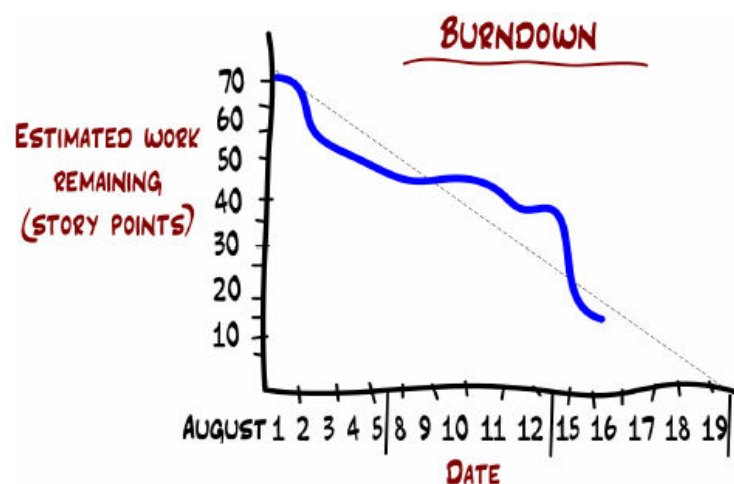
En aquest cas, ja hi ha un primer element de la Backlog Product acabat i activitats d'altres elements en curs. Tot i això, encara queden elements per abordar. La imatge següent mostra la situació d'un Sprint a punt d'acabar.



2.5.1.- Funcionament del diagrama Burndown

La Burndown Chart és el gràfic on es mostra l'evolució de l'sprint. En l'eix de horitzontal es marca l'escala temporal, habitualment en dies i en l'eix vertical els punts de treball. Cada dia es marquen els punts de treball que s'han acabat. Al final de l'sprint no han de quedar activitats a realitzar.

La Burndown Chart és una gràfica mostrada públicament que mesura la quantitat de requisits en la Backlog del projecte pendents al començament de cada Sprint. Dibuixant una línia que connecti els punts de tots els Sprints completats, podem veure el progrés del projecte. El normal és que aquesta línia sigui descendent (en casos en què tot va bé en el sentit que els requisits estan ben definits des del principi i no varien mai) fins a arribar a l'eix horitzontal, moment en el qual el projecte s'ha acabat (no hi ha més requisits pendents de ser completats en la Backlog). Si durant el procés s'afegeixen nous requisits la recta tindrà pendent ascendent en determinats segments, i si es modifiquen alguns requisits el pendent variarà o fins i tot valdrà zero en alguns trams. Per exemple, en aquest cas,



Exemple de Burndown Chart

Aquesta Burdown Chart mostra que en el primer dia de l'Sprint (l'1 d'agost), l'equip va preveure que podria acabar aproximadament 70 punts de feina.

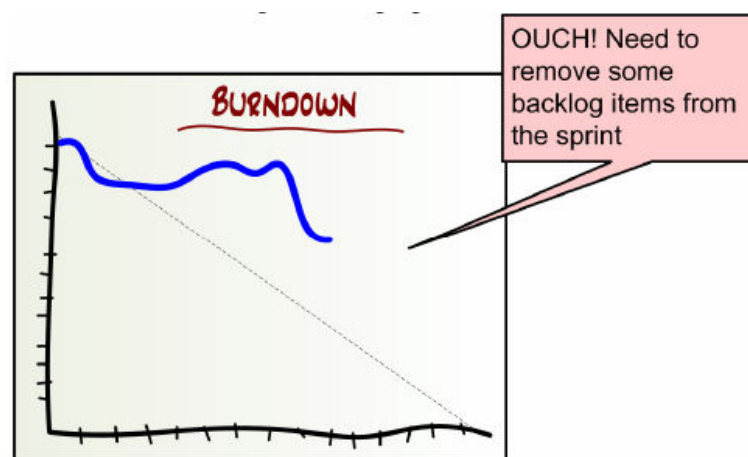
Aquesta era doncs, la velocitat estimada per a tot l'Sprint. El dia 16 l'equip estima que queden aproximadament 15 punts per fer. La línia de punts mostra que s'està una mica avançat respecte a la planificació, es a dir, que a aquest ritme es completaria tota la feina al final de l'Sprint.

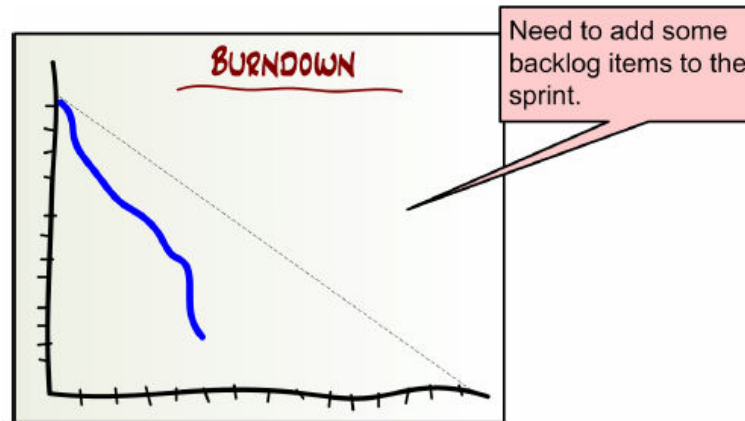
Un dels principis fonamentals de Scrum és que mai es prolonga la durada del Sprint, s'acaba en la data assignada encara que l'equip no hagi acabat el treball compromès.

Els equips normalment es comprometen en excés en el seu primer Sprint i no compleixen els seus objectius. Al voltant del tercer o quart Sprint, els equips solen haver esbrinat que són capaços de lliurar, i compliran els objectius de l'Sprint amb més fiabilitat. Als equips se'ls recomana que escullin una duració per Sprint (per exemple dues setmanes) i que no la canviïn. Una durada consistent ajuda l'equip a saber quant poden fer, que els ajuda en l'estimació i en la planificació del lliurament a més llarg termini. També ajuda a que l'equip agafi un ritme de treball.

2.5.2.- Senyals en el diagrama Burndown

La gràfica serveix per alertar de situacions anòmales en l'evolució del procés. Per exemple, si la corba de la gràfica es massa plana aleshores significa que l'equip té massa feina i cal eliminar alguns elements del Backlog de l'Sprint, si la corba baixa sobtadament, significa que l'equip pot abordar més elements en el mateix Sprint.





2.6.- Daily scrum meeting

Un cop començat l'Sprint, l'equip participa en una altra de les pràctiques claus: L'Scrum Diari. És una reunió curta (15 minuts o menys) que se celebra cada dia a una hora prefixada i tot l'equip assisteix a la reunió. Per fer-la curta, es recomana que es realitzi a peu dret. És l'oportunitat de l'equip d'informar els altres sobre el progrés i els obstacles. A l'Scrum Diari, cada membre de l'equip, un per un, informa sobre tres (i només tres) coses als altres membres de l'equip:

- Què has fet des d'ahir?
 - Què és el que estàs planejant fer avui?
 - Has tingut algun problema que t'hagi impedit aconseguir el teu objectiu?
- (És el paper del ScrumMaster recordar aquests impediments).

Cal tenir en compte que l'Scrum Diari no és una reunió per informar a un cap, és temps que dedica un equip auto-organitzat per compartir entre els seus membres el que està passant i per coordinar-se. Algú anota els bloquejos, i l'ScrumMaster es responsabilitza d'ajudar els membres de l'equip a resoldre'ls.

No hi ha discussions, només es dona resposta a les tres preguntes, si es necessita parlar sobre alguna cosa es fa després de l'Scrum Diari, en una reunió de seguiment. Normalment s'aconseja que no assisteixin a l'Scrum Diari ni caps, ni gerents ni altres llocs d'autoritat; la presència d'aquest tipus de persones pot fer que l'equip es senti observat, amb la pressió de informar d'un gran progrés cada dia (una expectativa poc realista), i cohibeix el informar sobre problemes- i tendeix a socavar l'autogestió de l'equip, i convida a la microgestió.

És més útil que els interessats en el projecte s'acostin a l'equip després de la reunió i s'ofereixin a ajudar amb qualsevol bloqueig que està fent disminuir el progrés de l'equip.

Normalment s'actualitza el tauler de tasques durant els Scrum diaris.

- Quan cada persona descriu el que va fer el dia anterior i el que farà avui, cal moure els post-it al tauler.

- Quan cada persona descriu elements no planificats, cal posar un post-it nou per a cada un d'ells.
- Conforme cada persona actualitza les seves estimacions, cal escriure una nova estimació en el post-it corresponent i titlla l'anterior estimació.
- De vegades l'Scrummàster fa tot això mentre els altres parlen. Alguns equips tenen la política que cada persona ha de fer l'actualització del tauler que li correspongui abans del cada reunió. Sigui quin sigui el format de la Sprint

Backlog, cal que tot l'equip s'involucri a la tasca de mantenir la Sprint Backlog actualitzada.

Cal cercar estratègies per a garantir la puntualitat dels assistents a l'Scrum diari. En l'Scrum Diari es detecta el nivell d'ocupació de cada integrant de l'equip. També cal cercar estratègies per a ocupar a tothom,

2.7.- Sprint review

Quan acaba l'Sprint es fa una presentació del resultat.

En aquesta reunió hi són presents el Product Owner, els membres de l'Equip, i el ScrumMaster, a més dels clients i altra gent interessada en el projecte, col·laboradors, experts...

Una idea clau en Scrum és inspeccionar i adaptar. Veure i aprendre el que està passant i llavors evolucionar basant-se en els comentaris i observacions, en cicles repetits. La Revisió del Sprint és una activitat d'inspecció i adaptació del producte. És l'oportunitat que el Product Owner vegi el que està passant amb el producte i amb l'equip, i és la oportunitat de l'equip de saber com va el què pensa el Product Owner.

Una revisió d'Sprint ben executada té un efecte molt profund:

- L'equip obté reconeixement per la seva tasca.
- Altres persones s'assabenten del que està fent l'equip.
- La revisió aconsegueix feedback vital dels interessats.
- Les revisions són (o haurien de ser) un esdeveniment social on diferents equips poden interactuar entre ells i discutir el seu treball. Això és molt valuós.
- Fer una revisió força a l'equip a acabar realment les coses i lliurar-les.
- L'equip sap que haurà de fer una revisió passi el que passi, el que incrementa significativament les possibilitats que hi hagi alguna cosa útil de demostrar.
- Una revisió és una presentació, és possible trobar recursos sobre aquesta dinàmica.

2.8.- Sprint Retrospective

Després de cada Sprint, es fa una retrospectiva, en la qual tots els membres de l'equip deixen les seves impressions. El propòsit de la retrospectiva és realitzar una millora contínua

del procés i implica inspeccionar i adaptar-lo. És una oportunitat perquè l'equip parli sobre el que funciona i el que no, i per a que s'acordin els canvis a afrontar. Hi han d'assistir l'Equip i l'ScrumMaster.

En aquest punt, el Product Owner i l'equip estan preparats per començar un altre cicle de Sprint.

La retrospectiva és el segon esdeveniment més important de Scrum (sent el primer la reunió de planificació de Sprint) ja que és la oportunitat per millorar. El format general pot variar, però es pot fer de manera semblant a això:

- Buscar un espai per fer una reunió tancada, informal, un racó còmode amb sofàs o algun lloc similar. Que es pugui tenir una discussió sense interrupcions.
- Cada persona té una oportunitat de dir, sense ser interrompuda, què pensa que ha anat bé, que podria haver anat millor i que pensen que s'hauria de fer diferent en el pròxim Sprint.
- Observar la velocitat estimada enfront de la real. Si hi ha una gran diferència, intentar analitzar per què.
- Quan el temps gairebé s'ha acabat, l'Scrum Màster ha de tractar de resumir els suggeriments concrets. Les retrospectives generalment no estan estructurades; tanmateix, el tema subjacent és sempre el mateix: "què es pot fer millor el pròxim Sprint?".

Una forma habitual i simple d'estructurar la Retrospectiva del Sprint és dibuixar dues columnes en una pissarra amb els textos "Què ha anat bé?" i "Què es podria millorar?", i aleshores, els assistents poden moure's per la sala afegint elements a les llistes. Quan algun element es repeteix, se li afegeix una marca per deixar clar quins són els elements comuns.

Posteriorment l'equip busca les causes subjacents, s'acorda aplicar un nombre petit de canvis en el següent Sprint, i es compromet a revisar els resultats en la Retrospectiva del proper Sprint.

En un exemple de pissarra d'una retrospectiva hi hauria tres columnes:

- Bé: si es fes l'Sprint de nou, es tornarien a fer aquestes coses igual.
- Millorable: si es fes una altra vegada l'Sprint, es farien aquestes coses de manera diferent.
- Millors: idees concretes sobre com es pot millorar en el futur.

2.9.- Descansos entre Sprints

Es molt important desconnectar del projecte entre Sprints.

2.10.- Check list de l'Scrum Màster

Al començament de l'Sprint:

- Després de la reunió de planificació de l'Sprint, crear una pàgina d'informació
- Enviar un correu a tothom anunciant que ha començat un nou Sprint.
- Incloure l'objectiu de l'Sprint i un enllaç a la pàgina d'informació de l'Sprint.
- Actualitza el document d'estadístiques de l'Sprint. Afegeix la velocitat estimada, mida de l'equip, longitud de l'Sprint, etc.

Cada dia:

- Assegurar-se que l'Scrum diari comença i acaba a la seva hora.
- Assegurar-se que tots els elements són afegits o eliminats de la Sprint Backlog quan sigui necessari per mantenir l'Sprint en la data. Assegurar-se que es notifiquen aquests canvis al Product Owner.
- Assegurar-se que l'equip manté actualitzades la Product Backlog i la Burndown Chart.
- Assegurar-se que els problemes o impediments són solucionats o reportats al Product Owner.

Final de Sprint:

- Fer una revisió oberta de l'Sprint.
- Tothom hauria d'estar informat de la revisió un o dos dies abans.
- Fer una retrospectiva de Sprint amb tot l'equip.
- Actualitza el document d'estadístiques de l'Sprint. Afegir la velocitat real i els punts clau de la retrospectiva.

3.- Integració de la Teoria C-K en SCRUM

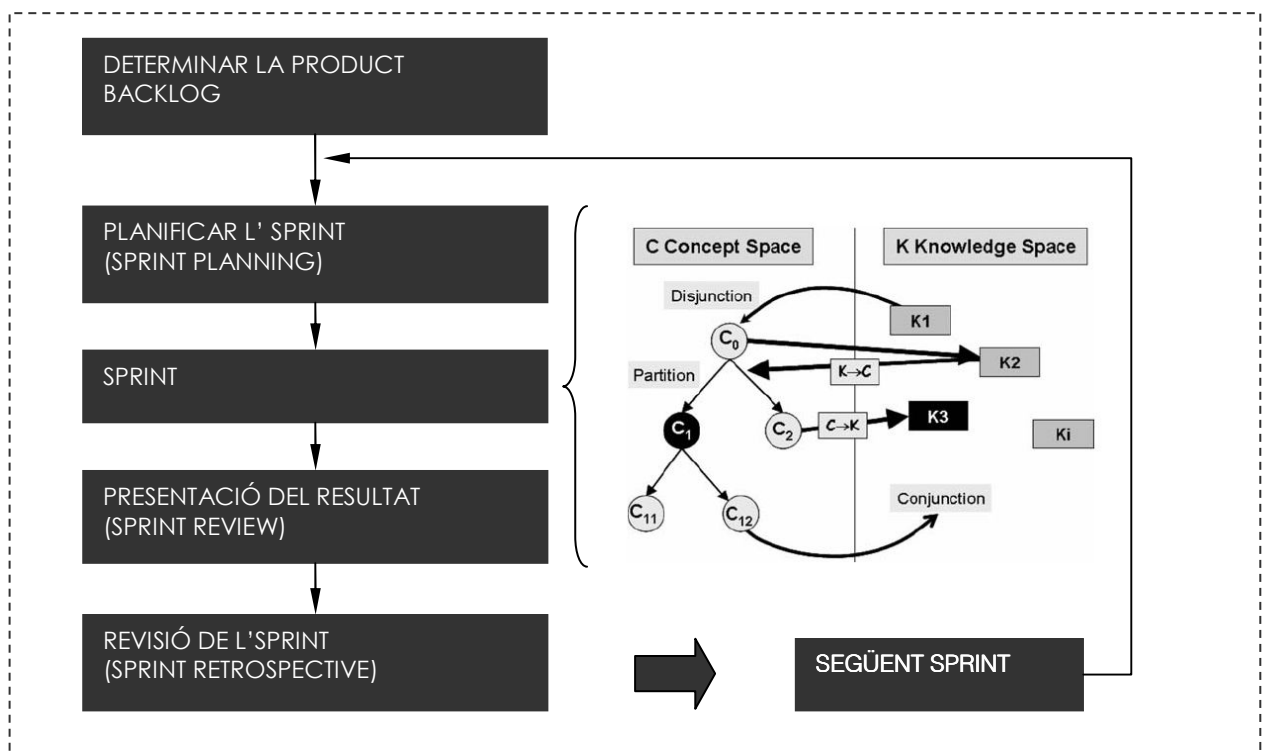
L'esquema que es seguirà en l'aplicació que es proposa és el següent:

- 1.- Inici; identificar i atribuir els rols del procediment (Product Owner, Scrummaster i l'equip).
- 2.- Determinar el Product Backlog.
- 3.- Realitzar el primer Sprint Planning.
- 4.- Realitzar el primer Sprint – Aplicació de la teoria C-K – Utilització dels operadors C-K.

La realització de l'Sprint consisteix en l'execució de l'activitat de disseny pròpiament dita. Això significa que és en l'Sprint on pren forma l'aplicació de la teoria C-K mitjançant la utilització dels operadors C-K.

En la realització del Product Backlog s'han exposat els requeriments funcionals que ha de resoldre el projecte, i aquest és el punt de partida del procés de disseny. Sabem que el procés s'iniciarà definint un concepte (C_0) que estarà constituït per un conjunt inicialment limitat d'atributs que són proposicions certes de l'espai K . Aquests atributs sorgeixen dels requeriments funcionals establerts en el Product Backlog.

Els elements que conformen l'Sprint evolucionaran d'acord amb la teoria C-K i de la manera com l'equip de disseny sigui capaç d'aplicar-la.



Integració de la Teoria C-K en SCRUM

Així doncs el procés continua de la forma següent:

- 5.- Presentació del resultat de primer Sprint (Sprint Review).
- 6.- Realització de la avaluació del primer Sprint (Sprint Retrospective).

Un cop presentat el resultat del primer Sprint és procedeix a iniciar el segon. El segon Sprint es realitza de la mateix manera que el primer:

- 7.- Realitzar el segon Sprint Planning.
- 8.- Realitzar el segon Sprint – Aplicació de la teoria C-K – Utilització dels operadors C-K.
- 9.- Presentació del resultat de segon Sprint (Sprint Review).
- 10.- Realització de la avaluació del segon Sprint (Sprint Retrospective).

El procés s'allarga fins a tants Sprints com siguin necessaris per a acabar obtenint un resultat del projecte.

Annex 2 Presentació realitzada als participants

- teoria del disseny i dels processos d'innovació anomenada Concept-Knowledge Theory (C-K Theory)
- desenvolupada a partir de l'any 2003 pels professors Hatchuel i Weil de la càtedra de Teoria del Disseny i Mètodes per a la Innovació del Centre de Gestion Scientifique de l'Ecole des Mines ParisTech de París.

- El nom de la teoria, C-K, reflecteix la suposició per la qual el disseny pot ser modelat com la interacció entre dos espais interdependents amb diferents estructures i lògiques:
 - Espai del coneixement o espai K (K space).
 - Espai dels conceptes o espai C (C space).

- La representació gràfica dels dos espais és la següent:




Què és l'espai K?

- L'espai K (espai de coneixement): es defineix com un conjunt de proposicions amb un estat lògic, d'acord amb el coneixement a disposició dels dissenyadors.
- L'espai K és el coneixement objectiu del que disposa el dissenyador, és allò que el dissenyador coneix.
- Conté les proposicions que caracteritzen els objectes (en part coneguts) així com les relacions (en part conegudes) entre aquests objectes.


- És ampliable, és a dir el contingut de K canviarà amb el temps i les definicions d'alguns objectes de K també pot canviar.
- La divergència d'opinions i incerteses també són proposicions de K.
- Queda clar que K és el coneixement del dissenyador i no tot el coneixement existent. Aquest aclariment és molt important atès que significa que el procés de disseny està limitat per allò que el dissenyador coneix.

Què és l'espai C?

- Un concepte és una entitat o grup d'entitats que verifica un grup de propietats (o atributs) P_n [Existeix algun objecte x , amb un grup de propietats P_1, P_2, \dots, P_k veritables en K]. Aquest grup de proposicions que no té un estat lògic en l'espai K.
- En tan que conjunt de propietats, un concepte pot ser modificat a partir de l'adició o subtracció de les mateixes. (El concepte només podrà ser transformat a partir de la modificació de les seves propietats).

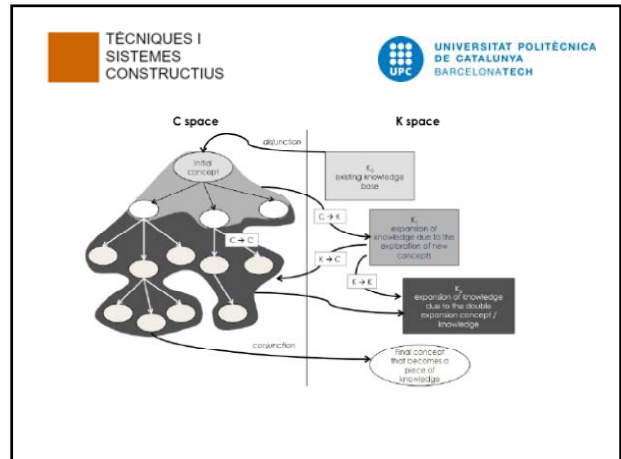
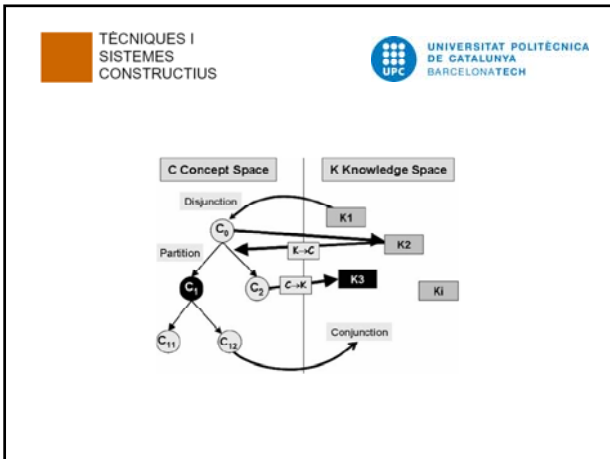
TÉCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH


- L'espai C conté conceptes que són proposicions indecidibles en K sobre l'objecte x parcialment desconegut.
- Cal dir que una proposició és qualificada com indecidible en relació amb el contingut d'un espai K si no és possible demostrar que aquesta proposició és veritadera o falsa en K.

TÉCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH


Què és el procés de disseny?

- El disseny es defineix com el procés mitjançant el qual un concepte genera altres conceptes o es transforma en coneixement (transformar proposicions indecidibles en proposicions veritaderes en K).
- El disseny és una activitat de raonament (procés) que comença amb un concepte (una proposició indecidible en relació amb els coneixements actuals) al voltant d'un objecte x parcialment desconegut i l'intenta expandir a altres conceptes i/o nous coneixements.



TÉCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

- El procés de disseny implica una doble expansió dels espais C i K a través de l'aplicació dels quatre tipus d'operadors: $C \rightarrow C$, $C \rightarrow K$, $K \rightarrow C$, $K \rightarrow K$.

TÉCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

- K-C: Aquests operadors sumen o resten propietats de K als conceptes de C. Això correspon al que normalment anomenem la generació d'alternatives (Disjunció).
- L'operador amplia l'espai C amb elements de K; genera conceptes provisionals mitjançant l'assignació de nous atributs.
- C-K: aquest operador cerca propietats en K que es poden sumar o restar per arribar a proposicions amb un estat lògic; creen les conjuncions que podrien ser acceptades com a un disseny acabats. Corresponen a les validacions en el disseny clàssic: fer una prova, un pla experimental, un prototip.


**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**


- Cada vegada que un concepte és modificat per un nou atribut, cal comprovar si proposta nova encara és un concepte.
- Les noves proposicions que es generen poden ser noves fonts d'atributs de la partició següent. Així, els conceptes tenen una potència d'exploració en K a través de la seva validació.


**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**


- K-K: aquests operadors responen a les regles clàssiques de la lògica i el càlcul proposicional que permeten una auto-expansió de l'espai K; inclouen tot tipus de raonaments clàssics (classificació, deducció, l'abducció, inferència, etc.)
- A més, qualsevol metodologia de disseny que es pugui realitzar com un programa (o un algorisme) sense l'ús dels conceptes, es redueix finalment a un operador KK.
- C-C: aquests operadors responen a les regles clàssiques de la teoria de conjunts que permeten la inclusió i el control de les particions.


**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**
**Què és una partició?**

- En la teoria C-K, el concepte de partició significa els possibles estats d'un el procés de disseny en la seva etapa conceptual, d'alguna manera significa el conjunt de solucions possibles en l'etapa del problema de disseny.
- Cal establir dos tipus d'expansions:
 - Particions restrictives.
 - Particions expansives.


**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**


- Si la propietat s'afegeix a un concepte que ja es coneix en K com una característica d'una de les entitats que es tracti, tenim una partició restrictiva.
- Les particions restrictives es donen quan el conjunt de solucions possibles ja existeix.
- Si la propietat que s'afegeix no es coneix en K com una propietat d'una de les entitats involucrades en la definició del concepte, tenim una partició expansiva.
- Les particions expansives poden donar lloc a solucions de disseny només si hi ha expansions de K que les validen o si generen noves particions expansives.


**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**
**Les estructures asimètriques dels espais**

Els operadors generen dues estructures diferents:

- C té sempre una estructura d'arbre.
- K és expandit per noves proposicions que no tenen cap raó per seguir un ordre estable o estar connectades directament. K creix com un arxipèlag.



**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**
**Un exercici**

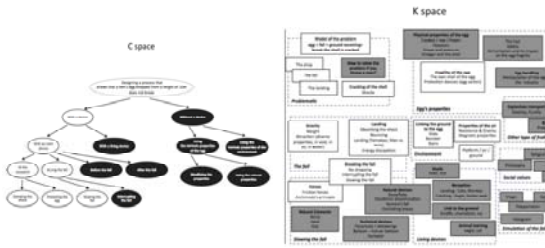
- Generar el major nombre possible de solucions al problema següent:
 - Deixar caure un ou des d'una alçada de 10 metres sense que es trenqui utilitzant un dispositiu inert (no viu).
- Nota: És important construir el diagrama C-K, separant l'espai C i l'espai K i anotar els diversos conceptes apareguts així com els coneixements activats.


TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

Anàlisi de les solucions

- D'una banda, apareixen les solucions corresponents al raonament restrictiu (particions restrictives) que no requereix l'expansió del coneixement i del concepte: esmorteir el xoc, protegir l'ou i la desacceleració de la caiguda.
- D'altra banda, apareixen possibles camins de solució que no vénen a la ment de forma espontània (formació d'un àguila per agafar l'ou, usant la robustesa natural de l'eix longitudinal d'un ou, la congelació de l'ou, etc.)


TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**



TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

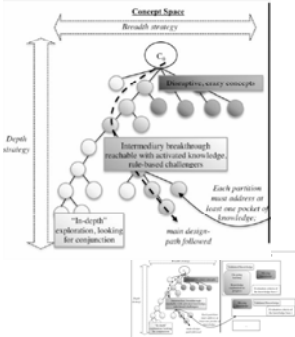
La teoria a la pràctica


- Per portar la teoria a la pràctica caldrà seguir els passos següents:
 - 1.- Identificar C0
 - 2.- Explorar K
 - És convenient estructurar K rigorosament. En un procés de disseny, part del coneixement explícit, sovint és descuidat.
 - El dissenyador ha de descriure rigorosament cada nínxol de coneixement incorporat en el procés.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**


3.- Triar una estratègia de disseny

- Estratègia primer l'amplada (breadth first): Una partició lògica del concepte inicial.
- Estratègia primer la profunditat (depth first): una enumeració de les característiques possibles del concepte inicial.



TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

- 4.- Expandir Cn aplicant les següents directrius pràctiques:
 - 4.1.- Col·locar Cn d'esquerra a dreta d'acord a la seva capacitat disruptiva.
 - A la part esquerra de l'espai C, els objectes en connexió amb els conceptes a prop d'objectes o serveis coneguts i existents;
 - Al centre de l'espai C, les expansions que són assolibles per una addició incremental de coneixement o una reorganització del coneixement existent;
 - A la part dreta de l'espai C, les expansions que condueixen a conceptes alternatius disruptius (encara no explorats).

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

4.2.- Explicitar els canvis en el procés de disseny.

Els canvis en el procés de disseny es poden destacar utilitzant un codi de color per tenir en compte el grau d'expansió dels conceptes explorats a l'espai C (conegut, assolible, perjudicial), i pel grau de familiaritat amb les bases de coneixement (validat, en procés d'aprenentatge, desconegut) en l'espai K.

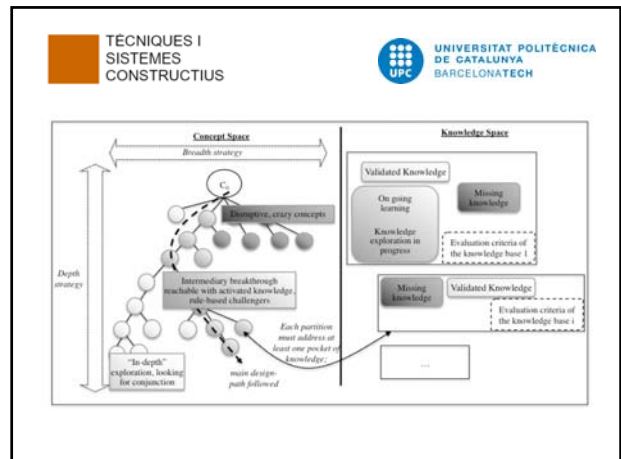
TECNQUES I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

UPC

Table 2. Design regime color code for C-K tools

		Industrial implications	Theoretical foundations
Levels of concept breakthrough from known to fully unknown	Known concept	The concept refers to dominant design (i.e. set of known solutions/performance)	Many conjunctions (C->K)
	Attainable concept	The concept is to deepen but it is attainable	Restrictive partition (K->C)
	Design space	The concept challenges the dominant design-specific project is required	Expansive partition (C->C)
Levels of knowledge robustness from known to fully unknown	Validated knowledge	Known and validated knowledge	Stable knowledge base
	On-going learning	On-going acquisition of knowledge	Identified knowledge with on-going K->K
	Missing knowledge	Absent or "non-working" knowledge	Lack of knowledge (C->K)



TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Identificació dels operadors

- Els operadors poden ser l'activitat intuïtiva, la capacitat de crear conceptes i coneixement.
- Tot i això, és podrien considerar operadors altres mètodes existents.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Altres operadors KC → Brainstorming, TRIZ, Mind Maps, Ventall de conceptes, Llista d'atributs...

Altres operadors CC → Paraules a l'atzar, PO (Provocacions), Scamper...

Altres operadors KK → Tècnica Delphi, Matriu QFD, Benchmarking, SLP,...

Altres operadors CK → Creació de prototips físics, Entrevistes i Qüestionaris, Avaluació d'experts,...

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Anàlisi Morfològica

1. Escollir el problema a resoldre, objecte a millorar, etc.
2. Analitzar quins atributs (o elements, o paràmetres) el componen.

Els atributs poden referir-se a parts físiques, processos, funcions, aspectes estètics, etc.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

3. Analitzar les variants o alternatives possibles de cada atribut.
4. Combinar, fent totes les combinacions possibles, agafant cada vegada una variant de cada atribut.
 - Suposem que en el pas 2 hem trobat 3 atributs: A, B i C.
 - Suposem que l'atribut A te 3 variants (A1, A2 i A3), el B també en te 3, (B1, B2 i B3) i el C en te 2 (C1 i C2).
 - El producte morfològic és el conjunt de totes les combinacions possibles = $3 \times 3 \times 2 = 18$.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Productor de luz	Filamento, fluorescente, fl. compacta, halògena, V. sodio,...	5
Intensidad	Constante, regulable, intermitente, variable, aleatoria,...	5
Luminària	Sin, concentrador, globo, pantalla, visera, reflector indirecto,...	6
Material	Hierro, bronce, aluminio, metal, plástico, cerámica, madera,...	7
Acabados	Sin, pintado, galvanico, anódico, plástico, forrado, gravado,...	7
Tamaño	Pequeño, mediano, grande	3
Encendido	Sin, en el cable, en la lámpara, mando a distancia,...	4
Fuente energia	Red, pila, batería, dinamo, alternador, fotoeléctrica, eólica,...	7
Mecanismos	Sin, Plegable, flexible, telescópica, orientable,...	5

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

5. Cerca morfològica, que consisteix en analitzar combinacions i veure les seves possibilitats creatives. Es pot fer de dues maneres:
 - 5.1 A l'atzar: Disposar tants recipients com atributs i en cada un posar-hi paperets amb les seves variants. S'agafa un paperet de cada recipient i s'analitza la combinació. Després es torna a posar els paperets al seu recipient d'origen i es repeteix l'operació.
 - 5.2 Per enumeració ordenada: consisteix en enumerar totes les combinacions possibles, tal com hem fet en el punt 4, i analitzar-les totes sistemàticament.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Brainwriting

1. Algú del grup presenta un problema, i escriu l'enunciat a un lloc on tots el puguin veure. El grup el discuteix per assegurar-se que tots els participants l'entenen.
2. Si encara no s'ha iniciat la pila, es crea fent que cada persona escrigui quatre idees en un full de paper, i posant-lo a continuació, cap per avall, al centre de la taula.
3. Els participants treuen un paper de la pila i hi afegeixen idees o comentaris.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH


4. Sempre que volen, tornen a posar a la pila, cap per avall, el tros de paper amb el que han estat treballant, n'agafen un altre, i afegeixen més idees al nou full.
5. En qualsevol moment, si ho prefereix així, un participant pot començar un nou full del seu propi bloc i, en el moment oportú, d'afegir-lo a la pila.
6. Al cap de 20-30 minuts, s'acaba el procés, i es recullen els fulls d'idees per avaluar-les posteriorment.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Empatia

- Aquesta tècnica consisteix en posar-se en lloc de l'altre, implicat en el problema, considerar la situació des de l seu punt de vista, o bé, si n'hi ha més d'un, representar una escena que reuneixi els diferents personatges implicats en el problema.



TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Altres operadors CC

Googlestorming

- Dona un cop d'ull al teu voltant i agafa un objecte ... qualsevol objecte.
- Busca'l a Google.
- Després escull una de les tres o quatre primeres respostes (no importa quina),
- Obre-la i deixa que la informació de la pàgina estimuli nous pensaments sobre el teu tema.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Paraules a l'atzar

1. Quan estiguis buscant un enfocament nou per a un problema, fes aparèixer una paraula a l'atzar.
 - Obre un diccionari en una pàgina a l'atzar i agafa la primera paraula de la pàgina de la dreta
 - Posa el dit a 'atzar damunt del diari i agafa la paraula que quedi senyalada
 - És important quedar-se amb la primera que surti i treballar-la.
 - Elaborat o aconsegueix una llista de paraules. Canvia-la periòdicament.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

2. Pensa en una varietat de coses que estan associades a la paraula que t'hagi sortit.
3. Força les connexions amb el teu focus
4. Fes una llista de les teves idees. Altrament, no les recordaràs.

TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Scamper

- *Scamper* és una llista de verificació (*checklist*) generadora d'idees basada en verbs d'acció que suggereixen canvis a un producte existent, servei o procés.

S Substituir? (*Substitute?*)
 C Combinar? (*Combine?*)
 A Adaptar? (*Adapt?*)
 M Magnificar? (*Magnify?*) Modificar (*Modify?*)
 P Posar-li un altre ús? (*Put to other uses?*)
 E Eliminar? (*Eliminate?*) o Minimitzar? (*Minify?*)
 R Reorganitzar? (*Rearrange?*), Invertir (*Reverse?*)

TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

- Per utilitzar *Scamper*:
 1. Identifica l'element - el producte, servei, o procés - que vols millorar.
 2. Fes-te les preguntes *Scamper* sobre el teu element i mira quines noves idees emergeixen.

TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Sensation

- *Sensation* significa pensar simultàniament en els cinc sentits de vista, so, gust, tacte i olfacte.
- El mètode consisteix en escollir un dels cinc sentits: la vista, l'oïde, el gust, l'olfacte i el tacte. També es poden considerar opcions com la temperatura, la posició o el moviment.
- Durant uns minuts els participants han d'interpretar l'assumpte des del punt de vista del seu sentit i moure's a altres sentits en els que puguin encaixar. Finalment descriuran al grup allò que han percebut.

TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Altres operadors KK

Revisió bibliogràfica

- 1.- Identificar els propòsits per els quals es busca la informació publicada.
- 2.- Identificar els tipus de publicació que probablement continguin la informació apropiada a aquests propòsits.
- 3.- Seleccionar els mètodes estàndard més adequats per l'inici de la investigació bibliogràfica.
- 4.- Guardar referències exactes i completes dels documents de la possible utilització.

TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Benchmarking - Millors pràctiques

- El benchmarking és el procés d'identificar, entendre i adaptar conceptes i productes d'altres organitzacions del mateix o de diferent sector que la nostra organització, fixant-se en aquelles pràctiques, productes o estructures reconegudes com a «millors pràctiques».
- El què es proposa en aquest cas és aprendre com altres han resolt els mateix objectiu que se'n planteja.

TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

- 1.- Identificar l'objecte.
- 2.- Entendre el problema.
- 3.- Identificar casos semblants i determinar el mètode de recollida de dades.
- 4.- Estudiar els altres casos.
- 5.- Comparar i aprendre.
- 6.- Implementar les conclusions.

The Process of Benchmarking

Copyright © 2008 Benchmarking Institute. All rights reserved. Through member of the process, process improvement organization is organized, the following model, possible to use.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

La finestra de Johari

1.- Identificar l'objectiu que s'està analitzant. Dibuixar una finestra amb quatre parts identificant en cada quadrant els següents aspectes: coses que el grup coneix, coses que el grup desconeix, coses que coneixen fora del grup (en el món) i coses que es desconeixen fora del grup (en el món).

		Grup	
		Coneix	Desconeix
Fora del grup	Coneix		
	Desconeix		

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

2.- Començar per la categoria corresponent al què el grup coneix i el què fora del grup es coneix. D'aquí s'obté informació sobre el què el grup sap.

3.- Fer el mateix amb la casella corresponent al què el grup coneix però fora del grup es desconeix.

4.- Fer el mateix en la resta de caselles, deixant per el final la casella del què el grup desconeix i fora del grup es desconeix.

5.- Finalment, cal que el grup es planteji què es pot fer per abordar cada un dels reptes plantejats en cada categoria.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Altres operadors CK

Creació de prototips físics (Physical prototyping)

- El prototipatge físic és un mètode de disseny per ajudar a resoldre qualsevol problema no anticipat.
- En un primer moment es pot crear un prototip d'una forma "ràpida i bruta", de manera que la gent no té por de criticar-lo. En una etapa posterior es poden crear cada vegada prototips més elaborats.
- Es pot construir un prototip utilitzant material disponible: paper, cartolina, cartró ploma, cola... Es pot provar la papiroflèxia o altres tècniques de manualitats.
- Els prototips físics són també particularment eficaços per comunicar idees de disseny per diversos grups de parts interessades.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Sis barrets per pensar [Six Thinking Hats]

- El mètode és simple. Hi ha sis barrets imaginaris, cadascun d'un color diferent.
- En qualsevol moment un pensador pot escollir posar-se.
- Totes les persones de la reunió poden usar un barret d'un color concret durant una estona en un moment determinat.
- Els barrets són més efectius usats a estones - utilitzant un barret en cada moment per obtenir un determinat tipus de pensament.
- Quan cal explorar un tema completament i de manera efectiva, es pot crear una seqüència de barrets i després usar-los cada un per torns.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

- **Blanc:** Una mirada objectiva a les dades i a la informació. "Els fets són els fets".
- **Groc:** Simbolitza l'optimisme. Lògica positiva, factibilitat i beneficis.
- **Vermell:** Legitimitza els sentiments, pressentiments i la intuïció, sense necessitat de justificar-se.
- **Verd:** L'oportunitat per expressar nous conceptes, idees, possibilitats.
- **Negre:** Significa la crítica, lògica negativa, judici i prudència. El perquè quelcom pot anar malament.
- **Blau:** Control i gestió del procés del pensament, percepcions i usar el pensament creatiu.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

DAFO

- L'anàlisi DAFO pretén establir els punts forts o fortaleses, les debilitats, les oportunitats i les amenaces d'un projecte. En aquest sentit, analitza tant les variables internes (debilitats i fortaleses) com les variables externes (oportunitats i amenaces).


Fortaleses	Oportunitats
Debilitats	Amenaces

 TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS




Avaluació d'experts

- Aquest mètode s'utilitza per a la validació de la qualitat del coneixement explícit abans de ser publicat o divulgat per qualsevol mitjà.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH


Què és l'Scrum?

- Scrum és un marc de treball iteratiu i incremental per el desenvolupament de projectes. La idea és la següent:
 - Constituir un equip que s'autogestionarà.
 - Definir les funcionalitats o elements que ha de tenir el producte.
 - Dividir el desenvolupament del disseny en parts més petites amb un objectiu molt concret que caldrà complir en un període de temps preestablert (Sprint).
 - El producte avança en una sèrie de "Sprints" de diversos dies o setmanes de duració.


TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Els rols en Scrum


- En Scrum s'estableixen rols principals. Hi ha tres rols principals, el Product Owner (DP), l'Equip i l'ScrumMaster (SM).
- Product Owner: El Product Owner representa la veu del client.
 - Defineix les funcionalitats del producte
 - Decideix sobre les dates i continguts
 - Es responsable de la rentabilitat del producte
 - Prioritza funcionalitats
 - Ajusta funcionalitats i prioritats en cada iteració si es necessari

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

- ScrumMaster (o Facilitador): La seva tasca principal és eliminar els obstacles que impedeixen que l'equip assoleixi l'objectiu de l'Sprint.
 - L'ScrumMaster no és el líder de l'equip (perquè aquest s'auto-organitza), sinó que
 - actua com una protecció entre l'equip i qualsevol influència que el pugui distreure'l.
 - S'assegura que el procés Scrum s'utilitza com cal. És el que fa que les regles.
 - Elimina impediments (Escut de l'equip de interferències externes)
 - S'assegura de que l' equip és completament funcional i productiu

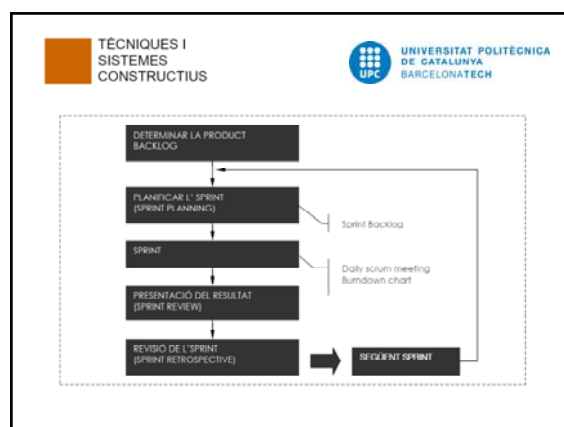
TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

- Equip de desenvolupament (Team): L'equip té la responsabilitat de lliurar el producte. Un equip petit de persones amb les habilitats transversals necessàries per realitzar el treball.
 - Multi-funcional.
 - Els equips son auto-organitziu.
- En aquest cas, els membres de l'equip seran els alumnes un dels quals també serà l'Scrum Master.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

- El marc de treball proposat en l'Scrum preveu només els següents elements:

Rols	Reunions (meetings)	Documents
<ul style="list-style-type: none"> Product Owner (DP) ScrumMaster (SM) Equip (Team) 	<ul style="list-style-type: none"> Sprint planning Sprint review Sprint retrospective Daily scrum meeting 	<ul style="list-style-type: none"> Product backlog Sprint backlog Burndown chart



**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Determinar la Product Backlog

- La Product Backlog és un document que conté descripcions genèriques de tots els requeriments, funcionalitats desitjables, etc, i ordenades d'acord amb la seva importància o prioritat.
 - És un document obert i es pot modificar.
 - Conté estimacions a grosso modo de l'esforç de desenvolupament requerit.
 - És una llista de tots els requeriments de treball desitjats en el projecte.
 - Prioritzada per el Product Owner.
 - Reprioritzada al començament de cada Sprint.

**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

PRODUCT BACKLOG (Exemple)

ID	Nom	Importància	Estimació	Notes	Altres
1					
2					
...					

- Importància:** la ràtio d'importància que el Product Owner dona a aquest element. Per exemple, 10 o 150, més alt = més important.
- Estimació inicial:** la valoració inicial de l'equip sobre quina quantitat de treball, comparada amb altres elements. La unitat són "punts". Cal que les estimacions relatives siguin correctes (és a dir, que una estimació de 2 punts hauria de durar la meitat que una de 4 punts).

**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Sprint planning

- Un cop la pila de producte està completament acabada es procedeix a planificar l'Sprint.
- A l'inici del cicle Sprint, es porta a terme una "Reunió de Planificació del Sprint". Els objectius de la planificació són els següents:
 - Anàlitzar i avaluar el Product Backlog.
 - Seleccionar l'objectiu de l'Sprint.
 - Fer la planificació.
 - Decidir com arribar a l'objectiu del Sprint (disseny).
 - Crear el Sprint Backlog (tasques) en base als temes del Product Backlog.
 - Estimar Sprint Backlog en hores.
 - A l'Sprint Planning hi ha d'assistir el Product Owner, l'Equip i el ScrumMaster.

**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

- El dia de la planificació de Sprint cal assegurar-se que la Product Backlog està perfectament acabada abans de la reunió de planificació.
- Tots els elements importants haurien de tenir ràtios d'importància assignats. La ràtio d'importància s'empra només per ordenar els elements per rellevància. Així que si l'element A té una importància de 20 i l'element B una importància de 100, simplement vol dir que B és més important que A.
- És útil deixar espai entre la seqüència de nombres per si apareix un element C que és més important que A però menys important que B.

**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Com es fa la planificació de l'Sprint

- El propòsit de la planificació de l'Sprint és proporcionar a l'equip suficient informació i per oferir al Product Owner suficient confiança.
- Una planificació de Sprint produeix, concretament:
 - Un objectiu d'Sprint.
 - Una llista de membres (i el seu nivell de dedicació, si no és del 100%)
 - Una Sprint Backlog (llista dels elements inclosos en l'Sprint)
 - Una data concreta per a la Revisió del Sprint.
 - Un lloc i moment definits per a l'Scrum Diari.

**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Definició de la durada de l'Sprint

- Un dels resultats de la planificació de Sprint és una data definida de la Sprint Review. Això vol dir que s'ha de determinar una durada del Sprint.
- Els Sprints curts estan bé. Permeten ser "àgil", és a dir, canviar de direcció freqüentment.
- Els Sprints llargs tampoc estan malament. L'equip té més temps per recuperar-se dels problemes que sorgeixin i tot i així complir la meta de l'Sprint.
- La duració de l'Sprint es un valor de compromís.
- No hi ha discussions sobre les dates de lliurament ja que tothom sap que cada x setmanes n'hi ha un.

TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Definició de l'objectiu de l'Sprint

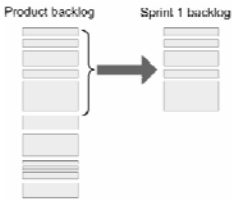
- Cal que hi hagi una fita de l'Sprint.
- L'objectiu de Sprint hauria de respondre a la pregunta fonamental, per què s'està fent aquest Sprint?.
- Un dels principis fonamentals de Scrum és que mai es prolonga la durada del Sprint, s'acaba en la data assignada encara que l'equip no hagi acabat el treball compromès.

TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Elements que s'inclouen a l'Sprint

- Una de les principals activitats durant la planificació de Sprint és decidir quins elements del Product Backlog s'inclouen a l'Sprint.
- L'Sprint Backlog és el document detallat on es descriu la manera com l'equip implementarà els requisits durant l'Sprint.




TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Decidint elements a incloure en l'Sprint

- La major part de la reunió de planificació de l'Sprint es dedica als elements del Product Backlog; estimant-los, reprioritzant-los, clarificant-los, dividint-los, etc.
- Hi ha moltes maneres d'enfocar aquestes tasques. Una solució és crear targetes i posar-les a la paret (o en una taula):



TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

- Les estimacions de temps són més fàcils de fer si un element es subdivideix en tasques o activitats.
- Físicament, això es fa afegint petites notes post-it a sota de cada element, de manera que cada post-it representa una tasca o activitat dins d'aquest element.
- Tots els membres de l'equip s'han d'involucrar a estimar cada element.
- A l'hora de planificar, no es coneix exactament qui implementarà quines parts de cada element.
- Els elements involucren a diverses persones i de diferents àrees d'experiència.
- Sovint quan es demanen estimacions a diverses persones, moltes vegades es donen discrepàncies. És millor descobrir aquestes coses al principi.

TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Clarificant elements

- Cal que tots els participants tinguin molt clara la definició de cada element. No pot succeir que sigui en la revisió de l'Sprint on es detectin aquestes incomprendions.
- Els elements es poden dividir en elements més petits.
- Els elements no haurien de ser massa petits ni massa grans (en termes d'estimació). Si hi ha un munt d'elements de 0.5 punts probablement hi haurà una microgestió. D'altra banda, un element de 40 punts pot acabar parcialment complet.

TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

- Al mateix temps, els elements es poden dividir en tasques. La diferencia entre elements i tasques és molt simple. Els elements són lliurables. Les tasques són no lliurables.
- Algunes observacions interessants:
 - Aquest tipus de divisió freqüentment revela treball addicional que fa que les estimacions pugin, amb el què s'aconsegueix un pla de l'Sprint més realista.
 - Aquest tipus de divisió des del principi fa que els Scrum diaris siguin clarament més eficients.

Definint el lloc i l'hora per l'Scrum diari

- En aquest cas ha de ser al principi de cada sessió de treball.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

Check list de la planificació de l'Sprint

- Les prioritats en la planificació de l'Sprint són:
 - Una fita de Sprint i una data per a la revisió (L'equip pot treballar directament amb la Product Backlog).
 - Lista de quins elements ha acceptat acabar l'equip en aquest Sprint.
 - Una estimació per a cada element de l'Sprint.
 - Càlculs de velocitat i recursos, amb revisió de la planificació de l'Sprint. Inclouent una llista dels membres de l'equip i els seus compromisos.
 - Un lloc i hora específics per a la realització del Scrum diari.
 - Elements dividits en tasques.
- Planificació de Sprint és el més important que es fa a Scrum.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

Seguiment de l'Sprint

- Durant l'Sprint cal anar fent un seguiment de l'evolució dels elements de la Product Backlog.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

Funcionament del diagrama Burndown

- La Burndown Chart és el gràfic on es mostra l'evolució de l'Sprint.
 - En l'eix de horitzontal es marca l'escala temporal, habitualment en dies i en l'eix vertical els punts de treball.
 - Cada dia es marquen els punts de treball que s'han acabat.
 - Al final de l'sprint no han de quedar activitats a realitzar.
 - Si durant el procés s'afegeixen nous requisits la recta tindrà pendent ascendent en determinats segments, i si es modifiquen alguns requisits el pendent variarà o fins i tot valdrà zero en alguns trams.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

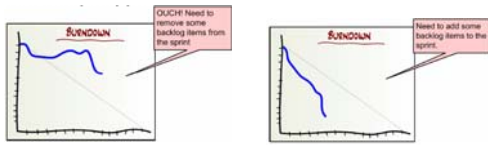
- Aquesta Burndown Chart mostra que en el primer dia de l'Sprint (l'1 d'agost), l'equip va preveure que podria acabar aproximadament 70 punts de feina.
- Aquesta era doncs, la velocitat estimada per a tot l'Sprint. El dia 16 l'equip estima que queden aproximadament 15 punts per fer.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Senyals en el diagrama Burndown

- La gràfica serveix per alertar de situacions anòmales en l'evolució del procés.



TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Daily scrum meeting

- L'Scrum Diari és una reunió curta que se celebra cada dia a una hora prefixada i tot l'equip assisteix a la reunió.
- A l'Scrum Diari, cada membre de l'equip, un per un, informa sobre tres (i només tres) coses als altres membres de l'equip:
 - Què has fet des d'ahir?
 - Què és el que estàs planejant fer avui?
 - Has tingut algun problema que t'hagi impedit aconseguir el teu objectiu?
- És el paper del ScrumMaster recordar aquests impediments.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

- Cal tenir en compte que l'Scrum Diari no és una reunió per informar a un cap, és temps que dedica un equip auto-organitzat per compartir entre els seus membres el que està passant i per coordinar-se.
- Algú anota els bloquejos, i l'ScrumMaster es responsabilitza d'ajudar els membres de l'equip a resoldre'ls.
- No hi ha discussions, només es dóna resposta a les tres preguntes.
- Normalment s'actualitza el tauler de tasques durant els Scrum diaris.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Sprint review

- Quan acaba l'Sprint es fa una presentació del resultat.
- En aquesta reunió hi són presents el Product Owner, els membres de l'Equip, i el ScrumMaster, a més de gent interessada en el projecte, col·laboradors, experts...
- La Revisió del Sprint és una activitat d'inspecció i adaptació del producte. És l'oportunitat que el Product Owner vegi el que està passant amb el producte i amb l'equip, i és la oportunitat de l'equip de saber com va el que pensa el Product Owner.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

- Una revisió d'Sprint ben executada té un efecte molt profund:
 - L'equip obté reconeixement per la seva tasca.
 - Altres persones s'assabenten del que està fent l'equip.
 - La revisió aconsegueix feedback vital dels interessats.
 - Les revisions són (o haurien de ser) un esdeveniment on diferents equips poden interactuar entre ells i discutir el seu treball.
 - Fer una revisió força a l'equip a acabar realment les coses i lliurar-les.
 - L'equip sap que haurà de fer una revisió passi el que passi, el que incrementa significativament les possibilitats que hi hagi alguna cosa útil de demostrar.
 - Una revisió és una presentació, és possible trobar recursos sobre aquesta dinàmica.


TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

Sprint Retrospective

- Després de cada Sprint, es fa una retrospectiva, en la qual tots els membres de l'equip deixen les seves impressions.
- El propòsit de la retrospectiva és realitzar una millora continua del procés i implica inspeccionar i adaptar-lo.
- És una oportunitat perquè l'equip parli sobre el que funciona i el que no, i per a que s'acordin els canvis a afrontar.
- Hi han d'assistir l'Equip i l'ScrumMaster.


**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

- El format general pot variar, però es pot fer de manera semblant a això:
 - Buscar un espai per fer una reunió tancada, informal.
 - Cada persona té una oportunitat de dir, sense ser interrompuda, què pensa que ha anat bé, que podria haver anat millor i que pensen que s'hauria de fer diferent en el pròxim Sprint.
 - Observar la velocitat estimada enfront de la real. Si hi ha una gran diferència, intentar analitzar per què.
 - L'Scrum Màster ha de tractar de resumir els suggeriments concrets.
 - Les retrospectives generalment no estan estructurades; tanmateix, el tema subjacent és sempre el mateix: "què es pot fer millor el pròxim Sprint?".


**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

- En un exemple de pissarra (paper) d'una retrospectiva hi hauria tres columnes:
 - Bé: si es fes l'Sprint de nou, es tornarien a fer aquestes coses igual.
 - Millorable: si es fes una altra vegada l'Sprint, es farien aquestes coses de manera diferent.
 - Millores: idees concretes sobre com es pot millorar en el futur.
- Posteriorment l'equip busca les causes subjacents, s'acorda aplicar un nombre petit de canvis en el següent Sprint, i es compromet a revisar els resultats en la Retrospectiva del proper Sprint.

**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH


Descansos entre Sprints

- Es molt important desconnectar del projecte entre Sprints.

Check list de l'Scrum Màster

- Al començament de l'Sprint:
 - Després de la reunió de planificació de l'Sprint, crear una pàgina d'informació
 - Enviar un correu a tothom anunciant que ha començat un nou Sprint.
 - Incloure l'objectiu de l'Sprint i un enllaç a la pàgina d'informació de l'Sprint.
 - Actualitza el document d'estadístiques de l'Sprint. Afegeix la velocitat estimada, mida de l'equip, longitud de l'Sprint, etc.


**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH


- Cada dia:
 - Assegurar-se que l'Scrum diari comença i acaba a la seva hora.
 - Assegurar-se que tots els elements són afegits o eliminats de la Sprint Backlog quan sigui necessari per mantenir l'Sprint en la data.
 - Assegurar-se que es notifiquen aquests canvis al Product Owner.
 - Assegurar-se que l'equip manté actualitzades la Product Backlog i la Burndown Chart.
 - Assegurar-se que els problemes o impediments són solucionats o reportats al Product Owner.

**TÈCNiques I
SISTEMES
CONSTRUCTIUS**




UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

- Final de l'Sprint:
 - Fer una revisió oberta de l'Sprint.
 - Tothom hauria d'estar informat de la revisió un o dos dies abans.
 - Fer una retrospectiva de Sprint amb tot l'equip.
 - Actualitza el document d'estadístiques de l'Sprint. Afegeix la velocitat real i els punts clau de la retrospectiva.


TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

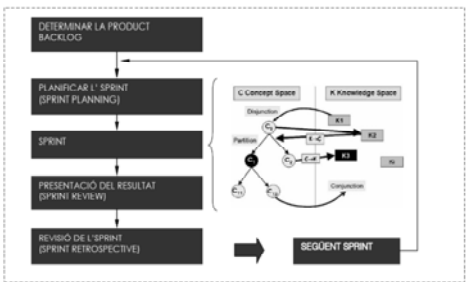
Integració de la C-K Theory en SCRUM

- L'esquema que es seguirà en l'aplicació que es proposa és el següent:
 - Inici: identificar i atribuir els rols del procediment (Product Owner, Scrummaster i l'equip).
 - Determinar el Product Backlog.
 - Realitzar el primer Sprint Planning.
 - Realitzar el primer Sprint.
 - Aplicació de la teoria C-K (Utilització dels operadors C-K).

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

- En la realització del Product Backlog s'han exposat els requeriments funcionals que ha de resoldre el projecte, i aquest és el punt de partida del procés de disseny.
- Sabem que el procés s'iniciarà definint un concepte (C0) que estarà constituït per un conjunt inicialment limitat d'atributs que són proposicions certes de l'espai K. Aquests atributs sorgeixen dels requeriments funcionals establerts en el Product Backlog.

TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**



TÈCNiques I SISTEMES CONSTRUCTIUS  **UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH**

- Presentació del resultat de primer Sprint (Sprint Review).
- Realització de la avaluació del primer Sprint (Sprint Retrospective).

- Un cop presentat el resultat del primer Sprint es procedeix a iniciar el segon. El segon Sprint es realitza de la mateixa manera que el primer:
 - Realitzar el segon Sprint Planning.
 - Realitzar el segon Sprint (Aplicació de la teoria C-K).
 - Presentació del resultat de segon Sprint (Sprint Review).
 - Realització de la avaluació del segon Sprint (Sprint Retrospective).
- El procés s'allarga fins a tants Sprints com siguin necessaris.