

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA

**APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS ÁGILES
EN LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN
EN PROYECTOS DE REFORMA EN EL SECTOR RETAIL**

TESIS DOCTORAL

Presentada por

HUGO SÁNCHEZ VICENTE

Arquitecto por la Universidad Politécnica de Madrid

I

2019

**DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN Y
TECNOLOGÍA ARQUITECTÓNICAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA**

**APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS ÁGILES
EN LA GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN
EN PROYECTOS DE REFORMA EN EL SECTOR RETAIL**

Presentada por

HUGO SÁNCHEZ VICENTE

Arquitecto por la Universidad Politécnica de Madrid

Dirigida por

DR. ALFONSO GARCÍA SANTOS

Doctor Arquitecto por la Universidad Politécnica de Madrid

DR. MANUEL SOLER SEVERINO

Arquitecto, Doctor por la Universidad Politécnica de Madrid

I

2019



POLITÉCNICA

Tribunal nombrado por el Sr. Rector Magfco. de la Universidad Politécnica de Madrid, el día.....de.....de 20....

Presidente: _____

Vocal: _____

Vocal: _____

Vocal: _____

Secretario: _____

Suplente: _____

Suplente: _____

Realizado el acto de defensa y lectura de la Tesis el día dede 20....
en la E.T.S.I. /Facultad.....

Calificación

EL PRESIDENTE

LOS VOCALES

EL SECRETARIO

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento al departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas, en especial a los Directores de la Tesis, D. Alfonso García Santos y D. Manuel Soler Severino, por su dedicación y apoyo.

También manifiesto mi agradecimiento a Luis Antonio Gutiérrez Cabrero, por compartir su enfoque conceptual de la arquitectura, donde la persona se apoya en el proceso para crear arte, y por mostrarme la figura del arquitecto como planificador y creador de sistemas, donde el proceso se antepone al resultado final.

*“El arte conceptual se hace con el fin de cautivar la mente del espectador,
no el ojo ni las emociones”*

(Sol LeWitt)

TOMO I

<i>Capítulo 1</i>	
INTRODUCCIÓN	1
<i>Capítulo 2</i>	
MOTIVACIÓN	5
<i>Capítulo 3</i>	
HIPÓTESIS	9
<i>Capítulo 4</i>	
OBJETIVOS	11
<i>Capítulo 5</i>	
METODOLOGÍA	15
5.1. Etapas de la Investigación	18
5.2. Ámbitos de estudio	20
5.3. Matriz de la Investigación	22

Capítulo 6

ESTADO DEL ARTE	25
6.1. Los modelos de gestión	28
6.1.1. Ciclo de vida del proyecto	28
6.1.2. Metodologías ágiles de gestión de proyectos	41
6.2. Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	50
6.2.1. Herramientas tradicionales	50
6.2.2. Herramientas y métricas ágiles	56
6.3. Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos	60
6.3.1. Representación tradicional	60
6.3.2. Matriz Parma	64
6.3.3. Herramientas ágiles de comunicación visual	66
6.4. Conclusión obtenida de la revisión del Estado del Arte	71

Capítulo 7

DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS DE ANÁLISIS	73
7.1. Criterios de análisis para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo	79
7.1.1. Criterio de análisis “Estrategia”	80
7.1.2. Criterio de análisis “Trabajo”	81
7.1.3. Criterio de análisis “Conocimiento”	82
7.2. Criterio de análisis para evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos	83
7.2.1. Criterio de análisis “Actividades”	84
7.3. Criterio de análisis para evaluar si las herramientas ágiles visualizan la información deseada	86
7.3.1. Criterio de análisis “Criterios de Visualización”	86
7.4. Conclusión obtenida de la definición de los criterios de análisis	96

Capítulo 8

SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Y DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES 97

8.1. Variables para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo	103
8.1.1. Variables para determinar si la estrategia es completa o incremental	106
8.1.2. Variables para determinar si el trabajo es secuencial o concurrente	114
8.1.3. Variables para determinar si el conocimiento está basado en los procesos o en las personas	114
8.2. Variables para evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos	116
8.2.1. Variable para determinar las actividades que componen los procesos	117
8.2.2. Variable para determinar el trabajo asociado a la ejecución de las actividades	117
8.3. Variables para evaluar si las herramientas ágiles visualizan la información deseada	118
8.3.1. Variables para determinar qué herramientas evitan las interrupciones de flujo provocadas por la aparición de tiempos muertos (<i>Mura</i>)	119
8.3.2. Variables para determinar qué herramientas evitan las interrupciones de flujo provocadas por la formación de cuellos de botella y la sobreasignación (<i>Muri</i>)	120
8.3.3. Variables para determinar qué herramientas evitan el desperdicio provocado por la producción innecesaria y el re-trabajo (<i>Muda</i>)	120
8.4. Conclusión obtenida de la determinación de las variables	122

Capítulo 9

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN	123
9.1. Análisis de los flujos de comunicación para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo	129
9.1.1. Toma de datos y análisis de los flujos de comunicación	129
9.1.2. Evaluación del modelo de gestión empleado	143
9.1.3. Conclusiones obtenidas de la evaluación del modelo de gestión empleado	157
9.2. Análisis de los flujos de procesos para evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos	161
9.2.1. Toma de datos y análisis de los flujos de procesos	161
9.2.2. Evaluación de la velocidad de producción de los equipos	168
9.2.3. Conclusiones obtenidas de la evaluación de la velocidad de producción de los equipos	176
9.3. Análisis de las herramientas de comunicación ágiles para evaluar si visualizan la información deseada	183
9.3.1. Toma de datos y análisis de las herramientas de comunicación ágiles	183
9.3.2. Evaluación de la información visualizada por las herramientas de comunicación ágiles	187
9.3.3. Conclusiones obtenidas de la evaluación de la información visualizada por las herramientas de comunicación ágiles	189
9.4. Conclusión y definición de criterios para desarrollar las propuestas	191

Capítulo 10

PROPUESTAS	193
10.1. Definición del problema	198
10.2. Medición	200
10.3. Análisis	204
10.4. Propuestas de mejora	206
10.4.1. Definición de un modelo de gestión evolutivo para la asignación de recursos en los equipos de gestión y de diseño	206
10.4.2. Aplicación de las herramientas de información ágiles para visualizar el trabajo en la producción de los entregables de diseño	209
10.4.3. Diseño de herramientas de comunicación para asignar recursos y regular el flujo de trabajo	219
10.5. Control	233
10.6. Conclusiones obtenidas de la validación de las propuestas	237

Capítulo 11

DISCUSIÓN	239
11.1. Particularidades de los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i>	246
11.2. El equipo de la ingeniería local	254
11.3. El equipo del cliente	256
11.3.1. Aplicación del modelo de gestión evolutivo	257
11.3.2. Aplicación de las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	261
11.3.3. Aplicación de las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos	264
11.4. Conclusión obtenida de la aplicación de las metodologías ágiles	265

Capítulo 12

CONCLUSIÓN 267

Capítulo 13

LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN 271

Capítulo 14

BIBLIOGRAFÍA 275

TOMO II

Anexo 1

Matriz de Análisis de los Flujos de Comunicación

Anexo 2

Listado de los Flujos de Comunicación

Anexo 3

Diagrama de los Flujos de Comunicación

Anexo 4

Matriz de Análisis de los Flujos de Procesos

Anexo 5

Diseño de los Flujos de Procesos en el equipo del cliente

Anexo 6

Validación de la Aplicación de las Métricas Ágiles

Anexo 7

Interfaz Acel de Asignación de Actividades

Anexo 8

Difusión de los Resultados

Congresos Internacionales
Artículos

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Marco Scrum Estándar.....	45
Figura 2. Incremento iterativo / continuo.....	45
Figura 3. Diagrama del ciclo iterativo Scrum.....	46
Figura 4. Diagrama de conceptos de la gestión de proyectos.....	47
Figura 5. Diagrama de Gantt incluyendo seguimiento.....	51
Figura 6. Diagrama de Hitos.....	51
Figura 7. Diagrama Activity-on-Node y Diagrama Activity-on-Arrow.....	52
Figura 8. Ejemplo de diagrama CPM.....	53
Figura 9. Ejemplo de diagrama PERT.....	53
Figura 10. Ejemplo de Red de Petri.....	54
Figura 11. Grupos de procesos ISO 21500: Ejemplo de un diagrama IDEFØ.....	55
Figura 12. Ejemplo de pila de producto.....	56
Figura 13. Pila del producto y gráfico de producto o “burn-up”.....	57
Figura 14. Gráfico de avance o “burn down”.....	58
Figura 15. Ejemplo de WBS.....	61
Figura 16. Matriz de Asignación de Responsabilidades (RAM) usando un formato RACI.....	62
Figura 17. Ejemplo de representación PARMA y Unidad de Información.....	65
Figura 18. Visualizaciones de representación.....	66
Figura 19. Ejemplo de pila de sprint con hoja de cálculo.....	67
Figura 20. Estructura básica de un tablero kanban.....	68
Figura 21. Ejemplo de tablero kanban para monitorizar y gestionar incremento iterativo.....	69
Figura 22. Tablero kanban box.....	69
Figura 23. Entregables o incrementos que suponen un cierre de fase en el proyecto.....	136

Figura 24. Simbología empleada en la representación de los flujos de comunicación	145
Figura 25. Diagrama de flujos de comunicación. Escenario 1	146
Figura 26. Diagrama de flujos de comunicación. Escenario 2	147
Figura 27. Concurrencia de los flujos de comunicación y concurrencia de procesos de planificación de cada iteración	153
Figura 28. No concurrencia de los flujos de comunicación y no concurrencia de los procesos de planificación del activo	154
Figura 29. Análisis de los flujos de procesos del equipo de la ingeniería local en la producción de los 4 incrementos que suponen un cierre de fase	162
Figura 30. Entradas y salidas en los flujos de procesos que tienen lugar en la producción de los 4 incrementos que suponen un cierre de fase	164
Figura 31. Diagrama de flujos de comunicación concurrentes asociados al equipo de diseño (IDPT)	169
Figura 32. Diagrama de flujos de procesos concurrentes en la producción de los incrementos que suponen un cierre de fase en el proyecto	170
Figura 33. Conjuntos de recursos "R" de la organización	173
Figura 34. Roles y equipos de gestión y de diseño	175
Figura 35. Aplicación del gráfico de producto en el escenario 1	180
Figura 36. Aplicación del gráfico de producto en el escenario 2	181
Figura 37. Rendimiento de primera vez en cada proceso	201
Figura 38. Coste de los defectos y de los reprocesos	203
Figura 39. Aplicación del gráfico burn-up para visualizar la desviación de la velocidad en la producción de los entregables	204
Figura 40. Interacciones de los grupos de procesos ISO 21500, adoptando un modelo iterativo	207

Figura 41. Entradas y salidas que se establecen entre las interacciones de los grupos de procesos ISO 21500 adoptando un modelo iterativo.....	208
Figura 42. Aplicación del gráfico de planificación <i>burn-up</i>	213
Figura 43. Aplicación del gráfico de avance <i>burn-down</i>	217
Figura 44. Matriz de responsabilidades y Matriz de asignación de actividades.....	221
Figura 45. Adaptación del tablero visual kanban box para los equipos de gestión y diseño que desarrollan simultáneamente varios proyectos donde la producción es secuencial.....	223
Figura 46. Tablero visual Acel.....	226
Figura 47. Dimensión de la Celda de disponibilidad.....	228
Figura 48. Tablero visual Acel y celda de disponibilidad asociada.....	229
Figura 49. Matriz Acel de asignación.....	230
Figura 50. Matriz Acel de asignación faseada.....	231
Figura 51. Procedimiento de planificación. Modelo iterativo de asignación de recursos.....	233
Figura 52. Validación de la aplicación del gráfico <i>burn-up</i> . Ejemplo 1.....	235
Figura 53. Validación de la aplicación del gráfico <i>burn-up</i> . Ejemplo 2.....	235
Figura 54. Partes interesadas en un proyecto.....	241
Figura 55. Partes interesadas en un proyecto de construcción.....	242
Figura 56. Partes interesadas en un proyecto de reforma en el sector <i>retail</i>	243
Figura 57. Equipo de la Ingeniería local (Local Engineering Team), prestando servicios a disitintos clientes (Client Team).....	244
Figura 58. Duplicidad de equipos de gestión (PMT) y duplicidad de equipos de diseño (IDPT) en el equipo del cliente y en el equipo de la ingeniería local.....	248
Figura 59. Concurrencia de los flujos de comunicación y concurrencia de procesos de planificación de cada iteración (elaboración propia).....	258

Figura 60. Adaptación del grupo de procesos de Planificación de la Norma ISO 21500 a un modelo iterativo (elaboracion propia).....	259
Figura 61. Integración de las propuestas	259
Figura 62. Aplicación del gráfico de producto	262
Figura 63. Aplicación del gráfico burn-down	263

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Capítulo 5. Metodología.....	17
Tabla 2. Metodología de la Investigación. Objetivos e hitos.....	23
Tabla 3. Objetivos correspondientes al capítulo 6. Estado del Arte.....	27
Tabla 4. Etapas del Plan Riba 2013 y etapas del CIC, <i>Construction Industry Council</i>	33
Tabla 5. Comparación de los ciclos de vida propuestos por CIOB, OGC, BSI, <i>BPF y RIBA 2007</i>	34
Tabla 6 Etapas y fases que definen el ciclo de vida de un proyecto de construcción (ISO 21500).....	36
Tabla 7. Etapas y sub etapas en el ciclo de vida de bienes construidos. EN 15643-3:2012.....	37
Tabla 8. Clasificación de los modelos de representación.....	63
Tabla 9. Objetivos correspondientes al capítulo 7. Definición de los criterios de análisis.....	75
Tabla 10. Desarrollo de la Investigación. Definición de los criterios de análisis.....	76
Tabla 11. Criterios de análisis para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo.....	80
Tabla 12. Criterios de análisis a partir de las variables de la mejora continua Kaizen.....	89
Tabla 13. Objetivos correspondientes al capítulo 8. Determinación de las variables.....	99
Tabla 14. Desarrollo de la Investigación. Determinación de las variables.....	100
Tabla 15. Variables para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo.....	103

Tabla 16. Variables tipo, campos y valores, para determinar la estrategia, el trabajo y el conocimiento	104
Tabla 17. Variables y valores para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo	105
Tabla 18. Partes interesadas en un proyecto de construcción	108
Tabla 19. Entradas y salidas de los flujos de comunicación	109
Tabla 20. Propuesta de entregables en el ciclo de vida de un proyecto de construcción	113
Tabla 21. Variables y valores para evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos	116
Tabla 22. Variables y valores para evaluar si las herramientas ágiles visualizan la información deseada	118
Tabla 23. Objetivos correspondientes al capítulo 9. Análisis y Evaluación	126
Tabla 24. Desarrollo de la Investigación. Análisis y evaluación	127
Tabla 25. Entregables solicitados, identificados en los flujos de comunicación F.C.	133
Tabla 26. Ingeniería concurrente o agilidad	158
Tabla 27. Actividades	167
Tabla 28. Asignación de roles de los equipos de gestión(PMT) y diseño (IDPT) de la ingeniería local	172
Tabla 29. Equipos, roles y funciones en proyectos de construcción en el sector retail	174
Tabla 30. Historias de usuario de la pila del proyecto de construcción en el sector retail	178
Tabla 31. Criterios de análisis de las herramientas ágiles	184
Tabla 32. Definición de criterios para desarrollar las propuestas	192
Tabla 33. Objetivos correspondientes al capítulo 10. Propuestas	195
Tabla 34. Desarrollo de la Investigación. Propuestas	196
Tabla 35. Número de defectos	200

Tabla 36. Número de defectos y reproceso	202
Tabla 37. Aplicación del <i>product backlog</i> o pila del producto	212
Tabla 38. Aplicación del <i>product backlog</i> o pila del producto una vez iniciado el proyecto	217
Tabla 39. Particularidades de los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> (elaboración propia).....	253
Tabla 40. Conclusión y líneas futuras de la Investigación	272

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Activo: Bien construido donde se desarrolla la actividad, obtenido con el fin de ser explotado.

Ágil: Metodología y conjunto de técnicas y herramientas de ingeniería basadas en el desarrollo iterativo e incremental, donde los requisitos y soluciones evolucionan con el tiempo según la necesidad del proyecto. Cada iteración del ciclo de vida incluye: *planificación, análisis de requisitos, diseño, codificación, pruebas y documentación.*

As built and commissioning: Proyecto final de obra y puesta en marcha de la actividad. Generalmente coincide con el último entregable de la ingeniería local, previo a la facturación de los servicios de legalización y dirección de obra.

Burn-down: Herramienta empleada para visualizar el ritmo del avance del trabajo, con la finalidad de saber si la fecha prevista de entrega se ve comprometida. Se actualiza en las reuniones del *sprint*. En cuanto al criterio de medida, *mide el esfuerzo que falta, no el realizado*. Sobre el eje X se representan los días de duración del sprint, y sobre el eje Y, el trabajo que falta por realizar. Diariamente, cada miembro del equipo actualiza el tiempo restante en el *backlog* de actividades. También se conoce como *gráfico de avance*.

Burn-up: Herramienta de planificación que presenta visualmente la evolución previsible del producto. Proyecta en el tiempo su construcción, en base a la velocidad del equipo. En el eje de ordenadas Y se representa el esfuerzo estimado, y en el eje de abscisas X, el tiempo en *sprints*. También se conoce como *gráfico de producto*.

Ciclo iterativo: Conjunto de procesos agrupados en una iteración, que se repiten en el resto de iteraciones. En cada iteración el producto o prototipo generado aumenta la funcionalidad respecto al anterior prototipo.

Conocimiento explícito: Conocimiento contenido en los procesos y en la tecnología empleada.

Conocimiento tácito: Conocimiento contenido en las personas que lo construyen.

Construction set: Proyecto técnico elaborado por el equipo de la ingeniería local. Contiene la información necesaria para solicitar los permisos a los organismos sectoriales. El *input* o entrada para su producción es el proyecto de diseño (*detail drawings*). El proyecto técnico es el *input* o entrada para la producción del proyecto de licitación (*tender*).

Cuello de botella: Acumulación de tareas en una determinada fase del proyecto, que interrumpe el flujo de trabajo.

Detail drawings: Proyecto de diseño elaborado por el equipo del cliente. Es frecuente el uso de este entregable para licitar la producción e instalación del mobiliario, a diferencia de la obra civil, que es licitada con el proyecto técnico o *construction set* elaborado por el equipo de la ingeniería local. El *input* o entrada para la producción de este entregable es el estudio de zonificación revisado por el equipo de la ingeniería local (*layout reviewed*). El proyecto de diseño es el *input* o entrada para la producción del proyecto técnico (*construction set*).

Documento ISO 21500: Cualquier *output* o salida de un proceso de la Norma ISO 21500, registrado en la base de datos o servidor de la organización certificada en la Norma UNE-ISO 21500:2013.

Entorno inestable: Conjunto de características y factores cambiantes que definen el lugar en el que se desarrolla el proyecto.

Entregable: Objeto, tangible o intangible, destinado a un cliente, ya sea interno o externo a la organización. Generalmente está constituido por varios documentos.

Equipo del cliente: Departamento de Arquitectura de la firma u organización cuyo negocio es la venta de textil, calzado y accesorios. El equipo del cliente dispone de equipos de diseño y de gestión, que producen el diseño de cada proyecto y coordinan la construcción con la ingeniería local.

Equipo de la ingeniería local: Organización que pertenece al sector de *Project & Construction Management*, que implementa técnicas y herramientas de gestión de proyectos de construcción, y ofrece sus servicios de arquitectura e ingeniería al equipo del cliente. El equipo de la ingeniería local dispone de equipos de diseño y de gestión, que adaptan el diseño del cliente a los códigos locales para cada ubicación y asumen la responsabilidad de la dirección de la obra.

Equipo de diseño IDPT: Equipo de diseño del proyecto, EDP (*Integrated design project team, IDPT*), que se encarga de la producción del diseño. El diseño producido por el equipo del cliente es adaptado a los códigos locales por el equipo de la ingeniería local.

Equipo de gestión PMT: Equipo de gestión del proyecto, EGP (*Project management team, PMT*), cuyas actividades están asociadas a la gestión del proyecto. El equipo de gestión del cliente se encarga de la coordinación de los envíos de material a obra que no se corresponde con la obra civil; generalmente mobiliario y material de decoración. El equipo de gestión de la ingeniería local solicita los permisos a los organismos sectoriales, asume la dirección de la obra, y coordina a los equipos de construcción.

Estrategia: Planificación de un proyecto, pudiendo ser completa y detallada al inicio del proyecto o incremental y evolutiva, en paralelo al desarrollo del proyecto.

Estructura: Conjunto de actividades necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto. En gestión de proyectos, la estructura de descomposición del trabajo, EDT (*Work breakdown structure, WBS*), es una herramienta que descompone el trabajo de forma jerárquica, para producir los entregables requeridos.

Flujos de comunicación: representación gráfica y simbólica de las comunicaciones que se establecen en el proyecto.

Flujos de procesos: representación gráfica y simbólica de las actividades que componen la estructura del proyecto.

Flujo de trabajo: Orden lógico e interrelación de los elementos para un proceso determinado.

Historia de usuario: Representación de un requisito escrito en una o dos frases utilizando el lenguaje común del usuario. Las historias de usuario son utilizadas en las metodologías de desarrollo ágiles para la especialización de requisitos.

Incremental: La descripción de lo que se desea obtener no está disponible de forma completa y detallada al inicio; de modo que se complementa y evoluciona en paralelo al desarrollo, que genera el resultado de forma incremental.

Incremento continuo: Incremento obtenido empleando técnicas para lograr y mantener un flujo continuo de desarrollo de funcionalidades o partes del producto que se entrega de forma continua al cliente.

Incremento iterativo: Incremento obtenido empleando técnicas de tiempo prefijado o *timeboxing* para mantener la producción de incrementos del producto de forma cíclica y continua.

Iteración: Repetición de un proceso varias veces con la intención de obtener un incremento en el proyecto.

Kaizen: Método de gestión de la calidad, comúnmente conocido en el mundo de la industria. Es un proceso de *mejora continua*, con la finalidad de resolver problemas mediante medidas correctoras y mejorar el sistema productivo.

Layout: Estudio de zonificación elaborado por el equipo de diseño del cliente. El *input* o entrada para la producción de este entregable es el informe técnico (*survey*), elaborado por el equipo de diseño de la ingeniería local. El estudio de zonificación del equipo de diseño del cliente (*layout for approval*), es el *input* o entrada para la

producción del estudio de zonificación revisado por parte de la ingeniería local (*layout reviewed*).

Lean Construction: Adaptación de *Lean manufacturing* al proceso constructivo, como modelo de gestión enfocado en la creación de flujo para poder entregar el máximo valor a los clientes. Para ello, utiliza la mínima cantidad de recursos, es decir, los necesarios para el crecimiento. Las herramientas Lean (en inglés, “*ágil*”, “*esbelto*” o “*sin grasa*”) incluyen procesos continuos de análisis (llamadas *kaizen* en japonés), producción *pull* (“*disuasión e incentivo*”, en el sentido del término japonés *kanban*), y elementos y procesos “a prueba de fallos” (*poka yoke*, en japonés).

Modelo evolutivo: Modelo de gestión de proyectos cuyo objetivo es la entrega en el menor tiempo posible un producto mínimo viable, e incrementar su valor de forma iterativa y continua. Emplea una estrategia de desarrollo incremental, que se puede obtener con tácticas iterativas y de mantenimiento de flujo continuo, y un modelo de trabajo de fases solapadas. Puede emplearse con producción basada en procesos (*ingeniería concurrente*) o con producción basada en personas (*agilidad*).

Modelo predictivo: Modelo de gestión de proyectos cuyo objetivo es ofrecer resultados predecibles; desarrollando el producto previsto en el tiempo previsto e invirtiendo los recursos previstos. Emplea una estrategia de desarrollo completo con prácticas de planificación tradicional; emplea ingeniería secuencial y producción basada en procesos.

Muda: Palabra japonesa que significa “desperdicio”, y es un concepto clave en la mejora de procesos lean y el Sistema de Producción Toyota (TPS), como uno de los tres tipos de desviación de *asignación óptima de recursos*, junto con *mura* y *muri*.

Mura: Palabra japonesa que significa “irregularidad, inconsistencia o variabilidad”, y es un concepto clave en el Sistema de producción Toyota (TPS). *Mura*, en términos de mejora de procesos, se evita a través de sistemas *Just-In-Time* que se basan en mantener poco o ningún inventario o *stock*. Estos sistemas suministran el proceso de

producción con la pieza correcta, en el momento correcto, en la cantidad correcta. Cualquier variación no prevista que produce irregularidad en el proceso y provoca desequilibrio puede ser el origen de *Mura*.

Muri: Palabra japonesa que significa "sobrecarga", y es un concepto clave en el Sistema de Producción Toyota (TPS). Cualquier actividad que requiere un estrés o esfuerzo poco razonable por parte del equipo, que provoque cuellos de botella o tiempos muertos, como consecuencia de una mala planificación, son el origen de *Muri*.

Norma ISO 21500: La Norma ISO 21500:2012 *Guidance on Project Management* es una norma internacional desarrollada por ISO (*International Standardization Organization*) a partir de 2007 y publicada en 2012. Proporciona orientación sobre los conceptos y los procesos relacionados con la dirección y gestión de proyectos. La Norma UNE-ISO 21500:2013 *Directrices para la Dirección y Gestión de proyectos* es publicada en marzo de 2013.

Organización: Sistema formado por una serie de personas que persiguen un objetivo común, con ánimo de lucro. En esta Investigación se acota el concepto a las organizaciones que participan en el diseño y en la gestión de los proyectos de reforma en el sector *retail*: el equipo del cliente y el equipo de la ingeniería local. En gestión de proyectos la estructura de desglose de la organización (*Organizational breakdown structure, OBS*) es una herramienta que descompone la organización en los recursos responsables y ejecutores de las actividades.

Proceso: Conjunto de actividades conectadas mediante un flujo de bienes e información que transforma distintos *inputs* o entradas en *outputs* o salidas.

Proceso concurrente: Proceso que se repite en varias iteraciones o fases del proyecto.

Proceso puntual: Proceso que se ejecuta en una fase del proyecto.

Product backlog: La pila de producto de *Scrum* (*product backlog*) es la lista de requisitos de usuario que a partir de la visión inicial del producto crece y evoluciona durante el desarrollo. Son los requisitos desde el punto de vista del cliente. Todo lo que supone un trabajo que debe realizar el equipo ha de estar reflejado en esta pila.

Proyecto: Conjunto único de procesos que consta de actividades coordinadas y controladas, con fecha de inicio y fin, que se llevan a cabo para alcanzar los objetivos. En los procesos del proyecto de construcción están involucrados varios *stakeholders*. En esta Investigación se ha acotado el término *proyecto* al proyecto de reforma en el sector *retail*, y a los procesos de los equipos presentes desde el inicio del proyecto: el equipo del cliente y el equipo de la ingeniería local.

Requerimiento: Documento remitido por cualquier departamento de un ayuntamiento u organismo sectorial solicitando una información o avisando de una sanción.

Requisito: Término empleado en la ingeniería de sistemas, ingeniería de *software* e ingeniería de requisitos: Necesidad documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio.

Retail: Sector económico que engloba a personas y organizaciones que venden bienes o servicios directamente a los consumidores o usuarios finales. El término incluye todas las tiendas o locales comerciales que ofrecen bienes y servicios, y que habitualmente se encuentran en cualquier centro urbano o centro comercial con venta directa al público. Al tratarse de un término tan amplio, en esta Investigación se ha acotado al sector de la moda (textil, calzado y accesorios).

Scrum: Metodología ágil que adopta una estrategia de desarrollo incremental a través de iteraciones (que denomina *sprints*) y revisiones, en lugar de la tradicional de planificación y ejecución completa del producto. Solapa las diferentes fases del desarrollo, en lugar de realizar una tras otra en un ciclo secuencial o de cascada.

Confía la calidad del resultado más al conocimiento tácito de las personas que trabajan en equipo, que a la calidad de los procesos empleados.

Six Sigma: Conjunto de técnicas y herramientas para la mejora de procesos, introducida por el ingeniero Bill Smith en 1980 en Motorola. Esta metodología está centrada en la variabilidad de los procesos, reforzando y optimizando cada parte del proceso consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente.

Sobreasignación: Parámetro que indica que alguno de los recursos asignados a una tarea tiene asignado más trabajo en la tarea, o si un recurso tiene asignado más trabajo en todas las tareas asignadas, del que se puede realizar con la capacidad normal de trabajo.

Solicitud: Petición requerida por un equipo de proyecto, que implica la producción de un entregable determinado o de la obtención de una información determinada.

Sprint: Nombre que recibe cada iteración de desarrollo en *Scrum*. Es el núcleo central que genera el pulso por tiempos prefijados (*time boxing*).

Survey: Informe Técnico elaborado por el equipo de la ingeniería local que define la viabilidad del proyecto. Incluye documentación gráfica (planos y fotografías) y documentación sobre los plazos para la obtención de los permisos. El informe técnico es el *input* o entrada del estudio de zonificación (*layout*).

Tablero kanban: *Kanban* significa “*tarjeta de control*”. Sirve para abastecer en el momento justo la cantidad necesaria de piezas para las unidades que están en producción. El tablero *Kanban* propone un avance constante o flujo continuo de las tareas.

Tender: Proyecto de licitación y documentación necesaria para la licitación de la obra por parte del equipo del cliente. Es frecuente licitar la fabricación y el montaje del mobiliario con el proyecto de diseño (*detail drawings*). El proyecto de licitación es el

entregable que constituye el *input* o entrada para el inicio de la obra, y para las sucesivas versiones del proyecto de obra, siendo la última versión la que se corresponde con el proyecto final de obra y puesta en marcha (*as built and commissioning*).

Tiempo muerto: Tiempo de retardo (*dead time o lag time*) que tarda una persona en pasar una tarea a otra persona, o bien el tiempo de espera en recibir *feedback* o dar constancia de que una actividad ha de ser iniciada.

Timeboxing: Técnica de planificación de proyectos, que consiste en dividir el programa en períodos de tiempo independientes, con sus propios entregables, fecha límite y presupuesto. *Scrum* emplea la técnica de tiempo prefijado para definir los pulsos de *sprint*.

Sistema de Producción Toyota TPS: *Toyota Production System* es un sistema integral de producción y gestión que está relacionado con el Toyotismo surgido en la empresa japonesa automotriz Toyota. En origen, el sistema se diseñó para fábricas de automóviles y sus relaciones con proveedores y consumidores, sin embargo, este se ha extendido hacia otros ámbitos. Este sistema es un gran precursor para el genérico *Lean Manufacturing*. Los principales objetivos del Sistema de Producción Toyota están diseñados para eliminar la inconsistencia (*mura*), el gasto (*muda*) y la sobrecarga (*muri*).

Trabajo: Estructura de las tareas que componen los procesos.

Trabajo concurrente: Solapa en el tiempo los diferentes tipos de tareas.

Trabajo secuencial: Secuencia las tareas en fases, cada una de las cuales comienza al terminar la anterior y con el resultado que se ha obtenido de ella.

RESUMEN

Las metodologías ágiles son empleadas en el desarrollo de proyectos que siguen modelos de gestión evolutivos, aportando la flexibilidad y mostrando la capacidad de adaptación al cambio que no ofrecen las metodologías tradicionales empleadas en la gestión de modelos predictivos. Las metodologías ágiles, comúnmente asociadas al desarrollo de *software*, tienen su origen en la producción de objetos y no en la industria del *software*. Hoy en día, los conceptos, herramientas y metodologías ágiles se aplican con éxito en diferentes áreas.

En esta Tesis se aborda la aplicación de las metodologías ágiles en el ámbito de los proyectos de construcción que se desarrollan en condiciones inestables, concretamente en la gestión y en la producción de entregables en los proyectos de reforma en el sector *retail*. Este sector engloba a todas las tiendas o locales comerciales que ofrecen bienes y servicios, y que habitualmente se encuentran en cualquier centro urbano o centro comercial con venta directa al público, donde las renovaciones de imagen implican varias reformas en el activo o *bien construido* a lo largo del tiempo.

La presente Investigación ha determinado que la gestión de proyectos de reforma en el sector *retail* sigue un modelo evolutivo y no predictivo. Para respaldar dicha afirmación, se presenta un estudio empírico a partir del análisis de los flujos de comunicación. Se han analizado los datos obtenidos de 14.152 solicitudes de información generadas en 105 proyectos, con la finalidad de determinar si la estrategia, el trabajo y el conocimiento empleado por la organización siguen los conceptos evolutivos y no predictivos. Con los resultados obtenidos se ha identificado la producción iterativa de entregables o incrementos, y los procesos que son concurrentes en una organización alineada a las directrices de la Norma ISO 21500, donde los grupos de procesos, como las comunicaciones que se establecen entre los recursos, constituyen un apoyo en la producción de los entregables.

La inestabilidad asociada a los cambios en el alcance tras la fase de demolición dificulta la aplicación de las herramientas tradicionales. Además, la duplicidad de equipos de diseño en los proyectos de construcción en el sector *retail* genera un intercambio de información constante entre el equipo del cliente y el equipo de la ingeniería local, dando lugar a la aparición de *tiempos muertos* asociados a la validación de los entregables por ambos equipos. Cualquier retraso en una entrega condiciona el ritmo de trabajo planificado de *producción-validación-producción*. Con la finalidad de no comprometer la fecha de apertura, los tiempos de producción se ajustan “*sobre la marcha*”, circunstancia que motiva la búsqueda de herramientas de planificación menos rígidas que las tradicionales. El reajuste de los plazos conlleva la reducción de la calidad de los entregables, ante la necesidad de producir con los mismos recursos en menos tiempo. Como consecuencia, las deficiencias en el diseño provocan un mayor número de órdenes de cambio en fases posteriores. En esta Investigación se plantea la aplicación de las métricas ágiles para medir la velocidad de producción del equipo de diseño, prever la aparición de los *tiempos muertos* y solventar las deficiencias identificadas.

Los equipos de arquitectura e ingeniería en el sector *retail* desarrollan varios proyectos simultáneamente, siendo constantes las interrupciones en el flujo de trabajo por la entrada de actividades no previstas o por la asignación de actividades de otros proyectos. Estos equipos pueden estar formados por especialistas y la producción de los entregables es secuencial, fomentando la aparición de *cuellos de botella*. La sobreasignación y las interrupciones de flujo, causadas por los *tiempos muertos* y los *cuellos de botella*, son los principales motivos en las deficiencias de diseño, y tienen su origen en la incorrecta visualización de la disponibilidad de los recursos. También se propone adaptar las herramientas de comunicación ágiles a los criterios de visualización de los equipos de gestión y de diseño, con la finalidad de visualizar la disponibilidad a la hora de asignar los proyectos y las actividades.

ABSTRACT

Agile methodologies are used in the development of projects that follow evolutionary management models, providing flexibility and showing the capacity to adapt to change that traditional methodologies used in the management of predictive models do not offer. Agile methodologies, commonly associated with software development, have their origin in the production of objects and not in the software industry. Today, concepts, tools and agile methodologies are successfully applied in different areas.

This thesis deals with the application of agile methodologies in the field of construction projects that are developed in unstable conditions, specifically in the management and production of deliverables in reform projects in the retail sector. This sector includes all the shops or commercial premises that offer goods and services, and that are usually found in any urban centre or commercial centre selling directly to the public, where image renovations imply several reforms in the asset or built asset over time.

This research has determined that the management of reform projects in the retail sector follows an evolutionary model and not a predictive one. To support this assertion, an empirical study is presented based on the analysis of communication flows. The data obtained from 14,152 requests for information generated in 105 projects have been analysed in order to determine whether the strategy, work and knowledge used by the organisation follow evolutionary concepts rather than predictive concepts. The results obtained have identified the iterative production of deliverables or increments, and the processes that are concurrent in an organization aligned to the guidelines of ISO 21500, where groups of processes, such as communications that are established between resources, constitute support in the production of deliverables.

The instability associated with changes in scope after the demolition phase makes it difficult to apply traditional tools. In addition, the duplication of design teams in

construction projects in the retail sector generates a constant exchange of information between the client's team and the local engineering team, leading to the emergence of down times associated with the validation of deliverables by both teams. Any delay in a delivery, conditions the planned work rhythm of production-validation-production. In order not to compromise the opening dates, the production times are adjusted "on the fly", a circumstance that motivates the search for planning tools less rigid than the traditional ones. The readjustment of deadlines leads to a reduction in the quality of deliverables, given the need to produce with the same resources in less time. As a consequence, deficiencies in design cause a greater number of change orders in later phases. In this research, the application of agile metrics is proposed to measure the production speed of the design team, to foresee the appearance of down times and to solve the identified deficiencies.

The architecture and engineering teams in the retail sector develop several projects simultaneously, with constant interruptions in the workflow due to the entry of unplanned activities or the assignment of activities from other projects. These teams can be formed by specialists and the production of deliverables is sequential, encouraging the emergence of bottlenecks. Over-allocation and flow interruptions, caused by down times and bottlenecks, are the main reasons for design deficiencies, and have their origin in the incorrect visualization of the availability of resources. It is also proposed to adapt the agile communication tools to the visualization criteria of the management and design teams, in order to visualize the availability when assigning projects and activities.

1

Capítulo 1. **INTRODUCCIÓN**

Las metodologías ágiles surgen para solventar las deficiencias que presentan las metodologías tradicionales en entornos poco definidos o inestables; deficiencias identificadas en el sector de la ingeniería de *software* y en los procesos de producción de objetos en fábricas. Estas deficiencias tienen su origen en el propio modelo de gestión y en las herramientas empleadas para visualizar la información.

En este capítulo se introducen generalidades, ideas y conceptos; para exponer, en el siguiente capítulo, la justificación de la presente Investigación.

Las metodologías ágiles comúnmente se asocian al desarrollo de *software* en entornos inestables. Sin embargo, es posible determinar su origen en el desarrollo de diferentes tipos de productos físicos en fábricas^{1 2}. Hoy en día, muchos de los conceptos, herramientas o incluso metodologías ágiles se aplican con éxito en diversas áreas.

Los estándares de gestión de proyectos determinan distintos tipos de relaciones entre las fases: secuencial, de superposición o iterativa³. Los estándares y guías basados en metodologías predictivas inciden en las relaciones secuenciales y de superposición de las fases. En cambio, los estándares evolutivos ofrecen un modelo de gestión basado en iteraciones y en la concurrencia de procesos.

Algunos autores han llegado a la conclusión de que la metodología ágil es una evolución natural de la tradicional, *"consideración avalada por el hecho de que el PMI (Project Management Institute) considera en un capítulo las metodologías ágiles siguiendo a su homóloga PRINCE 2"*⁴.

Las distintas revoluciones en el sector de las tecnologías de la información y de la comunicación han sido factores importantes en el origen de la progresiva evolución

¹ La primera publicación del libro *"The Toyota Production System: Beyond Large-scale Production"* tiene lugar en 1978. Taiichi Ohno explica cómo los principios Lean pueden mejorar cualquier proceso orientado a la producción (Ohno, 1988).

² En 1986, se registra por primera vez el término *Scrum* en el artículo de Hirotaka Takeuchi e Ikujiro Nonaka, titulado *"The New New Product Development Game"*, dirigido al desarrollo de producto, publicado en el Harvard Business Review (páginas 137-146). El término *Scrum* hace alusión al trabajo en equipo, por la formación empleada en rugby (Takeuchi & Nonaka, 1986).

³ La Guía del PMBOK (Project Management Body of Knowledge) desarrollada por el PMI (Project Management Institute), contiene los estándares, pautas y normas para la gestión de proyectos (PMI, 2017).

⁴ María del Prado Díaz de Mera Sánchez, en su tesis doctoral *"Implicaciones en el espacio armonizado europeo de seguridad y calidad industrial en las metodologías de gestión de proyectos sostenibles"*, recalca el hecho de que las metodologías ágiles son la *"evolución natural de las predictivas"* (Díaz de Mera S., 2011).

natural o el desencadenante⁵ de la transformación de las metodologías tradicionales en las metodologías ágiles.

Es amplia la bibliografía que establece un debate en torno a qué herramientas son las más adecuadas, si las tradicionales o las ágiles, para llegar a la conclusión de que depende del escenario y del tipo de proyecto. En proyectos que se desarrollan en entornos poco estables y con requisitos cambiantes⁶, no resulta adecuado planificar el proyecto como sugieren los modelos de gestión en cascada⁷; en cambio, en proyectos que se desarrollan en entornos inestables, tiene más valor la capacidad de respuesta al cambio que la planificación⁸, empleando el conocimiento tácito cuando el conocimiento explícito del proceso no está disponible⁹.

⁵ Autores como H.Ted Goranson, en la publicación *“The Agile Virtual Enterprise: Cases, Metrics, Tools”* (Goranson, 1999), Andreas Opelt, Boris Gloger, Wolfgang Pfarl, Ralf Mittermayr, en el libro *“Agile Contracts. Creating and Managing Successful Projects with Scrum”* (Opelt, et al., 2013), y Don Wells y Laurie Williams, autores de *“Extreme Programming and Agile Methods - XP/Agile Universe”* (Wells & Williams, 2002), coinciden en que Agile es la *evolución natural* de las metodologías tradicionales.

⁶ Linda Rising y Norman S. Janoff, autores de la publicación *“The Scrum Software Development Process for Small Teams”*, determinan que en el entorno de desarrollo de *software* de hoy en día, los requisitos a menudo cambian durante el ciclo de vida del desarrollo del producto para satisfacer las cambiantes demandas empresariales (Rising & Janoff, 2000).

⁷ Barry Boehm y Richard Turner plantean una serie de pautas para determinar el entorno particular de cada proyecto de *software* y plantear que tipo de metodología emplear, predictivas o evolutivas, en su libro *“Balancing Agility and Discipline: A Guide for the Perplexed”* (Boehm & Turner, 2003).

⁸ El 17 de febrero de 2001 críticos de modelos de mejora de *software* se reunieron para resumir la filosofía ágil en el Manifiesto Ágil, en el que se valora al individuo y a las interacciones del equipo por encima de los procesos y herramientas, y su capacidad de respuesta a los cambios en contraposición a la planificación y control de las metodologías tradicionales.

⁹ Ken Schwaber determina las características de la metodología SCRUM en su publicación *“Advanced Development Methods. Scrum Development Process”*, donde las primeras y últimas fases (Planificación y Cierre) consisten en procesos definidos, el conocimiento es explícito y el flujo es lineal, con algunas iteraciones en la fase de planificación. La fase Sprint es un proceso empírico y muchos de los procesos no están identificados ni controlados, requiere controles externos. La gestión de riesgos se realiza en cada iteración de la fase Sprint para evitar el caos y maximizar la flexibilidad. Los sprints son no-lineales y flexibles. Cuando esté disponible, se emplea el conocimiento explícito del proceso; de lo contrario, se emplea el conocimiento tácito para desarrollar el conocimiento del proceso. El entregable se puede modificar en cualquier momento durante las fases de Planificación y Sprint (Schwaber, 1995).

Las metodologías ágiles cubren las necesidades que presentan las metodologías tradicionales en entornos inestables. Las herramientas tradicionales empleadas para visualizar el trabajo no son compatibles con proyectos que se desarrollan en entornos inestables y resultan insuficientes al no medir la velocidad de producción de los equipos. En entornos cambiantes, la información representada vinculada a los diagramas tradicionales no se ajusta a la realidad ni a la planificación¹⁰.

Las herramientas tradicionales empleadas en la asignación de recursos presentan deficiencias cuando se aplican en entornos no definidos, donde la asignación real de los recursos no se ajusta a la asignación planificada. Estas herramientas utilizan modelos rígidos y estáticos¹¹, que no facilitan la adaptación de la información a la visualización deseada. Las herramientas empleadas visualizan la asignación de los recursos a las tareas¹², en lugar de representar la asignación de las tareas a los recursos, por lo que no se visualiza la carga de trabajo, la disponibilidad o la sobreasignación.

¹⁰ Francisco Javier Ruiz Bertol, en su Tesis Doctoral *“Técnicas Conceptuales en la Gestión de Proyectos Software”*, realiza un estudio desde el punto de vista de las herramientas de visualización de la información asociada a la gestión del proyecto (Bertol, 2011).

¹¹ Francisco Javier Ruiz Bertol, en la misma publicación referenciada en la Nota anterior, clasifica las herramientas tradicionales en dos grupos: herramientas jerárquicas y herramientas estructurales; y determina que los modelos de visualización empleados por todas ellas son estáticos y rígidos.

¹² Booz Allen Hamilton Inc., conocida de manera informal como Booz Allen (Booz Allen Hamilton Inc., 2011), es una empresa de consultoría y gestión estadounidense que ha publicado varios libros. Entre ellos, *“Earned Value Management Tutorial Modulo 2: Work Breakdown Structure”* incluye la definición de la estructura de desglose del trabajo WBS (Work Breakdown Structure), la estructura de desglose de la organización OBS (Organizational Breakdown Structure), y la Matriz de responsabilidades RAM (Responsibility Assignment Matrix).

2

Capítulo 2. **MOTIVACIÓN**

En los proyectos de obra nueva se aplican eficientemente herramientas tradicionales o predictivas, diseñadas para ser de aplicación en entornos estables. Sin embargo, en los proyectos de reforma en el sector *retail*, la inestabilidad del entorno y la adquisición incremental de la información dificulta el éxito y la aplicación de estas herramientas.

En este capítulo se expone la motivación y la justificación de la presente Investigación, que conduce a la formulación de la hipótesis en el siguiente capítulo.

En el sector de la construcción es posible identificar diferentes tipos de proyectos atendiendo a diferentes variables. Una posible clasificación podría consistir en dividir los proyectos de construcción según las obras a realizar¹³: obras de nueva planta, obras de ampliación, obras de reforma u obras de demolición. Aunque la naturaleza sea diferente, la gestión de todos ellos se pretende desarrollar de un modo muy similar, atendiendo a los principios del modelo de gestión predictivo¹⁴.

A pesar del éxito de las metodologías predictivas en proyectos de nueva planta, su aplicación no resulta exitosa en los proyectos de reforma en el sector *retail*. Este hecho se debe a la falta de información al inicio del proceso, puesto que el diseño del cliente ha de adaptarse a los códigos locales para poder ejercer la actividad, y son diferentes para cada localización y dependen de factores socioeconómicos, geográficos, políticos, legislativos, tecnológicos y ecológicos; y por la falta de información asociada al estado real del activo tras la fase de demolición.

El negocio del detal o venta al detalle (en inglés *retail*), proviene del francés antiguo “*tailleur*”, que significa cortar o dividir. El término se registró por primera vez en 1433 como “*venta en pequeñas cantidades*”¹⁵. Un “*minorista*” (“*retailer*”), es cualquier

¹³ La Ley de la Ordenación de la Edificación (LOE, 1999) diferencia entre obras de nueva construcción (apartado a), y obras de intervención total o parcial, que incluye las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación (apartado b) y las obras de intervención total y parcial en edificios catalogados o protegidos (apartado c). No define “obra de reforma”. El Código Técnico de la Edificación (CTE, 2006), además de incluir las obras anteriores, diferencia entre las obras de rehabilitación (estructural y funcional), y las obras de rehabilitación integral. No define “obra de reforma”.

La “Nota Metodológica de Construcción de Edificios” del Ministerio de Fomento (Ministerio de Fomento, 2018), diferencia entre obras de edificación de nueva planta, obras de demolición y obras de rehabilitación que incluyen obras de ampliación y obras de reforma.

En este caso, el concepto “obra de reforma” engloba a todas las obras que no son de nueva planta, de ampliación o de demolición.

¹⁴ El modelo tradicional o predictivo se centra en el control del proceso, con la definición detallada de roles, actividades, artefactos y herramientas. Su aplicación es adecuada en entornos estables. Sin embargo, no lo son cuando no es posible predecir los requisitos o cuando puedan variar.

¹⁵ El Diccionario etimológico online (Online Etymology Dictionary), fundado por el historiador Douglas Harper, sitúa a mediados del siglo XV el origen del término “*retail*” y relaciona el término con la “venta al por menor” (Harper, 2008).

persona u organización que vende bienes o servicios directamente a los consumidores o usuarios finales¹⁶. El término “*retail*” incluye todas las tiendas o locales comerciales que ofrecen bienes y servicios, y que habitualmente se encuentran en cualquier centro urbano o centro comercial con venta directa al público. Al tratarse de un término tan amplio, en esta Investigación se ha acotado al sector de la moda (textil, calzado y accesorios).

En los proyectos de reforma, la fase de demolición supone un punto de inflexión en el desarrollo del proyecto. El diagnóstico de patologías en la edificación existente, o los proyectos de rehabilitación estructural no contemplados en la fase de planificación, suponen cambios sustanciales en el alcance del proyecto. Aplicar los principios de la metodología ágil puede aportar valor al proyecto de construcción; las premisas de flexibilidad y adaptación complementan a las de planificación y control del método tradicional¹⁷.

Las sucesivas revoluciones en el sector de las tecnologías de la información y comunicación han suprimido parte de las restricciones que en décadas anteriores impedían que el trabajo de distintos equipos se pudiera solapar en el tiempo. En la actualidad, el *entorno colaborativo*¹⁸ ha contribuido en la participación activa del conjunto de equipos, donde los procesos de estrategia, de diseño, de tramitación de permisos y de contratación, se solapan en distintas fases, consiguiendo reducir los

¹⁶ Se ha completado la definición del término “*retail*” consultando el diccionario y enciclopedia en línea estadounidense TheFreeDictionary.com, que cruza las referencias del contenido de The American Heritage Dictionary of the English Language, Enciclopedia Columbia, Computer Desktop Encyclopedia, Hutchinson Encyclopedia, Wikipedia, la base de datos de Acronym Finder y otros diccionarios (The Free Dictionary, 2012).

¹⁷ Mehmet N Aydin, Frank Harmsen, Kees van Slooten y Robert A. Stagwee, en su artículo “*On the adaptation of an agile information Systems Development Method*”, realizan un estudio determinando los beneficios de los métodos estáticos y dinámicos (Aydin, et al., 2005).

¹⁸ Manuel Bouzas, en su post del 1 de abril de 2017 para Building Smart Spain define el entorno colaborativo CDE (Common Data Environment) como “*Herramienta informática que se utiliza para recopilar, gestionar y difundir datos del modelo y documentos del proyecto entre equipos multidisciplinares en un proceso gestionado, independientemente de su tamaño. Permite, así mismo, un proceso auditable, transparente y controlable.*”

plazos de entrega de los sucesivos incrementos del proyecto. Además, el desarrollo tecnológico ha permitido la creación de modelos virtuales en la fase de diseño similares a las iteraciones en los procesos de *software*, por medio de herramientas de simulación que facilitan la retroalimentación entre los equipos de proyecto desde la fase de diseño, sin añadir costes de construcción, permitiendo crear una serie de prototipos virtuales¹⁹. Este *feedback* constante lleva implícita la contratación de los equipos correspondientes desde las fases tempranas del proyecto.

En el capítulo anterior se ha comentado que las metodologías tradicionales presentan deficiencias en los entornos inestables; y en este capítulo, se ha justificado que los proyectos de reforma en el sector *retail* se desarrollan en entornos inestables. Considerando las incompatibilidades o deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en este tipo de proyectos, se plantea la siguiente cuestión que ha motivado la realización de la presente Investigación:

“¿Por qué no aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector retail para solventar las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en este tipo de proyectos?”

En esta Tesis se aborda la aplicación de los fundamentos ágiles en los dos equipos que gestionan el proyecto y que producen los entregables de diseño: el equipo del cliente, que produce el diseño considerando el concepto de imagen establecido por la firma de moda, y el equipo de la ingeniería local, que adapta el diseño del cliente a los códigos locales para cada ubicación, haciendo realidad el proyecto del cliente.

¹⁹ El modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling), también llamado modelado de información para la edificación (Autodesk, Inc., 2008), es el proceso de generación y gestión de datos de un edificio durante su ciclo de vida (Lee, et al., 2006) utilizando software dinámico de modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real, para disminuir la pérdida de tiempo y recursos en el diseño y la construcción (Holness, 2006). El *output* o salida de este proceso es el modelo BIM, cuyos componentes adquieren información desde la fase preliminar de diseño hasta las fases de construcción y de ocupación. La información del modelo BIM se actualiza a tiempo real en la fase de operación y mantenimiento.

3

Capítulo 3. **HIPÓTESIS**

Considerando la necesidad de dar solución a las incompatibilidades o deficiencias que presentan las herramientas tradicionales, en este capítulo se propone como hipótesis *“demostrar que al aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector retail, se solventan las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables”*.

Considerando la necesidad de dar solución a las incompatibilidades o deficiencias que presentan las herramientas tradicionales, se propone como hipótesis *“demostrar que al aplicar las herramientas ágiles²⁰ en los proyectos de reforma en el sector retail, se solventan las deficiencias que presentan las metodologías tradicionales en entornos poco definidos o inestables”*.

Previamente, y con la finalidad de exponer que es posible demostrar la hipótesis, se han propuesto las siguientes demostraciones:

- Demostrar que el modelo de gestión es evolutivo, para poder aplicar conceptos ágiles en este tipo de proyectos.

- Demostrar que se puede medir la velocidad de producción de los equipos, para poder aplicar las métricas ágiles empleadas en la visualización de la planificación y del avance del trabajo.

- Demostrar que las herramientas de comunicación ágiles visualizan la información deseada, para poder aplicar este tipo de herramientas en la asignación de recursos.

²⁰ Las metodologías ágiles, comúnmente asociadas a proyectos de *software*, son empleadas en el desarrollo de proyectos que siguen modelos de gestión evolutivos, aportando la flexibilidad y mostrando la capacidad de adaptación al cambio que no ofrecen las metodologías tradicionales empleadas en la gestión con modelos predictivos.

4

Capítulo 4. **OBJETIVOS**

A partir de la hipótesis formulada en el capítulo anterior, en este capítulo se define el objetivo general de *“aplicar las herramientas ágiles en la gestión de proyectos de reforma en el sector retail, para solventar las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables”*, y los nueve objetivos específicos o parciales que se desarrollan en la presente Investigación.

En función de la hipótesis se define como objetivo general “*aplicar las herramientas ágiles en la gestión de proyectos de reforma en el sector retail, para solventar las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables*”. Y de este objetivo general se han definido los siguientes objetivos parciales o específicos, agrupados en tres etapas:

Etapa 1. Revisar el estado del arte y definir los criterios de análisis.

- **Objetivo 1:** Revisar el estado del arte de los modelos de gestión y definir los criterios de análisis para determinar si el modelo de gestión es evolutivo.

- **Objetivo 2:** Revisar el estado del arte de las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo y definir los criterios de análisis para determinar si se puede medir la velocidad de producción de los equipos.

- **Objetivo 3:** Revisar el estado del arte de las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos y definir los criterios de análisis para determinar cuáles son de aplicación por los equipos.

Etapa 2. Demostrar que es posible aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector *retail*.

- **Objetivo 4:** Determinar las variables y demostrar que el modelo de gestión de los proyectos de reforma en el sector *retail* es evolutivo y no predictivo.

- **Objetivo 5:** Determinar las variables y demostrar que es posible medir la velocidad de producción de los equipos para poder aplicar métricas ágiles.

- **Objetivo 6:** Determinar las variables y demostrar que las herramientas de comunicación ágiles visualizan la información deseada por los equipos.

Etapa 3. Demostrar la hipótesis, proponiendo y validando la aplicación de las herramientas ágiles.

- **Objetivo 7:** Proponer y validar la aplicación de un modelo evolutivo que solviente las deficiencias que presenta el modelo tradicional.

- **Objetivo 8:** Proponer y validar la aplicación de métricas ágiles que visualicen la planificación y el avance del trabajo, para solventar las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales.

- **Objetivo 9:** Proponer y validar la aplicación de herramientas de comunicación ágiles para la asignación de recursos que eviten las interrupciones de flujo y la sobreasignación.

5

Capítulo 5. **METODOLOGÍA**

Con la finalidad de alcanzar el objetivo general de la Investigación, es decir, *“aplicar las herramientas ágiles en la gestión de proyectos de reforma en el sector retail, para solventar las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables”*, en este capítulo se establece la metodología para guiar la consecución de los nueve objetivos parciales o específicos de la Tesis.

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

Capítulo 5

METODOLOGÍA

5.1. Etapas de la Investigación	18
5.2. Ámbitos de estudio	20
5.3. Matriz de la Investigación	22

“Cuando un artista emplea una forma conceptual de arte, ello significa que toda la planificación está hecha y todas las decisiones tomadas de antemano y la ejecución es mecánica. La idea se convierte en una máquina que produce la obra de arte”.

“El concepto y la idea son diferentes. El primero implica una dirección general, mientras que la segunda es el componente. Las ideas implementan el concepto”.

Sol LeWitt

Se establece una metodología para guiar la consecución de los objetivos que se han definido, de forma que tres etapas (Base de la Investigación; Análisis y Evaluación; Propuestas), interactúan con tres ámbitos de estudio, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Capítulo 5. Metodología

1. INTRODUCCIÓN	Las metodologías ágiles surgen para solventar las deficiencias que presentan las metodologías tradicionales en entornos poco definidos o inestables en el sector de <i>software</i> y en la fabricación de objetos.		
2. MOTIVACIÓN	La inestabilidad del entorno de los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> dificulta la implementación de las herramientas tradicionales.		
3. HIPÓTESIS	Demostrar que al aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> se solventan las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.		
4. OBJETIVO GENERAL	Aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> para solventar las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.		
5. METODOLOGÍA	ÁMBITO 1. Los modelos de gestión	ÁMBITO 2. Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	ÁMBITO 3. Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos
ETAPA 1:	OBJETIVO 1.	OBJETIVO 2.	OBJETIVO 3.
Base de la Investigación	Revisar el estado del arte de los modelos de gestión.	Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas para visualizar el trabajo.	Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas en la asignación de recursos.
<i>Revisar el estado del arte</i>			
<i>Definir los criterios de análisis</i>	Definir los criterios de análisis.	Definir los criterios de análisis.	Definir los criterios de análisis.
ETAPA 2:	OBJETIVO 4.	OBJETIVO 5.	OBJETIVO 6.
Análisis y Evaluación	Det. las variables.	Determinar las variables.	Determinar las variables.
<i>Demostrar que es posible aplicar las herramientas ágiles</i>	Demostrar que el modelo de gestión es evolutivo.	Demostrar que se puede medir la velocidad de producción de los equipos.	Demostrar que las herramientas ágiles visualizan la información deseada.
ETAPA 3:	OBJETIVO 7.	OBJETIVO 8.	OBJETIVO 9.
Propuestas	Proponer y validar la aplicación de un modelo evolutivo.	Proponer y validar la aplicación de métricas ágiles que visualicen la planificación y el avance del trabajo.	Proponer y validar la aplicación de herramientas de comunicación ágiles para la asignación de recursos.
<i>Demostrar la hipótesis</i>			
<i>Proponer y validar la aplicación de las herramientas ágiles</i>			

5.1. Etapas de la Investigación

Etapas 1: Base de la Investigación (Objetivos 1, 2, 3).

En la primera etapa, “Base de la Investigación”, se definen los criterios de análisis a partir de la revisión del estado del arte.

- Definición de los criterios que establecen las diferencias entre los modelos predictivos y los modelos evolutivos, para determinar si los proyectos de reforma en el sector *retail* siguen un modelo evolutivo.
- Definición de los criterios que permiten determinar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos, y, por lo tanto, poder aplicar herramientas ágiles para visualizar la planificación y el avance del trabajo en este tipo de proyectos.
- Definición de los criterios de visualización de las herramientas de comunicación ágiles, para determinar si estas herramientas visualizan la información deseada y pueden ser de aplicación por los equipos.

Etapas 2: Análisis y Evaluación (Objetivos 4, 5, 6)

En la segunda etapa, “Análisis y Evaluación”, teniendo en cuenta los criterios anteriores, se plantea seleccionar los casos de estudio, determinar las variables para realizar la toma de datos y el correspondiente análisis. Se evalúan los resultados obtenidos y se exponen las conclusiones.

- Para evaluar si el modelo es evolutivo, se determinan las variables para analizar los flujos de comunicación que se establecen entre los distintos equipos que han desarrollado los proyectos de la muestra de estudio.

- Para evaluar si se puede medir la velocidad de los equipos y, por lo tanto, aplicar métricas ágiles en este tipo de proyectos, se determinan las variables para analizar el trabajo asociado a los flujos de procesos, realizado por los equipos en la producción de los “*outputs*” o salidas correspondientes a los flujos de comunicación.
- Para evaluar si las herramientas ágiles visualizan la información deseada, se determinan las variables para analizar estas herramientas teniendo en cuenta los criterios de visualización de los equipos, con la finalidad de evitar las interrupciones de flujo y la sobreasignación.

Etapa 3: Propuestas (Objetivos 7, 8, 9).

En la tercera etapa, “Propuestas”, se plantea la validación de las propuestas que pongan solución a las deficiencias detectadas.

- Propuesta y validación de un modelo de gestión acorde a los proyectos de reforma en el sector *retail*.
- Propuesta y validación de la adaptación de métricas ágiles a este tipo de proyectos, que permita visualizar la planificación y el avance real del trabajo, para evitar interrupciones de flujo y prever la aparición de los tiempos muertos.
- Propuesta y validación de la adaptación de herramientas de comunicación ágiles para la asignación de recursos que eviten las interrupciones de flujo y la sobreasignación.

5.2. Ámbitos de estudio

Los tres ámbitos de estudio, en los que se han identificado las incompatibilidades a la hora de aplicar las herramientas tradicionales, son los siguientes:

Ámbito 1: Los modelos de gestión empleados en el desarrollo de los proyectos (Objetivos 1, 4, 7)

Se ha determinado la necesidad de aplicar conceptos evolutivos en lugar de predictivos, más acordes con proyectos que se desarrollan en entornos inestables. Para poder aplicar conceptos evolutivos y herramientas ágiles en este tipo de proyectos (objetivo 7) es necesario determinar las variables para demostrar que el modelo de gestión es evolutivo (objetivo 4). Para ello, se ha revisado la literatura existente sobre metodologías de gestión, para identificar los criterios de análisis (objetivo 1) que permitan determinar si el modelo de gestión es evolutivo o predictivo.

Ámbito 2: Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo (Objetivos 2, 5, 8).

Se ha determinado la necesidad de aplicar métricas ágiles en lugar de herramientas tradicionales, que permitan visualizar la planificación y el avance real del trabajo, para evitar las interrupciones de flujo y prever la aparición de tiempos muertos. Para poder aplicar métricas ágiles en este tipo de proyectos (objetivo 8) es necesario determinar las variables para demostrar que es posible medir la velocidad de producción de los equipos (objetivo 5). Para ello, se ha revisado la literatura existente sobre las herramientas que visualizan el trabajo, para identificar los criterios de análisis (objetivo 2) que permitan determinar si es posible medir la velocidad de los equipos.

Ámbito 3: Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos (Objetivos 3, 6, 9).

Se ha determinado la necesidad de aplicar las herramientas ágiles de comunicación empleadas en la asignación de recursos en otros ámbitos, ajenos al sector de la construcción, con la finalidad de evitar las interrupciones de flujo, la formación de cuellos de botella y la sobreasignación. Para poder proponer herramientas de comunicación ágiles en este tipo de proyectos (objetivo 9) es necesario determinar las variables para demostrar que estas herramientas también son de aplicación por los equipos de la organización que desarrolla proyectos de reforma en el sector *retail* (objetivo 6). Para ello, se ha revisado la literatura existente sobre las herramientas de comunicación ágiles, para identificar los criterios de análisis (objetivo 3) que permitan determinar si estas herramientas visualizan, o no, la información deseada.

5.3. Matriz de la Investigación

En la Tabla 2 se muestra la metodología de la Investigación, por medio de una matriz, donde:

- La lectura por filas corresponde a las tres etapas de la Investigación.
- La lectura por columnas corresponde a los tres ámbitos de estudio.

Del enfoque sistémico se obtiene el objetivo principal de la Investigación: *adaptar métodos ágiles en la gestión de proyectos de reforma en el sector retail, para solventar las deficiencias que presentan las metodologías tradicionales en entornos poco definidos o inestables*. Pormenorizando, se definen los elementos o componentes del sistema, donde interactúan las tres etapas con los tres ámbitos de Investigación. Cada elemento o componente es una unidad autónoma que define un objetivo específico de la Investigación.

La Investigación continúa con la revisión del estado del arte más relevante y la identificación de la laguna de conocimiento (*capítulo 6*). A partir de la revisión de la literatura se introducen los criterios de análisis (*capítulo 7*) y se expone cómo se ha realizado la selección de la muestra de estudio y se han determinado las variables (*capítulo 8*). Con estas variables se ha realizado la toma de datos y el correspondiente análisis, obteniendo una serie de resultados que han sido evaluados posteriormente (*capítulo 9*). Las conclusiones obtenidas de la evaluación de los resultados han determinado las líneas de actuación para solventar las deficiencias detectadas, por medio de una serie de propuestas que han sido validadas (*capítulo 10*). Una vez obtenidos los resultados, la Investigación finaliza con la discusión (*capítulo 11*), la conclusión (*capítulo 12*), y las líneas futuras de investigación (*capítulo 13*). Las referencias bibliográficas a las que se hace alusión en el texto se muestran en el capítulo 14.

Tabla 2. Metodología de la Investigación. Objetivos e hitos

		ÁMBITO 1. LOS MODELOS DE GESTIÓN EMPLEADOS EN EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS	ÁMBITO 2. LAS HERRAMIENTAS DE INFORMACIÓN EMPLEADAS PARA VISUALIZAR EL TRABAJO	ÁMBITO 3. LAS HERRAMIENTAS DE COMUNICACIÓN EMPLEADAS EN LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS
ETAPA 1. BASE DE LA INVESTIGACIÓN		OBJETIVO 1. Revisar el estado del arte de los modelos de gestión. Definir los criterios de análisis.	OBJETIVO 2. Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas para visualizar el trabajo. Definir los criterios de análisis.	OBJETIVO 3. Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas en la asignación de recursos. Definir los criterios de análisis.
	ESTADO DEL ARTE	1.1 HITO. Revisión del estado del arte de los modelos de gestión.	2.1 HITO. Revisión del estado del arte de las herramientas de visualización del trabajo.	3.1 HITO. Revisión del estado del arte de las herramientas de asignación de recursos.
	CRITERIOS DE ANÁLISIS	1.2 HITO. Obtención de las conclusiones para definir los criterios de análisis.	2.2 HITO. Obtención de las conclusiones para definir los criterios de análisis.	3.2 HITO. Obtención de las conclusiones para definir los criterios de análisis.
ETAPA 2. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN	SELECCIÓN DE LA MUESTRA Y DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES	OBJETIVO 4. Determinar las variables. Demostrar que el modelo de gestión es evolutivo.	OBJETIVO 5. Determinar las variables. Demostrar que se puede medir la velocidad de producción de los equipos.	OBJETIVO 6. Determinar las variables. Demostrar que las herramientas de comunicación ágiles visualizan la información deseada.
		4.1 HITO. Selección de la muestra de estudio: proyectos.	5.1 HITO. Selección de la muestra de estudio: equipos.	6.1 HITO. Selección de la muestra de estudio: herramientas de comunicación.
		4.2 HITO. Obtención de las variables para analizar el modelo de gestión.	5.2 HITO. Obtención de las variables para analizar el trabajo realizado.	6.2 HITO. Obtención de las variables para analizar las herramientas de comunicación ágiles.
		4.3 HITO. Toma de datos. Revisar emails y documentación registrada ISO 21500, con las variables determinadas.	5.3 HITO. Toma de datos. Realizar los cuestionarios a los equipos de trabajo, con las variables determinadas.	6.3 HITO. Toma de datos. Realizar el cuadro comparativo de las herramientas de comunicación con las variables determinadas
		4.4 HITO. Análisis de los datos obtenidos.	5.4 HITO. Análisis de los datos obtenidos.	6.4 HITO. Análisis de los datos obtenidos.
		4.5 HITO. Evaluación de los resultados.	5.5 HITO. Evaluación de los resultados.	6.5 HITO. Evaluación de los resultados.
	ANÁLISIS Y EVALUACIÓN	4.6 HITO. Obtención de las conclusiones para definir los criterios de mejora.	5.6 HITO. Obtención de las conclusiones para definir los criterios de mejora.	6.6 HITO. Obtención de las conclusiones para definir los criterios de mejora.
ETAPA 3. PROPUESTAS		OBJETIVO 7. Proponer y validar la aplicación de un modelo evolutivo que solviente las deficiencias que presenta el modelo tradicional.	OBJETIVO 8. Proponer y validar la aplicación de métricas ágiles que visualicen la planificación y el avance del trabajo, para solventar las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales.	OBJETIVO 9. Proponer y validar la aplicación de herramientas de comunicación ágiles para la asignación de recursos que eviten las interrupciones de flujo y la sobreasignación.
		7.1 HITO. Propuesta y validación.	8.1 HITO. Propuesta y validación.	9.1 HITO. Propuesta y validación.
	PROPUESTAS	7.2 HITO. Difusión.	8.2 HITO. Difusión.	9.2 HITO. Difusión.

6

Capítulo 6. **ESTADO DEL ARTE**

En este capítulo se ha revisado el estado del arte más relevante para la Investigación, en los tres ámbitos que se abordan: los modelos de gestión, las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo, y las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos.

Con la revisión de la literatura existente se ha obtenido la laguna de conocimiento común a los tres ámbitos que ha servido para definir los criterios de análisis en el siguiente capítulo.

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

Capítulo 6

ESTADO DEL ARTE

6.1.	Los modelos de gestión	28
6.1.1.	Ciclo de vida del proyecto	28
6.1.1.1.	Ciclo de vida del proyecto de construcción	
6.1.1.2.	Ciclo de vida del activo o bien construido	
6.1.2.	Metodologías ágiles de gestión de proyectos	41
6.2.	Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	50
6.2.1.	Herramientas tradicionales	50
6.2.2.	Herramientas y métricas ágiles	56
6.3.	Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos	60
6.3.1.	Representación tradicional	60
6.3.2.	Matriz Parma	64
6.3.3.	Herramientas ágiles de comunicación visual	66
6.4.	Conclusión obtenida de la revisión del Estado del Arte	71

En este capítulo se desarrollan los objetivos 1, 2 y 3 de la Investigación: revisar el estado del arte de los modelos de gestión, de las herramientas empleadas para visualizar el trabajo y de las herramientas empleadas en la asignación de recursos.

Tabla 3. Objetivos correspondientes al capítulo 6. Estado del arte

1. INTRODUCCIÓN	Las metodologías ágiles surgen para solventar las deficiencias que presentan las metodologías tradicionales en entornos poco definidos o inestables en el sector de <i>software</i> y en la fabricación de objetos.		
2. MOTIVACIÓN	La inestabilidad del entorno de los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> dificulta la implementación de las herramientas tradicionales.		
3. HIPÓTESIS	Demostrar que al aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> se solventan las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.		
4. OBJETIVO GENERAL	Aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> para solventar las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.		
5. METODOLOGÍA	ÁMBITO 1. Los modelos de gestión	ÁMBITO 2. Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	ÁMBITO 3. Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos
ETAPA 1:	OBJETIVO 1.	OBJETIVO 2.	OBJETIVO 3.
Base de la Investigación <i>Revisar el estado del arte</i> <i>Definir los criterios de análisis</i>	Revisar el estado del arte de los modelos de gestión. Definir los criterios de análisis.	Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas para visualizar el trabajo. Definir los criterios de análisis.	Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas en la asignación de recursos. Definir los criterios de análisis.
ETAPA 2:	OBJETIVO 4.	OBJETIVO 5.	OBJETIVO 6.
Análisis y Evaluación <i>Demostrar que es posible aplicar las herramientas ágiles</i>	Det. las variables. Demostrar que el modelo de gestión es evolutivo.	Determinar las variables. Demostrar que se puede medir la velocidad de producción de los equipos.	Determinar las variables. Demostrar que las herramientas ágiles visualizan la información deseada.
ETAPA 3:	OBJETIVO 7.	OBJETIVO 8.	OBJETIVO 9.
Propuestas <i>Demostrar la hipótesis</i> <i>Proponer y validar la aplicación de las herramientas ágiles</i>	Proponer y validar la aplicación de un modelo evolutivo.	Proponer y validar la aplicación de métricas ágiles que visualicen la planificación y el avance del trabajo.	Proponer y validar la aplicación de herramientas de comunicación ágiles para la asignación de recursos.

6.1. Los modelos de gestión

En este apartado se ha revisado el estado del arte de las metodologías de gestión y del ciclo de vida de los proyectos. Las metodologías de gestión tradicionales están basadas en el control de las tareas que componen los procesos; en cambio, los modelos ágiles están enfocados en las personas y en las comunicaciones que se establecen entre éstas, por medio de iteraciones a corto plazo²¹. Estas últimas se plantearon para dar respuesta a las limitaciones que mostraban las tradicionales, y han revolucionado el modelo de gestión de desarrollo *software*²²; siendo aún en la actualidad un fenómeno que predomina en el sector de la Tecnología e Información²³.

6.1.1. Ciclo de vida del proyecto

La Norma ISO 21500²⁴ define el ciclo de vida como un conjunto definido de fases desde el inicio hasta el final del proyecto.

²¹ En el Manifiesto Ágil se valora a los individuos e interacciones sobre los procesos y las herramientas; al *software* que funciona sobre la documentación extensiva; a la colaboración con el cliente sobre la negociación contractual; y a la respuesta ante el cambio sobre seguir un plan establecido (Beck, et al., 2001).

²² Christoph Johann Stettina y Jeannette Hörz, en su publicación *“Agile portfolio management: An empirical perspective on the practice in use”*, determinan cómo los métodos ágiles de gestión de proyectos revolucionaron la forma en que se ejecutan y organizan los proyectos de *software*, y realizan un estudio en proyectos pertenecientes al sector de la Tecnología e Información para demostrar el éxito de los métodos ágiles (Stettina & Hörz, 2015).

²³ Pedro Serrador y Jeffrey K. Pinto, autores de la publicación *“Does Agile work? – A quantitative analysis of agile Project success”*, determinan que, a pesar de que la aplicación de las metodologías ágiles siga siendo un fenómeno predominantemente en el sector de la Tecnología e Información, su éxito es demostrable en otros sectores (Serrador & Pinto, 2015).

²⁴ La Norma ISO 21500:2012 *Guidance on Project Management* es una norma internacional desarrollada por ISO (International Standardisation Organisation) a partir de 2007 y publicada en 2012. La Norma UNE-ISO 21500:2013 Directrices para la Dirección y Gestión de proyectos es publicada en Marzo de 2013, traducida por el Spanish Translation Task Force con la participación de representantes de Argentina, Chile, España, Costa Rica y Méjico (AENOR, 2013).

Los proyectos se organizan habitualmente en fases que se determinan por las necesidades de gobernanza y de control. Estas fases deberían seguir una secuencia lógica, con un inicio y un fin, y deberían usar los recursos para producir los entregables. Con el fin de asegurar una gestión eficiente del proyecto durante el ciclo de vida completo, debería realizarse un conjunto de actividades en cada fase. El conjunto de fases del proyecto se denomina ciclo de vida del proyecto.

El ciclo de vida del proyecto comprende el período desde el inicio del proyecto hasta su fin. Las fases se dividen por hitos de decisión, los cuales pueden variar dependiendo del entorno de la organización. Los hitos de decisión facilitan la gobernanza del proyecto. Al final de la última fase, el proyecto debería haber proporcionado todos los entregables.

6.1.1.1. Ciclo de vida del proyecto de construcción

A continuación, se indican las definiciones de “proyecto” más empleadas en el ámbito de la construcción:

Definición de la Real Academia Española de la Lengua²⁵:

- *Conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura o de ingeniería.*

Definición de la Ley de Ordenación de la Edificación²⁶:

- *1. El proyecto es el conjunto de documentos mediante los cuales se definen y determinan las exigencias técnicas de las obras contempladas en el*

²⁵ La Real Academia Española es una institución cultural con sede en Madrid (RAE, 2001).

²⁶ La LOE es la legislación sobre edificación vigente en España desde 1999. En ella se definen los requisitos básicos en la edificación (LOE, 1999). Estos requisitos se desarrollaron posteriormente por el Código Técnico de la Edificación (ver Nota 28).

artículo 2²⁷. El proyecto habrá de justificar técnicamente las soluciones propuestas de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable.

- *2. Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales u otros documentos técnicos sobre tecnologías específicas o instalaciones del edificio, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación sin que se produzca una duplicidad en la documentación ni en los honorarios a percibir por los autores de los distintos trabajos indicados.*

Definición del Código Técnico de la Edificación²⁸:

- *1. El proyecto describirá el edificio y definirá las obras de ejecución del mismo con el detalle suficiente para que puedan valorarse e interpretarse inequívocamente durante su ejecución.*
- *2. En particular, y con relación al CTE, el proyecto definirá las obras proyectadas con el detalle adecuado a sus características, de modo que pueda comprobarse que las soluciones propuestas cumplen las exigencias básicas de este CTE y demás normativa aplicable.*
- *3. A efectos de su tramitación administrativa, todo proyecto de edificación podrá desarrollarse en dos etapas: la fase de proyecto básico y la fase de proyecto de ejecución.*

²⁷ En el artículo 2 se especifica que la LOE es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, y determina el uso principal del mismo. En el mismo artículo se especifica qué tipo de obras requerirán de proyecto.

²⁸ El Código Técnico de la Edificación es el conjunto de normativas que regulan la construcción de edificios en España desde 2006 (CTE, 2006). En él se establecen los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad de las construcciones, definidos por la Ley de Ordenación de la Edificación (Ver Nota 26).

Definición de la Norma Internacional ISO 21500²⁹:

- *Conjunto único de procesos que consta de actividades coordinadas y controladas, con fecha de inicio y fin, que se llevan a cabo para lograr los objetivos del proyecto.*

Definición de Rafael de Heredia³⁰:

- *Sistema de carácter temporal complejo y dinámico, al que hay que aplicar un procedimiento de dirección integrada o “management” a lo largo de toda su vida con el fin de obtener una optimización de todos los recursos empleados a través de su estructura de organización, la cual será temporal.*

Definición del Libro Blanco de la Dirección Integrada de Proyectos de Construcción³¹:

²⁹ La Norma ISO 21500:2012 *Guidance on Project Management* es una norma internacional (ver Nota 24) que:

- Define un lenguaje universal en dirección y gestión de proyectos.
- Recoge los aspectos destacables y los aspectos comunes de otras normas relacionadas, que fueron tomados como documentos de partida para su elaboración.
- La gestión de proyectos se realiza en la norma a través de los procesos, los cuales son un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan y que transforman los elementos de entrada en resultados.

Estándares relacionados:

- PMBOK. Project Management Body of Knowledge.
- ICB. International Competence Baseline.
- PRINCE2. Project in Controlled Environments.
- P2M. Project and Program Management for Enterprise Innovation.
- BS6079 partes 1 a 4. Guide to Project Management.
- DIN 69901 partes 1 a 5. Project Management. Project Management Systems.
- ISO 10006. Quality Management Systems. Guideline for Quality Management.
- AS 4915. Project Management. General Conditions.

³⁰ Rafael de Heredia fue Profesor y Catedrático de la UPM; y autor del libro *“Dirección Integrada de Proyecto (DIP): Project Management”* (De Heredia, 1995). Demostró en su libro Dirección Integrada de Proyecto, que la traducción al castellano de las palabras *“Project Management”* es *“Dirección Integrada de Proyecto”* (Soler, 2012).

³¹ El Libro Blanco de la Dirección Integrada de Proyectos de Construcción es un documento publicado por AEDIP (AEDIP, 2000). AEDIP se constituye, al amparo de la Ley 19/1977, de 1º de abril, sin ánimo de lucro, por tiempo indefinido, como una asociación de empresas de consultoría del sector de la construcción, que consideran la Dirección Integrada de Proyecto (*Project Management*) como la *“forma más adecuada para llevar a cabo Proyectos en este sector, desde su concepción hasta su entrega definitiva al cliente, listas para su uso”* (Soler, 2012).

- *Realización temporal que se acomete para crear un resultado, producto o servicio.*

A continuación, se definen los modelos de ciclo de vida aplicables en el ámbito de la construcción.

En cuanto al ciclo de vida de los proyectos de construcción, en la literatura anglosajona los modelos comúnmente aceptados son el inglés propuesto por el *Royal Institute of British Architects*³², y el americano propuesto por el *American Institute of Architects*³³. En ambos modelos se identifica un mayor esfuerzo en las fases más tempranas del proyecto, previo a la fase de construcción.

El ciclo de vida determinado por Morris³⁴ al igual que los anteriores, no contempla el cierre del proyecto al finalizar el proceso constructivo, considerando en su lugar, el encargo realizado por el cliente.

El plan RIBA de Trabajo 2013, organiza el proceso de información, diseño, construcción, mantenimiento, funcionamiento y utilización de proyectos de construcción en una serie de etapas clave. El contenido de las etapas puede variar o superponerse para satisfacer requisitos de proyecto específicos. La Tabla 4 muestra las etapas que determina el Plan RIBA 2013, alineadas a la propuesta del Consejo

³² El Royal Institute of British Architects es una organización profesional de arquitectos del Reino Unido. El plan RIBA 2013 (RIBA, 2013) proporciona una herramienta práctica para ejecutar un proyecto de forma eficiente, Define las tareas principales en cada etapa, con sugerencias, definiciones, plantillas y técnicas (RIBA, 2016).

³³ El American Institute of Architects, es una organización profesional que representa los intereses profesionales de los arquitectos estadounidenses (AIA, 2016). Describe las prácticas en el manual del arquitecto *"The Architect's Handbook of Professional Practice"* (AIA, 2014).

³⁴ Peter Morris define cuatro etapas o fases de ciclo de vida del proyecto: Etapa I o fase de Factibilidad; Etapa II o fase de Diseño; Etapa III o fase de Producción; Etapa IV o fase de Culminación o Puesta en Marcha, en la que se lleva a cabo las pruebas finales y se continua con el mantenimiento. Morris aplica estas etapas al ciclo de vida de un proyecto de construcción (Morris, 2000).

de la Industria de la Construcción en Reino Unido CIC, *Construction Industry Council*³⁵.

Tabla 4. Etapas del Plan Riba 2013 y etapas del CIC, *Construction Industry Council*

Plan Riba 2013 Work Stage	CIC Work Stage
0.Strategic Definition	
1.Preparation and Brief	1.Brief
2.Concept Design	2.Concept
3.Developed Design	3.Developed Design
4.Technical Design	4.Production
5.Construction	5.Installation
6.Handover and Close Out	6.As Constructed
7.In Use	7.In Use

La Tabla 5 muestra una comparación entre el ciclo de vida propuesto por el instituto de la construcción CIOB, *Chartered Insitute of Building*³⁶, las fases establecidas por la oficina de comercio gubernamental de Reino Unido OGC, *Office of Government Commerce*³⁷, la Norma BS6079-1:2000 del instituto de normalización británico BSI, *British Standards Institution*³⁸, las fases establecidas por la federación británica de

³⁵ El Consejo de la Industria de la Construcción (CIC, 2007) es el foro representativo de los organismos profesionales, organizaciones de investigación y asociaciones empresariales especializadas en la industria de la construcción en Reino Unido (The Construction Industry Council, 2017).

³⁶ El Instituto Colegiado de la Construcción (CIOB, 2014) es un organismo profesional mundial que representa a los profesionales de la construcción y la propiedad que trabajan en el entorno de la construcción. CIOB es miembro del Consejo de la Industria de la Construcción, CIC (The Chartered Insitute of Building, 2016).

³⁷ La Oficina de Comercio Gubernamental (OGC, 2009) es una organización del gobierno de Reino Unido responsable de las tareas que mejoran la eficiencia y la eficacia de los procesos de negocios de gobierno (Office of Government Commerce, 2016)

³⁸ La British Standards Institution, cuyas siglas corresponden a BSI (BSI, 2002), es una multinacional cuyo fin se basa en la creación de normas para la estandarización de procesos. BSI es un organismo colaborador de ISO y proveedor de estas normas. Entre sus actividades principales se incluyen la certificación, auditoría y formación den las normas (British Standards Insitution, 2017).

propietarios e inversores BPF, *British Property Federation*³⁹, y el Plan RIBA 2007,

Outline Plan of Work:

Tabla 5. Comparación de los ciclos de vida propuestos por CIOB, OGC, BSI, BPF y RIBA 2007

CIOB Code of Practice for PM for Construction and Development	Office of Government Commerce (OGC)	British Standards BS6079-1:2000	British Property Federation (BPF)	Royal Institute of British Architects (RIBA)
1. Inception	0. Strategic assessment	1. Conception	1. Concept	A. Appraisal
2. Feasibility	1. Business justification	2. Feasibility	2. Preparation of the brief	B. Design brief
3. Strategy	2. Procurement strategy	3. Realisation	3. Design development	C. Concept
	3. Investment decision			
4. Pre-construction	4. Readiness for service		4. Tender documentation and tendering	D. Design development
				E. Technical design
				F. Production information
				G. Tender documentation
5. Construction			5. Construction	H. Tender action
6. Engineering Services Commissioning				J. Mobilisation
7. Completion, handover and occupation		4. Operation		
8. Post-completion review project close-out report	5. Benefits evaluation	5. Termination		K. Construction to practical completion
				L. Post-practical completion

³⁹ La British Property Federation (BPF, 1993), es una organización sin ánimo de lucro que representa las compañías involucradas en el sector inmobiliario e inversión. Trabaja con el gobierno y los organismos reguladores para ayudar a la industria inmobiliaria a crecer y prosperar (British Property Federation, 2016).

Bilal Succar determina tres fases en el ciclo de vida del proyecto de construcción: diseño, construcción y operaciones, y tres “*etapas BIM*”, dependiendo del nivel de madurez del entorno colaborativo⁴⁰. El nivel de madurez depende de la colaboración basada en el modelo y de la transferencia de información entre los equipos de proyecto, siendo la Etapa BIM 3, donde se alcanza el mayor nivel de madurez, y “*la integración impone la construcción concurrente*”, solapando al mismo tiempo procesos de la fase de diseño, construcción y operaciones. La metodología BIM incide en el intercambio constante de información entre los participantes y las aplicaciones, incluyendo datos geométricos, funcionales y técnicos, así como los datos relativos a los costes y al mantenimiento⁴¹.

El ciclo de vida define las fases interrelacionadas de un proyecto, o bien de un “*programme or portfolio*”⁴². La Norma ISO 21500 también define el ciclo de vida para cualquier tipo de proyecto, y determina que en estas fases la organización usa los recursos para realizar una serie de actividades que generan los entregables del proyecto. Teniendo en cuenta las directrices de la Norma ISO 21500, el grupo de trabajo de AENOR “*Aplicación de la Norma ISO 21500 en Construcción*”⁴³ ha definido las etapas, las fases y los entregables del proyecto de construcción.

⁴⁰ Bilal Succar, en su publicación “*Building Information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*”, presenta las Etapas BIM, introduce el marco BIM y los entregables para las partes interesadas (Succar, 2009).

⁴¹ Terry Hill y Rob Steele, en su acta de conferencia “*ISO: Standards for BIM & Infrastructure Presentation to Government BIM Symposium*” inciden en la importancia de las comunicaciones, y en los efectos de la implementación de la metodología BIM en los costes y en la fase de mantenimiento (Hill & Steele, 2014).

⁴² La Asociación para la Gestión de Proyectos APM (Association for Project Management), tiene como objetivo desarrollar y promover las disciplinas profesionales de la gestión de proyectos y programas (APM, 2013).

⁴³ Grupo de trabajo GT1 del comité 157 “*Aplicación de la Norma ISO 21500 en Construcción*” de AENOR (CTN 157/SC 1/FT 1 Gestión de proyectos de proyectos de construcción: aplicación de la Norma ISO 21500).

Tabla 6 Etapas y fases que definen el ciclo de vida de un proyecto de construcción (ISO 21500)

ETAPAS	FASES
PRE-CONSTRUCCIÓN	1. Arranque
	2. Viabilidad
	3. Estrategia
	4. Diseño
	5. Licencias
CONSTRUCCIÓN	6. Contratación
	7. Construcción
	8. Ocupación
POST-CONSTRUCCIÓN	9. Operación
DE-CONSTRUCCIÓN	10. Desactivación

6.1.1.2. El ciclo de vida del activo o bien construido

La Norma Europea EN 15643-3:2012, en lugar de definir el ciclo de vida del proyecto, describe el ciclo de vida del activo o del *bien construido*⁴⁴. La última etapa “final de vida” incluye la “remodelación” del activo como sub-etapa.

La ley de la ordenación de la edificación (LOE)⁴⁵, el código técnico de la edificación (CTE)⁴⁶, y el Ministerio de Fomento⁴⁷ no contemplan el término “*obras de remodelación*” o “*proyecto de remodelación*”. A continuación, se indican los términos empleados en los respectivos ámbitos de aplicación.

⁴⁴ Los estándares y guías de gestión de proyectos definen las etapas y las fases del ciclo de vida de los proyectos. La Norma EN 15643-3:2012 define las etapas y las sub-etapas del activo o bien construido, e incluye en el final de vida la remodelación del activo.

En esta Investigación se entiende por activo o bien construido al edificio o parte del edificio en el que se desarrolla el negocio o actividad. A lo largo de la vida útil, el activo puede verse sometido a varias transformaciones. En una remodelación, el comunicado de inicio de proyecto tiene lugar en la etapa de uso si el activo se encuentra en funcionamiento.

⁴⁵ LOE, 1999. *Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación*, LOE art-4. BOE nº266, de 6 de noviembre.

⁴⁶ CTE, 2006. *Código Técnico de la Edificación*. CTE-art.6.1.

⁴⁷ Ministerio de Fomento, 2018. www.fomento.gob.es (*Nota Metodológica de Construcción de Edificios*).

Tabla 7. Etapas y sub etapas en el ciclo de vida de bienes construidos. EN 15643-3:2012

EN 15643-3:2012		Etapas	Sub etapas	
Antes de la Etapa de Uso	Etapa de Producto	0. Iniciativa	0.1 Estudio de mercado 0.2 Caso de negocio	Aprobación del cliente por Sub Etapa En base a evaluaciones de coste, organización, programación, información, calidad, riesgo, impacto ambiental, viabilidad, etc.
		1. Inicio	1.1 Inicio de proyecto 1.2 Estudio de viabilidad 1.3 Definición de proyecto	
		2. Diseño	2.1 Diseño conceptual 2.2 Diseño preliminar y diseño Desarrollado (B&I) 2.3 Diseño técnico o FEED. 2.4 Ingeniería de detalle	
		3. Adquisición (IF)	3.1 Adquisición 3.2 Contrata de construcción	
		4. Construcción	4.1 Pre-construcción 4.2 Construcción 4.3 Puesta en marcha 4.4 Entrega 4.5 Aprobación reglamentaria	
	Etapa de USO	5. Uso	5.1 Funcionamiento 5.2 Mantenimiento	
	Etapa de final de vida	6. Final de vida	6.1 Remodelación 6.2 Desmantelamiento	

1. Ámbitos de aplicación de la normativa estatal.

En el ámbito de aplicación de la ley de ordenación de la edificación (LOE), en los apartados a, b y c del artículo 2 se determina aquellas obras con consideración de edificación:

- a) Obras de edificación de nueva construcción.
- b) Obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación (intervención total o parcial).
- c) Obras de intervención total o parcial en edificaciones catalogadas o protegidas.

La LOE no diferencia entre las obras del apartado b) (*obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación*), sino que únicamente se refiere a ellas como *“intervención total o parcial”*.

En el ámbito de aplicación del Código Técnico de la Edificación (CTE), en el apartado 3 del artículo 2, señala: *“Igualmente el CTE se aplicará a las obras de ampliación,*

modificación, reforma o rehabilitación que se realicen en edificios existentes". Y, además, hace una diferenciación entre *"rehabilitación"* y *"rehabilitación integral"* en los apartados 4 y 5:

- Obra de rehabilitación:
 - De adecuación estructural (proporcionan *"condiciones de seguridad constructiva"*).
 - De adecuación funcional (proporcionan *"mejores condiciones respecto de los requisitos básicos del CTE"*, por ejemplo, supresión de barreras y promoción de la accesibilidad.
 - Remodelación de un edificio de viviendas donde se modifique la superficie de vivienda o el número de éstas.
- Obra de rehabilitación integral: *"actuaciones tendentes a todos los fines descritos en este apartado"*.

La LOE diferencia entre obra nueva en el apartado a); obras de intervención total o parcial en el apartado b); y obras de intervención total y parcial en edificios catalogados o protegidos en el apartado c). El CTE, además, diferencia entre *"rehabilitación"* y *"rehabilitación integral"*. Sin embargo, no establecen la diferencia entre *"obras de reforma"* y *"obra de rehabilitación no integral de adecuación funcional"*.

2. "Nota Metodológica de Construcción de Edificios" del Ministerio de Fomento.

La documentación disponible del Ministerio de Fomento sobre las licencias municipales de obra y la *"Construcción de Edificios"*, incluye las obras de reforma dentro de las obras de rehabilitación (*apartado "h. Tipo de obra" del apartado "1. Datos Generales"*). Determina las siguientes obras mayores que requieren proyecto:

- *Obra de nueva planta*: Es obra mayor que da lugar a un nuevo edificio, independientemente de si ha existido demolición total previa de otro edificio o no.

- *Obra de rehabilitación:* Es obra mayor que, a diferencia de la anterior, no da lugar a la construcción de un nuevo edificio, sino que se actúa sobre los ya incluidos todo ello con independencia de que haya habido o no demoliciones parciales. Puede ser de dos tipos:
 - *Obra de ampliación.* Cuando se aumenta la superficie ya construida incorporando nuevos elementos estructurales. Este incremento puede realizarse de forma vertical sin aumentar la superficie ocupada por el terreno o bien horizontalmente.
 - *Obra de reforma y/o restauración.* Cuando no varía la superficie construida pero el edificio sufre modificaciones que afectan a algún elemento estructural o se implante alguna dotación previamente inexistente.
- *Obra de demolición:* Es el derribo total o parcial de un edificio. En esta encuesta se contemplan tres clases de demolición:
 - *Demolición total previa:* es el derribo total o desaparición del edificio existente, previo a la construcción de otro. Tanto la demolición como la posterior construcción están amparadas por una misma licencia.
 - *Demolición total exclusivamente:* Da lugar a la desaparición del edificio sin que se solicite en la licencia ninguna nueva construcción.
 - *Demolición parcial:* se da solamente en obras de rehabilitación. La licencia es conjunta para la demolición y rehabilitación.

El apartado 3 hace hincapié en las obras de rehabilitación (ampliación, reforma y/o restauración), y dice lo siguiente: *“en aquellos tipos de obra tales como vaciados de edificios, y construcción de anexos a otros edificios pero con comunicación interior entre el edificio ya existente y el anexo, aunque supongan la construcción de una nueva estructura, con nueva cimentación, se considera a efectos de esta encuesta, siguiendo las normas legales, que no es edificación de nueva planta sino de reforma y/o restauración en el primer caso (vaciado) y de ampliación en el segundo, ya que*

respectivamente no ha habido demolición total (normalmente se conserva la fachada) ni son edificios independientes una vez terminada la obra.”

A continuación, hace referencia al “*acondicionamiento de locales*” (aunque no emplea el término “*adecuación*”):

a) Tipología de la obra de rehabilitación:

- Ampliación: en horizontal o en altura.
- Reforma y/o restauración: vaciado del edificio conservando la fachada o sin vaciado del edificio.
- Reforma o *acondicionamiento de locales*.

b) Características de la obra de rehabilitación, según tipo:

- Para obras de ampliación o gran rehabilitación (reconstrucción de un edificio, tras ser vaciado y conservando sólo la fachada) se solicita la superficie que se amplía o se reconstruye y el número de viviendas que se crean o se suprimen.
- Para rehabilitaciones normales o *reforma de locales*, se solicita el número de edificios afectados, las viviendas creadas o suprimidas y los tipos de reforma que vayan a efectuarse.

El apartado 4 recoge información sobre las obras de demolición, y no incluye las obras correspondientes a la demolición del tabicado interior:

- *“Superficie, en el caso de demolición parcial. Es la parte de superficie total en planta del edificio que realmente desaparece por efecto de la demolición. Puede o no coincidir con la superficie sobre el terreno en que se reduce el edificio a rehabilitar según tenga éste una planta o disponga de más de una. La sola demolición del tabicado interior realizada para una posible reforma de un edificio, aunque haya cambio de uso o destino no afecta a la superficie total de aquel y por lo tanto no se considera demolición parcial...”*

6.1.2. Metodologías ágiles de gestión de proyectos

En la década de los noventa, la definición moderna de metodología ágil de *software* evolucionó como contraposición a los métodos tradicionales basados en el modelo en cascada. El 17 de febrero de 2001 críticos de modelos de mejora de *software* se reunieron para revisar estos conceptos y el resultado fue un manifiesto donde se resumió la filosofía ágil. En ella se valora al individuo y a las interacciones del equipo por encima de los procesos y herramientas, y su capacidad de respuesta a los cambios en contraposición a la planificación y control de las metodologías tradicionales⁴⁸.

- Se valora más a los individuos y su interacción más que a los procesos y las herramientas. Los procesos han de adaptarse a la organización, a los equipos y a las personas, y no al revés. Los trabajos precisan de creatividad e innovación.
- Se valora más el *software* que funciona que la documentación exhaustiva. Basado en el desarrollo de prototipos que anticipen el funcionamiento del producto final y reducir la documentación, descartando la documentación innecesaria. La clave está en la comunicación directa entre personas y por medio de la interacción con los prototipos.
- Se valora más la colaboración con el cliente que la negociación contractual. Resultar esencial en escenarios poco previsible, donde el producto no se puede definir con detalle al inicio del proyecto y en aquellos casos en los que los requisitos son inestables.
- Se valora más la respuesta al cambio que el seguimiento de un plan. Basado en la anticipación y adaptación frente a la planificación y control de la gestión de proyectos ortodoxa.

⁴⁸ Beck, K.; Beedle, M.; Bennekum, A.V.; Cockburn, A.; Cunningham, W.; Fowler, M.; Grenning, J.; Highsmith, J.; Hunt, A.; Jeffries, R.; Kern, J.; Marick, B.; Martin, R.C.; Mellor, S.; Schwaber, K.; Sutherland, J.; Thomas, D., 2001. "Manifesto for Agile Software Development".

Los datos obtenidos de las encuestas realizadas por Scrum Alliance⁴⁹, a 4.452 profesionales en 108 países, con un 44% de los encuestados trabajando en desarrollo de software, y un 33% en *IT*, han determinado que, entre los modelos de gestión ágil, Scrum⁵⁰ es el más empleado (95%), siguiéndole Kanban⁵¹ (43%) y Lean⁵² (21%). Siguiendo en orden decreciente en empleo de métodos ágiles, les siguen: Extreme Programming (XP)⁵³ ⁵⁴, Feature-Driven Development⁵⁵, Unified

⁴⁹ Scrum Alliance es una organización que proporciona educación, recursos y apoyo a los profesionales de Scrum y Agile. Fundada en 2001, es una organización de certificación sin ánimo de lucro (Scrum Alliance, 2015).

⁵⁰ Ken Schwaber (Illinois, 1945), es un desarrollador de *software*, product manager y consultor en industria. Trabajó con Jeff Sutherland para formular las versiones iniciales del marco de Scrum y presentar Scrum como un proceso formal en OOPSLA'95 (Schwaber, 1995). Es fundador de Agile Alliance y responsable de fundar Scrum Alliance.

⁵¹ Kanban significa “*tarjeta de control*” (Monden, 1993). Sirve para abastecer en el momento justo la cantidad necesaria de piezas para las unidades que están en producción. Kanban Tool fue introducido por Shore Labs en el año 2009 como uno de los primeros tableros digitales Kanban. Kanban Tool es una aplicación visual de gestión de proyectos basada en la metodología Kanban, que fue inicialmente dada a conocer por David J. Anderson en 2004 (Anderson, 2003; Anderson, 2010).

⁵² Taiichi Ohno fue un ingeniero industrial japonés, conocido por diseñar el Sistema de producción Toyota, Just in Time (JIT), y publicaciones tales como “*The Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*” (Ohno, 1988).

⁵³ La programación extrema o Extreme Programming (XP) es una metodología de desarrollo de software formulada por Kent Beck; y expone sus hallazgos en “*Journal of Database Management Special issue on Agile Analysis, Design and Implementation*” (Beck, 1999).

⁵⁴ Ken Schwaber y Mike Beedle, publican “*Agile software development with Scrum*” en el año 2002, donde explican cómo usar SCRUM para implementar XP (Schwaber & Beedle, 2002).

⁵⁵ El desarrollo basado en funcionalidades (en inglés, feature-driven development, FDD) es un enfoque de desarrollo ágil de *software* desarrollado por Jeff De Luca y Peter Coad; y exponen el desarrollo en el libro “*Java Modeling In Color With UML: Enterprise Components and Process*” (Coad, et al., 1999), tal como recogen Stephen R. Palmer y John M. Felsing en “*A Practical Guide to Feature-Driven Development*” (Palmer & Felsing, 2002).

Process⁵⁶, Team Software Process⁵⁷, Waterfall⁵⁸, DSDM⁵⁹ y Crystal/Crystal Clear⁶⁰. Este informe también ha determinado que el 43% de los encuestados ha empleado exclusivamente Scrum en la gestión de proyectos, no recurriendo a la aplicación con otras prácticas de gestión de proyectos. Un estudio más reciente, elaborado también por Scrum Alliance⁶¹ muestra que el uso exclusivo de Scrum ha decrecido progresivamente, siendo un 32% en el año 2016 y un 16% en el año 2017. Estos resultados fueron obtenidos de las encuestas realizadas a más de 2.000 miembros que representan a 27 industrias en 91 países.

Scrum Manager introduce el concepto del siguiente modo: *"El escenario actual se parece muy poco al que dio origen a la gestión de proyectos predictiva: se necesitan estrategias diferentes para el lanzamiento de productos, estrategias orientadas a la entrega temprana de resultados tangibles y a la respuesta ágil y flexible necesaria para trabajar en entornos inestables"*⁶².

⁵⁶ El Proceso Unificado Ágil o Agile Unified Process (AUP) de Scott Ambler, describe la forma de desarrollar aplicaciones de software de negocio usando técnicas ágiles (Scott, 2001).

⁵⁷ El Team Software Process tiene como objetivo mejorar los niveles de calidad y productividad de un proyecto de desarrollo de software de un equipo. Watts Humphrey desarrolló la versión inicial del TSP en el año 2000, patrocinado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (Watts, 1999).

⁵⁸ La versión original del desarrollo en cascada fue propuesto por Winston W. Royce en 1970 (Royce, 1987) y posteriormente revisada por Barry Boehm en 1980 e Ian Sommerville en 1985. Ordena las etapas del proceso para el desarrollo de *software*, de tal forma que el inicio de cada etapa debe esperar a la finalización de la etapa anterior.

⁵⁹ El método de desarrollo de sistemas dinámicos (en inglés Dynamic Systems Development Method o DSDM) es un método de desarrollo ágil de *software*, desarrollado en Reino Unido en los años 90 por un consorcio de proveedores y de expertos en software, tal como determinan Stapleton Tufts y Eason West, en *"Inter-operability of DSDM with the Rational Unified Process"* (Tufts & West, 1999).

⁶⁰ Los métodos Crystal son una familia de metodologías desarrollada por Alistair Cockburn a mediados de los años 90. Cockburn desarrolló diferentes métodos para adaptarse a diferentes tipos de proyecto en función del tamaño (Cockburn, 2004).

⁶¹ Datos obtenidos del informe de Scrum Alliance (2017): *"The 2017 state of Scrum Report. How the world is successfully applying the most popular Agile approach to projects"*.

⁶² Scrum Manager nace en 2006 por iniciativa de profesionales en la gestión de proyectos TIC. Al igual que otras organizaciones privadas como Scrum.org, Scrum Alliance, o ScrumStudy, Scrum Manager emite la certificación del conocimiento del modelo de gestión Scrum (Scrum Manager, 2017).

La metodología ágil Scrum se diferencia de otras metodologías por:

- Adoptar una estrategia de desarrollo incremental a través de iteraciones (que denomina *sprints*) y revisiones, en lugar de la tradicional de planificación y ejecución completa del producto.
- Solapamiento de las diferentes fases del desarrollo, en lugar de realizar una tras otra en un ciclo secuencial o de cascada.
- Confiar la calidad del resultado más al conocimiento tácito de las personas que trabajan en equipo, que a la calidad de los procesos empleados.

Scrum comienza con una visión general del producto y se especifican y detallan las funcionalidades prioritarias que se pueden realizar en un período de tiempo breve. Cada ciclo de desarrollo o iteración finaliza con la entrega de una parte operativa (*incremento*) del producto y su duración puede ser desde una semana hasta dos meses, aunque es preferible que no duren más de un mes.

La evolución de los *sprints* se gestiona con reuniones breves diarias donde todo el equipo revisa el trabajo realizado el día anterior y el previsto para el siguiente, y suele tener una duración de entre 5 y 15 minutos máximo. Estas reuniones se realizan de pie ("*stand-up meeting*") y se realiza junto a un tablero o pizarra con información de las tareas del sprint y el trabajo pendiente de cada una. Al finalizar cada iteración (*sprint*) se realiza una revisión funcional de resultado, con todos los implicados en el proyecto. El desarrollo incremental implica que al final de cada iteración se dispone de una parte de producto operativa, que se puede usar, inspeccionar y evaluar. Las distintas fases que el desarrollo en cascada realiza de forma secuencial, aquí se solapan y se realizan de forma continua y simultánea.

En los entornos inestables, los factores son impredecibles, por lo que los equipos son auto-organizados y tienen margen suficiente para la toma de decisiones. En cambio, en la gestión tradicional predictiva se asigna la responsabilidad de la gestión y resolución al director del proyecto.

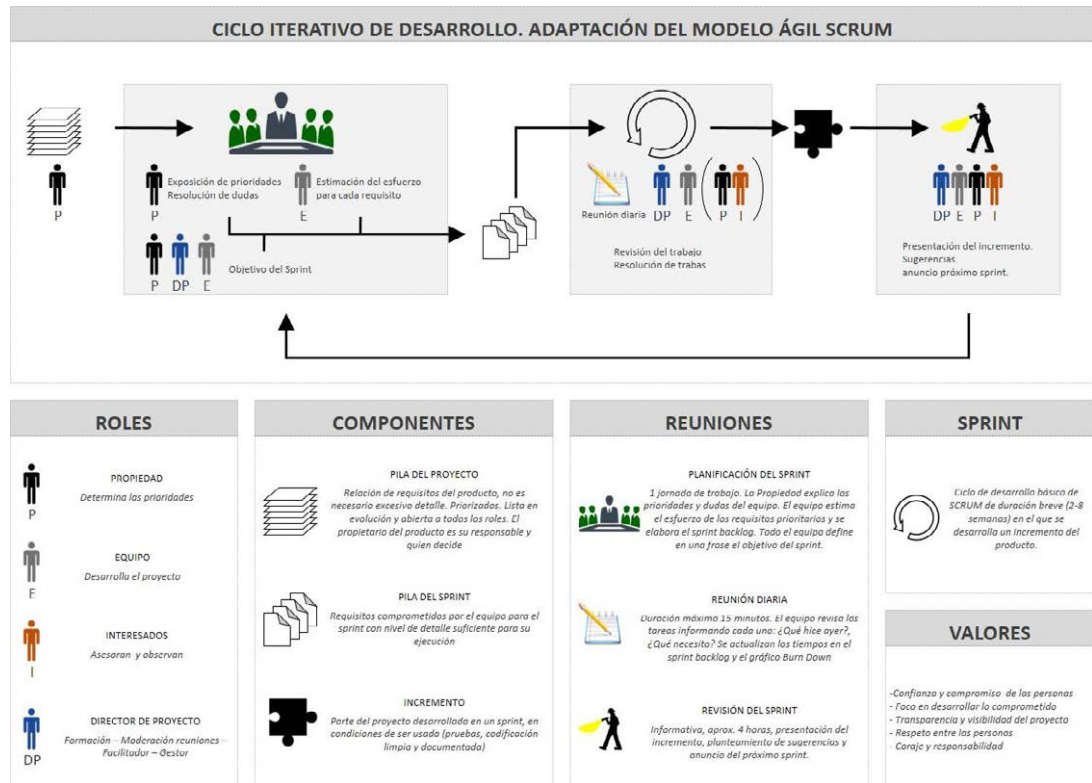


Figura 1. Marco Scrum Estándar⁶³

En la Figura 1 se identifican los roles los componentes y las reuniones. La pieza clave es el *sprint* que genera un incremento iterativo, basado en pulsos de tiempo prefijado o *timeboxing*⁶⁴. Tal como indica la Figura 2, los incrementos pueden ser continuos en lugar de iterativos.

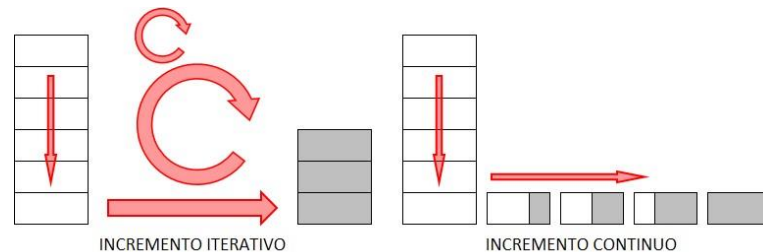


Figura 2. Incremento iterativo / continuo⁶⁵

⁶³ Scrum Manager, 2017. Illustration 5: *Technical scrum framework*, página 17. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

⁶⁴ *Timeboxing* se utiliza como una técnica de planificación de proyectos, que consiste en dividir el programa en periodos de tiempo independientes, con sus propios entregables, fecha límite y presupuesto (Boehm & Turner, 2004). Scrum emplea la técnica de tiempo prefijado para definir los pulsos de *sprint*.

⁶⁵ Scrum Manager, 2017. Illustration 6: *Iterative / continuous Increment*, página 20. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

- Incrementos iterativos: “*ritmo continuo basado en sprints*”, donde la velocidad se mide en función del trabajo o las tareas ejecutadas en cada *sprint*.
- Incrementos continuos, donde el ritmo continuo está basado en un “*flujo regular de trabajo, evitando puntos muertos y cuellos de botella*”. La velocidad se define a partir del trabajo, tareas o “*puntos*” ejecutadas en una unidad de tiempo (semana, día o mes).

El *sprint* es el nombre que recibe cada iteración de desarrollo. Es el núcleo central que genera el pulso por tiempos prefijados o *time boxing*.

El incremento es el resultado de cada *sprint*. Es la parte del producto realizada en un *sprint* potencialmente entregable: terminada y probada. No se deben considerar como incremento a prototipos, módulos o sub-módulos pendientes de prueba o integración.

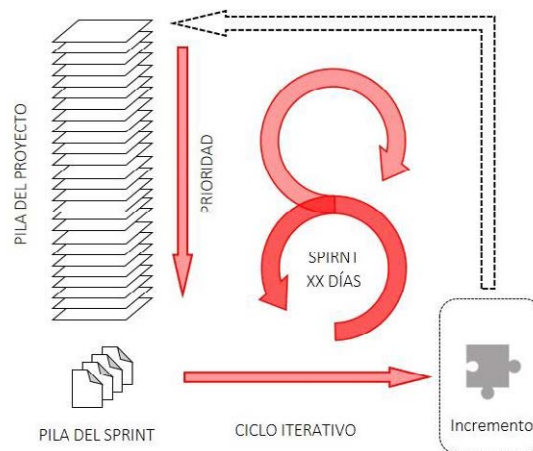


Figura 3. Diagrama del ciclo iterativo Scrum⁶⁶

Tanto en los modelos de gestión tradicional como en modelos de gestión ágil, la descripción del sistema o *pila del producto* es responsabilidad del cliente, aunque se aborda de forma diferente en cada caso.

⁶⁶ Scrum Manager, 2017. Illustration 7: *Diagram of the scrum iterative cycle*, página 21. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

Mientras que en los proyectos predictivos los requisitos del sistema suelen especificarse en documentos formales, en los proyectos ágiles toman la forma de *pila del producto*. Los primeros se especifican de forma completa y cerrada al inicio del proyecto; sin embargo, una *pila del producto* es un documento vivo que evoluciona durante el desarrollo, nunca se da por completada; está en continuo crecimiento y evolución.

La naturaleza de los proyectos de Ingeniería del *Software* es incremental: la adquisición de información se lleva a cabo principalmente de una manera progresiva, según se va teniendo la información del proyecto, se van desarrollando las tareas de éste, o se van finalizando ciertos procesos.

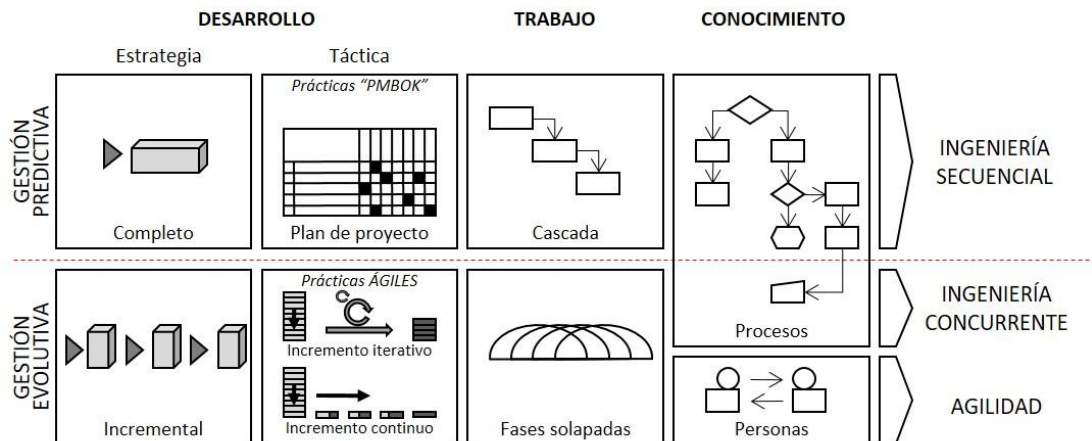


Figura 4. Diagrama de conceptos de la gestión de proyectos⁶⁷

Las metodologías ágiles en desarrollo de *software* surgen para hacer frente a las debilidades que presentan las metodologías tradicionales. La flexibilidad que presentan para adaptarse a los cambios las hacen más adecuadas para proyectos que se desarrollan en entornos inestables⁶⁸. También haciendo referencia a la

⁶⁷ Scrum Manager, 2017. Illustration 41: *Diagram of Project management concepts*, página 59. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

⁶⁸ Asif Qumer y Brian Henderson-Sellers, autores de la publicación "*A framework to support the evaluation, adoption and improvement of agile methods in practice*", muestran los resultados obtenidos tras aplicar las teorías ágiles en la práctica (Qumer & Henderson-Sellers, 2008).

inestabilidad del entorno, hay autores que determinan los factores de éxito de la aplicación de las metodologías ágiles: la participación del equipo del cliente y la velocidad asociada a los cambios rápidos en la planificación ante los requisitos cambiantes⁶⁹; y la toma de decisiones⁷⁰. Del mismo modo, focalizando la atención en la toma de decisiones, otros autores han determinado los factores de éxito del proyecto a partir de los datos obtenidos de una serie de entrevistas y encuestas realizadas a miembros de PRINCE 2 y PMI, y comunidades de prácticas ágiles, que revelan que estos factores atienden tanto a la cultura de la organización como a la colaboración y participación en la toma de decisiones del equipo de proyecto⁷¹. Los resultados teóricos de otros estudios realizados en los últimos años inciden en la necesidad de planificar las comunicaciones en este tipo de entornos⁷².

En cuanto a su aplicación en el sector de la construcción, hay estudios que exponen los resultados tras adoptar un enfoque ágil para la planificación e implementación de

⁶⁹ Edivandro Carlos Conforto, Daniel Capaldo, Sergio L. da Silva, Ariani Di Felippo y Dayse S.L.Kamikawachi, en su *publicación "The agility construction project management theory"* determinan cómo avanzar en la teoría y la práctica del Project Management (Conforto, et al., 2016):

- i) la agilidad debe considerarse como el rendimiento de un equipo, en lugar de un mero adjetivo para las prácticas y los métodos;
- ii) la agilidad, como desempeño, puede depender de una combinación de factores de organización, equipo y proyecto;
- iii) el nivel de rendimiento de agilidad se puede medir dentro de dos factores principales: cambio rápido en la planificación del proyecto y participación activa del cliente.

⁷⁰ Arie Ben-David, Roy Gelbard e Irena Milstein, exponen la eficiencia de los métodos ágiles en la gestión de los cambios en los requisitos y en la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida, en el artículo titulado "*Supplier ranking by multi-alternative proposal analysis for agile projects*" (Ben-David, et al., 2012).

⁷¹ La publicación "*Factors associated with the software development agility of successful projects*" de los autores Jim Sheffield y Julien Lemétayer, determina que la agilidad de desarrollo del *software* está indicada por un factor del entorno del proyecto (cultura organizacional) y un factor del proyecto (empoderamiento del equipo del proyecto). Estos factores pueden ayudar a los profesionales para alcanzar el éxito en los proyectos (Sheffield & Lemétayer, 2013).

⁷² El artículo titulado "*Project change stakeholder communication*", de los autores Aurangzeab Butt, Marja Naaranoja y Jussi Savolainen, expone que una comunicación efectiva garantiza la participación de los interesados en los procesos de gestión del cambio; sugiriendo que la planificación de la comunicación del proyecto debe requerir de una mayor atención (Butt, et al., 2016).

proyectos de reconstrucción de vivienda⁷³. Otros estudios centran el interés en la organización del proyecto, e identifican los factores que dificultan el entorno colaborativo y plantean un modelo para desarrollarlo en la industria de la construcción⁷⁴. Por último, se han identificado aportaciones que determinan la gestión efectiva del proyecto de construcción a partir de la integración de los procesos y de las personas⁷⁵. Sin embargo, a pesar de haber identificado referencias relacionadas con la aplicación de modelos ágiles en la industria de la construcción, no se han identificado estudios empíricos que demuestren por qué es adecuado aplicar metodologías ágiles en proyectos de construcción que tienen lugar en entornos inestables.

⁷³ La publicación *“A new model for effective post-disaster housing reconstruction: Lessons from Gujarat and Bihar in India”*, de los autores Mittul Vahanvati y Martin Mulligan, pone en manifiesto cómo los mejores resultados a largo plazo se lograron cuando las organizaciones que implementaban proyectos de reconstrucción de viviendas después de un desastre natural adoptaron un enfoque "ágil" para la planificación y la ejecución del Proyecto (Vahanvati & Mulligan, 2017).

⁷⁴ Richard Fulford y Craig Standing, en su artículo titulado *“Construction industry productivity and the potential for collaborative practice”*, identifican los factores que inhiben la colaboración y proporcionan un modelo para desarrollar un enfoque de gestión colaborativa. Los resultados obtenidos mostraron que los procesos dispares de gestión de proyectos e información no estandarizada, impedían el aumento de la eficiencia de los procesos (Fulford & Standing, 2014).

⁷⁵ El artículo *“Impact of integration management on construction project management performance”*, de los autores Sevilay Demirkesen y Beliz Ozorhon, determina que la gestión efectiva del proyecto comienza con la integración de los procesos y las personas en los proyectos de construcción (Demirkesen & Ozorhon, 2017).

6.2. Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo

Esta sección introduce las aportaciones más relevantes para esta Investigación sobre las herramientas de visualización del trabajo, encontradas en la literatura existente. A continuación, se muestra una clasificación de las herramientas de visualización de la información tradicionales y las aportaciones que inciden sobre las deficiencias que éstas presentan, que han servido para identificar la brecha de la Investigación y determinar los criterios de análisis.

6.2.1. Herramientas tradicionales

Henry L. Gantt (1861-1919), continúa la investigación comenzada por Frederic Taylor (1856-1915) sobre cómo mejorar la productividad siguiendo la premisa de que un proyecto no es una tarea monolítica sino un conjunto de actividades relacionadas entre sí. Para ello desarrolló el diagrama de barras o diagrama Gantt⁷⁶ en la empresa Frankford Arsenal para la construcción de barcos de guerra para la I Guerra Mundial, dividiendo los proyectos en unidades más pequeñas, "*tareas*", y estimando su duración⁷⁷. El diagrama de Gantt "*representa las actividades de un proyecto en una barra horizontal dispuesta sobre un calendario o línea temporal*"⁷⁸.

⁷⁶ Gantt, H., 1974. *Work, Wages and Profit*. Easton, Pennsylvania: Hive Publishing Company.
Morris, P., 1994. *The Management of Projects*. Thomas Telford.

⁷⁷ Legare, M., 2009. *Using Gantt Chart: Learn what a Gantt chart shows and how to make decisions using it*.

⁷⁸ McDaniel, N., 2001. *Scheduling Guide for Program Managers*. Fort Belvoir: Defense Systems Management College Press.

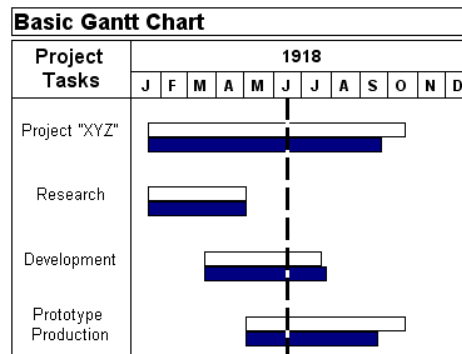


Figura 5. Diagrama de Gantt incluyendo seguimiento⁷⁹

El Diagrama de Hitos (*Milestone Chart*), en vez de basarse en la duración de las actividades, se fundamenta en los hitos o eventos planificados en el proyecto. Describe las fechas clave del proyecto y permite realizar el seguimiento sobre los hitos que no se han cumplido; y decidir si se continúa con el proyecto o si se toman las acciones correctivas que correspondan. El diagrama puede actualizarse, pero no describe la evolución de las tareas.

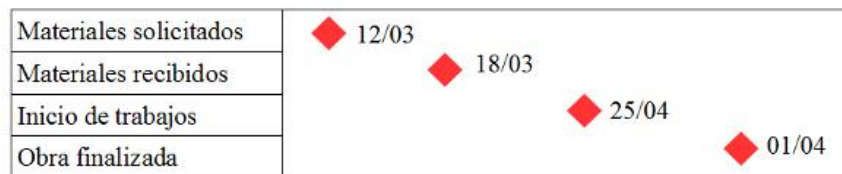


Figura 6. Diagrama de Hitos⁸⁰

Partiendo de la Teoría de Grafos⁸¹, se desarrollan los Diagramas de Red en los años 50, tras la II Guerra Mundial, como herramienta de análisis, planificación y representación de un proyecto. Da lugar a dos variantes dependiendo de las relaciones que se establecen entre las actividades o tareas y los eventos que componen una red. Por un lado, en la variante *Activity-on-Arrow*, más utilizada en la herramienta de análisis PERT, las actividades se representan por medio de nodos y los arcos que las unen son las relaciones y/o dependencias entre las actividades. En

⁷⁹ KIDASA , 2015. KIDASA Software. <http://www.ganttchart.com/Evolution>.

⁸⁰ Economía.ws, 2017. Diagrama de Hitos. <http://www.economia.ws/diagrama-de-hitos.php>

⁸¹ Dressler, J., 1980. *Construction Management in West Germany*. Journal of Construction Division, 106(4), pp. 477-487.

cambio, en la variante *Activity-on-Arrow*, normalmente utilizada en CPM, las actividades se representan por medio de flechas y los eventos por medio de los nodos. En ambas variantes, una vez representadas las actividades, se procede con el camino crítico, que se define como "el camino a través de la red de actividades que tiene la mayor duración que cualquier otro camino", siendo el camino (*path*) "la suma de todas las actividades de una ruta dentro de la red, desde el inicio de todas las actividades hasta que éste ha finalizado"⁸².

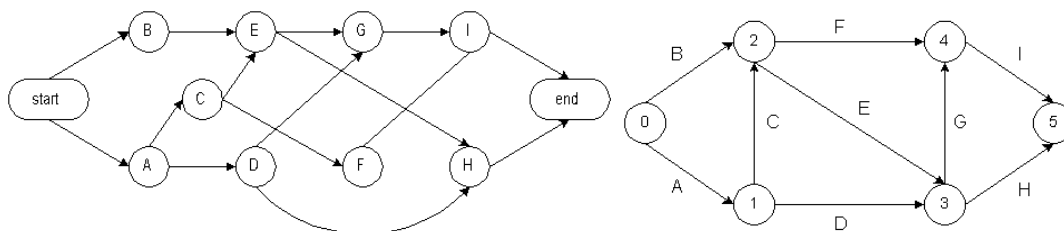


Figura 7. Diagrama Activity-on-Node y Diagrama Activity-on-Arrow⁸³

En 1956, el presidente del IEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos), E.S. Slagle, publica una editorial donde aborda la necesidad en la planificación de emplear distribuciones de probabilidad⁸⁴. Dos años más tarde el U.S. Navy publicó el *PERT (Program Evaluation and Review Technique)*, con la finalidad de desarrollar el programa armamentístico Polaris⁸⁵. PERT es una herramienta de análisis para optimizar el calendario a partir de las estimaciones de tiempo establecido por tarea, basándose en la Teoría de Grafos, cuando el tiempo es el objetivo principal del proyecto. Por otro lado, permite la visualización del proyecto completo para observar las relaciones y dependencias, y determinar dónde son aceptables los retrasos⁸⁶. Como

⁸² Thayer, R., 1997. *Software Engineering Project Management*. 2 ed. IEEE Computer Society.

⁸³ Hendrickson, C., 2015. http://www.pmbok.ce.cmu.edu/09_Construction_Planning.html.

⁸⁴ Slagle, E., 1956. *Prestige and progress report*. *The Journal of Industrial Engineering*, 7(1).

⁸⁵ McDaniel, N., 2001. *Scheduling Guide for Program Managers*. Fort Belvoir: Defense Systems Management College Press.

⁸⁶ Slagle, E., 1956. *Prestige and progress report*. *The Journal of Industrial Engineering*, 7(1).

herramienta de análisis se basa en calcular el tiempo medio de ejecución entre el óptimo y el más desfavorable.

Al mismo tiempo J.E. Kelly y M.R. Walter desarrollan el modelo CPM (*Critical Path Method*), con el objetivo de visualizar el tiempo y los costes, continuando la línea de investigación de grafos para obtener el camino crítico.

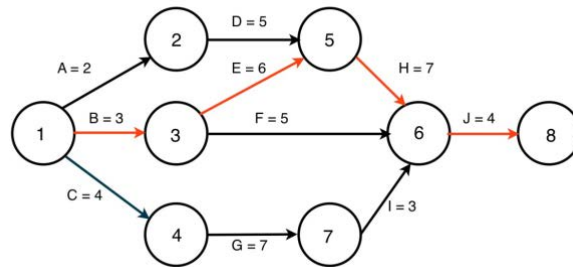


Figura 8. Ejemplo de diagrama CPM⁸⁷

Ambas herramientas parten del mismo enfoque conceptual, aunque PERT está más enfocado en los eventos, mientras que CPM lo está en las actividades. Por otra parte, PERT utiliza tres variables temporales para cada tarea (*optimistic, pesimistic, mostlikely*), y CPM una única variable, por lo que su aplicación se lleva a cabo en proyectos más definidos y estables.

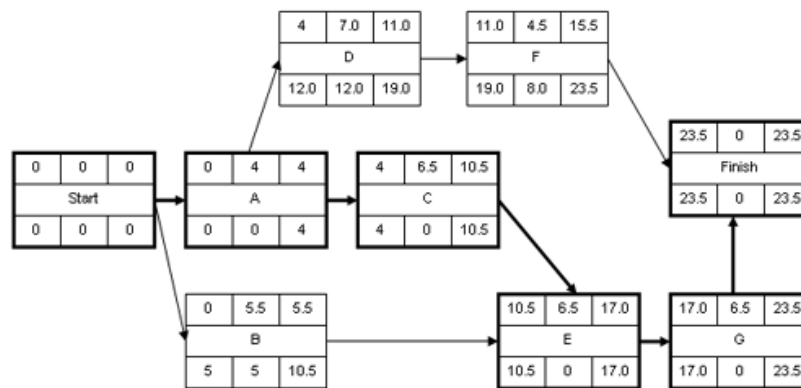


Figura 9. Ejemplo de diagrama PERT⁸⁸

⁸⁷ Fichtner, K., 2015. *Planning Processes. Critical Path review, Part 2.* <http://www.pmstrategies.wordpress.com/tag/pmbok>

⁸⁸ Chart., ProcessMA., 2015. http://www.processma.com/resource/pert_chart.htm.

En la imagen anterior se observa la visión global de la planificación y al mismo tiempo las tareas y las dependencias que se establecen entre ellas. Aquéllas que no están dentro del camino crítico pueden desviarse de la planificación sin tener una repercusión en el plazo final del proyecto.

En el año 1962, Carl Adam Petri presenta un modelo de flujo de información en sistemas, las Redes de Petri, “*Petri-nets*”⁸⁹. Se trata de grafos bipartitos dirigidos con dos tipos de nodos, los lugares representados por círculos (*places P*), y las transiciones representadas por líneas (*transitions T*). Las conexiones se realizan por medio de funciones de entrada (I) y salida (O), que se representan mediante arcos dirigidos desde P hasta T y viceversa. Las marcas o estados son asignaciones de elementos (*tokens*) a los lugares P, y se representan por medio de círculos rellenos dentro de los lugares P. Para llevar a cabo el lanzamiento (*firing*) en las transiciones T, dicha transición ha de estar activa inicialmente, y para ello ha de existir al menos un *token*. Las Redes de Petri no permiten el modelado de procesos complejos y largos. No obstante se han realizado dos aportaciones que han servido de evolución de este concepto, *Coloured Petri Nets* y *High-Level Petri-Nets*, entre otras muchas extensiones de la versión original⁹⁰.

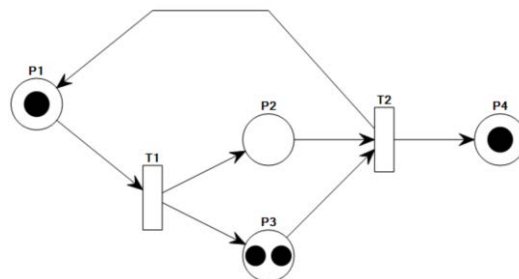


Figura 10. Ejemplo de Red de Petri⁹¹

⁸⁹ Petri, C., 1962. *Kommunikation mit automaten*. PhD thesis, Schriften des IIM, Heft 2, Institut für Instrumentelle Mathematik, an der Universität Bonn.

Greene, C., 1965. *Communication with automata*. Technical Report RADC-TR-65-377. Translation of thesis “*Kommunikation mit automaten*”. Rome Air Development Center, Griffiss Air Force Base, 1965.

⁹⁰ Mcleish, K., 2015. *Introduction to petri nets*. www.peterlongo.it/Italiano/Informática/Petri

⁹¹ MindFusion Company Blog. <https://mindfusion.eu/blog/tag/c/>

El modelo IDEFØ (*Integration DEFinition for Function Modeling*) combina la representación gráfica de funciones y un texto explicativo para el modelado de decisiones, acciones, y actividades de una organización o sistema⁹². Forma parte de un sistema de métodos para el diseño y modelado de *software*, y modela las funciones de análisis y comunicaciones de un sistema por medio de SADT, *Structured Analysis and design Technique*⁹³. Este método permite estructurar la información de una manera ordenada⁹⁴. Las funciones (*actividades, procesos, acciones u operaciones*) del sistema se representan gráficamente, de modo que las entradas (*inputs*) dan lugar a las salidas (*outputs*) empleando las herramientas correspondientes (*mechanism*) y los mecanismos de control (*control*).

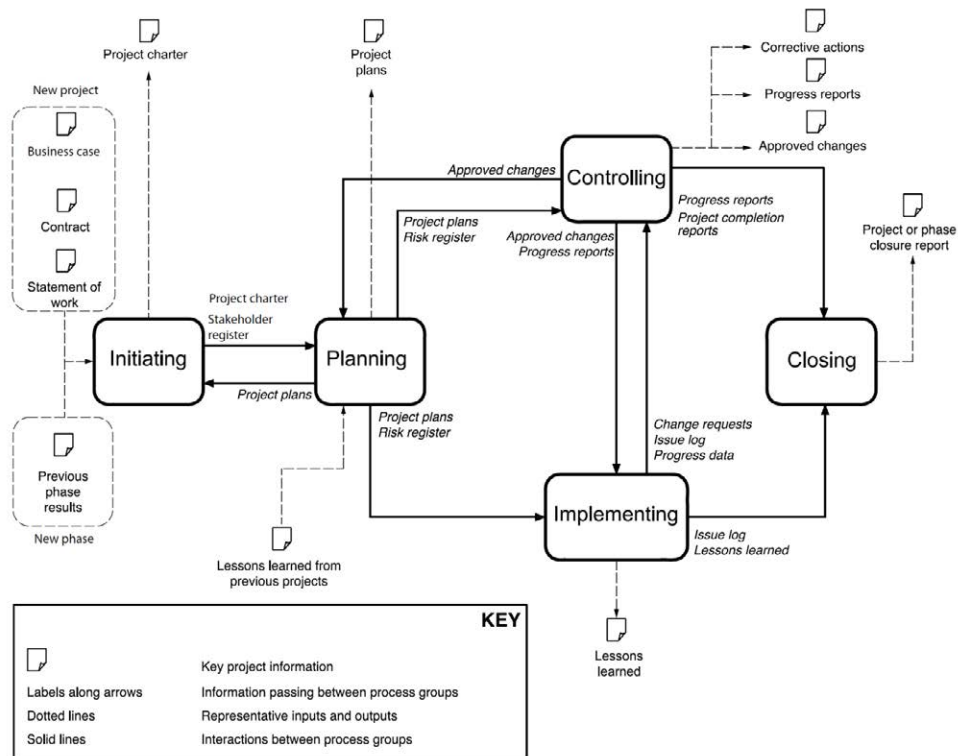


Figura 11. Grupos de procesos ISO 21500: Ejemplo de un diagrama IDEFØ⁹⁵

⁹² KBSI, 1994. *Information integration for concurrent engineering (IICE): IDEF5 method report*. Technical report, Knowledge Based Systems, Inc. Technical report, Knowledge Based Systems, Inc.

⁹³ Marca, D. & C.L., M., 2005. *IDEFO and SADT: A Modeller's Guide*. OpenProcess, Inc.

⁹⁴ Hanrahan, R., 1995. *The ideo process modelling methodology*. Crosstalk: The Journal of Defense Software Engineering, 8(6), pp. 19-23.

⁹⁵ AENOR, 2013. *Norma ISO 21500. Spanish Association for Standardization and Certification*.

La revisión de la literatura de las herramientas empleadas en la visualización de la estructura ha permitido identificar la incompatibilidad de las herramientas y técnicas tradicionales que modelan la información para adaptarla a la visualización⁹⁶. Una vez revisada la literatura existente sobre las herramientas tradicionales de visualización de la información, esta sección se completa con la revisión de las métricas de planificación del trabajo identificadas en el estado del arte.

6.2.2. Herramientas y métricas ágiles

La Pila de producto de Scrum (*product backlog*) es la lista de requisitos de usuario que a partir de la visión inicial del producto crece y evoluciona durante el desarrollo. Son los requisitos desde el punto de vista del cliente. Está formada por una lista de funcionalidades o "*historias de usuario*" que desea obtener el cliente, ordenadas por la prioridad que él mismo le otorga a cada una. Es, por lo tanto, el inventario de funcionalidades, mejoras, tecnología y corrección de errores que deben incorporarse al producto a través de los sucesivos *sprints*. Todo lo que supone un trabajo que debe realizar el equipo ha de estar reflejado en esta pila.

Id	Prioridad	Descripción	Est.	Por
1	Muy alta	Plataforma tecnológica	30	AR
2	Muy alta	Interfaz de usuario	40	LM
3	Muy alta	Un usuario se registra en el sistema	40	LM
4	Alta	El operador define el flujo y textos de un expediente	60	AR
5	Alta	xxx	999	CC

Figura 12. Ejemplo de pila de producto⁹⁷

⁹⁶ Bertol, F. R., 2011. *Técnicas Conceptuales en la Gestión de Proyectos Software*. Universidad del País Vasco.

⁹⁷ Scrum Manager, 2017. Illustration 9: *Product backlog example*, página 25. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

6.2. Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo

La Pila de producto “nunca se da por completada; está en continuo crecimiento y evolución”⁹⁸. En contraposición a los planes de proyecto, “el desarrollo ágil prefiere la comunicación verbal o de visualización directa, a la escrita”. Visualiza los requisitos del cliente o “historias de usuario”, el esfuerzo estimado, y el responsable de la historia.

El gráfico de producto o “burn-up” es una herramienta de planificación “que presenta visualmente la evolución previsible del producto. Proyecta en el tiempo su construcción, en base a la velocidad del equipo”. En el eje de ordenadas “Y” se representa el esfuerzo estimado, y en el eje de abscisas “X”, el tiempo en *sprints*. La Figura 13 muestra cómo elaborar un gráfico de producto para estimar los plazos de entrega de las diferentes versiones del producto, a partir de la estimación de puntos de esfuerzo en su producción.

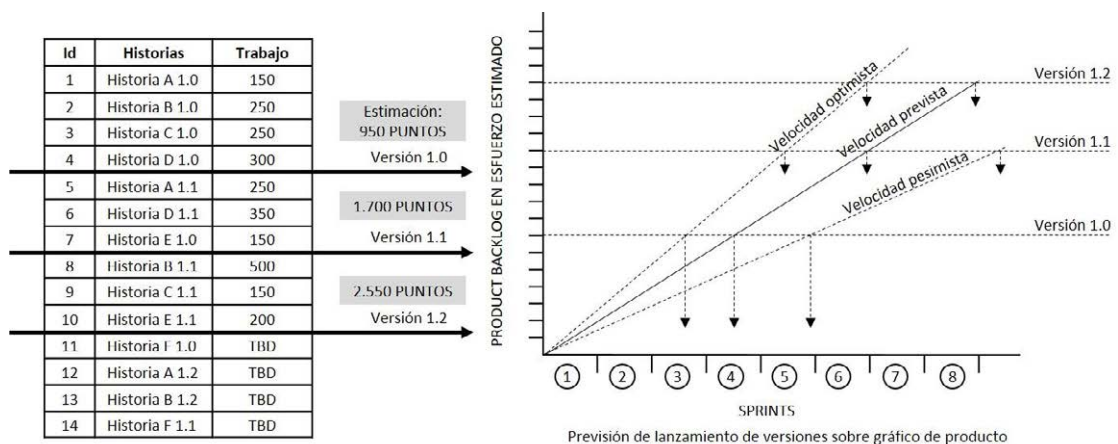


Figura 13. Pila del producto y gráfico de producto o “burn-up”⁹⁹

El gráfico de avance o “burn-down” se emplea para visualizar el ritmo del avance del trabajo, con la finalidad de saber si la fecha prevista de entrega se ve comprometida.

⁹⁸ Scrum Manager, 2017. *Product Backlog: Customers Requirements*, página 23. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

⁹⁹ Scrum Manager, 2017. Illustration 23: *Planned product versions*, página 45; Illustration 26: *Preview forecast for future versions on product chart*, página 46. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

Se actualiza en las reuniones del *sprint*. En cuanto al criterio de medida, “*mide el esfuerzo que falta, no el realizado*”¹⁰⁰.

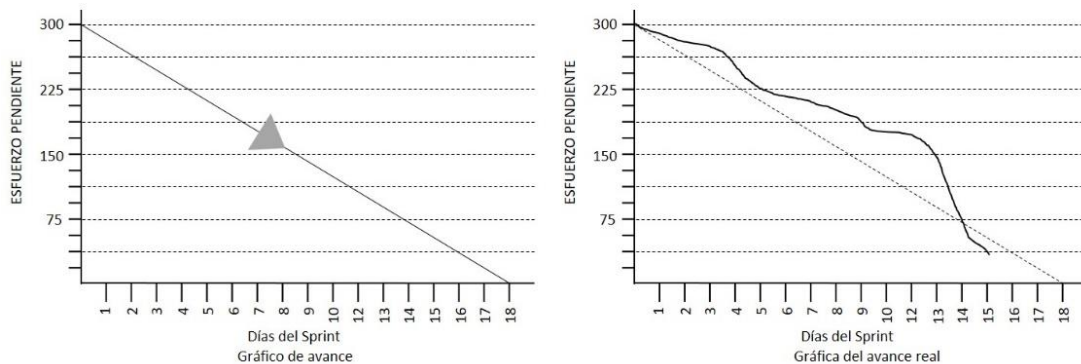


Figura 14. Gráfico de avance o “burn down”¹⁰¹

Sobre el eje “X” se representan los días de duración del sprint, y sobre el eje “Y”, el trabajo que falta por realizar. Diariamente, cada miembro del equipo actualiza el tiempo que queda en el *backlog*. “*Con esta información se actualiza el gráfico poniendo el esfuerzo pendiente total de todas las tareas que aún no se han terminado*”¹⁰².

La *estimación de Póquer* es una práctica ágil de planificación¹⁰³, empleada para hacer una estimación del esfuerzo y duración de las tareas. Diseñado en un primer momento para Extreme Programming (pensado para la programación por parejas), donde “*la unidad de esfuerzo son los días de trabajo de cada par de programadores*”. Las historias de usuario como máximo han de ser de diez días. Si fuera necesario, las de mayor tamaño se descomponen en sub-tareas.

¹⁰⁰ Scrum Manager, 2017. *Burn-Down Chart: sprint monitoring*, página 43. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

¹⁰¹ Scrum Manager, 2017. *Illustration 30: Burn-down chart planned*, página 48; *Illustration 31: Burn-down chart actual*, página 48. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

¹⁰² Scrum Manager, 2017. *Burn-Down Chart: sprint monitoring*, página 48. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

¹⁰³ Cohn, M., 2005. *Agile Estimating and Planning*. New Jersey: Prentice Hall.

6.2. Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo

Las aportaciones recogidas muestran el éxito de la aplicación de las herramientas ágiles en proyectos de desarrollo de *software* y del sector *IT*, pero no se han identificado estudios que determinen qué herramientas son de aplicación en proyectos de construcción que se desarrollan en entornos inestables, circunstancia que ha permitido identificar la brecha que ha motivado a realizar esta investigación.

6.3. Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos

Esta sección introduce las aportaciones más relevantes para esta investigación sobre las herramientas que visualizan la información, como modelos o métodos de representación empleados para asegurar los objetivos de proyecto y la detección temprana de problemas. Una incorrecta visualización de los componentes del proyecto puede provocar que situaciones de riesgo pasen desapercibidas¹⁰⁴. A continuación, se exponen las herramientas tradicionales de visualización de la información más empleadas que, junto a las *herramientas ágiles de comunicación visual*¹⁰⁵ servirán para identificar la brecha de la Investigación y determinar los criterios de análisis.

6.3.1. Representación tradicional

A comienzos de los años 60, el Gobierno de EE.UU. investiga sobre una posible subdivisión del proyecto con la finalidad de establecer una guía que permita definir los recursos necesarios. A finales de la década, se desarrolla el Diagrama de Descomposición del Trabajo WBS, *Work Breakdown Structure*¹⁰⁶, y se actualiza posteriormente en 1993. Actualmente está vigente como estándar para programas del sistema de defensa.

¹⁰⁴ White, D. & Fortune, J., 2002. *Current practice in project management – an empirical study*. Int. J. Proj. Manag., Volumen 20, p. 1–11.

¹⁰⁵ Scrum Manager, 2017. Sprint Backlog, página 25; Kanban in the IT sector, página 63. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

¹⁰⁶ Department of Defense, 1968. Department of Defense Handbook. *Work Breakdown Structures for Defense Material Items*. United States of America.

El Diagrama de Descomposición del Trabajo WBS, estructura el proyecto de modo que los elementos sean gestionables, independientes, integrables y mensurables. Está orientado a las familias de árboles de elementos, servicios y datos necesarios para obtener el producto final¹⁰⁷. Su principal aportación es que proporciona una información que se puede utilizar para la mayor parte de los entregables (*matriz de responsabilidades, análisis de riesgos, seguimiento y control...etc.*).

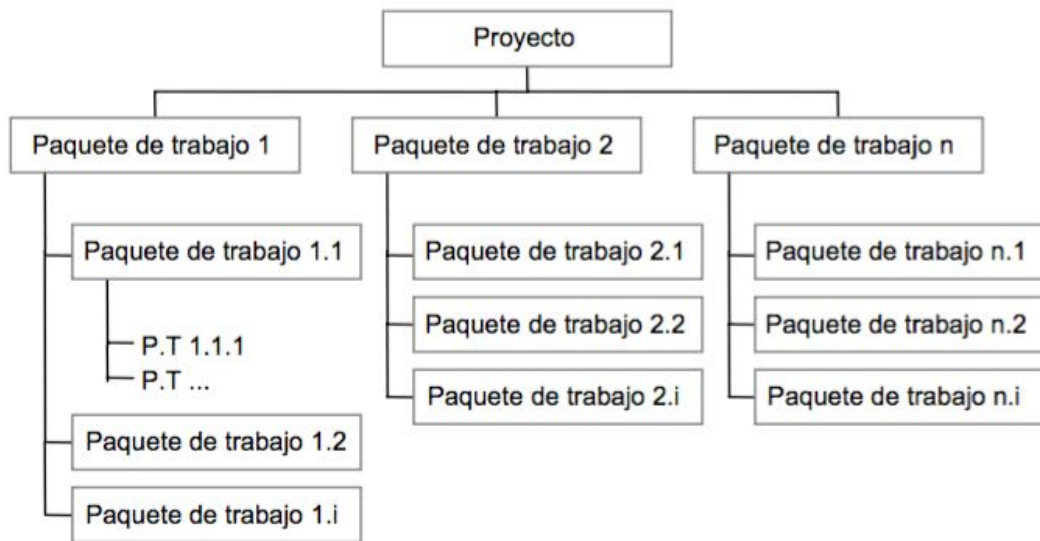


Figura 15. Ejemplo de WBS¹⁰⁸

Dependiendo del enfoque de la división se derivan cuatro variaciones del diagrama¹⁰⁹: OBS (*Organizational Breakdown Structure*), parte de la estructuración organizativa, de modo que se asignan las tareas a los bloques en los que se divide la organización (departamentos, personas, y grupos); PBS (*Product Breakdown Structure*), la división se realiza a partir de las diferentes partes en las que se puede

¹⁰⁷ Kerzner, H., 2009. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. 10th Edition ed. Hoboken, NJ: Wiley.

¹⁰⁸ Manuel Cillero. Estructura de descomposición del proyecto. <https://manuel.cillero.es/doc/metrica-3/tecnicas/planificacion/wbs/>

¹⁰⁹ Department of Defense, 2005. *Department of Defense Handbook. Work Breakdown Structures for Defense Material Items*. United States of America.

dividir el producto o proyecto y las tareas se adjudican a las mismas; PWBS (*Project Work Breakdown Structure*), que divide el proyecto en objetivos o hitos a alcanzar; y por último, el CWBS (*Contract Work Breakdown Structure*) se utiliza para controlar contratos externos, como es el caso de los *outsourcing*.

La matriz de responsabilidades RAM, *Responsability Assignment Matrix*¹¹⁰, surge de combinar la OBS y WBS, de modo que se determina la asignación de las tareas y personas, identificando las actividades en las filas y las columnas corresponden a las personas.

RACI Chart	Person				
Activity	Ann	Ben	Carlos	Dina	Ed
Define	A	R	I	I	I
Design	I	A	R	C	C
Develop	I	A	R	C	C
Test	A	I	I	R	I

R = Responsible A = Accountable C = Consult I = Inform

Figura 16. Matriz de Asignación de Responsabilidades (RAM) usando un Formato RACI¹¹¹

Atendiendo a la estructura de los modelos de representación, se puede hacer una clasificación en dos grupos¹¹². Por un lado, en los “*modelos jerárquicos*” la información relativa a las actividades se visualiza de arriba hacia abajo (*top-down*), y ofrece un punto de vista general, de modo que los componentes se dividen en niveles, teniendo una mayor definición en cada nivel. Los más empleados son: *la Estructura de Descomposición del Trabajo WBS, el Diagrama Gantt, y el modelo IDEFØ*. En segundo lugar, en los “*modelos estructurales*” la visualización de la información se realiza a nivel de tareas, a modo de paquetes de trabajo, y se define

¹¹⁰ Russell, T., 2005. *Operations Management: Quality and Competitiveness in a Global Environment*. Wiley, 5th edition ed. Hoboken, NJ: Wiley.

¹¹¹ PMI, 2017. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide)*. Project Management Institute. 6th ed.

¹¹² Francisco Javier Ruiz Bertol, en su Tesis Doctoral “*Técnicas Conceptuales en la Gestión de Proyectos Software*”, clasifica los modelos de representación en dos grupos: modelos jerárquicos y modelos estructurales (Bertol, 2011).

exclusivamente la información necesaria. Entre este tipo destacan el *diagrama PERT/CPM* y las *Redes de Petri*.

Tabla 8. Clasificación de los modelos de representación¹¹³

MODELOS DE REPRESENTACIÓN

Modelos Jerárquicos	Modelos estructurales	Legenda
1. WBS	4. Milestone Charts	ADM Arrow Diagramming Method
1.1 PWBS	4.1 Gantt Charts	CPM Critical Path Method
1.2 CWBS	4.1.1 w/Baseline	CPN Coloured Petri Nets
1.2.1 RAM	4.1.2 VSMS	CWBS Contract Work Breakdown Structure
1.3 OBS	4.1.3 FWS	DfD Dataflow Diagrams
1.3.1 RAM		FWS Full Wall Scheduling
1.4 Earn Value	5. Network Models	GERT Graphical Evaluation and Review Technique
1.4.1 PMS	5.1 PERT	HLPN High Level Petri Nets
	5.1.1 PERT/CPM	HPN Hierarchical Petri Nets
	5.1.1.1 GERT	IDEF Integration DEfinition
2. SADT	5.1.1.2 ADM	IDEF0 Integration DEfinition for Function Modeling
2.1 IDEF	5.2 CPM	IDEF1 Integration DEfinition for Information Modeling
2.1.1 IDEFO	5.2.1 PERT/CPM	IDEF1 X Integration DEfinition for Data Modeling
2.1.2 IDEF1		IDEF3 Integration DEfinition for Process Description Capture
2.1.3 IDEF1X	5.2.1.1 GERT	IDEF4 Integration DEfinition for Object-Oriented Design
2.1.4 IDEF3	5.2.1.2 ADM	IDEF5 Integration DEfinition for Ontology Description Capture
2.1.5 IDEF4	5.2.2 PDM	OBS Organizational Breakdown Structure
2.1.6 IDEF5	5.3 PetriNets	OML OPEN Modeling Language
2.1.6 IDEF5	5.3.1 CPM	PDM Precedence Diagramming Method
	5.3.1.1 HLPN	PERT Program Evaluation and Review Technique
3. Bar Charts	5.3.2 TPN	PMS Project Master Schedule
3.1 Gantt Charts	5.3.2.1 HLPN	PWBS Project Work Breakdown Structure
3.1.1 w/Baseline	5.3.3 HPN	RAM Responsibility Assigment Matrix
3.1.2 VSMS	5.3.3.1 HLPN	SADT Structured Analysis and Design Technique
3.1.3 FWS	5.3.4 DesignNet	TPN Timed Petri Nets
		UML Unified Modeling Language
	6. Histograms	VSMS Visual Scheduling and Management System
	7. DfD	WBS Work Breakdown Structure
	8. UML	

¹¹³ Tabla elaborada a partir de la Figura 2.10: *Clasificación de los Modelos de Representación*, Página 37. Bertol, F. R., 2011. *Técnicas Conceptuales en la Gestión de Proyectos Software*. Universidad del País Vasco.

6.3.2. Matriz Parma

Las anteriores herramientas de visualización empleadas en la gestión de proyectos utilizan modelos “estáticos y rígidos”¹¹⁴. Con la finalidad de solventar las limitaciones que presentan, en los últimos años se han propuesto soluciones como la matriz de representación PARMA (*Project-Activity Representation Matrix*), basada en la visualización de los recursos humanos, las actividades que engloban los procesos, y los resultados de ejecución de dichas actividades.

En este modelo se puede representar más información ya que se suprimen los símbolos iconográficos de los modelos tradicionales, con lo que se logra un mayor aprovechamiento del espacio que viene limitado por el formato, ya sea de la pantalla o de la página. Este enfoque parte de la *Team Role Responsibility Matrix*¹¹⁵, y la *Responsibility Assignment Matrix*¹¹⁶, donde se determinan los roles y responsabilidades del equipo de proyecto. En otras ocasiones ya se ha utilizado el enfoque matricial para implementar herramientas que facilitar la gestión de los proyectos¹¹⁷. PARMA es una propuesta para proyectos de desarrollo de *software*. La naturaleza que define un proyecto de Ingeniería del *software* es incremental¹¹⁸, de modo que la información se adquiere de forma progresiva, al tiempo que se desarrollan las tareas y se finalizan algunos procesos. PARMA se plantea como herramienta de *software* para hacer frente a las limitaciones de los modelos de visualización tradicionales, como el sin depender de la secuenciación de las tareas y

¹¹⁴ Bertol, F. R., 2011. *Información fundamental en la visualización*, página 42. *Técnicas Conceptuales en la Gestión de Proyectos Software*. Universidad del País Vasco.

¹¹⁵ Humphrey, W., 1999. *Introduction to the Team Software Process. The SEI Series in Software Engineering*. Boston: Addison Wesley.

¹¹⁶ PMI, 2017. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide)*. Project Management Institute. 6th ed.

¹¹⁷ Pollalis, S. N., 1993. *Computer Aided Project Management: A Visual Scheduling and Control System*. Wiesbaden: Wiesbaden Vieweg+Teubner Verlag (ViewegVerlag).

¹¹⁸ Notkin, D. & Grisworld, W., 1988. *Extension and software development*, pp. 274-283.

6.3. Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos

actualizando la información incrementalmente, a diferencia del diagrama Gantt, que es "un sistema de representación temporal de la planificación de un proyecto de forma visual, de tal manera, que actividades y procesos están completamente determinados dentro de esta herramienta de planificación"¹¹⁹.

La Figura 17 muestra los componentes de la herramienta: la matriz y las Unidades de Información. La evaluación del progreso de las unidades, se representa por círculos y la trama de relleno por medio de una escala de grises. En las filas se representa la estructura del proyecto, y en las columnas, la organización. La matriz no determina los roles, pero sí las asignaciones por medio de las unidades, que contienen la información de cada tarea.

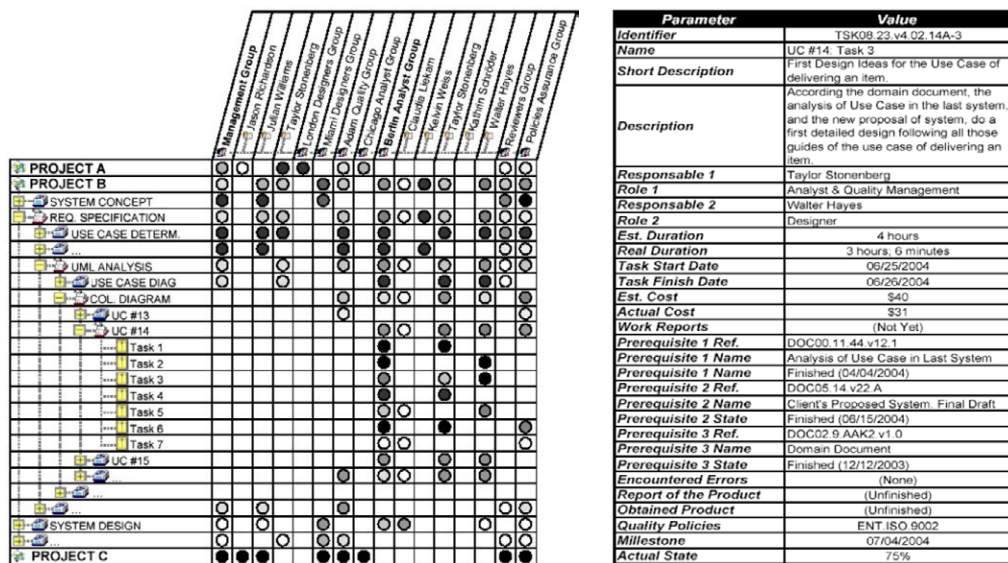


Figura 17. Ejemplo de representación PARMA y Unidad de Información¹²⁰

En lo referente a la visualización, la herramienta ofrece distintas vistas: *Estructura-Organización*, *Estructura-Tiempo*, y *Organización-Tiempo*:

¹¹⁹ Bertol, F. R., 2011. 2.3.1.El Diagrama de Gantt, Página 19. *Técnicas Conceptuales en la Gestión de Proyectos Software*. Universidad del País Vasco.

¹²⁰ Bertol, F. R., 2011. Figura 3.1: Un ejemplo de una representación de la matriz de representación PARMA, página 45; Figura 3.3: Un ejemplo de una Information Unit (IU) de PARMA, página 50. *Técnicas Conceptuales en la Gestión de Proyectos Software*. Universidad del País Vasco.

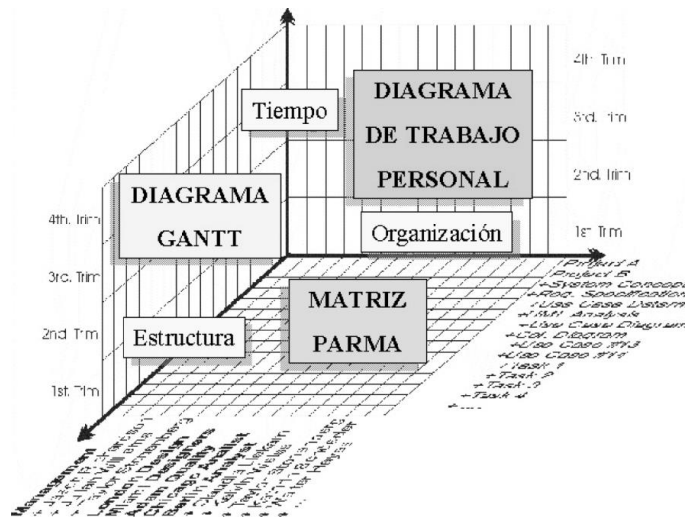


Figura 18. Visualizaciones de representación¹²¹

La revisión de la literatura de las herramientas empleadas en la visualización de la organización, ha permitido identificar la incompatibilidad de las herramientas y técnicas tradicionales que modelan la información para adaptarla a la visualización. Esta incompatibilidad se hace notoria a la hora de aplicar los modelos predictivos a entornos poco definidos o inestables, donde la adquisición de la información es incremental. Una vez revisada la literatura existente sobre herramientas tradicionales de visualización de la información, y la aportación PARMA como propuesta que solventa las deficiencias de las anteriores, esta sección se completa con la revisión de las herramientas de comunicación ágiles identificadas en el estado del arte.

6.3.3. Herramientas ágiles de comunicación visual

La pila del sprint (*sprint backlog*) es la lista de los trabajos que debe realizar el equipo durante el sprint para generar el incremento previsto. Son los requisitos desde el punto de vista del equipo de trabajo. Está formada por la lista de tareas en las que se descomponen las historias de usuario que se van a llevar a cabo en el sprint. Es, por lo tanto, la lista que descompone las funcionalidades de la pila del producto en

¹²¹ Bertol, F. R., 2011. Figura 3.4: *Las distintas visualizaciones de la representación PARMA*, página 53; *Técnicas Conceptuales en la Gestión de Proyectos Software*. Universidad del País Vasco.

6.3. Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos

las tareas necesarias para construir un incremento: una parte completa y operativa del producto. La realiza el equipo durante la reunión de planificación del sprint, auto asignando cada tarea a un miembro del equipo, e indicando en la misma lista cuánto tiempo o esfuerzo falta para terminarla. Es una herramienta para la comunicación visual directa del equipo¹²².

PROYECTO					Sab 07 Ene	Dom 08 Ene	Lun 09 Ene	Mar 10 Ene	Mié 11 Ene
Inicio	Fin	Jornada							
7-ene-16	1-abr-16	40 hs							
Tareas pendientes			15	15	14	14	11		
Horas pendientes			172	162	148	142	124		
Fecha de Cierre			12 ene	12 ene	12 ene	12 ene	12 ene		

PILA DEL PRODUCTO					OBJETIVO DEL SPRINT				
Categoría	Tarea	Responsable	Estimado en horas	Estado	Crear y publicar versión básica del sitio web público				
Diseño	Crear diseño de base de datos	Juan	24	Completo	24	16	8	4	
Diseño	Validar diseño de base de datos	Pedro	4	Completo	4	4	4	4	
Desarrollo	Contratar servicio de hosting	Pedro	4	Completo	4	2			
Desarrollo	Crear layout y estilos de sitio web	María	16	Activo	8	8	4	2	
Desarrollo	Crar página principal	María	24	Pendiente	24	24	24	24	24
Desarrollo	Mostrar resúmenes de noticias por sección	Juan	16	Pendiente	16	16	16	16	8
Desarrollo	Crear banners de publicidad	Luis	24	Pendiente	24	24	24	24	24
Desarrollo	Visualizar un Artículo	Luis	8	Pendiente	8	8	8	8	8
Desarrollo	Imprimir un Artículo	Luis	4	Pendiente	4	4	4	4	4

Figura 19. Ejemplo de pila de sprint con hoja de cálculo¹²³

La pila del sprint (o *sprint backlog*) visualiza todas las tareas necesarias para alcanzar el objetivo del *sprint*, el esfuerzo estimado necesario (*“tiempo de trabajo que falta para completar la tarea”*), el estado en el que se encuentra la tarea, y el responsable de cada tarea. Con esta información, el equipo puede representar el gráfico de avance o *“burn-down”*; *“es útil porque descompone el proyecto en unidades de tamaño adecuado para monitorizar el avance a diario, e identificar riesgo y problemas*

¹²² Scrum Manager, 2017. Sprint Backlog, página 25. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

¹²³ Scrum Manager, 2017. Illustration 10: *Example of sprint backlog on worksheet*, página 26. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

sin necesidad de procesos de gestión complejos¹²⁴. El formato adecuado es una hoja de cálculo, pizarra, pared o “herramienta colaborativa o de gestión de proyectos”.

El tablero Kanban¹²⁵, a diferencia de Scrum^{126 127} que se rige por los pulsos de sprint para mantener un avance continuo (técnica de tiempo prefijado o *timeboxing*), propone un avance constante o flujo continuo de las tareas, una tras otra, “sin paquetizar en incrementos”, pudiendo dar lugar a la formación de “zonas de cuellos de botella que bloquean el avance, mientras en otras áreas del equipo se producen tiempos muertos sin tareas que realizar¹²⁸”.

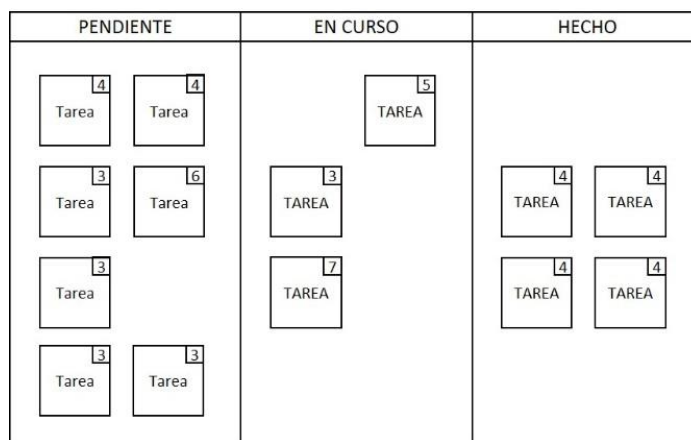


Figura 20. Estructura básica de un tablero kanban¹²⁹

El tablero Kanban para monitorizar y gestionar incrementos iterativos, incorpora la “pila del sprint” a la versión anterior.

¹²⁴ Scrum Manager, 2017. Sprint Backlog, página 25. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

¹²⁵ Kniberg, H. & Skarin, M., 2009. *Kanban and Scrum, making the most of both*. InfoQ books.

¹²⁶ Nonaka, I. & Takeuchi, H., 1986. *The New New Product Development Game*. Harvard Business Review.

¹²⁷ Nonaka, I. & Takeuchi, H., 2004. *Hitotsubashi on Knowledge Management*. Singapore: John Wiley.

¹²⁸ Scrum Manager, 2017. *Visual management kanban for continuous increment*, página 62. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

¹²⁹ Scrum Manager, 2017. Illustration 44: *Basic structure of a kanban board*, página 64. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

6.3. Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos



Figura 21. Ejemplo de tablero kanban para monitorizar y gestionar incremento iterativo¹³⁰

El tablero Kanban box es una evolución del tablero Kanban que permite el desarrollo simultáneo de incrementos continuos para varios proyectos.

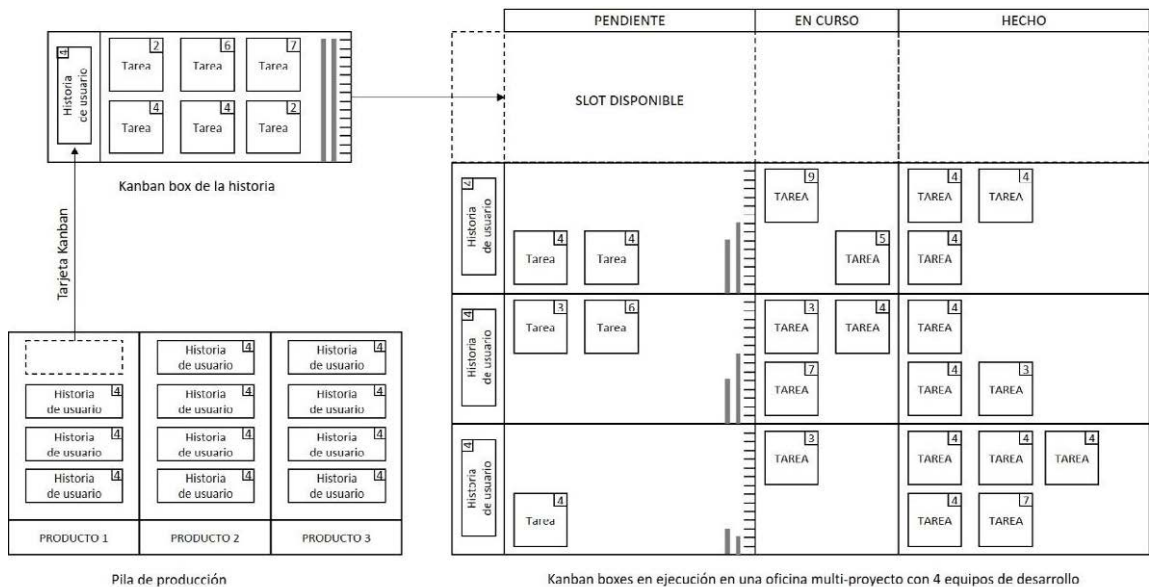


Figura 22. Tablero kanban box¹³¹

En cuanto a las técnicas de comunicación, los sistemas de información ERP (*Enterprise Resource Planning*) dan apoyo *virtual* a la planificación, uso y control de recursos empresariales, permitiendo administrar información de modo eficiente¹³².

¹³⁰ Scrum Manager, 2017. Illustration 53: *Example kanban board to monitor and manage maintenance tasks*, página 71. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

¹³¹ Scrum Manager, 2013. Ilustración 53: *Ejemplo de implementación: kanban box*, página 81. *Gestión de proyectos con Scrum Manager. Versión 2.2.1*

¹³² Sudhaman, P. & Thangavel, C., 2015. *Efficiency analysis of ERP projects – software quality perspective*. Int. J. Proj. Manag., Volumen 33, p. 961–970.

Las metodologías ágiles proponen reuniones internas, constantes y presenciales, dando apoyo físico, mediante “herramientas de comunicación directa”¹³³, para solucionar problemas derivados de la gestión de desarrollo *software*.

En lo referente a la aplicación de metodologías ágiles para manejar la incertidumbre que afecta a los proyectos en entornos cambiantes¹³⁴, se han desarrollado diferentes estudios en contextos aislados de un único proyecto. No obstante, algunos autores han identificado lagunas en el estado del arte, al no haber trasladado estas ideas a la gestión simultánea de varios proyectos¹³⁵, y se han identificado estudios que determinan las barreras que impiden emplear modelos de gestión trabajando simultáneamente en varios proyectos¹³⁶. La revisión de la literatura también ha permitido identificar las particularidades de los diferentes tipos de equipos, y la definición del modelo que los describe¹³⁷.

La bibliografía es escasa en cuanto a técnicas de asignación de roles se refiere. No obstante, hay publicaciones que sugieren la necesidad de tener en cuenta factores como la asignación y la priorización de miembros del equipo¹³⁸.

¹³³ Scrum Manager, 2017. Sprint Backlog, página 25. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

¹³⁴ Ohno, T., 1988. *The Toyota Production System: Beyond Large-scale Production*. London: Productivity Press.

¹³⁵ Petit, Y., 2012. *Project portfolios in dynamic environments: Organizing for uncertainty*. Int. J. Proj. Manag., Volumen 30, p. 539–553.

¹³⁶ Terlizzi, M., Albertin, A. & Cesar de Moraes, H. O., 2016. *Barriers to the use of an IT Project Management Methodology in a large financial institution*. Int. J. Proj. Manag., Volumen 34, p. 467–479.

¹³⁷ Zhou, Y., Cheung, C. & Hsu, S., 2017. *A dimensional model for describing and differentiating project teams*. Int. J. Proj. Manag., 35(1052–1065).

¹³⁸ Sánchez, O., Terlizzi, M., Albertin, A. & Cesar de Moraes, H. O., 2017. *Cost and time project management success factors for information systems development projects*. Int. J. Proj. Manag., Volumen 35, p. 1608–1626.

6.4. Conclusión obtenida de la revisión del Estado del Arte

Es amplia la bibliografía existente sobre el ciclo de vida de los proyectos de *software* y de proyectos de construcción de obra nueva, pero es limitada la que aborda la definición del ciclo de vida de los *proyectos de reforma* que se desarrollan en entornos inestables, donde la adquisición de la información es incremental y donde las renovaciones de imagen implican varias reformas en el activo a lo largo del tiempo. En el ámbito anglosajón¹³⁹, los ciclos de vida representan un mayor esfuerzo en las fases tempranas del proyecto, y no se cierran con la finalización del proceso constructivo, sino que depende del encargo o contrato. Son numerosos los autores que han hecho hincapié en las ventajas de *Agile* como métodos de gestión que ha revolucionado la industria de *software* en entornos inestables¹⁴⁰, pero son limitadas las investigaciones que abordan la aplicación de un modelo evolutivo en los proyectos de construcción.

La revisión de la literatura ha permitido determinar también que la información representada en los diagramas tradicionales no se ajusta a la realidad ni a la planificación en los proyectos de *software*¹⁴¹. En los proyectos de reforma en el sector *retail* se han apreciado estas deficiencias tanto en la visualización de las actividades que componen el trabajo (*estructura del proyecto*) como en la visualización de los recursos que componen los equipos (*organización del proyecto*). Las métricas ágiles

¹³⁹ RIBA, 2013. *Plan of Work 2013*. Royal Institute of British Architects.
AIA, 2014. *The Architect's Handbook of Professional Practice*. American Institute of Architects. 15th Edition.

¹⁴⁰ Serrador, P. & Pinto, J., 2015. *Does Agile work? – A quantitative analysis of agile Project success*. Int. J. Proj. Manag., Issue 33, p. 1040–1051.

¹⁴¹ Bertol, F. R., 2011. *Información fundamental en la visualización*, página 42. *Técnicas Conceptuales en la Gestión de Proyectos Software*. Universidad del País Vasco.

se aplican como “*indicadores de eficiencia de Ingeniería de software*”¹⁴². Sin embargo, no se han identificado estudios que incidan el problema de la visualización del avance del trabajo y la visualización de la disponibilidad en proyectos de construcción.

La revisión de la literatura ha permitido identificar la laguna de conocimiento común a los tres ámbitos de la Investigación: la inexistencia de estudios que aborden la aplicación de las metodologías ágiles en la gestión de la información y comunicación en los proyectos de reforma en el sector *retail*. Matizando para cada ámbito, se identifican las siguientes brechas:

- La inexistencia de un estudio empírico que demuestre que el modelo de gestión de los proyectos de reforma en el sector *retail* es evolutivo.
- La ausencia de documentos que avalen la aplicación de las métricas ágiles para medir la velocidad de producción de los equipos de diseño en este tipo de proyectos.
- La brecha identificada en la adaptación de las herramientas de comunicación ágiles para visualizar la carga de trabajo y la disponibilidad de los recursos en este tipo de organizaciones.

Considerando esta laguna de conocimiento, común a los tres ámbitos, se realiza una Investigación para dar respuesta a la siguiente pregunta:

“¿Es posible aplicar herramientas ágiles en proyectos de reforma en el sector retail y solventar las deficiencias que presentan las tradicionales?”

En el siguiente capítulo se definen los criterios de análisis que interesan para demostrar que es posible aplicar herramientas ágiles en este tipo de proyectos.

¹⁴² Scrum Manager, 2017. *Criteria for the design and application of metrics*, página 38. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

7

Capítulo 7.

DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS DE ANÁLISIS

En este capítulo se definen los criterios de análisis, a partir de la conclusión obtenida de la revisión del estado del arte. Son los criterios que han interesado para demostrar que es posible aplicar conceptos ágiles en los proyectos de reforma en el sector *retail*.

Considerando los criterios de análisis definidos en este capítulo, en el siguiente capítulo se determinan las variables para analizar los flujos de comunicación, los flujos de procesos y las herramientas de comunicación.

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

Capítulo 7

DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS DE ANÁLISIS

7.1. Criterios de análisis para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo.....	79
7.1.1. Criterio de análisis “Estrategia”	80
7.1.2. Criterio de análisis “Trabajo”	81
7.1.3. Criterio de análisis “Conocimiento”	82
7.2. Criterio de análisis para evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos.....	83
7.2.1. Criterio de análisis “Actividades”	84
7.3. Criterio de análisis para evaluar si las herramientas ágiles visualizan la información deseada.....	86
7.3.1. Criterio de análisis “Criterios de Visualización”	86
7.3.1.1. Criterios de visualización que evitan las interrupciones de flujo provocadas por la aparición de tiempos muertos (<i>Mura</i>)	
7.3.1.2. Criterios de visualización que evitan las interrupciones de flujo provocadas por la formación de cuellos de botella (<i>Muri</i>)	
7.3.1.3. Criterios de visualización que evitan el desperdicio provocado por la producción innecesaria y el re-trabajo (<i>Muda</i>)	
7.4. Conclusión obtenida de la definición de los criterios de análisis.....	96

En este capítulo se alcanzan los objetivos 1, 2 y 3 de la Investigación, con la definición de los criterios de análisis a partir de la revisión del estado del arte realizada en el capítulo anterior.

Tabla 9. Objetivos correspondientes al capítulo 7. Definición de los criterios de análisis

1. INTRODUCCIÓN	Las metodologías ágiles surgen para solventar las deficiencias que presentan las metodologías tradicionales en entornos poco definidos o inestables en el sector de <i>software</i> y en la fabricación de objetos.		
2. MOTIVACIÓN	La inestabilidad del entorno de los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> dificulta la implementación de las herramientas tradicionales.		
3. HIPÓTESIS	Demostrar que al aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> se solventan las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.		
4. OBJETIVO GENERAL	Aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> para solventar las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.		
5. METODOLOGÍA	ÁMBITO 1. Los modelos de gestión	ÁMBITO 2. Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	ÁMBITO 3. Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos
ETAPA 1:	OBJETIVO 1.	OBJETIVO 2.	OBJETIVO 3.
Base de la Investigación	Revisar el estado del arte de los modelos de gestión.	Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas para visualizar el trabajo.	Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas en la asignación de recursos.
<i>Revisar el estado del arte</i>			
<i>Definir los criterios de análisis</i>	Definir los criterios de análisis.	Definir los criterios de análisis.	Definir los criterios de análisis.
ETAPA 2:	OBJETIVO 4.	OBJETIVO 5.	OBJETIVO 6.
Análisis y Evaluación	Det. las variables.	Determinar las variables.	Determinar las variables.
<i>Demostrar que es posible aplicar las herramientas ágiles</i>	Demostrar que el modelo de gestión es evolutivo.	Demostrar que se puede medir la velocidad de producción de los equipos.	Demostrar que las herramientas ágiles visualizan la información deseada.
ETAPA 3:	OBJETIVO 7.	OBJETIVO 8.	OBJETIVO 9.
Propuestas	Proponer y validar la aplicación de un modelo evolutivo.	Proponer y validar la aplicación de métricas ágiles que visualicen la planificación y el avance del trabajo.	Proponer y validar la aplicación de herramientas de comunicación ágiles para la asignación de recursos.
<i>Demostrar la hipótesis</i>			
<i>Proponer y validar la aplicación de las herramientas ágiles</i>			

En la Tabla 10 se muestran los criterios de análisis que se desarrollan en este capítulo, agrupados en: criterios de análisis de la estrategia de los proyectos, criterios de análisis de la estructura de las actividades y criterios de análisis de la organización de los recursos, transversales a los tres ámbitos de estudio.

Tabla 10. Desarrollo de la Investigación. Definición de los criterios de análisis

ÁMBITOS DE ESTUDIO			
ÁMBITO 1.	ÁMBITO 2.	ÁMBITO 3.	
Los modelos de gestión	Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos	
<i>Demostrar que el modelo de gestión es evolutivo.</i>	<i>Demostrar que se puede medir la velocidad de producción de los equipos.</i>	<i>Demostrar que las herramientas ágiles visualizan la información deseada.</i>	

7. CRITERIOS DE ANÁLISIS			
ESTRATEGIA	3.1.1 Estrategia: ¿Completa o incremental?		
ESTRUCTURA	3.1.2 Trabajo: ¿Secuencial o concurrente?	3.2.1 Actividades: ¿Qué actividades componen los procesos? ¿Cuánto trabajo asociado?	
	3.1.3 Conocimiento: ¿Procesos o personas?		3.3.1 Criterios de visualización de las herramientas ágiles: ¿Visualizan la información deseada? 3.3.1.1. Evitar Mura: ¿Permiten modificar orden de las tareas? ¿Visualiza varios proyectos? 3.3.1.2. Evitar Muri: ¿Visualizan la secuencia? ¿Visualizan especialistas? 3.3.1.3. Evitar Muda: ¿Visualizan la disponibilidad y la carga de trabajo?
ORGANIZACIÓN			

A continuación, se desarrollan los criterios de análisis que se han considerado para demostrar que es posible aplicar las metodologías ágiles en los proyectos de reforma en el sector *retail*.

Criterio de análisis de la estrategia de los proyectos.

La revisión de la literatura ha permitido determinar que la estrategia puede ser completa (*modelo predictivo*) o incremental (*modelo evolutivo*).

En este capítulo se ha definido el criterio de análisis para determinar si la estrategia empleada en el desarrollo de los proyectos de reforma en el sector *retail* es completa o incremental.

Criterios de análisis de la estructura de las actividades.

En lo referente a la estructura de las actividades, el estado del arte ha permitido determinar que el trabajo puede ser secuencial (*modelo predictivo*) o concurrente (*modelo evolutivo*).

En los proyectos de construcción, Bilal Succar determina que el nivel de madurez del entorno colaborativo¹⁴³ es un factor en la evolución de la secuencialidad de los procesos hacia un modelo concurrente¹⁴⁴.

En este capítulo se ha definido el criterio de análisis para determinar si el trabajo que compone la estructura de los proyectos es secuencial o concurrente.

La revisión del estado del arte también ha permitido identificar que las métricas ágiles visualizan las magnitudes *trabajo* y *tiempo*, permitiendo medir la *velocidad* de producción de los equipos.

¹⁴³ Ver Nota 18. Entorno colaborativo: herramienta informática que se utiliza para gestionar datos del modelo y documentos del proyecto entre equipos.

¹⁴⁴ Succar, B., 2009. *Building Information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders*. *Automation in Construction*, 18(3), pp. 357-375.

En este capítulo también se ha definido el criterio que permita saber si es posible visualizar la velocidad de producción de los equipos que desarrollan proyectos de reforma en el sector *retail*.

Criterios de análisis de la organización de los recursos.

En cuanto a la organización de los recursos, la revisión de la literatura ha determinado que el conocimiento de la organización puede estar basado en los procesos (*modelo predictivo*), o en las personas (*modelo evolutivo*). Algunas aportaciones definen la gestión efectiva del proyecto de construcción a partir de la integración de los procesos y de las personas¹⁴⁵.

En este capítulo se ha definido el criterio de análisis para determinar si el conocimiento empleado en los proyectos de reforma en el sector *retail* está basado en los procesos o en las personas.

La revisión de la literatura además ha permitido determinar que las herramientas tradicionales no visualizan fielmente la información¹⁴⁶; y que la información proporcionada por las herramientas de comunicación ágiles es diferente según la herramienta empleada¹⁴⁷.

Del mismo modo, en este capítulo se ha definido el criterio de análisis que permita determinar si las herramientas de comunicación ágiles visualizan la información deseada; y, por lo tanto, que también puedan ser de aplicación por los equipos de gestión y de diseño que desarrollan proyectos de reforma en el sector *retail*.

¹⁴⁵ Demirkesen, S. & Ozorhon, B., 2017. *Impact of integration management on construction project management performance*. Int. J. Proj. Manag., 35(8), pp. 1639-1654.

¹⁴⁶ Bertol, F. R., 2011. *Técnicas Conceptuales en la Gestión de Proyectos Software*. Universidad del País Vasco.

¹⁴⁷ Kniberg, H. & Skarin, M., 2009. *Kanban and Scrum, making the most of both*. InfoQ books.

7.1. Criterios de análisis para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo

Para poder aplicar conceptos y herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector *retail*, es necesario demostrar que el modelo de gestión es evolutivo. Con este fin, se han determinado, en este apartado, los criterios de análisis para determinar cuál es la estrategia, el criterio de análisis para determinar cómo es el trabajo que compone la estructura y el criterio de análisis para determinar cuál es el conocimiento empleado por la organización, con la finalidad de evaluar en el capítulo correspondiente, si la estrategia, el trabajo y el conocimiento siguen los principios del modelo evolutivo, y poder dar respuesta a la pregunta de partida:

“¿Es posible aplicar modelos de gestión ágiles en proyectos de reforma en el sector retail?”

Primero se ha definido el criterio de análisis *“Estrategia”*, con la finalidad de saber si la estrategia es completa o incremental. En segundo lugar, se ha establecido el criterio de análisis *“Trabajo”*, para saber si el trabajo es secuencial o concurrente. Por último, se ha definido el criterio de análisis *“Conocimiento”*, para determinar si el conocimiento empleado se basa en mayor medida en las personas y en las comunicaciones que se establecen entre éstas, o en los procesos. La Figura 4 muestra las combinaciones de los tres conceptos (*estrategia, trabajo y conocimiento*) y los dos patrones de gestión de proyectos (*predictivo y evolutivo*), que definen las diferentes prácticas y metodologías.

En la Tabla 11 se muestran los criterios de análisis del modelo de gestión, obtenidos a partir de la *Figura 4. Diagrama de conceptos de la gestión de proyectos, Illustration 41: Diagram of Project management concepts, pg.59* (Scrum Manager, 2017):

Tabla 11. Criterios de análisis para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo

	<u>ESTRATEGIA</u>	<u>TRABAJO</u>	<u>CONOCIMIENTO</u>
PREDICTIVO	COMPLETA	SECUENCIAL (cascada)	PROCESOS
		INCREMENTAL ITERATIVA	
EVOLUTIVO	INCREMENTAL	INCREMENTAL CONTINUA	CONCURRENTE (fases solapadas) PERSONAS

Con los criterios de análisis que se desarrollan a continuación, en el siguiente capítulo se han determinado las variables para dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿El modelo de gestión es evolutivo?

7.1.1. Criterio de análisis “Estrategia”.

La estrategia puede ser completa (*modelo predictivo*) o incremental (*modelo evolutivo*). En primer lugar, se ha definido el criterio de análisis “Estrategia”, para determinar, en el siguiente capítulo, las variables que permitan evaluar si la estrategia en los proyectos de reforma en el sector *retail* es completa o incremental¹⁴⁸:

- Estrategia completa: *“La descripción de lo que se desea obtener está disponible al inicio del proyecto, es completa y detallada, sirve de base para estimar el plan del proyecto: tareas, recursos y agenda de trabajo. Durante la ejecución se gestiona su cumplimiento”.*
- Estrategia incremental: *“La descripción de lo que se desea obtener no está disponible de forma completa y detallada al inicio: se complementa y evoluciona en paralelo al desarrollo, que genera el resultado de forma incremental”.*

¹⁴⁸ Scrum Manager, 2017. Concepts. 1.-Development, página 59. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

7.1. Criterios de análisis para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo

En el siguiente capítulo también se han determinado las variables para saber, en el caso de que la estrategia sea incremental, si es incremental continua o incremental iterativa¹⁴⁹:

- Estrategia incremental continua: *“Empleando técnicas para lograr y mantener un flujo continuo de desarrollo de funcionalidades o partes del producto que se entrega de forma continua al cliente”.*
- Estrategia incremental iterativa: *“El marco de producción emplea técnicas de tiempo prefijado o timeboxing para mantener la producción de incrementos del producto de forma cíclica y continua”.*

7.1.2. Criterio de análisis “Trabajo”.

El trabajo puede ser secuencial (*modelo predictivo*) o concurrente (*modelo evolutivo*). En segundo lugar, se ha definido el criterio de análisis “Trabajo”, con la finalidad de determinar las variables que permitan identificar si el trabajo es secuencial o concurrente¹⁵⁰:

- Trabajo secuencial: *“Secuencia las tareas en fases, cada una de las cuales comienza al terminar la anterior y con el resultado que se ha obtenido de ella. El ejemplo más habitual es el ciclo de cascada definido en ingeniería del software con las fases de requisitos, análisis, diseño, codificación, pruebas e implementación.”*

¹⁴⁹ Scrum Manager, 2017. Concepts. 1.-Development, página 59. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

¹⁵⁰ Scrum Manager, 2017. Concepts. 2.-Work, página 60. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

- Trabajo concurrente: *“Solapa en el tiempo los diferentes tipos de tareas. Siguiendo el ejemplo de ingeniería de software, la definición de requisitos, el análisis, la codificación y el despliegue del resultado se realiza y revisa de forma simultánea y continua.”*

7.1.3. Criterio de análisis “Conocimiento”.

El conocimiento puede estar basado en mayor medida en los procesos (*modelo predictivo*) o en las personas (*modelo evolutivo*). En tercer lugar, se ha definido el criterio de análisis “Conocimiento”, para determinar si el conocimiento está basado en mayor medida en los procesos o en las personas¹⁵¹:

- Conocimiento explícito: *“contenido en los procesos y la tecnología empleada”*.
- Conocimiento tácito: *“contenido en las personas que lo construyen”*.

¹⁵¹ Scrum Manager, 2017. Concepts. 3.-Knowledge, página 60. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

7.2. Criterio de análisis para evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos

La representación visual de la *estructura* del trabajo que ofrecen las herramientas tradicionales es estática y jerárquica. En cambio, las herramientas ágiles ofrecen una visualización dinámica y flexible¹⁵².

Las métricas ágiles permiten visualizar la *planificación* del trabajo (herramienta *burn-up*), y establecen las fechas de entrega de los incrementos a partir del esfuerzo estimado y la velocidad prevista. La estimación del esfuerzo varía según la complejidad del proyecto, y hay herramientas que se emplean para estimar el esfuerzo (*estimación de póquer*). Las métricas ágiles descomponen las historias de usuario en tareas.

Las métricas ágiles permiten visualizar el *avance* del trabajo (herramienta *burn-down*, *backlog* de actividades, tablero visual kanban) con un criterio de medida del trabajo diferente al de las métricas tradicionales: *miden el esfuerzo pendiente de realizar, no el esfuerzo realizado*¹⁵³.

Para poder aplicar métricas ágiles que visualizan la planificación y el avance del trabajo, es necesario que se pueda medir la velocidad de producción de los equipos. Para ello se ha definido el criterio de análisis que permita evaluar si es posible estimar el trabajo asociado a la ejecución de las actividades, con la finalidad de dar respuesta a la siguiente pregunta:

¹⁵² Bertol, F. R., 2011. *Técnicas Conceptuales en la Gestión de Proyectos Software*. Universidad del País Vasco.

¹⁵³ Scrum Manager, 2017. *Work already done*, página 40. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

“¿Es posible aplicar herramientas de información ágiles empleadas para visualizar la planificación y el avance del trabajo en proyectos de reforma en el sector *retail*?”

“Medir no es, o no debería ser, un fin en sí mismo”¹⁵⁴. Las métricas ágiles miden la velocidad en la producción de los incrementos. En esa Investigación se ha determinado la necesidad de medir la velocidad para reducir las órdenes de cambio y otros requerimientos asociados a la falta de definición en el diseño, optimizando la producción de los equipos.

7.2.1. Criterio de análisis “Actividades”

Los equipos de gestión y de diseño en los proyectos de reforma en el sector *retail* no emplean herramientas de planificación y de seguimiento que visualicen el trabajo o la velocidad, tal como sugieren las métricas ágiles. Sin embargo, los recursos que desempeñan funciones dentro del equipo de gestión sí emplean el diagrama de Gantt como herramienta de planificación y de seguimiento de los proyectos.

En algunas organizaciones, los recursos que realizan funciones dentro del equipo de diseño miden el *trabajo realizado*, con la finalidad de repercutir horas de trabajo a cada proyecto¹⁵⁵, sin aportar valor al resultado. En cambio, los recursos que realizan funciones dentro del equipo de gestión, miden *el trabajo pendiente por realizar*, al planificar por actividades sucesoras en lugar de predecesoras, es decir, desde la fecha de apertura hasta el inicio del proyecto. Las herramientas ágiles miden el “*trabajo pendiente por realizar*”, en lugar del “*trabajo realizado*”.

Se ha definido el criterio de análisis “*Actividades*”, con la finalidad de saber si es posible estimar el esfuerzo que implica la ejecución de las actividades que componen los procesos, y de este modo, poder medir la velocidad de producción de los equipos.

¹⁵⁴ Scrum Manager, 2017. *Flexibility and common sense*, página 34. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

¹⁵⁵ Certificaciones, auditorías. Cómputo de horas de trabajo asignadas a cada proyecto.

Si es posible medir el trabajo, se podrán aplicar métricas ágiles, y prever la aparición de *tiempos muertos*.

De la revisión de la literatura existente, se ha obtenido el siguiente criterio:

- Las historias de usuario se descomponen en tareas. Se puede visualizar la velocidad prevista en la producción de los incrementos, en función del esfuerzo y del tiempo, tanto para la planificación del trabajo (*herramienta burn-up*), como para el avance del trabajo (*herramienta burn-down*).

Con el criterio de análisis “*Actividades*”, en el siguiente capítulo se han determinado las variables para dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Es posible medir el trabajo?

7.3. Criterio de análisis para evaluar si las herramientas ágiles visualizan la información deseada

Las herramientas ágiles favorecen la detección temprana de problemas, y facilitan la comunicación directa al actualizar la información¹⁵⁶. En esta Investigación se pretende demostrar que es posible aplicar las herramientas de comunicación ágiles en la asignación de recursos, con la finalidad de solventar las deficiencias identificadas, es decir, para evitar las interrupciones de flujo (*aparición de tiempos muertos y cuellos de botella*) y para evitar la sobreasignación.

Para poder aplicar herramientas de comunicación ágiles en la asignación de recursos, es necesario que estas herramientas se adapten a las necesidades de visualización de los equipos que producen los incrementos en los proyectos de reforma en el sector *retail*.

Para ello se ha definido el criterio de análisis “*Criterios de Visualización*”, con la finalidad de dar respuesta a la siguiente pregunta:

“¿Es posible aplicar herramientas de comunicación ágiles empleadas en la asignación de recursos en proyectos de reforma en el sector retail?”

7.3.1. Criterio de análisis “Criterios de Visualización”

Se ha definido el criterio de análisis “*Criterios de Visualización*”, con la finalidad de saber qué herramientas de comunicación ágiles pueden ser de aplicación por la organización que desarrolla proyectos de reforma en el sector *retail*.

¹⁵⁶ Scrum Manager, 2017. *Kanban boards: concepts, 2.- Information broadcaster*, página 65. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

La finalidad de emplear estas herramientas es evitar las interrupciones de flujo (provocadas por la aparición de *tiempos muertos*¹⁵⁷ y por la formación de *cuellos de botella*¹⁵⁸) y evitar la sobreasignación¹⁵⁹. Las herramientas de comunicación ágiles se emplean para regular el flujo de trabajo¹⁶⁰.

Para poder emplear estas herramientas, es necesario demostrar que las herramientas de comunicación ágiles empleadas en otros ámbitos, también sean de aplicación por el equipo de diseño y por el equipo de gestión en los proyectos de construcción, concretamente en los proyectos de reforma en el sector *retail*.

Para que estas herramientas sean de aplicación por ambos equipos, es necesario que permitan visualizar la información que interesa para regular el flujo. Esta información depende de los factores de la organización¹⁶¹ que determinan la dificultad para lograr, o no, un flujo de trabajo continuo. Para determinar estos factores, y de este modo, poder definir el criterio de análisis, se ha consultado la bibliografía que

¹⁵⁷ El tiempo muerto o tiempo de retardo (*dead time* o *lag time*) es el tiempo que tarda una persona en pasar una tarea a otra persona, o bien el tiempo de espera en recibir *feedback* o dar constancia de que una actividad ha de ser iniciada (Mario León, 2004).

¹⁵⁸ Los cuellos de botella tienen lugar por la acumulación de tareas en una determinada fase del proyecto (Scrum Manager, 2017).

¹⁵⁹ La sobreasignación indica que alguno de los recursos asignados a una tarea tiene asignado más trabajo en la tarea, o si un recurso tiene asignado más trabajo en todas las tareas asignadas, del que se puede realizar con la capacidad normal de trabajo (Microsoft Office, 2017).

¹⁶⁰ La gestión visual kanban ayuda a mantener un flujo de avance continuo del trabajo (Scrum Manager, 2017). Kanban (看板) es un sistema de programación para la fabricación ajustada y la fabricación "justo a tiempo" Just in Time, *JIT* (Waldner, 1992). Taiichi Ohno, ingeniero industrial de Toyota, desarrolló Kanban para mejorar la eficiencia de fabricación (Ohno, 1988). Kanban es un método para lograr el JIT. El sistema toma su nombre de las tarjetas que rastrean la producción dentro de una fábrica. Un objetivo del sistema kanban es limitar la acumulación de exceso de inventario en cualquier punto de la producción. Los límites en el número de artículos que esperan en los puntos de suministro se establecen y luego se reducen a medida que se identifican y eliminan las ineficiencias. Cuando se excede un límite, esto apunta a una ineficiencia que debe abordarse (Schonberger, 2001).

¹⁶¹ Según Scrum Manager, algunos factores que determinan cómo personalizar las prácticas kanban para las características de cada proyecto y de cada equipo son: trabajo secuencial o libre, y equipo polivalente o especializado (Scrum Manager, 2017).

vincula los factores de la organización con las interrupciones de flujo y con la sobreasignación.

Los objetivos del Sistema de Producción Toyota¹⁶² y la Producción Lean¹⁶³ están dirigidos a eliminar tres conceptos clave, *mura*, *muri* y *muda*, vinculados a las interrupciones de flujo y a la sobreasignación. Scrum Manager¹⁶⁴ hace referencia a estos conceptos como variables de la mejora continua *Kaizen*¹⁶⁵, e identifica los factores que determinan la dificultad para lograr el flujo continuo y favorecen la aparición de *mura*, *muri* y *muda*. Estos factores son:

- La alteración del orden de las tareas.
- El desarrollo simultáneo de varios proyectos.
- La secuencia en la ejecución de las tareas.
- La especialización de los equipos.
- El empleo de herramientas que priorizan la visualización por la estructura de las tareas y no visualizan la carga de trabajo.

¹⁶² El Sistema de Producción Toyota TPS, Toyota Production System, es un sistema integral de producción y gestión que está relacionado con el Toyotismo surgido en la empresa japonesa automotriz “Toyota”. En origen, el sistema se diseñó para fábricas de automóviles y sus relaciones con proveedores y consumidores, sin embargo, este se ha extendido hacia otros ámbitos. Este sistema es un gran precursor para el genérico Lean Manufacturing. Los principales objetivos del Sistema de Producción Toyota están diseñados para eliminar la inconsistencia (*mura*), el gasto (*muda*) y la sobrecarga (*muri*) (Wikipedia, 2018). Originalmente llamado “*Producción Justo-a-tiempo*”. Los principios de SPT son mencionados en el libro “*La Manera de Toyota*” (Liker, 2011).

¹⁶³ Lean manufacturing es un modelo de gestión enfocado en la creación de flujo para poder entregar el máximo valor a los clientes. Para ello, utiliza la mínima cantidad de recursos, es decir, los necesarios para el crecimiento (Salgueiro, 2001). Las herramientas Lean (en inglés, “ágil”, “esbelto” o “sin grasa”) incluyen procesos continuos de análisis (llamadas *kaizen* en japonés), producción *pull* (“disuasión e incentivo”, en el sentido del término japonés *kanban*), y elementos y procesos “a prueba de fallos” (*poka yoke*, en japonés). (Wikipedia, 2017).

¹⁶⁴ Scrum Manager, 2017. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

¹⁶⁵ *Kaizen* (改善): método de gestión de la calidad, comúnmente conocido en el mundo de la industria. Es un proceso de mejora continua basado en acciones concretas, simples y poco onerosas, y que implica a todos los trabajadores de una empresa, desde los directivos hasta los trabajadores de base (Nakamuro, 2017).

En la Tabla 12 se muestran los tres conceptos clave del Sistema de Producción Toyota o variables de la mejora continua Kaizen (*mura, muri y muda*), y los factores de la organización que pueden favorecer su aparición. Estos factores han determinado los criterios de visualización, es decir, qué interesa visualizar para mantener el flujo continuo de trabajo. En el siguiente capítulo se han determinado las variables para analizar las herramientas de comunicación ágiles, y descartar aquellas herramientas que no sean de aplicación.

Tabla 12. Criterios de análisis a partir de las variables de la mejora continua Kaizen

Variables de la mejora continua Kaizen	Factores de la organización que determinan la dificultad para lograr el flujo continuo	Criterio de análisis: Criterios de Visualización (información deseada)
	Algunas organizaciones alteran el orden de las tareas ya planificadas.	¿Permiten alterar el orden de las tareas?
	1. Otras, en cambio, no.	1. las tareas?
Interrupciones de flujo	Algunas organizaciones desarrollan varios proyectos simultáneamente.	¿Permiten visualizar varios proyectos simultáneamente?
MURA (Tiempos muertos)	2. En otras, en cambio, los equipos desarrollan un único proyecto.	2. proyectos simultáneamente?
	Algunas organizaciones producen los incrementos de forma secuencial. En otras, en cambio, la producción es libre.	¿Priorizan la visualización por la secuencia en la producción de los incrementos?
Interrupciones de flujo (Cuellos de botella)	3. En algunas organizaciones los equipos están formados por especialistas. En otras en cambio, los equipos son polivalentes.	3. Priorizan la visualización por la especialización del equipo?
MURI Sobreasignación	Algunas organizaciones emplean herramientas que priorizan la visualización por la estructura de las tareas. Otras en cambio, emplean herramientas que priorizan la visualización por los recursos de la organización.	¿Priorizan la visualización por los recursos, proporcionando información sobre la disponibilidad y la carga de trabajo?
Razones de desperdicio (Producción innecesaria y retrabajo)	4. 5.	4. 5.

7.3.1.1. Criterios de visualización que evitan las interrupciones de flujo provocadas por la aparición de tiempos muertos (*Mura*)

En primer lugar, la variable "*Mura*"¹⁶⁶ determina si hay variabilidad en el flujo de trabajo que pueda dar lugar a la aparición de *tiempos muertos* que provoquen interrupciones de flujo: *la flexibilidad para alterar el orden de entrada de las historias de usuario desde la pila del producto, contribuye a evitar la aparición de tiempos muertos*¹⁶⁷. Hay organizaciones que permiten alterar el orden de entrada de las tareas. En otras, en cambio, la planificación rígida de actividades lo impide.

En los proyectos de reforma en el sector *retail*, se modifica o interrumpe el orden de las tareas, por la asignación de nuevas tareas no planificadas en el flujo de trabajo del equipo. Estas actividades entran en el flujo de trabajo, alterando la planificación establecida. La elevada frecuencia con la que se asignan las actividades que interrumpen la ejecución de la actividad que está siendo realizada en un preciso instante, es debido a la duplicidad de equipos y a la simultaneidad de proyectos:

- La duplicidad de equipos. El elevado número de solicitudes de información que se establecen entre los equipos que intervienen en los proyectos: propiedad, cliente, equipo de construcción, equipo de diseño...etc.
- La simultaneidad de proyectos. Se asignan actividades con el flujo de producción "*en activo*". Estas actividades entran en el flujo de trabajo, alterando la planificación establecida.

¹⁶⁶ Mura (斑) es una palabra japonesa que significa "irregularidad, inconsistencia o variabilidad" (Kenkyusha, 2003), y es un concepto clave en el Sistema de producción de Toyota (TPS) como uno de los tres tipos de residuos: muda, mura, muri (Emiliani, et al., 2007). La reducción de residuos es una forma efectiva de aumentar la rentabilidad. Mura, en términos de mejora de procesos, se evita a través de sistemas *Just-In-Time* (ver Nota 160) que se basan en mantener poco o ningún inventario o stock. Estos sistemas suministran el proceso de producción con la pieza correcta, en el momento correcto, en la cantidad correcta. Cualquier variación no prevista que produce irregularidad en el proceso y provoca desequilibrio puede ser el origen de Mura.

¹⁶⁷ Scrum Manager, 2017. *Mura*, página 73. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

Los dos factores de la organización que favorecen la aparición de “*Muras*”, o *tiempos muertos* son: la alteración del orden de las tareas y el desarrollo de varios proyectos simultáneamente. Con el criterio de análisis “*Criterios de visualización*”, en el siguiente capítulo se han determinado las variables que den respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Las herramientas permiten alterar el orden de las tareas?
- ¿Las herramientas permiten visualizar varios proyectos simultáneamente?

7.3.1.2. Criterios de visualización que evitan las interrupciones de flujo provocadas por la formación de cuellos de botella (*Muri*)

En segundo lugar, la variable “*Muri*”¹⁶⁸ determina si hay sobrecarga en el trabajo que pueda producir cuellos de botella: *la flexibilidad en el orden en el que se deben hacer las diferentes fases de cada tarea, contribuye a evitar la aparición de cuellos de botella*¹⁶⁹. La principal causa de la aparición de *cuellos de botella* es la sobreasignación o sobrecarga de trabajo, con la correspondiente acumulación de tareas en una determinada fase del proceso.

Hay equipos que producen los incrementos en secuencia. En otros, en cambio, la producción es libre. La duplicidad de equipos exige el desarrollo de los proyectos en secuencia, siguiendo el ritmo de *producción-validación-producción*. La producción de los incrementos que suponen una versión del modelo o prototipo, es secuencial y no libre. Es decir, hasta que no se finaliza la producción de un incremento no se inicia la producción del siguiente incremento del mismo proyecto. No obstante, los equipos

¹⁶⁸ *Muri* (無理) es una palabra japonesa que significa "sobrecarga" (Kenkyusha, 2003) y es un concepto clave en el Sistema de Producción de Toyota (TPS) como uno de los tres tipos de residuos: muda, mura, muri (Emiliani, et al., 2007). Cualquier actividad que requiere un estrés o esfuerzo poco razonable por parte del equipo, que provoque cuellos de botella (acumulación de tareas en una determinada fase del proceso), o tiempos muertos, como consecuencia de una mala planificación, son el origen de *Muri*.

¹⁶⁹ Scrum Manager, 2017. *Muri*, página 72. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

alternan la producción de incrementos de varios proyectos. Es decir, no es necesario finalizar la producción de la totalidad de los incrementos de un proyecto para iniciar otro proyecto.

Con la variable “Muri” se ha determinado que, además de la secuencia en las tareas, la polivalencia de los miembros del equipo es otra característica de la organización: *la polivalencia de los recursos ayuda a mantener un flujo continuo*¹⁷⁰. Los equipos pueden estar formados por especialistas o ser equipos polivalentes. Como se ha comentado anteriormente, tanto el equipo del cliente como el equipo de la ingeniería local, disponen de sus equipos de gestión y de diseño, y las funciones de estos dos equipos están claramente diferenciadas¹⁷¹.

Los dos factores de la organización que favorecen la aparición de “Muri”, o cuellos de botella y sobreasignación son: la producción en secuencia de los incrementos, y la especialización de los equipos. Con el criterio de análisis “*Criterios de Visualización*”, en el siguiente capítulo se han determinado las variables que den respuesta a las siguientes preguntas:

- *¿Las herramientas priorizan la visualización por la secuencia en la producción de los incrementos?*
- *¿Las herramientas priorizan la visualización por la especialización del equipo?*

¹⁷⁰ Scrum Manager, 2017. *Determinant factors of Mura and Muri*, página 72. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

¹⁷¹ El Ministerio de Fomento recoge en el programa para la implantación de la metodología BIM en España la Definición de Roles en procesos BIM (es.BiM_2.3, 2017). Este documento ha determinado los equipos de proyecto:

- Equipo del cliente ST, Sponsor Team.
- Equipo de gestión del proyecto PMT, Project Management Team.
- Equipo de diseño IDPT, Integrated Design Project Team.
- Equipo de construcción CT, Construction Team.
- Equipo de operación y mantenimiento OMT, Operation and Maintenance Team.

7.3.1.3. Criterios de visualización que evitan el desperdicio provocado por la producción innecesaria y el re-trabajo (*Muda*)

En tercer lugar, la variable “*Muda*”¹⁷² determina si hay producción de trabajo innecesario, y en ese caso, los factores que lo provocan. Las mudas más habituales son las siguientes: burocracia, sobreproducción, esperas, “*ir haciendo*”, desajustes de capacidad, y errores. En los proyectos de reforma en el sector *retail* se identifican las siguientes “*mudas*”:

- Los recursos por lo general dedican gran parte de su tiempo a generar documentos innecesarios para la producción de los entregables, que no aportan valor al resultado. Los principales motivos suelen ser “*la producción de documentación de apoyo a otros departamentos*”, y “*las certificaciones y auditorías*”.
- En cuanto a la sobreproducción, en ocasiones se desarrolla más trabajo que el requerido en el alcance del proyecto. En la mayor parte de los casos este exceso de trabajo está asociado a la calidad de los entregables, concretamente con el nivel de detalle del modelo o prototipo, que presenta un nivel de detalle superior al requerido en determinados proyectos.
- Como se ha comentado en el apartado anterior, el flujo de trabajo se ve interrumpido en aquellos intervalos de tiempo asociados a la validación de los entregables por equipos externos. Estos intervalos de tiempo que suponen *tiempos muertos* en el proyecto, son aprovechados para desarrollar actividades de otros proyectos.

¹⁷² Muda (無駄) es una palabra japonesa que significa "desperdicio" (Kenkyusha, 2003), y es un concepto clave en la mejora de procesos lean y el Sistema de producción de Toyota (TPS) como uno de los tres tipos de desviación de *Asignación óptima de recursos*, junto con mura y muri (Emiliani, et al., 2007).

Hay dos tipos de muda (Lean Lexicon, 2017):

Tipo I de Muda: no agrega valor, pero es inevitable por las herramientas y tecnologías actuales. Un ejemplo sería la inspección de las soldaduras para garantizar que sean seguras.

Tipo II de Muda: puede eliminarse inmediatamente. Estos contribuyen al desperdicio, incurren en costos ocultos y deben eliminarse (Sayer & Williams, 2012)

- Como consecuencia de lo anterior, los equipos realizan trabajo con el pretexto de “*ir avanzando*” algo no definido, y “*no estar parados*”, no respetando los tiempos de espera de validación de entregables por parte de los equipos externos. La consecuencia, en la mayor parte de los casos, es tener que rehacer el trabajo.
- Los desajustes de capacidad se hacen palpables a la hora de ejecutar actividades que requieren de una cualificación específica que no corresponde con el rol del ejecutor dentro del equipo.
- La incorrecta ejecución de las actividades suele ser la causa del *retrabajo* al haber “*adelantado trabajo*” sin haber obtenido la validación previa. Otra causa del *retrabajo* son las órdenes de cambio, por la falta de definición o deficiencias en el diseño.
- Los equipos suelen emplear herramientas físicas tales como pizarras, y plataformas ERP en la asignación de actividades, para visualizar la organización del proyecto. No obstante, la disponibilidad de los recursos por lo general se determina en reuniones informales y *no hay criterios de visualización de la carga de trabajo ni de la disponibilidad de los recursos*. Los equipos no emplean parámetros para medir la disponibilidad del equipo, ni se emplean procedimientos o herramientas internas que determinan la disponibilidad y la carga de trabajo de los recursos a la hora de asignar las actividades. Algunas organizaciones repercuten las horas de trabajo de los recursos a los proyectos correspondientes, pero generalmente no para optimizar el tiempo de producción, sino para saber “*cuánto ha costado el proyecto*”. En otras ocasiones, repercutir horas de empleado por proyecto corresponde a procesos solicitados por auditorías y certificaciones.

Teniendo en cuenta la variable “*Muda*”, se ha determinado la causa o razón de desperdicio que define el problema de la presente Investigación: no se emplean las herramientas adecuadas que permitan visualizar la disponibilidad de los recursos y

la carga de trabajo. En cambio, se aplican procedimientos que no aportan valor al resultado y herramientas que no visualizan la información correctamente.

El factor de la organización que favorece la aparición de “*Muda*”, o sobreproducción innecesaria y re-trabajo es el empleo de herramientas que priorizan la visualización por la estructura de las tareas, en lugar de priorizar la visualización por los recursos de la organización.

Con el criterio de análisis “*Criterios de Visualización*”, en el siguiente capítulo se han determinado las variables que den respuesta a la siguiente pregunta:

¿Las herramientas ágiles visualizan la información deseada?

7.4. Conclusión obtenida de la definición de los criterios de análisis

En este capítulo se han definido los criterios de análisis para demostrar que es posible aplicar las metodologías ágiles, con la finalidad de poder demostrar más adelante la hipótesis de la Investigación, es decir, *“demostrar que al aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector retail, se solventan las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables”*.

Los criterios de análisis de la estrategia, de la estructura y de la organización se han planteado con la finalidad de demostrar que el modelo de gestión es evolutivo, que se puede medir la velocidad de producción de los equipos y que las herramientas ágiles visualizan la información deseada.

Considerando los criterios de análisis, en el siguiente capítulo se determinan las variables para analizar los flujos de comunicación, los flujos de procesos y las herramientas de comunicación.

8

Capítulo 8.

SELECCIÓN DE LA MUESTRA Y DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES

En este capítulo se exponen los criterios empleados en la selección de la muestra de estudio y se determinan las variables para demostrar que es posible aplicar metodologías ágiles.

En primer lugar, se han determinado las variables para analizar los flujos de comunicación y evaluar en el siguiente capítulo si el modelo de gestión empleado es evolutivo. En segundo lugar, se han determinado las variables para analizar los flujos de procesos y evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos. Por último, se han determinado las variables para analizar las herramientas de comunicación ágiles y evaluar si visualizan la información deseada.

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

Capítulo 8

SELECCIÓN DE LA MUESTRA Y DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES

8.1.	Variables para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo.....	103
8.1.1.	Variables para determinar si la estrategia es completa o incremental.....	106
8.1.2.	Variables para determinar si el trabajo es secuencial o concurrente.....	114
8.1.3.	Variables para determinar si el conocimiento está basado en los procesos o en las personas.....	114
8.2.	Variables para evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos.....	116
8.2.1.	Variable para determinar las actividades que componen los procesos.....	117
8.2.2.	Variable para determinar el trabajo asociado a la ejecución de las actividades.....	117
8.3.	Variables para evaluar si las herramientas ágiles visualizan la información deseada.....	118
8.3.1.	Variables para determinar qué herramientas evitan las interrupciones de flujo provocadas por la aparición de tiempos muertos (<i>Mura</i>).....	119
8.3.2.	Variables para determinar qué herramientas evitan las interrupciones de flujo provocadas por la formación de cuellos de botella y la sobreasignación (<i>Muri</i>).....	120
8.3.3.	Variables para determinar qué herramientas evitan el desperdicio provocado por la producción innecesaria y el re-trabajo (<i>Muda</i>).....	120
8.4.	Conclusión obtenida de la determinación de las variables.....	122

En este capítulo se desarrollan los objetivos 4, 5 y 6 de la Investigación, con la determinación de las variables para cada ámbito de estudio, tal como se indica en la Tabla 13. En la Tabla 14 se indican las variables que se han determinado para cada ámbito de estudio.

Tabla 13. Objetivos correspondientes al capítulo 8. Determinación de las variables

1. INTRODUCCIÓN	Las metodologías ágiles surgen para solventar las deficiencias que presentan las metodologías tradicionales en entornos poco definidos o inestables en el sector de <i>software</i> y en la fabricación de objetos.		
2. MOTIVACIÓN	La inestabilidad del entorno de los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> dificulta la implementación de las herramientas tradicionales.		
3. HIPÓTESIS	Demostrar que al aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> se solventan las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.		
4. OBJETIVO GENERAL	Aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> para solventar las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.		
5. METODOLOGÍA	ÁMBITO 1. Los modelos de gestión	ÁMBITO 2. Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	ÁMBITO 3. Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos
ETAPA 1:	OBJETIVO 1.	OBJETIVO 2.	OBJETIVO 3.
Base de la Investigación	Revisar el estado del arte de los modelos de gestión.	Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas para visualizar el trabajo.	Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas en la asignación de recursos.
<i>Revisar el estado del arte</i>			
<i>Definir los criterios de análisis</i>	Definir los criterios de análisis.	Definir los criterios de análisis.	Definir los criterios de análisis.
ETAPA 2:	OBJETIVO 4.	OBJETIVO 5.	OBJETIVO 6.
Análisis y Evaluación	Det. las variables.	Determinar las variables.	Determinar las variables.
<i>Demostrar que es posible aplicar las herramientas ágiles</i>	Demostrar que el modelo de gestión es evolutivo.	Demostrar que se puede medir la velocidad de producción de los equipos.	Demostrar que las herramientas ágiles visualizan la información deseada.
ETAPA 3:	OBJETIVO 7.	OBJETIVO 8.	OBJETIVO 9.
Propuestas	Proponer y validar la aplicación de un modelo evolutivo.	Proponer y validar la aplicación de métricas ágiles que visualicen la planificación y el avance del trabajo.	Proponer y validar la aplicación de herramientas de comunicación ágiles para la asignación de recursos.
<i>Demostrar la hipótesis</i>			
<i>Proponer y validar la aplicación de las herramientas ágiles</i>			

Tabla 14. Desarrollo de la Investigación. Determinación de las variables

ÁMBITOS DE ESTUDIO			
	ÁMBITO 1.	ÁMBITO 2.	ÁMBITO 3.
	Los modelos de gestión	Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos
	<i>Demostrar que el modelo de gestión es evolutivo.</i>	<i>Demostrar que se puede medir la velocidad de producción de los equipos.</i>	<i>Demostrar que las herramientas ágiles visualizan la información deseada.</i>
7. CRITERIOS DE ANÁLISIS			
ESTRATEGIA	3.1.1 Estrategia: ¿Completa o incremental?		
ESTRUCTURA	3.1.2 Trabajo: ¿Secuencial o concurrente?	3.2.1 Actividades: ¿Qué actividades componen los procesos? ¿Cuánto trabajo asociado?	
ORGANIZACIÓN	3.1.3 Conocimiento: ¿Procesos o personas?		3.3.1 Criterios de visualización de las herramientas ágiles: ¿Visualizan la información deseada? 3.3.1.1. Evitar Mura: ¿Permiten modificar orden de las tareas? ¿Visualizan varios proyectos? 3.3.1.2. Evitar Muri: ¿Visualizan la secuencia? ¿Visualizan especialistas? 3.3.1.3. Evitar Muda: ¿Visualizan la disponibilidad y la carga de trabajo?
8. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES			
ESTRATEGIA	4.1.1 Estrategia: V1. Qué solicita V2. Cuánto solicita V3. Quién solicita V4. Cuando solicita	4.2 Actividades:	
ESTRUCTURA	4.1.2 Trabajo: V4. Cuando solicita	V5. Qué actividades V6. Cuánto trabajo	
ORGANIZACIÓN	4.1.3 Conocimiento: V3. Quién solicita		4.3 Criterios de visualización de las herramientas ágiles: V7. Nuevas actividades V8. Multi-proyecto V9. Secuencialidad V10. Especialización V11. Recursos

Selección de la muestra.

Para la selección de la muestra de proyectos a estudiar se ha tenido en cuenta el siguiente criterio: “los proyectos han de ser gestionados por una empresa que implemente técnicas y herramientas de gestión de proyectos y que la muestra a considerar sea rigurosa y representativa del sector retail.”

Para la selección de la organización, se contactó con AEDIP¹⁷³ para buscar el segmento más representativo y para poder obtener una muestra que perteneciese al sector profesional de proyectos de *retail* y al sector de “*Project & Construction Management*” en España. Teniendo en cuenta los siguientes criterios, con la ayuda de Pedro Dubié¹⁷⁴ se seleccionó la organización:

- La organización debe estar alineada a las directrices de la Norma ISO 21500¹⁷⁵. Por lo tanto, de las empresas pertenecientes a AEDIP se descartaron todas aquellas empresas que no estaban alineadas a la Norma ISO 21500, pues se corresponde con un estándar que consiste en una serie de directrices para la gestión de proyectos, y no propone herramientas y/o técnicas como otros estándares o guías. Define los *inputs*, los procesos y los *outputs*, tratando de ser lo más flexible posible para cualquier organización que desarrolla cualquier tipo de proyecto. Las organizaciones adaptan esta Norma a sus necesidades, implementando las herramientas que consideren más acertadas.
- El volumen de proyectos correspondiente al sector *retail* debe suponer una parte significativa de su facturación. De las empresas alineadas a la Norma ISO 21500, se seleccionaron aquellas que desarrollaban proyectos de

¹⁷³ Asociación Española de Dirección Integrada de Proyectos AEDIP. Ver Nota 31.

¹⁷⁴ Pedro Dubié, Secretario General de AEDIP de los años 2002 – 2017.

¹⁷⁵ Norma ISO 21500:2012 *Guidance on Project Management*. Ver Nota 24.

reforma en el sector *retail*. Motivo por el cual se descartaron el resto de empresas dedicadas a otro sector

El muestreo de proyectos seleccionados corresponde con el listado de proyectos pertenecientes a los años 2013, 2014 y 2015. De este listado inicial se seleccionaron los 105 proyectos que se han estudiado, bajo el criterio de *proyectos de reforma* pertenecientes al *sector de retail* y al *sector de “Project & Construction Management”* en España, gestionados por una organización alienada a las directrices de la Norma ISO 21500. Los proyectos seleccionados con el criterio anterior componen la muestra de estudio de la Investigación.

Determinación de las variables.

Teniendo en cuenta los criterios de análisis definidos en el capítulo anterior, se han determinado las variables para demostrar que es posible aplicar metodologías ágiles en este tipo de proyectos. En la Tabla 14 se muestran los grupos de variables, que se han tenido en cuenta en el siguiente capítulo de la Investigación para realizar la toma de datos.

A continuación, se exponen los grupos de variables atendiendo al ámbito de la Investigación al que pertenecen.

8.1. Variables para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo

Las variables que se exponen en este apartado han servido para analizar los flujos de comunicación que se establecen entre los distintos equipos, y evaluar si el modelo de gestión empleado es predictivo o evolutivo. Si es evolutivo, se podrá demostrar que es posible aplicar metodologías ágiles. Para ello, la estrategia, el trabajo y el conocimiento han de estar alineados a los principios ágiles. Como se ha comentado en el capítulo anterior:

- En el modelo de gestión predictivo la estrategia es completa, el trabajo es secuencial y el conocimiento está basado en los procesos.
- En el modelo de gestión evolutivo la estrategia es incremental (*iterativa o continua*), el trabajo es concurrente y el conocimiento está basado en mayor medida en las personas y en las comunicaciones que en los procesos.

Tabla 15. Variables para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo

	ESTRATEGIA		TRABAJO	CONOCIMIENTO
PREDICTIVO	COMPLETA		SECUENCIAL (cascada)	PROCESOS
		INCREMENTAL ITERATIVA		
EVOLUTIVO	INCREMENTAL	INCREMENTAL CONTINUA	CONCURRENTE (fases solapadas)	PERSONAS
VARIABLES	V1, V2	V3, V4	V4	V3

Se han seleccionado 105 proyectos de construcción en el sector *retail*, de una organización que pertenece al sector de *Project & Construction Management*. Como se ha comentado, la metodología empleada para determinar cuál ha sido la “estrategia”, el “trabajo”, y el “conocimiento” en estos proyectos, ha consistido en

analizar los flujos de comunicación que se han establecido entre los distintos equipos. Para ello se han determinado las variables que han permitido obtener los valores correspondientes y poder determinar la trazabilidad de los flujos de comunicación. Los datos se han obtenido de la revisión de emails y de la revisión de la documentación registrada por la organización. Los datos obtenidos de las 14.152 solicitudes han permitido identificar un patrón de 89 solicitudes “tipo” que pueden tener lugar en los proyectos de reforma en el sector *retail*.

A continuación, se exponen los grupos de variables que determinan “qué se necesita saber” para demostrar la hipótesis, es decir, *qué datos son necesarios obtener para demostrar que “es posible aplicar modelos ágiles en los proyectos de reforma en el sector retail”, y, por lo tanto, qué datos son necesarios obtener para demostrar que el modelo de gestión es evolutivo.*

Tabla 16. Variables tipo, campos y valores, para determinar la estrategia, el trabajo y el conocimiento

VARIABLES TIPO	CAMPOS	VALORES
QUÉ V1. solicita	C1.1 Solicitud	Entregable o información
	C1.2 Fuente de datos	Email o documento ISO
CUÁNTO V2. solicita	C2.1 N° de solicitudes	1....n
	C2.2 N° de proyectos	1....n
	C2.3 N° de versiones	1....n
QUIÉN solicita, V3. produce y recibe	C3.1 Origen de la solicitud	Equipos de proyecto
	C3.2 Destino de la solicitud	Equipos de proyecto
	C3.3 Recepción del <i>output</i> o salida	Equipo Interno / Externo
	C3.4 Definición de los plazos	Equipos de proyecto
CUÁNDO V4. solicita y recibe	C4.1 Fase del ciclo de vida de la solicitud	Fases de ciclo de vida
	C4.2 Fase del ciclo de vida del <i>output</i> o salida	Fases de ciclo de vida
	C4.3 Proceso ISO al que pertenece el <i>output</i> o salida	Proceso ISO 21500

8.1. Variables para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo

En la Tabla 17 se agrupan las variables según los criterios de análisis “Estrategia”, “Trabajo” o “Conocimiento”.

Tabla 17. Variables y valores para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo

Variables de los modelos de gestión	Criterio de análisis	Variables Tipo	Campos	Valores
ESTRATEGIA	1. ¿Completa o incremental?	V1 solicita	C1.1 Solicitud	Entregable o información
			Qué	Email o documentación ISO
			C1.2 Fuente de datos	
		V2 solicita	C2.1 N° de solicitudes	1....n
			C2.2 N° de proyectos	1....n
			C2.3 N° de versiones	1....n
	2. ¿iterativa o continua?	V3 y recibe	C3.1 Origen de la solicitud	Equipos de proyecto
			Destino de la	
			C3.2 solicitud	Equipos de proyecto
		V4 y recibe	Recepción del	
			C3.3 <i>output</i> o salida	Equipo Interno / Equipo Externo
			Pulso de tiempo	
3. ¿Secuencial o concurrente?	V4 y recibe	C3.4 prefijado	Equipos de proyecto	
		Fase del ciclo de		
		C4.1 vida de la solicitud	Fases de ciclo de vida	
	V4 y recibe	Fase del ciclo de vida del <i>output</i> o		
		C4.2 salida	Fases de ciclo de vida	
		Proceso ISO 21500		
4. ¿Procesos o personas?	V4 y recibe	al que pertenece el		
		C4.3 <i>output</i> o salida	Proceso ISO 21500	
		Fase del ciclo de		
	V4 y recibe	C4.1 vida de la solicitud	Fases de ciclo de vida	
		Fase del ciclo de vida del <i>output</i> o		
		C4.2 salida	Fases de ciclo de vida	
TRABAJO	3. ¿Secuencial o concurrente?	V4 y recibe	Proceso ISO al que pertenece el <i>output</i> o	
			C4.3 salida	Proceso ISO 21500
CONOCIMIENTO	4. ¿Procesos o personas?	V3 y recibe	C3.1 Origen de la solicitud	Equipos de proyecto

8.1.1. Variables para determinar si la estrategia es completa o incremental

En primer lugar, se han determinado las variables que han servido para evaluar la *estrategia* del proyecto, y poder definir si es completa o incremental: la variable tipo “V1.QUÉ solicita” y la variable tipo “V2.CUÁNTO solicita”. Estas dos variables tipo han permitido saber si la información es completa y detallada desde el inicio, o si es incremental y evoluciona en paralelo al desarrollo. Para ello, ha sido necesario determinar si ha habido órdenes de cambio asociadas a los requisitos cambiantes del cliente o a las modificaciones en el diseño tras la fase de demolición.

- Variable tipo “V1.QUÉ solicita”. Contiene los campos “C1.1.Solicitud” y “C1.2.Fuente de datos”. El valor de la solicitud puede ser un “Entregable” o una “Información”; y los valores de la fuente de datos puede ser un “email” o un “documento ISO” (documentación registrada siguiendo los estándares de control documental de la empresa certificada en la Norma ISO 21500)¹⁷⁶.
- Variable tipo “V2.CUÁNTO solicita”. Contiene los campos “C2.1.Número de solicitudes”, “C2.2.Número de proyectos”, y para aquellas solicitudes cuyo valor es un entregable, además contiene el campo “C2.3.Número de versiones de cada entregable”. Los valores cuantitativos se corresponden con el número de solicitudes de cambio en el diseño y con el número versiones de cada entregable, antes y después de la fase de demolición.

¹⁷⁶ Cualquier *output* o salida de un proceso de la Norma ISO 21500, registrado en la base de datos o servidor de la organización certificada en la Norma UNE-ISO 21500:2013.

Para aquellos proyectos donde la estrategia es completa, el siguiente paso ha consistido en evaluar cómo ha sido el trabajo que compone la estructura de estos proyectos. En cambio, para aquellos proyectos en los que la estrategia haya sido incremental, antes de evaluar cómo es el trabajo, se ha completado la información definiendo si la estrategia ha sido incremental *iterativa*, o incremental *continua*, empleando la variable tipo “V3.QUIÉN solicita, produce y recibe” y la variable tipo “V4.CUÁNDO solicita y recibe”. Son las variables que se han considerado para saber si, en el caso de que la información sea incremental y no completa, la *táctica* empleada haya seguido un modelo basado en incrementos iterativos o basado en incrementos continuos. Es decir, las variables que han permitido saber si no ha habido presencia de pulsos de tiempo prefijado¹⁷⁷ que condicionan la producción de los incrementos de forma cíclica y continua o si no ha habido presencia de pulsos, permitiendo la producción continua de funcionalidades del producto. Con esta finalidad, se ha determinado si se han entregado sucesivos prototipos con toda la información adquirida hasta un momento dado, o si se han realizado entregas continuas de pequeñas partes funcionales.

Para ello, se ha determinado qué entregables son para el cliente; y, de estos, en cuáles la producción del entregable ha supuesto el cierre¹⁷⁸ de un ciclo iterativo de desarrollo. Cada ciclo de desarrollo o iteración se planifica por separado.

- Variable tipo “V3.QUIÉN solicita, produce y recibe”. Ha permitido determinar qué entregables y qué información, identificados con la variable anterior “V1.QUÉ solicita”, son para el cliente y qué entregables y qué información, es interna de la organización. También ha permitido identificar quién realiza la solicitud y quién la recibe para producir el entregable o generar la información solicitada, y quién define los plazos de entrega. Los valores son los equipos

¹⁷⁷ Pulsos de tiempo prefijado o *Timeboxing* (Ver Nota 64).

¹⁷⁸ Se ha considerado que los entregables que pertenecen al proceso de la Norma ISO 21500 “*cierre de fase del proyecto*” constituyen el cierre de un ciclo iterativo de desarrollo.

internos y externos del proyecto. Los campos son los siguientes: “C3.1.Origen de la solicitud”; “C3.2.Destino de la solicitud”; “C3.3.Receptor del entregable o información”; y “C3.4.Pulso de tiempo prefijado”.

Para asignar valores a la variable tipo “V3.QUIÉN solicita, produce y recibe”, ha sido necesario definir los equipos involucrados en un proyecto de construcción, que determinen los valores para registrar la información y poder evaluar posteriormente los resultados. Para ello se ha elegido el gráfico que muestra las “partes interesadas en un proyecto de construcción” elaborado por AENOR, para la aplicación de la norma ISO 21500 en construcción¹⁷⁹.

Tabla 18. Partes interesadas en un proyecto de construcción

		External actors	
	PROJECT GOVERNANCE	Sponsor Team	Responsible
			(BIM) Project Manager
	Project Management Team	Project Management Team	Information Manager
			BIM Manager
			Lead Designer
			Lead Construction
			Architectural Team
			Structural Team
			MEP Team
			Sustainability Team
		Integrated Design Project Team	Health and Safety Team
		Construction Team	
		Facility Management Team	Operation Team
			Maintenance Team
			Demolition Team
			Re-use Team
PROJECT ORGANIZATION	Project Team	Demolition Team	Recycle Team

Con las variables “V1.QUÉ solicita” y “V3.QUIÉN solicita, produce y recibe” ha sido posible determinar las entradas y las salidas de los flujos de comunicación. Es decir, han permitido identificar qué equipo ha solicitado un entregable o una información

¹⁷⁹ Grupo de trabajo GT1 del comité 157 “Aplicación de la Norma ISO 21500 en Construcción” de AENOR (CTN 157/SC1/GT1 Gestión de proyectos de proyectos de construcción: aplicación de la Norma ISO 21500).

determinada; el equipo que ha producido dicho entregable o ha obtenido la información solicitada; y qué equipo lo ha recibido. En la Tabla 19 se muestran las entradas y las salidas de los flujos de comunicación.

Tabla 19. Entradas y salidas de los flujos de comunicación

INPUT O ENTRADA	OUTPUT O SALIDA
	SEGÚN EL OUTPUT / SALIDA: V1. QUÉ solicita
	Solicitud de un entregable Solicitud de una información
SEGÚN EL ORIGEN DEL INPUT / ENTRADA C3.1. QUIÉN solicita	SEGÚN EL RECEPTOR DEL OUTPUT / SALIDA C3.3. QUIÉN recibe el output o salida
Equipo externo: Emisor de la solicitud es el equipo del Cliente ST u otro equipo externo	Equipo externo recibe un entregable Equipo externo recibe una información
Equipo interno PMT Emisor de la solicitud es el equipo interno de gestión PMT	Equipo interno PMT recibe un entregable Equipo interno PMT recibe una información
Equipo interno IDPT: Emisor de la solicitud es el equipo interno de diseño IDPT	Equipo interno IDPT recibe un entregable Equipo interno IDPT recibe una información

- *Variable tipo “V4. CUÁNDO solicita y recibe”.* Ha determinado qué entregables externos han supuesto un cierre de fase en el proyecto, es decir, qué entregables externos identificados con las variables anteriores, pertenecen al proceso “*cierre de fase del proyecto*”. Los valores son las fases del ciclo de vida y los procesos ISO 21500 a los que pertenecen los entregables externos. Los campos son los siguientes: “*C4.1. Fase del ciclo de vida del origen de la solicitud*”, “*C4.2. Fase del ciclo de vida de la recepción del entregable o información*”, “*C4.3. Proceso ISO 21500 al que pertenece el entregable o información*”.

Además de permitir identificar el proceso al que pertenece cada entregable, esta *variable tipo* ha permitido identificar en qué fase del ciclo de vida del proyecto de construcción tuvo lugar cada solicitud; y en qué fase del ciclo de

vida se entregó el entregable o la información solicitada. De este modo ha sido posible determinar la trazabilidad de los flujos de comunicación, y saber si los grupos de procesos a los que pertenecen los entregables o la información solicitada se repiten en varias fases o no, es decir, determinar si el trabajo es secuencial o concurrente.

Por último, para determinar si cada iteración se planifica por separado, ha permitido identificar qué entregables internos pertenecen al grupo de procesos de planificación, y si estos procesos son concurrentes en los sucesivos incrementos.

Para asignar valores a los campos de la variable tipo “V4.CUÁNDO solicita y recibe”, y poder evaluar posteriormente los resultados, ha sido necesario definir las etapas, fases y entregables del ciclo de vida de un proyecto de construcción. Se ha tomado como referencia el “ciclo de vida de un proyecto de construcción” elaborado por el grupo de trabajo GT1 del comité 157 (CTN157_SC1_GT1_ Aplicación de la norma ISO 21500 en Construcción), presentado en el Acta 180126_CTN157_SC1_GT1_N84_AR. En él se establecen una serie de etapas y de fases.

1. Entregables en la fase de arranque:

ETAPA	PRE-CONSTRUCCIÓN
FASE	1.ARRANQUE
	Acta de Constitución: -Objetivos y requisitos del cliente. -Nombramiento del director de proyecto (funciones y deberes)
ENTREGABLES	-Registro de partes interesadas

2. Entregables en la fase de viabilidad:

ETAPA	PRE-CONSTRUCCIÓN
FASE	2.VIABILIDAD
	Definición del entorno. -Suelo. Selección y posible adquisición. Alcance del proyecto. Definición del proyecto Definición del primer nivel de la EDT(1)
ENTREGABLES	Estudio de viabilidad Lecciones aprendidas

3. Entregables en la fase de estrategia:

ETAPA	PRE-CONSTRUCCIÓN
FASE	3. ESTRATEGIA
	Plan de proyecto -Definición de objetivos -Registro de partes interesadas. -Definición del equipo Planes subsidiarios Alcance del proyecto.
ENTREGABLES	Siguiente nivel de la EDT.

4. Entregables en la fase de diseño:

ETAPA	PRE-CONSTRUCCIÓN
FASE	4. DISEÑO
	Contratos del equipo de diseño -Estructura. -Instalaciones. -Arquitectura. -Sostenibilidad. -Seguridad y Salud. Anteproyecto Alcance del proyecto. Desglose de la EDT. Proyecto básico y de ejecución, si procede. Registro de solicitudes de cambio. Registro de órdenes de cambio. Registro de riesgos (no identificados en Estrategia).
ENTREGABLES	Lecciones aprendidas

5. Entregables en la fase de construcción:

ETAPA	PRE-CONSTRUCCIÓN
FASE	5. LICENCIAS
	Proyecto visado, si procede. Permisos. Registro de solicitudes de cambio. Registro de órdenes de cambio. Registro de riesgos (no identificados en fases previas).
ENTREGABLES	Lecciones aprendidas

6. Entregables en la fase de contratación:

ETAPA	CONSTRUCCIÓN
FASE	6. CONTRATACIÓN
ENTREGABLES	Registro de ofertas equipos de construcción. Oferta final y adjudicación. Contratos equipo de construcción. Alcance del proyecto. Último nivel de la EDT. Registro de solicitudes de cambio. Registro de órdenes de cambio. Registro de riesgos (no identificados en fases previas). Lecciones aprendidas

7. Entregables en la fase de construcción:

ETAPA	CONSTRUCCIÓN
FASE	7.CONSTRUCCIÓN
ENTREGABLES	Informes de auditorías de control de calidad. Informes de inspección de validación de entregables. Informes de progreso y registro de problemas. Registro de reclamaciones y litigios. Proyecto final de obra y certificados. Registro de solicitudes de cambio. Registro de órdenes de cambio. Registro de riesgos (no identificados en fases previas). Lecciones aprendidas

8. Entregables en la fase de ocupación:

ETAPA	CONSTRUCCIÓN
FASE	8.OCUPACIÓN
ENTREGABLES	Registro de reparaciones de defectos. Informes de seguimiento de aplicación de garantía. Registro de reclamaciones y litigios. Informes de satisfacción. Licencias y autorizaciones ocupación y actividad. Proyecto as built. Informe de cierre. Lecciones aprendidas

9. Entregables en la fase de post-construcción:

ETAPA	POST-CONSTRUCCIÓN
FASE	9.OPERACIÓN
ENTREGABLES	Contratos del equipo de operación y mantenimiento. Informes de mantenimiento y consumos.

10. Entregables en la fase de de-construcción:

ETAPA	DE-CONSTRUCCIÓN
FASE	10.DESACTIVACIÓN
ENTREGABLES	Contratos del equipo de desactivación. Licencias y autorizaciones. Decisiones y actuaciones para la demolición. Decisiones y actuaciones para la reutilización. Decisiones y actuaciones para el reciclaje.

El diagrama representado en la Tabla 20 muestra el ciclo de vida con las etapas y las fases, y el conjunto de entregables generados en un proyecto de construcción.

Tabla 20. Propuesta de entregables en el ciclo de vida de un proyecto de construcción

ETAPAS Pre Construcción					Construcción			Post-Construcc.	De-Construcción	
ETAPAS	1.Arranque	2.Viabilidad	3.Estrategia	4.Diseño	5.Permisos	6.Contratación	7.Construcción	8.Ocupación	9.Operación	10.Desactivación
ENTREGABLES PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN	ACTA DE CONSTITUCIÓN Requisitos del cliente Nombramiento del director de Proyecto Registro de partes interesadas	DEFINICIÓN DEL ENTORNO Suelo: Selección y posible adquisición	PLAN DE PROYECTO Definición de objetivos Definición del equipo Registro de partes interesadas	CONTRATOS DEL EQUIPO DE DISEÑO Estructura Instalaciones Arquitectura		Registro ofertas equipos de construcción Oferta final y adjudicación Contratos Equipo de Construcción	Informes de auditorías de control de calidad commissioning Informes de inspección de validación de entregables Informes de progreso y registro de problemas	Informes de seguimiento de aplicación de garantía Informes de satisfacción	Contratos del equipo de operación y mantenimiento Informes de mantenimiento y consumos	Contratos del equipo de desactivación Decisiones y actuaciones para la demolición Decisiones y actuaciones para la reutilización Decisiones y actuaciones para el reciclaje
			Planes subsidiarios	Anteproyecto	Permisos			Licencias y autorizaciones ocupación, actividad		Licencias y autorizaciones
		Alcance Proyecto	Alcance Proyecto	Alcance Proyecto		Alcance Proyecto	Registro de reclamaciones y litigios	Registro de reparaciones de defectos		
		Primer Nivel EDT <i>Duración de las fases e hitos</i>	Segundo Nivel EDT <i>Definir y secuenciar las actividades</i>	Dsglose de EDT <i>Duración de actividades Costes Asignación</i>		Último nivel EDT <i>Cronograma Presupuesto Organización</i>				
		Estudio de viabilidad		Proyecto básico y de ejecución si procede	Proyecto visado si procede		Proyecto final de obra y certificados	Proyecto As Built		
				Reg. de solicitudes de cambio	Reg. de solicitudes de cambio	Reg. de solicitudes de cambio	Reg. de solicitudes de cambio			
				Reg. de órdenes de cambio	Reg. de órdenes de cambio	Reg. de órdenes de cambio	Reg. de órdenes de cambio			
				Reg. de riesgos no identificados en fase de estrategia	Reg. de riesgos no identificados en fases anteriores	Reg. de riesgos no identificados en fases anteriores	Reg. de riesgos no identificados en fases anteriores	Informe de cierre		
		Doc. de lecciones aprendidas		Doc. de lecciones aprendidas	Doc. de lecciones aprendidas	Doc. de lecciones aprendidas	Doc. de lecciones aprendidas	Doc. de lecciones aprendidas		
		PROYECTO								PRODUCTO (VIDA ÚTIL)

8.1.2. Variables para determinar si el trabajo es secuencial o concurrente

Una vez que se han determinado las variables para saber si la estrategia es completa o incremental, y en el caso de ser incremental, si ésta es iterativa o continua, el siguiente paso ha sido determinar las variables para saber si el trabajo es *secuencial* o *concurrente*. Para ello se ha determinado la variable tipo “V4.CUÁNDO solicita y recibe”.

Es la variable tipo que ha permitido evaluar si el trabajo es secuencial o concurrente. Es decir, si los procesos se secuencian en fases, o en cambio, si hay procesos que se repiten en el tiempo, de modo que se realizan y revisan de forma simultánea y continua. Ha sido fundamental saber si los procesos se repiten, o no, en varias fases del proyecto.

Para ello, la variable tipo “V4.CUÁNDO solicita y recibe”, a partir de los datos obtenidos de las variables anteriores, ha determinado si hay flujos de comunicación que sean concurrentes en las distintas fases del proyecto.

8.1.3. Variables para determinar si el conocimiento está basado en los procesos o en las personas

Por último, se ha determinado la variable para evaluar cuál es el conocimiento de la organización, para saber si está basado en mayor medida en los *procesos* o en las *personas* y en las comunicaciones que se establecen entre éstas. Para ello se ha determinado la variable tipo “V3.QUIÉN solicita, produce y recibe”.

Es la variable que se ha tenido en cuenta para saber si el conocimiento está basado en los procesos o en las personas. Ha sido necesario determinar qué cantidad del

trabajo realizado ha sido solicitado por procedimientos internos de la organización, y qué cantidad del trabajo realizado ha sido solicitado por los equipos de proyecto.

Es decir, determinar si los flujos que se han establecido están vinculados a los procesos, siendo el origen de la solicitud un proceso o procedimiento interno de la organización, o en cambio, si los flujos de comunicación están vinculados a las comunicaciones, siendo el origen de la solicitud un equipo de proyecto.

Para ello el campo “*C3.1.Origen de la solicitud*” de la variable tipo “*V3.QUIÉN solicita, produce y recibe*” ha permitido conocer el origen o motivo de cada flujo de comunicación.

8.2. Variables para evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos

En este apartado se determinan las variables que han interesado para analizar los flujos de procesos, y saber si es posible aplicar métricas ágiles en los proyectos de reforma en el sector *retail*, y poder visualizar la *planificación y el avance del trabajo*.

Para poder evaluar si se pueden aplicar métricas ágiles o no, se han determinado las variables que han permitido saber si es posible medir la velocidad de producción de los equipos; es decir, qué actividades componen los procesos, y cuánto trabajo es requerido en su ejecución.

Para poder emplear métricas ágiles, es necesario, en primer lugar, medir la velocidad; y para medir la velocidad es preciso cuantificar el *trabajo* en un intervalo de tiempo. Previamente, para ello, ha sido necesario identificar las *actividades* que componen los procesos.

Tabla 21. Variables y valores para evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos

Variables de visualización de las Métricas ágiles	Criterio de análisis: Actividades	Variables para analizar la visualización del trabajo	
		Valores	Valores
	¿Qué actividades componen los		
	1. procesos?	V5 Qué Actividades	Actividades
	¿Cuánto trabajo		
VELOCIDAD = Trabajo / Tiempo	2. asociado?	V6 Cuánto Trabajo	Horas

A continuación, se exponen las variables que han permitido saber “*si es posible medir la velocidad de producción de los equipos*”. Estas variables han determinado *qué actividades* están asociadas a cada flujo de comunicación. También han permitido conocer *cuánto trabajo* ha sido requerido en su ejecución.

8.2.1. Variable para determinar las actividades que componen los procesos

- Variable “V5. Qué Actividades”. La variable “V5. Qué Actividades” contiene los valores correspondientes a las actividades que han sido ejecutadas en cada proceso.

8.2.2. Variable para determinar el trabajo asociado a la ejecución de las actividades

- Variable “V6. Cuánto Trabajo”. Para determinar el trabajo, la variable “V6. Cuánto Trabajo” contiene los valores cuantitativos correspondientes al esfuerzo que implica la ejecución de cada una de las actividades obtenidas con la variable anterior.

8.3. Variables para evaluar si las herramientas ágiles visualizan la información deseada

En este apartado se determinan las variables para analizar las herramientas de comunicación ágiles, con el objetivo de identificar qué *herramientas ágiles de comunicación visual* pueden ser de aplicación por los equipos de gestión y de diseño que desarrollan proyectos de reforma en el sector *retail*.

Tabla 22. Variables y valores para evaluar si las herramientas ágiles visualizan la información deseada

Variables de la mejora continua Kaizen	Criterios de análisis: Criterios de Visualización	Variables para analizar las herramientas	Valores
Interrupciones de flujo	1. ¿Permite alterar el orden de las tareas?	V7 Nuevas actividades	Sí / No
MURA (Tiempos muertos)	2. ¿Permite visualizar varios proyectos simultáneamente?	V8 Multi-proyecto	Sí / No
Interrupciones de flujo	3. ¿Prioriza la visualización por la secuencia en la producción de los incrementos?	V9 Secuencialidad	Sí / No
MURI (Cuellos de botella)	4. ¿Prioriza la visualización por la especialización del equipo?	V10 Especialización	Sí / No
Razones de desperdicio	5. ¿Prioriza la visualización por los recursos		Sí / No
MUDA (Producción innecesaria y retrabajo)	6. y la carga de trabajo?	V11 Recursos	

A continuación, se expone cómo las variables de la mejora continua *Kaizen* implementadas por la producción *Lean*¹⁸⁰ han servido para determinar las variables de análisis de las herramientas ágiles, que permitan identificar qué herramientas

¹⁸⁰ Lean manufacturing (ver Nota 163) es un método sistemático para minimizar los desperdicios ("Muda") dentro de un sistema de manufactura sin sacrificar la productividad, lo que puede causar problemas. Lean también tiene en cuenta los residuos creados a través de la sobrecarga ("Muri") y los residuos creados a través de la desigualdad en las cargas de trabajo ("Mura"). (Wikipedia, 2017).

evitan las interrupciones de flujo provocadas por la aparición de *tiempos muertos*¹⁸¹ (*Mura*), qué herramientas evitan las interrupciones de flujo provocadas por la formación de *cuellos de botella*¹⁸² y la sobreasignación¹⁸³ (*Muri*), y qué herramientas evitan el desperdicio provocado por la sobreproducción innecesaria y el re-trabajo (*Muda*).

8.3.1. Variables para determinar qué herramientas evitan las interrupciones de flujo provocadas por la aparición de tiempos muertos (*Mura*)

En primer lugar, “*Mura*” ha permitido determinar qué herramientas permiten alterar el orden de las tareas y visualizar varios proyectos simultáneamente:

- *Variable “V7.Nuevas actividades”*. Para determinar qué herramientas permiten visualizar la entrada de actividades no planificadas que modifican o interrumpen el flujo de trabajo. Contiene los valores SÍ /NO.
- *Variable “V8.Multiproyecto”*. Para determinar qué herramientas permiten visualizar varios proyectos al mismo tiempo. Contiene los valores SÍ / NO.

¹⁸¹ Tiempo muerto: tiempo que tarda una persona en pasar una tarea a otra persona, o bien el tiempo de espera en recibir *feedback* o dar constancia de que una actividad ha de ser iniciada. Ver Nota 157.

¹⁸² Cuello de botella, causado por la acumulación de tareas en una determinada fase del proyecto. Ver Nota 158.

¹⁸³ La sobreasignación indica que alguno de los recursos asignados a una tarea tiene asignado más trabajo en la tarea, o si un recurso tiene asignado más trabajo en todas las tareas asignadas, del que se puede realizar con la capacidad normal de trabajo. Ver Nota 159.

8.3.2. Variables para determinar qué herramientas evitan las interrupciones de flujo provocadas por la formación de cuellos de botella y la sobreasignación (*Muri*)

En segundo lugar, “*Muri*” ha permitido determinar qué herramientas priorizan la visualización por la secuencia en la producción de los entregables y qué herramientas priorizan la visualización por la especialización de los recursos.

- *Variable tipo “V9.Secuencialidad”*. Para determinar qué herramientas visualizan la secuencia en la producción de los incrementos. Contiene los valores SÍ / NO.
- *Variable tipo “V10.Especialización”*. Para determinar qué herramientas visualizan los diferentes equipos de especialistas que desarrollan los proyectos. Contiene los valores SÍ / NO. Además, esta variable ha permitido identificar los roles y las funciones dentro del equipo de gestión PMT, *Project Management Team*, y dentro del equipo de diseño IDPT, *Integrated Design Project Team*.

8.3.3. Variables para determinar qué herramientas evitan el desperdicio provocado por la producción innecesaria y el re-trabajo (*Muda*)

En tercer lugar, “*Muda*” ha permitido determinar qué herramientas priorizan la visualización por la organización, es decir, por los propios recursos.

- *Variable tipo “V11.Recursos”*. Para determinar qué herramientas visualizan la asignación de las actividades a los recursos, es decir, si la disponibilidad o carga de trabajo es un criterio en la asignación de las actividades. Contiene los valores SÍ / NO.

8.3. Variables para evaluar si las herramientas ágiles visualizan la información deseada

En este apartado se han expuesto los grupos de variables, según el criterio de análisis empleado, “*Criterios de Visualización*”. Estas variables indican “*qué se necesita saber*” para demostrar la hipótesis, es decir, *qué datos son necesarios obtener* para demostrar que “*es posible aplicar las herramientas ágiles en proyectos de reforma en el sector retail*”. Es decir, qué datos son necesarios obtener para determinar qué herramientas de comunicación ágiles visualizan la información deseada.

8.4. Conclusión obtenida de la determinación de las variables

En este capítulo se ha expuesto el criterio empleado en la selección de la muestra de estudio y se han determinado las variables que son de interés para demostrar que es posible aplicar metodologías ágiles en los proyectos de reforma en el sector retail, para poder demostrar más adelante la hipótesis de la Investigación, es decir, *“demostrar que al aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector retail, se solventan las deficiencias que presentan las metodologías tradicionales en entornos poco definidos o inestables”*.

Considerando estas variables, en el siguiente capítulo se analizan, el primer lugar, los flujos de comunicación para para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo. En segundo lugar, se analizan los flujos de procesos para evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos. Por último, se analizan las herramientas de comunicación ágiles para evaluar si visualizan la información deseada.

9

Capítulo 9.

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN

Se comienza este capítulo introduciendo el método empleado para realizar la toma de datos, considerando las variables determinadas en el capítulo anterior. A continuación, se muestra el análisis de los datos obtenidos de cada ámbito, y se evalúan los resultados para demostrar que es posible aplicar conceptos ágiles.

En primer lugar, se han analizado los flujos de comunicación para evaluar si el modelo de gestión es evolutivo. En segundo lugar, se han analizado los flujos de procesos para evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos. Por último, se han analizado las herramientas de comunicación ágiles para evaluar si visualizan la información deseada.

El capítulo finaliza con las conclusiones obtenidas, que han permitido definir las líneas de actuación para desarrollar las propuestas que solventen las deficiencias detectadas, en el siguiente capítulo.

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

Capítulo 9

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN

9.1.	Análisis de los flujos de comunicación para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo.....	129
9.1.1.	Toma de datos y análisis de los flujos de comunicación.....	129
9.1.1.1.	Análisis de los flujos de comunicación para determinar la estrategia	
9.1.1.2.	Análisis de los flujos de comunicación para determinar el trabajo	
9.1.1.3.	Análisis de los flujos de comunicación para determinar el conocimiento	
9.1.2.	Evaluación del modelo de gestión empleado.....	143
9.1.2.1.	Evaluación de la estrategia	
9.1.2.2.	Evaluación del trabajo	
9.1.2.3.	Evaluación del conocimiento	
9.1.3.	Conclusiones obtenidas de la evaluación del modelo de gestión empleado.....	157
9.2.	Análisis de los flujos de procesos para evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos.....	161
9.2.1.	Toma de datos y análisis de los flujos de procesos.....	161
9.2.1.1.	Análisis de los flujos de procesos para determinar las actividades que componen los procesos	
9.2.1.2.	Análisis de los flujos de procesos para determinar el trabajo asociado a la ejecución de las actividades	
9.2.2.	Evaluación de la velocidad de producción de los equipos.....	168
9.2.2.1.	Evaluación de las actividades que componen los procesos	
9.2.2.2.	Evaluación del trabajo asociado a la ejecución de las actividades	
9.2.3.	Conclusiones obtenidas de la evaluación de la velocidad de producción de los equipos.....	176

9.3.	Análisis de las herramientas de comunicación ágiles para evaluar si visualizan la información deseada.....	183
9.3.1.	Toma de datos y análisis de las herramientas de comunicación ágiles.....	183
9.3.1.1.	Análisis de las herramientas de comunicación ágiles para determinar qué herramientas evitan las interrupciones de flujo provocadas por la aparición de tiempos muertos (<i>Mura</i>)	
9.3.1.2.	Análisis de las herramientas de comunicación ágiles para determinar qué herramientas evitan las interrupciones de flujo provocadas por la formación de cuellos de botella y la sobreasignación (<i>Muri</i>)	
9.3.1.3.	Análisis de las herramientas de comunicación ágiles para determinar qué herramientas evitan el desperdicio provocado por la producción innecesaria y el re-trabajo (<i>Muda</i>)	
9.3.2.	Evaluación de la información visualizada por las herramientas de comunicación ágiles.....	187
9.3.2.1.	Evaluación de las herramientas que evitan las interrupciones de flujo provocadas por la aparición de tiempos muertos (<i>Mura</i>)	
9.3.2.2.	Evaluación de las herramientas que evitan las interrupciones de flujo provocadas por la formación de cuellos de botella y la sobreasignación (<i>Muri</i>)	
9.3.2.3.	Evaluación de las herramientas que evitan el desperdicio provocado por la producción innecesaria y el re-trabajo (<i>Muda</i>)	
9.3.3.	Conclusiones obtenidas de la evaluación de la información visualizada por las herramientas de comunicación ágiles.....	189
9.4.	Conclusión y definición de criterios para desarrollar las propuestas.....	191

En este capítulo se alcanzan los objetivos 4, 5 y 6 de la Investigación identificados en la Tabla 23. Para ello se ha realizado el análisis considerando las variables determinadas en el capítulo anterior. En la Tabla 24 se indica la toma de datos y el análisis realizado para cada ámbito de estudio.

Tabla 23. Objetivos correspondientes al capítulo 8. Análisis y evaluación

1. INTRODUCCIÓN	Las metodologías ágiles surgen para solventar las deficiencias que presentan las metodologías tradicionales en entornos poco definidos o inestables en el sector de <i>software</i> y en la fabricación de objetos.		
2. MOTIVACIÓN	La inestabilidad del entorno de los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> dificulta la implementación de las herramientas tradicionales.		
3. HIPÓTESIS	Demostrar que al aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> se solventan las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.		
4. OBJETIVO GENERAL	Aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> para solventar las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.		
5. METODOLOGÍA	ÁMBITO 1. Los modelos de gestión	ÁMBITO 2. Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	ÁMBITO 3. Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos
ETAPA 1:	OBJETIVO 1.	OBJETIVO 2.	OBJETIVO 3.
Base de la Investigación	Revisar el estado del arte de los modelos de gestión.	Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas para visualizar el trabajo.	Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas en la asignación de recursos.
<i>Revisar el estado del arte</i>			
<i>Definir los criterios de análisis</i>	Definir los criterios de análisis.	Definir los criterios de análisis.	Definir los criterios de análisis.
ETAPA 2:	OBJETIVO 4.	OBJETIVO 5.	OBJETIVO 6.
Análisis y Evaluación	Det. las variables.	Determinar las variables.	Determinar las variables.
<i>Demostrar que es posible aplicar las herramientas ágiles</i>	Demostrar que el modelo de gestión es evolutivo.	Demostrar que se puede medir la velocidad de producción de los equipos.	Demostrar que las herramientas ágiles visualizan la información deseada.
ETAPA 3:	OBJETIVO 7.	OBJETIVO 8.	OBJETIVO 9.
Propuestas	Proponer y validar la aplicación de un modelo evolutivo.	Proponer y validar la aplicación de métricas ágiles que visualicen la planificación y el avance del trabajo.	Proponer y validar la aplicación de herramientas de comunicación ágiles para la asignación de recursos.
<i>Demostrar la hipótesis</i>			
<i>Proponer y validar la aplicación de las herramientas ágiles</i>			

Tabla 24. Desarrollo de la Investigación. Análisis y evaluación

ÁMBITOS DE ESTUDIO			
	ÁMBITO 1. Los modelos de gestión	ÁMBITO 2. Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	ÁMBITO 3. Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos
	<i>Demostrar que el modelo de gestión es evolutivo.</i>	<i>Demostrar que se puede medir la velocidad de producción de los equipos.</i>	<i>Demostrar que las herramientas ágiles visualizan la información deseada.</i>
7. CRITERIOS DE ANÁLISIS	3.1.1 Estrategia: Completa o incremental		
<i>ESTRATEGIA</i>			
	3.1.2 Trabajo: ¿Secuencial o concurrente?	3.2.1 Actividades: ¿Qué actividades componen los procesos? ¿Cuánto trabajo asociado?	
<i>ESTRUCTURA</i>			
	3.1.3 Conocimiento: ¿Procesos o personas?		3.3.1 Criterios de visualización de las herramientas ágiles: ¿Visualizan la información deseada? 3.3.1.1. Evitar Mura: ¿Permiten modificar orden de las tareas? ¿Visualiza varios proyectos? 3.3.1.2. Evitar Muri: ¿Visualizan la secuencia? ¿Visualizan especialistas? 3.3.1.3. Evitar Muda: ¿Visualizan la disponibilidad y la carga de trabajo?
<i>ORGANIZACIÓN</i>			
8. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES	4.1.1 Estrategia: V1. Qué solicita V2. Cuánto solicita V3. Quién solicita V4. Cuándo solicita		
<i>ESTRATEGIA</i>			
	4.1.2 Trabajo: V4. Cuándo solicita	4.2 Actividades: V5. Qué actividades V6. Cuánto trabajo	
<i>ESTRUCTURA</i>			
	4.1.3 Conocimiento: V3. Quién solicita		4.3 Criterios de visualización de las herramientas ágiles: V7. Nuevas actividades V8. Multi-proyecto V9. Secuencialidad V10. Especialización V11. Recursos
<i>ORGANIZACIÓN</i>			
9. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN		Respuestas a Cuestionarios	
TOMA DE DATOS	Emails y documentación registrada ISO 21500	“Actividades y esfuerzo asociado a los Flujos de Comunicación”	Revisión de las herramientas según los criterios de visualización deseados
ANÁLISIS	Análisis de los flujos de comunicación	Análisis de los flujos de procesos	Análisis de las herramientas ágiles
EVALUACIÓN	¿El modelo de gestión es evolutivo?	¿Se puede medir la velocidad de los equipos?	¿Las herramientas ágiles visualizan la información deseada?

Para la toma de datos correspondiente al primer ámbito de la Investigación, es decir, el ámbito del *modelo de gestión*, se ha revisado, teniendo en cuenta las variables que interesan, los correos electrónicos y la documentación que se ha registrado siguiendo los estándares de calidad de la empresa certificada en la Norma ISO 21500. El análisis realizado ha permitido identificar los *flujos de comunicación* que se han establecido en los proyectos que componen la muestra.

La toma de datos correspondiente al segundo ámbito de la Investigación ha consistido en recopilar las respuestas de la organización a las preguntas que se han planteado, teniendo en cuenta las variables definidas en el capítulo anterior, es decir, qué actividades han ejecutado los recursos para producir el entregable o la información solicitada. Para formular las preguntas se han tenido en cuenta los flujos de comunicación obtenidos en la evaluación de los resultados del primer ámbito de la Investigación. La evaluación de los resultados de este análisis ha permitido definir los *flujos de procesos* que se establecen en los proyectos.

Para la toma de datos correspondiente al tercer ámbito de la Investigación, es decir, el ámbito de las *herramientas de comunicación para la asignación de recursos*, se han analizado, teniendo en cuenta las variables que determinan los criterios de visualización de la organización, las herramientas de comunicación ágiles. La evaluación de los resultados de este análisis ha permitido determinar las *líneas de actuación* para adaptar las herramientas ágiles a los proyectos de reforma en el sector *retail*.

A continuación, se analizan los datos obtenidos y se evalúan los resultados para cada ámbito de la Investigación, para argumentar que es posible demostrar la hipótesis, es decir, para determinar que *“es posible aplicar herramientas ágiles en proyectos de reforma en el sector retail”*.

9.1. Análisis de los flujos de comunicación para evaluar si el modelo de gestión empleado es evolutivo

En este apartado se analizan los datos que se han obtenido a partir de las variables determinadas en el capítulo anterior, con la finalidad de saber cuál ha sido la estrategia, el trabajo, y el conocimiento empleado en la gestión de los proyectos que componen la muestra. La evaluación de los resultados de este análisis ha permitido determinar *si el modelo de gestión es predictivo o evolutivo*. Los datos a analizar se han obtenido de la toma de datos realizada a partir de las variables consideradas: “V1. Qué solicita”, “V2. Cuánto solicita”, “V3. Quién solicita, produce y recibe”, y “V4. Cuándo solicita y recibe”.

Para proceder al análisis de los datos obtenidos, se ha elaborado la *matriz de análisis*, que agrupa los datos y muestra la trazabilidad de los flujos de comunicación. Para realizar la evaluación de los resultados, se ha elaborado el *diagrama de flujos de comunicación*, volcando la matriz de análisis en un diagrama que facilite la visualización de los datos para su posterior evaluación.

9.1.1. Toma de datos y análisis de los flujos de comunicación

Se comienza este apartado exponiendo el método de análisis de los flujos de comunicación, que ha permitido evaluar la estrategia, la estructura y el conocimiento. Como se ha comentado, en los proyectos de reforma en el sector *retail* hay duplicidad de equipos:

- El equipo de gestión, tanto del cliente como de la ingeniería local.
- El equipo de diseño, tanto del cliente como de la ingeniería local.

A continuación, se recogen los datos que se han obtenido del *análisis de los flujos de comunicación de la ingeniería local*. Por lo tanto, en este capítulo:

- El *equipo interno* hace referencia a los equipos de gestión y de diseño de la ingeniería local.
- El *equipo externo* hace referencia a los equipos de gestión y de diseño del cliente.

Se han analizado las solicitudes que han tenido lugar en los 105 proyectos que componen la muestra de estudio. El origen de estas solicitudes puede ser un comunicado o un procedimiento interno de la organización. En ambos casos se establecen flujos de comunicación:

- Para las solicitudes cuyo origen es un comunicado, se han registrado las peticiones que han sido solicitadas por medio de un correo electrónico. En estos casos el flujo de comunicación se establece entre un equipo externo y un equipo interno.
- En el caso de las solicitudes cuyo origen es un procedimiento interno, se han registrado la totalidad de las mismas. El estándar de calidad exigido en el registro documental ha facilitado la toma de datos. En estos casos, los flujos de comunicación se establecen entre dos equipos internos: entre el equipo de gestión y el equipo de diseño, o bien, entre el iniciador del proyecto¹⁸⁴ y el equipo de gestión.

Todas las solicitudes han sido agrupadas en 89 *flujos de comunicación tipo*, en función del entregable solicitado o de la información solicitada. Cada *flujo de comunicación tipo* agrupa las solicitudes de un mismo entregable o las solicitudes de

¹⁸⁴ La Norma ISO 21500 considera al Iniciador del proyecto como el responsable de dar comienzo al proyecto. Generalmente su figura se asocia al responsable de la cartera de proyectos de un departamento, que adjudica cada proyecto al director de proyecto correspondiente.

una misma información. Las variables determinadas en el apartado anterior han permitido analizar cada flujo de comunicación por separado.

En el Tomo II de la Investigación se muestran los 89 *flujos de comunicación tipo*, en los que se solicita un entregable o una información. En la Tabla 25 se muestran exclusivamente los 30 *flujos de comunicación tipo* en los que se ha solicitado un entregable. En las dos primeras columnas de la tabla se muestra el entregable solicitado y la numeración asignada al flujo de comunicación correspondiente. En las siguientes columnas se muestran los datos obtenidos con las variables determinadas en el capítulo anterior:

- La variable tipo “V1. Qué solicita”, ha permitido identificar si en el flujo de comunicación se solicita un entregable o una información, y de dónde se han obtenido los datos, si de un correo electrónico o de un entregable resultado de un procedimiento interno de la empresa. Como se ha comentado, en la Tabla 25 se muestran exclusivamente los *flujos de comunicación tipo* en los que se ha solicitado un entregable.
- La variable tipo “V2. Cuánto solicita”, ha permitido identificar el número de solicitudes que se han registrado de un mismo entregable en cada flujo de comunicación; el número de proyectos en los que han tenido lugar estas solicitudes; y el número de versiones del entregable solicitado en cada flujo de comunicación.
- La variable tipo “V3. Quién solicita, produce y recibe”, ha permitido identificar, para cada flujo de comunicación:

El origen de la solicitud, es decir, si ha sido un equipo de proyecto el que ha realizado la solicitud o si ha sido un procedimiento interno¹⁸⁵ de la empresa, solicitado por el Iniciador del proyecto, el origen de la solicitud;

El destino de la solicitud, es decir, el equipo de proyecto que ha recibido la solicitud y ha producido el entregable correspondiente;

El receptor del *output* o salida, es decir, el equipo de proyecto que ha recibido el entregable solicitado o la información solicitada;

Y, en el caso de haber determinado el plazo de producción, qué equipo de proyecto lo ha determinado.

- La variable tipo “V4.Cuándo solicita y recibe”, que ha permitido identificar, para cada flujo de comunicación, la fase del ciclo de vida del proyecto en la que ha tenido lugar la solicitud; la fase del ciclo de vida del proyecto en la que se ha recibido el *output* o salida; y el proceso de la Norma ISO 21500 cuyo *output* o salida es el entregable o la información solicitada.

En la última columna se indica en qué flujos de comunicación ha tenido lugar el mismo proceso para la producción del entregable solicitado. Este dato ha determinado qué flujos de comunicación se repiten en varias fases del ciclo de vida del proyecto, es decir, qué flujos de comunicación son concurrentes. El resto de los flujos de comunicación han sido puntuales, es decir, sólo han tenido lugar una vez.

¹⁸⁵ Aunque no se trate de un comunicado formal, en este análisis también se han considerado como flujo de comunicación el flujo de trabajo cuyo origen es un procedimiento interno de la organización, de obligado cumplimiento y solicitado por el Iniciador del proyecto.

En la Tabla 25 se ha identificado con las siglas ISO cuando el origen de la solicitud es un procedimiento interno de la organización y no ha sido emitida directamente por el Iniciador del proyecto.

Los procedimientos internos de la organización son de obligado cumplimiento por los miembros del equipo, y su aplicación es supervisada por el Iniciador del proyecto.

Tabla 25. Entregables solicitados, identificados en los flujos de comunicación F.C.

SOLICITUD	SOLICITUDES			EQUIPOS			CICLO DE VIDA Y PROCESOS ISO 21500						
	V1. QUÉ solicita	V2. CUÁNTO solicita		V3. QUIÉN solicita, produce, recibe			V4. CUÁNDO solicita, recibe						
	Tipo de Solicitud	Toma de datos	Nº Solicitudes	Nº Proyectos	Nº Versiones	Origen Solicitud	Destino Solicitud	Recepción Salida/Output	Plazos definidos	Fase - Ciclo Vida (Solicitud)	Fase - Ciclo Vida (salida / output)	Procesos ISO (salida / output)	FC concurrentes
FC01 Proyecto	Entregable	Email	29	19	19	ST	PMT	Externo	ST	1. Arranque			
	Entregable	Email	160	86	83	ST	PMT	Externo	ST	9. Operación	8. Ocupación	Cerrar proyecto	-
FC02 Acta de Constitución	Entregable	ISO doc.	105	19	19	ISO	PMT	Interno	-	1. Arranque		Acta de	
FC03 Designación Project Manager	Entregable	ISO doc.	105	86	86	ISO	PMT	Interno	-	9. Operación	1. Arranque	Constitución	-
Entregable solicitado:	Entregable	ISO doc.	105	105	105	ISO	PMT	Interno	-	1. Arranque	1. Arranque	Establecer Equipo	-
FC05 Informe Técnico (Survey)	Entregable	Email	199	30	35	ST	PMT	Externo	ST				
1er Nivel WBS	Entregable	Email	19	9	12	ST	PMT	Externo	PMT	2. Viabilidad	2. Viabilidad	Cerrar fase	5,24,43,67
FC07 Activo a ser reformado	Entregable	Email	132	105	118	ST	PMT	Externo	-	2. Viabilidad	2. Viabilidad	Crear WBS, Plan de calidad	-
FC12 Plan de Proyecto	Entregable	ISO doc.	105	105	105	ISO	PMT	Interno	-	1. Arranque	2. Viabilidad	Desarrollar PPII	-
FC18 Presupuestos proveedores/CG	Entregable	Email	71	39	64	PMT	EXT	Interno	-	2. Viabilidad	2. Viabilidad	Selecc proveedores	18,36,55,81
Producción del entregable:	Entregable	ISO doc.	30	30	42	IDPT	PMT	Externo	ST				
FC22 Informe Técnico (Survey)	Entregable	ISO doc.	9	9	11	IDPT	PMT	Externo	PMT	2. Viabilidad	2. Viabilidad	Cerrar fase	22,41,60,88
FC23 Lecciones aprendidas	Entregable	ISO doc.	39	39	39	ISO	PMT	Interno	-	2. Viabilidad	2. Viabilidad	Lecc. aprendidas	23,42,66,89
Entregable solicitado: Layout	Entregable	Email	139	96	121	ST	PMT	Externo	ST				
FC24 revisado por la ingeniería local	Entregable	ISO doc.	8	9	11	PMT	IDPT	Externo	PMT	4. Diseño	4. Diseño	Cerrar fase	5,24,43,67
Segundo Nivel WBS	Entregable	Email	135	105	135	ST	PMT	Externo	-	4. Diseño	4. Diseño	Actividades: definir y secuenciar	-
FC27 Activo a ser reformado	Entregable	Email	135	105	135	ST	PMT	Externo	-	4. Diseño	4. Diseño	Actividades: definir y secuenciar	-
FC36 Presupuestos proveedores/CG	Entregable	Email	59	46	73	PMT	EXT	Interno	-	4. Diseño	4. Diseño	Selecc proveedores	18,36,55,81
FC40 Permisos (obras y actividad)	Entregable	ISO doc.	28	28	28	IDPT	PMT	Externo	-	4. Diseño	4. Diseño	Gestionar PPII	-
Producción del entregable:	Entregable	ISO doc.	96	96	129	IDPT	PMT	Externo	ST				
FC41 Layout revisado por ing. local	Entregable	ISO doc.	9	9	13	IDPT	PMT	Externo	PMT	4. Diseño	4. Diseño	Cerrar fase	22,41,60,88
FC42 Lecciones aprendidas	Entregable	ISO doc.	105	105	105	ISO	PMT	Interno	-	4. Diseño	4. Diseño	Lecc. aprendidas	23,42,66,89
Entregable solicitado:	Entregable	Email	128	96	103	ST	PMT	Externo	ST				
FC43 Proyecto Técnico por ing. local	Entregable	ISO doc.	9	9	16	PMT	IDPT	Externo	PMT	4. Diseño	4. Diseño	Cerrar fase	5,24,43,67
Tercer Nivel WBS	Entregable	Email	132	105	122	ST	PMT	Externo	-	4. Diseño	4. Diseño	Costes, duración, recursos	-
FC47 Activo a ser reformado	Entregable	Email	132	105	122	ST	PMT	Externo	-	4. Diseño	4. Diseño	Costes, duración, recursos	-
FC55 Presupuestos proveedores/CG	Entregable	Email	362	105	437	PMT	EXT	Interno	-	4. Diseño	4. Diseño	Selecc proveedores	18,36,55,81
FC59 Permisos	Entregable	ISO doc.	77	77	77	IDPT	PMT	Externo	-	4. Diseño	5. Permisos	Gestionar PPII	-
Producción del entregable:	Entregable	ISO doc.	96	96	103	IDPT	PMT	Externo	ST				
FC60 Proyecto Técnico por arq. local	Entregable	ISO doc.	9	9	16	IDPT	PMT	Externo	PMT	4. Diseño	4. Diseño	Cerrar fase	22,41,60,88
FC64 Adjudicación a CG	Entregable	Email	129	105	105	ST	PMT	Externo	-	6. Contratación	6. Contratación	Selecc proveedores-	
Último nivel WBS	Entregable	Email	121	105	117	ST	PMT	Externo	-	6. Contratación	6. Contratación	Presupuesto, cronograma, equipo	-
FC65 Activo a ser reformado	Entregable	Email	121	105	117	ST	PMT	Externo	-	6. Contratación	6. Contratación	Presupuesto, cronograma, equipo	-
FC66 Lecciones aprendidas	Entregable	ISO doc.	105	105	105	ISO	PMT	Interno	-	4. Diseño	4. Diseño	Lecc aprendidas	23,42,66,89
Entregable solicitado: Proy. de obra y puesta en marcha (As Built)	Entregable	Email	723	96	418	ST	PMT	Externo	ST				
FC67 Built)	Entregable	ISO doc.	9	9	66	PMT	IDPT	Externo	PMT	7. Construcción	8. Ocupación	Cerrar fase	5,24,43,67
FC74 Estado activo tras demolición	Entregable	Email	362	86	86	PMT	EXT	Externo	-	10. Desactivación	10. Desactivación	Dirigir el trabajo	-
FC81 Proveedores / contratos CG	Entregable	Email	415	102	694	PMT	EXT	Interno	-	7. Construcción	7. Construcción	Selecc proveedores	18,36,55,81
FC85 Entrega del activo (Hand Over)	Entregable	ISO doc.	102	102	102	IDPT	PMT	Externo	-	7. Construcción	8. Ocupación	Gestionar PPII	-
FC87 Permisos (ocupación)	Entregable	ISO doc.	102	102	102	IDPT	PMT	Externo	-	7. Construcción	8. Ocupación	Gestionar PPII	-
Producción del Proy. de obra y puesta en marcha (As Built)	Entregable	ISO doc.	94	94	109	IDPT	PMT	Externo	ST				
FC88 puesta en marcha (As Built)	Entregable	ISO doc.	8	8	77	IDPT	PMT	Externo	PMT	7. Construcción	8. Ocupación	Cerrar fase	22,41,60,88
FC89 Lecciones aprendidas	Entregable	ISO doc.	105	105	105	ISO	PMT	Interno	-	8. Ocupación	8. Ocupación	Lecc. aprendidas	23,42,66,89

EQUIPOS INTERNOS. PMT=Project Management Team (Equipo de Gestión de la Ingeniería Local) / IDPT=Integrated Design Project Team (Equipo de Diseño de la Ingeniería Local).

EQUIPOS EXTERNOS. ST=Sponsor Team (Equipo del Cliente) / EXT=Otros equipos externos.

ISO= Norma ISO 21500, Directrices para la gestión de proyectos. Procesos internos de la organización / PPII= Partes Interesadas

9.1.1.1. Análisis de los flujos de comunicación para determinar la estrategia

En primer lugar, se ha realizado el análisis de los datos que se han obtenido con el criterio de las variables tipo “V1.QUÉ solicita” y “V2.Cuánto solicita”, para poder evaluar en el siguiente apartado si la estrategia es completa o incremental¹⁸⁶:

- Estrategia completa: *“La descripción de lo que se desea obtener está disponible al inicio del proyecto, es completa y detallada, sirve de base para estimar el plan del proyecto: tareas, recursos y agenda de trabajo. Durante la ejecución se gestiona su cumplimiento”.*
- Estrategia incremental: *“La descripción de lo que se desea obtener no está disponible de forma completa y detallada al inicio: se complementa y evoluciona en paralelo al desarrollo, que genera el resultado de forma incremental”.*

En la Tabla 25 se muestran los flujos de comunicación en los que se ha solicitado un entregable, de qué entregable se trata y la fuente que ha proporcionado los datos. También se muestra el número total de solicitudes registradas, el número de proyectos en los que han tenido lugar estas solicitudes y el número de versiones de cada entregable.

El análisis ha permitido determinar la presencia de trabajos de demolición en el 82% de los proyectos, con órdenes de cambio en el diseño antes y después de la demolición. Tres, de los 105 proyectos que componen la muestra, no han sido finalizados y no se ha registrado el entregable correspondiente *“as built y puesta en marcha”*. El análisis ha determinado que no ha habido trabajos de demolición en el 18% de los proyectos. No obstante, sí han tenido lugar solicitudes con peticiones en cambios en el diseño en todos ellos, en la revisión de los entregables por el equipo correspondiente. La fase del proyecto en la que ha tenido lugar un mayor número de

¹⁸⁶ Scrum Manager, 2017. Concepts. 1.-Development, página 59. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

solicitudes de información ha sido la fase de construcción, concretamente después de la fase de demolición. El número de solicitudes de cambio en el diseño después de la demolición ha supuesto un 83% del total de las solicitudes registradas.

A continuación, se ha realizado el análisis de los datos que se han obtenido con los criterios de las variables tipo “V3. QUIÉN solicita, produce y recibe” y “V4. CUÁNDO solicita y recibe”, para poder evaluar en el siguiente apartado si, en el caso de que la estrategia sea incremental, la táctica es continua o iterativa¹⁸⁷:

- Desarrollo incremental continuo: *“Empleando técnicas para lograr y mantener un flujo continuo de desarrollo de funcionalidades o partes del producto que se entrega de forma continua al cliente”.*
- Desarrollo incremental iterativo: *“El marco de producción emplea técnicas de tiempo prefijado o timeboxing para mantener la producción de incrementos del producto de forma cíclica y continua”.*

En la Tabla 25 se muestra el origen y destino de las solicitudes y el receptor del entregable, en aquellos flujos de comunicación en los que la solicitud es un *entregable*, y no una información. Es decir, “*quién*” solicita el entregable y “*quién*” recibe la solicitud para producir el entregable; y “*quién*” recibe el entregable. En el caso de identificar plazos de entrega, se ha identificado “*quién*” los ha determinado, si el equipo del cliente (equipo externo) o el equipo de la ingeniería local (equipo interno). En la Tabla 25 también se muestra qué flujos de comunicación se repiten en distintas fases del proyecto, dato que permitirá evaluar, por lo tanto, qué procesos de planificación asociados a esos flujos de comunicación se repiten en las sucesivas fases o iteraciones. El análisis ha permitido determinar la presencia de *entregables de cierre de fase* en la totalidad de los proyectos, y determinar los flujos de

¹⁸⁷ Scrum Manager, 2017. Concepts. 1.-Development, página 59. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

comunicación asociados a los procesos de planificación que se repiten en todas las fases o iteraciones.

En la Figura 23 se muestran los entregables o incrementos que han supuesto un *cierre de fase en el proyecto*. En el 91% de los proyectos los plazos de entrega han sido determinados por el equipo del cliente, es decir, por un equipo externo a la organización, y han validado los entregables generando el *feedback* correspondiente entre los dos equipos. En el 9% restante, los plazos de entrega han sido determinados por el propio equipo interno de la organización, a partir de la fecha de apertura estipulada por el equipo del cliente.

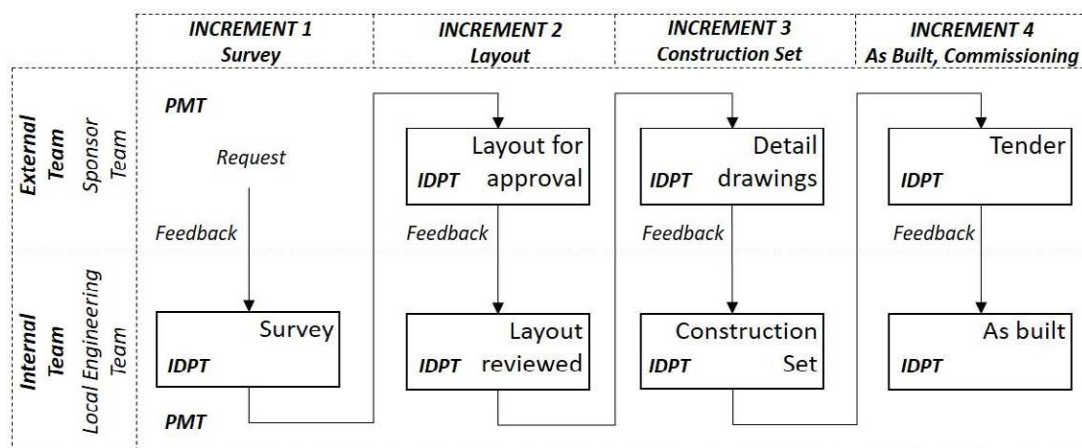


Figura 23. Entregables o incrementos que suponen un cierre de fase en el proyecto

Tal como como indican los datos obtenidos de la Tabla 25:

- *Flujos de comunicación F.C.1, F.C.2, F.C.3.* Se ha identificado el encargo de 105 proyectos. Cada proyecto lleva asociado un acta de constitución de proyecto y una aceptación formal por parte del director de proyecto. En estos flujos de comunicación, el destinatario de la solicitud, y, por lo tanto, quien produce el entregable, es el propio equipo interno. A diferencia del proyecto, que es solicitado por equipos externos a la organización, tanto el acta de constitución como su aceptación son solicitados por el equipo interno.

De los 105 proyectos, 19 han comenzado en la fase de inicio; en cambio, 86 proyectos se han iniciado en la fase de operación del activo, es decir, con el

negocio en funcionamiento. En este segundo caso ha sido necesario realizar obras de demolición, ya que el espacio no se ha encontrado en bruto, como en el primer caso.

- *Flujos de comunicación F.C.5, F.C.22.* De los 39 proyectos en los que se ha solicitado un informe técnico (*survey*), el flujo de comunicación F.C.5 determina los 30 proyectos en los que ha sido el equipo del cliente ST, *Sponsor Team*, equipo externo, quien lo ha solicitado y quien ha definido los plazos de entrega; y los 9 proyectos en los que ha sido el equipo de gestión PMT, *Project Management Team*, equipo interno, quien lo ha solicitado y quien ha determinado los plazos. El flujo de comunicación F.C.22 ha determinado que es el equipo de gestión (PMT) quien solicita la producción del entregable al equipo de diseño interno (IDPT).

- *Flujos de comunicación F.C.7, F.C.27, F.C.47, F.C.65.* Se corresponden con los entregables solicitados para los 105 proyectos, que disponen de la información necesaria *previa a la fase de construcción*, es decir, la planificación del proyecto donde se determinan los *niveles de desglose del trabajo* y toda la información necesaria para reformar el activo. Pueden ser solicitados tanto por el equipo del cliente (96 Proyectos), como por el equipo interno de gestión (9 proyectos).

- *Flujo de comunicación F.C.12.* Se ha identificado una solicitud de plan de proyecto para cada uno de los 105 proyectos. Al igual que la solicitud del acta de constitución y su aceptación, tanto el emisor como el destinatario de la solicitud, es el equipo interno.

- *Flujos de comunicación F.C.24, F.C.41.* En 96 proyectos el equipo del cliente (ST), equipo externo, ha solicitado la “revisión del estudio de zonificación”

(*layout for approval*) al equipo de gestión del proyecto (PMT). Es decir, el equipo del cliente solicita el *feedback* al “estudio de zonificación” (*layout*) elaborado por el equipo de diseño del cliente y determina los plazos de entrega. La entrada de este flujo es el “estudio de zonificación” (*layout*) elaborado por el equipo del cliente. En 9 proyectos ha sido el equipo de gestión PMT, *equipo interno*, quien ha solicitado el “estudio de zonificación” (*layout*) con sus respectivas revisiones a su propio equipo de diseño, y determinando los plazos de entrega. La entrada de este flujo ha sido el “informe técnico” (*survey*). El flujo de comunicación F.C.41 ha determinado que es el equipo de gestión (PMT) quien solicita la producción del entregable al equipo de diseño interno (IDPT).

- *Flujos de comunicación F.C.23, F.C.42, F.C.66, F.C.89.* Se han identificado los entregables correspondientes a las lecciones aprendidas. Definen los flujos de comunicación que han tenido lugar después de hacer entrega del “informe técnico” (F.C.22), “layout” (F.C.41), “proyecto técnico” (F.C.60), “as built y puesta en marcha” (F.C.88), para cada uno de estos entregables.
- *Flujos de comunicación F.C.18, F.C.36, F.C.55, F.C.81.* Corresponden a los entregables relacionados con los presupuestos y contratos de los proveedores. El número de proyectos en los que se ha solicitado presupuesto a los proveedores varía en función de las fases. En los 105 proyectos se ha solicitado presupuesto en la fase de redacción de “*proyecto técnico*”. En cambio, se han identificado 102 solicitudes en el flujo de comunicación F.C.81., en fase de construcción. Los otros 3 proyectos restantes corresponden a aquellos que han finalizado en la fase de demolición.
- *Flujo de comunicación F.C.40, F.C.59, F.C.87.* Corresponden a los permisos solicitados, concretamente se han identificado 28 solicitudes asociadas al

entregable “*estudio de zonificación*” del F.C.41, 77 solicitudes asociadas al entregable “*proyecto técnico*” del F.C.60, y 102 solicitudes asociadas al entregable “*proyecto de obra y puesta en marcha*”. Por lo tanto, de los 105 proyectos, en 28 se ha solicitado permiso de obras y/o actividad con documentación proporcionada por el estudio de zonificación, y en 77 proyectos ha sido necesario solicitar permisos con el proyecto técnico. Por otro lado, se han solicitado permisos en 102 proyectos una vez acabada la obra. Los 3 proyectos en los que no se ha solicitado corresponden con los 3 proyectos que han sido paralizados tras la fase de demolición.

- *Flujos de comunicación F.C.43, F.C.60.* De los 105 proyectos, en 77 se ha solicitado el “*proyecto técnico*” (*construction set*). De los cuales, en 68 proyectos el equipo del cliente ST, *equipo externo*, lo ha solicitado al equipo de gestión del proyecto PMT, y ha determinado los plazos de entrega. Es decir, El equipo del cliente solicita el *feedback* al “*proyecto de diseño*” (*detail drawings*) elaborado por el equipo de diseño del equipo del cliente. La entrada de este flujo, por lo tanto, es el “*proyecto de diseño*” (*detail drawings*) elaborado por el equipo del cliente. En los otros 9 proyectos, el equipo de gestión PMT, ha solicitado el “*proyecto técnico*” que incluye el “*proyecto de diseño*” (*detail drawings*), a su propio equipo de diseño. La entrada de este flujo es el “*estudio de zonificación*” (*layout*). El flujo de comunicación 60 ha determinado que es el equipo de gestión PMT quien solicita la producción del entregable al equipo de diseño interno IDPT.
- *Flujo de comunicación F.C.64.* Se ha identificado un entregable con la adjudicación de la obra a los equipos de construcción para cada uno de los 105 proyectos.

- *Flujos de comunicación F.C.67, F.C.88.* De los 102 proyectos en los que se ha solicitado el “*proyecto de obra y puesta en marcha*” (*as built y certificados*), en 94 proyectos ha sido el equipo del cliente ST, quien los ha solicitado y quien ha definido los plazos de entrega; y en 8 proyectos ha sido el equipo de gestión PMT. El flujo de comunicación 88 ha determinado que es el equipo de gestión PMT quien solicita la producción del entregable al equipo de diseño interno IDPT.
- *Flujo de comunicación F.C.74.* Se ha identificado un entregable que define el estado del activo tras la demolición en 86 proyectos. Este valor se corresponde con los 86 proyectos en los que ha habido trabajos de demolición.
- *Flujo de comunicación F.C.85.* De los 105 proyectos que componen la muestra de estudio, en 102 proyectos se ha identificado el entregable que determina el fin de la obra y entrega a la propiedad.

9.1.1.2. Análisis de los flujos de comunicación para determinar el trabajo

El siguiente paso ha consistido en realizar el análisis con los datos obtenidos a partir de los criterios de la variable tipo “*V4.CUÁNDO solicita y recibe*”, para poder evaluar en el siguiente apartado si el trabajo es secuencial o concurrente¹⁸⁸:

- Trabajo secuencial (cascada): “*Secuencia las tareas en fases, cada una de las cuales comienza al terminar la anterior y con el resultado que se ha obtenido de ella. El ejemplo más habitual es el ciclo de cascada definido en ingeniería del software con las fases de requisitos, análisis, diseño, codificación, pruebas e implementación.*”

¹⁸⁸ Scrum Manager, 2017. Concepts. 2.-Work, página 60. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

- Trabajo concurrente: *“Solapa en el tiempo los diferentes tipos de tareas. Siguiendo el ejemplo de ingeniería de software, la definición de requisitos, el análisis, la codificación y el despliegue del resultado se realiza y revisa de forma simultánea y continua.”*

El análisis de los datos obtenidos con la variable tipo “V4. CUÁNDO solicita y recibe”, ha permitido completar la información de los flujos de comunicación con las fases del proyecto en las que han tenido lugar, y los procesos asociados a estos flujos. En la Tabla 25 se muestran los flujos de comunicación en los que se solicita un mismo tipo de entregable en varias fases del proyecto. Del mismo modo, hay flujos de comunicación en los que se solicitan entregables exclusivamente en ciertas fases del proyecto. El análisis ha permitido determinar que 68 flujos son concurrentes en varias fases del proyecto, es decir, en más de tres cuartas partes de los flujos de comunicación, se repiten los procesos necesarios para la producción de los cuatro incrementos que han supuesto un cierre de fase. En cada proyecto, los procesos de inicio se han desarrollado exclusivamente una vez. Los procesos de planificación se han solapado en las distintas fases, a excepción del plan de proyecto, que se ha solicitado exclusivamente en una fase. Los procesos que pertenecen a los grupos de procesos de implementación, control, o cierre, pueden repetirse o no en varias fases del proyecto.

9.1.1.3. Análisis de los flujos de comunicación para determinar el conocimiento

Por último, se expone el análisis realizado con los datos obtenidos empleando los criterios de la variable tipo “V3. Quién solicita, produce y recibe”, para poder evaluar en el siguiente apartado si el conocimiento está basado en mayor medida en los procesos o en las personas y en las comunicaciones que se establecen entre éstas¹⁸⁹:

¹⁸⁹ Scrum Manager, 2017. Concepts. 3.-Knowledge, página 60. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

- Conocimiento explícito: “*contenido en los procesos y la tecnología empleada*”.
- Conocimiento tácito: “*contenido en las personas que lo construyen*”.

La variable tipo “V3. *Quién solicita, produce y recibe*” ha permitido determinar:

- Los procesos vinculados a las comunicaciones, donde el origen de la solicitud es un equipo de proyecto, interno o externo, y se han identificado estos equipos.
- Las comunicaciones vinculadas a los procesos, donde el origen de la solicitud es la propia organización, motivado por un proceso interno de la Norma ISO 21500; y se han determinado estos procesos.

En la Tabla 25 se han indicado, para aquellas solicitudes en las que el requerimiento es un *entregable*, el origen de la solicitud, determinando qué flujos de comunicación han sido establecidos por procesos internos de la organización. La Tabla 25 muestra que, en 7 de los 30 entregables tipo identificados, el origen de la solicitud ha sido un proceso interno de la organización. En el tomo II de la tesis se adjunta la matriz de análisis completa, con los 89 flujos de comunicación. La matriz de análisis determina que, en 30 flujos de comunicación, el origen de la solicitud ha sido un proceso interno.

El análisis ha permitido determinar que en el 54% de los flujos de comunicación “tipo”, las solicitudes son realizadas por la propia organización, cuyo origen es un procedimiento interno. Es decir, la producción del entregable solicitado, como el plan de proyecto o las lecciones aprendidas, o la obtención de la información o el documento solicitado, como por ejemplo la matriz de riesgos, han sido solicitados por un procedimiento interno de la propia organización. En el 46% restante, las solicitudes han sido realizadas por los equipos de proyecto.

9.1.2. Evaluación del modelo de gestión empleado

En este apartado se evalúan los resultados del análisis anterior, con los criterios de las variables tipo “V1. Qué solicita”, “V2. Cuánto solicita”, “V3. Quién solicita, produce y recibe”, y “V4. Cuándo solicita y recibe”, con la finalidad de saber si el modelo de gestión es predictivo o evolutivo.

La evaluación de los resultados ha permitido determinar si el modelo de gestión es predictivo o evolutivo. Para proceder a la evaluación de los resultados, se ha elaborado el *diagrama de flujos de comunicación*, volcando los datos obtenidos de la matriz en una representación visual que facilite la interpretación de los resultados, tal como se muestra en la Figura 25.

Diagrama de flujos de comunicación: simbología empleada.

Cada *flujo de comunicación* se representa mediante una *entrada* y una *salida*. La entrada es la *solicitud*, y la salida es *el entregable o la información* solicitada, vinculadas por medio de una flecha a la solicitud correspondiente.

- *Entradas*. La solicitud tiene un origen (interno o externo) y un destino (interno o externo).
 - a. *Origen de la solicitud*. El origen es *quien* emite la solicitud. Puede ubicarse en un equipo interno, un equipo externo, o un procedimiento interno. El origen se representa por medio de un *rombo* si la solicitud es el *feedback* a un entregable, y se representa por medio de un *círculo* si la solicitud es el *feedback* a cualquier otra petición. Si el emisor de la solicitud es un equipo interno, la figura es *blanca*; en cambio, si el emisor es un equipo externo, la figura es *negra*.
 - b. *Destino de la solicitud*. El destino es quien recibe la solicitud. Siempre es el equipo interno de gestión de proyecto, encargado de elaborar el entregable solicitado, o de proveer al emisor de la información

solicitada. Dentro del equipo interno del proyecto, puede ser el propio equipo de gestión (PMT) o el equipo de diseño (IDPT). Para diferenciar si el receptor de la solicitud ha sido el equipo de gestión (PMT) o si ha sido el equipo de diseño (IDPT), se ha representado el flujo de producción de diseño mediante una *barra negra*.

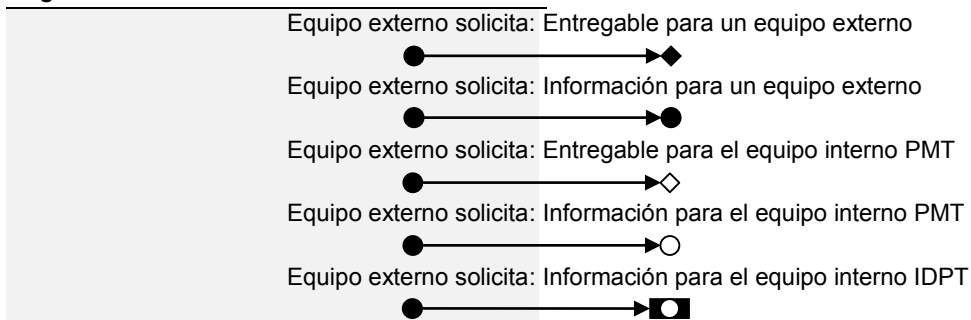
- *Salidas*. El entregable o la información solicitada, puede ser interno o externo, en función de quien sea el receptor del requerimiento (equipo interno o equipo externo). El entregable o la información solicitada se ha representado por medio de un *rombo* si es un entregable, o por medio de un *círculo* si se trata de una información. Si el receptor del entregable o de la información es un equipo interno, la figura es *blanca*; en cambio, si el receptor es un equipo externo, la figura es *negra*. En el caso de ser un equipo interno, y con la finalidad de diferenciar si el receptor del entregable o de la información ha sido el equipo de gestión (PMT) o el equipo de diseño (IDPT), el flujo de producción de diseño se ha representado con una *barra negra*.

Como se ha comentado, para simplificar la comprensión de los datos extraídos y poder proceder a la evaluación de los resultados, se ha volcado la matriz de análisis en un diagrama que facilite la visualización de los datos. El *diagrama de flujos de comunicación* visualiza los flujos de comunicación obtenidos de la *matriz de análisis*. En el eje de abscisas del diagrama se muestran *las etapas y las fases del ciclo de vida* propuesto por el grupo de trabajo del comité 157 de AENOR, de modo que permita visualizar una secuencia temporal. El eje de ordenadas del diagrama visualiza los *procesos de la norma ISO 21500*. El resultado ha sido la configuración de dos "*Diagramas de Flujos de Comunicación*", correspondientes a los dos escenarios identificados en el apartado anterior, en los que se desarrollan los proyectos que componen la muestra de estudio.

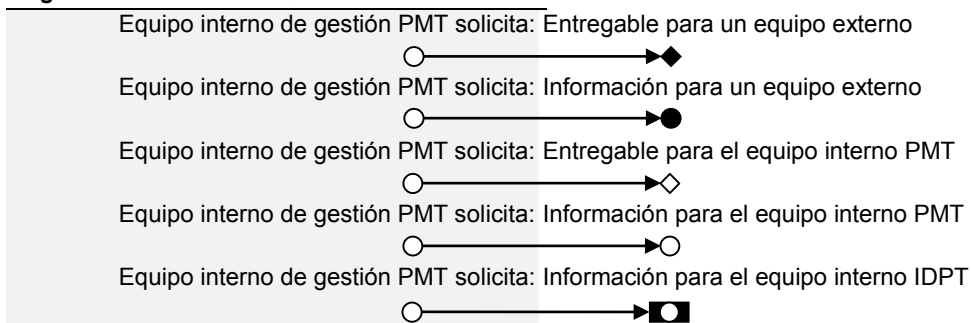
INPUT O ENTRADA	OUTPUT O SALIDA
	SEGÚN EL OUTPUT / SALIDA: V1. QUÉ solicita <hr/> ◇ Solicitud de un entregable ○ Solicitud de una información
SEGÚN EL ORIGEN DEL INPUT / ENTRADA C3.1. QUIÉN solicita	SEGÚN EL RECEPTOR DEL OUTPUT / SALIDA C3.3. QUIÉN recibe el output o salida
● Equipo externo: Emisor de la solicitud es el equipo del Cliente ST u otro equipo externo ○ Equipo interno PMT Emisor de la solicitud es el equipo interno de gestión PMT ◼ Equipo interno IDPT: Emisor de la solicitud es el equipo interno de diseño IDPT	◆ Equipo externo recibe un entregable ● Equipo externo recibe una información <hr/> ◇ Equipo interno PMT recibe un entregable ○ Equipo interno PMT recibe una información <hr/> ◼ Equipo interno IDPT recibe un entregable ◼ Equipo interno IDPT recibe una información

REPRESENTACIÓN VISUAL DE LOS FLUJOS DE COMUNICACIÓN

origen de la solicitud: EQUIPO EXTERNO



origen de la solicitud: EQUIPO INTERNO PMT



origen de la solicitud: EQUIPO INTERNO IDPT

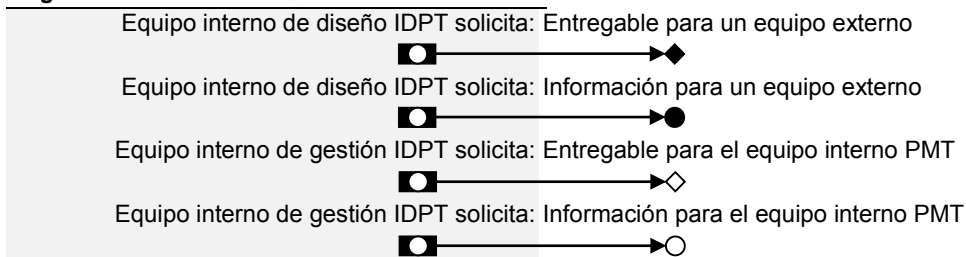
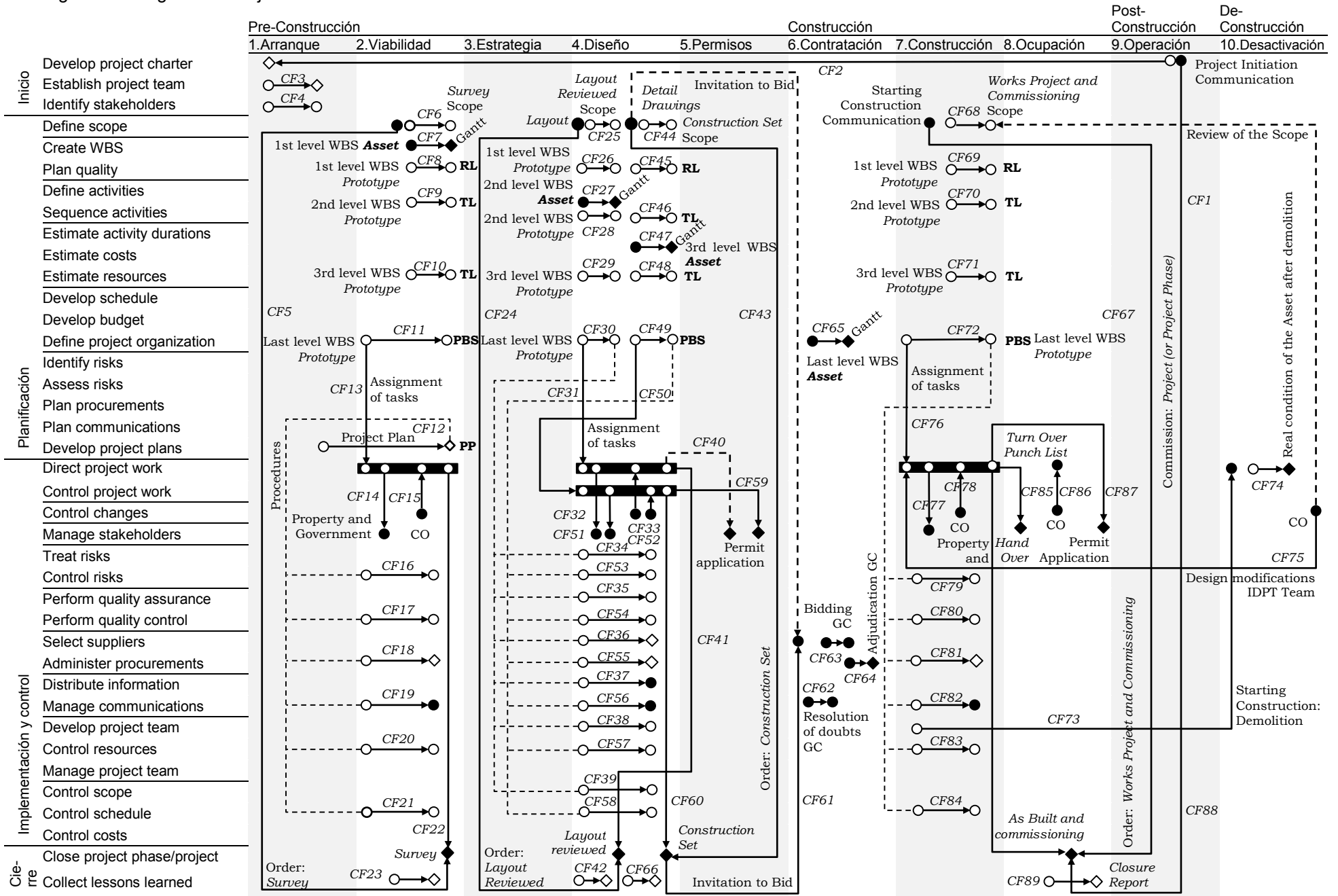


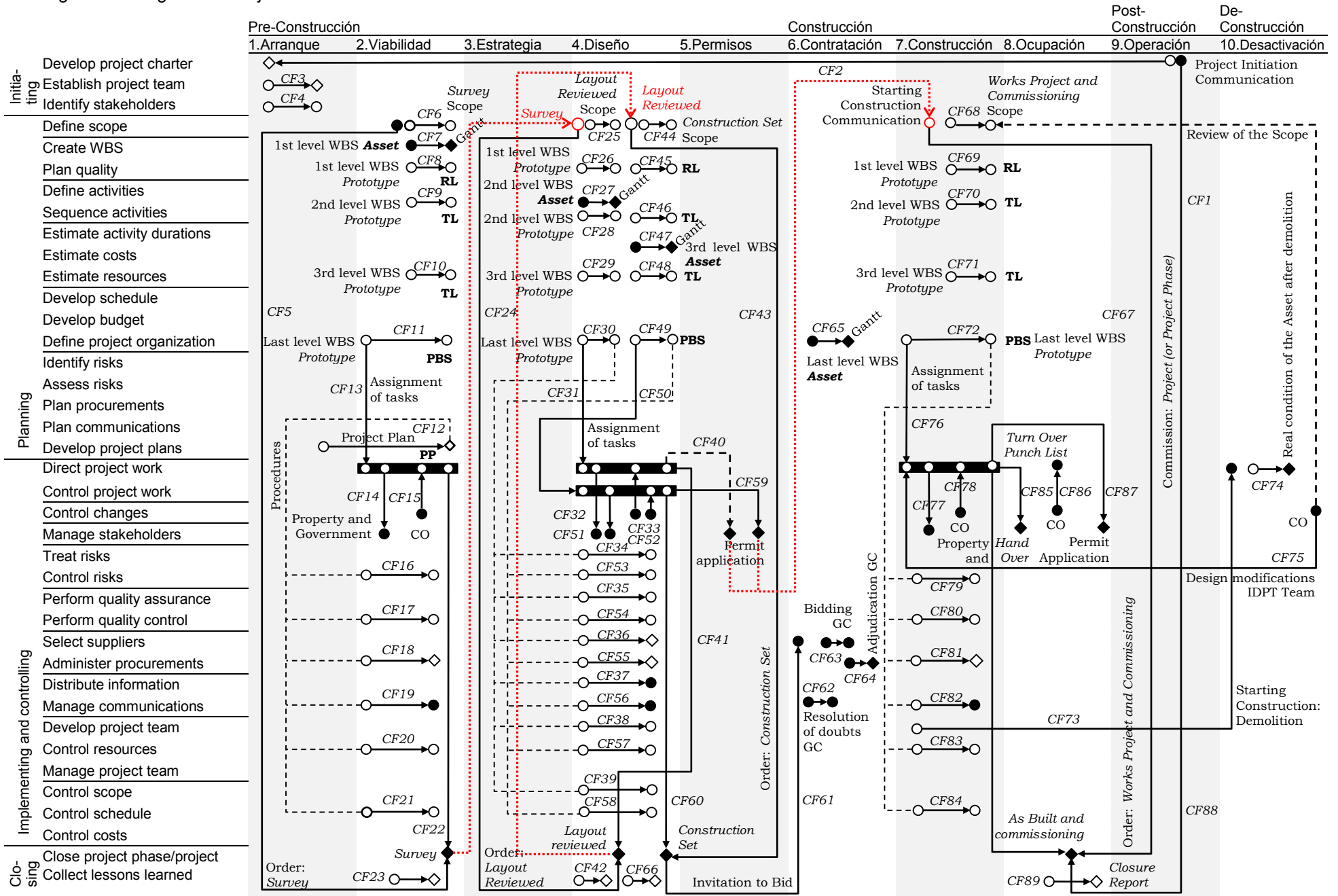
Figura 24. Simbología empleada en la representación de los flujos de comunicación

Figura 25. Diagrama de flujos de comunicación. Escenario 1



RL = Requirements List / TL = Task List / WBS = Work Breakdown Structure / PBS = Project Breakdown Structure / PP = Project Plan / CO = Change Orders / GC = General Contractor

Figura 26. Diagrama de flujos de comunicación. Escenario 2



RL = Requirements List / TL = Task List / WBS = Work Breakdown Structure / PBS = Project Breakdown Structure / PP = Project Plan / CO = Change Orders / GC = General Contractor

9.1.2.1. Evaluación de la estrategia

Los resultados del análisis de los datos obtenidos con los criterios de las variables anteriores han permitido evaluar si el desarrollo es completo o incremental. En el caso de ser incremental, también ha permitido evaluar si la táctica es continua o iterativa.

En primer lugar, con las variables tipo “V1. QUÉ solicita” y “V2. CUÁNTO solicita” se ha determinado que cada incremento es una evolución del anterior que adquiere información según avanza el proyecto. Por lo tanto, La adquisición de la información en los proyectos de construcción en el sector *retail* es incremental. Esta afirmación es respaldada por las solicitudes de cambio en el diseño en la validación de los entregables por parte de los equipos externos y por el aumento de órdenes de cambio que tienen lugar en la fase de demolición. La estrategia ha sido incremental y en ningún proyecto la planificación ha sido completa y detallada al inicio. Como consecuencia de los cambios en el alcance identificados en la fase de demolición, se han anulado tres de los 105 proyectos que componen la muestra.

En segundo lugar, considerando los equipos que realizan las solicitudes, “V3. QUIÉN solicita, produce y recibe”, se han definido *dos escenarios*:

- *Escenario 1 (91% de los casos estudiados)*. Las fases están definidas por una serie de pulsos determinados por el equipo del cliente. En la Figura 25 se representa el “*Diagrama de Flujos de Comunicación*” correspondiente al primer escenario, y se visualizan las cuatro iteraciones, donde los entregables de cierre de fase suponen un incremento en el proyecto. En los proyectos que pertenecen a este escenario, *el equipo de gestión del proyecto PMT, Project Management Team, dirige todas las fases y el equipo del cliente ST, Sponsor Team, define los pulsos o plazos de entrega*. En este escenario los entregables son solicitados por los equipos externos con plazos determinados, definiendo, por lo tanto, un desarrollo incremental iterativo: “*El*

*marco de producción emplea técnicas de tiempo prefijado o timeboxing para mantener la producción de incrementos del producto de forma cíclica y continua*¹⁹⁰.

- *Escenario 2 (9% de los casos estudiados). El equipo de gestión del proyecto PMT, Project Management Team, define los pulsos, desarrollando el trabajo de forma constante y estimando previamente los plazos de los entregables en función de la fecha de entrega final del activo, determinada por el equipo del cliente ST, Sponsor Team. Esta fecha se corresponde con la fecha de apertura del establecimiento o inicio de actividad del negocio. Los entregables son solicitados por el equipo interno con plazos determinados. Al igual que sucede en el primer escenario, define un desarrollo incremental iterativo. La mayor parte de estos proyectos se inician con encargos en los que el promotor o cliente, por contrato, no es arrendatario hasta que se hace entrega del activo reformado. En la Figura 26 se representa el “Diagrama de Flujos de Comunicación” correspondiente al segundo escenario.*

La evaluación de los resultados ha permitido identificar los dos factores que definen la inestabilidad del entorno asociada a la adquisición incremental de la información:

- *Las órdenes de cambio y las modificaciones asociadas en el diseño que constituyen incrementos en el proyecto. Los valores del grupo de variables “V1. QUÉ solicita” ha permitido identificar los requerimientos solicitados que son entregables del proyecto; los valores de la variable “V2. CUÁNTO solicita” ha permitido saber la cantidad de solicitudes y de versiones del mismo entregable que se generan, tal como mostramos en la Tabla 25.*
- *El estado del activo después de la demolición. Al agrupar las solicitudes en los flujos de comunicación, se ha podido saber “cuántas veces se solicita”.*

¹⁹⁰ Scrum Manager, 2017. Concepts. 1.-Development, página 59. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

Son los valores correspondientes al número de versiones de un entregable determinado. Como se muestra en la Tabla 25, en los 105 proyectos que componen la muestra de estudio, se han identificado 102 versiones que han constituido una entrega al cliente (F.C.01). Estas versiones coinciden con la entrega del “*proyecto de obra y puesta en marcha*” (F.C.88). Los 3 proyectos restantes no han sido finalizados ya que el “*estado del activo después de la demolición*” (F.C.74) ha supuesto la cancelación del proyecto, pues un cambio en el alcance del mismo ha sido determinante para paralizar los trabajos o cancelar el proyecto. El valor “86” solicitudes del “*estado del activo después de la demolición*” (F.C.74), ha permitido determinar que en 86 proyectos de los 105 de la muestra han existido trabajos de demolición. El mayor número de solicitudes pertenece al entregable “*proyecto de obra y puesta en marcha*” (F.C.88). El motivo es el “*estado del activo después de la demolición*” (F.C.74) y las órdenes de cambio asociadas. En los proyectos en los que no ha habido demolición se ha realizado la entrega del local “*en bruto*”.

En este apartado, se han identificado los entregables de cierre de fase que constituyen un incremento en el proyecto, y dos posibles escenarios, en función de quién determina los plazos de entrega de los incrementos: el equipo del cliente o el equipo interno del proyecto, es decir, en función de quién determina la duración de cada ciclo iterativo (Scrum lo denomina “*sprint*”). La evaluación de los resultados ha determinado que el desarrollo es incremental e iterativo en ambos escenarios. No se hace entrega de pequeñas partes funcionales al cliente. En su lugar, se hace entrega de prototipos o versiones del modelo con toda la información adquirida hasta el momento, y se planifica cada iteración por separado, siendo la planificación del proyecto concurrente en las sucesivas iteraciones.

En segundo lugar, se ha determinado que en los proyectos que conforman la muestra de estudio, proyectos del sector *retail* gestionados por una organización perteneciente al sector de “*Project & Construction Management*”, con la particularidad

de ser proyectos de reforma, la adquisición de la información ha sido incremental, debido a dos factores: las órdenes de cambio y la fase de demolición. Esta circunstancia diferencia a los proyectos de reforma en el sector *retail* de otro tipo de proyectos, donde el desarrollo es completo.

9.1.2.2. Evaluación del trabajo

Los resultados del análisis de los datos obtenidos con los criterios de las variables anteriores, han permitido evaluar si el trabajo es secuencial o concurrente. La evaluación de los resultados ha permitido identificar si hay *procesos que se repiten* en las fases de los proyectos que componen la muestra de estudio, y saber *si el trabajo es secuencial o si solapa en el tiempo diferentes tipos de tareas*.

Los valores de la variable tipo “V3.QUIÉN solicita, produce y recibe” han permitido identificar los flujos de comunicación que llevan asociados *procesos* para generar los entregables solicitados y las *fases del ciclo de vida* a las que pertenecen. Para proceder a la evaluación de los resultados, se han volcado los datos obtenidos en un diagrama que facilite su interpretación. En el eje de abscisas se muestran las etapas y las fases del ciclo de vida propuesto por el grupo de trabajo del comité 157 de AENOR, con la finalidad de visualizar una secuencia temporal. El eje de ordenadas del diagrama visualiza los procesos de la norma ISO 21500. El resultado ha sido la configuración de los “*Diagramas de Flujos de Comunicación*”, correspondientes a los escenarios identificados en el apartado anterior.

En los dos escenarios hay flujos de comunicación que se repiten en distintas fases del proyecto. Los flujos de comunicación representados en el diagrama llevan asociados los procesos correspondientes a los grupos de procesos de la Norma ISO 21500. En el diagrama representado en la Figura 25 se muestran aquellos flujos de comunicación que se repiten en el escenario 1 y, por lo tanto, los procesos de la Norma ISO 21500 asociados a estos flujos que son concurrentes.

Los procesos de inicio son puntuales en el proyecto, es decir, no se repiten. Los procesos de implementación y control son concurrentes en todas las fases del proyecto, al igual que lo son los procesos de cierre. En cambio, los procesos de planificación pueden ser concurrentes o puntuales, dependiendo de si se emplean para planificar el modelo prototipo o para planificar la ejecución material del activo a reformar.

En primer lugar, los flujos de comunicación asociados a los procesos de *planificación del modelo o prototipo* son concurrentes. Se planifican los niveles de la estructura de desglose del prototipo en todas las *iteraciones* (*survey, layout, construction set, as built*), solapándose la fase de estrategia con el resto, tal como se muestra en la Figura 27. Una vez definido el alcance de la iteración, se determinan los niveles de desglose de tareas para la producción del prototipo (*prototype work breakdown structure, WBS*) en cada iteración:

- *El primer nivel* de desglose del prototipo determina las historias de usuario necesarias para producir el prototipo. Componen el listado de requisitos de esa iteración y su duración (*requirements list, RL*. Correspondería a la pila del producto de Scrum, *product backlog*).
- *El segundo nivel* de desglose del prototipo determina y secuencia las actividades de cada historia de usuario (*tasks list, TL*. En Scrum equivaldría a la pila del sprint, *sprint backlog*) en esa iteración.
- *El tercer nivel* de desglose del prototipo determina la duración, los costes y los recursos necesarios en la ejecución de cada tarea de esa iteración.
- *El último nivel* de desglose del prototipo corresponde a la definición del cronograma y presupuesto para la iteración correspondiente.

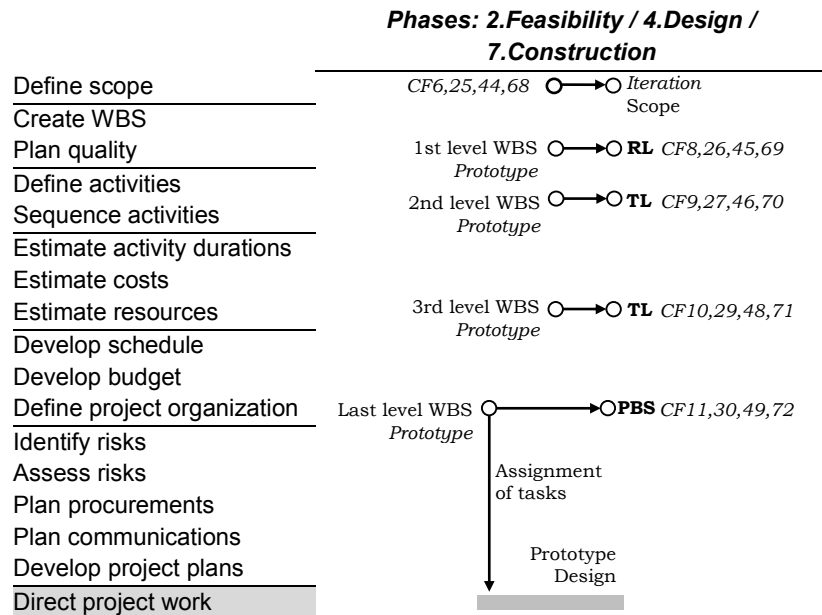


Figura 27. Concurrencia de los flujos de comunicación y concurrencia de procesos de planificación de cada iteración

En segundo lugar, los procesos de *planificación del activo* no se repiten, son puntuales, y llevan asociados entregables que por lo general representan la duración de las fases por medio de un diagrama de barras o diagrama de Gantt. Cada entregable adquiere más información según avanza el proyecto. Como se observa en el diagrama representado en la Figura 28, una vez definido el alcance del proyecto (*project scope*, PS), se determinan los niveles de desglose de tareas para la producción del activo (*project work breakdown structure*, WBS) una única vez *en cada proyecto*:

- *El primer nivel* de desglose del proyecto determina la duración de las historias de usuario asociadas al diseño y a la construcción del activo: plazo para la producción de los modelos o prototipos, plazo para la consecución de los permisos y plazo para la construcción del activo. La producción del entregable es puntual, en la fase de viabilidad, durante la producción del informe técnico (*survey*). La estimación se realiza en función de los plazos de validación de los entregables por parte del cliente en el escenario 1, y en función de la fecha de apertura en el escenario 2.

- *El segundo nivel* de desglose del proyecto determina y secuencia los procesos asociados a la construcción del activo. La producción del entregable es puntual, en la fase de diseño, durante la producción del estudio de zonificación (*layout*).
- *El tercer nivel* de desglose del proyecto determina la duración, los costes y los recursos necesarios en la ejecución de los procesos asociados a la construcción del activo: fabricación de mobiliario, suministro de material, obra civil e instalación de mobiliario. La producción del entregable es puntual, en la fase de diseño, durante la producción del proyecto técnico (*construction set*).
- *El último nivel* de desglose del proyecto corresponde a la definición del cronograma y presupuesto. Contiene toda la información para la construcción del activo, y constituye la línea base en la planificación del proyecto. La producción del entregable es puntual, en la fase de licitación, también durante la producción del proyecto técnico (*construction set*).

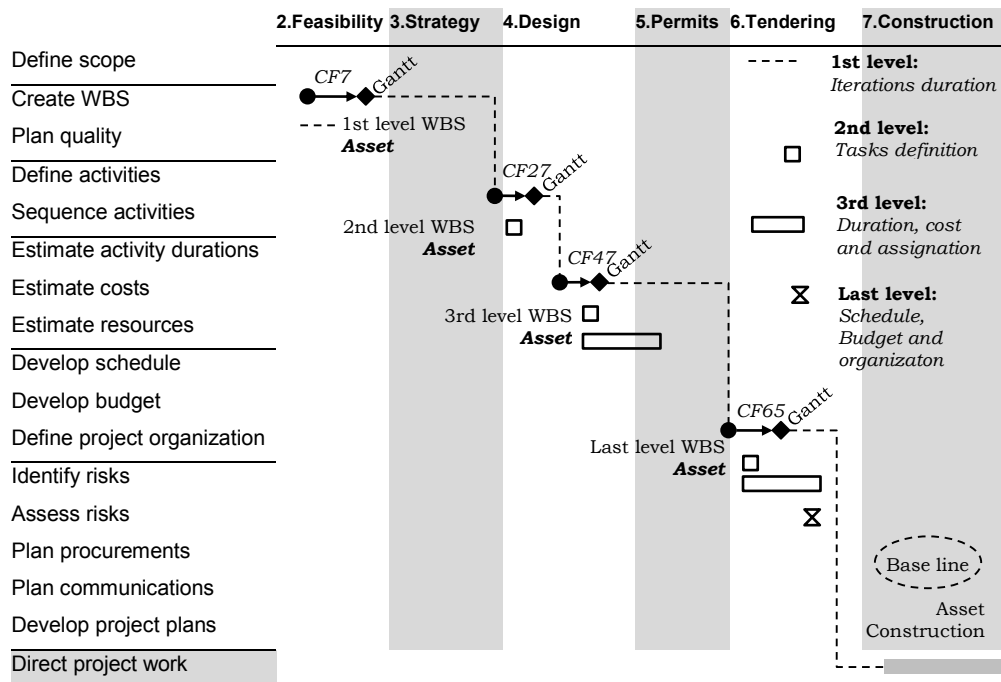


Figura 28. No concurrencia de los flujos de comunicación y no concurrencia de los procesos de planificación del activo

La evaluación de los resultados ha determinado que, a diferencia de los *proyectos de software*, en los proyectos de construcción *hay dos productos como entrega final*: el modelo *As Built*, como representación visual o prototipo virtual de lo realmente ejecutado, y el activo o bien construido, que no es una evolución del modelo virtual o prototipo anterior. La *planificación de la ejecución material del activo es completa y el trabajo secuencial*, y se emplean herramientas tradicionales para su visualización, como el *diagrama de Gantt*.

Se puede afirmar que el trabajo es concurrente en los dos escenarios, ya que se han identificado los procesos asociados a los *flujos de comunicación* que se solapan en las diferentes fases del proyecto. En los proyectos de construcción en el sector *retail* se pueden aplicar modelos de gestión evolutiva, con producción basada en procesos.

- Gestión predictiva: *“Modelo de gestión de proyectos cuyo objetivo es ofrecer resultados predecibles: desarrollo del producto previsto en el tiempo previsto e invirtiendo los recursos previstos. Emplea una estrategia de desarrollo completo con prácticas de planificación tradicional... [...]...emplean ingeniería secuencial y producción basada en procesos”*¹⁹¹.
- Gestión evolutiva: *“Modelo de gestión de proyectos cuyo objetivo es la entrega en el menor tiempo posible un producto mínimo viable, e incrementar su valor de forma iterativa y continua. Emplea una estrategia de desarrollo incremental, que se puede obtener con tácticas iterativas y de mantenimiento de flujo continuo, y un modelo de trabajo de fases solapadas. Puede emplearse con producción basada en procesos (ingeniería concurrente) o con producción basada en personas (agilidad)”*¹⁹².

¹⁹¹ Scrum Manager, 2017. Project Management Patterns. Predictive management, página 60. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

¹⁹² Scrum Manager, 2017. Project Management Patterns. Evolutionary management, página 60. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

En el siguiente apartado se evalúa la producción empleada por la organización, dependiendo de si se basa en mayor medida en los procesos o en las personas.

9.1.2.3. Evaluación del conocimiento

Los resultados del análisis de los datos obtenidos con los criterios de las variables anteriores han permitido evaluar si el conocimiento está basado en mayor medida en los procesos (*conocimiento explícito*) o en las personas y en las comunicaciones que se establecen entre éstas (*conocimiento tácito*).

Se ha cuantificado el conocimiento a partir de los flujos de comunicación, es decir, “*cuánto conocimiento*” es desarrollado a raíz de una solicitud de un equipo, y “*cuánto conocimiento*” es desarrollado a partir de un procedimiento interno de la organización. Los flujos de comunicación llevan asociados procesos con sus correspondientes actividades. No es posible saber el esfuerzo invertido en estos procesos, pero sí cuantificar los flujos de comunicación cuyos procesos han sido desarrollados siguiendo procedimientos internos de la empresa. Para ello se ha identificado, con la variable “V3. QUIÉN solicita, produce y recibe”, aquellos flujos de comunicación en los que el origen ha sido un procedimiento interno de la empresa certificada ISO 21500.

En la Tabla 25 se ha identificado el origen de cada flujo de comunicación en el que la salida es un entregable, determinando si se trata de un equipo de proyecto o de un proceso interno de la organización. El 54% de los flujos de comunicación “tipo” son originados por procedimientos internos. En cambio, el 46% de los flujos de comunicación “tipo” son originados por peticiones de los equipos de proyecto.

La evaluación de los resultados obtenidos del análisis del conocimiento ha permitido determinar a qué procesos están asociados los flujos de comunicación, y qué procesos de la Norma ISO 21500 son el origen de algunos flujos de comunicación. El responsable del proyecto se apoya en los procesos para alcanzar los objetivos, y

no son los procesos los que se apoyan en las personas. Los proyectos que componen la muestra se han desarrollado en un entorno colaborativo basado en la comunicación y en los requisitos cambiantes del proyecto.

En proyectos de reforma en el sector *retail* “*el conocimiento empleado o know-how protagonista del resultado se encuentra tanto en el conocimiento tácito de las personas que lo construyen como en los procesos*”.

9.1.3. Conclusiones obtenidas de la evaluación del modelo de gestión empleado

La evaluación de los resultados ha permitido determinar en este apartado que “*el modelo de gestión de los proyectos de reforma en el sector retail es evolutivo*”.

A) La estrategia es incremental, el trabajo es concurrente y el conocimiento está basado en las personas en mayor medida que en los procesos.

Se ha determinado que la gestión es evolutiva, ya que *la estrategia es incremental (iterativa o continua), el trabajo es concurrente, y el conocimiento está basado en mayor medida en las personas y en las comunicaciones que en los procesos*. En la Tabla 26 se muestran los criterios de análisis que determinan si la gestión es predictiva o evolutiva; y, en el caso de ser evolutiva, si sigue el modelo de “ingeniería concurrente” o de “agilidad”, según el conocimiento se base en mayor medida en los procesos o en las personas.

Tabla 26. Ingeniería concurrente o agilidad

	ESTRATEGIA	TRABAJO	CONOCIMIENTO	
PREDICTIVO	COMPLETA	SECUENCIAL (cascada)	PROCESOS	Ingeniería Secuencial
		INCREMENTAL ITERATIVA	CONCURRENT E	Ingeniería Concurrente
EVOLUTIVO	INCREMENTAL	INCREMENTAL CONTINUA	(fases solapadas)	Agilidad
VARIABLES	V1, V2	V3, V4	V4	V3

El responsable del proyecto se ha apoyado en los procesos para alcanzar los objetivos del proyecto, y *no son los procesos los que se apoyan en las personas*¹⁹³. Tal como determina Ken Schwaber¹⁹⁴, cuando esté disponible, se emplea el conocimiento explícito del proceso; de lo contrario, se emplea el conocimiento tácito para desarrollar el conocimiento del proceso. En proyectos de reforma en el sector *retail*, “*el principal conocimiento empleado o know-how protagonista del resultado se encuentra en mayor medida en el conocimiento tácito de las personas que lo construyen*”, y los procesos constituyen un apoyo en la organización para mantener el flujo continuo de trabajo mediante la “*producción basada en procesos*”.

B) Se han definido dos escenarios

Escenario 1: Estrategia incremental iterativa, con pulsos de tiempo definidos por el equipo del cliente (91% de los casos estudiados). En los proyectos que pertenecen a este escenario, el equipo de gestión del proyecto PMT, Project Management Team, dirige todas las fases y el equipo del cliente ST, Sponsor Team, define los pulsos o plazos de entrega.

¹⁹³ Scrum Manager, 2017. Concepts. 3.-Knowledge, página 60. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

¹⁹⁴ Schwaber, K., 1995. *Advanced Development Methods. Scrum Development Process.* pp. 117-134.

Escenario 2: Estrategia incremental iterativa, con pulsos de tiempo definidos por el equipo de la ingeniería local (9% de los casos estudiados). En los proyectos que pertenecen a este escenario, el equipo de gestión del proyecto *PMT, Project Management Team*, define los pulsos, desarrollando el trabajo de forma constante y estimando previamente los plazos de los entregables en función de la fecha de entrega final del activo, determinada por el equipo del cliente *ST, Sponsor Team*. Esta fecha se corresponde con la fecha de apertura del establecimiento o inicio de actividad del negocio. Los entregables son solicitados por el equipo interno con plazos determinados. Al igual que sucede en el primer escenario, define un desarrollo incremental iterativo. La mayor parte de estos proyectos se inician con encargos en los que el promotor o cliente, por contrato, no es arrendatario hasta que se hace entrega del activo reformado.

C) Los procesos de planificación del modelo o prototipo son concurrentes. Los procesos de planificación del activo o bien construido, en cambio, son puntuales.

A diferencia de los *proyectos de software*, en los proyectos de construcción el producto final **“activo”** o bien construido no es una evolución del modelo virtual o prototipo anterior. La *planificación de los procesos de construcción es completa y el trabajo secuencial*. Y como se expone en el segundo ámbito de la Investigación, se emplean herramientas tradicionales para su visualización, como el *diagrama de Gantt*.

D) Conclusión – Criterio de propuesta.

En los proyectos de construcción de obra nueva se pueden aplicar modelos de gestión predictivos. En los proyectos de reforma en el sector *retail* se pueden aplicar modelos de gestión evolutiva, con producción basada en procesos.

E) Conclusión – Criterio para el siguiente apartado.

Se han determinado los flujos de comunicación que han servido para conocer el trabajo asociado a las actividades que componen los procesos en el siguiente apartado. El *diagrama de flujos de comunicación* representa los 89 *flujos de comunicación tipo* que se establecen en los dos escenarios.

9.2. Análisis de los flujos de procesos para evaluar si es posible medir la velocidad de producción de los equipos

En este apartado se analiza el trabajo con las variables determinadas en el capítulo anterior para saber si se puede visualizar el trabajo empleando las métricas ágiles.

9.2.1. Toma de datos y análisis de los flujos de procesos

La toma de datos se ha realizado con las respuestas a las preguntas formuladas a los equipos de la ingeniería local, teniendo en cuenta las variables “V5. Qué actividades” y “V6. Cuánto trabajo”. El análisis de los flujos de procesos ha permitido evaluar posteriormente “si es posible medir la velocidad de producción de los equipos” empleando métricas ágiles, y, por lo tanto, visualizar la planificación y el avance del trabajo.

Para saber si es posible medir la velocidad de producción de los equipos, ha sido necesario:

- En primer lugar, descomponer los procesos en tareas, es decir, determinar las actividades.
- En segundo lugar, saber si es posible estimar el trabajo que requiere la ejecución de estas actividades.

Para analizar los datos obtenidos, se ha completado la *matriz de análisis* con los valores correspondientes a las actividades asociadas a cada flujo de comunicación. Para facilitar la evaluación de los resultados obtenidos del análisis, se ha elaborado el *diagrama de flujos de procesos* a partir del *diagrama de flujos de comunicación*, elaborado en la evaluación del primer ámbito de la Investigación. De este modo ha sido posible visualizar los procesos asociados a cada flujo de comunicación.

A continuación, se recogen los datos que se han obtenido del *análisis de los flujos de procesos de la ingeniería local*. Tal como se ha comentado en el apartado correspondiente al análisis del modelo de gestión, “equipo interno” hace referencia a los equipos de gestión y de diseño de la ingeniería local. En cambio, “equipo externo” alude a los equipos de gestión y de diseño del cliente.

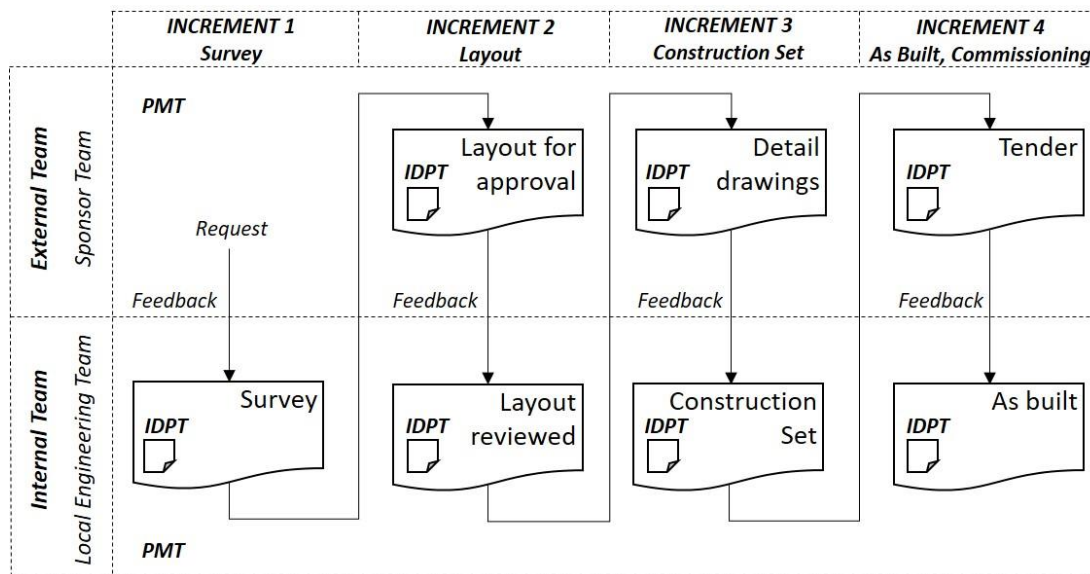


Figura 29. Análisis de los flujos de procesos del equipo de la ingeniería local en la producción de los 4 incrementos que suponen un cierre de fase

9.2.1.1. Análisis de los flujos de procesos para determinar las actividades que componen los procesos

En el primer ámbito de la Investigación se ha identificado el patrón de 89 flujos de comunicación común a los 105 proyectos que componen la muestra de estudio, en los que se solicita una información determinada o un entregable que supone un incremento en el proyecto.

A partir de este listado de entregables y otras solicitudes de información que se corresponden con las *historias de usuario* del proyecto, los recursos del equipo de gestión del proyecto PMT, *Project Management Team*, y los recursos del equipo de diseño IDPT, *Integrated Design Project Team*, han identificado las actividades que

han realizado para producir el entregable u obtener la información solicitada. Estos entregables equivalen a las “*historias de usuario*” en el desarrollo de *software*, y cada entregable supone un avance en el proyecto. Los flujos de comunicación en los que se solicita un entregable interno constituye el 37% del total de los flujos de comunicación.

Los datos obtenidos con la variable “*V5. Qué actividades*”, han permitido determinar los flujos de procesos que se establecen en cada flujo de comunicación. En el Tomo II de la tesis se adjuntan los datos obtenidos para la totalidad de los flujos de procesos. En la Tabla 27 se muestran aquellos flujos de procesos en los que el equipo de diseño (IDPT) de la ingeniería local se ha visto involucrado, ya sea como emisor de la solicitud o como receptor de la información o entregable solicitado, o bien porque ha ejecutado las actividades requeridas en la producción del entregable o para obtener la información solicitada. En la Tabla 27 también se muestra el recurso que ha ejecutado las actividades en la columna correspondiente. Se agrupan los flujos en función de la concurrencia, es decir, en conjuntos de procesos que se repiten en las distintas fases del proyecto. También se muestran los procesos de la Norma ISO 21500 al que pertenece el entregable o la información solicitada, y la fase del ciclo de vida del proyecto de construcción en el que fue solicitado y en el que fue entregado.

Los datos obtenidos han permitido, por lo tanto, identificar los flujos de procesos a partir de los entregables solicitados, y descomponer los procesos en las actividades realizadas por los equipos de la ingeniería local. Los flujos de procesos contienen las actividades necesarias para elaborar los cuatro entregables de cierre de fase del proyecto.

En la Figura 30 se muestran las entradas y las salidas que tienen lugar en los flujos de procesos identificados. Las entradas y salidas son concurrentes, es decir, se repiten en las 4 iteraciones del proyecto.

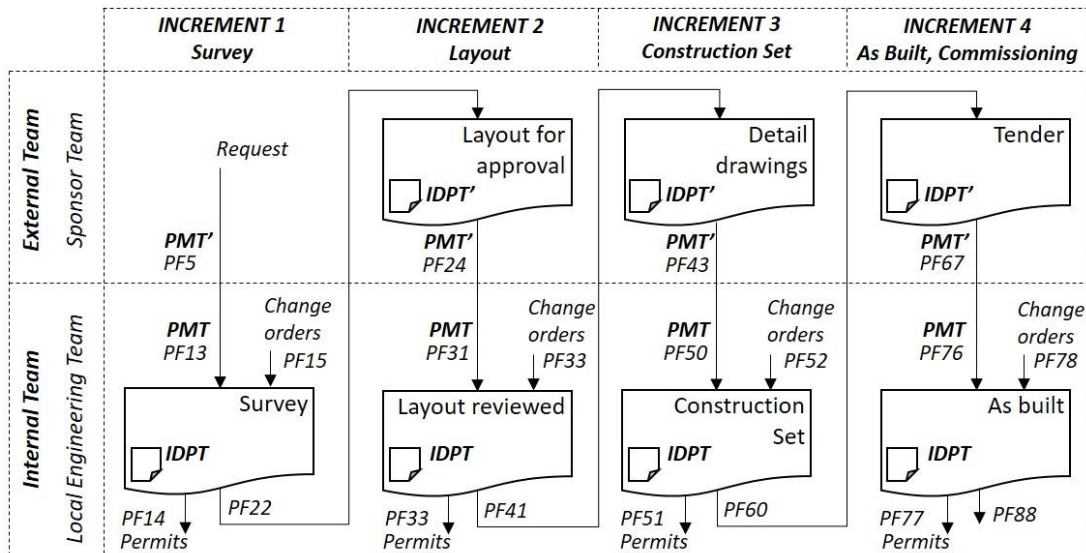


Figura 30. Entradas y salidas en los flujos de procesos que tienen lugar en la producción de los 4 incrementos que suponen un cierre de fase

Se identifican las siguientes entradas y salidas comunes a todas las fases:

Entradas o “inputs”:

Asignación de actividades (F.P.13, F.P.31, F.P.50, y F.P.76). Constituye una entrada o “input” en el flujo de trabajo del equipo de diseño (IDPT). En ella, son asignadas, por parte del equipo de gestión (PMT) las actividades necesarias para la producción de los 4 incrementos. La salida de este flujo de procesos es el diseño del modelo o prototipo, a realizar por el equipo de diseño IDPT.

Órdenes de cambio (F.P.15, F.P.33, F.P.52 y F.P.78). Es una entrada o “input” en el flujo de trabajo del equipo de diseño (IDPT), que supone modificaciones en el modelo o prototipo.

Salidas o “outputs”:

Solicitud de información o permisos (F.P.14, F.P.32, F.P.51 y F.P.77). Son salidas o “outputs” del flujo de producción de diseño. Son aquellas actividades necesarias para elaborar los entregables que se presentan en los organismos

para obtener los permisos, o documentos necesarios para solicitar información. Las salidas de estos flujos son la información y los permisos solicitados.

- *Producción de entregables (F.P.22, F.P.41, F.P.60 y F.P.88)*. Constituyen salidas o “*outputs*” del flujo de trabajo del equipo de diseño. Corresponden con la producción de los 4 incrementos solicitados por el equipo del cliente. Tal como se muestra en la Tabla 27 cada uno de estos incrementos supone un cierre de fase en el proyecto (“*closing process*”), y se corresponde con las distintas versiones del modelo o prototipo. En la fase de construcción, además de finalizar con la versión del prototipo *as built*, el equipo de diseño (IDPT) realiza actividades relacionadas con el seguimiento de la obra, generando los entregables correspondientes del proceso constructivo, como son las actas de replanteo, los informes de obra, o las certificaciones.

9.2.1.2. Análisis de los flujos de procesos para determinar el trabajo asociado a la ejecución de las actividades

Una vez identificadas las actividades que componen los procesos asociados a los 89 flujos de comunicación, se ha determinado el trabajo necesario que implica la ejecución de cada una de las actividades. Los datos obtenidos con la variable “V6.Cuánto trabajo”, han permitido saber en qué actividades *es posible medir el trabajo y en qué actividades no es posible*.

En el tomo II de la tesis se adjuntan todos los procesos asociados a los flujos de comunicación y las actividades asociadas, identificadas en el apartado anterior. También muestra el trabajo requerido en la ejecución de estas actividades, y “*si es cuantificable, o si no es cuantificable*”. Los datos obtenidos revelan que únicamente ha sido posible medir el trabajo realizado por el equipo de diseño (IDPT). En cambio, las actividades realizadas por el equipo de gestión (PMT) no son cuantificables.

En la Tabla 27 se muestran únicamente los procesos en los que el equipo de diseño (IDPT) ha estado involucrado, el trabajo requerido en la ejecución de estas actividades, y “*si es cuantificable, o si no es cuantificable*”. Tal como se observa, no ha sido posible estimar el esfuerzo requerido en las actividades ejecutadas por el recurso R1, ni en ciertas actividades realizadas por R2 y R3. Sin embargo, aquellas actividades ejecutadas por R4, R5 y R6 sí son cuantificables. La tabla muestra los roles del equipo de gestión (PMT) y del equipo de diseño (IDPT) de la ingeniería local asociados a los recursos.

Como se ha comentado en el apartado anterior, las entradas y salidas son concurrentes, es decir, se repiten en las 4 iteraciones del proyecto. En primer lugar, se han analizado las entradas o “*inputs*” en el flujo de producción del equipo de diseño (IDPT) de la ingeniería local:

- **Asignación de actividades (F.P.13, F.P.31, F.P.50, y F.P.76).** El trabajo realizado por el equipo de gestión (PMT) para la adjudicación de las actividades al equipo de diseño no es estimable. Son actividades de gestión relacionadas con la elaboración de la lista de tareas que compone la estructura de desglose del proyecto¹⁹⁵, y la asignación de actividades no previstas que requieren de una ejecución inmediata.

- **Órdenes de cambio (F.P.15, F.P.33, F.P.52 y F.P.78).** El valor del esfuerzo de las actividades asociadas a las órdenes de cambio, tampoco son estimables, y están relacionadas con la aceptación, control y registro de las órdenes de cambio por parte del equipo de gestión (PMT).

¹⁹⁵ Department of Defense, 2005. *Department of Defense Handbook. Work Breakdown Structures for Defense Material Items*. United States of America.

Tabla 27. Actividades

REQUEST Deliverable / information	PROCESSES ISO 21500 (requirement)	LIFE – CYCLE STAGE		WORK Tasks	TEAMS - ORGANIZATION							
		Origin request	Receiver request		WQR1	R2	R3	R4	R5	R6		
Assignment of tasks PF13 Survey	Implementing Direct proj. work	2.Feasib	2.Feasib	CONCURRENT PF(13,31,50,76)	Assign planned tasks LT- PBS	-	X	X	X			
Assignment of tasks PF31 Layout	Implementing Direct proj. work	3.Design	3.Design		Assign ASAP tasks	-	X	X	X			
Assignment of tasks PF50 Construction Set	Implementing Direct proj. work	3.Design	3.Design		Model Design production	Yes				X	X	X
Assignment of tasks PF76 As built	Implementing Direct proj. work	7.Constr	7.Constr		Doc. Review Regulation	-	X	X	X			
					Doc Review Asset	-	X	X	X			
					Travel (asset)	-	X	X	X			
					Meeting minutes (owner)	-	X	X	X			
					Meeting minutes (city hall)	-	X	X	X			
					Text report	Yes		X	X		X	
					Set of plans	Yes				X	X	X
				Model Design	Yes				X	X	X	
				Photo Report	Yes				X	X	X	
				Suprojects (Works/activity)	Yes		X	X			X	
Permits PF14 Survey	Implementing Manage stakeh	2.Feasib	2.Feasib	Permit application	-	X	X	X				
Permits PF32 Layout	Implementing Manage stakeh	3.Design	3.Design	Project submission	-	X	X	X				
Permits PF51 Construction Set	Implementing Manage stakeh	3.Design	3.Design	Public thoroughfare permit- Loading/unloading permit	-	X	X	X				
Permits PF77 As built	Implementing Manage stakeh	7.Constr	7.Constr	Power supply app.	-	X	X	X				
				Water supply app.	-	X	X	X				
				Fire hose water supply app.	-	X	X	X				
Change orders PF15 Survey	Controlling Control changes	2.Feasib	2.Feasib	CONCURRENT PF(14,32,51,77)	Model Design production	Yes			X	X	X	
Change orders PF33 Layout	Controlling Control changes	3.Design	3.Design		Text report	Yes		X	X		X	
Change orders PF52 Construction Set	Controlling Control changes	3.Design	3.Design		Set of plans	Yes				X	X	
Change orders PF78 As built	Controlling Control changes	7.Constr	7.Constr		Model	Yes				X	X	
					Photo Report	Yes				X	X	
					Render	Yes				X	X	
					Budget quotation	Yes		X	X		X	
					Specifications report	Yes		X	X		X	
					Health & Safety report	Yes		X	X		X	
					Work certifications.	Yes		X	X		X	
Deliverable production: Survey by local PF22 engineering	Closing Close phase	2.Feasib	2.Feasib	CONCURRENT PF(22,41,60,88)	Report. Kick-off meeting	Yes		X	X		X	
Deliverable production: Layout reviewed PF41 by local engineering	Closing Close phase	3.Design	3.Desig n		Report. Constr. surveying	Yes		X	X		X	
Deliverable production: Construction Set PF60 by local engineering	Closing Close phase	3.Design	3.Desig n		Weekly reports	Yes		X	X		X	
Deliverable production: Works project and Commissioning (As PF88 Built)	Closing Close phase	7.Constr	8.Occu p									

WQ=Work Quantification / R1 - R6 = Organization Resources / ISO= internal processes of the organization, following ISO 21500 guidelines

TL- PBS = Task List – Project Breakdown Structure / Tasks ASAP = Tasks to be done as soon as possible, not planned.

En segundo lugar, se han analizado las *salidas* o “*outputs*” del flujo de producción del equipo de diseño (IDPT) de la ingeniería local:

- *Solicitud de información o permisos (F.P.14, F.P.32, F.P.51 y F.P.77)*. El trabajo realizado por el equipo de diseño (IDPT) para la producción de los subproyectos *sí es cuantificable*. En cambio, el trabajo realizado por el equipo de gestión no es cuantificable, y está relacionado con actas de reunión y otras actividades de gestión en la tramitación y consecución de los permisos.
- *Producción de entregables (F.P.22, F.P.41, F.P.60 y F.P.88)*. Las actividades realizadas por el equipo de diseño (IDPT) para la producción de los incrementos *sí son cuantificables*.

Se han volcado los datos obtenidos en una representación visual que facilite la interpretación de los resultados. En la Figura 31 se muestran los flujos de comunicación concurrentes en los que el equipo de diseño (IDPT) está involucrado en una entrada o en una salida de algún proceso, ya que son los únicos procesos con actividades cuyo esfuerzo es cuantificable, y son los que interesan para definir la *estructura de desglose del proyecto (terminología tradicional)* o *pila del producto (terminología ágil)*. En la Figura 31 se muestran los flujos de procesos concurrentes asociados a estos flujos de comunicación.

9.2.2. Evaluación de la velocidad de producción de los equipos

La evaluación de los resultados del análisis realizado en el apartado anterior ha permitido evaluar “*si es posible medir la velocidad de producción de los equipos*”, y, *por lo tanto*, es posible aplicar las métricas ágiles en la visualización de la planificación y avance del trabajo. Para ello, la organización ha desglosado los procesos en las actividades correspondientes, para saber si ha sido posible estimar el esfuerzo requerido en la ejecución de las mismas. En este apartado se desarrolla

la evaluación de los datos obtenidos del análisis del trabajo requerido en los proyectos de reforma en el sector *retail*.

Como se ha comentado, únicamente se puede medir el trabajo realizado por los recursos que pertenecen al equipo de diseño (IDPT). De los flujos de comunicación representados en la Figura 25. *Diagrama de flujos de comunicación. Escenario 1*, se han seleccionado aquellos flujos concurrentes asociados al equipo de diseño (IDPT), y se muestran en la Figura 31.

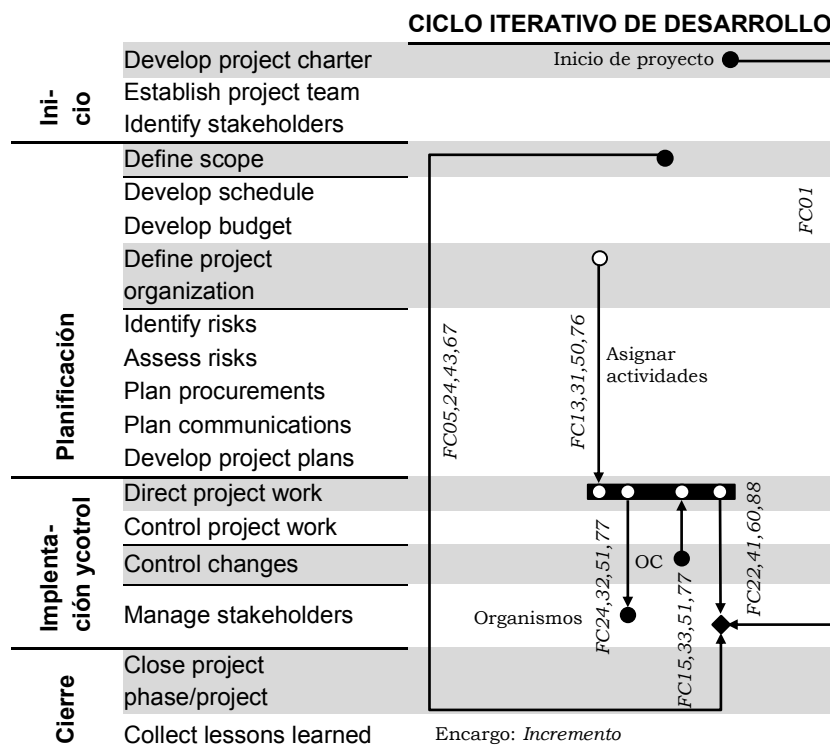


Figura 31. Diagrama de flujos de comunicación concurrentes asociados al equipo de diseño (IDPT)

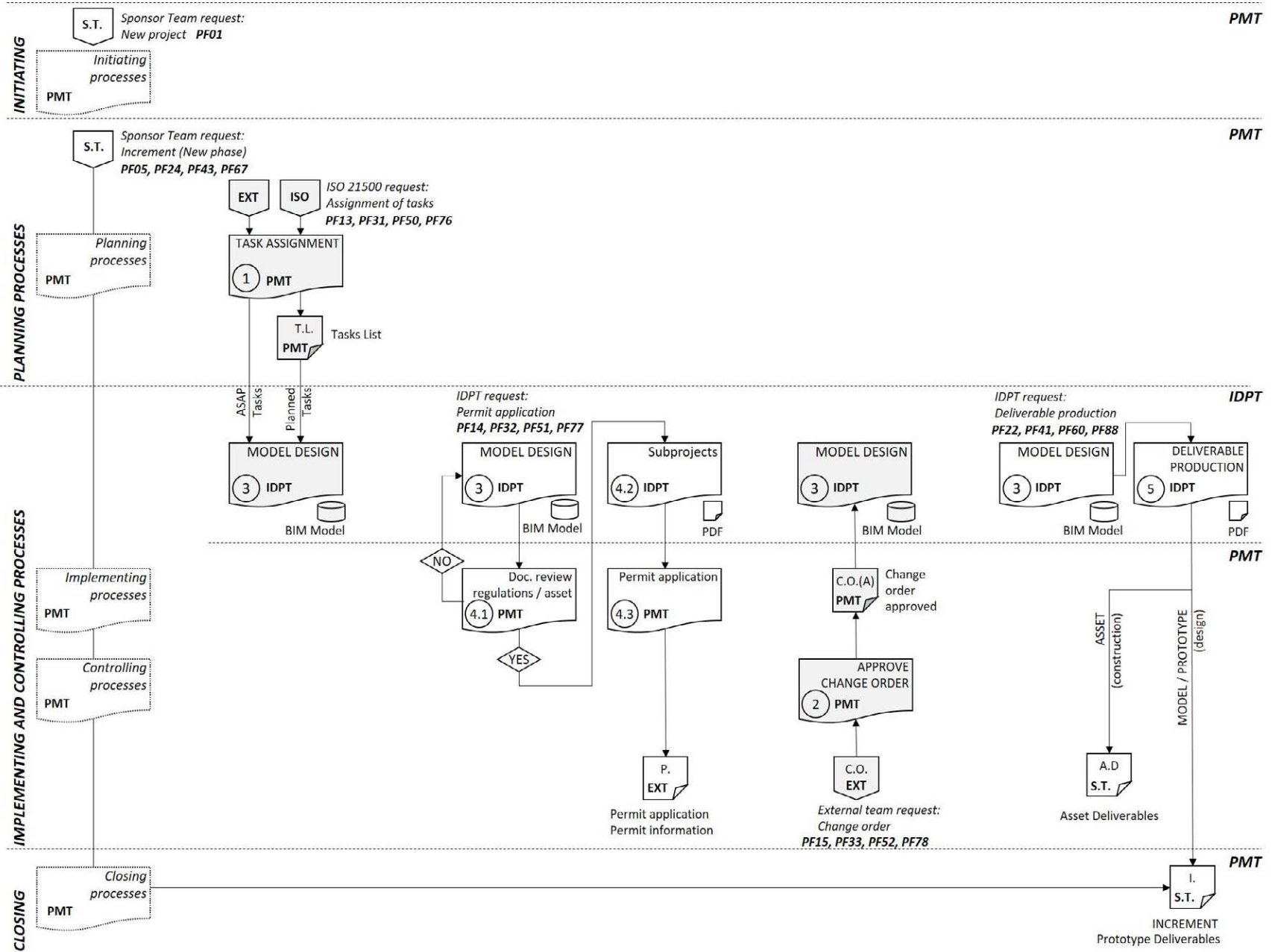


Figura 32. Diagrama de flujos de procesos concurrentes en la producción de los incrementos que suponen un cierre de fase en el proyecto

9.2.2.1. Evaluación de las actividades que componen los procesos

Los equipos de proyecto han determinado las actividades asociadas a los 89 flujos de comunicación “tipo” identificados en los 105 proyectos en los que se solicita la producción de un entregable o una información (*historias de usuario*). De este modo ha sido posible determinar, con la variable “V5. Qué Actividades”, las *actividades que componen los procesos* de estos flujos, y qué miembros de la organización han sido los ejecutores de las actividades. Se ha determinado, por lo tanto, las actividades que componen *la estructura*, y los recursos que componen *la organización* de los proyectos.

Los recursos de ambos equipos pueden desempeñar un rol o varios roles en cada uno de los proyectos. Tal como se muestra en la Tabla 28, los datos obtenidos del análisis han permitido asociar a los roles del equipo el recurso correspondiente, dependiendo de las actividades que ejecuta, es decir, de las funciones que desempeña dentro del equipo. En la Tabla 28 se muestra la *duplicidad de equipos* en los proyectos de reforma en el sector *retail*: el equipo de gestión PMT, *Project Management Team*, y el equipo de diseño IDPT, *Integrated Design Project Team*, tanto en el equipo del cliente como en el equipo de la ingeniería local.

Ya que no es de interés para este análisis, no se han incluido otros equipos que forman parte del proceso constructivo, como son el equipo de operación y de mantenimiento. Igual sucede con otros departamentos del equipo del cliente relacionados con el departamento de Arquitectura: Gestión de producto, *Retail*, *Visual*, *IT*, y Expansión.

9.2.2.2. Evaluación del trabajo asociado a la ejecución de las actividades

Las respuestas de los equipos han permitido determinar aquellas actividades asociadas a los 89 flujos de comunicación cuyo esfuerzo es posible estimar, y aquellas actividades cuyo esfuerzo no es posible medir. Tal como muestran los datos

de la Tabla 27, el esfuerzo que implica la ejecución de las actividades asignadas al recurso R1 no es cuantificable, en cambio, las actividades asignadas a R4, R5 y R6 sí son cuantificables. De las actividades correspondientes al flujo de trabajo de R2 y R3, únicamente es cuantificable el esfuerzo asociado a las actividades que también han sido asignadas a R4, R5 y R6.

Tabla 28. Asignación de roles de los equipos de gestión(PMT) y diseño (IDPT) de la ingeniería local

	TEAMS	ROLES	RESOURCES
	PMT Project Management Team	Project Manager	
		BIM Manager	
		Lead Designer	
		Lead Construction	
		Task Team Manager	
		Architectural BIM	
		Coordinator	
		Structural BIM Coordinator	
	Integrated Design Project		
ST Sponsor Team	IDPT Team	MEP BIM Coordinator	
	PMT Project Management Team	Project Manager	R1, R2, R3
		BIM Manager	R2, R3, R5
		Lead Designer	R2, R3, R5
		Lead Construction	R2, R3, R5
		Task Team Manager	R4, R5, R6
		Architectural BIM Modeler	R4, R5, R6
		Structural BIM Modeler	44, R5, R6
	Integrated Design Project		
Local Engineering	IDPT Team	MEP BIM Modeler	R4, R5, R6
LET Team	V Vendors	Suppliers	
		Main Contractor	
	GC General Contractor	Subcontractors	
		Manufacturer	
		Supplier	
	Construction		
CT Team	MW Millwork Contractor	Assembler	

La evaluación de los resultados obtenidos ha permitido determinar que las tareas comunes que desarrollan los recursos R4, R5 y R6 están relacionadas con el *flujo de*

producción del diseño (actividades para el diseño del modelo y actividades para la producción de entregables), y son cuantificables. En cambio, las tareas que desarrolla el recurso R1, están asociadas a procesos de *gestión del proyecto*, y no son cuantificables.

En la Figura 33 se muestra el *conjunto* de los recursos que ejecutan actividades cuantificables y el *conjunto* de los recursos que ejecutan actividades no cuantificables. En la intersección de ambos conjuntos se encuentran los recursos que desarrollan actividades cuantificables y no cuantificables. Las tareas que desarrollan los recursos R2 y R3, pueden estar asociadas al flujo de producción del diseño o a los procesos de gestión del proyecto.

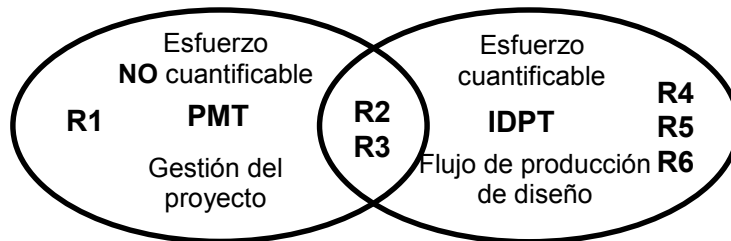


Figura 33. Conjuntos de recursos "R" de la organización

En la Tabla 29 se muestran los roles de la ingeniería local, donde los equipos de proyecto están formados por combinaciones de 6 recursos que desarrollan simultáneamente varios proyectos. Estos recursos son los que han identificado las actividades que componen los procesos asociados a los flujos de comunicación. Cada proyecto consta de un equipo de gestión (PMT) y un equipo de diseño (IDPT).

Se ha identificado la simultaneidad de roles en algunos casos, es decir, el mismo recurso desempeña diferentes funciones dentro de un mismo equipo, o desempeña funciones de ambos equipos, es decir, tanto del equipo de diseño (IDPT) como del equipo de gestión (PMT), asumiendo roles de ambos equipos en el mismo proyecto o en distintos proyectos. Por lo tanto, hay roles que asumen diferentes roles dentro de la organización, pero no se consideran polivalentes, ya que no desempeñan la totalidad de las funciones de ambos equipos.

Tabla 29. Equipos, roles y funciones en proyectos de construcción en el sector *retail*

TEAMS	ROLES	FUNCTIONS	R1	R2	R3	R4	R5	R6		
Project Management PMT Team	PM	Project Manager	Establish project team, identify stakeholders	X	X	X				
		Define scope, create WBS and plan quality	X	X	X					
		Define and sequence activities	X	X	X					
		Estimate activity durations, costs and resources	X	X	X					
		Develop schedule, Budget and project organization	X	X	X					
		Identify and assess risks	X	X	X					
		Plan communications	X	X	X					
		Develop project plan	X	X	X					
		Select suppliers and administer procurements	X	X	X					
		Control and approve change orders	X	X	X					
		Assign tasks to be planned and ASAP tasks	X	X	X					
		Doc. Review: Regulation, Asset (Travels if necessary)	X	X	X					
		Meeting minutes (owner + City Hall)	X	X	X					
		Project submission + Permit application	X	X	X					
		Public thoroughfare + Loading/unloading permit	X	X	X					
		Power + Water + Fire hose water supply app.	X	X	X					
		Close phase and collect lessons learned	X	X	X					
		Integrated Design IDPT Project T.	M	BIM Manager	BIM Project coordination	X	X		X	
				Text report	X	X		X		
				Budget quotation	X	X		X		
Specifications report	X			X		X				
Health & Safety report	X			X		X				
LD	Lead Designer			Suprojects (Works/activity)	X	X		X		
				Work certifications.	X	X		X		
				Report. Kick-off meeting	X	X		X		
LC	Lead Construction			Report. Constr. surveying	X	X		X		
				Weekly reports	X	X		X		
				Model				X	X	X
T.TM	Task Team Manager			Render				X	X	X
				Photo Report				X	X	X
				Set of plans				X	X	X
M	Arch. BIM Modeler			Architectural-Model Design production				X	X	X
		Struct. BIM Modeler	Structural-Model Design production				X	X	X	
		MEP BIM Modeler	MEP-Model Design production				X	X	X	

La evaluación de los resultados también ha permitido determinar la organización de los proyectos. En la Figura 34 se determinan los dos equipos, PMT, *Project Management Team*, e IDPT, *Integrated Design Project Team*. Los recursos R1, R2 y R3 desempeñan funciones del equipo de gestión de proyecto, *Project Management Team* (PMT). Además, los recursos R2 y R3 asumen funciones del equipo de diseño, *Integrated Design Project Team* (IDPT). Tal como muestran los resultados obtenidos en la Tabla 29, en las funciones del equipo de diseño se incluyen aquellas relacionadas con aspectos técnicos de la redacción del proyecto y de su ejecución, como directores del diseño o proyectistas (*Lead Designer*) y directores de obra (*Lead Construction*), que elaboran y supervisan la ejecución de los subproyectos de arquitectura, estructura e instalaciones, respectivamente. Los recursos R4, R5 y R6, asumen roles de modeladores en el equipo del diseño, *Integrated Design Project Team* (IDPT), desempeñando funciones vinculadas a la producción del modelo o prototipo, e integrando los proyectos de arquitectura, estructura e instalaciones. El recurso R5 también ha asumido el rol de técnico redactor del proyecto arquitectónico o director del diseño (*Lead Designer*), y supervisa la correcta ejecución en obra (*Lead Construction*).

PMT – Project Management Team					
R1	R2	R3	R4	R5	R6
<i>Project M.</i>	<i>Project M.</i>	<i>Project M.</i>			
	<i>BIM Manager</i>	<i>BIM Manager</i>		<i>BIM Manager</i>	
	<i>Lead D. (Struct.)</i>	<i>Lead D. (MEP)</i>		<i>Lead D. (Arch.)</i>	
	<i>Lead C. (Struct.)</i>	<i>Lead C. (MEP)</i>		<i>Lead C. (Arch.)</i>	
			<i>Task T.M</i>	<i>Task T.M.</i>	<i>Task T.M.</i>
			<i>Modeler</i>	<i>Modeler</i>	<i>Modeler</i>
			IDPT – Integrated Design Project Team		

Project M.: project manager; **Lead D:** lead designer; **Lead C.:** lead construction manager; **Task T.M.:** Task team manager

Figura 34. Roles y equipos de gestión y de diseño

Como se ha comentado anteriormente, los seis miembros de la organización desarrollan varios proyectos simultáneamente, por lo que no es necesario finalizar un

proyecto para comenzar con el siguiente. Tampoco es necesario finalizar un incremento o versión del prototipo para comenzar con un incremento de un proyecto diferente. Sin embargo, sí es necesario finalizar un incremento o prototipo de un proyecto para comenzar con la producción del siguiente incremento del mismo proyecto.

9.2.3. Conclusiones obtenidas de la evaluación de la velocidad de producción de los equipos

La evaluación de los resultados ha permitido determinar en este apartado que “*sí es posible visualizar la planificación y el avance del trabajo empleando métricas ágiles*”, de las actividades que son asignadas al equipo de diseño (IDPT).

A) Posibilidad de medir la velocidad de los equipos de diseño (IDPT)

La organización ha descompuesto los flujos de procesos en tareas, determinando así la estructura del proyecto. Para determinar si es posible visualizar la velocidad prevista en la producción de los incrementos, se han identificado aquellas actividades en las que ha sido posible estimar el trabajo que requiere su ejecución. Estas actividades son ejecutadas por el equipo de diseño (IDPT). En cambio, el trabajo asociado a las actividades ejecutadas por el equipo de gestión (PMT) no se puede estimar.

B) Entradas o “inputs”: asignación de actividades y órdenes de cambio

Algunos flujos de procesos de gestión constituyen entradas o *inputs* en el flujo de producción de diseño: los procesos de *asignación de las actividades* (F.P.13, F.P.31,

F.P.50, F.P.76) y las *órdenes de cambio* (F.P.15, F.P.33, F.P.52, F.P.78). Las entradas o *inputs* constituyen interrupciones en el flujo de producción de diseño:

- Por una parte, se ha identificado la asignación de actividades "*inesperadas*" cuya ejecución es prioritaria, y la asignación de actividades de otros proyectos (equipo multi-proyecto) que entran en el flujo de producción para ser planificadas.
- Por otra parte, se han identificado las órdenes de cambio que implican modificaciones en el diseño.

En la Figura 32 se indican, para cada flujo, los procesos que componen las actividades ejecutadas por el equipo de gestión (PMT) o el equipo de diseño (IDPT). Cada proceso lleva asignado el número de identificación que ha servido para definir *la estructura de desglose o pila de producto*, tal como se muestra en la Tabla 30. Los grupos de procesos "*ID1.Asignación de actividades*" e "*ID2.Órdenes de cambio*" son las entradas o *inputs* en el flujo de producción de diseño, "*ID3.Diseño del modelo*".

C) Salidas o "*outputs*": *obtención de permisos y producción de entregables*

Los flujos de procesos que constituyen *outputs* o salidas del flujo de producción de diseño son aquellos asociados a la *obtención de los permisos* (F.P.14, F.P.32, F.P.51, F.P.77) y a la *producción de los entregables* que suponen un incremento en el proyecto (F.P.22, F.P.41, F.P.60, F.P.88). Las actividades necesarias para la obtención de permisos se agrupan en los procesos "*ID4.Permisos*", y las actividades que suponen un cierre de fase o incremento, se agrupan en los procesos "*ID5.Entregables*". Son los *outputs* o salidas en el flujo de producción de diseño, "*ID3.Diseño del modelo*".

Los incrementos que cierran las iteraciones son: el informe técnico (*survey*), el estudio de zonificación (*layout*), el proyecto técnico (*construction set*), y el proyecto final de obra y puesta en marcha (*as built*).

D) Niveles de desglose

En la Tabla 30 se muestran los niveles de desglose de la estructura del proyecto: alcance del incremento (*primer nivel EDT*), definición de procesos y actividades (*segundo nivel EDT*), definición de la organización (*tercer nivel EDT*), definición del coste y la duración de las actividades (*último nivel EDT*). Los procesos y los niveles concurrentes contienen las historias de usuario de la *pila del producto*. La estructura de desglose de cada incremento contiene las actividades de la *pila del sprint* necesarias para producir el incremento correspondiente.

Tabla 30. Historias de usuario de la pila del proyecto de construcción en el sector retail

LEV-1	SCOPE	CONCURRENT LEV-2 PROCESSES	LEV-2 TASKS	LEV-3 TEAMS	LEV-4 EFFORT
I.	INCREMENT				
		ASIGNMENT TASKS			
		ID1 PROCESSES	ID6	TASKS PMT TEAM	- -
		CHANGE ORDER			
		ID2 PROCESSES	ID6	TASKS PMT TEAM	- -
		MODEL DESIGN			
		ID3 PROCESSES	ID6	TASKS IDPT TEAM	\$ Effort
		PERMIT APPLICATION			
		ID4 PROCESSES			
		DOC. REVIEW -			
		ID4.1 ASSET	ID6	TASKS PMT TEAM	- -
		SUBPROJECTS			
		ID4.2 PRODUCTION	ID6	TASKS IDPT TEAM	\$ Effort
		ID4.3 PERMIT APPLICATION	ID6	TASKS PMT TEAM	- -
		DERIVERABLES			
		ID5 PRODUCTION			
		PROTOTYPE			
		ID5.1 DERIVERABLES	ID6	TASKS IDPT TEAM	\$ Effort
		ASSET			
		ID5.2 DELIVERABLES	ID6	TASKS IDPT TEAM	\$ Effort

Los recursos de la organización involucrados en procesos asociados a la gestión del proyecto (PMT), planifican la producción de los incrementos desde el final hacia el inicio, por duración de actividades sucesoras en vez de predecesoras, y en función de la fecha de apertura establecida por el equipo del cliente. Se apoyan en el diagrama de Gantt para planificar la producción de incrementos y definen el criterio de medida del trabajo como el *esfuerzo pendiente por realizar*. Sin embargo, no emplean herramientas que visualicen el trabajo requerido o la velocidad estimada del equipo de diseño (IDPT), dando lugar a la sobreasignación de recursos en el equipo multi-proyecto, o carga nula de trabajo en otros recursos.

E) Aplicación de métricas ágiles para la visualización de la planificación y el avance del trabajo

En el siguiente capítulo se propone la adaptación del gráfico ágil de planificación “*burn-up*”, y el gráfico ágil de avance del trabajo “*burn-down*” de aplicación por el equipo de gestión (PMT) para estimar la velocidad y medir el trabajo pendiente de realizar por el equipo de diseño (IDPT). Estas herramientas permitirán visualizar la disponibilidad de los recursos y el trabajo requerido en la ejecución de cada incremento, permitiendo repartir el trabajo de un modo eficiente, produciendo en plazo con los recursos disponibles y sin comprometer la calidad de los entregables.

Se han identificado dos escenarios, donde la estrategia es incremental e iterativa. La diferencia entre los dos escenarios es el equipo que define los plazos de entrega: el equipo del cliente o el equipo de la ingeniería local.

- *En el escenario 1 (91% de los casos estudiados):*

El equipo de gestión del proyecto PMT, Project Management Team, dirige todas las fases y el equipo del promotor o cliente ST, Sponsor Team, define los pulsos. Los entregables son solicitados por los equipos externos con plazos determinados, y define un desarrollo incremental iterativo. Como se

observa en el diagrama, hay una serie de tiempos muertos correspondientes a los intervalos de tiempo de espera en la recepción de la validación o *feedback* por parte del equipo de diseño del cliente IDPT, *Integrated Design Project Team*. Si no hay criterios de calidad de entregables estipulados, se puede estimar la velocidad media para la producción de cada incremento, a partir de los recursos disponibles, y prever el esfuerzo que implica la producción de cada entregable. En cambio, en el caso de haber desarrollado un plan de calidad que determina la calidad de los entregables, el esfuerzo asociado a la producción de los mismos condicionará la velocidad del equipo y, en consecuencia, el número de recursos necesarios.

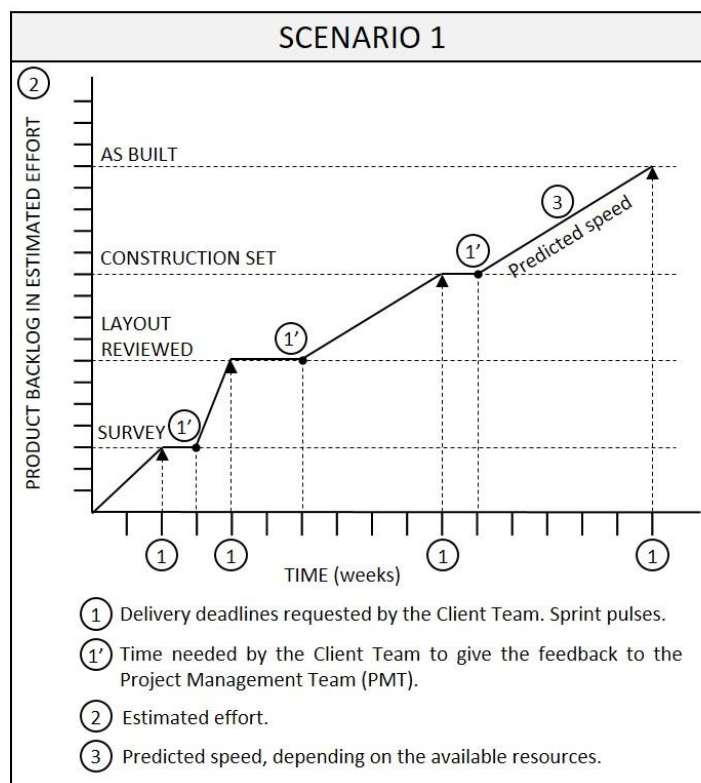


Figura 35. Aplicación del gráfico de producto en el escenario 1 (elaboración propia)

- En el escenario 2 (9% de los casos estudiados):

El equipo de gestión del proyecto (PMT) define los pulsos, desarrollando el trabajo de forma constante y estimando previamente los plazos de los entregables en base a la fecha de entrega final determinada por el equipo del promotor o cliente (ST). Los entregables son solicitados por el equipo interno

con plazos determinados, y también determina un desarrollo incremental iterativo. En este caso, el PMT determina los pulsos a partir de la fecha de apertura (requisito del cliente). Esta fecha condiciona la velocidad en la ejecución de las tareas, a partir del esfuerzo estimado. Por último, se estiman los plazos de entrega de los entregables y los recursos necesarios.

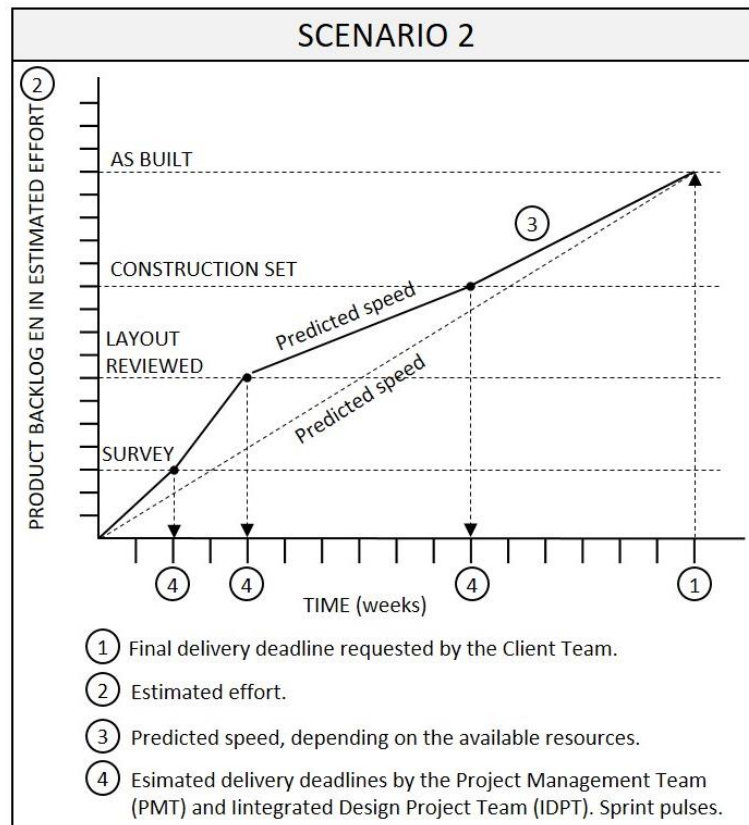


Figura 36. Aplicación del gráfico de producto en el escenario 2 (elaboración propia)

F) Concepto de medida diferente

Como se ha comentado, una particularidad de las métricas ágiles es el concepto de medida, diferente, “cuánto esfuerzo queda por realizar”, en lugar de “cuánto trabajo se ha realizado”. El objetivo principal en los proyectos analizados es el plazo (velocidad en la ejecución). En la gestión tradicional de proyectos, se planifica del inicio al final y se mide el trabajo realizado.

En segundo lugar, la necesidad de estimar el esfuerzo en fases tempranas: se invierte menos tiempo en la fase de construcción que en la definición detallada del

producto y en la planificación. Para la fase de construcción es adecuado emplear sistemas de visualización tradicionales (diagramas de barras, Gantt). Para las fases tempranas, es necesario medir las desviaciones del esfuerzo previsto de las actividades, que no se desarrollan en cascada. Una opción es la visualización por medio de las métricas ágiles.

9.3. Análisis de las herramientas de comunicación ágiles para evaluar si visualizan la información deseada

La evaluación de los resultados de este análisis ha permitido saber *qué herramientas de comunicación ágiles se pueden emplear* en los proyectos que componen la muestra de estudio, para la *asignación de recursos*. En el capítulo anterior se han determinado las variables “V7.Nuevas actividades”, “V8.Multi-proyecto”, “V9.Secuencialidad”, “V10.Especialización” y “V11.Recursos”. En este capítulo se han analizado los datos obtenidos a partir de estas variables, para saber qué *herramientas ágiles de comunicación visual* ¹⁹⁶ se pueden aplicar.

Tal como se comenta en el siguiente apartado, algunas herramientas permiten alterar el orden de las tareas, al introducir nuevas actividades no planificadas. Otras herramientas permiten visualizar varios proyectos que son desarrollados simultáneamente por los mismos equipos, y algunas herramientas priorizan la visualización por la secuencia en la producción de incrementos, por la especialización requerida en la ejecución de las actividades, y por los recursos que componen la organización de los proyectos.

9.3.1. Toma de datos y análisis de las herramientas de comunicación ágiles

En este apartado se recogen los datos obtenidos, teniendo en cuenta las variables anteriores. En la Tabla 31 se muestran las herramientas de comunicación ágil definidas en el estado del arte y la *matriz PARMA* como herramienta que solventa las

¹⁹⁶ Scrum Manager, 2017. Sprint Backlog, página 25. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

deficiencias identificadas en las herramientas tradicionales en el desarrollo de proyectos de *software*.

Tabla 31. Criterios de análisis de las herramientas ágiles

	V7.NUEVAS ACTIVIDADES	V8.MULTI-PROYECTO	V9.SECUENCIALIDAD	V10.ESPECIALIZACIÓN	V11.RECURSOS
	Visualización de la estructura: permite modificar tareas	Visualización simultánea de varios proyectos	Visualización priorizada por secuencia incremental	Visualización priorizada por equipos y roles	Visualización priorizada por la organización
Matriz PARMA	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ
Backlog de Scrum para incrementos iterativos	NO	NO*	NO**	SÍ	SÍ
Tablero Kanban para incrementos continuos	SÍ	NO	SÍ	NO	NO
Tablero Kanban para incrementos iterativos	SÍ	NO	NO	NO	SÍ
Tablero Kanban Box para incrementos continuos	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO

*Únicamente visualiza una iteración. No visualiza el proyecto completo.

** Visualiza la planificación temporal de un sprint.

Tal como se muestra en la Tabla 31, algunas herramientas permiten alterar el orden de las tareas, como consecuencia de la asignación de actividades no planificadas, manteniendo el flujo constante de trabajo (*matriz PARMA, tableros Kanban para incrementos continuos, tableros Kanban para incrementos iterativos, tablero Kanban box para varios proyectos*); otras en cambio, no lo permiten (*Backlog de Scrum*), ya que supondría una interrupción del flujo de trabajo.

Algunas herramientas visualizan un único proyecto (*matriz PARMA, Backlog de Scrum, tablero Kanban para incrementos continuos, tablero Kanban para incrementos iterativos*), impidiendo visualizar varios proyectos que desarrolla la organización simultáneamente (*Kanban box para varios proyectos*).

Algunas herramientas permiten visualizar aquellas tareas o incrementos que requieren de secuenciación (*tablero Kanban para incrementos continuos, tablero Kanban box para varios proyectos*). Otras en cambio no priorizan la visualización por la secuencia de ejecución, ya que la producción de los incrementos es libre y no requiere de la finalización de un proceso para dar paso al siguiente (*matriz PARMA, backlog de Scrum, tableros Kanban para incrementos iterativos*).

Algunas herramientas priorizan la visualización por la especialización, identificando los roles y responsabilidades de los recursos (*matriz PARMA, backlog de Scrum*), otras en cambio no lo permiten (*tablero Kanban para incrementos continuos, tablero Kanban para incrementos iterativos, tablero Kanban box para varios proyectos*).

Algunas herramientas priorizan la visualización por la organización, permitiendo identificar la carga de trabajo y la disponibilidad de los recursos (*matriz PARMA, backlog de Scrum, tablero Kanban para incrementos iterativos*), otras en cambio no (*tablero Kanban para incrementos continuos, tablero Kanban box para varios proyectos*).

9.3.1.1. Análisis de las herramientas de comunicación ágiles para determinar qué herramientas evitan las interrupciones de flujo provocadas por la aparición de tiempos muertos (*Mura*)

Con las variables determinadas en el capítulo anterior “V7.Nuevas actividades” y “V8.Multi-proyecto”, se han analizado las herramientas descritas anteriormente, con la finalidad de identificar en este apartado qué herramientas permiten modificar el orden de las tareas y visualizar varios proyectos simultáneamente.

- Herramientas que permiten modificar el orden de las tareas (con los valores obtenidos de la variable V7): matriz PARMA, tableros Kanban para incrementos continuos, tableros Kanban para incrementos iterativos, tablero Kanban box para varios proyectos.

- Herramientas que permiten visualizar varios proyectos simultáneamente (con los valores obtenidos de la variable V8): Kanban box.

9.3.1.2. Análisis de las herramientas de comunicación ágiles para determinar qué herramientas evitan las interrupciones de flujo provocadas por la formación de cuellos de botella y la sobreasignación (*Muri*)

Las variables “V9.Secuencialidad” y “V10.Especialización” han permitido determinar qué herramientas priorizan la visualización por la secuencia en la producción de los incrementos y por la especialización de los equipos.

- Herramientas que priorizan la visualización por la secuencia en la producción de incrementos (con los valores obtenidos de la variable V9): tablero Kanban para incrementos continuos, tablero Kanban box para varios proyectos.
- Herramientas que priorizan la visualización por la especialización de los equipos (con los valores obtenidos de la variable V10): matriz PARMA, backlog de Scrum.

9.3.1.3. Análisis de las herramientas de comunicación ágiles para determinar qué herramientas evitan el desperdicio provocado por la producción innecesaria y el re-trabajo (*Muda*)

Con la variable determinada en el capítulo anterior “V11.Recursos”, se han analizado las herramientas, con la finalidad de identificar cuáles priorizan la visualización por los recursos y por la carga de trabajo.

- Herramientas que priorizan la visualización por los recursos y la carga de trabajo (con los valores obtenidos de la variable V11): matriz PARMA, *backlog* de Scrum, tablero Kanban para incrementos iterativos.

9.3.2. Evaluación de la información visualizada por las herramientas de comunicación ágiles

En este apartado se evalúan los resultados para determinar *qué herramientas de comunicación ágiles son de aplicación*. El análisis anterior ha permitido identificar qué información o qué criterios de visualización son necesarios para asignar las actividades a los recursos con la finalidad de evitar las interrupciones de flujo y la sobreasignación.

9.3.2.1. Evaluación de las herramientas que evitan las interrupciones de flujo provocadas por la aparición de tiempos muertos (Mura)

La variable de la mejora continua Kaizen “*Mura*”, ha permitido determinar qué criterios de visualización contribuyen a evitar las interrupciones de flujo, concretamente la aparición de tiempos muertos. Para ello, se han analizado en el apartado anterior las herramientas con las variables “*V7.Nuevas actividades*” y “*V8.Multi-proyecto*”.

Los equipos de *retail* son *multi-proyecto*, por lo que hay entrada de actividades que “*desordenan*” la planificación establecida. En el apartado anterior se han identificado las herramientas de asignación de actividades que permitir modificar el orden de las actividades y visualizar simultáneamente varios proyectos.

- Las herramientas que permiten modificar el orden de las tareas son las siguientes: *matriz PARMA*, *tableros Kanban para incrementos continuos*, *tableros Kanban para incrementos iterativos*, *tablero Kanban box para varios proyectos*.
- La única herramienta que permite visualizar varios proyectos simultáneamente es: *Kanban box*.

Por lo tanto, la única herramienta que cumple ambos criterios de visualización, para evitar la aparición de tiempos muertos, es el *tablero Kanban box*.

9.3.2.2. Evaluación de las herramientas que evitan las interrupciones de flujo provocadas por la formación de cuellos de botella y la sobreasignación (*Muri*)

La variable de la mejora continua Kaizen "*Muri*", ha permitido determinar qué criterios de visualización contribuyen a evitar la sobreasignación y las interrupciones de flujo provocadas por los cuellos de botella. Con tal fin se han analizado las herramientas en el apartado anterior, teniendo en cuenta las variables "*V9.Secuencialidad*" y "*V10.Especialización*".

La producción de los incrementos de cada proyecto es secuencial, por lo que no es posible emplear herramientas basadas en producción de incrementos continuos. El desarrollo es incremental e iterativo, por lo que las herramientas de asignación deben visualizar las fases o iteraciones del proyecto. Los equipos están formados por especialistas, por lo que se forman cuellos de botella en ciertas fases del proyecto.

- Las herramientas que permiten visualizar la secuencia en la producción son: el *tablero Kanban* para incrementos continuos y el *tablero Kanban box* para varios proyectos.
- Las herramientas de asignación que permiten visualizar los equipos y los roles o funciones de la organización son: la *matriz PARMA* y el *backlog de Scrum*.

Es decir, no se ha identificado una herramienta que visualice tanto la secuencia como especialización, y que evite tanto la aparición de cuellos de botella como la sobreasignación.

9.3.2.3. Evaluación de las herramientas que evitan el desperdicio provocado por la producción innecesaria y el re-trabajo (*Muda*)

La variable de la mejora continua Kaizen "*Mura*", ha permitido determinar qué criterios de visualización contribuyen a realizar una correcta asignación de actividades,

visualizando la carga de trabajo de los recursos. Para ello se han analizado las herramientas en el apartado anterior, teniendo en cuenta la variable “V10.Recursos”.

Los equipos emplean herramientas tradicionales que no visualizan correctamente la información, y la planificación de las tareas supone un desperdicio de tiempo. Las herramientas de asignación deben visualizar la disponibilidad de los recursos y la carga de trabajo.

Las herramientas que permiten visualizar los recursos que componen los equipos e identifican la carga de trabajo asociada a los mismos, son las siguientes: la matriz PARMA, el *backlog* de Scrum, y el tablero Kanban para incrementos iterativos.

9.3.3. Conclusiones obtenidas de la evaluación de la información visualizada por las herramientas de comunicación ágiles

La evaluación de los resultados ha permitido responder a la pregunta de partida, y afirmar que *sí es posible aplicar herramientas ágiles de comunicación visual* en los proyectos de construcción en el sector *retail* para la asignación de recursos, con la finalidad de evitar las interrupciones de flujo, la sobreasignación y la incorrecta visualización de la información, que pueda afectar a la calidad de los entregables, causando deficiencias en el diseño y aumentando el número de órdenes de cambio en fases posteriores.

A) No hay una herramienta que muestre, simultáneamente, todos los requisitos

No ha sido posible determinar una “*herramienta ágil de comunicación directa*”¹⁹⁷ que muestre simultáneamente todos los requisitos de visualización. Cada herramienta visualiza la información en función de unos criterios determinados.

¹⁹⁷ Scrum Manager, 2017. *Sprint Backlog*, página 25; *Kanban boards: concepts*, página 65. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

No es posible emplear *el backlog de actividades de Scrum* si se gestionan varios proyectos simultáneamente y si hay que alterar el orden de las tareas. El tablero visual *kanban Box*, para desarrollo mediante incrementos continuos, es una evolución del tablero *Kanban* estándar, y al igual que éste, permite alterar el orden de las tareas; sin embargo, no permite visualizar la carga de trabajo ni la disponibilidad de los recursos. Para cubrir esta necesidad se define el *tablero kanban para incrementos iterativos*, con la posibilidad de alterar el orden de las tareas, pero no es de aplicación por la gerencia multi-proyecto. En el siguiente apartado se definen los criterios de mejora para cubrir estas necesidades de visualización.

B) Ajuste del WIP

Las herramientas ágiles determinan el parámetro WIP¹⁹⁸, *Work In Process*, para los estados o fases que requieren una secuencia en los proyectos, con la finalidad de evitar los cuellos de botella. Los tableros ágiles limitan el WIP, limitando el número de tareas o trabajo en un área determinada. En el siguiente capítulo, *Propuestas*, se expone cómo, visualizando los recursos de la organización, es posible indicar el parámetro WIP también para los recursos, evitando de este modo la sobreasignación.

¹⁹⁸ Kniberg, H. & Skarin, M., 2009. *Kanban and Scrum, making the most of both*. InfoQ books.

9.4. Conclusión y definición de criterios para desarrollar las propuestas

En este capítulo, con la intención de demostrar que es el modelo de gestión es evolutivo y que es posible aplicar conceptos ágiles, se ha realizado el análisis con los datos obtenidos de una organización que pertenece al sector de *Project & Construction Management*, que implementa técnicas y herramientas de gestión de proyectos de construcción. La organización que se ha seleccionado corresponde con el equipo de la ingeniería local. Las empresas que pertenecen al sector de *Project & Construction Management* ofrecen sus servicios de arquitectura e ingeniería a los clientes. En este contexto, el cliente es el departamento de Arquitectura de la firma u organización cuyo negocio es la venta de textil, calzado y accesorios.

En primer lugar, se ha determinado que el modelo de gestión de proyectos de reforma en el sector *retail*, en una organización alienada a las directrices de la Norma ISO 21500, es evolutivo y no predictivo; y se han definido cuatro iteraciones en la producción de los entregables. Por lo tanto, es posible definir un modelo de gestión evolutivo, basado en los procesos de la Norma ISO 21500 y en las comunicaciones que se han establecido en las cuatro iteraciones identificadas.

En segundo lugar, se ha determinado que es posible medir la velocidad de producción de los entregables de diseño que suponen un incremento en cada iteración. Por lo tanto, es posible aplicar métricas ágiles que visualizan la planificación y el avance del trabajo, tanto en el escenario 1, como en el escenario 2. En ambos escenarios se ha identificado una diferencia con los proyectos de *software*: la definición de la fecha de entrega final, vinculada a la fecha de apertura. Y, además, en el primer escenario, se ha identificado la segunda diferencia con los proyectos de *software*: la aparición de tiempos muertos, asociados a los intervalos de tiempo en

los que los entregables están siendo producidos o validados por el equipo del cliente. En el escenario 1 es el equipo del cliente quien determina los plazos de producción; cualquier desviación en el plazo afecta a la producción de los sucesivos entregables. El equipo de la ingeniería local, con la finalidad de no comprometer la fecha apertura, realiza un *reajuste* de los plazos de producción, reduciendo la calidad de los entregables para entregar en el plazo exigido por el equipo del cliente.

En tercer lugar, se ha determinado que las herramientas de comunicación ágiles visualizan la información deseada; y es posible su aplicación en este tipo de proyectos. Se han identificado los factores de la organización, es decir, los factores de los equipos de la ingeniería local (*equipos de gestión y de diseño*) que determinan la complejidad para regular el flujo de trabajo. La finalidad de las herramientas de comunicación ágiles es la de evitar las variables *mura*, *muri* y *muda*. En el siguiente capítulo, se propone el diseño de una herramienta que permita evitar simultáneamente las tres variables.

Tabla 32. Definición de criterios para desarrollar las propuestas

ÁMBITOS DE ESTUDIO			
	ÁMBITO 1.	ÁMBITO 2.	ÁMBITO 3.
	Los modelos de gestión	Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos
9. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN			
TOMA DE DATOS	Emails y documentación registrada ISO 21500	Respuestas a Cuestionarios “Actividades y esfuerzo asociado a los Flujos de Comunicación”	Revisión de las herramientas según los criterios de visualización deseados
ANÁLISIS	Análisis de los flujos de comunicación	Análisis de los flujos de procesos	Análisis de las herramientas ágiles
EVALUACIÓN	El modelo de gestión es evolutivo	Se puede medir la velocidad de los equipos	Las herramientas ágiles visualizan la información deseada
CRITERIOS PARA PROPUESTAS	Desarrollar un modelo de gestión incremental e iterativo basado en las comunicaciones y en los procesos ISO 21500	Adaptar las métricas ágiles a los proyectos de reforma en el sector retail	Diseñar una herramienta de comunicación visual ágil para la asignación de recursos que cumpla con las necesidades de visualización

10

Capítulo 10. **PROPUESTAS**

Para poner solución a las deficiencias detectadas, en este capítulo se exponen las propuestas que se han sido elaboradas en la tercera etapa de la Investigación. Como se ha comentado a lo largo de la Tesis, en la gestión y en la producción de los entregables de diseño en los proyectos de reforma en el sector *retail* hay duplicidad de equipos. Si bien en el capítulo anterior se han analizado los flujos de comunicación, los flujos de procesos y las herramientas de comunicación ágiles en el entorno del equipo de la ingeniería local, en este capítulo se han desarrollado y validado las propuestas en el equipo del cliente.

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

Capítulo 10

PROPUESTAS

10.1. Definición del problema.....	198
10.2. Medición.....	200
10.3. Análisis.....	204
10.4. Propuestas de mejora.....	206
10.4.1. Definición de un modelo de gestión evolutivo para la asignación de recursos en los equipos de gestión y de diseño.....	206
10.4.1.1. Modelo incremental iterativo basado en las comunicaciones y en los procesos de la Norma ISO 21500	
10.4.1.2. Conclusiones obtenidas de la definición del modelo de gestión propuesto para la asignación de recursos en los equipos de gestión y de diseño	
10.4.2. Aplicación de las herramientas de información ágiles para visualizar el trabajo en la producción de los entregables de diseño.....	209
10.4.2.1. Aplicación de la herramienta <i>product backlog</i> para planificar el trabajo y la consecución de los hitos	
10.4.2.2. Aplicación del gráfico <i>burn-up</i> para planificar el trabajo en la producción de los entregables de diseño	
10.4.2.3. Aplicación del gráfico <i>burn-down</i> para visualizar el avance del trabajo en la producción de los entregables de diseño	
10.4.2.4. Conclusiones obtenidas de la aplicación de las herramientas de información ágiles para visualizar el trabajo en la producción de los entregables de diseño	
10.4.3. Diseño de herramientas de comunicación para asignar recursos y regular el flujo de trabajo.....	219
10.4.3.1. Adaptación del tablero visual kanban box para la asignación de proyectos y tareas	
10.4.3.2. Diseño del tablero visual Accl y matriz Accl de asignación	
10.4.3.3. Conclusiones obtenidas del diseño de herramientas de comunicación para asignar recursos y regular el flujo de trabajo	
10.5. Control.....	233
10.6. Conclusiones obtenidas de la validación de las propuestas.....	237

En este capítulo se desarrollan los objetivos 7, 8 y 9, con la elaboración de las propuestas que han puesto solución a las deficiencias detectadas en los tres ámbitos de estudio, tal como se muestra en la Tabla 33.

Tabla 33. Objetivos correspondientes al capítulo 10. Propuestas

1. INTRODUCCIÓN	Las metodologías ágiles surgen para solventar las deficiencias que presentan las metodologías tradicionales en entornos poco definidos o inestables en el sector de <i>software</i> y en la fabricación de objetos.		
2. MOTIVACIÓN	La inestabilidad del entorno de los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> dificulta la implementación de las herramientas tradicionales.		
3. HIPÓTESIS	Demostrar que al aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> se solventan las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.		
4. OBJETIVO GENERAL	Aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i> para solventar las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.		
5. METODOLOGÍA	ÁMBITO 1. Los modelos de gestión	ÁMBITO 2. Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	ÁMBITO 3. Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos
ETAPA 1:	OBJETIVO 1.	OBJETIVO 2.	OBJETIVO 3.
Base de la Investigación	Revisar el estado del arte de los modelos de gestión.	Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas para visualizar el trabajo.	Revisar el estado del arte de las herramientas empleadas en la asignación de recursos.
<i>Revisar el estado del arte</i>			
<i>Definir los criterios de análisis</i>	Definir los criterios de análisis.	Definir los criterios de análisis.	Definir los criterios de análisis.
ETAPA 2:	OBJETIVO 4.	OBJETIVO 5.	OBJETIVO 6.
Análisis y Evaluación	Det. las variables.	Determinar las variables.	Determinar las variables.
<i>Demostrar que es posible aplicar las herramientas ágiles</i>	Demostrar que el modelo de gestión es evolutivo.	Demostrar que se puede medir la velocidad de producción de los equipos.	Demostrar que las herramientas ágiles visualizan la información deseada.
ETAPA 3:	OBJETIVO 7.	OBJETIVO 8.	OBJETIVO 9.
Propuestas	Proponer y validar la aplicación de un modelo evolutivo.	Proponer y validar la aplicación de métricas ágiles que visualicen la planificación y el avance del trabajo.	Proponer y validar la aplicación de herramientas de comunicación ágiles para la asignación de recursos.
<i>Demostrar la hipótesis</i>			
<i>Proponer y validar la aplicación de las herramientas ágiles</i>			

Tabla 34. Desarrollo de la Investigación. Propuestas

ÁMBITOS DE ESTUDIO			
	ÁMBITO 1.	ÁMBITO 2.	ÁMBITO 3.
	Los modelos de gestión	Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos
	<i>Demostrar que el modelo de gestión es evolutivo.</i>	<i>Demostrar que se puede medir la velocidad de producción de los equipos.</i>	<i>Demostrar que las herramientas ágiles visualizan la información deseada.</i>
7. CRITERIOS DE ANÁLISIS	3.1.1 Estrategia: ¿Completa o incremental?		
<i>ESTRATEGIA</i>			
<i>ESTRUCTURA</i>	3.1.2 Trabajo: ¿Secuencial o concurrente?	3.2.1 Medición del trabajo: ¿Cuantificación del esfuerzo?	
<i>ORGANIZACIÓN</i>	3.1.3 Conocimiento: ¿Procesos o personas?		3.3.1 Aplicación de las herramientas de comunicación ágiles: ¿Permiten modificar orden de las tareas? ¿Visualizan varios proyectos? ¿Visualizan la secuencia? ¿Visualizan especialistas? ¿Visualizan recursos?
8. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES	4.1.1 Estrategia: V1. Qué solicita V2. Cuánto solicita V3. Quién solicita V4. Cuándo solicita		
<i>ESTRATEGIA</i>		4.2 Medición del trabajo: V5. Actividades V6. Esfuerzo	
<i>ESTRUCTURA</i>	4.1.2 Trabajo: V4. Cuándo solicita		4.3 Aplicación de las herramientas de comunicación ágiles: V7. Nuevas actividades V8. Multi-proyecto V9. Secuencialidad V10. Especialización V11. Recursos
<i>ORGANIZACIÓN</i>	4.1.3 Conocimiento: V3. Quién solicita		
9. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN		Respuestas a Cuestionarios “Actividades y esfuerzo asociado a los Flujos de Comunicación”	Revisión de las herramientas según los criterios de visualización de la organización
TOMA DE DATOS	Emails y documentación registrada ISO 21500	Análisis de los flujos de procesos	Análisis de las herramientas ágiles
ANÁLISIS	Análisis de los flujos de comunicación	Se puede medir la velocidad de los equipos	Las herramientas ágiles cumplen con los requisitos de visualización
EVALUACIÓN	El modelo de gestión es evolutivo		
10. PROPUESTAS	Modelo de gestión incremental e iterativo basado en las comunicaciones y en los procesos ISO 21500	Adaptación de las métricas ágiles a los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i>	Herramienta de comunicación visual ágil para la asignación de recursos que cumpla con las necesidades de visualización

Con la finalidad de demostrar que es posible aplicar conceptos ágiles en los proyectos de reforma en el sector *retail*, en el capítulo anterior se ha realizado el análisis correspondiente en una organización adecuada para tal fin; motivo por el cual se ha seleccionado al equipo de la ingeniería local, ya que implementa procesos de gestión estandarizados que aportan valor en la prestación de los servicios. Las empresas que pertenecen al sector de *Project & Construction Management* ofrecen sus servicios de arquitectura e ingeniería a diversos tipos de clientes. En el contexto de esta Investigación, el cliente es el departamento de Arquitectura de la firma u organización cuyo negocio es la venta de textil, calzado y accesorios. Con la finalidad de validar las propuestas, en este capítulo se han seleccionado a los equipos de gestión y de diseño del departamento de Arquitectura del cliente, equipos que no están alineados a ningún estándar de gestión de proyectos; y se propone una mejora en la producción de los entregables de diseño, proponiendo un modelo de gestión que ha permitido estandarizar los procesos para reducir la variabilidad, y aplicando las métricas y herramientas de comunicación ágiles.

Las pautas o conceptos metodológicos que se han tenido en cuenta en el desarrollo de este capítulo son los que define Six Sigma¹⁹⁹, de aplicación en las últimas décadas por organizaciones que plantean líneas de mejora en sus procesos. Considerando este modelo de análisis, el desarrollo del capítulo se estructura del siguiente modo: definición del problema, medición, análisis, propuestas de mejora y control.

¹⁹⁹ Seis Sigma (*Six Sigma*) es un conjunto de técnicas y herramientas para la mejora de procesos, introducida por el ingeniero Bill Smith en 1980 en Motorola. Esta metodología está centrada en la variabilidad de los procesos, reforzando y optimizando cada parte del proceso consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallos en la entrega de un producto o servicio al cliente. La meta es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente (Tennat, 2001).

10.1. Definición del problema

Se ha definido el problema del siguiente modo: el departamento de Arquitectura no ha finalizado un determinado número de proyectos en el plazo estimado, interrumpiendo el flujo de procesos con otros departamentos. Los departamentos de la organización, cuyos flujos de procesos dependen directamente del departamento de Arquitectura, son los siguientes:

- El departamento de Expansión. En un flujo adecuado de procesos la fecha de apertura no puede superar el período de carencia en el arrendamiento de locales.

No entregar en plazo supone costes adicionales derivados del pago de renta sin retorno de la inversión.

- Departamento de *Visual*: un correcto flujo de procesos determina que el material de decoración debe llegar en el momento adecuado, para evitar costes de almacenaje innecesarios.

No entregar en plazo supone costes adicionales derivados del pago de almacenes externos que acumulan material de decoración, incluso la retirada de dicho material si los requisitos de imagen del cliente cambian.

- Departamento de Gestión de Producto: para que el departamento de Arquitectura esté alineado con el departamento de Producto, el textil, el calzado y los accesorios han de ser entregados en el momento adecuado, para evitar costes asociados al arrendamiento de almacenes externos.

No entregar en plazo supone costes adicionales derivados del pago de almacenaje y de la confección y envío de producto que no será vendido por cambio de temporada.

- Departamento de *Retail*: es necesario coordinar las entradas y las salidas de los flujos comunes con Arquitectura, para evitar contrataciones innecesarias.

No entregar en plazo supone costes adicionales derivados de la contratación de personal con tienda cerrada.

- Departamento de Exportación: Los envíos de materiales de construcción y acabados, al igual que el textil y el material de decoración, deben estar coordinados con los plazos reales de obra planificados por el equipo de gestión de Arquitectura.

No entregar en plazo supone costes adicionales derivados de envíos urgentes por aéreo y alternativas marítimas con trayectorias más ágiles, pero de mayor coste que los envíos convencionales.

- Departamento de Finanzas: Cualquier desviación en el plazo planificado de las entradas y las salidas de los procesos anteriores repercute en el coste.

Considerando la necesidad de dar solución al problema, se propone mejorar los procesos, internos del departamento y externos con el resto de departamentos: Expansión, *Visual*, Gestión de Producto, *Retail*, Exportación y Finanzas. Para la elaboración del diagrama de flujo de procesos, se ha empleado previamente la herramienta SIPOC²⁰⁰, que ha permitido descomponer el proceso general “*diseño y gestión del proyecto de apertura*”, en procesos más pequeños, vinculado al proceso general “*Apertura de un nuevo punto de venta*”, que engloba los flujos de todos los departamentos de la organización. El diagrama de flujos de procesos se adjunta en el Tomo II de la Tesis.

²⁰⁰ En la mejora de procesos, SIPOC (también conocida como COPIS) es una herramienta que resume las entradas y salidas de uno o más procesos en forma de tabla. El acrónimo SIPOC significa proveedores (*suppliers*), entradas (*inputs*), procesos (*process*), productos (output) y clientes (customers) que forman las columnas de la tabla. (Simon Kerri, 2017). Su empleo es recomendado por Six Sigma, lean manufacturing, Gestión de Procesos de Negocio y Gestión de Proyectos PMI.

10.2.Medición

En primer lugar, y considerando una muestra de 27 proyectos realizados por los mismos equipos de diseño y de gestión del departamento de Arquitectura del cliente, se han aplicado herramientas para calcular el rendimiento o *yield*²⁰¹ de cada proceso, para determinar en qué procesos hay errores y, por lo tanto, qué procesos deben ser mejorados. Se ha considerado como *defecto* el entregable cuya producción ha excedido el plazo estimado. Tal como muestran los datos de la Tabla 35, los procesos con menor rendimiento y donde hay un mayor número de defectos, son la producción del estudio de zonificación (*layout for approval*) y la producción del proyecto de diseño (*detail drawings*).

Tabla 35. Número de defectos

Número de proyectos: 27	
Procesos	Defectos
1. Survey	0
2. Layout for approval	5
3. Layout reviewed	0
4. Detail drawings	7
5. Construction set	0
6. Tender	0
7. As built & Commissioning	2
<i>Total</i>	<i>14</i>

A continuación, se ha determinado el porcentaje de productos o servicios que se realizan correctamente en la primera vez (*yield*). Para el cálculo del rendimiento tradicional se han considerado datos generales del proceso, sin tener en cuenta aspectos tales como la complejidad de ciertas partes del proceso. Aplicando la

²⁰¹ La madurez de un proceso se puede describir mediante una calificación sigma (ver Nota 200) que indica su *yield* (rendimiento) o porcentaje de productos sin defectos.

fórmula, se ha obtenido que un 48 % de los entregables han sido producidos en el plazo estimado:

$$Yield = \frac{N^{\circ} \text{entradas} - N^{\circ} \text{defectos}}{N^{\circ} \text{entradas}} = \frac{(27 - 14)}{27} = 0,48$$

El rendimiento en cada proyecto disminuye según avanzan los procesos, por la acumulación de retrasos en la producción de los entregables, siendo las causas principales del descenso los defectos identificados en la producción del estudio de zonificación (*layout for approval*) y los defectos identificados en la producción del proyecto de diseño (*detail drawings*), produciendo en plazo un 81% y un 68% de los entregables, correspondientemente. Para determinar la efectividad de cada parte del proceso, e identificar sobre qué procesos actuar, se ha calculado el *rendimiento de primera vez* de cada proceso. En la Figura 37 se muestra, en cada proceso, el número de proyectos de entrada y el número de proyectos de salida libre de defectos, es decir, el número de proyectos que han sido producidos en el plazo estimado.

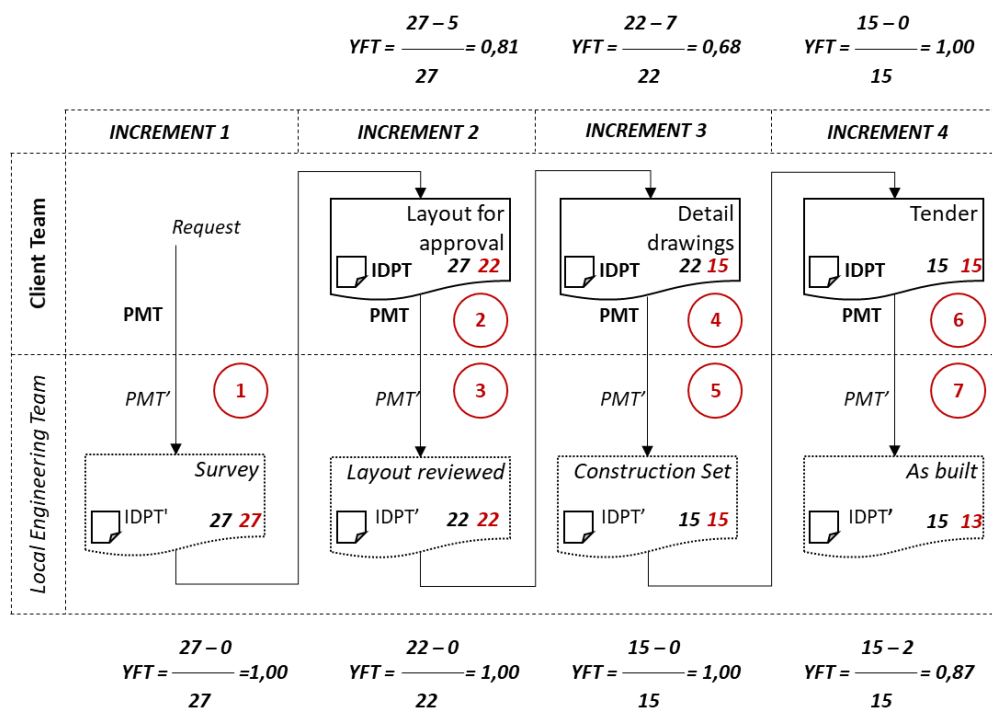


Figura 37. Rendimiento de primera vez en cada proceso

Como se observa en la Figura 37, la acumulación de errores en cada proceso implica desviaciones en el último proceso. Para determinar la posibilidad que existe para que un proyecto finalice en el plazo estimado, anteriormente se ha aplicado la fórmula para calcular el *yield*. El mismo valor se obtiene multiplicando el rendimiento de cada proceso, es decir, el *rendimiento de rollo* determina la posibilidad de que un producto o un servicio salga bien a la primera:

$$YRT = 1,00 \times 0,81 \times 1,00 \times 0,68 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,87 = 0,48$$

En la Tabla 36 se muestra, además del número de defectos, el número de reprocesos. Considerando como *defecto* el entregable cuya producción ha excedido el plazo estimado, se ha tenido en cuenta como *reproceso* el entregable cuya producción sí se ha realizado en el plazo estimado, pero aumentando el número de recursos o el número de horas de trabajo de un mismo recurso. En estos casos el esfuerzo asociado a la ejecución ha sido superior al estimado, por la elaboración de distintas versiones del mismo entregable. En la Tabla 36 se muestran exclusivamente los valores del reproceso en el equipo del cliente.

Tabla 36. Número de defectos y reproceso

Número de proyectos: 27		Defectos	Reproceso
Procesos			
1.	Survey	0	-
2.	Layout for approval	5	8
3.	Layout reviewed	0	-
4.	Detail drawings	7	12
5.	Construction set	0	-
6.	Tender	0	0
7.	As built & Commissioning	2	-
<i>Total</i>		<i>14</i>	<i>20</i>

Los valores *defecto* y *reproceso* han servido para hacer una estimación del coste asociado al *re-trabajo* y a las deficiencias en la planificación de los recursos. Los parámetros de medición de los procesos han sido las horas de trabajo de los recursos

y el plazo en semanas para la producción de los entregables, y se han asignado valores estimados y reales. Para determinar las horas de trabajo estimadas se ha empleado la herramienta ágil estimación de Póquer²⁰², y para los plazos de producción reales, los datos se han obtenido del histórico de datos que muestra la herramienta *Redmine*²⁰³, de aplicación por los equipos de gestión y de diseño del departamento de Arquitectura de la organización.

Considerando un valor para el proceso de 80 horas, un valor para el reproceso de 40 horas y un valor para el defecto de 60 horas, el coste asociado a las horas de retrabajo (*reproceso*) y a las horas realizadas de más para la producción de un entregable fuera de plazo (*defecto o scrap*) se puede cuantificar, tal como se muestra en la Figura 38.

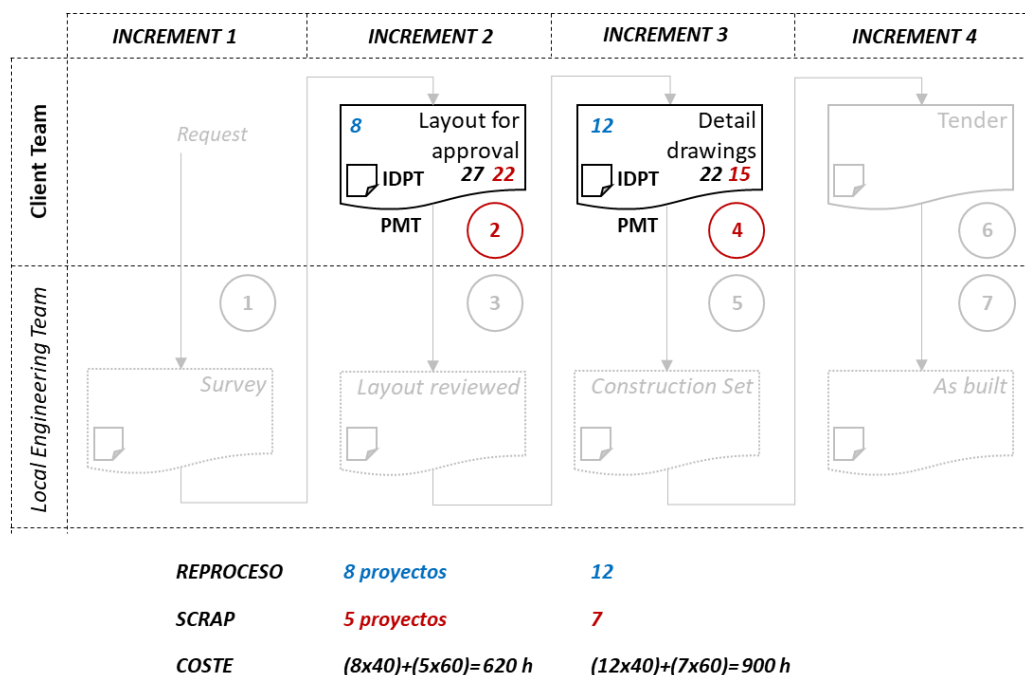


Figura 38. Coste de los defectos y de los reprocesos

²⁰² La estimación de Póquer es una práctica ágil de planificación empleada para hacer una estimación del esfuerzo y duración de las tareas.

²⁰³ *Redmine* es una herramienta para la gestión de proyectos, que con sus diversas funcionalidades permite a los usuarios de diferentes proyectos realizar el seguimiento y organización de los mismos. Además, es posible optimizar su funcionamiento agregando funcionalidades (Wikipedia, 2017).

10.3.Análisis

Considerando los datos obtenidos anteriormente, y con la finalidad de identificar las causas de las desviaciones en el plazo de producción de los entregables que inciden negativamente en el coste interno del departamento de Arquitectura (*horas de trabajo de los recursos*) y en el coste a repercutir en el resto de departamentos (*descoordinación en el envío de materiales y períodos de carencia en el arrendamiento de los locales*), se han empleado las métricas ágiles para visualizar la desviación de la velocidad en la producción de los entregables.

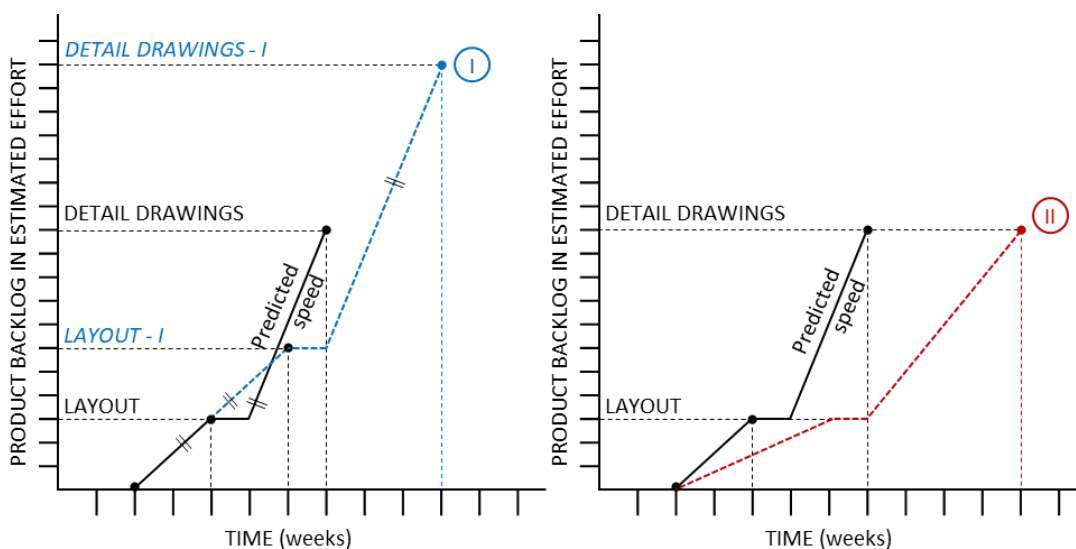


Figura 39. Aplicación del gráfico burn-up para visualizar la desviación de la velocidad en la producción de los entregables

En la Figura 39 se representan los datos obtenidos en el apartado anterior: en el eje “Y” se muestra el trabajo y, en el eje “X”, los plazos de producción de los entregables. Como se observa, hay dos tipos de desviaciones: en las que se ha mantenido la velocidad planificada constante, y en las que la velocidad ha disminuido. De los 5 casos con retrasos en la producción del estudio de zonificación (*layout for approval*) se han identificado 2 casos en los que el trabajo ha sido superior al planificado, al producir varias versiones del mismo entregable; en cambio, en 3 casos el trabajo ha

sido el mismo, variando la velocidad de producción. De los 7 casos con retrasos en la producción del proyecto de diseño (*detail drawings*) se han identificado 3 casos en los que el trabajo ha sido superior por el mismo motivo; sin embargo, en los otros 4 casos, el trabajo ha sido el mismo, pero ha disminuido la velocidad de producción. Por lo tanto, las causas de la desviación en la producción de los entregables, depende de las tres variables: velocidad, trabajo y tiempo; tal como se muestra en la Figura 39:

- (I) Se mantiene la velocidad constante. Aumenta el trabajo (eje Y), por lo tanto, aumenta el plazo de producción (eje X).

La causa del aumento del trabajo, es el *re-trabajo* (*mudas*²⁰⁴) por la producción de varias versiones del mismo entregable.

- (II) Disminuye la velocidad. El trabajo es el mismo que el planificado (eje Y), por lo tanto, aumenta el plazo de producción (eje X).

La causa del aumento del plazo de producción es debido a las interrupciones de flujo (*muras*²⁰⁵) y a la sobreasignación del recurso (*muris*²⁰⁶): no varía el trabajo de un proyecto en concreto, pero está produciendo simultáneamente entregables de otros proyectos.

²⁰⁴ Ver Nota 166. *Mura* significa "irregularidad, inconsistencia o variabilidad" (Kenkyusha, 2003), y es un concepto clave en el Sistema de Producción Toyota (TPS). Cualquier variación no prevista que produce irregularidad en el proceso y provoca desequilibrio, puede ser el origen de *Mura*.

²⁰⁵ Ver Nota 168. *Muri* significa "sobrecarga" (Kenkyusha, 2003) y es un concepto clave en el Sistema de Producción Toyota (TPS). Cualquier actividad que requiere un estrés o esfuerzo poco razonable por parte del equipo, que provoque cuellos de botella (acumulación de tareas en una determinada fase del proceso), o tiempos muertos, como consecuencia de una mala planificación, son el origen de *Muri*.

²⁰⁶ Ver Nota 172. *Muda* significa "desperdicio" (Kenkyusha, 2003), y es un concepto clave en la mejora de procesos lean y el Sistema de Producción Toyota (TPS) como uno de los tres tipos de desviación de *asignación óptima de recursos*, junto con *mura* y *muri* (Emiliani, et al., 2007).

Hay dos tipos de muda (Lean Lexicon, 2017):

Tipo I de Muda: no agrega valor, pero es inevitable por las herramientas y tecnologías actuales. Un ejemplo sería la inspección de las soldaduras para garantizar que sean seguras. Tipo II de Muda: puede eliminarse inmediatamente. Estos contribuyen al desperdicio, incurren en costos ocultos y deben eliminarse (Sayer & Williams, 2012).

10.4.Propuestas de mejora

Se propone la aplicación de las herramientas ágiles para solventar los problemas derivados de la sobreasignación y de las interrupciones de flujo, mediante las siguientes líneas de mejora:

- Estandarizar los procesos de asignación de recursos con un modelo de asignación iterativo.
- Visualizar la velocidad de producción planificada y real.
- Visualizar la asignación de recursos planificada y real.

10.4.1. Definición de un modelo de gestión evolutivo para la asignación de recursos en los equipos de gestión y de diseño

En este apartado se define un modelo evolutivo, basado en los procesos de la Norma 21500 y en las comunicaciones que se han establecido en las cuatro iteraciones identificadas en el capítulo anterior, *Análisis y Evaluación*; y que sea de aplicación por el equipo del cliente con la finalidad de solventar el problema identificado: el departamento de Arquitectura no ha finalizado un determinado número de proyectos en el plazo estimado, interrumpiendo el flujo de procesos con otros departamentos.

10.4.1.1. Modelo incremental iterativo basado en las comunicaciones y en los procesos de la Norma ISO 21500

En este apartado se expone la adaptación de los grupos de procesos de la Norma ISO 21500 a un modelo evolutivo basado en incrementos iterativos. En cada una de las fases o iteraciones se aplican una serie de procesos que se agrupan en cinco grupos de procesos: *inicio, planificación, implementación, control y cierre*.

La evaluación de los resultados del capítulo anterior, ha determinado que el trabajo es concurrente, y se han definido los procesos que se solapan en distintas fases del proyecto. La información contenida en los entregables que constituyen las salidas de la mayor parte de los procesos crece y evoluciona conforme avanza el proyecto.

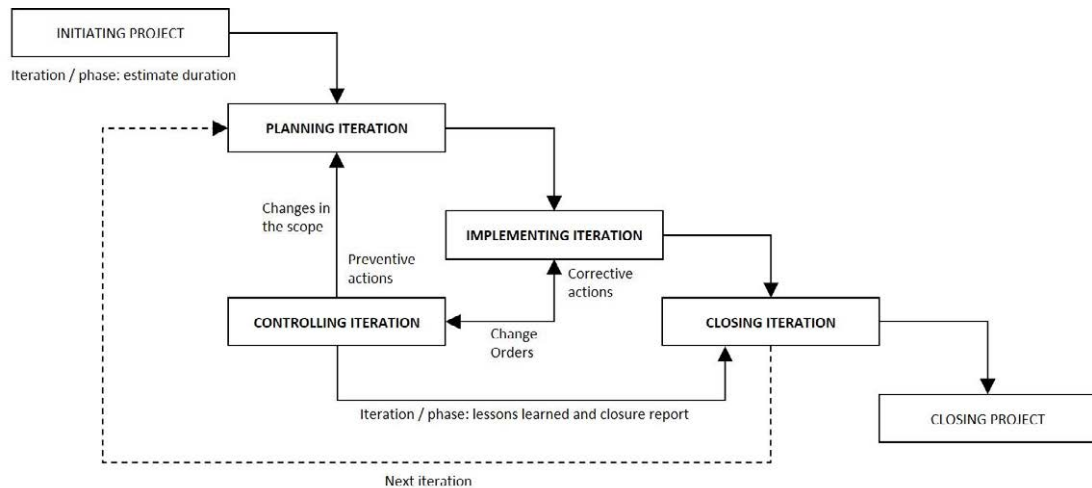


Figura 40. Interacciones de los grupos de procesos ISO 21500, adoptando un modelo iterativo

En la Figura 41 se muestran las interacciones entre los grupos de procesos, que agrupan los procesos definidos por la Norma ISO 21500. Los resultados del análisis realizado en el capítulo anterior han permitido determinar que algunos entregables del proyecto, como el acta de constitución (*project charter*), el plan de proyecto (*project plan*), o el informe de cierre (*closure report*), son puntuales y se realizan una única vez en el desarrollo del proyecto. En cambio, hay otros componentes del proyecto que crecen y evolucionan en paralelo al desarrollo del proyecto. Los procesos de planificación se solapan, y la estructura de desglose del proyecto (*project breakdown structure*) evoluciona de forma incremental en las sucesivas iteraciones, a medida que lo hace la lista de tareas (*tasks list*) y la lista de requisitos (*requirements list*), variando a su vez en función de nuevos requisitos en el alcance del proyecto (*project scope*). El listado de lecciones aprendidas (*lessons learned*) también evoluciona a lo largo del ciclo de vida del proyecto, y es la base del conocimiento de los miembros del equipo que, junto a los planes de proyecto, constituyen el *know how* de la organización.

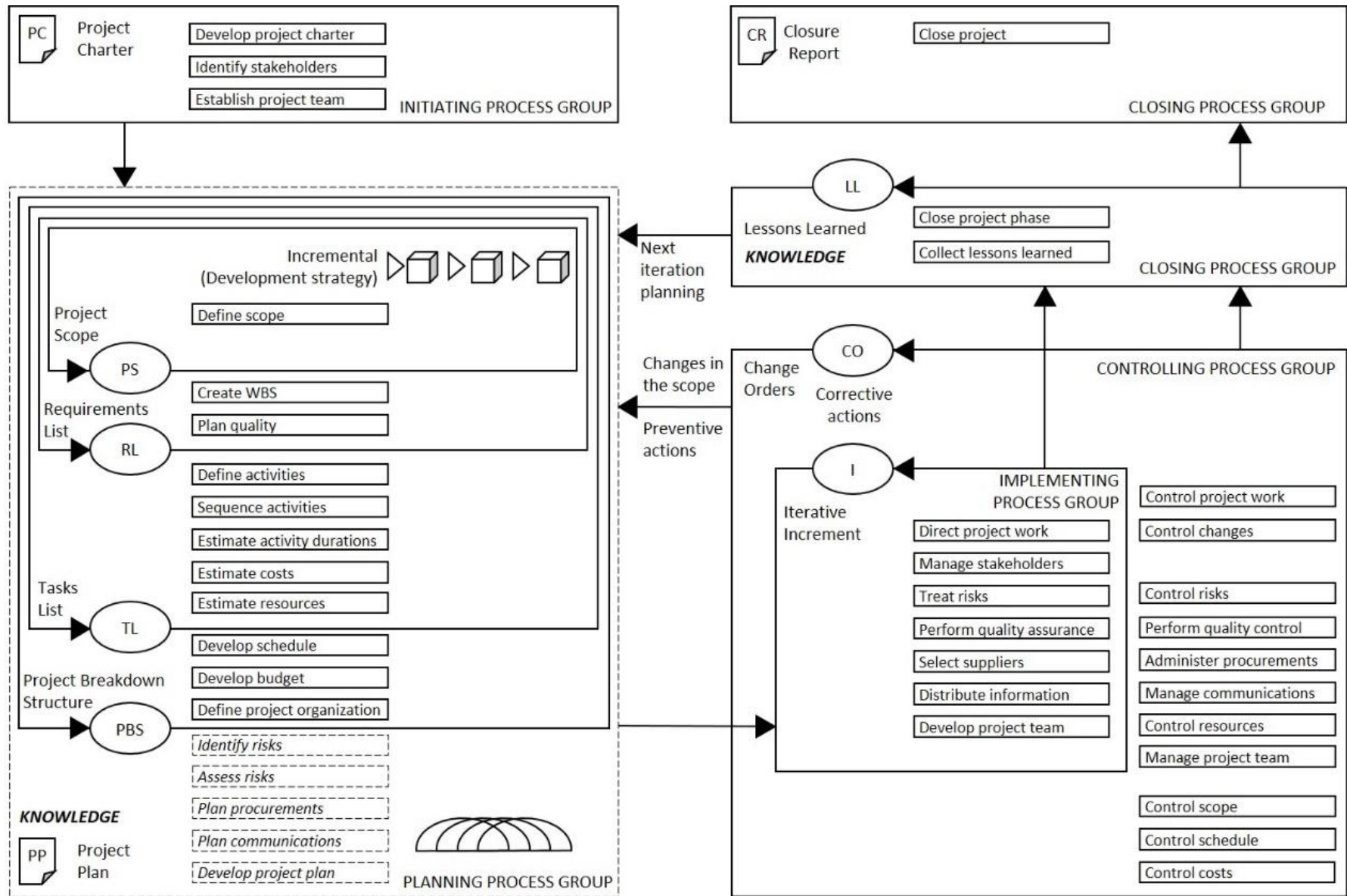


Figura 41. Entradas y salidas que se establecen entre las interacciones de los grupos de procesos ISO 21500 adoptando un modelo iterativo

10.4.1.2. Conclusiones obtenidas de la definición del modelo de gestión propuesto para la asignación de recursos en los equipos de gestión y de diseño

En el primer ámbito de la Investigación “*Modelos de gestión*”, se han analizado los flujos de comunicación para determinar que el modelo de gestión de los proyectos de reforma en el sector *retail*, es evolutivo y no predictivo. En este apartado se ha propuesto un modelo de gestión evolutivo basado en iteraciones. Cada iteración se planifica por separado, permitiendo actualizar la asignación de los recursos en cada iteración, dependiendo de la carga de trabajo de los recursos que desarrollan varios proyectos simultáneamente. En cada iteración, la estructura de las actividades del proyecto evoluciona.

A continuación, se propone la aplicación de las herramientas ágiles que permiten planificar la asignación de los recursos en cada iteración del proyecto.

10.4.2. Aplicación de las herramientas de información ágiles para visualizar el trabajo en la producción de los entregables de diseño

Se propone la aplicación de las métricas ágiles con la finalidad de hacer reajustes en la asignación de los recursos en cada iteración, para entregar en el plazo estimado sin afectar a la calidad. El análisis realizado en el capítulo anterior ha determinado que los procesos se descomponen en actividades asociadas a la producción del diseño o a la gestión del proyecto. El esfuerzo asociado a las actividades de producción del diseño sí se puede estimar. En cambio, no es posible estimar el trabajo asociado a las actividades de gestión.

El análisis realizado en este capítulo, ha permitido determinar el trabajo asociado a la ejecución de las actividades, y los plazos estimados para la producción de los

entregables. En este apartado se expone la adaptación de los gráficos ágiles para planificar la velocidad y medir el avance del trabajo. Los retrasos en la producción de los entregables condicionan el flujo de trabajo del resto de departamentos de la organización. Por lo tanto, además de visualizar la velocidad de producción de los entregables de diseño (trabajo y tiempo), se pretende también visualizar la planificación de la producción del material y su envío a obra, para evitar la descoordinación con otros departamentos de la organización, incorporando los siguientes indicadores:

- Indicador para la petición y orden de compra de materiales y acabados, y recepción en obra de los mismos.
- Indicador para la fabricación del mobiliario y recepción en obra del mobiliario.
- Indicador para la petición y orden de compra del material de decoración, y la recepción del material de decoración y del textil, calzado y accesorios.

10.4.2.1. Aplicación de la herramienta *product backlog* para planificar el trabajo y la consecución de los hitos

En la Tabla 37 se muestra la aplicación del *product backlog*, pila del producto o lista de requisitos, comúnmente empleada en desarrollo de *software*. Para no comprometer la fecha de apertura, las historias de usuario aparecen en secuencia desde el final hasta el inicio, en función de las *historias* antecesoras. El director de proyecto estima el trabajo en horas o en puntos de esfuerzo para cada incremento producido por el equipo de diseño.

Con los valores obtenidos, se determina cuántos recursos son necesarios para la producción de los entregables. En las dos primeras columnas del gráfico se muestran los campos del *product backlog* estándar: las historias de usuario y los recursos ejecutores. También se visualiza el esfuerzo estimado para cada historia de usuario, en la columna correspondiente al “Esfuerzo” (E).

Los equipos son los siguientes:

- Equipo del Cliente, con sus correspondientes equipos de gestión (PMT) y de diseño (IDPT).
- Equipo de la Ingeniería Local, que valida y produce el resto de entregables.
- Otras partes interesadas, tales como organismos sectoriales, propiedad, o Equipos de Coordinación de Obras Privativas.

También muestra el esfuerzo acumulado, los entregables que constituyen las salidas de los procesos y el número de semanas necesarias para su producción. En la última columna se representa el número de recursos necesarios para producir el entregable en plazo estimado y considerando el trabajo o esfuerzo estimado, es decir, sin disminuir los estándares de calidad. Tal como se observa en el gráfico, el equipo de diseño (IPDT) debe producir el estudio de zonificación (*layout for approval*) en dos semanas. Se estiman 80 puntos de esfuerzo (*horas*) en su elaboración, por lo que es necesario un recurso del equipo. En cambio, para la producción del proyecto de diseño (*detail drawings*) se estiman 120 puntos de esfuerzo, motivo por el cual, son necesarios dos recursos del equipo de diseño.

Con los valores representados, es posible elaborar el diagrama de avance o *burn-up*. No obstante, además de visualizar la velocidad de producción de los entregables de diseño (trabajo y tiempo), en la parte inferior del *product backlog*, se incluyen las historias de usuario del equipo de gestión (PMT) relacionadas con el envíos del material a obra: petición y orden de compra de materiales y acabados, y recepción en obra de los mismos; fabricación del mobiliario y recepción en obra del mobiliario; petición y orden de compra del material de decoración, y la recepción del material de decoración y del textil, calzado y accesorios.

Tabla 37. Aplicación del *product backlog* o pila del producto

PRODUCT BACKLOG		PLANNING			EFFORT		
TEAMS	USER STORY	W.	SCHEDULE	DELIVERY	W.	E.	C.E.R.
PMT/IDPT-CT	Construction + Inspections	11	Hand over (As built)	19/09/2018	34	16	248 1
PMT/IDPT-CT	Demolition	1	Asset after demolition	04/07/2018	23	32	232 1
Local ENG	Pre-start construction	1	Construction Start	27/06/2018	22	0	200 -
City Hall	Permits	6	Permits obtained	20/06/2018	21	0	200 -
Local ENG	Project - changes	1	Permits application	09/05/2018	15	0	200 -
Land Lord	Landlord review	1	LL comments	02/05/2018	14	0	200 -
IDPT - CT	Project - changes	1	LL project reception	25/04/2018	13	0	200 -
Owner	Owner review	1	Owner pr. reception	18/04/2018	12	0	200 -
Local ENG	Construction Set Production	3	Construction Set	11/04/2018	11	0	200 -
IDPT - CT	Detail drawings Product.	2	Detail drawings	21/03/2018	8	120	200 2
Local ENG	Layout review Production	1	Layout reviewed	07/03/2018	6	0	80 -
IDPT - CT	Layout Production	2	Layout for approval	28/02/2018	5	80	80 1
Local ENG	Survey Production	1	Survey	14/02/2018	3	0	0 -
PMT - CT	PM Review and acceptance	2	Info and doc review	07/02/2018	2	0	0 -
EXP - CT	New project notification	0	Project Charter	24/01/2018	0	0	0 -
	Container CT.3	3	Reception CT.3	05/09/2018	32	-	- -
	Shipping	5	Customs	11/07/2018	24	-	- -
PMT - CT	Material production MAT.3	2	Request MAT.3	27/06/2018	22	-	- -
	Container CT.2	1	Reception CT.2	08/08/2018	28	-	- -
	Shipping	5	Customs	27/06/2018	22	-	- -
PMT - CT	Material production MAT.2	4	Request MAT.2	30/05/2018	18	-	- -
	Container CT.1	1	Reception CT.1	25/07/2018	26	-	- -
	Shipping	5	Customs	13/06/2018	20	-	- -
PMT - CT	Material production MAT.1	5	Request MAT.1	09/05/2018	15	-	- -

W. = Weeks / E. = Effort / C.E = Cumulative Effort / R. = Resources needed (IDPT).

INTERNAL TEAMS: - PMT / IDPT / EXP - CT = Project Management Team / Integrated Design Project Team / Expansion Department (Client Team).

EXTERNAL TEAM: Local ENG = Local Engineering Team.

10.4.2.2. Aplicación del gráfico burn-up para planificar el trabajo en la producción de los entregables de diseño

La siguiente aportación ha consistido en aplicar el gráfico *burn-up* con la finalidad de visualizar la velocidad del equipo de diseño y, en función de ella, determinar la fecha de entrega de los sucesivos incrementos. El gráfico de producto o *burn-up* es la representación visual del *product backlog*, que incorpora la variable velocidad, tal como se muestra en la Figura 42.

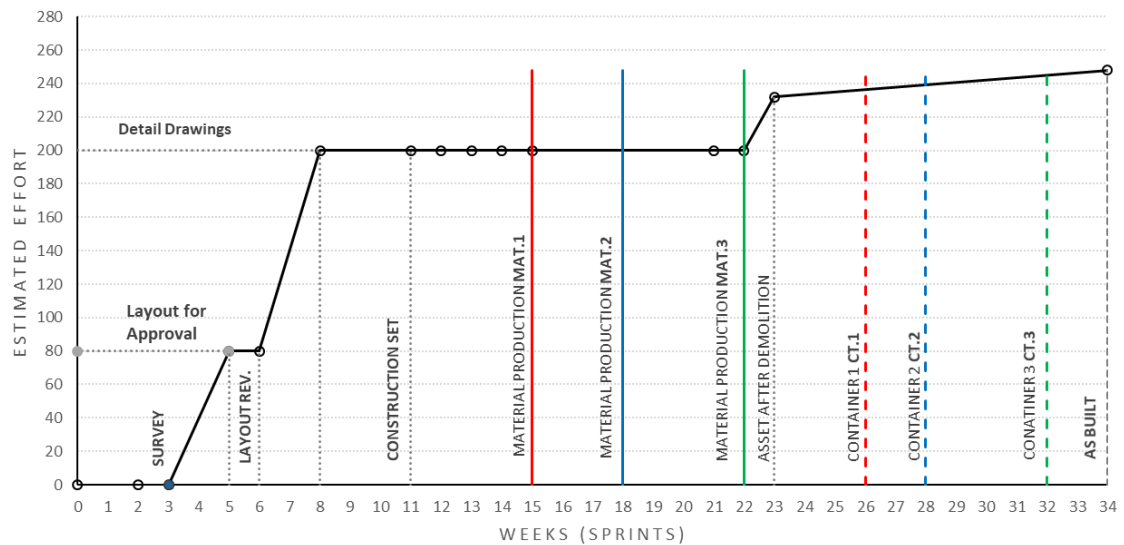


Figura 42. Aplicación del gráfico de planificación *burn-up*

Tal como muestra el gráfico, se determinan los entregables solicitados por el equipo del cliente, con plazos determinados, definiendo un desarrollo incremental iterativo: *“El marco de producción emplea técnicas de tiempo prefijado o timeboxing para mantener la producción de incrementos del producto de forma cíclica y continua”*²⁰⁷. La duplicidad de equipos conlleva la aparición de tiempos muertos en los intervalos de tiempo en los que el equipo está a la espera de recibir *feedback* por parte de los equipos externos.

Como se ha comentado en la propuesta del modelo evolutivo basado en iteraciones, se propone un modelo de asignación de recursos en cada iteración del proyecto, sin comprometer la fecha final. Una vez establecida la fecha de apertura, y con la finalidad de evitar interrupciones de flujo y sobreasignación, que puedan poner en riesgo el cumplimiento de plazos para llegar a la fecha, en cada iteración se realiza el aseguramiento de la velocidad planificada. Si fuera necesario, se realiza un reajuste de los recursos para evitar desviaciones. Como se ha comentado anteriormente, hay dos tipos de desviaciones, dependiendo de si se mantiene la

²⁰⁷ Scrum Manager, 2017. Concepts. 1.-Development, página 59. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

velocidad constante o si disminuye; siguiendo la analogía con el apartado 10.3.Análisis:

- (I) *Problema*: se mantiene la velocidad constante. Aumenta el trabajo (eje Y), por lo tanto, aumenta el plazo de producción (eje X).

La causa del aumento del trabajo, es el *re-trabajo (mudas)* por la producción de varias versiones del mismo entregable.

Mejora: Si hubiera que hacer varias versiones del mismo entregable, en lugar de mantener la velocidad constante, se evita el problema aumentando la velocidad, asignando recursos disponibles.

- (II) *Problema*: disminuye la velocidad. El trabajo es el mismo que el planificado (eje Y), por lo tanto, aumenta el plazo de producción (eje X).

La causa del aumento del plazo de producción es debido a las interrupciones de flujo (*muras*) y a la sobreasignación del recurso (*muris*): no varía el trabajo de un proyecto en concreto, pero está produciendo simultáneamente entregables de otros proyectos.

Mejora: Aumentar la velocidad, asignando otros recursos disponibles.

El gráfico *burn-up* se emplea en proyectos de *software* para determinar cuándo tendrán lugar las distintas versiones del prototipo, a partir de la velocidad deseada; es decir, para determinar los plazos de entrega. Como herramienta de planificación al inicio del proyecto, permite realizar una primera estimación de plazos y de recursos; y proponer la fecha de apertura, hito de decisión crítico, ya que condiciona al resto de los equipos y al resto de los departamentos de la organización. Son dos las diferencias que presentan los proyectos de estudio con los proyectos de *software*:

- *La fecha de apertura*. En los proyectos de *software*, el proyecto no tiene un final determinado ni una velocidad ideal a la que el equipo debería ajustarse. En cambio, en los proyectos de reforma en el sector *retail*, el final sí está determinado: es la fecha de apertura. Por este motivo, se propone *re-*

planificar (iterativamente) sobre la marcha la velocidad de producción de los incrementos.

- *La duplicidad de equipos.* Aparecen tiempos muertos asociados a los intervalos de tiempo en los que el otro equipo está validando o produciendo los entregables.

El gráfico de producto *burn-up* también puede ser de aplicación por el equipo de la ingeniería local. A partir de la estimación de plazos del equipo del cliente, se puede obtener la velocidad requerida en función del trabajo asociado a la producción de cada entregable. La calidad de los entregables por lo general es un requisito de alto nivel, y condiciona la velocidad media del equipo. Cuando no hay recursos de apoyo disponibles, y se desea cumplir con la velocidad prevista sin comprometer la calidad de los entregables, no queda otra alternativa que ampliar el tiempo de producción. Esta situación genera contradicciones, ya que la ingeniería local presta los servicios al cliente, y la calidad del servicio en este tipo de proyectos está relacionada en mayor medida con los plazos de entrega que con la calidad de los entregables. No obstante, reducir la calidad de los entregables supone deficiencias en el diseño y un aumento de órdenes de cambio y de requerimientos por parte de los organismos sectoriales que conceden los permisos. Considerando esta situación, resulta esencial ser críticos con cada proyecto, y con el nivel de detalle o la calidad de los entregables, ya que en ocasiones el exceso de calidad no aporta valor al resultado y compromete la fecha de entrega.

Es posible prever la aparición de los *tiempos muertos* en el flujo de producción de diseño. En aquellos intervalos de tiempo en los que el incremento del trabajo es nulo, los recursos asignados no tienen carga de trabajo, por lo que pueden desempeñar actividades de otros proyectos que están siendo desarrollados por el equipo. Por lo tanto, además de ser una herramienta de planificación, el gráfico *burn-up* es un indicador de disponibilidad en proyectos de reforma en el sector *retail*, donde hay duplicidad de equipos multi-proyecto.

10.4.2.3. Aplicación del gráfico burn-down para visualizar el avance del trabajo en la producción de los entregables de diseño

El gráfico de avance o *burn-down*, como herramienta de seguimiento y control, visualiza el trabajo pendiente por realizar según avanza la escala temporal, mostrando las semanas restantes hasta la fecha de apertura. En los proyectos de construcción en el sector *retail*, localizados por lo general en centros urbanos y en recintos comerciales en funcionamiento, el acopio de material es complicado que en proyectos de obra nueva o en ubicaciones más accesibles. Los envíos de los contenedores requieren una planificación exhaustiva. El proceso constructivo supone una restricción en los envíos aéreos y marítimos de material, por lo que estos han de realizarse una vez concretadas las fechas de inicio y fin de la fase de construcción. Por este motivo, el gráfico del avance real del proyecto o *burn-down* es idóneo para visualizar, además de la velocidad real del equipo de diseño, las fechas de recepción de los contenedores. Y, en función de estas fechas, los plazos mínimos de fabricación y plazos límite de envío de la mercancía.

Una particularidad de las métricas ágiles es el concepto de medida, “*cuánto esfuerzo queda por realizar*”, en lugar de “*cuánto esfuerzo se lleva realizado*”. El objetivo principal en los proyectos analizados es el plazo, y la correspondiente velocidad en la ejecución de las actividades. En la gestión tradicional de proyectos, sin embargo, se planifica del inicio al final y se mide el trabajo realizado. En el gráfico representado en la Figura 43 se muestra el trabajo pendiente por realizar según avanza la escala temporal, visualizando las semanas restantes hasta la fecha de apertura.

El *product backlog* es un documento *vivo*, que evoluciona en paralelo al proyecto. Tal como se muestra en la Tabla 38, la desviación de plazo producida en la historia de usuario “*aceptación y revisión por parte del director de proyecto*” (*PM Review and acceptance*), se ha compensado reduciendo los plazos de producción del estudio de zonificación (*layout for approval*) y del proyecto de diseño (*detail drawings*), aumentando el número de recursos para no disminuir la calidad de los entregables.

Tabla 38. Aplicación del *product backlog* o pila del producto una vez iniciado el proyecto

PRODUCT BACKLOG		PLANNING			EFFORT		
TEAMS	USER STORY	W.	SCHEDULE	DELIVERY	W.	E.	C.E.R.
PMT/IDPT-CT	Construction + Inspections	11	Hand over (As built)	19/09/2018	34	16	248 1
PMT/IDPT-CT	Demolition	1	Asset after demolition	04/07/2018	23	32	232 1
Local ENG	Pre-start construction	1	Construction Start	27/06/2018	22	0	200 -
City Hall	Permits	6	Permits obtained	20/06/2018	21	0	200 -
Local ENG	Project - changes	1	Permits application	09/05/2018	15	0	200 -
Land Lord	Landlord review	1	LL comments	02/05/2018	14	0	200 -
IDPT - CT	Project - changes	1	LL project reception	25/04/2018	13	0	200 -
Owner	Owner review	1	Owner pr. reception	18/04/2018	12	0	200 -
Local ENG	Construction Set Production	3	Construction Set	11/04/2018	11	0	200 -
IDPT - CT	Detail drawings Product.	1	Detail drawings	21/03/2018	8	120	200 3
Local ENG	Layout review Production	1	Layout reviewed	14/03/2018	6	0	80 -
IDPT - CT	Layout Production	1	Layout for approval	07/03/2018	5	80	80 2
Local ENG	Survey Production	1	Survey	28/02/2018	3	0	0 -
PMT - CT	PM Review and acceptance	4	Info and doc review	21/02/2018	2	0	0 -
EXP - CT	New project notification	0	Project Charter	24/01/2018	0	0	0 -

W. = Weeks / E. = Effort / C.E = Cumulative Effort / R. = Resources needed (IDPT).

INTERNAL TEAMS: - PMT / IDPT / EXP - CT = Project Management Team / Integrated Design Project Team / Expansion Department (Client Team).

EXTERNAL TEAM: Local ENG = Local Engineering Team.

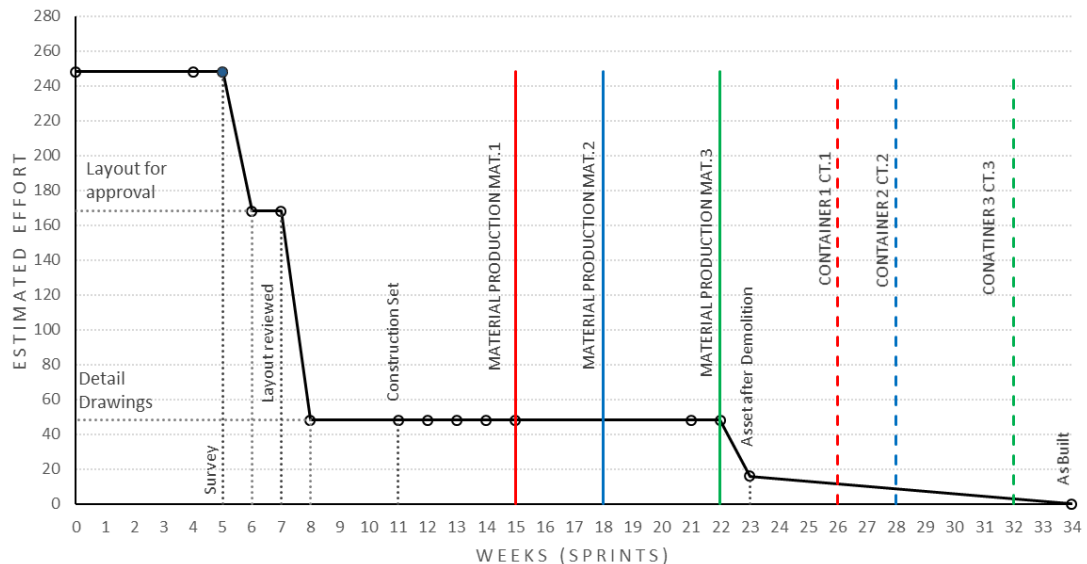


Figura 43. Aplicación del gráfico de avance *burn-down*

La mayor parte del esfuerzo requerido por el equipo de diseño corresponde a las fases tempranas. En este tipo de proyectos, se invierte menos tiempo en la fase de construcción que en la planificación y en la definición detallada del producto. Para la fase de construcción puede resultar adecuado emplear sistemas de visualización tradicionales, como los diagramas de barras o el diagrama de Gantt. Para las fases tempranas resulta necesario visualizar posibles desviaciones del esfuerzo previsto para las actividades empleando herramientas ágiles.

10.4.2.4. Conclusiones obtenidas de la aplicación de las herramientas de información ágiles para visualizar el trabajo de producción de los entregables de diseño

En este apartado se ha propuesto la aplicación de las métricas ágiles para visualizar la velocidad estimada y la velocidad real de los equipos de diseño. Debido al tamaño de los proyectos de *retail*, con unos plazos más ajustados que otros proyectos del sector de la construcción, los equipos desarrollan varios proyectos simultáneamente, circunstancia que provoca la sobreasignación de recursos. La asignación continuada de actividades de varios proyectos a los distintos miembros del equipo interrumpe el flujo de producción de un proyecto concreto. La simultaneidad de proyectos puede provocar la acumulación de actividades en un mismo recurso, sin capacidad para ejecutar el diseño correctamente.

Medir la velocidad tiene como finalidad mejorar los plazos de producción con los recursos disponibles, sin comprometer los estándares de calidad de los entregables, evitando, por lo tanto, reducir el esfuerzo o trabajo. Se ha propuesto la aplicación de las métricas ágiles como herramientas de planificación y de seguimiento y control:

- Considerando la velocidad como *cantidad de trabajo realizada por unidad de tiempo*, es posible identificar aquellas fases donde el incremento de trabajo es nulo, y determinar la duración de los tiempos muertos, asociados a la validación de los entregables por parte del otro equipo. Estas interrupciones

de flujo determinan la disponibilidad de los recursos para desempeñar actividades de otros proyectos. Como medida preventiva en la fase de planificación, también permite visualizar la producción de aquellos incrementos que requieren un mayor esfuerzo, y, por lo tanto, un mayor número de recursos.

- Medir la velocidad real en las fases posteriores permite comparar con la velocidad prevista. Determina posibles desviaciones y posibilita aplicar medidas correctivas para cumplir con los plazos de entrega. Ante la necesidad de reducir algún plazo de producción, mantener la velocidad prevista en menos tiempo supone ajustar la calidad de los entregables a los recursos disponibles, siendo preferible aumentar la velocidad incrementando el número de recursos. En esta Investigación se ha propuesto aumentar la velocidad de producción del equipo del cliente, incrementando el número de recursos.

El gráfico de producto *burn-up* y el gráfico de avance *burn-down* visualizan la planificación y el avance del trabajo para un único proyecto. En el siguiente apartado se plantea la posibilidad de aplicar herramientas ágiles para visualizar simultáneamente el estado de varios proyectos y la carga de trabajo de los recursos, con la finalidad de asignar las actividades en función de la disponibilidad.

10.4.3. Diseño de herramientas de comunicación para asignar recursos y regular el flujo de trabajo

En este apartado se propone el diseño de una herramienta de comunicación para asignar recursos y que evite simultáneamente las *muras*, *muris* y *mudas*. En algunos equipos multi-proyecto, donde son constantes las interrupciones en el flujo de trabajo por la entrada de actividades no previstas o por la asignación de actividades de otros proyectos, resulta necesario visualizar la disponibilidad de los recursos, para evitar la sobreasignación de tareas, y, en consecuencia, deficiencias en el resultado.

En esta Investigación se han identificado las necesidades de visualización de la organización; y a continuación, se exponen las propuestas que visualizan la información deseada. En primer lugar, se plantea la posibilidad de aplicar herramientas ágiles para visualizar simultáneamente el estado de varios proyectos y los recursos asignados a los mismos. Esta propuesta, al igual que las anteriores, ha sido validada en el equipo del cliente. En segundo lugar, para visualizar las actividades en las que se descomponen las historias de usuario o procesos, y para visualizar la carga de trabajo individual de cada recurso, se propone un tablero que permite controlar la entrada y la salida de las actividades de diferentes proyectos que son ejecutadas por un mismo recurso, así como la matriz de asignación de actividades que unifica ambas propuestas. La validación de esta herramienta se propone como línea futura de investigación, y el desarrollo de la misma se adjunta en el Tomo II de la Tesis.

10.4.3.1. Adaptación del tablero visual *kanban box* para la asignación de proyectos y actividades

La primera aportación es la adaptación del tablero visual *kanban box*, que incorpora la visualización de los recursos responsables del equipo de gestión PMT, *Project Management Team*, y los recursos ejecutores de las actividades del equipo de diseño IDPT, *Integrated Design Project Team*. A diferencia del tablero estándar *kanban box* para el desarrollo de incrementos continuos en una organización multi-proyecto, se plantea asignar los proyectos y las tareas a los recursos, en lugar de asignar los recursos a las tareas.

Como se ha comentado en el capítulo correspondiente al estado del arte, la matriz de responsabilidades RAM, empleando el formato RACI²⁰⁸, visualiza la estructura de descomposición del trabajo (*Work Breakdown Structure, WBS*), y la organización

²⁰⁸ PMI, 2017. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide)*. Project Management Institute. 6th ed.

(Organizational Breakdown Structure, OBS), identificando las actividades en las filas y los recursos en las columnas.

Tal como se muestra en la Figura 44, en esta Investigación se propone la matriz de asignación de actividades, descomponiendo la organización en los recursos responsables del equipo de gestión y en los recursos ejecutores del equipo de diseño. Identifica los responsables en las filas y los ejecutores en las columnas, de modo que el responsable asigna las actividades al ejecutor correspondiente.

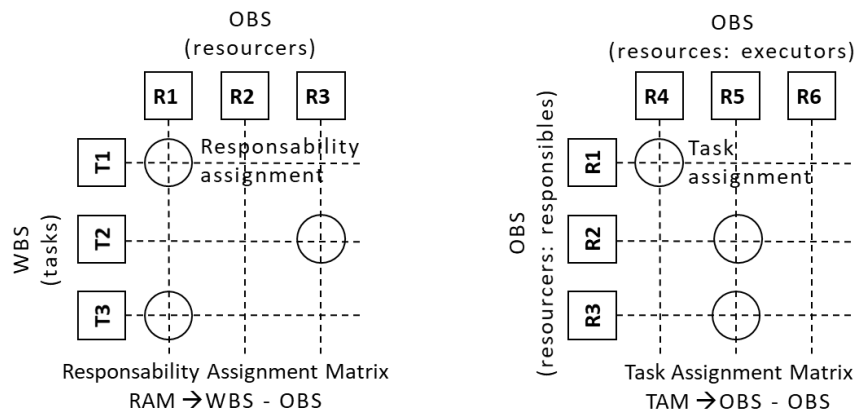


Figura 44. Matriz de responsabilidades y Matriz de asignación de actividades

La Figura 45 muestra la adaptación del tablero visual *kanban box* para ser aplicado por el departamento de Arquitectura que tiene capacidad para gestionar y diseñar 18 proyectos simultáneamente. A diferencia del tablero visual *kanban* estándar, la propuesta regula el WIP, *Work In Process*²⁰⁹, también para cada recurso, y no exclusivamente para las fases.

El departamento está compuesto por el equipo de gestión (PMT) y el equipo de diseño (IDPT). En las filas del tablero se desplazan secuencialmente los proyectos asignados a cada responsable del equipo de gestión. Las columnas del tablero muestran la secuencia de las fases del proyecto (inicio, diseño, licencias, licitación, construcción y puesta en marcha) en las que se producen los siguientes incrementos:

²⁰⁹ El parámetro WIP indica el número máximo de tareas en un área del tablero kanban.

informe técnico (*survey*), estudio de zonificación (*layout*), proyecto de diseño (*detail drawings*), proyecto técnico (*construction set*), proyecto de licitación (*tender*) y proyecto final de obra y puesta en marcha (*as built and commissioning*). La fase de inicio comprende dos sub-fases que engloban procesos de inicio: acta de constitución, con la correspondiente aceptación del proyecto, e informe técnico de viabilidad. En la fase de diseño se identifican los recursos de la fase de diseño, a los que se les asignan las actividades de diseño de cada proyecto.

Con la finalidad de evitar la formación de cuellos de botella, se plantea ajustar el WIP para los proyectos del equipo de gestión, limitando el número máximo de proyectos para cada recurso y también para cada fase. El director de proyecto asigna el diseño a un miembro del equipo de diseño (IDPT) en la columna correspondiente a las nuevas tareas de diseño. Para evitar la sobreasignación, los recursos del equipo de diseño también tienen un número máximo de tareas.

En la Figura 45 se muestran las parejas de fichas que permiten visualizar el estado de cada proyecto y la asignación de los recursos: las fichas grandes representan los proyectos, que se desplazan a lo largo del tablero, en las columnas correspondientes a las fases del equipo de gestión (PMT). Las fichas pequeñas corresponden al diseño de cada proyecto, que se separan de la ficha del proyecto cuando son asignadas al equipo de diseño (IDPT), y pasan del estado “nueva tarea” al estado “en progreso”, y regresan a la ficha grande del proyecto una vez que el diseño ha sido finalizado.

En la Figura 45 se muestra la carga de trabajo de los recursos, y cómo los directores de proyecto PM2 y PM3 tienen un proyecto aceptado con el diseño pendiente de asignar, ya que no hay recursos disponibles del equipo IDPT (se ha definido un WIP de 3 proyectos para cada recurso). PM2 posee un *slot* libre para la entrada de un nuevo proyecto: está gestionando 5 proyectos y el WIP establecido es de 6. No obstante, hasta que no quede libre algún recurso del equipo de diseño, el nuevo proyecto asignado se mantiene en cola de producción.

		TEAM: PMT		TEAM: IDPT						TEAM: PMT			
		Increment: Survey		Increment: Layout + Detail drawings						Increment: Construction Set + Tender + As built			
		Phase: Initiation WIP = 3		Phase: Design WIP = 9						Phase: Permits, Tender, Construction WIP = 3			
		Project Charter	Survey	Design						Tender MW	Tender GC	Construction and Commissioning	
				R 1 WIP = 3		R 2 WIP = 3		R 3 WIP = 3					
		NP	PF - Survey	NT	IP	NT	IP	NT	IP	PF - C.Set	IP	IP	D
TEAM: PMT	PM 1 WIP = 6												
	PM 2 WIP = 6												
	PM 3 WIP = 6												

PMT = Project Management Team / IDPT = Integrated Design Project Team / PM = Project Manager / R = IDPT Resource
 MW = Millwork Contractor / GC = General Contractor / NP = New Project / NT = New Task / PF = Pending Feedback / IP = In Process / D = Done

Figura 45. Adaptación del tablero visual kanban box para los equipos de gestión y diseño que desarrollan simultáneamente varios proyectos donde la producción es secuencial

Una vez que los proyectos son aceptados con el acta de constitución correspondiente, pasan a la fase de viabilidad o *survey*, pendientes de recibir *feedback* por parte de la ingeniería local, con el informe técnico solicitado. Es el entregable necesario para poder comenzar con la producción del diseño. El diseño finalizado se envía a la ingeniería local para su validación, y el director de proyecto queda a la espera de recibir el proyecto técnico con el que se solicitan los permisos y se licita la obra civil. No obstante, durante este tiempo, licita la fabricación y montaje del mobiliario con el proyecto de diseño. Si una vez comenzada la demolición, las órdenes de cambio dieran lugar a alteraciones significativas en el diseño, la ficha de diseño retrocedería al *slot* correspondiente del equipo de diseño (IDPT) para realizar las modificaciones correspondientes en el modelo.

La adaptación del tablero visual *kanban box* para la asignación de proyectos y actividades propuesto en este apartado visualiza simultáneamente el estado de varios proyectos y la carga de trabajo de los recursos, con la finalidad de asignar los proyectos y las actividades en función de la disponibilidad de los recursos. Las tarjetas *kanban* representan los proyectos y las historias de usuario de la pila del producto (*product backlog*) para el equipo de diseño (IDPT): producción del estudio de zonificación (*layout for approval*) y producción del proyecto de diseño (*detail drawings*); y para el equipo de gestión (PMT): aceptación del proyecto, licitación y coordinación de los envíos del material a obra.

Scrum propone la pila del sprint (o *sprint backlog*) para visualizar todas las tareas en las que se descomponen las historias de usuario, para alcanzar el objetivo del *sprint*, siendo útil, ya que *descompone el proyecto en unidades de tamaño adecuado para monitorizar el avance a diario, e identificar riesgo y problemas sin necesidad de procesos de gestión complejos*²¹⁰. El formato adecuado es una hoja de cálculo, pizarra, pared o “*herramienta colaborativa o de gestión de proyectos*”.

²¹⁰ Scrum Manager, 2017. Sprint Backlog, página 25. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

La pila del sprint (o *sprint backlog*) es de aplicación por equipos que desarrollan un único proyecto. A continuación, se propone una herramienta que permite visualizar las actividades en las que se descomponen los procesos o historias de usuario, con la finalidad de visualizar la disponibilidad de los recursos de una organización multi-proyecto, que permite determinar la carga de trabajo de cada recurso y asignar actividades en la matriz de asignación.

10.4.3.2. Diseño del tablero visual *Acel* y matriz *Acel* de asignación

En los equipos que desarrollan un único proyecto, es posible planificar las actividades desde el inicio para el proyecto completo (*gestión predictiva*) o para cada fase del modelo iterativo por separado (*gestión evolutiva*). Sin embargo, en equipos multi-proyecto se modifica y se prioriza el orden las tareas ya planificadas. Ante la dificultad que requiere planificar simultáneamente la producción del modelo o prototipo de todos los proyectos, se propone un desarrollo de autogestión basado en la producción continua de incrementos, en lugar de iterativa. A diferencia del tablero *kanban box*, se planifica la producción para cada recurso, en lugar de la producción para cada proyecto.

El tablero visual *Acel* es una herramienta de autogestión de control de flujo de trabajo para una persona que desarrolla varios proyectos simultáneamente. A diferencia de otras herramientas de visualización, incluye un móvil de avance temporal que arrastra las tareas para mantener el flujo continuo de trabajo. Siguiendo el planteamiento de medición ágil, visualiza el trabajo que falta por realizar, no el trabajo realizado²¹¹. Las herramientas ágiles revisadas en el *Estado del Arte*, y analizadas en el capítulo *Análisis y Evaluación*, visualizan la escala temporal para un desarrollo basado en incrementos iterativos, pero no basado en incrementos continuos.

²¹¹ Scrum Manager, 2017. *Visual management kanban for continuous increment*, página 62. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.*

Para configurar el tablero, en primer lugar, es necesario determinar la duración del ciclo de trabajo. Para ello, la organización determina el número de días que le interesa visualizar la planificación de tareas correspondiente. En la Figura 46 se muestra el tablero visual para un ciclo de trabajo de 5 días. En segundo lugar, se determina el número de actividades máximo para cada ciclo de trabajo, si todas las actividades tienen una duración similar. En caso contrario, se puede cuantificar en función del esfuerzo, por ejemplo, 40 horas de trabajo para un ciclo de trabajo de 5 días.

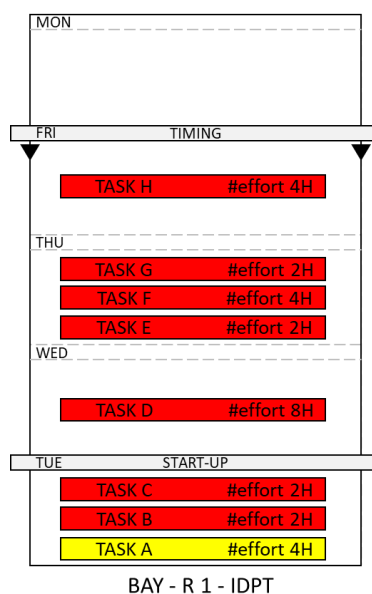


Figura 46. Tablero visual Ace/

El tablero visual permite variar el orden de las tareas que han entrado en flujo de producción, en función de la prioridad en la ejecución de las mismas. El móvil de avance temporal se desplaza según transcurre el tiempo, arrastrando las tareas. Permite controlar el flujo de trabajo, siguiendo el ejemplo anterior, limitando el valor del WIP a 40 horas de esfuerzo por ciclo de trabajo. El responsable del tablero prioriza las tareas según el orden de salida de las mismas.

El tablero está subdividido por el móvil de avance temporal (temporizador o *timing*) y por el fijo de puesta en marcha (*Start-up*). Las actividades en producción se sitúan en la base del tablero, por lo que las fichas de las actividades se mueven hacia la

parte inferior. Entre el fijo y el móvil se encuentra el área donde se sitúan las tareas planificadas a ser ejecutadas en el ciclo de trabajo previsto. Por debajo del fijo de puesta en marcha se colocan las actividades que han de ser ejecutadas ese mismo día. Y por encima del móvil se colocan las actividades del siguiente ciclo de trabajo. El indicador WIP determina, para un ciclo de trabajo de 5 días:

- Trabajo total: No puede ser superior al esfuerzo total de un ciclo de trabajo. La Figura 46 muestra un ciclo de trabajo de 40 horas.
- Trabajo de cada actividad: No puede superar el trabajo realizado en un día, es decir, superar 8 horas de trabajo. En caso de ser superior, la actividad se descompone en tareas más pequeñas. Para la estimación del esfuerzo se pueden emplear técnicas como la *estimación de póquer* o la *sucesión de Fibonacci*²¹².
- Trabajo diario: El esfuerzo asociado a las tareas del tablero por debajo del fijo de puesta en marcha, con salida prevista un día concreto, no puede ser superior a las 8 horas de un día de trabajo.

Con la finalidad de visualizar si hay sobreasignación, se propone el diseño de la *celda de disponibilidad*, asociada a las actividades del tablero visual. Se define como *celda de disponibilidad* a la celda de visualización directa de la carga de trabajo o disponibilidad de los recursos del equipo de diseño (IDPT) dimensionada en base a la magnitud *trabajo*. La celda de disponibilidad está asociada al tablero visual, indicando si hay disponibilidad dentro del ciclo de producción previsto. La dimensión de la celda depende de la duración del ciclo de trabajo y de la unidad de medida empleada. En la Figura 47 se muestra la dimensión de una celda para un ciclo de trabajo equivalente a 1 semana y para la unidad de medida del esfuerzo de “1 hora”. El número de filas es el de número de días, y el número de columnas se corresponde

²¹² Cohn, M., 2005. *Agile Estimating and Planning*. New Jersey: Prentice Hall.

con las horas de esfuerzo que se atribuyen a cada día. En este escenario, la celda de disponibilidad contiene los 40 slots correspondientes a las 40 horas de esfuerzo, repartidas entre los 5 días hábiles del ciclo de trabajo y en las 8 horas correspondientes a la jornada laboral diaria.

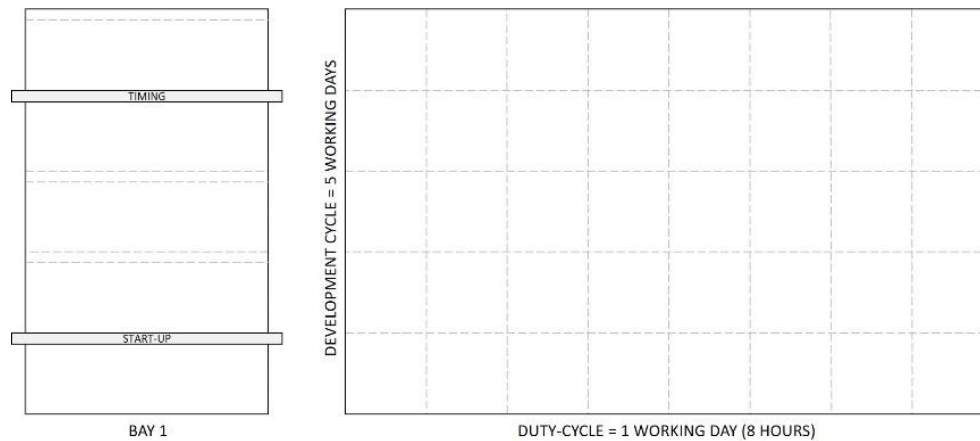


Figura 47. Dimensión de la Celda de disponibilidad

Mediante una escala de grises o atribuyendo colores a las actividades, permite visualizar el estado en el que se encuentran las tareas. La siguiente imagen muestra la asignación de colores:

- *Color rojo (o negro)*. Indicador de actividades que han de ser ejecutadas: para actividades en cola, actividades urgentes, actividades interrumpidas o para una fase o un proyecto entrante.
- *Color amarillo (o gris)*. Indicador de trabajo en evolución: para actividades en desarrollo, fases o proyectos en desarrollo.
- *Color verde (o blanco)*. Indicador de disponibilidad o actividades pendientes de asignación. En este caso, para actividades pendientes de asignación o actividades pendientes de aceptación en el caso de solicitudes a la espera de *feedback*.

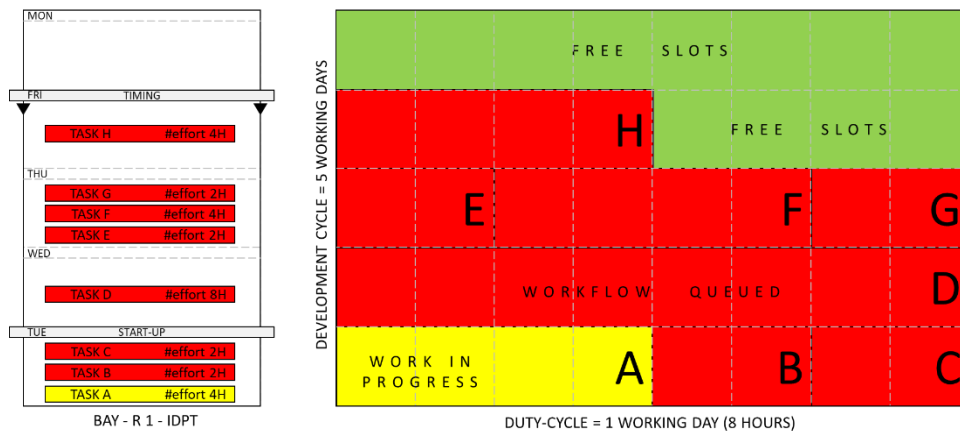


Figura 48. Tablero visual Ace/ y celda de disponibilidad asociada

Una vez definida la celda de disponibilidad para un recurso, se determina a continuación la herramienta que visualiza la disponibilidad de todos los recursos de un mismo equipo.

La *matriz Acel de asignación* es la herramienta de comunicación empleada para la asignación de actividades en un equipo de especialistas o polivalente, donde la producción de incrementos para cada proyecto es libre o secuencial. La matriz visualiza el flujo de producción del equipo de diseño. La lectura por filas de la matriz visualiza las actividades de los proyectos asignados a cada responsable del equipo de gestión (PMT). Cada columna de la matriz contiene las actividades asignadas a cada recurso del equipo de diseño (IDPT).

La *matriz Acel de asignación* se define como una herramienta de comunicación visual que permite generar el *feedback* necesario entre los responsables y los ejecutores, dejando constancia de que la información ha llegado, es decir, que la asignación de tareas ha sido aceptada y las tareas han entrado en el flujo de producción del equipo. Visualiza el flujo de trabajo de todos los recursos que desarrollan simultáneamente varios proyectos.

La interfaz de la herramienta permite identificar los slots disponibles en la celda de disponibilidad de cada recurso del equipo de diseño (IDPT). El director de proyecto visualiza la carga de trabajo de los recursos, y en función de ella, envía la solicitud

arrastrando las fichas de las “*actividades pendientes de asignación*” al recurso asignado en la celda correspondiente de la matriz.

La *matriz Acel de asignación* dispone de tantas columnas como integrantes haya en el equipo de diseño, y de tantas filas como directores de proyecto haya en la organización. En la Figura 49 se muestra la *matriz Acel de asignación* de un equipo formado por 3 recursos del equipo de gestión (PMT) y 3 recursos del equipo de diseño (IDPT). Las actividades de la celda de disponibilidad que se muestran en la Figura 48, se representan en la columna del Diseñador 1 (R1), y la carga de trabajo se reparte entre las filas correspondientes a cada responsable del proyecto.

Cada movimiento que se realiza en el tablero visual *Acel*, es representado en la celda de asignación correspondiente. Permite disponer de la información actualizada y visualizar los *slots* disponibles del equipo de diseño.

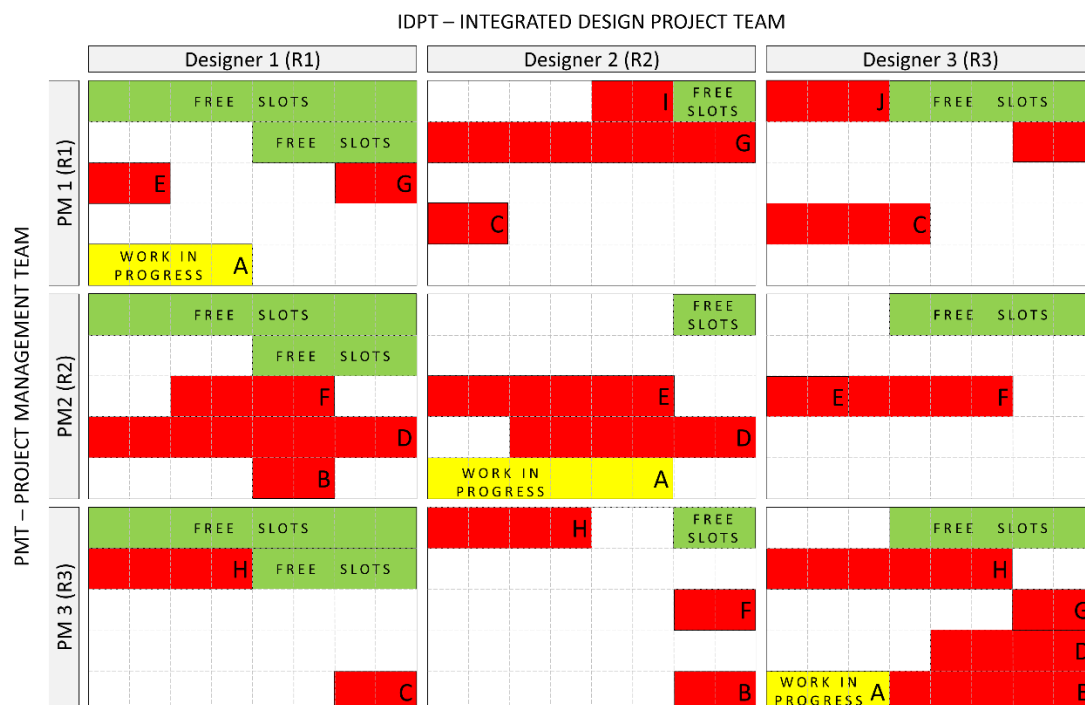


Figura 49. Matriz Acel de asignación

Por último, *la matriz Acel de asignación faseada* permite visualizar el contenido de la matriz en función de la secuencia en la producción de los incrementos. Se añade un parámetro a la matriz, *fases*, que se corresponde con las cuatro iteraciones determinadas en el capítulo anterior.

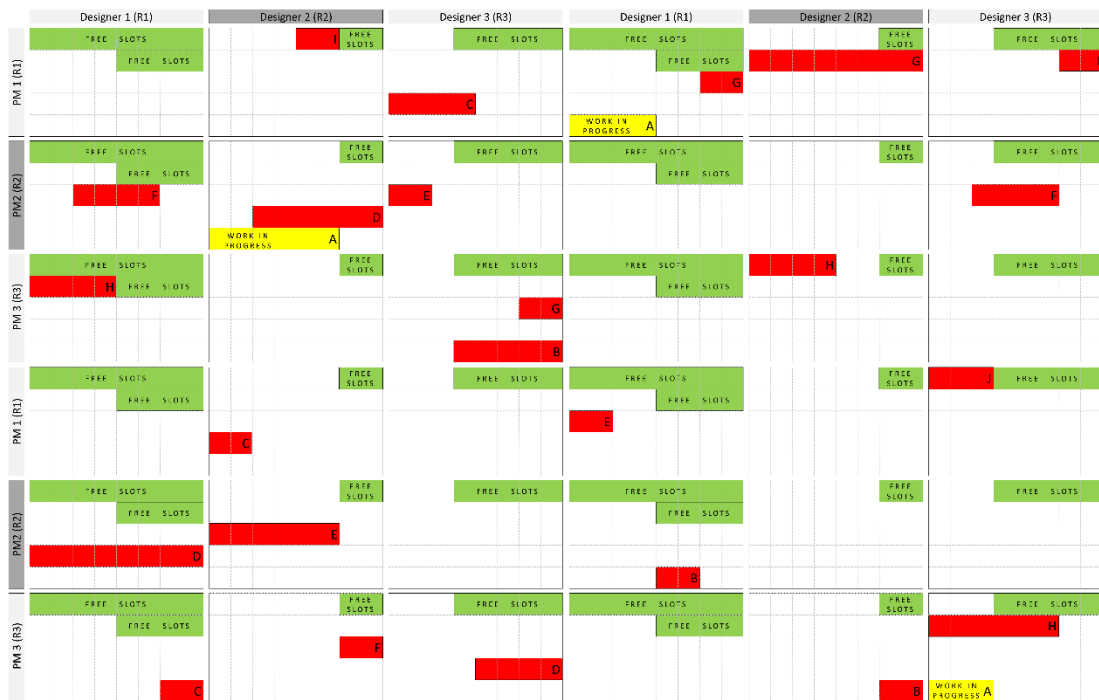


Figura 50. Matriz Acel de asignación *faseada*

La *matriz de Acel de asignación* permite asignar nuevas fases (*incrementos*) o nuevos proyectos. En el Tomo II de la Investigación se adjunta el procedimiento de asignación de tareas y de proyectos.

10.4.3.3. Conclusiones obtenidas del diseño de herramientas de comunicación para asignar recursos y regular el flujo de trabajo

El análisis de las herramientas de comunicación ágiles realizado en el tercer ámbito de la Investigación, *herramientas de comunicación para la asignación de recursos*, ha permitido determinar que no hay una herramienta que evite *muras, muris y mudas*

simultáneamente. Para evitarlo, en este apartado se ha propuesto la adaptación del tablero visual *kanban box* para la asignación de proyectos y de historias de usuario o procesos, que permita regular el flujo de trabajo de los equipos de gestión y de diseño en los proyectos de reforma en el sector *retail*. Para la asignación de las actividades en las que se descomponen las historias de usuario o procesos, se ha diseñado la *matriz Acel de asignación*.

Las herramientas propuestas visualizan la información deseada:

- La adaptación del tablero visual *kanban box*, permite visualizar el orden de las historias de usuario (*adaptación del tablero kanban box*) y de las actividades que componen las historias de usuario (*matriz Acel de asignación*) y cambiar en función de la prioridad de los procesos y de las actividades; permite visualizar varios proyectos que están siendo desarrollados simultáneamente; permite visualizar la secuencia en la producción de los incrementos y la especialización de los equipos (gestión y diseño); y permite visualizar la carga de trabajo y la disponibilidad de los recursos en los *slots* correspondientes.

10.5.Control

Para monitorizar el control de la aplicación de las propuestas, se han aplicado las herramientas ágiles en 10 proyectos. La producción de los entregables se ha realizado en plazo y se ha conseguido evitar la sobreasignación, planificando la asignación de los recursos en cada iteración.

Para ello se ha definido un modelo iterativo de asignación de recursos, tal como se muestra en la Figura 51, que integra las propuestas anteriores. Para la entrada de un nuevo proyecto se ha identificado en las filas del tablero la disponibilidad del equipo de gestión (PMT), según el WIP o número máximo de proyectos por responsable. Una vez designado director de proyecto, éste determina en el *product backlog* las historias de usuario o procesos, internos y externos. Para definir los plazos de entrega y la fecha de apertura con el departamento de Expansión, se ha empleado la métrica *burn-up*, estimando el trabajo asociado a la producción de cada entregable, en horas o puntos de esfuerzo, y considerando la velocidad media de los equipos de diseño.

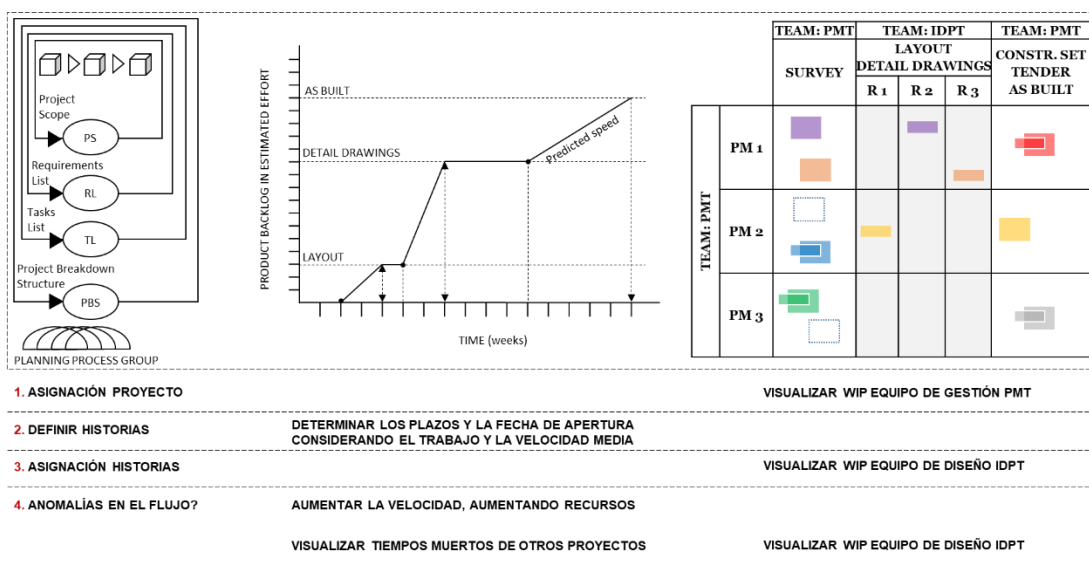


Figura 51. Procedimiento de planificación. Modelo iterativo de asignación de recursos

Una vez que se han determinado los procesos, el trabajo asociado a los mismos y la duración para su producción, se han asignado las historias de usuario o procesos internos de diseño (*producción del estudio de zonificación y producción del proyecto de diseño*) al recurso o a los recursos correspondientes, visualizando la carga de trabajo y la disponibilidad de los mismos en las columnas del tablero. Una vez que ha comenzado la producción de los entregables, se han identificado anomalías en el flujo de trabajo planificado. El primer motivo de esta anomalía ha sido el aumento del trabajo asociado a la producción del entregable, por desarrollar varias versiones del mismo entregable. El segundo motivo, y en algunos proyectos, como consecuencia del anterior, ha sido la reducción del plazo de producción. Con la finalidad de no aumentar el plazo de producción en el primer caso, y con el objetivo de producir en menos tiempo en el segundo caso, se han asignado nuevos recursos, visualizando su disponibilidad en el tablero e identificando los tiempos muertos con las herramientas *burn-up* y *burn-down* de otros proyectos.

En cuanto a los procesos de gestión, la importancia de realizar un correcto seguimiento y control de los proyectos se fundamenta en la coordinación de los envíos de material a obra. El *input* del proceso externo “*fabricación de mobiliario*” de la empresa proveedora del mobiliario, es la adjudicación del mobiliario con el proyecto de diseño (*detail drawings*). Un retraso en la producción del proyecto de diseño, puede condicionar el plazo en la producción del mobiliario, y, en consecuencia, tener que agilizar el envío de mobiliario mediante alternativas no convencionales que suponen un aumento del coste de envío; o, en el peor de los casos, retrasar la fecha de apertura. Considerando la importancia de los envíos del material a obra, los indicadores que se han incorporado en los gráficos *burn-up* y *burn-down* han permitido visualizar la fecha límite de producción del material y la fecha de límite de recepción en obra.

Por lo tanto, se han aplicado las métricas ágiles para visualizar la velocidad de producción del equipo de diseño para cualquier proyecto, y para visualizar los plazos

de producción y envíos de material. Cada lugar tiene sus particularidades, así por ejemplo, la Figura 52 muestra una obra donde el plazo para obtener los permisos desde que se presenta el proyecto técnico (*construction set*) es mucho mayor que el plazo representado en la Figura 53, que se corresponde con la aplicación de la métrica *burn-up* para medir la velocidad de producción de los entregables de un proyecto en una localización diferente.

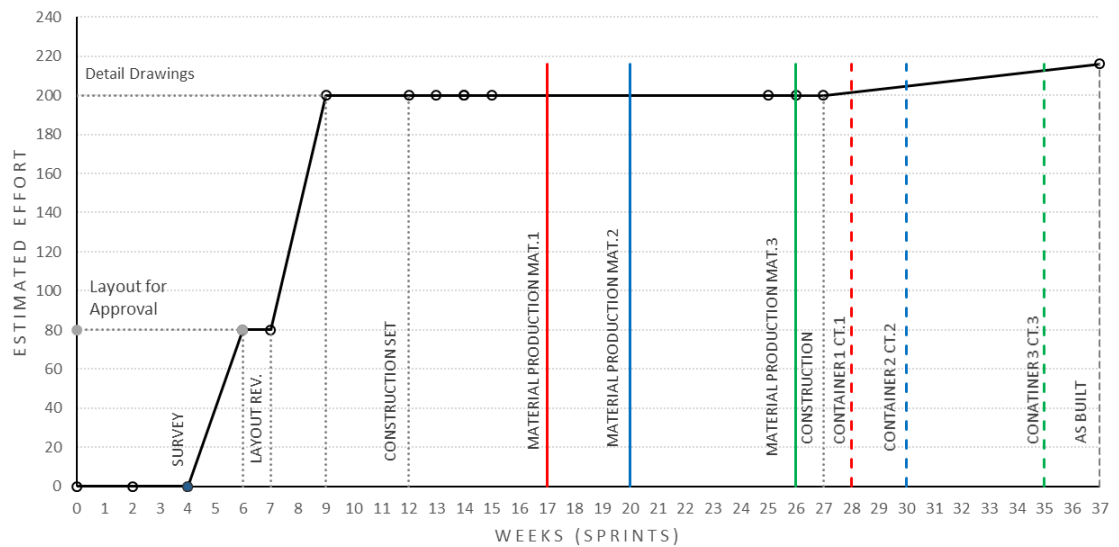


Figura 52. Validación de la aplicación del gráfico *burn-up*. Ejemplo 1

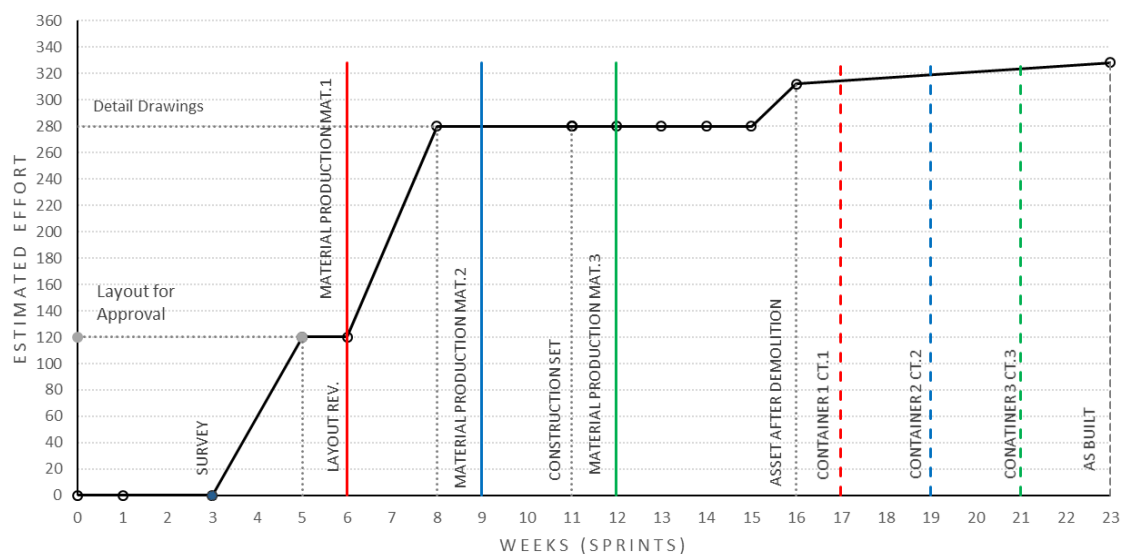


Figura 53. Validación de la aplicación del gráfico *burn-up*. Ejemplo 2

JUST-IN-TIME

Tal como se observa en el primer ejemplo, la fecha *límite* para comenzar la fabricación de mobiliario ("*material production MAT.2*"), es varias semanas después de haber producido el proyecto de diseño (*detail drawings*), por la holgura de plazo en la concesión de los permisos. En cambio, en el segundo ejemplo, la fecha límite para comenzar la fabricación de mobiliario es una semana después de la entrega del proyecto de diseño. Es importante realizar un control de los parámetros del proyecto aplicando las herramientas *burn-up* y *burn-down*, para identificar posibles anomalías en el desarrollo del proyecto, por ejemplo, cuando el diagrama representa el indicador de fabricación de mobiliario antes de la entrega del proyecto de diseño. Del mismo modo, en algunos proyectos con plazos muy ajustados, conviene que el entregable estudio de zonificación (*layout*), tenga definidos los elementos de iluminación y otros materiales que no dependen de la fabricación de mobiliario ("*material production MAT.1*"), cuya recepción se realiza varias semanas antes en obra; siempre y cuando no se prefiera adelantar la recepción del material con envíos más costosos no convencionales, véase el ejemplo del transporte aéreo en sustitución del marítimo.

10.6. Conclusiones obtenidas de la validación de las propuestas

En relación al primer ámbito de la Investigación, *los modelos de gestión*, se ha aplicado un procedimiento de asignación de recursos basado en un modelo evolutivo, basado en iteraciones y en las comunicaciones que se establecen entre los equipos.

En relación al segundo ámbito de la Investigación, *las herramientas de visualización de la planificación y avance del trabajo*, se han aplicado métricas ágiles que miden la velocidad, a partir de una estimación del trabajo y de los plazos de producción. Se ha medido la velocidad para producir en plazo con los recursos disponibles, sin comprometer los estándares de calidad de los entregables reduciendo el trabajo requerido.

- Considerando la velocidad como “*cantidad de trabajo realizada por unidad de tiempo*”, ha sido posible identificar aquellas fases donde el incremento de trabajo es nulo, y determinar la duración de los tiempos muertos, asociados a la validación de los entregables por parte del otro equipo. Estas interrupciones de flujo determinan la disponibilidad de los recursos para desempeñar actividades de otros proyectos. Como medida preventiva en la fase de planificación, también permite visualizar la producción de aquellos incrementos que requieren un mayor esfuerzo, y, por lo tanto, un mayor número de recursos.
- Medir la velocidad real en las fases posteriores ha permitido comparar con la velocidad prevista. Se han determinado posibles desviaciones y ha posibilitado aplicar medidas correctivas para cumplir con los plazos de entrega. Ante la necesidad de tener que reducir algún plazo de producción, se ha considerado preferible aumentar la velocidad prevista incrementando el

número de recursos; en lugar de disminuir la variable trabajo, al ajustar la calidad de los entregables a los recursos disponibles.

En relación al tercer ámbito de la Investigación, *las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos*, se ha visualizado la carga de trabajo de los recursos para la asignación constante de actividades, y ha permitido realizar la asignación de proyectos y actividades según los criterios de secuencialidad, especialización y disponibilidad en una organización multi-proyecto. Al implementar el tablero visual en la asignación de los recursos, ha supuesto una mejora en la realización de los entregables según el plazo planificado:

- Al aplicar una herramienta que permite alterar el orden de las tareas en una gerencia multi-proyecto, se han evitado las interrupciones de flujo y la aparición de tiempos muertos (*Mura*).
- Al aplicar una herramienta que permite disponer de una visualización actualizada de la estructura y de la organización de todos los proyectos, se ha evitado la aparición de cuellos de botella y la sobreasignación, o la presencia de recursos sin asignación de actividades (*Muri*).
- Al aplicar una herramienta que permite visualizar la carga de trabajo y de la disponibilidad, se facilita el proceso de asignación de tareas, disponiendo de la información actualizada y prescindiendo de herramientas que no aportan valor al resultado (*Muda*).

11

Capítulo 11.

DISCUSIÓN

El análisis realizado ha permitido determinar las diferencias que presentan los proyectos de reforma en el sector *retail* con los proyectos de *software* y con otro tipo de proyectos de construcción. La gestión de estos parámetros con herramientas tradicionales no resulta adecuada; por lo que se ha propuesto, como solución, aplicar las metodologías ágiles que se adaptan mejor a los entornos inestables. Se ha demostrado que sí es posible su aplicación, y, para finalizar, se han desarrollado y validado las propuestas ágiles en los equipos que producen los entregables de diseño y que gestionan los proyectos de reforma en el sector *retail*, con la finalidad de evitar las interrupciones de flujo y la sobreasignación de recursos, logrando producir los entregables en el plazo estimado.

ÍNDICE DEL CAPÍTULO

Capítulo 11

DISCUSIÓN

11.1.Particularidades de los proyectos de reforma en el sector <i>retail</i>	246
11.2.El equipo de la ingeniería local.....	254
11.3.El equipo del cliente.....	256
11.3.1. Aplicación del modelo de gestión evolutivo.....	257
11.3.2. Aplicación de las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo.....	261
11.3.3.Aplicación de las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos.....	264
11.4.Conclusión obtenida de la aplicación de las metodologías ágiles.....	265

La finalidad de esta Tesis ha sido, en primer lugar, determinar que es posible aplicar fundamentos ágiles en los proyectos de reforma en el sector *retail*, y, en segundo lugar, validar su aplicación para demostrar que se solventan las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales. La motivación ha sido poner solución a los problemas derivados de las interrupciones de flujo y de la sobreasignación:

- *En el equipo de la ingeniería local*, por el elevado número de órdenes de cambio en el diseño y de requerimientos por parte de los organismos sectoriales que conceden los permisos, al disminuir la calidad de los entregables para producir en el plazo determinado por el cliente.
- *En el equipo del cliente*, por los retrasos en la apertura, al no producir los entregables en plazo estimado.

Esta Investigación se ha centrado en la producción de los entregables de diseño y en la gestión de los proyectos de reforma en el sector *retail*, concretamente en proyectos de reforma de locales comerciales o tiendas físicas del sector moda (textil, zapatos y accesorios). En este tipo de proyectos son numerosas las partes interesadas o *stakeholders* que intervienen. En la Figura 54 se muestran las partes interesadas que define la Norma ISO 21500 para cualquier tipo de proyecto.

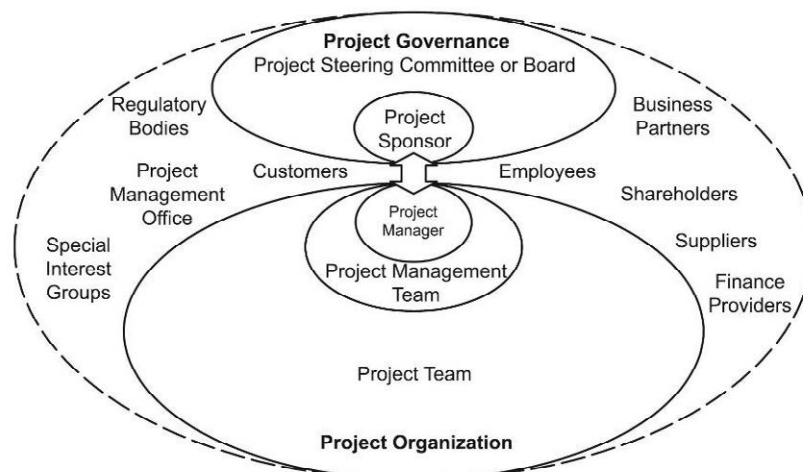


Figure 4 — Project stakeholders

Figura 54. Partes interesadas en un proyecto²¹³

²¹³ AENOR, 2013. Figura 4 – *Partes interesadas en un proyecto*, página 8. Norma ISO 21500. *Directrices para la dirección y gestión de proyectos. Guidance on project management.*

En la Figura 55 se muestra la adaptación del gráfico anterior al sector de la construcción, realizada por el grupo de trabajo 157 de la adaptación de la Norma ISO 21500 al sector de la construcción en España.

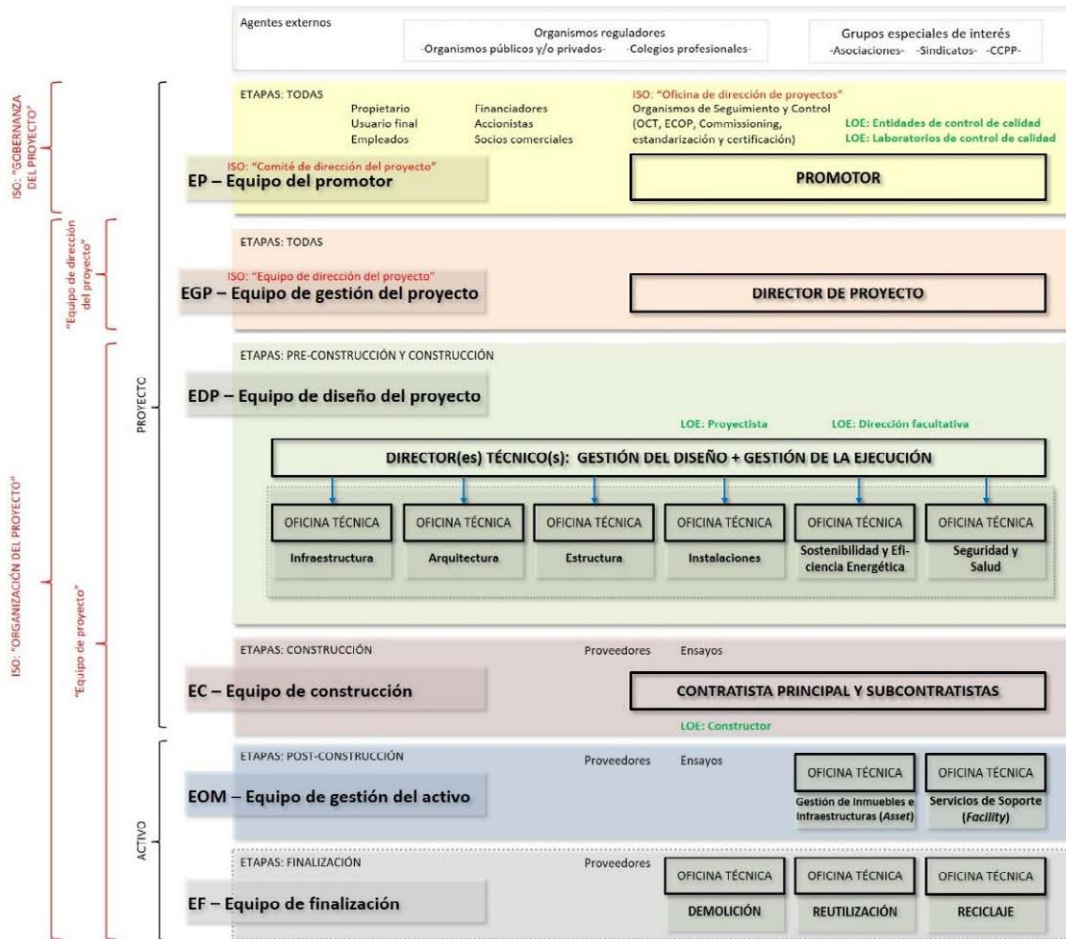


Figura 55. Partes interesadas en un proyecto de construcción ²¹⁴

En los proyectos de reforma en el sector *retail*, hay duplicidad de equipos de gestión del proyecto, EGP (*Project Management Team, PMT*), y duplicidad de equipos de diseño del proyecto, EDP (*Integrated Design Project Team, IDPT*), ya que en la producción y validación de los entregables de diseño intervienen el equipo del cliente o promotor, EP (*Client Team, CT*), y por el equipo de la ingeniería local. En cada proyecto se generan multitud de flujos de comunicación entre ambos equipos, que en esta Investigación han sido agrupados en 89 tipos. Los datos se han obtenido de

²¹⁴ Grupo de trabajo GT1 del comité 157 "Aplicación de la Norma ISO 21500 en Construcción" de AENOR (CTN 157/SC 1/FT 1 Gestión de proyectos de construcción: aplicación de la Norma ISO 21500).

las 14.152 solicitudes o peticiones que han realizado los clientes de 105 proyectos a una única ingeniería local. En la Figura 56, se muestra la duplicidad de equipos en el equipo de gestión y en el equipo de diseño: el director de proyecto del equipo del cliente y el director de proyecto de la ingeniería local; y los arquitectos o diseñadores del equipo del cliente y del equipo de la ingeniería local.

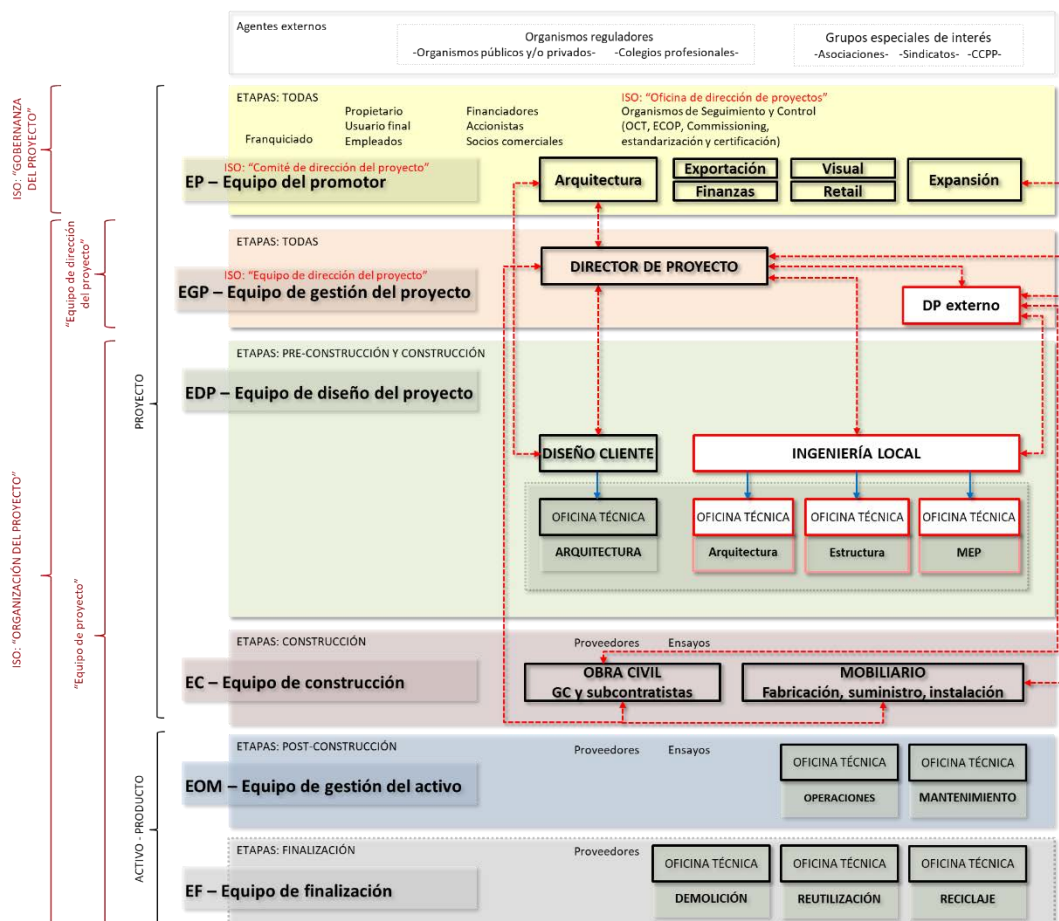


Figura 56. Partes interesadas en un proyecto de reforma en el sector *retail*

Tal como se muestra en la Figura 57, la ingeniería local interactúa con varios clientes, al igual un cliente interactúa con varias ingenierías locales, en función de la ubicación de los proyectos.

Para demostrar la hipótesis ha sido necesario demostrar previamente, que las herramientas ágiles se pueden aplicar en este tipo de proyectos. Con esta finalidad, se ha revisado el estado del arte y se han definido los criterios de análisis en la primera etapa de la Investigación.

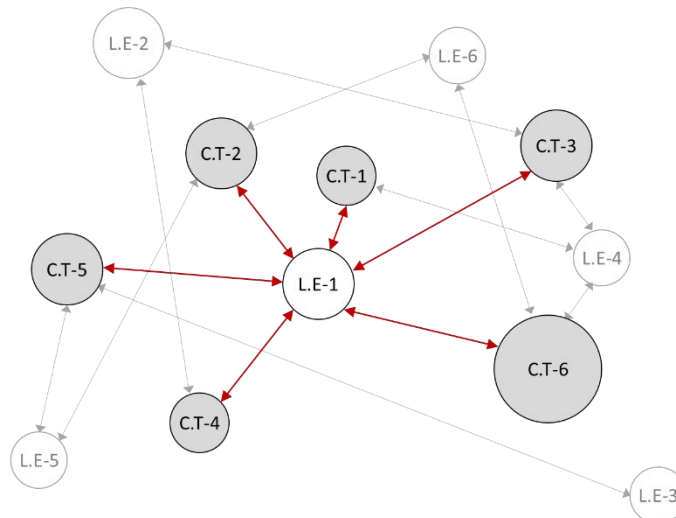


Figura 57. Equipo de la Ingeniería local (*Local Engineering Team*), prestando servicios a disitintos clientes (*Client Team*).

En la segunda etapa, se ha demostrado que el modelo de gestión es evolutivo, que es posible medir la velocidad de los equipos de producción del diseño, y que las herramientas de comunicación ágiles visualizan la información deseada, posibilitando regular el flujo de trabajo. Estas demostraciones se han llevado a cabo en el equipo de la ingeniería local, en los correspondientes equipos de gestión PMT, y de diseño IDPT.

En cambio, en la tercera etapa de la Investigación, y con la finalidad de demostrar la hipótesis, es decir, con la finalidad de demostrar que al aplicar las herramientas ágiles se solventan los problemas que presentan las herramientas tradicionales en los entornos inestables, se han diseñado, aplicado y validado las propuestas en el equipo del cliente, es decir, en la firma de moda que dispone de los correspondientes equipos de gestión PMT' y de diseño IDPT'.

Los proyectos analizados de la ingeniería local, y los proyectos analizados del equipo del cliente, presentan unas particularidades que los diferencian de los proyectos de *software* y del resto de proyectos de construcción. El desarrollo de este capítulo se ha estructurado del siguiente modo: en primer lugar, se definen las singularidades de los proyectos de reforma en el sector *retail* que se han identificado en esta Investigación; a continuación se expone el estudio realizado en el equipo de la

ingeniería local y la interpretación de los resultados obtenidos que han servido para elaborar las propuestas; para finalizar con la exposición del análisis de los proyectos del cliente y la interpretación de los resultados obtenidos de la aplicación de las propuestas, que han solventado las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales.

11.1.Particularidades de los proyectos de reforma en el sector *retail*

Los proyectos de reforma en el sector *retail* presentan unas particularidades que los diferencian de otro tipo de proyectos. Estas particularidades tienen su origen en el ciclo de vida, en la organización y en el sector.

- **1º.** En el ciclo de vida del activo²¹⁵, por la fase de demolición asociada a determinados proyectos de rehabilitación y de reforma.
- **2º.** En la organización de los proyectos²¹⁶, por la duplicidad de equipos (cliente e ingeniería local), por los equipos multi-proyecto que desarrollan varios proyectos simultáneamente, y por los equipos formados por especialistas en gestión y especialistas en diseño.
- **3º.** En el sector *retail*²¹⁷, por los reducidos plazos de producción de entregables y de construcción, determinados por el retorno de la inversión a partir de la fecha de apertura y por los períodos de carencia en el arrendamiento del activo.

²¹⁵ El ciclo de vida del proyecto comprende el período desde el inicio del proyecto hasta su fin. Generalmente el término “proyecto” está asociado al “encargo” realizado por el cliente. Por este motivo en esta Investigación se ha hecho alusión al ciclo de vida del activo y no al ciclo de vida del proyecto, como *bien construido* que puede sufrir varias transformaciones a lo largo del ciclo de vida. La Norma ISO (EN 15643-3:2012) define las etapas y sub etapas en el ciclo de vida de bienes construidos (AENOR, 2012).

²¹⁶ La Norma ISO 21500 determina que la organización del proyecto puede incluir los siguientes roles y responsabilidades:

- a) Director de proyecto, que lidera y gestiona las actividades del proyecto y es responsable de la finalización del proyecto.
- b) El equipo de dirección de proyecto, que da soporte al director de proyecto en el liderazgo y la dirección de las actividades del proyecto.
- c) El equipo de proyecto, que realiza las actividades específicas del proyecto.

²¹⁷ En el sector *retail*, según la estrategia de distribución, las ventas se dividen en venta física u *offline* y en venta *online*. Esta Investigación se ha centrado en el negocio asociado a un establecimiento físico (*brick and mortar* o *retailers offline*), descartando, por lo tanto, el modelo de negocio que sólo emplea Internet como canal de venta a través del *eCommerce* (*e-retailers*).

A continuación, se expone cómo estas particularidades han influido en el desarrollo de los proyectos, y han dificultado el empleo de herramientas tradicionales comúnmente empleadas en los modelos de gestión predictivos:

- A)** La adquisición incremental de la información, por la fase de demolición asociada a determinados proyectos de reforma y por la duplicidad de equipos.

A diferencia de los proyectos de obra nueva, donde es posible aplicar modelos de gestión predictivos y emplear herramientas de planificación tradicionales, en los proyectos de reforma en el sector *retail*, la adquisición incremental de la información no lo ha permitido. Debido a dos factores, no se dispone de toda la información completa y detallada al inicio del proyecto: la inestabilidad del entorno asociada a la fase de demolición en los proyectos de reforma y la duplicidad de los equipos en la organización de los proyectos. En primer lugar, por el desconocimiento del estado real del activo antes de realizar la demolición; y, en segundo lugar, por los sucesivos entregables producidos por el equipo de diseño del cliente que adquieren información y son validados por el equipo de diseño de la ingeniería local, para cumplir con los códigos locales.

- B)** La producción en secuencia de los entregables, por la duplicidad de equipos.

Los flujos de comunicación que se han establecido entre el equipo del cliente y el equipo de la ingeniería local han sido constantes. El equipo del cliente ha dispuesto de su propio equipo de gestión y de su propio equipo de diseño, recibiendo el *feedback* de los equipos de la ingeniería local para adaptar el diseño a la normativa correspondiente. Este intercambio constante de información ha generado interrupciones en el flujo de trabajo de un equipo,

con la aparición de *tiempos muertos*²¹⁸ en aquellos intervalos de tiempo en los que el proyecto ha estado siendo revisado o validado por el otro equipo. La duplicidad de equipos ha determinado la producción de los entregables o incrementos en secuencia²¹⁹, siguiendo el ritmo de *producción-validación-producción*. Ha sido el equipo del cliente quien ha determinado los plazos de entrega de estos incrementos a partir de la fecha de apertura. La duplicidad de equipos ha provocado que la producción de los incrementos, en lugar de ser libre, haya sido secuencial.

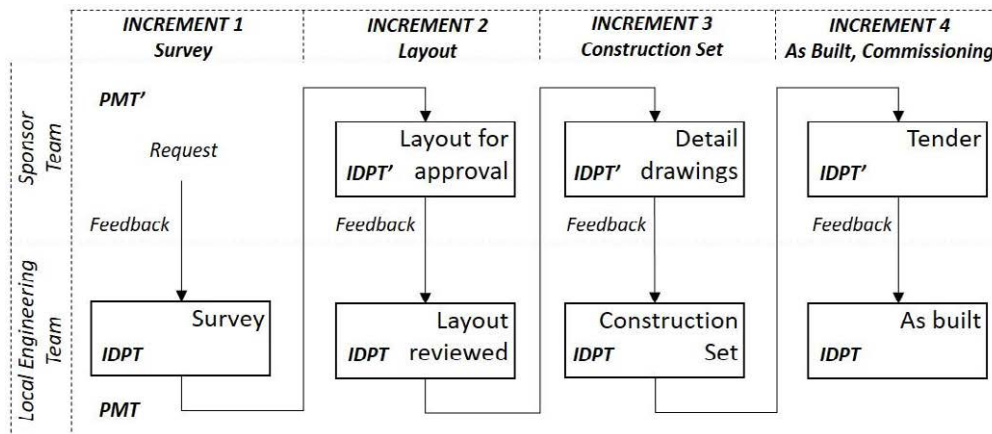


Figura 58. Duplicidad de equipos de gestión (PMT) y duplicidad de equipos de diseño (IDPT) en el equipo del cliente y en el equipo de la ingeniería local

El flujo de producción de la ingeniería local depende del flujo de producción del cliente y viceversa, dificultando el comienzo de la producción de un incremento sin haber obtenido el *feedback* correspondiente por parte del otro equipo. Esta situación dificulta el seguimiento del ritmo de trabajo planificado.

²¹⁸ Ver Nota 157. El tiempo muerto es el tiempo que tarda una persona en pasar una tarea a otra persona, o bien el tiempo de espera en recibir *feedback*.

²¹⁹ La producción de los incrementos en *software* puede ser libre o secuencial. Depende de si el trabajo tiene que ejecutarse en un orden determinado o puede realizarse en cualquier orden. La secuencia del trabajo es una de las variables que tienen en cuenta las herramientas ágiles a la hora de diseñar la estructura y el funcionamiento de los tableros visuales (Scrum Manager, 2017).

En la Figura 58 se muestra la duplicidad de equipos y el *feedback* que se establece entre el equipo del cliente²²⁰ y el equipo de la ingeniería local²²¹.

- C) La modificación del orden de las actividades ya planificadas, al tratarse de equipos multi-proyecto.

La escasa duración de los proyectos de reforma en el sector *retail* en comparación con otro tipo de proyectos de construcción, ha motivado el desarrollo simultáneo de varios proyectos²²². A diferencia de equipos que desarrollan un único proyecto, la planificación rígida de actividades en los equipos multi-proyecto no es viable: la entrada constante de tareas de otros proyectos interrumpe el flujo de trabajo y obliga a modificar y priorizar el orden las tareas ya planificadas.

- D) La modificación de los recursos ya asignados, al tratarse de equipos multi-proyecto.

La asignación de los recursos se ha realizado en función de la entrada de las nuevas tareas no planificadas. La *sobreasignación*²²³ de tareas es habitual en

²²⁰ El equipo del cliente, integrado por el equipo de gestión y por el equipo de diseño del cliente, determina las pautas del diseño para la localización de cada proyecto. Determinan la fecha de apertura y aprueban los costes y los plazos y la calidad. Puede depender de un departamento interno del equipo del cliente o estar subcontratado (*outsourcing*).

²²¹ El equipo de la ingeniería local, integrado por el equipo de gestión y por el equipo de diseño de la ingeniería local, adaptan el diseño a la normativa local. Realizan el informe técnico del activo y determinan la viabilidad del diseño, realizan los proyectos correspondientes y hacen el seguimiento de los costes, de los plazos y de la calidad. Asumen la responsabilidad de la dirección de la obra. Los sub-equipos que los integran (arquitectura, estructura, e instalaciones) pueden ser internos o estar subcontratados.

²²² Dependiendo de la demanda y del tipo de proyecto, los equipos pueden desarrollar un único proyecto o varios proyectos. Por lo general, la duración de los proyectos de reforma se mide en semanas y no en meses, como es el caso de proyectos de nueva planta.

²²³ Ver Nota 159. La *sobreasignación* indica que alguno de los recursos asignados a una tarea tiene asignado más trabajo del que puede desempeñar.

este tipo de proyectos, por la implementación de herramientas que no actualizan la información de los proyectos.

- E) El desconocimiento de la disponibilidad de los recursos para ejecutar actividades de gestión o de diseño, por la especialización de los equipos.

La organización de los proyectos está formada por especialistas en gestión, pertenecientes al equipo de gestión PMT, *Project Management Team*, y por especialistas en diseño, pertenecientes al equipo de diseño IDPT, *Integrated Design Project Team*²²⁴, que a su vez se compone de especialistas en arquitectura, en estructura y en instalaciones.

Tal como se muestra en la Figura 58, en cada proyecto se producen secuencialmente los siguientes incrementos: informe técnico (*survey*)²²⁵, estudio de zonificación (*layout*)²²⁶, proyecto de diseño (*detail drawings*), proyecto técnico (*construction set*)²²⁷ y proyecto final de obra y puesta en

²²⁴ El Ministerio de Fomento recoge en el programa para la implantación de la metodología BIM en España la *Definición de Roles en procesos BIM* (es.BiM_2.3, 2017). Este documento ha determinado los equipos de proyecto:

- Equipo del cliente ST, *Sponsor Team*.
- Equipo de gestión del proyecto PMT, *Project Management Team*.
- Equipo de diseño IDPT, *Integrated Design Project Team*.
- Equipo de construcción CT, *Construction Team*.
- Equipo de operación y mantenimiento OMT, *Operation and Maintenance Team*.

Tal como se ha comentado en la nota 220 y en la nota 221, en los proyectos de reforma en el sector *retail*, el equipo de gestión PMT y el equipo de diseño IDPT, se duplican. Ambos equipos son identificados tanto en el equipo del cliente, como en el equipo de la ingeniería local.

²²⁵ El informe técnico (*survey*) es solicitado por el cliente a la ingeniería local. Determina la viabilidad del proyecto en cuanto a usos y aspectos técnicos del activo se refiere, y proporciona la información correspondiente a los plazos para la obtención de los permisos.

²²⁶ El estudio de zonificación (*layout*) es realizado por el cliente y validado por la ingeniería local. Incluye la distribución y los usos correspondientes, de acuerdo a los códigos locales.

²²⁷ El proyecto técnico (*construction set*) es solicitado por el cliente para licitar la obra y es realizado por la ingeniería local para solicitar los permisos. La ingeniería local realiza el proyecto técnico a partir del proyecto de diseño elaborado por el cliente (*detail drawings*).

marcha (*as built and commissioning*)²²⁸. La especialización del equipo puede dar lugar a la formación de *cuellos de botella*²²⁹ que provoquen *interrupciones de flujo*²³⁰ en aquellas fases donde el incremento requiere ser producido o validado por especialistas en gestión o especialistas en diseño²³¹.

- F)** La velocidad exigida en la producción de los entregables, por la fecha de apertura.

A diferencia de otros proyectos con mayor holgura de plazos, en el sector *retail*, no comprometer la fecha de apertura ha supuesto agilizar la producción de los entregables de diseño. La fecha de apertura ha determinado el retorno de la inversión. Esta situación supone un reajuste de los plazos de producción de los incrementos si los anteriores se han visto afectados.

Debido a los ajustados plazos de ejecución no se han empleado herramientas tradicionales, ya que a la velocidad a la que se desarrollan, cualquier documentación innecesaria o herramienta de gestión que no aporte valor supone un retraso en el proyecto.

- G)** La velocidad exigida en la fase de construcción, por el período de carencia en el arrendamiento de los locales.

²²⁸ El proyecto final de obra y puesta en marcha (*as built and commissioning*) es realizado por la ingeniería local y entregado al cliente. Contiene toda la información del proyecto realmente ejecutado.

²²⁹ Ver Nota 158. Los cuellos de botella tienen lugar por la acumulación de tareas en una determinada fase del proyecto.

²³⁰ Las interrupciones de flujo más frecuentes son debidas a la aparición de tiempos muertos (ver Nota 157) y a la formación de cuellos de botella (ver Nota 158).

²³¹ La polivalencia de las personas es la otra variable que, junto a la secuencia del trabajo (ver nota 219), las herramientas ágiles tienen en cuenta en el diseño de la estructura y del funcionamiento de los tableros visuales. Los equipos pueden ser polivalentes o de especialistas: *¿Por el tipo de trabajo y el perfil de los integrantes del equipo, cualquier miembro puede realizar cualquier tarea?* (Scrum Manager, 2017).

El período de carencia en el arrendamiento del local supone agilizar la producción de los entregables de diseño y construir en menos tiempo para obtener los beneficios²³². Se invierte menos tiempo en la fase de construcción que en las fases previas. En la práctica, los proyectos de *retail* se planifican desglosando la estructura desde el final hasta el principio. Es decir, los proyectos se han planificado por actividades sucesoras y no por actividades predecesoras. La *retro-planificación*²³³ del cronograma, desde la fecha de apertura hasta el inicio del proyecto es otra particularidad en este tipo de proyectos.

Como se ha comentado, debido a los ajustados plazos de ejecución no se han empleado herramientas tradicionales con la finalidad de evitar documentación innecesaria e invertir tiempo aplicando herramientas que no aportan valor al resultado.

Estas particularidades han dificultado la aplicación de herramientas tradicionales. No emplear las herramientas adecuadas supone un aumento del número de órdenes de cambio por las deficiencias en el diseño, para el equipo de la ingeniería local; y no cumplir con los plazos de producción de los entregables, en el equipo del cliente. En la Tabla 39 se muestran las causas de las deficiencias en el diseño y del incumplimiento de los plazos, a partir de los motivos que impiden la aplicación de las herramientas tradicionales por las particularidades comentadas anteriormente.

²³² La Norma ISO 21500 determina en el apartado 3.4.1 que *los proyectos son el medio para conseguir los objetivos estratégicos. La meta del proyecto es crear beneficios medibles que contribuyan a la realización de las oportunidades seleccionadas. Las metas podrían no ser alcanzadas hasta que haya transcurrido un periodo de tiempo después de que los objetivos se logren...[...]. Las oportunidades de negocio pueden responder, por ejemplo, a una nueva demanda de mercado, a una necesidad de la organización actual, o a un nuevo requisito legal.* El departamento de Expansión localiza nuevas unidades de negocio, y especifica en contrato el periodo de carencia.

²³³ *Retro-planning*, o planificación inversa, términos empleados coloquialmente tanto en el ámbito de la planificación estratégica empresarial como en la planificación de los hitos en los proyectos de reforma en el sector *retail*, para determinar los hitos a partir del final del proyecto.

11.1. Particularidades de los proyectos de reforma en el sector retail

Tabla 39. Particularidades de los proyectos de reforma en el sector *retail* (elaboración propia)

Naturaleza de los proyectos	Particularidades de los proyectos	Motivos que impiden la aplicación de herramientas tradicionales	Causas del aumento de los órdenes de cambio por las deficiencias en el diseño y causas del incumplimiento de plazos
Ciclo de vida	Fase de demolición	A) Adquisición incremental de la información	Adquisición incremental de la información: Incompatibilidad del diseño con la realidad
Organización	Duplicidad de equipos	A) Adquisición incremental de la información	Adquisición incremental de la información Incompatibilidad de los criterios de diseño por ambos equipos Requisitos ²³⁴ cambiantes
		B) Producción en secuencia: incertidumbre de plazos de entrega	Interrupciones de flujo: No optimización del tiempo y aparición de tiempos muertos
	Equipos multi-proyecto	C) Modificación del orden de las tareas ya planificadas D) Modificación de los recursos ya asignados en la fase de estrategia	Interrupciones de flujo: Tareas incompletas Sobreasignación: Disminución de la calidad
	Especialización de los equipos	E) Desconocimiento de la disponibilidad de los recursos en fase de estrategia	Interrupciones de flujo: No optimización de los recursos y aparición de cuellos de botella
Sector retail	Planificación desde la fecha de apertura (retro-planificación)	F) Velocidad y ajustado plazo de la fase de diseño	Velocidad de producción: Disminución de la calidad, al reajustar los plazos sobre la marcha
	Períodos de carencia	G) Velocidad y ajustado plazo de la fase de construcción	Velocidad de ejecución: Dificultad para controlar el diseño

²³⁴ En varios documentos sobre gestión de proyectos de *software* y de edificación, se ha identificado el término “requerimiento” para hacer alusión a los requisitos de usuario o requisitos del cliente, posiblemente por una incorrecta traducción del inglés “*requirement*”.

En esta Investigación, el término “requerimiento” se ha ajustado a la siguiente definición (RAE, 2001):

- “Aviso, manifestación o pregunta que se hace, generalmente bajo fe notarial, a alguien exigiendo o interesando de él que exprese y declare su actitud o su respuesta”, comúnmente empleado para referirse a los documentos remitidos por cualquier departamento de un ayuntamiento u organismo sectorial solicitando una información o avisando de una sanción.

Y, por lo tanto, el término “requisito” se ha limitado al empleado en la ingeniería de sistemas, ingeniería de software e ingeniería de requisitos:

- Necesidad documentada sobre el contenido, forma o funcionalidad de un producto o servicio (Steinberg & W.Palmer, 2005).
Una historia de usuario es una representación de un requisito escrito en una o dos frases utilizando el lenguaje común del usuario (Cohn, 2006).
Las historias de usuario son utilizadas en las metodologías de desarrollo ágiles para la especialización de requisitos (Cohn, 2004).

11.2.El equipo de la ingeniería local

Con la finalidad de demostrar que se pueden aplicar métodos, conceptos y herramientas ágiles, en esta Investigación se ha seleccionado una organización que presta los servicios de Ingeniería local, produciendo los entregables para la obtención de los permisos, actuando como dirección facultativa y siendo responsable en la legalización de los proyectos. Para llevar a cabo esta demostración, ha sido necesario seleccionar una organización que implemente técnicas y herramientas de gestión de proyectos, razón por la cual se ha elegido una organización perteneciente a AEDIP (*Asociación Española de Dirección Integrada de Proyectos*). Por este motivo se descartó la opción de realizar el análisis en el equipo del cliente.

El principal interés del equipo de la ingeniería local es la facturación del servicio contratado, produciendo los entregables de diseño en el plazo exigido por el cliente, obteniendo los permisos correspondientes, y gestionando la obra con el menor número de recursos posible.

El elevado número de órdenes de cambio en el diseño y de requerimientos por parte de los organismos sectoriales que conceden los permisos constituye el principal problema en el equipo de la ingeniería local, al disminuir la calidad de los entregables para producir en el plazo exigido por el equipo del cliente. Al no emplear las herramientas adecuadas, no se visualiza la velocidad de producción ni la carga de trabajo real, no pudiendo obtener el máximo rendimiento de los recursos. Las subsanaciones a los requerimientos y las órdenes de cambio en el diseño constituyen interrupciones en el flujo de trabajo planificado y *re-trabajo*.

La Norma ISO 21500 (ISO 21500:2012) es un estándar de gestión de proyectos, dirigido tanto a profesionales como a las organizaciones. La organización seleccionada está certificada en la Norma UNE-ISO 21500:2013 por AENOR. A diferencia de otras certificaciones, en el ámbito de la ISO 21500 se certifica a las organizaciones y no a los profesionales, véase el caso del PMP, *Project Management Professional*, del PMI, *Project Management Institute*. El cumplimiento de las buenas prácticas a las que hace referencia la Norma, se lleva cabo implementando los procedimientos internos de la organización, que son auditados para aquellas organizaciones certificadas.

Con los resultados obtenidos del análisis de los 89 tipos de flujos de comunicación, se ha determinado que el modelo de gestión es evolutivo. Este análisis ha permitido determinar los procesos que se repiten en 4 iteraciones a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Tal como indican los resultados del análisis realizado, la dificultad para cuantificar el esfuerzo asociado a las actividades de gestión, imposibilita realizar una estimación del trabajo en estas actividades. En cambio, sí ha sido posible cuantificar el esfuerzo asociado a la producción del diseño. Por lo tanto, es posible estimar el trabajo necesario en las actividades de diseño, y, en consecuencia, medir la velocidad de producción del equipo de diseño (IDPT).

Se ha determinado que las herramientas de comunicación ágiles pueden ser de aplicación en este tipo de proyectos, con el objetivo de regular el flujo de trabajo, ya que visualizan la información deseada. Para obtener los criterios de visualización, se ha analizado la organización considerando los factores que determinan la facilidad o dificultad para mantener un flujo continuo de trabajo. Estos factores favorecen o reducen la aparición de las variables de la mejora continua Kaizen: *Mura*, *Muri* y *Muda*.

11.3.El equipo del cliente

Con la finalidad de demostrar que la aplicación de métodos, conceptos y herramientas ágiles solventan las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos inestables, se ha seleccionado una organización perteneciente al sector de la moda. En esta Investigación se ha empleado el término “*equipo del cliente*” para hacer referencia al departamento de Arquitectura de la organización que produce los artículos con cuya venta se pretende retornar la inversión.

El principal interés del equipo del cliente es que el diseño cumpla con las expectativas de la Dirección, produciendo los entregables en plazo y gestionando los envíos de material según el *planning* estimado, con el menor número de recursos posible. El principal interés de la Dirección es vender el producto. El retraso en las aperturas de los locales constituye el principal problema en el equipo del cliente, al no producir los entregables en plazo.

En el capítulo Análisis y Evaluación se han determinado las 4 iteraciones en el ciclo de vida del proyecto. En las 4 iteraciones se repiten los procesos de planificación; y en el capítulo *Propuestas*, se ha modelado la información para una iteración tipo. La concurrencia de procesos en varias iteraciones ha permitido reducir la variabilidad de los mismos. Con la finalidad de optimizar cada parte del proceso se ha implementado la metodología Six Sigma, en las cinco etapas DMAIC (*Define, Measure, Anayze, Improve, Control*), permitiendo identificar las causas del problema: las interrupciones de flujo y la sobreasignación.

A diferencia del equipo de la ingeniería local, el equipo del cliente no reduce la calidad de los entregables, si no que alarga los plazos de producción. Se ha propuesto la implementación de las herramientas ágiles *product backlog, burn up* y *burn down*, ya

que, a diferencia de las herramientas tradicionales, visualizan el trabajo y la velocidad de producción prevista y real. Permiten estimar los recursos necesarios para cada proyecto en función del plazo de producción. A diferencia de los proyectos de *software*:

- La fecha final está definida de antemano, por lo que se propone un reajuste de los *sprints* del equipo de diseño, previos a la apertura.
- Incorpora indicadores de gestión para el envío del material a obra, con la finalidad de identificar anomalías en la secuencia de la producción de los entregables, de la producción de los materiales, y de los envíos a obra.

Al igual que en el equipo de la ingeniería local, las variables de la mejora continua *Kaizen* han permitido determinar los factores que facilitan o reducen la aparición de las interrupciones de flujo y de la sobreasignación; y determinar los factores de la organización. Los equipos son multi-proyecto, formados por especialistas que producen los incrementos secuencialmente y no emplean herramientas de visualización de la carga de trabajo de los recursos. Por lo tanto, se ha decidido implementar la *adaptación del tablero kanban* para proyectos de reforma en el sector *retail*, con la finalidad de evitar las interrupciones de flujo y la sobreasignación.

11.3.1. Aplicación del modelo de gestión evolutivo

El análisis de los flujos de comunicación ha determinado que el modelo de gestión de los proyectos de reforma en el sector *retail* es evolutivo, ya que la estrategia es incremental, el trabajo es concurrente y el conocimiento está basado en las personas y en los procesos. Se ha diseñado un modelo de gestión evolutivo para el desarrollo iterativo de los proyectos gestionados por el equipo del cliente, basado en las comunicaciones y en los procesos de la Norma ISO 21500. La aplicación del modelo de gestión propuesto ha determinado que los procesos de la Norma ISO 21500 son compatibles con el modelo de gestión evolutivo. Tal como determina Ken

Schwaber²³⁵, haciendo referencia a la metodología ágil Scrum, las primeras y últimas fases (*Planificación y Cierre*) consisten en procesos definidos, el conocimiento es explícito y el flujo es lineal, con algunas iteraciones en la fase de planificación. Cuando está disponible, se emplea el conocimiento explícito del proceso; de lo contrario, se emplea el conocimiento tácito para desarrollar el conocimiento del proceso.

En la Figura 59 se muestra un fragmento del diagrama de flujos de procesos elaborado en el capítulo *Análisis y Evaluación*. En él se muestran, a la izquierda, los procesos de planificación de la Norma ISO 21500, concurrentes en las 4 iteraciones. Considerando estos procesos, se ha elaborado el modelo evolutivo, del cual se muestra también un fragmento en la Figura 60.

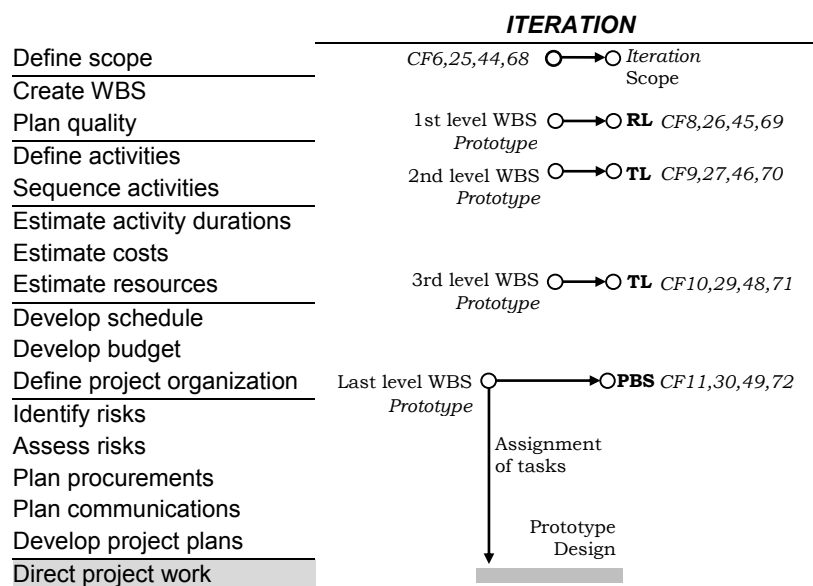


Figura 59. Concurrencia de los flujos de comunicación y concurrencia de procesos de planificación de cada iteración (elaboración propia)

²³⁵ Schwaber, K., 1995. *Advanced Development Methods. Scrum Development Process*. pp. 117-134.

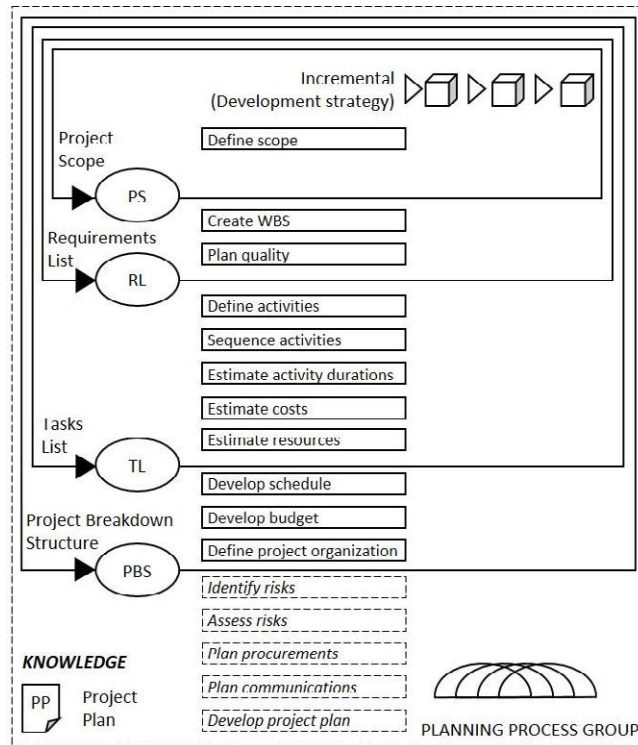


Figura 60. Adaptación del grupo de procesos de Planificación de la Norma ISO 21500 a un modelo iterativo (elaboración propia)

Este fragmento representa la concurrencia de procesos en las 4 iteraciones, y ha servido para elaborar el procedimiento de asignación de recursos, que integra las herramientas propuestas en el segundo y tercer ámbito de la Investigación. En cada iteración se visualiza la carga de trabajo de los recursos y posibles desviaciones de velocidad.

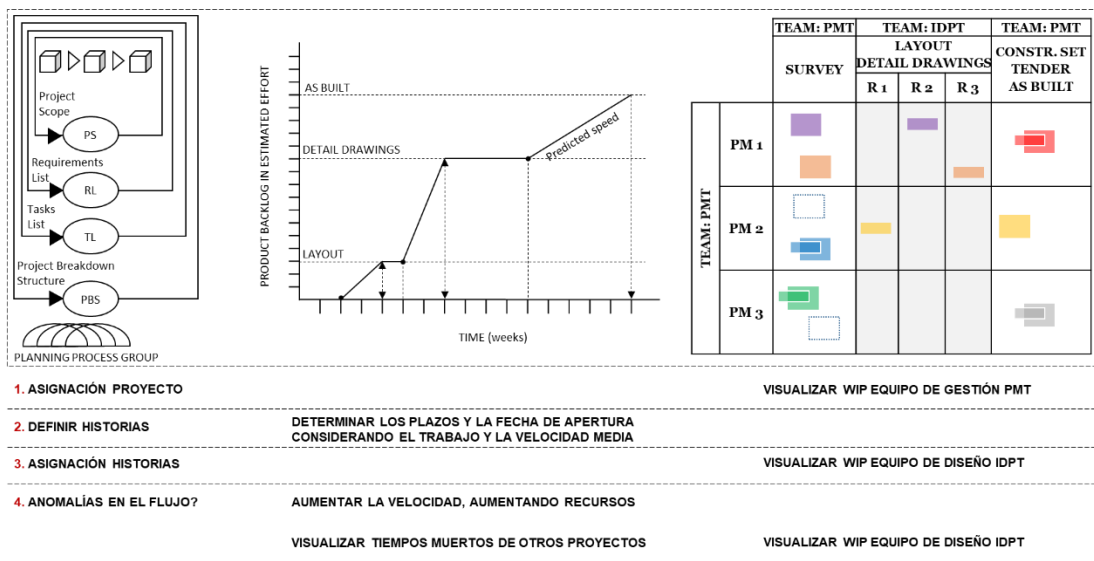


Figura 61. Integración de las propuestas

A diferencia de otros estándares, la Norma ISO 21500 no define las técnicas y las herramientas, predictivas o evolutivas. Se limita a determinar los grupos de procesos, los *inputs* y los *outputs* para cada proceso. Y es cada organización la que decide qué tipo de herramientas emplear. En esta Tesis se determina que es preferible gestionar este tipo de proyectos con las herramientas diseñadas para modelos evolutivos, ya que la estrategia es incremental, el trabajo es concurrente y el conocimiento se basa en las personas y en los procesos.

En la Norma se han encontrado las siguientes alusiones a la concurrencia de procesos:

- Al final del apartado 3.12: *“Los procesos ...[...]... a menudo se superponen e interactúan a lo largo de un proyecto”*.
(“...processes might overlap and interact throughout a project”).
- Apartado 4.2.2.7: *“En la práctica, a menudo los procesos se realizan en forma concurrente superponiéndose e interactuando de formas que no se muestran en la Figura 5”*.
(“In practice, the processes within the process groups are often concurrent, overlapping and interacting in ways that are not shown in Figure 5”).

En esta Investigación se ha propuesto una representación que muestra la concurrencia y superposición de procesos, elaborada a partir de los resultados del análisis realizado, y se ha validado su aplicación en el equipo del cliente.

Por lo tanto, a diferencia de otros estándares, la Norma ISO 21500 es compatible con un desarrollo basado en iteraciones, y compatible con una organización que desee implementar herramientas de gestión ágiles.

11.3.2. Aplicación de las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo

El análisis de los flujos de procesos ha determinado que es posible medir la velocidad de producción del equipo de diseño, ya que ha sido posible descomponer los procesos en actividades y estimar el trabajo asociado. Por lo tanto, es posible aplicar métricas ágiles que visualizan la planificación y el avance del trabajo de los equipos de diseño.

Se han adaptado las métricas ágiles *product backlog*, *burn up* y *burn down* a los proyectos de reforma en el sector *retail*. Estas herramientas de visualización del trabajo han sido validadas por el equipo del cliente, y su aplicación se adjunta en el Tomo II de la Tesis (*Anexo 6. Validación de la Aplicación de las Métricas Ágiles*).

La aplicación de la herramienta *product backlog* ha permitido asociar a cada *historia de usuario* el trabajo necesario en su ejecución. El trabajo del equipo de gestión (PMT) no es estimable; sin embargo, el del equipo de diseño (IDPT), sí lo es. Se ha propuesto la aplicación de las métricas ágiles en los procesos de la Norma ISO 21500 “*desarrollar el equipo de proyecto*”, “*controlar los recursos*”, y “*gestionar el equipo de proyecto*”. También ha permitido determinar el número de recursos necesario para desarrollar el diseño de cada proyecto, y estimar la fecha de apertura. Los datos que muestra el *product backlog* se representan en el diagrama o gráfico *burn-up*.

La aplicación del gráfico *burn-up* como herramienta de planificación ha permitido planificar la velocidad del equipo de diseño y determinar la entrega de los sucesivos incrementos. También ha permitido prever la aparición de tiempos muertos, donde el incremento del trabajo es nulo, con la finalidad de asignar a los recursos otros proyectos que está desarrollando la organización simultáneamente. En la Figura 62 se muestra el procedimiento que se ha empleado, junto con el *product backlog*, para determinar la fecha de apertura de los proyectos, y los plazos de entrega de los sucesivos entregables o incrementos.

En primer lugar, se han considerado los plazos de producción de la ingeniería local (*valores que dependen de los equipos y del entorno*): 2 semanas para el informe técnico (*survey*); 1 semana para la revisión del estudio de zonificación (*layout reviewed*); 2 semanas para la producción del proyecto técnico (*construction set*); 2 semanas para la obtención de permisos (*organismos sectoriales y propiedad*). Estos plazos de producción constituyen *tiempos muertos*, donde el incremento de trabajo es nulo, en los que el equipo de diseño del cliente está sin carga de trabajo. Como la organización es multi-proyecto, se asignan estos recursos a la producción de otros proyectos.

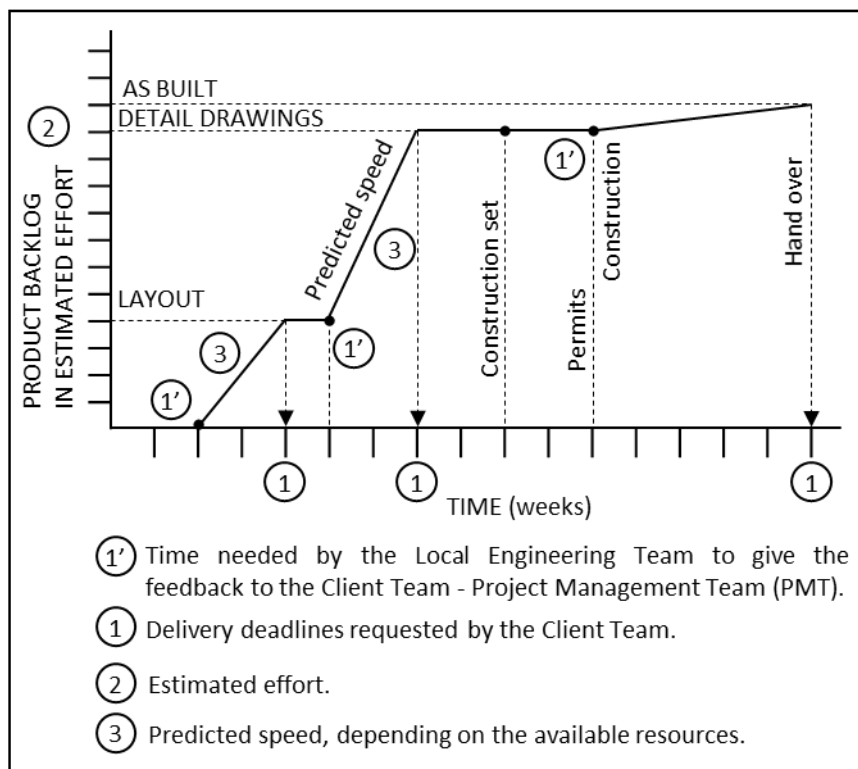


Figura 62. Aplicación del gráfico de producto o burn-up

En segundo lugar, se ha estimado la velocidad media de producción del equipo de diseño del cliente de 40 puntos/semana. La producción del estudio de zonificación (*layout for approval*) tiene un trabajo asociado de 80 puntos, por lo tanto, el recurso asignado puede producir el entregable en dos semanas. El trabajo asociado a la producción del proyecto de diseño (*detail drawings*) es de 120 puntos/semana, por lo

tanto, considerando la misma velocidad media, el plazo de producción sería de 3 semanas. Sin embargo, ha sido preferible reducir una semana de producción, y aumentar a dos recursos para producir en 2 semanas. Para la asignación de recursos, se ha visualizado la disponibilidad de los mismos en el tablero visual que se expone en el siguiente apartado.

En tercer lugar, con la duración de la obra, cuyo plazo depende de la localización del proyecto y de los equipos externos a la organización, se estima la fecha de apertura.

La aplicación del gráfico *burn-down* como herramienta de seguimiento y control del proyecto, ha permitido actualizar a tiempo real la información y reasignar recursos disponibles *sobre la marcha* para para cumplir con el objetivo plazo sin afectar a la calidad de los entregables. También ha permitido controlar los plazos de producción del material y el envío a obra.

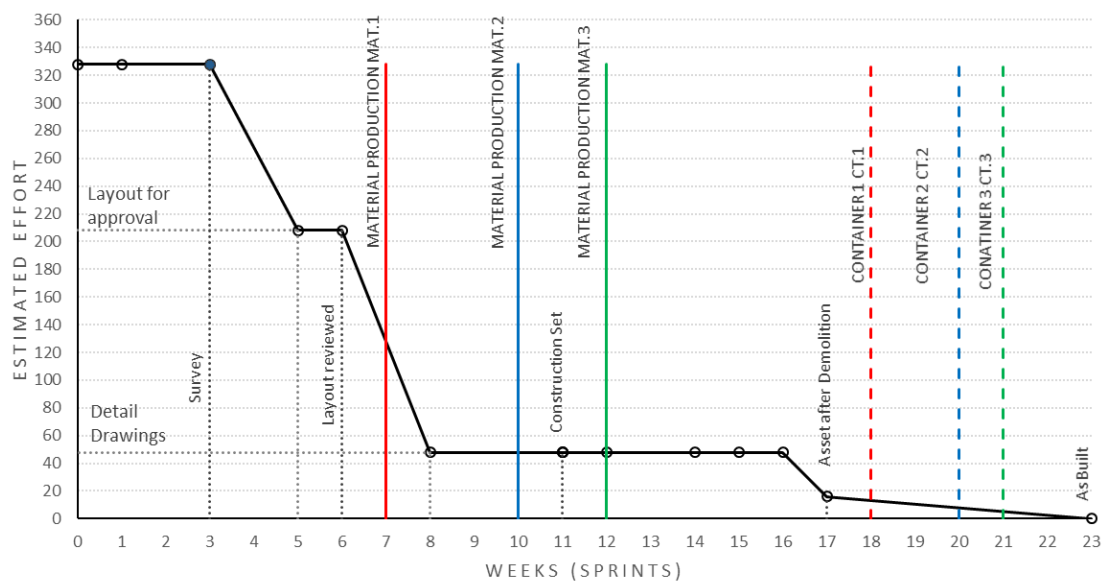


Figura 63. Aplicación del gráfico burn-down

La mayor parte del esfuerzo requerido por el equipo de diseño corresponde a las fases tempranas. En este tipo de proyectos, se invierte menos tiempo en la fase de construcción que en la planificación y en la definición detallada del producto. Para la fase de construcción puede resultar adecuado emplear sistemas de visualización

tradicionales, como los diagramas de barras o el diagrama de Gantt. Para las fases tempranas resulta necesario visualizar posibles desviaciones del esfuerzo previsto para las actividades empleando herramientas ágiles.

11.3.3. Aplicación de las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos

El análisis de las herramientas de comunicación ágiles ha determinado que estas herramientas muestran la visualización deseada de los equipos de gestión y de diseño. Por lo tanto, es posible aplicarlas para regular el flujo de trabajo de estos equipos. No obstante, no hay una herramienta que muestre simultáneamente todos los criterios de visualización; considerando este aspecto, se ha diseñado una herramienta que ha supuesto una serie de mejoras al evitar simultáneamente las tres razones de desperdicio:

- Al aplicar una herramienta que permite alterar el orden de las tareas en una gerencia multi-proyecto, se han evitado las interrupciones de flujo y la aparición de tiempos muertos (*Mura*).
- Al aplicar una herramienta que permite disponer de una visualización actualizada de la estructura y de la organización de todos los proyectos, se ha evitado la aparición de cuellos de botella y la sobreasignación, o la presencia de recursos sin asignación de actividades (*Muri*).
- Al aplicar una herramienta que permite visualizar la carga de trabajo y de la disponibilidad, se facilita el proceso de asignación de tareas, disponiendo de la información actualizada y prescindiendo de herramientas que no aportan valor al resultado (*Muda*).

11.4. Conclusión obtenida de la aplicación de las metodologías ágiles

El número de órdenes de cambio y de requerimientos por parte de los organismos sectoriales que conceden permisos y licencias, aumenta en aquellos proyectos de construcción mal definidos o que se desarrollan en entornos cambiantes, afectando al plazo y al presupuesto. Estos cambios son debidos a las deficiencias en el diseño y al estado real del activo tras la fase de demolición. La naturaleza de los proyectos de construcción en el sector *retail* dificulta la aplicación de las herramientas tradicionales. Al no emplear las herramientas adecuadas, aparecen deficiencias en el diseño, por la adquisición incremental de la información, las interrupciones de flujo, y la sobreasignación de recursos.

La duplicidad de los equipos dificulta el cumplimiento del cronograma inicial. Cuando uno de los dos equipos no entrega en plazo compromete el ritmo planificado de la producción secuencial de los incrementos posteriores. Con la finalidad de no comprometer la fecha de apertura, los tiempos de producción se ajustan “*sobre la marcha*”²³⁶. En los equipos de la ingeniería local, los reajustes de tiempo conllevan la reducción de la calidad de los entregables, ante la necesidad de producir con los mismos recursos en menos tiempo, o ante la necesidad de aumentar la producción de un mismo recurso en el mismo tiempo (*sobreasignación*). Esta situación origina la aparición de deficiencias en el diseño, que provocan un aumento de órdenes de cambio en fases posteriores y de requerimientos por parte de los organismos sectoriales que conceden los permisos.

²³⁶ Debido a la velocidad de ejecución cuando el cronograma es ajustado, los equipos no planifican los riesgos ni elaboran planes de contingencias.

Tanto en el equipo del cliente como en el equipo de la ingeniería local, el desarrollo simultáneo de varios proyectos por equipos de especialistas donde la producción de los incrementos para cada proyecto es secuencial, da lugar a interrupciones de flujo, provocadas por los *tiempos muertos* y *cuernos de botella*, y a la sobreasignación de recursos, al no emplear las herramientas de gestión adecuadas. La inestabilidad del entorno asociada a los proyectos de reforma en el sector *retail* hace que los riesgos difícilmente sean predecibles. Sin embargo, sí ha sido posible proponer líneas de actuación con la finalidad de reducir el número de órdenes de cambio debidas a las deficiencias en el diseño, y con la finalidad de entregar en el plazo estimado, evitando las interrupciones de flujo y la sobreasignación.

Para ello se han aplicado métodos ágiles, para solventar las deficiencias que presentan las metodologías tradicionales en entornos poco definidos o inestables. La aplicación de las metodologías tradicionales en proyectos de construcción está orientada a la gestión de la fase de construcción, en mayor medida que a la gestión de las fases previas. En los proyectos analizados en esta Tesis, se ha invertido menos tiempo en la fase de construcción que en la planificación y en la definición detallada del producto. Para la fase de construcción ha resultado adecuado emplear sistemas de visualización tradicionales, como los diagramas de barras o el diagrama de Gantt. Para las fases tempranas ha sido necesario visualizar posibles desviaciones del esfuerzo previsto empleando herramientas ágiles.

12

Capítulo 12. **CONCLUSIÓN**

En este capítulo se expone la conclusión de la Investigación: al aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector *retail* se han solventado las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.

También se exponen las conclusiones parciales de ámbito de estudio, obtenidas al aplicar el modelo de gestión evolutivo, las herramientas de información ágiles empleadas para visualizar el trabajo, y las herramientas de comunicación ágiles empleadas en la asignación de recursos.

Esta Investigación ha demostrado que al aplicar las herramientas ágiles en los proyectos de reforma en el sector *retail*, se han solventado las deficiencias que presentan las herramientas tradicionales en entornos poco definidos o inestables.

Se han obtenido las siguientes conclusiones parciales para cada uno de los tres ámbitos de la Tesis:

Los modelos de gestión.

La Investigación demuestra que, al tratarse de un modelo de gestión evolutivo y no predictivo, es posible aplicar herramientas de información y de comunicación ágiles. La presente Investigación define y valida un modelo de gestión evolutivo compatible con las directrices de la Norma ISO 21500. Para ello se han analizado los flujos de comunicación que se han generado entre los equipos involucrados en los 105 proyectos del equipo de la ingeniería local que componen la muestra de estudio. Se han agrupado 14.152 solicitudes de información en un patrón de 89 flujos de comunicación tipo, que pueden tener lugar en los proyectos de reforma en el sector *retail*.

Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo.

Al medir la velocidad de producción de los equipos de diseño, se prevé la aparición de los tiempos muertos que provocan interrupciones de flujo. La presente Investigación valida la aplicación de las métricas ágiles *product backlog*, *burn-up* y *burn-down*. Para ello se han analizado los flujos de procesos asociados a los flujos de comunicación del equipo de la ingeniería local. Se han analizado 27 proyectos del equipo del cliente, y se ha determinado, con el *yield* de cada proceso, una probabilidad del 48% para que los entregables sean producidos en el plazo estimado; y se ha obtenido el coste de 1.520 horas de trabajo asociadas a los defectos y a los reprocesos en la producción de estos entregables. La métrica *burn-up* también ha sido empleada como herramienta de análisis de las desviaciones en los procesos, al

visualizar la velocidad planificada y la velocidad real, permitiendo identificar las causas de la variabilidad del plazo en el eje “X”. En primer lugar, el aumento del trabajo en el eje “Y”, por el re-trabajo y por la producción de varias versiones del mismo entregable (*muda*); y, en segundo lugar, por el descenso de la velocidad, causado por las interrupciones de flujo (*mura*) y por la sobreasignación (*muri*). Se ha validado el empleo de las métricas ágiles en los proyectos de la organización, logrando aumentar el rendimiento de los procesos y consiguiendo entregar en plazo los incrementos de cada proyecto, evitando costes por defectos o retrabajo.

Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos.

Al visualizar la información deseada se evita la sobreasignación. La presente Investigación valida la aplicación de las herramientas de comunicación ágiles, y se ha diseñado una herramienta que ha solventado las interrupciones de flujo y la sobreasignación, logrando regular el flujo de trabajo y reducir los plazos de producción con el mismo número de recursos:

- Al aplicar una herramienta que permite alterar el orden de las tareas en una gerencia multi-proyecto, se han evitado las interrupciones de flujo y la aparición de tiempos muertos (*Mura*).
- Al aplicar una herramienta que permite disponer de una visualización actualizada de la estructura y de la organización de todos los proyectos, se ha evitado la aparición de cuellos de botella y la sobreasignación, o la presencia de recursos sin asignación de actividades (*Muri*).
- Al aplicar una herramienta que permite visualizar la carga de trabajo y de la disponibilidad, se facilita el proceso de asignación de tareas, disponiendo de la información actualizada y prescindiendo de herramientas que no aportan valor al resultado (*Muda*).

13

Capítulo 13.

LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Se propone, como línea futura de investigación, la implementación de la metodología BIM para suprimir los tiempos muertos que ocasionan interrupciones en el flujo de trabajo cuando los entregables están siendo validados por el equipo del cliente o por el equipo de la ingeniería local.

Tabla 40. Conclusión y líneas futuras de la Investigación.

ÁMBITOS DE ESTUDIO			
ÁMBITO 1.	ÁMBITO 2.	ÁMBITO 3.	
Los modelos de gestión	Las herramientas de información empleadas para visualizar el trabajo	Las herramientas de comunicación empleadas en la asignación de recursos	
<i>Demostrar que el modelo de gestión es evolutivo.</i>	<i>Demostrar que se puede medir la velocidad de producción de los equipos.</i>	<i>Demostrar que las herramientas ágiles visualizan la información deseada.</i>	
12. CONCLUSIÓN			
Al aplicar las herramientas ágiles se solventan las deficiencias que presentan las metodologías tradicionales en entornos poco definidos o inestables.	Al tratarse de un modelo de gestión evolutivo, y no predictivo, es posible aplicar herramientas de información y de comunicación ágiles.	Al medir la velocidad de producción de los equipos de diseño, se prevé la aparición de tiempos muertos y las interrupciones de flujo.	Al visualizar la información deseada, se evita la sobreasignación.
	Validación del modelo de gestión evolutivo basado en las personas y en los procesos de la norma ISO 21500.	Validación de la aplicación de las métricas ágiles “burn-up” y “burn-down” para visualizar el trabajo y prever la aparición de tiempos muertos y las interrupciones de flujo	Validación de la aplicación de las herramientas de comunicación ágiles empleadas en la asignación de recursos, para evitar las interrupciones de flujo y la sobreasignación.
13. LÍNEAS FUTURAS			
Implementación de la metodología BIM para suprimir los tiempos muertos que ocasionan interrupciones de flujo	Desarrollo de un Plan de Ejecución BIM por todos los agentes implicados en el modelo compartido.	Visualización de los tiempos muertos de varios proyectos simultáneamente. Supresión de los tiempos muertos.	Desarrollo de una estrategia de comunicación externa. Validación de la matriz <i>AceI</i> de asignación para la comunicación interna.

En primer lugar, los flujos de comunicación identificados han determinado que los equipos del cliente y de la ingeniería local participan en la toma de decisiones desde las fases tempranas del proyecto. Los equipos de diseño han modelado la información empleando herramientas de *software* dinámico de modelado de edificios en tres dimensiones, *cuyos componentes adquieren información desde la fase preliminar de diseño hasta la fase de construcción*²³⁷. En determinados proyectos el modelo virtual ha sido compartido entre el equipo de diseño del cliente y el equipo de diseño de la ingeniería local, y los agentes implicados han desarrollado un Plan de Ejecución BIM²³⁸.

En segundo lugar, el análisis de los flujos de procesos ha determinado que los equipos de diseño han invertido menos esfuerzo en la fase de construcción que en la planificación y en la definición detallada del producto. Para la fase de construcción puede resultar útil emplear sistemas de visualización tradicionales, como los diagramas de barras o el diagrama de Gantt; para las fases previas a la de construcción, en cambio, es conveniente medir las desviaciones de la velocidad prevista en la producción de los incrementos, empleando métricas ágiles. En esta Investigación, se ha determinado la utilidad de los gráficos ágiles “*burn-up*” y “*burn-down*” para prever la aparición de los tiempos muertos en un proyecto determinado. Ante la dificultad que supone visualizar los tiempos muertos para todos los proyectos en un instante determinado, se propone investigar cómo suprimir estos tiempos muertos.

²³⁷ (Holness, 2006). Ver Nota 19.

²³⁸ El PEB (Plan de Ejecución BIM) es un documento en el que se reflejan las estrategias, procesos, recursos, técnicas, herramientas, sistemas, etc.; que serán aplicados para asegurar el cumplimiento de los requisitos BIM solicitados por el cliente (lo que en países anglosajones se denomina como EIR) para un proyecto determinado y una fase o fases del ciclo de vida del mismo. Es por ello que en su redacción se requiere de la participación de todos los agentes implicados en la fase o fases en las que vaya a aplicar dicho Plan.

Guía esBIM para la elaboración del Plan de Ejecución BIM (es.BIM_3.5, 2017)

En tercer lugar, el análisis de las herramientas de comunicación ágiles, ha determinado que las “herramientas de comunicación visual”²³⁹ pueden ser de aplicación por los equipos internos, de gestión y de diseño. Se pretende validar la herramienta ágil *matriz Acel de asignación* diseñada en esta Investigación, como herramienta de comunicación interna. En esta Tesis no se ha hecho hincapié en una estrategia de comunicación externa ni en las herramientas de comunicación empleadas en la gestión de proyectos que se desarrollan en un *entorno colaborativo*²⁴⁰.

Línea futura de investigación

La duplicidad de equipos en los proyectos analizados ha dado lugar a la aparición de tiempos muertos, ocasionado interrupciones de flujo de trabajo en los intervalos de tiempo en los que los entregables están siendo validados por uno de los dos equipos. Se propone, como línea futura de investigación, la aplicación de la metodología BIM en la supresión de los tiempos muertos, como modelo de gestión del diseño del *modelo compartido* y de las comunicaciones, con la finalidad de mantener la velocidad constante de los equipos, cumplir con el objetivo plazo y retornar la inversión en el tiempo estimado.

²³⁹ Scrum Manager, 2017. *Sprint Backlog*, página 25; *Kanban boards: concepts*, página 65. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6*.

²⁴⁰ Entorno colaborativo CDE (Common Data Environment), Ver nota 18. El entorno colaborativo es el ámbito en el que se desarrolla el proyecto y debe permitir el acceso a la información de todos los agentes involucrados en el mismo con diferentes roles de lectura, escritura y aprobación. En el Plan de Ejecución BIM (ver nota 238), se definirán todos los agentes y cuál es el rol que desempeñan, estableciendo asimismo sus responsabilidades (es.BIM_3.5, 2017).

14

Capítulo 14. **BIBLIOGRAFÍA**

*Las palabras de un artista a otro pueden inducir una cadena de ideas si ambos
comparten el mismo concepto.*

(Sol LeWitt. Art-Language, vol. 1, nº.1, Inglaterra, Mayo 1969)

AEDIP, 2000. *Libro Blanco de la Dirección Integrada de Proyectos de Construcción.* Asociación Española de la Dirección Integrada de Proyectos.

AENOR, 2012. *Norma ISO (EN 15643-3:2012). Etapas y sub etapas en el ciclo de vida de bienes construidos (tabla 10).*

AENOR, 2013. *Norma ISO 21500. Spanish Association for Standardization and Certification.*

AIA, 2014. *The Architect's Handbook of Professional Practice. American Institute of Architects. 15th Edition.*

AIA, 2016. *www.aia.org.*

Anderson, D. J., 2003. *Agile Management for Software Engineering: Applying the Theory of Constraints for Business Results.* Prentice Hall.

Anderson, D. J., 2010. *Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business.* Washington: Blue Hole Press.

APM, 2013. *Project Management, Body of Knowledge. Association for Project Management. 6th Edition.*

Autodesk, Inc., 2008. *www.autodesk.es (Modelado de información para la edificación).* [Último acceso: 2015].

Aydin, M. N., Harmsen, F., Slooten, v. K. & Stegwee, R., 2005. *On the adaptation of an agile information Systems Development Method.* Journal of Database Management Special issue on Agile Analysis, Design, and Implementation, 16(4), pp. 20-24.

Beck, K., 1999. *Embracing Change with Extreme Programming.* Journal of Database Management Special issue on Agile Analysis, Design and Implementation, 32(10), pp. 70-77.

- Beck, K., 2001.** *Manifiesto for Agile Software Development*. Agile Alliance.
- Ben-David, A., Gelbard, R. & Milstein, I., 2012.** *Supplier ranking by multi-alternative proposal analysis for agile projects*. *Int. J. Proj. Manag.*, 30(6), pp. 723-730.
- Bertol, F. R., 2011.** *Técnicas Conceptuales en la Gestión de Proyectos Software*. Universidad del País Vasco.
- Boehm, B. & Turner, R., 2003.** *Balancing Agility and Discipline: A Guide for the Perplexed*. Crawfordsville, Indiana: Addison-Wesley.
- Booz Allen Hamilton Inc., 2011.** *Earned Value Management Tutorial Modulo 2: Work Breakdown Structure*. Office of Science, Tools & Resources for Project Management, science.energy.gov.
- BPF, 1993.** *Manual of the BPF system: The British Property Federation System for building design and construction*.
- British Property Federation, 2016.** www.bpf.org.uk. [En línea].
- British Standards Insitution, 2017.** www.bsigroup.com. [En línea].
- BSI, 2002.** *Project management. Guide to project management. Standard Number BS 6079-1:2000*. BSI (British Standards Institution).
- Building Smart Spain, 2017.** www.buildingsmart.es. [En línea].
- Butt, A., Naaranoja, M. & Savolainen, J., 2016.** *Project change stakeholder communication*. *Int. J. Proj. Manag.*, 34(8), pp. 1579-1595.
- Chart., P., 2015.** *Process Management & Analysis. PERT*. http://www.processma.com/resource/pert_chart.htm. [En línea].
- CIC, 2007.** *The CIC Scope of services Handbook*. Construction Industry Council. RIBA Publishing.

CIOB, 2014. *Code of Practice for Project Management for Construction and Development.* CIOB (The Chartered Institute of Building). 5 ed. London: Wiley-Blackwell.

Coad, P., Lefebvre, E. & De Luca, J., 1999. *Java Modeling In Color With UML: Enterprise Components and Process.* Prentice Hall International.

Cockburn, A., 2004. *Crystal Clear: A Human-Powered Methodology for Small Teams.* Massachusetts: Addison Wesley.

Cohn, M., 2004. *User Stories Applied.* Addison Wesley.

Cohn, M., 2005. *Agile Estimating and Planning.* New Jersey: Prentice Hall.

Conforto, E. y otros, 2016. *The agility construction project management theory.* Int. J. Proj. Manag., 34(4), pp. 660-674.

CTE, 2006. *Código Técnico de la Edificación. CTE-art.6.1.*

De Heredia, R., 1995. *Dirección Integrada de Proyecto (DIP): Project Management.* ETS Ingenieros Industriales. 2 ed. Madrid: Gabinete de Ingeniería, S.A..

Demirkesen, S. & Ozorhon, B., 2017. *Impact of integration management on construction project management performance.* Int. J. Proj. Manag., 35(8), pp. 1639-1654.

Department of Defense, 1968. *Department of Defense Handbook. Work Breakdown Structures for Defense Material Items.* United States of America.

Department of Defense, 2005. *Department of Defense Handbook. Work Breakdown Structures for Defense Material Items.* United States of America.

Díaz de Mera S., M. P., 2011. *Implicaciones en el espacio armonizado europeo de seguridad y calidad industrial en las metodologías de gestión de proyectos*

sostenibles. Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales): UNED.

Dressler, J., 1980. *Construction Mangement in West Germany.* Journal of Construction Division, 106(4), pp. 477-487.

Economia.ws, 2017. *Diagrama de Hitos.* <http://www.economia.ws/diagrama-de-hitos.php>. [En línea].

Emiliani, B., Stec, D., Grasso, L. & Stodder, J., 2007. *Better thinking, better results: case study and analysis of an enterprise-wide lean transformation.* 2nd ed. Kensington, Conn: Center for Lean Business Management.

es.BiM_2.3, 2017. *Definición de Roles en procesos BIM. Grupo de Trabajo 2: Personas. Subgrupo 2.3.* Ministerio de Fomento.

es.BIM_3.5, 2017. *Guía esBIM . Grupo de Trabajo 3: Procesos. Subgrupo 3.5. Plan de Ejecución BIM.* Ministerio de Fomento.

Fichtner, K., 2015. *Planning Processes. Critical Path review, Part 2.* <http://www.pmstrategies.wordpress.com/tag/pmbok>. [En línea].

Fulford, R. & Standing, C., 2014. *Construction industry productivity and the potential for collaborative practice.* Int. J. Proj. Manag., 32(2), pp. 315-326.

Gantt, H., 1974. *Work, Wages and Profit.* Easton, Pennsylvania: Hive Publishing Company.

Gantt, H. L., 1910. *Work, Wages and Profit.* Nueva York: The Engineering Magazine.

Goranson, H., 1999. *The Agile Virtual Enterprise: Cases, Metrics, Tools.*

Greene, C., 1965. *Communication with automata*. Technical Report RADC-TR-65-377. Translation of thesis "Kommunikation mit automaten". *Rome Air Development Center, Griffiss Air Force Base, 1965.* .

Hanrahan, R., 1995. *The ideo process modelling methodology*. Crosstalk: The Journal of Defense Software Engineering, 8(6), pp. 19-23.

Harper, D., 2008. "Retail" *Online Etymology Dictionary*.

Hendrickson, C., 2015. http://www.pmbook.ce.cmu.edu/09_Construction_Planning.html. [En línea].

Hill, T. & Steele, R., 2014. *ISO: Standards for BIM & Infrastructure Presentation to Government BIM Symposium*. Singapore.

Holness, G. V., 2006. *Building Information Modeling Gaining Momentum*. ASHRAE Journal, pp. 28-40.

Humphrey, W., 1999. *Introduction to the Team Software Process. The SEI Series in Software Engineering*.. Boston: Addison Wesley .

Institute, P. M., 2008. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. 4th edition.

KBSI, 1994. *Information integration for concurrent engineering(IICE): IDEF5 method report*. Technical report, Knowledge Based Systems, Inc. *Technical report, Knowledge Based Systems, Inc.*

Kenkyusha, 2003. *Kenkyusha's New Japanese-English Dictionary*. 5th ed. Tokyo: Kenkyusha.

Kerzner, H., 2009. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. 10th Edition ed. Hoboken, NJ: Wiley.

KIDASA , 2015. *KIDASA Software.* <http://www.ganttchart.com/Evolution>. [En línea].

Kniberg, H. & Skarin, M., 2009. *Kanban and Scrum, making the most of both.* InfoQ books.

Lean Lexicon, 2017. *WASTE.* <https://www.lean.org/lexicon/waste>.

Lee, G., Sacks, R. & Eastman, C., 2006. *Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system.* Automation in Construction, 15(6), pp. 758-776.

Legare, M., 2009. *Using Gantt Chart: Learn what a Gantt chart shows and how to make decisions using it.*

Liker, J., 2011. *Toyota: cómo el fabricante más grande del mundo alcanzó el éxito.* 1 ed. Bogotá: Grupo Editorial Norma.

LOE, 1999. *Ley 38/1999 de Ordenación de la Edificación, LOE art-4. BOE nº266, de 6 de Noviembre.*

Marca, D. & C.L., M., 2005. *IDEFO and SADT: A Modeller's Guide.* s.l.:OpenProcess, Inc.

Mario León, 2004. *Dictionary of Computing, telecommunications, and related sciences.* Madrid: Díaz de Santos .

McDaniel, N., 2001. *Scheduling Guide for Program Managers.* Fort Belvoir: Defense Systems Management College Press.

Mcleish, K., 2015. *Introduction to petri nets.* <http://www.peterlongo.it/Italiano/Informática/Petri>. [En línea].

Microsoft Office, 2017. www.support.office.com (MS Project). [En línea].

Ministerio de Fomento, 2018. *www.fomento.gob.es (Nota Metodológica de Construcción de Edificios).* [En línea].

Monden, Y., 1993. *Toyota Production System An Inegrated Approach to Just-In-Time.* 2 ed. Boston: MA: Springer US..

Morris, P., 1990. *Manejo de las interrelaciones en los proyectos - puntos clave para el éxito del proyecto.* En: CLELAND, David, KING, William. *Project Managment Hand Book.* Editorial Continental.

Morris, P., 1994. *The Management of Projects.* Thomas Telford.

Morris, P., 2000. *Project Management Research at the Turn of the Century.* *Proceedings of PMI Research Conference.*

Nakamuro, J., 2017. *Kaizen: perdido en la traducción. Causa & efecto.* [En línea] Available at: <https://cyecompetitividad.wordpress.com/2017/08/14/kaizen-perdido-en-la-traduccion/>

Nonaka, I. & Takeuchi, H., 1986. *The New New Product Development Game.* Harvard Business Review.

Nonaka, I. & Takeuchi, I., 2004. *Hitotsubashi on Knowledge Management.* Singapore: John Wiley.

Notkin, D. & Grisworld, W., 1988. *Extension and software development.* pp. 274-283.

Office of Government Commerce, 2016. *www.ogc.gov.uk.* [En línea].

OGC, 2009. *Managing Successful Projects with Prince 2.* Office of Government Commerce (OGC). 2009 ed. Norwich: TSO (The Stationery Office).

Ohno, T., 1988. *The Toyota Production System: Beyond Large-scale Production.* London: Productivity Press.

Opelt, A., Gloger, B., Pfarl, W. & Mittermayr, R., 2013. *Agile Contracts. Creating and Managing Successful Projects with Scrum.* 1 ed. Wiley.

Palmer, S. & Felsing, J. M., 2002. *A Practical Guide to Feature-Driven Development.* Prentice Hall. ISBN 0-13-067615-2.

Petit, Y., 2012. *Project portfolios in dynamic environments: Organizing for uncertainty.* Int. J. Proj. Manag., Volumen 30, p. 539–553.

Petri, C., 1962. *Kommunikation mit automaten.* PhD thesis, Schriften des IIM, Heft 2, Institut für Instrumentelle Mathematik, an der Universität Bonn.

PMI, 2017. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK guide).* Project Management Institute. 6th ed.

Pollalis, S. N., 1993. *Computer Aided Project Management: A Visual Scheduling and Control System.* Wiesbaden: Wiesbaden Vieweg+Teubner Verlag (ViewegVerlag).

Qumer, A. & Henderson-Sellers, B., 2008. *A framework to support the evaluation, adoption and improvement of agile methods in practice.* The Journal of Systems and Software, 81(11), pp. 1899-1919.

RAE, 2001. *Diccionario de la lengua española.* Consultado en <http://www.rae.es/rae.html>. 22 ed.

RIBA, 2007. *Outline Plan of Work 2007.* Royal Institute of British Architects.

RIBA, 2013. *Plan of Work 2013.* Royal Institute of British Architects.

RIBA, 2016. www.architecture.com. [En línea].

Rising, L. & Janoff, N., 2000. The Scrum Software Development Process for Small Teams. *IEEE Software*, 17(4).

Rising, L. & Janoff, N. S., 2007. *The Scrum Software Development Process for Small Teams*.

Royce, W., 1987. Managing the Development of Large Software Systems: Concepts and Techniques. *ICSE '87 Proceedings of the 9th international conference on Software Engineering* , 1-9 August.pp. 328-338.

Russell, T., 2005. *Operations Management: Quality and Competitiveness in a Global Environment*. Wiley. 5th edition ed. Hoboken, NJ: Wiley.

Salgueiro, A., 2001. *Indicadores de gestión y cuadro de mando*. Madrid: Díaz de Santos.

Sánchez, O., Terlizzi, M., Albertin, A. & Cesar de Moraes, H. O., 2017. *Cost and time project management success factors for information systems development projects*. *Int. J. Proj. Manag.*, Volumen 35, p. 1608–1626.

Sayer, N. & Williams, B., 2012. *Lean For Dummies*. 2nd ed.

Schonberger, R., 2001. *Let's Fix It! Overcoming the Crisis in Manufacturing*. New York: Free Press.

Schwaber, K., 1995. *Advanced Development Methods. Scrum Development Process*.pp. 117-134.

Schwaber, K. & Beedle, M., 2002. *Agile software development with Scrum*. Prentice Hall.

Schwaber, K. & Sutherland, J., 2017. *"The Scrum Guide"*. *Scrum.org*. [En línea].

Scott, K., 2001. *The Unified Process Explained*. ISBN 0-201-74204-7. Boston: Addison-Wesley Professional.

Scrum Alliance, 2015. *The 2015 state of Scrum Report. How the world is successfully applying the most popular Agile approach to projects.*

Scrum Alliance, 2017. *The 2017 state of Scrum Report. How the world is successfully applying the most popular Agile approach to projects.*

Scrum Manager, 2017. *Scrum Manager Professional Community Core I: Scrum Master. Versión 2.6.* Zaragoza: Lubaris Info 4 Media.

Serrador, P. & Pinto, J., 2015. *Does Agile work? – A quantitative analysis of agile Project success.* Int. J. Proj. Manag., Issue 33, p. 1040–1051.

Sheffield, J. & Lemétayer, J., 2013. *Factors associated with the software development agility of successful projects.* Int. J. Proj. Manag., 31(3), pp. 459-472.

Slagle, E., 1956. *Prestige and progress report.* The Journal of Industrial Engineering, 7(1).

Soler, M., 2012. *Tesis Doctoral: El análisis de la dirección integrada de proyectos (Project & Construction Management) en el marco europeo: propuesta de regulación en España y su inclusión en la Ley de la Ordenación de la Edificación.* Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

Steinberg, D. & W.Palmer, D., 2005. *Extreme Software Engineering.* Pearson Education Inc.

Stettina, C. & Hörz, J., 2015. *Agile portfolio management: An empirical perspective on the practice in use.* Int. J. Proj. Manag., Issue 33, p. 140–152.

Succar, B., 2009. *Building Information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders.* Automation in Construction, 18(3), pp. 357-375.

Sudhaman, P. & Thangavel, C., 2015. *Efficiency analysis of ERP projects – software quality perspective.* Int. J. Proj. Manag., Volumen 33, p. 961–970..

Sutherland, J. & Schwaber, K., 1995. *Business object design and implementation: OOPSLA '95 workshop proceedings.*

Takeuchi, H. & Nonaka, I., 1986. *The New New Product Development Game.* Harvard Business Review, 64(1), pp. 137-146.

Tennat, G., 2001. *SIX SIGMA: SPC and TQM in Manufacturing and Services.* Burlington: Gower Publishing.

Terlizzi, M., Albertin, A. & Cesar de Moraes, H. O., 2016. *Barriers to the use of an IT Project Management Methodology in a large financial institution.* Int. J. Proj. Manag., Volumen 34, p. 467–479.

Thayer, R., 1997. *Software Engineering Project Management.* 2 ed. IEEE Computer Society.

The Chartered Institute of Building, 2016. www.ciob.org. [En línea].

The Construction Industry Council, 2017. www.cic.org.uk. [En línea].

The Free Dictionary, 2012. <https://www.thefreedictionary.com/retail>.

Tuffs, S. & West, E., 1999. *Inter-operability of DSDM with the Rational Unified Process.*

Vahanvati, M. & Mulligan, M., 2017. *A new model for effective post-disaster housing reconstruction: Lessons from Gujarat and Bihar in India.* Int. J. Proj. Manag., 35(5), p. 802–817.

Vera, A. B., 2006. *Implementación de sistemas ERP, su impacto en la gestión de la empresa e integración con otras TIC.* Universidad de Concepción.

Waldner, J., 1992. *Principles of Computer-Integrated Manufacturing*. London: John Wiley.

Watts, H., 1999. *Introduction to the Team Software Process (Sei Series in Software Engineering)*. Massachusetts: Addison Wesley.

Wells, D. & Williams, L., 2002. *Extreme Programming and Agile Methods - XP/Agile Universe*. Chicago, IL, USA.

White, D. & Fortune, J., 2002. *Current practice in project management – an empirical study*. Int. J. Proj. Manag., Volumen 20, p. 1–11.

White, D. & Fortune, J., January 2002. *Current practice in project management - an empirical study*. International Journal of Project Management.

Wysocki, R. K., 2014. *Effective Project Management: Traditional, Adaptive, Extreme*.

Zhou, Y., Cheung, C. & Hsu, S., 2017. *A dimensional model for describing and differentiating project teams*. Int. J. Proj. Manag., 35(1052–1065).