



Escuela Técnica Superior de  
**Ingeniería de Edificación**

MÁSTER UNIVERSITARIO EN GESTIÓN INTEGRAL DE LA EDIFICACIÓN

# METODOLOGÍA ÁGIL DE GESTIÓN DE PROYECTOS EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

**Autor: Rebeca Sánchez Almodóvar**

**Tutor: Dr. Pedro Fernández de Valderrama Aparicio**



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	2
ÍNDICE DE FIGURAS .....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	4
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>8</b>
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
<b>5. METODOLOGÍA .....</b>	<b>14</b>
<b>6. PROJECT MANAGEMENT SEGÚN PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE .....</b>	<b>15</b>
<b>7. METODOLOGÍA ÁGIL .....</b>	<b>21</b>
7.1. ¿QUÉ ES LA METODOLOGÍA ÁGIL? .....	21
7.1.1. ROLES EN LA METODOLOGÍA ÁGIL.....	23
7.1.2. CARTA DE PROYECTO .....	25
7.1.3. PRÁCTICAS ÁGILES MÁS COMUNES.....	26
7.2. ¿CUÁNDO EMPLEAR UNA METODOLOGÍA ÁGIL? .....	32
7.3. MODELO DE IDONEIDAD PARA ENFOQUE ÁGIL .....	34
7.3.1. PREGUNTAS DEL FILTRO DE IDONEIDAD .....	35
7.3.2. GRÁFICA DE EVALUACIÓN DE IDONEIDAD .....	38
7.4. ¿POR QUÉ EMPLEAR UNA METODOLOGÍA ÁGIL? .....	39
<b>8. METODOLOGÍA ÁGIL SEGÚN EL ENFOQUE DE SCRUM.....</b>	<b>43</b>
8.1. PLANIFICACIÓN DEL SPRINT .....	45
8.2. SCRUM DIARIO .....	47
8.3. REVISIÓN DEL SPRINT .....	47
8.4. RETROSPECTIVA DEL SPRINT.....	47
<b>9. CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA ÁGIL AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>48</b>
9.1. PRESENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO .....	48
9.2. PROBLEMAS ENCONTRADOS DURANTE LA EJECUCIÓN .....	50
9.3. ELECCIÓN DEL ENFOQUE IDÓNEO PARA EL PROYECTO.....	55
9.4. IMPLEMENTACIÓN DE SCRUM EN LA REFORMA DE UNA VIVIENDA.....	57
<b>10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>70</b>
<b>11. CONCLUSIONES .....</b>	<b>73</b>
<b>12. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>75</b>
<b>13. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....</b>	<b>76</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. PUNTOS DE HISTORIA RESTANTES .....	30
FIGURA 2. PUNTOS DE HISTORIA REALIZADOS.....	31
FIGURA 3. GRÁFICA DE CARACTERÍSTICAS .....	32
FIGURA 4. MODELO DE COMPLEJIDAD DE STACEY.....	33
FIGURA 5. EVALUACIÓN DE LA ACEPTACIÓN DEL ENFOQUE.....	35
FIGURA 6. EVALUACIÓN DE LA CONFIANZA EN EL EQUIPO .....	36
FIGURA 7. EVALUACIÓN DEL PODER DEL EQUIPO PARA LA TOMA DE DECISIONES .....	36
FIGURA 8. EVALUACIÓN DEL TAMAÑO DEL EQUIPO .....	36
FIGURA 9. EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE EXPERIENCIA .....	37
FIGURA 10. EVALUACIÓN DE ACCESO AL CLIENTE/ NEGOCIO.....	37
FIGURA 11. EVALUACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE CAMBIO .....	37
FIGURA 12. EVALUACIÓN DE LA CRITICIDAD DEL PRODUCTO O SERVICIO .....	38
FIGURA 13. EVALUACIÓN DE LA ENTREGA INCREMENTAL.....	38
FIGURA 14. GRÁFICA PARA LA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD .....	39
FIGURA 15. CICLO DE VIDA GESTIÓN PROYECTO TRADICIONAL .....	40
FIGURA 16. CICLO DE VIDA PROYECTO CON RETRAJOS.....	40
FIGURA 17. CICLO DE VIDA DE PROYECTO CON METODOLOGÍA ÁGIL.....	41
FIGURA 18. DESARROLLO DEL SPRINT EN SCRUM.....	44
FIGURA 19. SCRUM TASKBOARD.....	46
FIGURA 20. PLANO DISTRIBUCIÓN VIVIENDA PREVIA A LA REFORMA .....	49
FIGURA 21. ESTADO TRAS LA REFORMA .....	50
FIGURA 22. FOTOGRAFÍA DE UNA DE LAS CATAS REALIZADAS, DONDE SE OBSERVA EL DETERIORO EXISTENTE EN EL PERFIL .....	51
FIGURA 23. FORJADO AFECTADO EN LA ZONA DE LA COCINA .....	52
FIGURA 24. PERFIL CON PERDIDA COMPLETA DE LA SECCIÓN EN EL ALMA.....	52
FIGURA 25. PLANO DISTRIBUCIÓN DE LA VIVIENDA DE LA PLANTA SUPERIOR .....	53
FIGURA 26. GRÁFICA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD DEL CASO PRÁCTICO.....	57
FIGURA 27. ROLES DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO DEL PROYECTO .....	58
FIGURA 28. ESQUEMA ORGANIZATIVO DE LAS HISTORIAS DE USUARIO.....	60
FIGURA 29. ESQUEMA DE TRABAJO SEGÚN SCRUM PREVISTO AL INICIO DE LA OBRA. ....	69
FIGURA 30. ESQUEMA DE TRABAJO SEGÚN EL ENFOQUE SCRUM.....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CORRESPONDENCIA ENTRE GRUPOS DE PROCESOS Y ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS ....	18
TABLA 2. COMPONENTES EN SCRUM.....	43
TABLA 3. VALORES DE LA EVALUACIÓN DEL MODELO DE IDONEIDAD.....	56
TABLA 4. COMPONENTES DE SCRUM.....	57
TABLA 5. PROPUESTA DE PILAS DEL PRODUCTO PARA CASO DE ESTUDIO. ....	62
TABLA 6. PILA DEL SPRINT UNO.....	63
TABLA 7. PILA DEL SPRINT DOS .....	65
TABLA 8. PILA DEL SPRINT TRES.....	65
TABLA 9. PILA DEL SPRINT TRES.....	67
TABLA 10. PILA DEL SPRINT CUATRO. ....	67
TABLA 11. PILA DEL SPRINT CINCO.....	68
TABLA 12. TIEMPOS DE EJECUCIÓN EN EL CASO PRÁCTICO .....	70

## 1. INTRODUCCIÓN

*“La dirección de proyectos no es nueva. Ha estado en uso por cientos de años. Como ejemplos de resultados de proyectos se pueden citar:*

- *Las pirámides de Giza,*
- *juegos olímpicos,*
- *La Gran Muralla China,*
- *El Taj Mahal,*
- *[...]” (Project Management Institute, 2017b, p. 1)*

Estos casos mencionados en la Guía PMBOK (Project Management Body of Knowledge), son el claro ejemplo de que cualquier secuencia de procesos ordenados y con un fin determinado, sea del ámbito que sea, es dirección de proyectos.

En el apartado 3.3 de la norma UNE-ISO 21500:2013, se define dirección de proyectos como *“la aplicación de métodos, herramientas, técnicas y competencias a un proyecto. [...] La gestión de proyectos se lleva a cabo mediante procesos. [...] Cada fase del ciclo de vida del proyecto debería tener entregables específicos. Estos entregables deberían ser revisados regularmente durante el proyecto para cumplir con los requisitos del patrocinador, de los clientes y las otras partes interesadas”* (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2013).

Esta definición suscita interés al definir la dirección de proyectos como la aplicación de una metodología de trabajo a través de procesos, y que en cada fase del proyecto, debe comprender unos entregables específicos. Además, indica que estos deben ser revisados de forma regular durante el desarrollo del proyecto con el objetivo de adaptarlos al cliente, patrocinador o interesados.

Ante esta definición, se plantea una cuestión, ¿Se puede aplicar esta a la forma de dirigir los proyectos actualmente en el sector de la construcción?

### 2. JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

En la actualidad, vivimos en un tiempo donde todo se encuentra en continuo cambio. Este cambio afecta a todos los sectores, tanto los laborales como los que no lo son. Esto es debido a la globalización.

La globalización, genera una mentalidad de mejora continua en las empresas, para adaptarse a los cambios que se producen y poder ser competitivas en el mercado global con sus productos.

Ya lo dijo Arie de Geus: *“La capacidad de aprender más rápido que los competidores puede ser la única ventaja competitiva sostenible”* (de Geus, 1988). Y es que, en la actualidad, la formación y actualización de las empresas es clave en cada sector. Concretamente, en el sector de la construcción, son muchas las empresas que tras la crisis económica producida en el año 2008, han comenzado a actualizar sus procesos, y a formarse con el fin de obtener ventajas frente a sus competidores más directos. Esta época de crisis, puso de manifiesto la necesidad del sector por actualizar la gestión de sus procesos de trabajo y de hacerlos más eficientes.

Entre las grandes preocupaciones de las empresas constructoras se encuentra la gestión de sus proyectos. Principalmente, cuando estos no cumplen los plazos de tiempo y costes marcados en proyecto. En este sentido, surgen nuevas metodologías de gestión de proyectos, para ayudar a las empresas en la realización de sus proyectos de forma eficaz y eficiente.

Entre las nuevas metodologías de gestión de proyectos surgidas se encuentran Building Information Modelling (BIM), Project Management (PM) y Lean Construction cuyo objetivo es planificar y gestionar de forma coherente, siguiendo una misma metodología, cualquier tipo de proyecto. Otra de las metodologías más recientes es la **ágil**, nacida en el año 2001 en el sector del software.

El empleo de la metodología ágil implica flexibilidad y capacidad de dar respuesta a los problemas que pueden surgir y mayor adaptabilidad a los cambios.

Además, ser ágil es saber integrar las herramientas de información y empleados en el proceso de producción. El principal objetivo que se persigue con esta metodología es satisfacer las necesidades del cliente involucrándolos en el proceso de desarrollo del producto (Loiro et al., 2019).

En el sector de la construcción, el desarrollo de proyectos es complejo, dadas las condiciones cambiantes de cada obra. Dos proyectos nunca se realizan en las mismas condiciones, ni con el mismo equipo, ni siquiera en el mismo emplazamiento.

Por estos motivos, se plantea la realización de este trabajo, aplicando la metodología ágil a ciertos proyectos de construcción, dado que en muchos se producen revisiones durante su ejecución. Esto provoca aumento de costes, tiempo y en algunos casos disminución de la calidad de estos.

Por otro lado, aclarar que este trabajo no busca el rechazo de las metodologías tradicionales frente a las nuevas metodologías, como puede ser la metodología ágil, sino la comparación entre ambas y el análisis de la posibilidad de implantar nuevas metodologías en el sector de la construcción.

### 3. ESTADO DEL ARTE

Para la recopilación bibliográfica se ha llevado a cabo varias búsquedas en bases de datos como Scopus, Dialnet, Google Scholar, etc. mediante el empleo de palabras clave como *“agile”*, *“Project Management”*, *“Project construction”* o similares. Obteniendo, entre ellas, algunos de los artículos destacados a continuación.

En la actualidad, la mayor parte de la bibliografía existente sobre metodología ágil se concentra en el sector del software, ya que fue creada para solventar los problemas de desarrollo de proyectos en dicho sector. Sin embargo, también se ha experimentado y aplicado dicha metodología en otros ámbitos, especialmente en aquellos que reúnen una serie de características comunes con el sector del software.

A continuación, se mencionan los documentos recabados que despiertan mayor interés para la realización del presente trabajo, ya sea por el tema que desarrollan o por su relación con los objetivos que se pretenden conseguir. Sin embargo, se han hallado más documentos sobre el tema de los mencionados aquí, aunque no se ha creído relevante su mención.

La base sobre la que construir una metodología para la dirección y gestión de proyectos es la guía del PMBOK (Project Management Institute, 2017b), por ello debe ser uno de los principales documentos bibliográficos a tener en cuenta para el desarrollo del presente trabajo.

En el ámbito de la metodología ágil, el principal documento de referencia es el *“Manifiesto Ágil”* (Beck, 2001). Este documento resume los cuatro valores y los doce principios sobre los que se asienta la metodología.

A raíz de este manifiesto, que dio lugar a esta metodología, se ha generado mucha bibliografía. La mayor parte de esta se centra en el sector informático, sin embargo, también se han hallado textos que hacen referencia a otros sectores.

Respecto a la metodología ágil, el Project Management Institute – en adelante, PMI – editó en el año 2017 la *“Guía Práctica de Ágil”* (Project Management Institute, 2017a) para la aplicación de dicha metodología a la gestión de proyectos, esta guía también ha servido de base para la realización de este trabajo.

A nivel internacional, destacar el hallazgo del artículo *“Del manifiesto ágil sus valores y principios”* (Herrera Uribe & Valencia Ayala, 2007) en el que los autores analizan la evolución de la metodología ágil y realizan una reseña sobre los valores y principios del manifiesto ágil. En el campo de la construcción, a nivel internacional, se ha localizado el artículo *“Agile Project Management: Feasible Methodology in Construction Industry”* (Ingle, 2019) en el que la autora realiza una encuesta a técnicos del sector de la construcción en la que, entre otras cuestiones, se les plantea si han oído hablar del término ágil y si lo han aplicado. De esta encuesta, la autora concluye que es difícil integrar la gestión ágil en el sector de la construcción. Además, los encuestados coincidían en que el alcance debe estar completamente definido antes de comenzar a ejecutarse el proyecto y que un cambio a posteriori afectaría a los costes y al tiempo. Siendo estos dos factores los que mayor preocupación generan en los clientes. Este artículo genera interés porque, aunque sean solo 17 los técnicos encuestados, plantean algunos de los inconvenientes de esta metodología en el sector desde su punto de vista.

También se ha hallado el artículo *“Using Analytic Hierarchy Process to Evaluate Implementation Barriers of Agile Project Management in Australian Project Environments”* (Dumrak, Mostafa, & Hadjinicolaou, 2020) en el que los autores realizan un análisis de las barreras en la implementación de la metodología ágil en proyectos de los distintos sectores en Australia. Para ello, agrupan las barreras encontradas según los valores del Manifiesto Ágil y posteriormente encargan a varios expertos en gestión de proyectos la realización de un análisis de las barreras obtenidas de forma teórica. De este estudio extraen las conclusiones de que las barreras más críticas para la implementación de la metodología ágil son la falta de

liderazgo, la falta de comunicación entre los miembros del equipo y la toma de decisiones ineficaz. Es interesante el análisis realizado en este artículo porque, a pesar de que su ámbito de estudio sea el australiano, los datos obtenidos podrían extrapolarse al resto del mundo e intentar prestar mayor atención a estos factores a la hora de implementar esta metodología.

Otro de los artículos encontrados es *“Iterative Effects of Agile Response-to-Change and Project Complexity on Project Performance”* (Son Nguyen & Mohamed, 2020) presentado al mismo ciclo de conferencias que el artículo anterior. En él, los autores analizan la relación entre la complejidad del proyecto y la respuesta a los cambios. Para ello, realizan una encuesta para medir la complejidad del proyecto y los rendimientos en estos. Según los autores, la complejidad del proyecto viene determinada por las características del mismo y de la capacidad de los equipos de gestionarlo. Siendo los proyectos complejos los más susceptibles de sobrepasar el presupuesto y retrasarse. Entre las distintas conclusiones obtenidas, se destaca que mejorar la capacidad de los equipos de gestión para dar respuestas a los cambios en tareas y tecnologías puede ayudar a mitigar o prevenir los retrasos del proyecto, prestando mayor atención a los cambios internos que a los externos.

Entre la bibliografía encontrada, a nivel europeo, se destacan textos como el artículo *“Is Agile Project Management applicable to construction?”* (R. Owen, Koskela, Henrich, & Codinhoto, 2006) en el que los autores estudian las características de la metodología ágil y se evalúan los beneficios de su aplicación en las fases de prediseño y diseño del proyecto. En este artículo se plantea como futura línea de investigación el análisis y aplicación de esta metodología a la fase de construcción. Ya que, según los autores, esta fase plantea serios obstáculos para su implementación. Dos de los autores mencionados anteriormente, Koskela y Owen, aportan el artículo *“Agile Construction Project Management”* (R. L. Owen & Koskela, 2006) en el que estudian el origen de la metodología ágil y sus características. Además, comparan la construcción con el sector de producción buscando las

diferencias y similitudes entre ambos. Finalmente, concluyen que existen grandes similitudes entre ambas en la fase de diseño pero que existen diferencias considerables en las fases de producción que deberían explorarse más a fondo.

Por otro lado, en el artículo *“Agile PM and BIM: A hybrid scheduling approach for a technological construction project”* (Tomek & Kalinichuk, 2015) los autores plantean la implementación de BIM a través de la metodología ágil, con el fin de obtener una mayor eficiencia en los proyectos. Este artículo genera interés al valerse los autores de esta metodología para gestionar sus proyectos constructivos. Finalmente, destacar a nivel europeo, el artículo *“Management of small building works”* (Griffith & Headley, 1998) donde los autores exponen las características de las obras pequeñas y los principales problemas que estas encuentran para gestionar sus proyectos. Esto, lo llevan a cabo mediante una encuesta realizada a una serie de empresas británicas que realizan este tipo de obras. Se destaca la importancia de este artículo, al ser un posible campo de aplicación para la metodología ágil en el sector de la construcción.

A nivel nacional, se ha encontrado una tesis doctoral denominada *“Aplicación de las metodologías ágiles en la gestión de la información y comunicación en proyectos de reforma en el Sector Retail”* (Sanchez Vicente, 2019) de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Madrid. En esta tesis, el autor plantea la aplicación de la metodología ágil en los proyectos realizados en el sector retail, al tratarse de entornos inestables en los que, se pueden realizar varias reformas a lo largo del tiempo para renovar la imagen de las tiendas o locales comerciales. De este autor también se destaca el artículo *“Aplicación de las metodologías ágiles en la gestión BIM de proyectos de construcción en entornos inestables”* (Sanchez Vicente, H. García Santos, A. Soler Severino, 2014) donde el autor afirma que *“la principal ventaja que encontramos en el modelo de gestión ágil es la flexibilidad por medio de planes adaptativos, aportando rapidez al cambio, por lo que es ideal en proyectos con objetivos finales poco definidos”*. En este artículo, el autor relaciona la

metodología ágil y la tradicional, indicando las deficiencias de esta última para la gestión de proyectos. Por otro lado, el autor plantea la aplicación de la metodología ágil basándose en el entorno colaborativo de BIM, como una forma de llevarla a la práctica ganando tiempo y reduciendo costes y documentación innecesaria.

En la bibliografía recabada se puede observar el predominio de los investigadores británicos en el ámbito de la gestión y dirección de proyectos mediante metodologías ágiles. En el ámbito español, únicamente se ha hallado una tesis doctoral que implemente dicha metodología en el sector de la construcción, hecho que motiva la realización de este trabajo.

#### 4. OBJETIVOS

Con la realización de este trabajado, el objetivo general que se plantea es:

- Analizar la idoneidad de la metodología ágil en la gestión de proyectos en obras de construcción.

Para poder alcanzar este objetivo general planteado anteriormente se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Realizar una búsqueda bibliográfica, para conocer las investigaciones previas realizadas sobre el tema.
- Analizar y conocer la metodología ágil para la gestión de proyectos y sus aplicaciones.
- Analizar las diferencias entre la metodología ágil y otras metodologías para la gestión de proyectos.
- Conocer los fundamentos y características de uno de los enfoques de la metodología ágil como es Scrum.
- Aplicar el enfoque de Scrum a un caso real de gestión de proyectos de construcción.

## 5. METODOLOGÍA

En primer lugar, se escoge el tema de este trabajo por tratarse de un tema en constante evolución para adaptarse a los problemas que van surgiendo en la gestión y dirección de proyectos de construcción.

Para poder desarrollar este trabajo se emplea una metodología siguiendo el siguiente esquema:

Para empezar, se ha realizado una revisión bibliográfica sobre las metodologías ágiles y su origen, así como de sus principales características. Además, también se ha investigado acerca de su aplicación en el sector de la construcción y de las ventajas obtenidas en su aplicación.

A continuación, se ha revisado y ordenado toda la información recopilada a través de las diferentes búsquedas (Scopus, Google Scholar, Dialnet, etc.), seleccionando aquella que más interés ha generado para el desarrollo del presente trabajo.

Acto seguido, se ha estudiado la metodología ágil y sus aplicaciones en proyectos de otros ámbitos, con el fin de implementar aquellas que suscitan mayor interés en los proyectos de construcción. Además, se han analizado otras metodologías de gestión de proyectos con el fin de comparar sus aplicaciones con la metodología ágil.

Por otro lado, se ha estudiado la idoneidad de aplicar la metodología ágil en las diferentes fases de desarrollo de proyectos de construcción en base a estudios realizados por otros autores, partiendo de las conclusiones obtenidas por estos. Para ello, se ha revisado la bibliografía obtenida, acerca de este tema, y se ha planteado un caso práctico real de aplicación de la metodología ágil mediante el enfoque Scrum, con el objetivo de extraer una serie de conclusiones.

## 6. PROJECT MANAGEMENT SEGÚN PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE

Una metodología, según la definición dada en la Guía del PMBOK, es *“un sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y reglas utilizado por quienes trabajan en una disciplina”* (Project Management Institute, 2017b, p. 2).

En la década de los cincuenta se prescribieron una serie de métodos y procedimientos que deberían aplicarse a cada proyecto de manera uniforme. Según Spundak (Špundak, 2014) esta implementación debe garantizar la solidez y aplicabilidad de una amplia gama de proyectos, desde los más simples a los más complejos. Este pensamiento se asienta sobre la percepción de que los proyectos son predecibles y lineales por lo que es relativamente fácil planificar en detalle y seguir esa planificación sin apenas cambios.

Este mismo autor refiere que en la gestión de proyectos según la metodología tradicional el objetivo que se persigue es la optimización y la eficiencia del plan inicial del proyecto, o lo que es lo mismo, finalizar el proyecto en el plazo previsto cumpliendo a su vez el presupuesto y el alcance propuesto.

La dirección de proyectos según el estándar del PMI es de las más extendidas a lo largo del mundo, al basarse en la experiencia de miles de profesionales y empresas. Además, se trata de una metodología en mejora continua. Por otro lado, el éxito que genera su empleo aporta confianza y garantía a las empresas y profesionales que pretenden mejorar en la gestión y dirección de sus proyectos. Es, por tanto, un referente para la dirección de proyectos.

PMI es una organización mundial, fundada en el año 1969 con sede en Pensilvania (EE.UU.), dedicada a la dirección de proyectos. El principal trabajo que desarrolla es el establecimiento de los estándares para la dirección de proyectos, a través de la organización de programas educativos y de llevar a cabo la certificación de los profesionales (Project Management Institute, 2020).

## 6. PROJECT MANAGEMENT SEGÚN PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE

El PMI define estándar como “*un documento establecido por una autoridad, costumbre o consenso como un modelo o ejemplo*” (Project Management Institute, 2017b, p. 541). A continuación, se tratará de resumir de forma sencilla en que consiste este estándar para poder comparar el Project Management según el PMI con la metodología ágil.

Antes de iniciar un proyecto, el PMI establece el desarrollo de un “*caso de negocio*” en el que se definan los objetivos que se persiguen, la inversión realizada y los criterios financieros y cualitativos para que el proyecto tenga éxito. Este caso de negocio sentará las bases sobre las que se evaluará el éxito y la evolución del proyecto durante su ciclo de vida, comparando los resultados obtenidos con los objetivos y criterios predefinidos (Project Management Institute, 2017b, p. 546).

Por otro lado, también propone la realización de un “*plan de gestión de beneficios*”, en el que se describa cómo y cuándo se van a entregar los beneficios obtenidos con el proyecto, así como la forma en la que se va a llevar a cabo la medición de los mismos. Este plan puede contener los beneficios que se esperan obtener, la forma en la que estos beneficios apoyan las estrategias de negocio de la empresa, el plazo para obtenerlos, la persona encargada de registrar e informar de los beneficios obtenidos, las mediciones utilizadas y los riesgos asociados a los beneficios esperados (Project Management Institute, 2017b, p. 546).

Los dos documentos citados anteriormente no se consideran documentos de proyecto, sino más bien documentos de negocio, ya que estos documentos sirven de ayuda a la empresa que realiza el proyecto para determinar, a posteriori, si los resultados obtenidos cumplieron las expectativas y los objetivos planteados. Además, estos documentos pueden emplearse como entrada a alguno de los procesos del proyecto (Project Management Institute, 2017b, p. 547).

Según el PMI debe dividirse el ciclo de vida del proyecto en fases, acotando estas en el tiempo, mediante el establecimiento de un inicio y un fin para cada una de ellas. Cada fase concluye con uno o varios entregables. El nombre, la duración

y el número de fases se determinará en función de la envergadura y la necesidad de gestión y control del proyecto (Project Management Institute, 2017b, p. 547).

Para la dirección de proyectos mediante esta metodología se organiza el proyecto a través de fases, y cada una de estas fases se corresponde con uno de los denominados “*Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos*” de **Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre** (Project Management Institute, 2017b, p. 554).

Por otro lado, el PMI establece unas “*Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos*”, que se concretan en 10 áreas. Cada proyecto, según sus necesidades propias puede requerir áreas adicionales, pero las que se establecen de forma general son: **Integración, Alcance, Cronograma, Calidad, Recursos, Comunicaciones, Riesgos, Adquisiciones e Interesados** (Project Management Institute, 2017b, p. 553).

Cabe destacar que estos Grupos de Procesos no son fases del proyecto, sino que se llevan a cabo dentro de una fase tantas veces como sea necesario, hasta la finalización de esa fase del proyecto.

Estos Grupos de Procesos se desarrollan en cada Área de Conocimiento tal y como se indica en la siguiente tabla:

## 6. PROJECT MANAGEMENT SEGÚN PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.7 Cerrar el Proyecto o Fase
5. Gestión del Alcance del Proyecto		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
6. Gestión del Cronograma del Proyecto		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma		6.6 Controlar el Cronograma	
7. Gestión de los Costos del Proyecto		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
9. Gestión de los Recursos del Proyecto		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades	9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo	9.6 Controlar los Recursos	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear las Comunicaciones	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear los Riesgos	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	
13. Gestión de los Interesados del Proyecto	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	

Tabla 1. Correspondencia entre Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos. Fuente: (Project Management Institute, 2017b, p. 25)

Según este estándar, también deben tenerse en cuenta y gestionarse los interesados en el proyecto. Estos pueden ser internos (como el director de proyecto) o externos (proveedores) y pueden estar al corriente del proyecto o no, además pueden producir un impacto en el proyecto tanto positivo como negativo. Por tanto, es importante identificar, analizar e involucrar a los interesados de forma exitosa en el proyecto, gestionando sus expectativas y la participación de estos durante el desarrollo del proyecto (Project Management Institute, 2017b, p. 551).

Otro de los aspectos a tener en cuenta durante la gestión de un proyecto es lo que el PMI denomina factores ambientales de la empresa y los activos de los procesos de la organización. Los primeros son factores externos al proyecto, pero que influyen en él. El equipo que gestiona el proyecto no puede controlarlos como, por ejemplo, la cultura de la organización en la que se enmarca el proyecto. Los activos de los procesos de la organización son factores internos de la empresa y que influyen en la dirección del proyecto, como los procesos o procedimientos de la empresa (Project Management Institute, 2017b, p. 557).

El PMI, en su estándar, establece la importancia de adaptar los procesos de la dirección de proyectos, entradas, herramientas, técnicas, salidas, los factores ambientales de la empresa y los activos de los procesos de la organización al proyecto. Se hace patente la importancia de adaptar cada proyecto, al considerarlo único, según sus necesidades y/o características (Project Management Institute, 2017b, p. 558).

La idea básica de aplicar los mismos métodos y técnicas en cada proyecto de forma uniforme se erige como la principal ventaja de la metodología tradicional. Sin embargo, cada vez son más los autores que discrepan y opinan que es su principal desventaja. Esto es debido a que los proyectos son cada vez más complejos, con más tareas e interrelaciones. Por otra parte, el enfoque tradicional

se basa en jerarquías y relaciones lineales, no permitiendo reflejar la realidad compleja y dinámica del proyecto (Špundak, 2014).

Otra de las características de la metodología tradicional, y que resulta como otra de las principales desventajas de esta, es la suposición de que el proyecto se encuentra aislado del entorno en el que se desarrolla (Špundak, 2014).

Linehan y Kavanagh afirman que *“los proyectos son fenómenos complejos, ambiguos y confusos en los que la idea de un objetivo único y claro está en desacuerdo con la realidad, especialmente en las primeras etapas de un proyecto”* (Linehan & Kavanagh, 2006). También Koskela y Howell coinciden en que *“en los grandes proyectos actuales, complejos y rápidos, la gestión tradicional de proyectos es simplemente contraproducente; crea problemas autoinfligidos que socavan gravemente el rendimiento”* (Koskela & Howell, 2002). Ambas afirmaciones, que otros autores comparten, ponen en entredicho el pensamiento común de que conociendo una metodología se puede desarrollar cualquier tipo de proyecto de forma exitosa.

El autor Terry Williams en un análisis que realiza concluye que *“los métodos convencionales pueden ser inapropiados y potencialmente desventajosos para proyectos que son estructuralmente complejos, inciertos y muy limitados en el tiempo”* (Williams, 2005). Por ello, es recomendable conocer otras metodologías que se ajusten a las necesidades de aquellos proyectos complejos o con un cierto grado de incertidumbre. Relegando las metodologías tradicionales a los proyectos en los que los requisitos del cliente y los procesos y sistemas a emplear estén predefinidos.

## 7. METODOLOGÍA ÁGIL

### 7.1. ¿QUÉ ES LA METODOLOGÍA ÁGIL?

Las metodologías ágiles nacen de la aparición de tecnologías disruptivas. Una tecnología disruptiva es aquella que genera un progreso exponencial. Por tanto, si genera una evolución exponencial los cambios también serán exponenciales. Como ejemplo de tecnologías disruptivas se encuentra BIM, Big Data, Block Chain, Inteligencia Artificial, etc.

Ante estas tecnologías, 17 expertos de las grandes empresas de la industria del software se reúnen en el año 2001 en Utah (EE.UU.) con la preocupación de que sus empresas estaban dejando de ser competitivas frente a las pequeñas empresas. En esta reunión, el principal objetivo que se perseguía era dar respuesta a los problemas en el desarrollo de proyectos del sector. La pretensión de estos expertos era fabricar sus productos en el menor tiempo posible y pudiendo realizar modificaciones durante el desarrollo del proyecto. El resultado de esta reunión fue el establecimiento del término “Ágil” y la fundación de “La Alianza Ágil”, formada por estos expertos, además de la redacción del Manifiesto Ágil. Este manifiesto incluye los cuatro valores y los doce principios sobre los que se asienta la metodología.

Los cuatro valores son:

- *“Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas*
- *Software funcionando sobre documentación excesiva*
- *Colaboración con el cliente sobre negociación contractual*
- *Respuesta ante el cambio sobre seguir un plan” (Beck, 2001).*

En palabras de los propios autores “*Aunque valoramos los elementos de la derecha, valoramos más los de la izquierda*” (Beck, 2001). Es decir, en palabras de los autores, son muy importantes los procesos y herramientas, la documentación, el contrato entre las partes y sobre todo seguir un plan de trabajo. Sin embargo, esto pierde

valor frente a los trabajadores y la forma de interactuar entre ellos y con el cliente, el producto final y la capacidad para dar respuesta a los cambios que se puedan producir.

Los principios en los que se basa esta metodología, y que desarrollan de formas más explícita los valores anteriores, son los siguientes:

- *“Nuestra mayor prioridad es satisfacer al cliente mediante la entrega temprana y continua de software con valor.*
- *Aceptamos que los requisitos cambien, incluso en etapas tardías del desarrollo. Los procesos Ágiles aprovechan el cambio para proporcionar ventaja competitiva al cliente.*
- *Entregamos software funcional frecuentemente, entre dos semanas y dos meses, con preferencia al periodo de tiempo más corto posible.*
- *Los responsables de negocio y los desarrolladores trabajamos juntos de forma cotidiana durante todo el proyecto.*
- *Los proyectos se desarrollan en torno a individuos motivados. Hay que darles el entorno y el apoyo que necesitan, y confiarles la ejecución del trabajo.*
- *El método más eficiente y efectivo de comunicar información al equipo de desarrollo y entre sus miembros es la conversación cara a cara.*
- *El software funcionando es la medida principal de progreso.*
- *Los procesos Ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios debemos ser capaces de mantener un ritmo constante de forma indefinida.*
- *La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la Agilidad.*
- *La simplicidad, o el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial.*

- *Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos auto organizados.*
- *A intervalos regulares el equipo reflexiona sobre cómo ser más efectivo para a continuación ajustar y perfeccionar su comportamiento en consecuencia” (Beck, 2001).*

De estos principios mencionados anteriormente se puede extraer la idea de libertad que se les concede a los implicados en el desarrollo del proyecto, basada en la confianza de cada uno de los integrantes del equipo, confiriéndoles la capacidad de autoorganizarse y trabajar mano a mano con el cliente. El principal objetivo de esta metodología es poder entregar un producto lo más acorde posible a las características y condiciones planteadas por el cliente, siendo indiferente lo que se hubiese acordado a la firma del contrato. Por tanto, no prima el acuerdo contractual sobre el cliente, sino lo que dictamine en cada momento.

La metodología ágil se lleva a la práctica mediante diferentes enfoques. Estos enfoques pueden emplearse tal y como han sido diseñados o combinarse de forma que mejore su aplicación en el entorno o la situación real del proyecto. Por otro lado, también puede desarrollarse un enfoque ágil específico para el proyecto o el equipo que lo va a emplear, siempre que siga los valores y principios del Manifiesto Ágil explicados anteriormente. El enfoque más empleado es “**Scrum**”, por ello, en este trabajo se va a explicar en qué consiste y cómo se trabaja con él.

#### 7.1.1. ROLES EN LA METODOLOGÍA ÁGIL

La metodología ágil establece una serie de roles para cada uno de los miembros del equipo que interviene en el proyecto. Debe tenerse en cuenta que, en muchas de las construcciones realizadas, esta asignación de roles no es sencilla dada la complejidad de los proyectos. Sin embargo, el autor Hugo Sánchez Vicente en su tesis doctoral sobre “*Aplicación de las metodologías ágiles en la gestión de la información y comunicación en proyectos de reforma en el Sector Retail*” (Sanchez

Vicente, 2019), adopta los roles de la metodología BIM definidos por el Ministerio de Fomento en el programa para la implantación de la metodología BIM en España (es.BIM, 2017).

La metodología ágil comúnmente define los tres roles siguientes:

- Dueño del producto
- Facilitador del equipo
- Miembro del equipo multifuncional

**Dueño del producto:** es el encargado de dirigir el producto y trabaja a diario con el equipo aportando comentarios sobre él, además establece cómo va a continuar su desarrollo. En el sector de la construcción este rol lo desempeñaría el promotor de la obra. Siguiendo esta metodología, el promotor participaría mucho más en la ejecución de la obra, ya que asistiría a las reuniones y vería de primera mano la evolución del proyecto, a la vez que dirigiría los esfuerzos del equipo para alcanzar los objetivos propuestos. En algunos casos, el promotor tiene experiencia en negocios y tiene la capacidad para la toma de decisiones. Si no fuera el caso, el promotor puede solicitar ayuda a técnicos con experiencia para organizar y administrar el trabajo del equipo, así como para la toma de decisiones (Loiro et al., 2019).

**Facilitador del equipo:** Este rol también suele llamarse gerente del proyecto, Scrum Master o entrenador del equipo líder. Es el líder del equipo y el responsable de guiar y dar apoyo a los miembros del equipo ágil. También es el encargado de lidiar con los problemas externos para que el equipo pueda enfocarse y concentrarse en el trabajo. Cualquier miembro del equipo podría desarrollar este rol con las habilidades adecuadas, aunque al principio puede ser necesaria la ayuda de un entrenador externo con la experiencia adecuada. En obras de construcción, este rol sería desempeñado por el Project Manager, ya que es el encargado de gestionar y coordinar la obra. En los casos en que esta figura no sea

necesaria, por las características de la obra, este rol lo asumiría el director de obra o de la ejecución de la obra (Project Management Institute, 2017a, p. 41).

**Miembros del equipo:** cada uno de los integrantes del grupo debe poder contribuir de distintas formas al cumplimiento de los objetivos del proyecto. Los miembros del equipo son autoorganizados y críticos con su trabajo, pueden entregar el producto terminado en el menor tiempo posible con la máxima calidad. En el sector de la construcción, no es fácil encontrar personal con formación en todas las fases de ejecución de la obra. Por tanto, el equipo que desarrolla el proyecto no siempre será el mismo y deberá tenerse en cuenta a la hora de aplicar esta metodología a un caso concreto (Project Management Institute, 2017a, p. 41).

### 7.1.2. CARTA DE PROYECTO

Todo proyecto necesita de una carta de proyecto u hoja de ruta. Este documento es el que transmite al equipo que va a desarrollar el proyecto la importancia de este, hacia dónde se dirige el equipo y los objetivos que se pretenden obtener con su realización (Project Management Institute, 2017a).

Según la Guía Práctica de Ágil una carta de proyecto ágil debe responder a las siguientes preguntas:

- *“¿Por qué estamos haciendo este proyecto? Esta es la visión del proyecto*
- *¿Quién se beneficia y cómo? Esto puede ser parte de la visión del proyecto y/o propósito del proyecto.*
- *¿Qué significa hecho para el proyecto? Estos son los criterios de lanzamiento del proyecto.*
- *¿Cómo vamos a trabajar juntos? Explica el flujo de trabajo previsto”* (Project Management Institute, 2017a, p. 49).

Con este documento el equipo tiene la base sobre la que desarrollar el proyecto, además le ayuda a conocer al promotor del mismo y la finalidad que se

persigue al ejecutarlo. Esta es una forma de integrar al equipo en el proyecto, ayudando a que los miembros del equipo sientan los objetivos del proyecto como propios. Este documento sería el homólogo al Plan para la Dirección del Proyecto en Project Management.

En el sector de la construcción, el equipo del proyecto es consciente de la finalidad del mismo, quién es el beneficiario y cómo se va a beneficiar. Por tanto, a priori, este documento podría parecer innecesario. Sin embargo, sería interesante para el equipo de trabajo conocer información complementaria sobre objetivos adicionales, restricciones, así como el flujo de trabajo previsto.

### 7.1.3. PRÁCTICAS ÁGILES MÁS COMUNES

- Iteraciones

La Guía Práctica Ágil define iteración como *“un bloque de tiempo delimitado para el desarrollo de un producto o entregable en el que se realiza todo el trabajo necesario para entregar valor”* (Project Management Institute, 2017a, p. 152).

Todo el proyecto es dividido por el equipo del proyecto en iteraciones. Cada una de estas iteraciones comprende un periodo de tiempo definido por dicho equipo, normalmente entre una y dos semanas. De esta forma, el equipo planifica el trabajo a ejecutar, lo ejecuta y cuando está terminando de ejecutarlo comienza a planificar la siguiente iteración.

- Retrospectivas

Las retrospectivas son la herramienta más importante de la metodología ágil. Esta ayuda a los equipos a aprender y adaptar los procesos al proyecto que se desarrolla (Project Management Institute, 2017a, p. 50).

Como se ha indicado anteriormente, el Manifiesto Ágil establece en sus principios que *“A intervalos regulares, el equipo reflexiona sobre cómo ser más eficaz, luego afina y ajusta su comportamiento en consecuencia”* (Beck, 2001). De ahí la

importancia de realizar retrospectivas, para analizar el trabajo realizado y corregir o mejorar en posteriores iteraciones el desarrollo del proyecto.

Sin embargo, no es necesario finalizar una iteración para realizar una retrospectiva. Un equipo puede determinar la realización de retrospectiva en los momentos clave, cómo cuando se completa un trabajo, por pequeño que sea, cuándo han pasado varias semanas desde la última retrospectiva, cuándo el equipo está estancado y el trabajo no fluye o cuándo se alcanza cualquier otro hito (Project Management Institute, 2017a, p. 51).

Ha de tenerse en cuenta que intentar mejorar muchas cosas a la vez puede desbordar al equipo y que no complete ninguna de las mejoras programadas. Por ello, es importante seleccionar las mejoras a realizar y trabajar en ellas. Posteriormente, si el tiempo lo permite, se pueden llevar a cabo mejoras adicionales. Al seleccionar las mejoras a realizar, el equipo debe decidir cómo medir los resultados obtenidos con la mejora para poder realizar un análisis posterior y validar el éxito o el fracaso de cada una de las mejoras realizadas. El facilitador del equipo es el encargado de guiar al equipo y clasificar los elementos a mejorar en función de la importancia de esta (Project Management Institute, 2017a, p. 51).

- Backlog

El backlog es una lista ordenada de los requisitos del usuario. Esta lista aumenta y evoluciona durante la ejecución del proyecto. Dicha lista está compuesta por las funcionalidades o “**historias de usuario**” que el cliente pretende obtener, ordenadas en función de la prioridad que tengan para el cliente. Es un inventario de funcionalidades, mejoras y correcciones de errores a realizar en el producto. Todo el trabajo que debe realizar el equipo debe aparecer en el backlog (Sanchez Vicente, 2019, p. 56).

Durante el desarrollo del producto, el dueño del producto trabaja junto al equipo para preparar la próxima iteración en una o varias sesiones a mitad de la iteración. El objetivo de estas sesiones es refinar las siguientes historias para que el equipo pueda entender cuáles y cómo de grandes son. Las reuniones se fijan en consenso entre el equipo y el dueño del producto. Además, el equipo es el que elige la duración de las iteraciones, de forma que le permite realizar retroalimentaciones de manera frecuente (Project Management Institute, 2017a, p. 52).

El propietario del producto puede llevar a cabo las reuniones de preparación y perfeccionamiento del backlog de varias formas. Puede animar al equipo para que trabaje de forma conjunta en el desarrollo de las historias, discutiéndolas y posteriormente, redactándolas, asegurándose de que las historias sean lo suficientemente pequeñas como para que el equipo pueda desarrollarlas con un flujo constante de trabajo completado. El propietario del producto también puede presentar al equipo el concepto general de la historia para su análisis, de forma que el equipo plantee tantas historias como sean necesarias para completar dicho objetivo (Project Management Institute, 2017a, p. 53).

Generalmente los equipos tienen como objetivo no pasar más de una hora a la semana perfeccionando historias de la siguiente iteración. Estos prefieren invertir más tiempo en desarrollar el trabajo que en planificarlo. Si un equipo invierte más tiempo en planificar que en ejecutar, es posible que el dueño del producto esté preparando en exceso, o que el equipo carezca de la formación o de las habilidades críticas para evaluar y perfeccionar el trabajo (Project Management Institute, 2017a, p. 53).

- Historias de usuario

Las historias de usuario *“son un enfoque de requerimientos ágil que se focaliza en establecer conversaciones acerca de las necesidades de los clientes. Son descripciones cortas y simples de las funcionalidades del sistema, narradas desde la perspectiva de la persona que desea dicha funcionalidad”* (Izaurre, 2013, p. 21).

Las historias de usuario responden a un formato típico, generalmente se desarrollan en post-its, en los que se escribe una descripción que ayudará a la planificación y discusión de las diferentes historias, así como de decidir si éstas han concluido o no.

- **Stand ups diarios**

Los Stand ups diarios son reuniones cortas que permiten al equipo organizarse, poner en común el trabajo realizado, descubrir problemas o inconvenientes encontrados y garantizar que el trabajo se esté realizando de forma fluida. Estas reuniones se denominan así por encontrarse todos los intervinientes en la reunión de pie, lo que acorta dicha reunión debido a la incomodidad de la misma (Project Management Institute, 2017a, p. 53).

En estas reuniones, todos responden a las siguientes preguntas:

*“¿Qué he completado desde el último stand up?, ¿Qué estoy planeando completar entre ahora y el próximo stand up?, ¿Cuáles son mis impedimentos (riesgos o problemas)?”*  
(Project Management Institute, 2017a, p. 53).

Este tipo de preguntas ayudan al equipo a organizarse y a comprometerse con el trabajo realizado y pendiente de realizar. En estas reuniones se hacen patentes los problemas existentes en el proyecto, sin embargo, no es el objetivo de estas reuniones resolverlos, sino conocer su existencia. La resolución de estos problemas debe llevarse a cabo en posteriores reuniones creadas específicamente para ello (Project Management Institute, 2017a, p. 54).

- **Demostraciones/ Revisiones**

Las demostraciones o revisiones se van realizando a medida que el equipo completa iteraciones. El propietario ve la demostración y acepta o rechaza las historias. Generalmente, estas revisiones se realizan al menos una vez cada dos semanas, para que los miembros del equipo puedan recibir comentarios que les impidan equivocarse (Project Management Institute, 2017a, p. 55).

- Burndown y Burnup

El término “**Burndown**” hace referencia a una gráfica en la que se representa el trabajo pendiente de realizar en los proyectos basados en iteraciones. Estas gráficas ayudan a ver hacia dónde va el proyecto en el paso del tiempo. En la figura 1 se puede observar un ejemplo en el que el equipo tenía previsto entregar 37 puntos de historia. “*Los puntos de historia valoran el trabajo relativo, el riesgo y la complejidad de un requisitos o una historia*” (Project Management Institute, 2017a, p. 62). Algunos equipos se valen de estos puntos de historia para valorar el esfuerzo realizado.

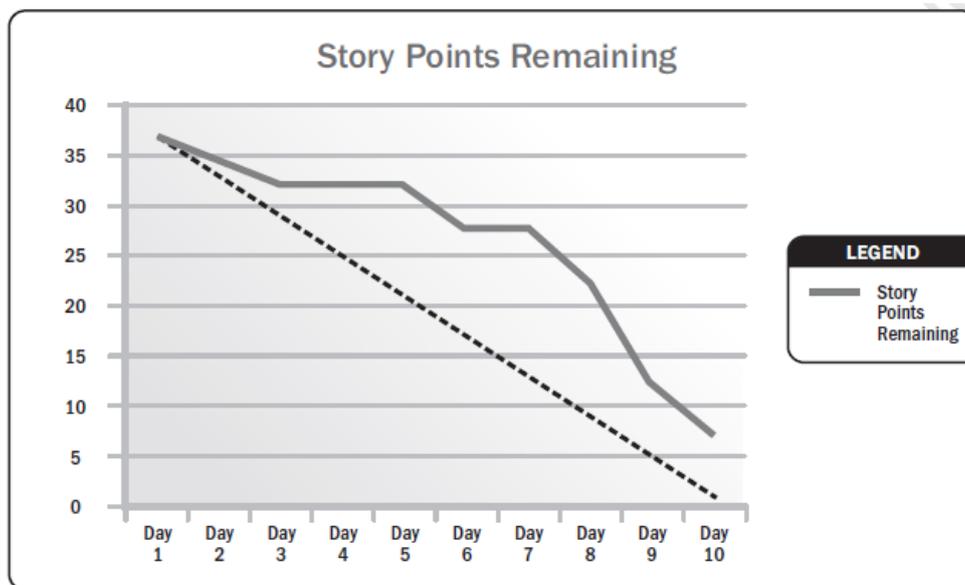


Figura 1. Puntos de historia restantes. Fuente: (Project Management Institute, 2017a, p.62)

La línea de puntos hace referencia a la planificación realizada previamente. En la línea continua se observan los puntos de historia pendientes de ejecutar. Viendo esta figura se puede extraer la conclusión de que no se cumplió la planificación prevista, incluso durante algunos días no se completaron historias. Por ejemplo, entre los días 3 y 5 había previsto entregar 10 historias, sin embargo, no se entregó ninguna.

En contraposición, algunos equipos prefieren evaluar el trabajo realizado en lugar del trabajo pendiente. Para ello, se emplean los gráficos denominados “Burnup”. En este caso, se presentan los mismos datos de la figura anterior, pero de forma diferente, en una gráfica de trabajo realizado (figura 2). Cada equipo prefiere una forma de ver los datos del rendimiento del proyecto (Project Management Institute, 2017a, p. 63).

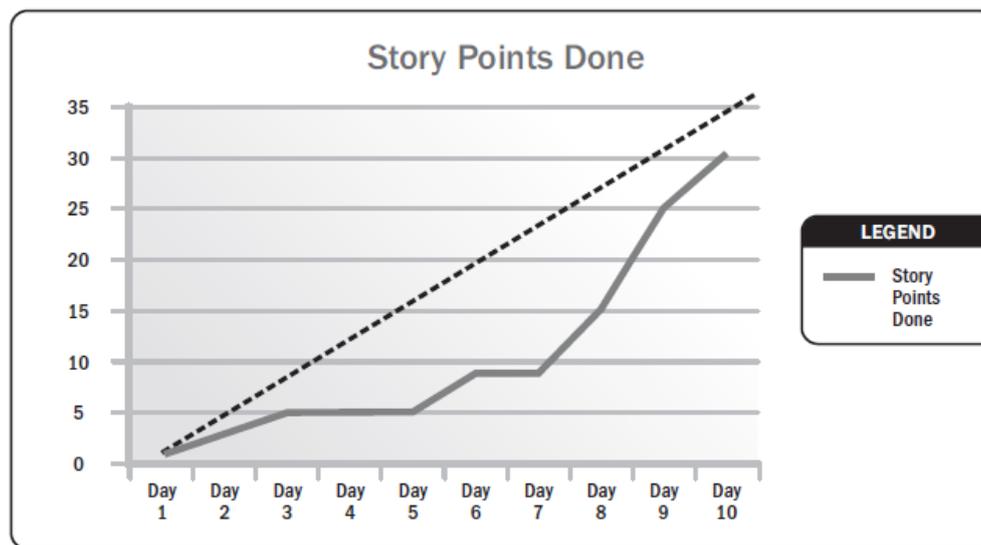


Figura 2. Puntos de historia realizados. Fuente: (Project Management Institute, 2017a, p.63)

“Medir puntos de historia no es lo mismo que medir historias o características completas” (Project Management Institute, 2017a, p. 66). Para medir puntos de historia es necesario completar la característica o historia real, ya que de medirse solo los puntos de historia se mediría la capacidad del equipo, pero cada equipo tiene una capacidad exclusiva de ese equipo.

Para medir el trabajo terminado, el equipo puede emplear una gráfica en la que se muestre el trabajo realizado/pendiente (burnup/burndown) para una característica como se observa en la figura 3.

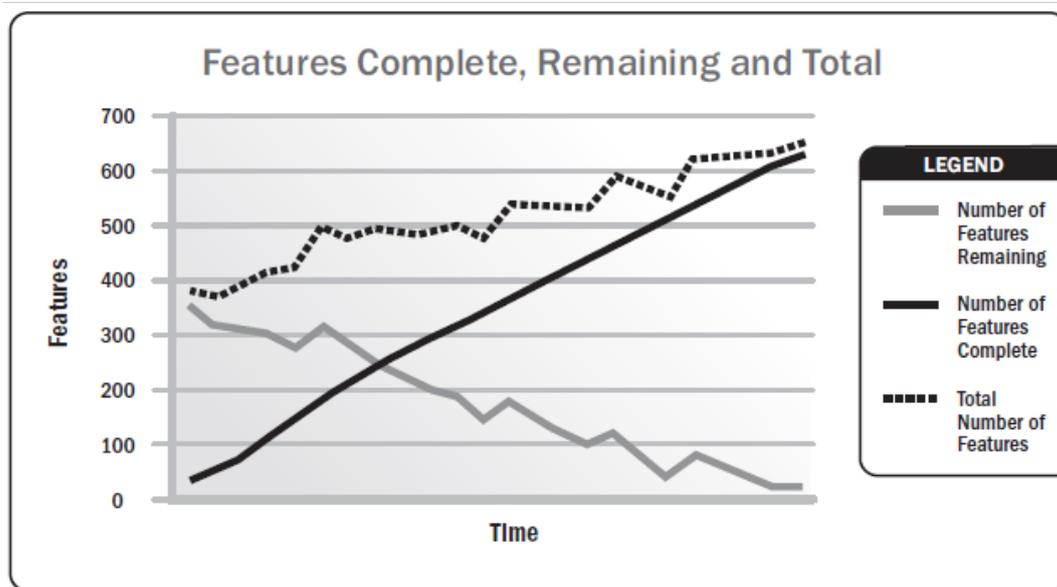


Figura 3. Gráfica de Características. Fuente: (Project Management Institute, 2017a, p.67)

En estas gráficas se puede mostrar que los requisitos fueron creciendo a lo largo del proyecto. Como se observa en la figura 3, las características fueron completándose a un ritmo estable, además, durante el desarrollo del proyecto el número de características totales del proyecto fue creciendo. A medida que se añaden características al proyecto, la línea de pendientes cambia (línea punteada del gráfico) (Project Management Institute, 2017a, p. 67).

## 7.2. ¿CUÁNDO EMPLEAR UNA METODOLOGÍA ÁGIL?

Aunque la metodología ágil puede emplearse en cualquier momento está especialmente indicada en los casos en que existe un nivel de incertidumbre, ya que una gran incertidumbre puede provocar muchos cambios. Conforme aumenta la incertidumbre del proyecto, también lo hace el riesgo de realizar cambios, desperdiciar trabajo y costes, a la vez que se desperdicia tiempo. Los grados de

incertidumbre se miden según el Modelo de Complejidad de Stacey (ver figura 4). Este modelo representa lo que se pretende realizar frente al cómo se va a ejecutar.

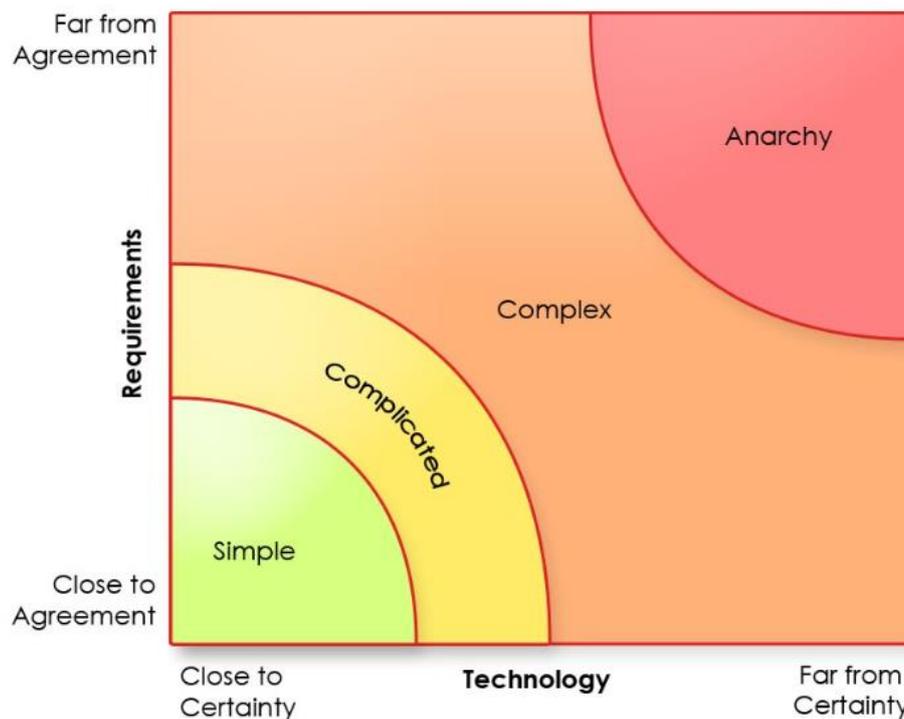


Figura 4. Modelo de Complejidad de Stacey. Fuente: <https://www.scrum-tips.com/2016/02/17/stacey-complexity-model/>

Por ejemplo, un proyecto en el que los requisitos o necesidades del cliente no estén predefinidos de antemano o emplea una metodología o sistema innovador, será un proyecto complejo. Si se diera el caso y ambas cosas fueran inciertas, sería necesario cambiar algo respecto al cómo o al qué se va a hacer para poder realizarlo, ya que sería un proyecto caótico. Si se conocieran los requisitos o necesidades del cliente y el sistema o metodología de ejecución, sería un proyecto simple y, por tanto, se podría emplear una metodología tradicional.

La Guía Práctica de Ágil (Project Management Institute, 2017a) en su Apéndice X3 establece un modelo, a modo de herramienta, para ayudar a las organizaciones a evaluar y analizar la idoneidad de la planificación de sus proyectos mediante enfoques predictivos, híbridos o ágiles.

### 7.3. MODELO DE IDONEIDAD PARA ENFOQUE ÁGIL

Este modelo evalúa una serie de atributos organizativos y de proyecto en función de tres categorías: cultura, equipo y proyecto. Los atributos de cultura evalúan la aceptación y la confianza del equipo en el enfoque, los atributos de equipo evalúan si el tamaño es adecuado para alcanzar éxito con ágil (tienen experiencia) y los de proyecto evalúan los índices de cambio, la posibilidad de entrega incremental y que tan crítico es el proyecto (Project Management Institute, 2017a, p. 126).

Todas estas cuestiones son contestadas y los resultados se trazan en una gráfica de radar. En función de donde se encuentren los grupos de valores se determinará la idoneidad de un enfoque u otro. Si los valores se encuentran alrededor del centro de la gráfica indicará un buen ajuste para enfoques ágiles, si por el contrario se encuentran por el exterior de la gráfica puede ser más adecuado un enfoque predictivo. Los valores en la porción media indican que podría ser adecuado un enfoque híbrido (Project Management Institute, 2017a, p. 126).

El cuestionario debe completarse en grupo, ya que *“el valor de la herramienta es el diálogo que fomenta con las partes involucradas en el proyecto”* (Project Management Institute, 2017a, p. 128).

Aunque la aplicación de esta herramienta dé como resultado la idoneidad de un enfoque determinado, la decisión final siempre debe recaer sobre las personas involucradas. Por tanto, si tras este cuestionario se obtiene como resultado la idoneidad de un enfoque predictivo pero se quiere emplear uno híbrido, mientras exista consenso, se puede emplear el enfoque que se determine por el equipo de trabajo.

Cada una de las preguntas que se van a mostrar a continuación, deben puntuarse de forma consensuada por el equipo. Es decir, el equipo debe discutir y acordar la puntuación que mejor refleje la evaluación subjetiva de la pregunta. En caso de no alcanzar acuerdos sobre las puntuaciones, debe discutirse de forma

honesto y abierto, si se pueden identificar las diferencias de opinión está funcionando, únicamente hay que llegar al acuerdo (Project Management Institute, 2017a, p. 128).

Una vez puntuadas todas las preguntas, se marcan las respuestas en el gráfico de radar en blanco y se conectan los puntos. En función de donde se encuentren agrupados los resultados será más adecuado un enfoque u otro.

### 7.3.1. Preguntas del filtro de idoneidad

- Categoría: Cultura

- Aceptación del enfoque

*“¿Existe un patrocinador sénior que entienda y apoye el uso de un enfoque ágil para este proyecto?”* (Project Management Institute, 2017a, p. 129).

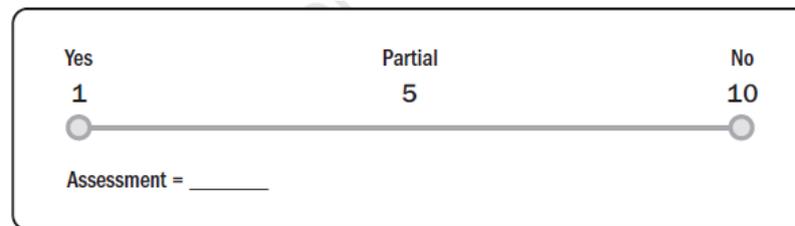


Figura 5. Evaluación de la Aceptación del Enfoque. Fuente: (Project Management Institute, 2017<sup>a</sup>, p. 129)

- Confianza en el Equipo

*“Tomando en cuenta los patrocinadores y los representantes del negocio que trabajarán con el equipo. ¿Tienen estos interesados la confianza en que el equipo puede transformar su visión y necesidades en un producto o servicio exitoso, con apoyo y retroalimentación continuos en ambas direcciones?”* (Project Management Institute, 2017a, p. 130).

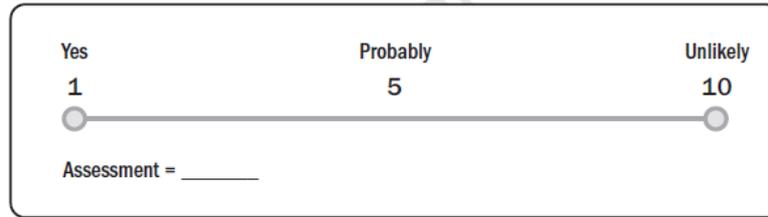


Figura 6. Evaluación de la Confianza en el Equipo. Fuente: (Project Management Institute, 2017a, p. 130)

- Poderes del Equipo para la Toma de Decisiones

*“¿Se le dará autonomía al equipo para tomar sus propias decisiones locales sobre cómo emprender el trabajo?”* (Project Management Institute, 2017a, p. 130).

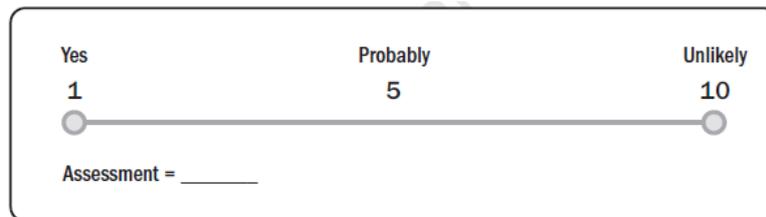


Figura 7. Evaluación del Poder del Equipo para la Toma de Decisiones. Fuente: (Project Management Institute, 2017a, p. 130)

• Categoría: Equipo

- Tamaño del Equipo

*“¿Cuál es el tamaño del equipo principal? Usar esta escala: 1-9 = 1, 10 – 20 = 2, 21 – 30 = 3, 31 – 45 = 4, 46 – 60 = 5, 61 – 80 = 6, 81 – 110 = 7, 111 – 150 = 8, 151 – 200 = 9, 201 + = 10”* (Project Management Institute, 2017a, p. 131).

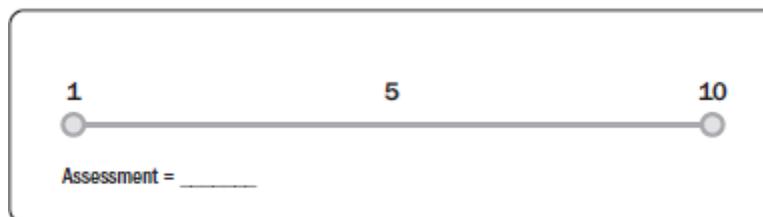


Figura 8. Evaluación del Tamaño del Equipo. Fuente: (Project Management Institute, 2017a, p. 131)

- Niveles de Experiencia

*“Considerar los niveles de experiencia y habilidades de los roles del equipo principal. Aunque es normal tener una mezcla de personas experimentadas e inexpertas en los roles, para que los proyectos ágiles funcionen sin problemas es más fácil cuando cada rol tiene al menos un miembro experimentado”* (Project Management Institute, 2017a, p. 131).

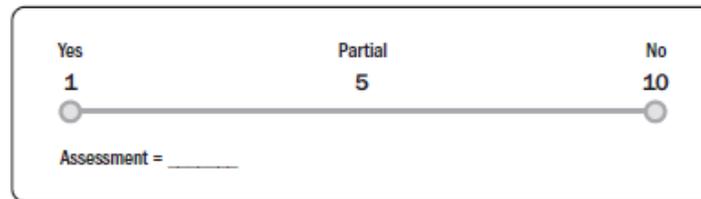


Figura 9. Evaluación de los Niveles de Experiencia. Fuente: (Project Management Institute, 2017a, p. 131)

- Acceso al Cliente/Negocio

*“¿Tendrá el equipo acceso diario a por lo menos un representante del negocio/del cliente con el fin de hacer preguntas y obtener retroalimentación?”* (Project Management Institute, 2017a, p. 132).

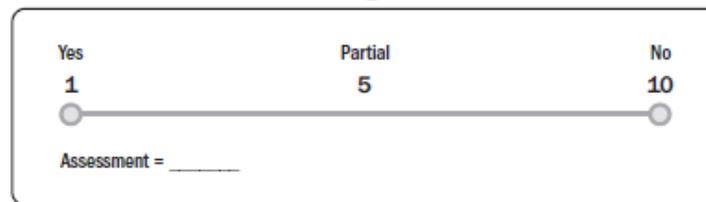


Figura 10. Evaluación de Acceso al Cliente/ Negocio. Fuente: (Project Management Institute, 2017a, p. 132)

- Categoría: Proyecto

- Probabilidad de Cambio

*“¿Qué porcentaje de requisitos podrían cambiar o ser descubiertos mensualmente?”* (Project Management Institute, 2017a, p. 132).

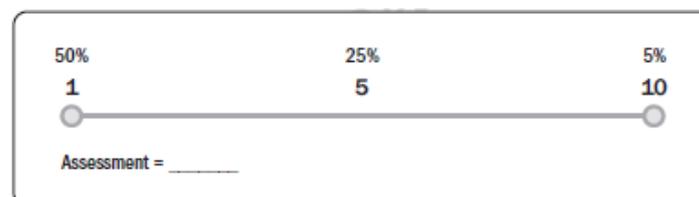


Figura 11. Evaluación de la Probabilidad de Cambio. Fuente: (Project Management Institute, 2017a, p. 132)

- Criticidad del Producto o Servicio

*“Para ayudar a determinar los niveles probables de rigor adicional para verificación y documentación que puedan requerirse, evaluar la criticidad del producto o servicio que se está construyendo. Utilizando una evaluación que considere pérdidas debida al posible impacto de los defectos, determinar que podría ocasionar una falla” (Project Management Institute, 2017a, p. 133).*

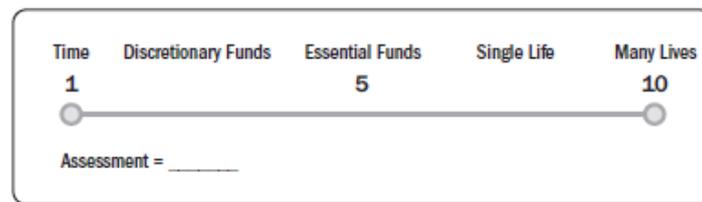


Figura 12. Evaluación de la Criticidad del Producto o Servicio. Fuente: (Project Management Institute, 2017a, p. 133)

- Entrega incremental

*“¿Se puede construir y evaluar el producto o servicio en porciones? Además, ¿estarán disponibles los representantes de la empresa o del cliente para proporcionar retroalimentación oportuna sobre los incrementos entregados?” (Project Management Institute, 2017a, p. 133).*

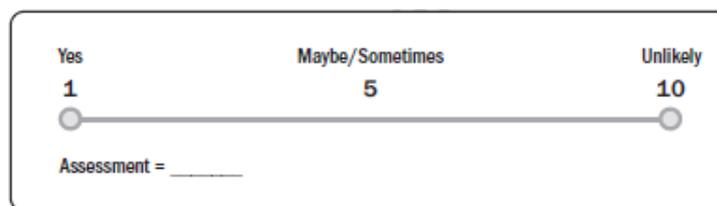


Figura 13. Evaluación de la Entrega Incremental. Fuente: (Project Management Institute, 2017a, p. 133)

### 7.3.2. Gráfica de Evaluación de Idoneidad

Una vez contestada toda la encuesta, se rellena la gráfica (figura 14) con las respuestas acordadas por el equipo, para obtener el enfoque más adecuado para el desarrollo del proyecto. Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente, esta herramienta fomenta la discusión en el grupo y no debe emplearse como algo definitivo y determinante, sino como un punto de debate entre cada uno de los

miembros del equipo. El enfoque más óptimo para la ejecución del proyecto será aquel que el equipo determine, no el que algo o alguien imponga.

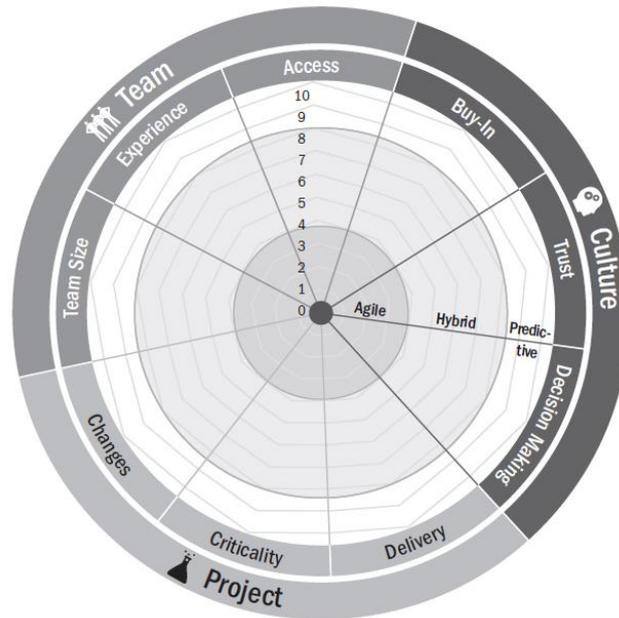


Figura 14. Gráfica para la Evaluación de la Idoneidad. Fuente: (Project Management Institute, 2017a, p. 134)

#### 7.4. ¿POR QUÉ EMPLEAR UNA METODOLOGÍA ÁGIL?

El desarrollo de proyectos según la metodología tradicional se organiza de forma que el inicio de cada tarea depende de la finalización de la anterior. Según este esquema, un cambio en el proyecto puede desencadenar un nuevo trabajo. Según la fase del ciclo de vida del proyecto en la que se realice ese cambio o se encuentre algún problema, puede ser más o menos perjudicial para el proyecto. De encontrarse un problema en una etapa avanzada del proyecto, o proponerse algún cambio, podría impactar de forma negativa, tanto en la planificación como en el tiempo y el coste del proyecto. Además, este cambio o problema generaría nuevos esfuerzos para reelaborar, replanificar y volver a ejecutar los trabajos (Tomek & Kalinichuk, 2015).

En la figura 15 puede observarse cómo durante el ciclo de vida de un proyecto gestionado con la metodología tradicional se realizan grandes esfuerzos a medida

que se van desarrollando las diversas fases del proyecto, siendo la fase de ejecución la que más esfuerzos necesita para su realización.

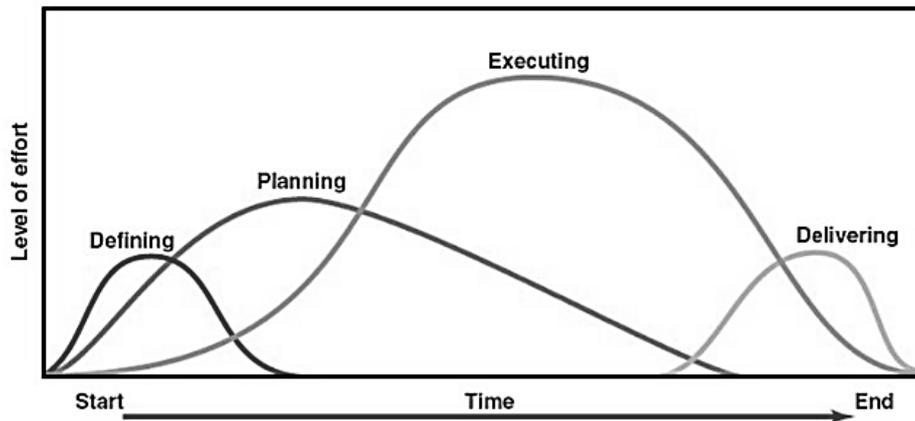


Figura 15. Ciclo de vida gestión proyecto tradicional. Fuente: <https://slideplayer.com/slide/7220579/>

En este sentido, es importante tener en cuenta que como se decía anteriormente un cambio puede provocar grandes retrasos e incrementos de tiempo y costes. Esto puede observarse en la figura 16, donde en el momento en que se descubre un problema comienzan a desencadenarse nuevos procesos de planificación y ejecución para modificar el problema hallado o el cambio planteado. También puede observarse en esta figura como se produce un retraso en la fecha de finalización estimada y la fecha real de finalización del proyecto.

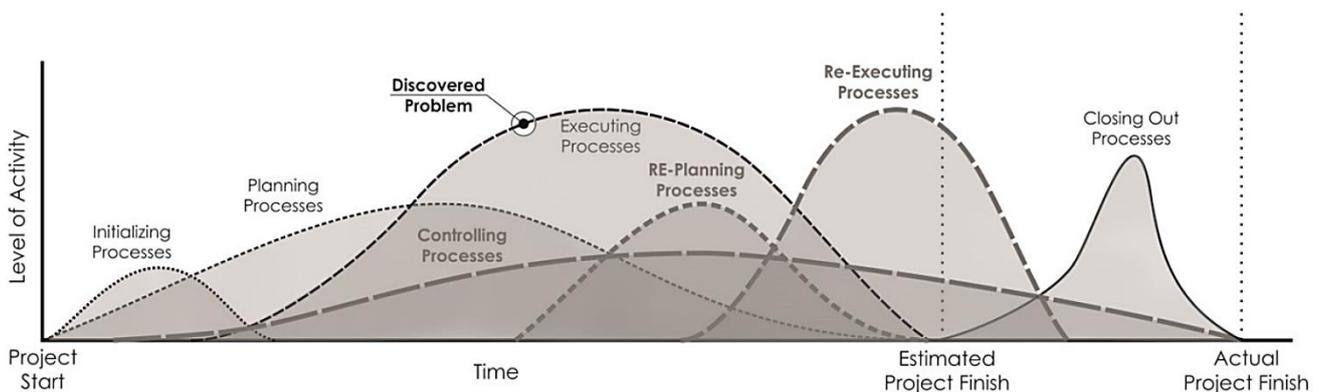


Figura 16. Ciclo de vida proyecto con retrabajos. Fuente: (Tomek & Kalinichuk, 2015)

Sin embargo, si se observa el ciclo de vida de un proyecto desarrollado según la metodología ágil (figura 17), se puede ver como al organizarse el trabajo mediante iteraciones disminuye la carga de trabajo.

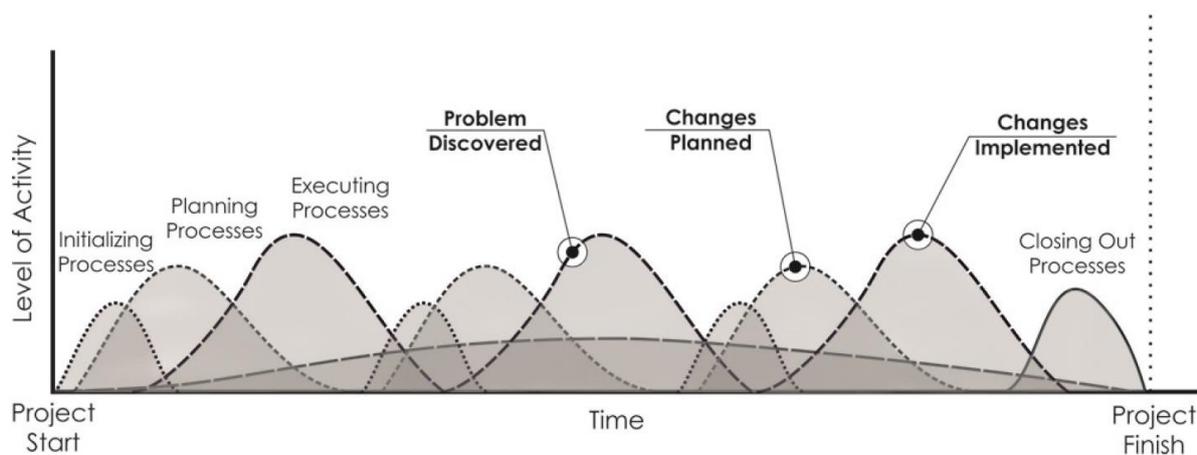


Figura 17. Ciclo de vida de proyecto con metodología ágil. Fuente: (Tomek & Kalinichuk, 2015)

En este caso, se organizan sesiones de planificación para cada una de las actividades, tanto al inicio como al final, para analizar el trabajo ejecutado y definir el trabajo pendiente de realizar. Gracias a esta metodología de trabajo, el equipo descubre los problemas antes de la ejecución, permitiendo realizar los cambios necesarios para solventar los problemas antes de comenzar los trabajos. Además, de esta forma todos los agentes intervinientes en el proyecto conocen de primera mano la evolución del mismo y participan en su desarrollo (Tomek & Kalinichuk, 2015).

Comparando ambos casos, se puede afirmar que la metodología ágil disminuye la carga de trabajo a lo largo del desarrollo del proyecto. Como se ha indicado en el punto anterior, esta metodología está especialmente recomendada en los casos en que el proyecto sea complejo. Viendo las gráficas anteriores, esta afirmación toma fuerza, pues es en los proyectos complejos donde debe planificarse a medida que se avanza para poder tener en cuenta las condiciones reales del proyecto. Además, no es lo mismo planificar con detalle una obra desde cero hasta la entrega de llaves al cliente que planificar de forma general e ir

planificando la obra con detalle mes a mes, conociendo la realidad de la ejecución y revisando constantemente los avances y los posibles problemas obtenidos.

También es importante destacar que el desarrollo de proyectos según esta metodología es flexible, al permitir realizar cuantas modificaciones se requieran sin realizar por ello mayor papeleo. Sin embargo, en la metodología tradicional, realizar un cambio en proyecto genera muchos trámites y papeleo extra, además de las validaciones que deben realizar cada uno de los interesados en el proyecto, generando pérdidas de tiempo y retrasando el avance de los trabajos.

## 8. METODOLOGÍA ÁGIL SEGÚN EL ENFOQUE DE SCRUM

Para este apartado se han realizado diferentes búsquedas en bases de datos sobre el enfoque de Scrum, sin embargo se ha decidido basar este apartado en la *“Guía para el Conocimiento de Scrum”* (SCRUMstudy, 2013) al encontrarse explicado de forma genérica y no a un ámbito de aplicación específico, como puede ser la industria del software.

Esta guía define un proyecto Scrum como *“un esfuerzo de colaboración para crear un nuevo producto o servicio, o cualquier otro resultado como se define en la Declaración de la Visión del Proyecto”* (SCRUMstudy, 2013, p. 2). Este enfoque es adaptativo, iterativo, rápido, flexible y eficaz, *“diseñado para ofrecer un valor significativo de forma rápida en todo el proyecto”* (SCRUMstudy, 2013, p. 2).

Scrum se considera un enfoque ágil porque, al igual que en la metodología ágil, intenta entregar resultados lo antes posible durante el proyecto, permitiendo al cliente ver la evolución del producto y realizar mejoras en el mismo. Este enfoque emplea equipos multifuncionales y autoorganizados (siguiendo los mismos roles definidos anteriormente para la metodología ágil) y basa el trabajo en incrementos durante cada *“Sprint”*, hecho que favorece la detección de errores o defectos con mayor facilidad (SCRUMstudy, 2013, p. 14).

El enfoque de Scrum se basa en una serie de componentes, englobados cómo se muestra a continuación:

ROLES	ARTEFACTOS	EVENTOS
<b>Dueño del producto</b>	Pila del producto (Product Backlog)	Sprint
<b>Scrum Master</b>	Pila del sprint (Sprint Backlog)	Reunión planificación sprint
<b>Miembros del equipo</b>	Incremento	Scrum diario
		Revisión sprint
		Retrospectiva sprint

Tabla 2. Componentes en Scrum. Fuente: Elaboración propia

## 8. METODOLOGÍA ÁGIL SEGÚN EL ENFOQUE DE SCRUM

Los roles de Scrum están basados en los roles de la metodología ágil explicados anteriormente. Respecto a los artefactos de Scrum, es preciso diferenciar qué, la **pila del producto** son las historias de usuario necesarias para completar el proyecto mientras que la **pila del sprint** son las historias de usuario que se han incorporado (por parte del equipo) al sprint en cuestión. Por otro lado, el **incremento** es la lista de historias de usuario de la pila de producto que se han entregado en un sprint. Este incremento ayuda al equipo a comprender su eficiencia y tener la garantía de que se está entregando valor al cliente.

El término **sprint** hace referencia a cada una de las pequeñas iteraciones cortas en las que se fragmenta el trabajo o proyecto que se va a realizar. Un sprint engloba el resto de eventos mencionados anteriormente y sigue el siguiente esquema (figura 18).

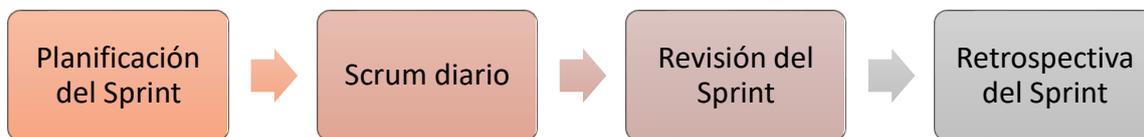


Figura 18. Desarrollo del Sprint en Scrum. Fuente: Elaboración propia

El sprint comienza con una reunión en la que el equipo considera qué historias de usuario son prioritarias para su inclusión en el **sprint del producto**. El tiempo de duración de cada sprint es decidido por el equipo, pero comúnmente suele ser de una a seis semanas, en las que dicho equipo trabaja por realizar “*Entregables*” que suponen un incremento del producto final (SCRUMstudy, 2013, p. 2).

Durante el sprint se realizan reuniones diarias de Stand ups (**Scrum Diario**) en las que los miembros del equipo discuten los avances realizados diariamente. Conforme avanza el sprint se realiza una reunión para revisar o demostrar al dueño del producto y a los interesados más relevantes, la evolución del proyecto y las metas alcanzadas (**Revisión sprint**). El dueño del producto realiza la aceptación de las entregas únicamente si esta cumple con los Criterios de Aceptación marcados anteriormente. El sprint finaliza con una reunión en la que los miembros del equipo realizan una retrospectiva para hallar formas de mejorar

el rendimiento y los procesos para el siguiente sprint (**Retrospectiva sprint**) (SCRUMstudy, 2013, p. 3).

Durante el desarrollo del sprint, el equipo busca cumplir los Criterios de Aceptación marcados por el cliente. La capacidad del producto para cumplir estos criterios y alcanzar el valor esperado por el cliente, es lo que en Scrum se conoce cómo Calidad. Para alcanzar estos requisitos de calidad se emplea la mejora continua, actualizando constantemente los cambios planteados por el cliente en los requisitos del proyecto y adaptándose a ellos. Las revisiones del producto durante el sprint también favorecen la mejora de la calidad al corregirse los posibles errores detectados (SCRUMstudy, 2013, p. 14).

Cualquier proyecto está sujeto a posibles cambios durante su ejecución, pero las metodologías ágiles entre las que se encuentra Scrum, están predispuestas a aceptar estos cambios e implementarlos de forma exitosa. *“Las organizaciones deben tratar de maximizar los beneficios que se derivan de los cambios y minimizar los impactos negativos”* (SCRUMstudy, 2013, p. 14). Por ello, se estructuran en forma de sprint cortos y repetitivos dotados de la retroalimentación del cliente en cada entrega.

## 8.1. PLANIFICACIÓN DEL SPRINT

Como ya se ha indicado anteriormente, el sprint comienza con una reunión para la planificación del sprint. Esta reunión tiene un tiempo establecido de 8 horas, dividido en dos partes de 4 horas cada una (SCRUMstudy, 2013, p. 32).

En la primera parte de la reunión, el dueño del producto explica las historias de usuario en función de su prioridad y se decide, en colaboración con el resto del equipo aquellas que van a ser incluidas en el sprint, así como los criterios de aceptación para la conclusión de las historias (SCRUMstudy, 2013, p. 32).

## 8. METODOLOGÍA ÁGIL SEGÚN EL ENFOQUE DE SCRUM

En la segunda parte de la reunión, se estima el trabajo a desarrollar, estableciendo cómo se van a completar las historias de usuario incluidas en el sprint (SCRUMstudy, 2013, p. 32).

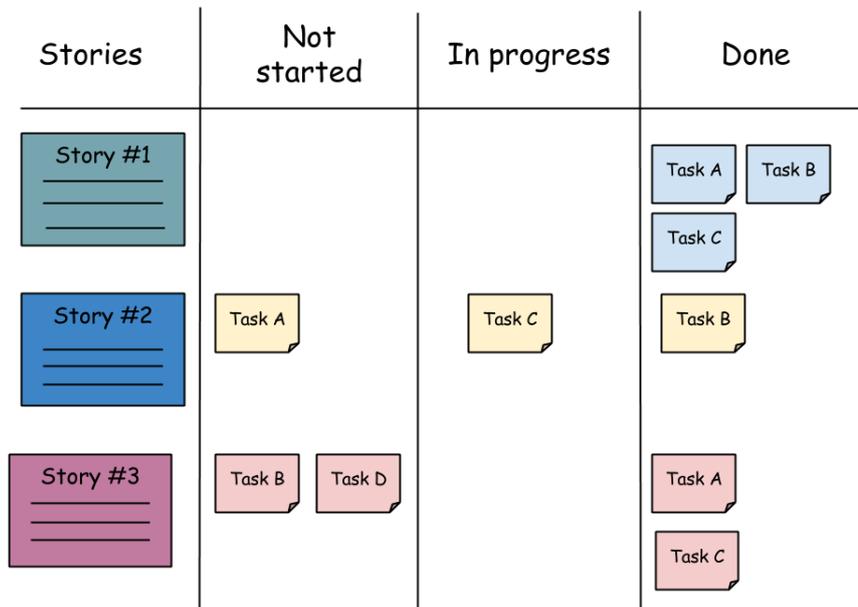


Figura 19. Scrum Taskboard. Fuente: <https://manifesto.co.uk/agile-concepts-scrum-task-board/>

Para la planificación del sprint, comúnmente, se emplean herramientas que favorezcan la visualización de las historias de usuario pendientes de realizar, en curso y terminadas. Para ello se emplea el **Scrum Taskboard**, que consiste en una pizarra o tablero en la que se van reflejando cada una de las historias de usuario incluidas en el sprint y su evolución a lo largo del mismo. Por ejemplo, en la figura 19 se puede observar cómo las historias se han dividido en tareas y cómo van desarrollándose éstas a la largo del sprint. Estando algunas tareas sin empezar, otras completadas y otras en progreso.

También podría añadirse gráficos (Burndown/Burnup) para reflejar la evolución del trabajo de forma gráfica, o alguna columna más en la que se reflejaran los posibles impedimentos o los resultados de las retrospectivas realizadas en anteriores sprint por su interés para el desarrollo del trabajo.

## 8.2. SCRUM DIARIO

En Scrum, se realizan de forma diaria lo que anteriormente se ha explicado como Stand ups diarios de la metodología ágil.

A modo de resumen, son breves reuniones diarias (de aproximadamente 15 minutos), en las que los miembros de equipo se reúnen para poner en común la evolución del sprint. Cada miembro del equipo responde a las preguntas: “*¿Qué termine ayer?, ¿Qué voy a terminar hoy?, y ¿Qué obstáculos, Impedimentos (si los hay), estoy enfrentando en la actualidad?*” (SCRUMstudy, 2013, p. 32).

## 8.3. REVISIÓN DEL SPRINT

En la revisión del sprint, el equipo presenta al dueño del producto los entregables completados durante el sprint para que éste proceda a su análisis. El dueño del producto compara el resultado presentado por el equipo con los criterios de aceptación establecidos anteriormente, y decide si acepta o rechaza las historias de usuario completadas en ese sprint (SCRUMstudy, 2013, p. 33).

## 8.4. RETROSPECTIVA DEL SPRINT

Finalmente, en la reunión de retrospectiva del sprint, el equipo analiza y discute que ha funcionado bien y mal en el sprint, y que se puede hacer para mejorar el siguiente. Esta reunión tiene un tiempo de duración aproximado de 4 horas para un sprint de un mes (SCRUMstudy, 2013, p. 33).

## 9. CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA ÁGIL AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Los autores Owen y Koskela en el artículo *“Is Agile Project Management applicable to construction?”* (R. Owen et al., 2006) analizan la implantación de esta metodología en el sector indicando la complejidad de esta tarea al tratarse de un sector con una gran disparidad de empleados, además la mayor parte de estos tienen una formación profesional escasa. Por otro lado, el sector de la construcción cuenta con una gran cantidad de subcontratistas. Los autores de dicho artículo opinan que, *“La aplicabilidad de ágil dependerá de la escala de proyecto y el tipo de organización”*. En este artículo, los autores aprueban la aplicación de la metodología en la fase de prediseño y diseño, ya que el equipo de trabajo que diseña el proyecto es el mismo durante todo el proceso. De aplicar esta metodología, se corregirían muchos de los errores de diseño que suelen aparecer en los proyectos de construcción. Sin embargo, implementar esta metodología en la fase de ejecución, implicaría un gran esfuerzo, al ser necesario un cambio cultural dentro del propio sector.

Por todo esto, y con el objetivo de que quede clara la implementación de esta metodología en el sector de la construcción, se ha decidido aplicarla a los trabajos de reforma de una vivienda unifamiliar en la que solo interviene una empresa constructora.

### 9.1. PRESENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

El caso en el que se va a implantar la metodología ágil, concretamente Scrum, es el de la reforma de una vivienda unifamiliar entre medianeras situada en el casco histórico de San Fernando (Cádiz). El edificio está compuesto por dos viviendas independientes, una por planta, pero ambas pertenecen al mismo propietario. La vivienda fue construida en el año 1926, cuenta con dos alturas sobre rasante pero en el proyecto de reforma solo se planteaba la intervención en la vivienda de la planta baja.

La planta baja (figura 20) está compuesta por zaguán de entrada, hall, estar, comedor, 3 dormitorios, almacén, cocina, baño y lavadero. La vivienda no dispone de forjado sanitario y los muros de carga son de mampostería. Los forjados son de distinto tipo, siendo unos de hormigón armado y otros de vigas de madera y la cubierta es plana y transitable.

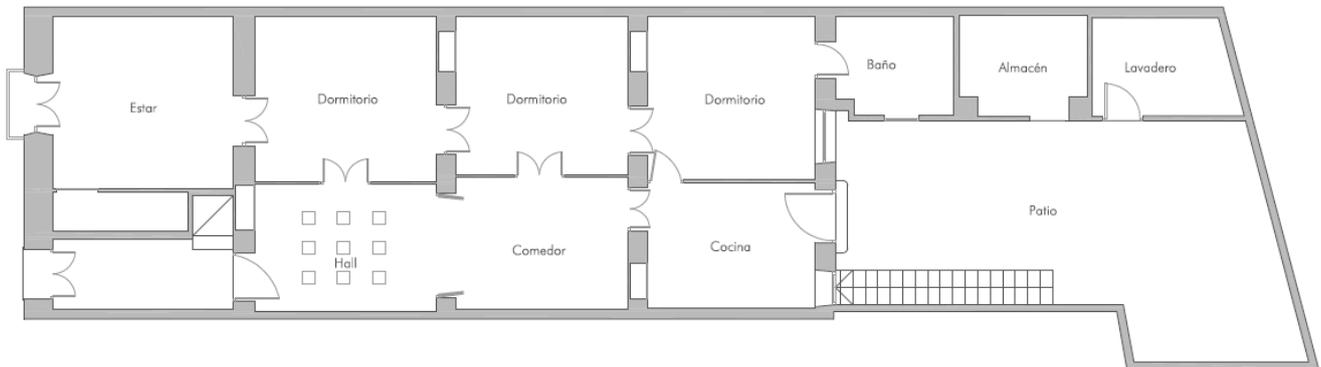


Figura 20. Plano distribución vivienda previa a la reforma. Fuente: Proyecto Básico Ejecución de la vivienda de José Manuel Mena Toledo (Arquitecto)

Previamente a la ejecución de los trabajos se realizó una inspección ocular, por parte del arquitecto encargado de la obra, que inspeccionó las cabezas de las vigas de madera de los forjados de la planta baja y certificó el buen estado de las mismas.

Como se ha mencionado anteriormente, la vivienda fue construida en el año 1926 y al inicio de los trabajos llevaba varios años deshabitada, por tanto, el cliente solicitó, y así quedó reflejado en el proyecto básico de ejecución, la realización de los siguientes trabajos:

- Sustitución de la instalación de electricidad. La instalación existente se encontraba obsoleta.
- Redistribución de la planta baja.
- Rehabilitación de los paramentos interiores. Algunos de los paramentos presentaban problemas de humedad por capilaridad.
- Aperturas de hueco de paso.

## 9. CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA ÁGIL AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

- Resanado y pintado de las paredes interiores de la vivienda.
- Sustitución de las instalaciones de abastecimiento y saneamiento, la instalación de abastecimiento se dotará de un equipo de producción de agua caliente sanitaria por energía solar.
- Sustitución de la solería.
- Reparación de la carpintería exterior de madera.

El estado final, tras la reforma, se planteó de la siguiente forma:

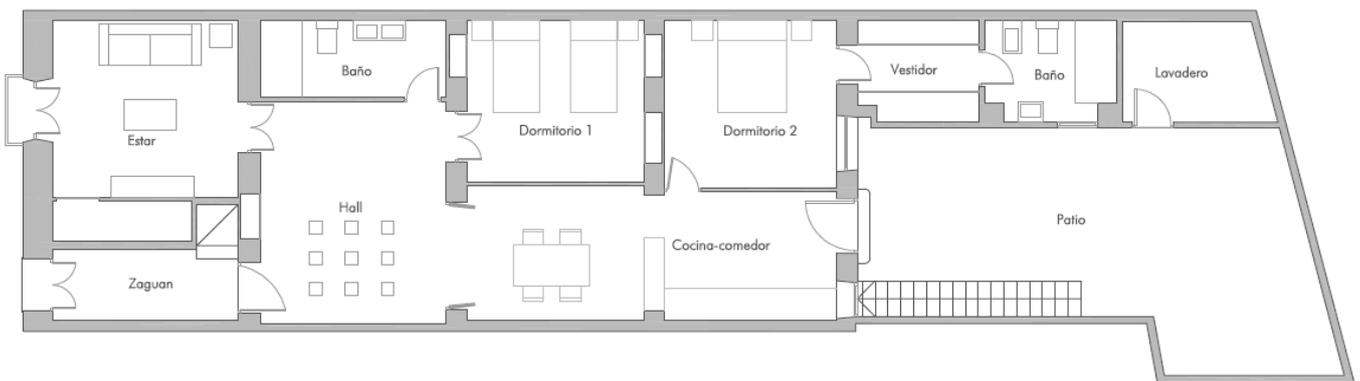


Figura 21. Estado tras la reforma. Fuente: Proyecto Básico de Ejecución de la vivienda de José Manuel Mena Toledo (Arquitecto)

El plazo de ejecución de estos trabajos, por parte del contratista, fue de dos meses. Tras los problemas, que se van a detallar a continuación el tiempo de ejecución de la obra ascendió a cinco meses.

### 9.2. PROBLEMAS ENCONTRADOS DURANTE LA EJECUCIÓN

Durante la ejecución de los trabajos fueron varios los problemas encontrados, que provocaron un aumento del presupuesto y un retraso considerable para la finalización de los trabajos.

A continuación se enumerarán los problemas que fueron surgiendo durante los trabajos y posteriormente en la implementación de Scrum al caso real. Se planteará como se podrían haber resuelto dichos problemas de forma efectiva o incluso haberse evitado.

El primer problema encontrado fue que al levantar la solería, se localizaron tramos de la red de evacuación obstruidos. Por tanto, todo lo que circulaba por la red (tanto de la planta baja como de la planta superior que si estaba habitada) acababa dispersándose por debajo de la solería de la planta baja. Esta situación también se veía favorecida porque la solería estaba colocada directamente sobre arena.



Figura 22. Fotografía de una de las catas realizadas, donde se observa el deterioro existente en el perfil. Fuente: Informe Técnico de José Manuel Mena Toledo (Arquitecto)

Sin embargo, el mayor inconveniente se localizó durante los trabajos de ejecución de la obra. Los trabajadores de la empresa contratista localizaron patologías ocultas en las vigas de los forjados con estructura metálica (figura 22). Se procedió a apuntalar los dos forjados afectados y a desalojar la vivienda de la planta superior por el peligro de derrumbamiento existente.

En la inspección realizada posteriormente se detectaron importantes daños en los perfiles metálicos que componían los forjados. Todos los perfiles presentaban un estado avanzado de deterioro por corrosión, incluso se podía observar una importante pérdida de sección en el alma y las alas de los perfiles,

existiendo perfiles que habían perdido el alma por completo (como se puede observar en la figura 23 y en la figura 24)



Figura 23. Forjado afectado en la zona de la cocina. Fuente: Informe Técnico de José Manuel Mena Toledo (Arquitecto)

Según los datos aportados por el arquitecto encargado de la obra, estos daños no se detectaron durante las visitas realizadas porque los perfiles tenían aplicados una capa de pintura y la cara inferior del forjado se encontraba aparentemente en buen estado.



Figura 24. Perfil con pérdida completa de la sección en el alma. Fuente: Informe Técnico de José Manuel Mena Toledo (Arquitecto)

El origen más probable de estas lesiones era la incompatibilidad de materiales, en este caso acero y yeso. Cuando se construyó la vivienda en el año 1926, se empleó el yeso a modo de mortero y el acero estaba desnudo, favoreciendo los ataques del yeso frente a este.

Para poder solventar este problema se propuso la demolición de los forjados afectados y su sustitución por otros. Los forjados afectados se pueden observar en la figura 25 sombreados.

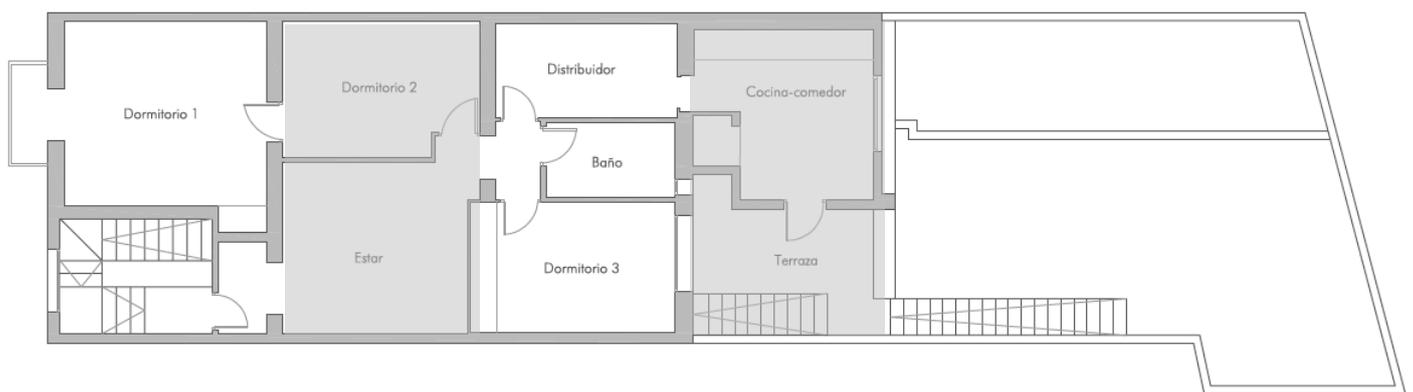


Figura 25. Plano distribución de la vivienda de la planta superior. Fuente: Informe Técnico de José Manuel Mena Toledo (Arquitecto)

Para solucionar este problema se plantearon los siguientes trabajos extra:

- Demolición de cerramiento y tabiquería existente sobre los forjados objeto de intervención.
- Demolición de solado de toda la vivienda de la primera planta.
- Demolición de forjados.
- Demolición de cubierta en terraza de planta primera.
- Demolición de alicatado de la cocina de la vivienda de la primera planta.
- Desmontaje de mobiliario de cocina y electrodomésticos.
- Desmontaje de carpinterías de los elementos verticales demolidos.
- Levantado de tuberías de desagüe de la cocina.
- Desmontaje y montaje de escalera metálica de acceso a la cubierta.

## 9. CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA ÁGIL AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

- Construcción de forjado de semiviguetas de hormigón pretensado.
- Construcción de cubierta en zona de terraza.
- Reconstrucción del cerramiento exterior de cocina y de la tabiquería demolida.
- Resanado de paramentos con demoliciones previas de alicatado o pavimentado, dejándolo preparado para posterior revestimiento.
- Solado de toda la vivienda.
- Alicatado de la cocina.
- Instalación y reposición de las instalaciones de saneamiento y electricidad afectados por la demolición.
- Resanado y pintado de todos los paramentos afectados por los trabajos.

Otro de los problemas se detectó una vez finalizada y entregada la obra. En proyecto, el baño ubicado junto al hall entrada y el salón, al no contar con ventilación natural, se le dotó de un dispositivo para la extracción mecánica del aire mediante canalización al patio interior de la vivienda. Una vez finalizada la obra dicho dispositivo ni la canalización necesaria para la extracción del aire había sido instalada. Este fallo provocó la apertura de agujeros en el forjado superior del cuarto húmedo (ya que se había aprovechado el exceso de altura de la vivienda de la planta baja para crear un espacio de almacenaje sobre el cuarto húmedo) y la apertura de huecos en los muros de carga de la vivienda para pasar la canalización de aire hasta el patio interior.

Por otro lado, a la entrega de la obra al promotor, todavía faltaban por revisar los acabados de la misma. Tras realizar una revisión de la vivienda se detectaron solerías mal colocadas (se habían colocado solerías antideslizantes de la placa de ducha en un dormitorio y deslizantes en la placa de ducha), algunos rodapiés no se correspondían con la solería colocada, los remates de los rodapiés estaban mal ejecutados, algunos rodapiés estaban sueltos, existían tramos de alicatado sin las

juntas rellenas, una de las placas de ducha no tenía pendiente lo que provocaba la salida del agua de la placa al suelo del baño, etc.

Estos trabajos mal acabados provocaron retrabajos por parte de la empresa constructora que tuvo que enviar en varias ocasiones a trabajadores para que fueran solventando los problemas encontrados.

### 9.3. ELECCIÓN DEL ENFOQUE IDÓNEO PARA EL PROYECTO

Antes de comenzar la obra, el equipo de trabajo se reúne para decidir con que enfoque va a desarrollarse el proyecto. Para ello, se emplea el Modelo de Idoneidad definido en la Guía Práctica de Ágil en su Apéndice X3 (Project Management Institute, 2017a) y explicado anteriormente.

Se muestra a continuación un ejemplo de aplicación de dicho modelo para este caso concreto. Para poder dar respuesta a alguna de las cuestiones ha sido necesaria la realización de suposiciones. Estas se enuncian a continuación:

- En la pregunta sobre “Aceptación del enfoque”, se presupone la existencia de un patrocinador que controla de forma intermedia el enfoque ágil y su aplicación en el proyecto, así como que los interesados depositarán parte de su confianza en el trabajo del equipo y en la autonomía del mismo para el desarrollo del mismo.
- Por otro lado, en la pregunta sobre “Niveles de experiencia”, se considera que el equipo cuenta con un nivel intermedio de experiencia en el enfoque ágil.
- En la pregunta sobre “Probabilidad de cambio” se ha supuesto que la probabilidad de que el proyecto cambie es del 25%, teniendo en cuenta modificaciones que el promotor quiera realizar a medida que avancen los trabajos, o a problemas que puedan surgir.

## 9. CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA ÁGIL AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

- Finalmente, en la pregunta sobre “Críticidad del producto o servicio” se supone que el factor con más riesgo en el proyecto es el tiempo y que sí que es posible la entrega incremental durante la ejecución del proyecto.

Teniendo en cuenta las suposiciones hechas anteriormente, se presenta la siguiente tabla de evaluación con las respuestas dadas a cada pregunta y la evaluación que establece el Modelo de Idoneidad:

		Respuesta	Evaluación
<b>CULTURA</b>	Aceptación del enfoque	Parcial	5
	Confianza en el equipo	Probablemente	5
	Poderes del equipo para la toma de decisiones	Probablemente	5
<b>EQUIPO</b>	Tamaño del equipo	10-20	2
	Niveles de experiencia	Parcial	5
	Acceso al cliente/ Negocio	Si	1
<b>PROYECTO</b>	Probabilidad de cambio	25%	5
	Críticidad del producto o servicios	Tiempo	1
	Entrega incremental	Si	1

Tabla 3. Valores de la evaluación del Modelo de Idoneidad. Fuente: Elaboración propia

Al transportar estos datos a la gráfica de radar (figura 26), se obtiene que el enfoque más idóneo para la ejecución del proyecto es un enfoque híbrido. Este resultado se obtiene de incorporar a cada porción de la gráfica la respuesta numérica dada a cada pregunta del cuestionario. El mayor número de puntos se encuentra en la zona delimitada como híbrido, de ahí la idoneidad de este enfoque.

En este caso el equipo al tener la última palabra respecto a la elección de un enfoque u otro, tras discutir el más idóneo para el proyecto, concluiría implementar la metodología ágil a través de Scrum.

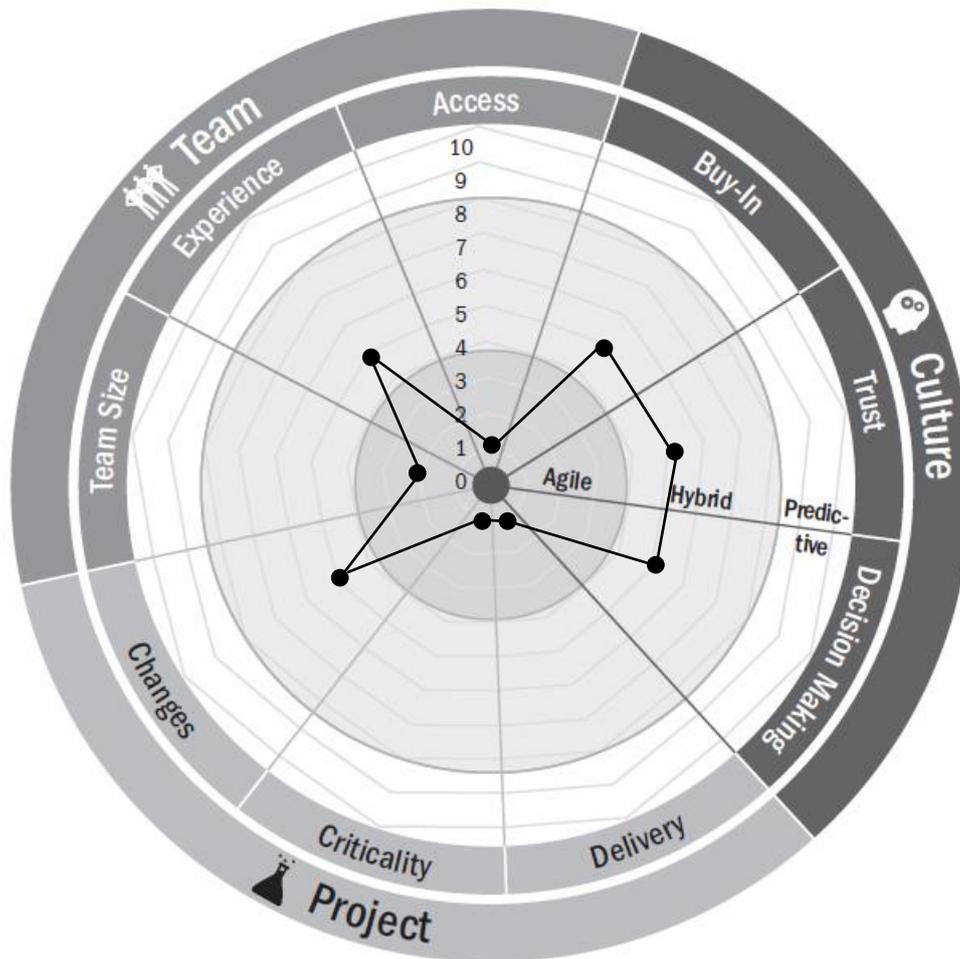


Figura 26. Gráfica evaluación de la idoneidad del caso práctico. Fuente: Elaboración propia a partir de (Project Management Institute, 2017a, p. 134)

#### 9.4. IMPLEMENTACIÓN DE SCRUM EN LA REFORMA DE UNA VIVIENDA

Para comenzar la implantación de Scrum en este caso concreto, se considera interesante realizar un recordatorio de los componentes y características principales del enfoque:

ROLES	ARTEFACTOS	EVENTOS
Dueño del producto	Pila del producto (Product Backlog)	Sprint
Scrum Master	Pila del sprint (Sprint Backlog)	Reunión planificación sprint
Miembros del equipo	Incremento	Scrum diario
		Revisión sprint
		Retrospectiva sprint

Tabla 4. Componentes de Scrum. Fuente: Elaboración propia

## 9. CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA ÁGIL AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

En primer lugar, es necesario conocer o definir quién desempeña cada rol. En este caso concreto (figura 27), el dueño del producto es el promotor de la obra, el facilitador o Scrum Master es el jefe de obra y los miembros de equipo son todos los oficiales o peones que van a tomar partido en el desarrollo de los trabajos (de media entre 7 y 8 operarios en toda la obra). Sin embargo, en el sector de la construcción existen más roles que los definidos por la metodología ágil, y que deben tenerse en cuenta, en este caso el arquitecto redactor del proyecto y director de la ejecución de la obra (que además asume la responsabilidad en materia de seguridad y salud durante la obra) también formará parte del equipo de trabajo, pero no estará presente en todas las reuniones que se realicen. Únicamente estará en la reunión inicial y en las reuniones de planificación de cada sprint, revisión y retrospectiva del mismo.



Figura 27. Roles de los miembros del equipo del proyecto. Fuente: Elaboración propia.

Todos los roles definidos anteriormente se dan encuentro en la reunión inicial, en la que se presenta el proyecto al equipo y que se celebra antes de comenzar los trabajos, es dónde el promotor presenta al equipo tanto el documento físico del proyecto como el lugar en el que éste va a desarrollarse. En la bibliografía recopilada sobre las metodologías ágiles, o concretamente sobre Scrum, no se ha encontrado ninguna referencia textual a la afirmación realizada

anteriormente. Sin embargo, se considera necesario que todo el equipo conozca tanto el contenido del proyecto como el emplazamiento en el que se va a ejecutar dicho proyecto, con el objetivo de que sean conscientes de las características reales del proyecto y la cantidad de trabajo necesario para completarlo de forma efectiva.

En este caso concreto, el promotor deseaba reformar la vivienda de la planta baja para su uso y disfrute personal. Entre sus principales necesidades se encontraba redistribuir la vivienda, dotándola de un cuarto de baño extra y un vestidor, renovar las instalaciones de electricidad, abastecimiento y saneamiento y las carpinterías exteriores, así como la renovación de la solería. Sin embargo, para llevar a cabo estas tareas era necesario realizar otras como la demolición y el levantamiento de nuevas particiones, la apertura de huecos de paso y la rehabilitación de las existentes.

Cada una de estas tareas, tanto las solicitadas por el cliente como las necesarias para alcanzar los objetivos, serán las historias de usuario que el equipo deberá ordenar en la reunión inicial dando lugar a la pila del producto (figura 28). Según la teoría, las historias de usuario se deben ordenar, dentro de la pila del producto, de forma priorizada en función del valor (de mayor a menor) y la cantidad de trabajo que suponen. Sin embargo, en el sector de la construcción, al coincidir el producto a crear con el lugar de trabajo la teoría se complica. Deben planificarse las tareas teniendo en cuenta las restricciones logísticas existentes, ya sea porque haya que realizar alguna tarea previa, no pueda accederse a la zona de trabajo porque se esté realizando o se haya realizado otra tarea.

## 9. CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA ÁGIL AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN



Figura 28. Esquema organizativo de las historias de usuario. Fuente: Elaboración propia.

Antes de acometer la rehabilitación o la reforma de una vivienda de estas características (construida en el año 1926 y sin información sobre el mantenimiento de la misma) es recomendable la realización de una inspección técnica de la misma. En muchas localidades, la realización de esta inspección es obligatoria a partir de una edad determinada por la administración correspondiente, pero en caso de que no lo sea podría arrojar mucha luz sobre las condiciones estructurales, térmicas, de habitabilidad, etc.

Por ello, en la primera reunión del equipo de trabajo en la que el dueño del producto presenta ante el resto del equipo el proyecto, se le debería recomendar realizar primero una inspección técnica para conocer de forma detallada la realidad de la edificación. Esta recomendación debería hacerla el arquitecto del proyecto en el momento en el que se le encarga la realización del mismo. En este caso se sabe que esto no se hizo, por tanto el resto del equipo podría plantear esta cuestión tras conocer el proyecto, las características y las condiciones en las que se encuentra la vivienda a reformar.

Si tras esta reunión llegara a realizarse dicha inspección, se extraerían las conclusiones explicadas anteriormente y los trabajos extra necesarios para solventar el problema existente. En contraposición, si no se realizara esta recomendación por parte de ningún miembro del equipo o si el promotor hiciera

oídos sordos a las recomendaciones, el equipo comenzaría a ordenar las historias de usuario planteadas originalmente y comenzarían a ejecutarse los trabajos con total normalidad, hasta que salieran a relucir los problemas existentes en los forjados.

A continuación se presentan dos pilas de producto diferentes, una de ellas con las historias de usuario iniciales y otra con las historias de usuario extra si se realizara dicha inspección técnica. Matizar que, tarde o temprano los problemas existentes en la estructura saldrán a la luz, por lo que las historias de usuario deberán incorporarse a la pila del producto en el momento en que se encuentren y se planteen los trabajos necesarios para darles solución. Además, debe tenerse en cuenta que otro equipo presentaría una pila de producto diferente en función de sus estimaciones o su forma de trabajar.

OPCIÓN 1 (SIN INSPECCIÓN TÉCNICA)	OPCIÓN 2 (CON INSPECCIÓN TÉCNICA)
Desmontaje carpinterías planta baja	Desmontaje escalera metálica de acceso a cubierta.
Demolición instalaciones existentes planta baja	Demolición red de saneamiento y electricidad
Demolición tabiquería y aperturas de nuevos huecos de paso.	Desmontaje carpinterías de los elementos verticales a demoler.
Demolición alicatado planta baja.	Demolición mobiliario de cocina y retirada de electrodomésticos.
Demolición solería planta baja.	Demolición alicatado cocina 1ª planta.
Excavación zanjas y losa cimentación.	Demolición cubierta terraza 1ª planta.
Instalación red fontanería.	Demolición cerramiento y tabiquería existente sobre los forjados afectados.
Losa de cimentación.	Demolición solería 1ª planta.
Rehabilitación paramentos interiores.	Demolición forjados.
Construcción nuevos paramentos interiores.	Construcción forjado semiviguetas.
Instalación red extracción aire de cuarto húmedo.	Construcción cerramiento exterior y particiones interiores en vivienda 1ª planta.
Sustitución red eléctrica en vivienda planta baja.	Instalación red saneamiento y reposición red electricidad existente en vivienda 1ª planta.
Resanado paramentos interiores.	Construcción cubierta terraza vivienda 1ª planta.

## 9. CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA ÁGIL AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Trasdosado autoportante.	Resanado de paramentos con demoliciones previas de alicatado o pavimentado en vivienda 1ª planta.
Revestimientos paramentos interiores.	Pintado de paramentos verticales afectados..
Reparación carpintería exterior madera.	Solado vivienda 1ª planta.
Alicatado baños.	Alicatado cocina vivienda 1ª planta
Colocación techo continuo escayola.	Montaje escalera metálica.
Construcción solería vivienda planta baja.	Desmontaje carpinterías planta baja
Instalación sanitarios.	Demolición instalaciones existentes planta baja
Instalación carpinterías interiores.	Demolición tabiquería y aperturas huecos de paso.
Pintado paramentos interiores planta baja.	Demolición solería planta baja.
	Demolición alicatado planta baja.
	Excavación zanjas y losa cimentación.
	Instalación red saneamiento y fontanería.
	Losa de cimentación.
	Rehabilitación paramentos interiores.
	Construcción nuevos paramentos interiores.
	Instalación red extracción aire de cuarto húmedo.
	Sustitución red eléctrica en vivienda planta baja.
	Resanado paramentos interiores.
	Trasdosado autoportante.
	Revestimientos paramentos interiores.
	Reparación carpintería exterior madera.
	Alicatado baños.
	Colocación techo continuo escayola.
	Construcción solería vivienda planta baja.
	Instalación sanitarios.
	Instalación carpinterías interiores.
	Pintado paramentos interiores planta baja.

Tabla 5. Propuesta de pilas del producto para caso de estudio. Fuente: Elaboración propia.

Una vez ordenadas todas las historias de usuario de la pila del producto, el equipo determina la duración del sprint y las historias de usuario que serán incluidas en la pila del primer sprint. Para continuar la implementación de Scrum en este caso concreto, se ha decidido desarrollar los sprint en base a la pila del producto de la opción 1.

Debe tenerse en cuenta que en la metodología tradicional, una vez determinadas todas las partidas a ejecutar, se planifica toda la obra estableciendo relaciones entre las diferentes partidas. Sin embargo, con metodologías ágiles se va planificando a medida que se va ejecutando.

En este caso, se ha decidido que la duración de cada sprint sea de tres semanas. Para esta decisión se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Duración estimada de las actividades.
- Tiempos de espera entre actividades.
- Actividades totales a ejecutar.

Los tiempos estimados ( $T_e$ ) de cada actividad se puede observar en cada uno de los sprint planteados más adelante. Estos se han estimado, a modo de ejemplo, en función de las unidades totales de cada partida a ejecutar.

Como se ha mencionado anteriormente, una vez ordenada la pila del producto, se acuerdan las historias de usuario que van a ser incluidas en la pila del primer sprint. En este caso, se plantea la siguiente pila de sprint:

SPRINT 1			
PLANTA BAJA		PLANTA 1ª	
Historia de usuario	Te	Historias de usuario	Te
Desmontaje carpinterías	3 h		
Demolición instalaciones existentes	7 h		
Demolición tabiquería y aperturas huecos de paso	2 días		
Demolición alicatado	1 día		
Demolición solería	2 días		
Excavación zanjas y losa cimentación	3 días		
Instalación red fontanería	2 días		
Losa de cimentación	4 días		

Tabla 6. Pila del sprint uno. Fuente: Elaboración propia.

## 9. CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA ÁGIL AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Una vez decidido el primer sprint, se decide que miembros del equipo van a realizar cada tarea, y se da inicio a los trabajos. Cada día, antes de comenzar el trabajo, se realiza el Scrum diario (Stand up diario de máximo 15 minutos) en el que se ponen en común los avances logrados y la aparición de problemas o inconvenientes durante el trabajo por parte de cada uno de los miembros del equipo.

Una vez concluido el sprint se realiza la reunión de revisión del sprint, para presentarle al promotor el trabajo concluido y que este pueda decidir si lo acepta o lo rechaza. Una vez el promotor da el visto bueno al trabajo realizado se realiza la reunión de retrospectiva del sprint, en la que se analizan aquellos problemas surgidos para poder solventarlos en posteriores sprint, o aquello que haya funcionado correctamente para seguir trabajando de esa forma.

En caso de que el promotor no diera el visto bueno al sprint o a alguna historia de usuario concreta, el equipo incluirá los aspectos a mejorar de ese sprint en el siguiente, hasta que el promotor lo dé por bueno. En el caso del sector de la construcción el promotor puede no saber si una historia de usuario está bien ejecutada o no. En ese caso, el arquitecto debe estar presente en la reunión para poder ayudarlo a aceptar o rechazar la historia de usuario correspondiente.

Este proceso se seguiría de forma reiterada en cada uno de los sprint. En los siguientes sprint se han dividido las partidas para cada uno de ellos de la siguiente forma:

SPRINT 2			
PLANTA BAJA		PLANTA 1ª	
Historia de usuario	Te	Historia de usuario	Te
Rehabilitación paramentos interiores	2 días		
Construcción nuevos paramentos interiores	3 días		
Instalación red extracción aire de cuarto húmedo	1 día		
Sustitución red eléctrica	2 días		
Resanado paramentos interiores	1,5 días		
Trasdosado autoportante	5 días		
Revestimientos paramentos interiores	5 días		

Tabla 7. Pila del sprint dos. Fuente: Elaboración propia

SPRINT 3			
PLANTA BAJA		PLANTA 1ª	
Historia de usuario	Te	Historia de usuario	Te
Reparación carpinterías	1 día		
Alicatado baños	3 días		
Colocación techo escayola	4 días		
Colocación solería	7 días		
Instalación sanitarios	5 h		
Instalación carpinterías interiores	2 días		
Pintado paramentos interiores	3 días		

Tabla 8. Pila del sprint tres. Fuente: Elaboración propia.

De cumplirse los tiempos estimados, el plazo de ejecución de la obra sería de **9 semanas**, sin tener en cuenta el tiempo necesario para llevar a cabo las reuniones de planificación, revisión y retrospectiva de cada sprint.

Reiterar que cada uno de estos sprint se irían definiendo por parte del equipo a medida que avancen los trabajos, por tanto, si al finalizar un sprint se pudiera realizar una tarea porque la zona de trabajo en la que se encuentra queda libre, podría incluirse en ese sprint.

Durante el desarrollo del primer sprint se encuentra el primer problema. La red de evacuación está obstruida en el último tramo y todo lo que circula por ella

acaba en el subsuelo de la vivienda. Este problema se encuentra durante la ejecución de la historia de usuario “demolición solería”, ya que bajo la solería no existe ninguna capa, sino que directamente se encuentra la tierra.

En este momento se reúne el equipo del proyecto para plantear una solución. Se decide cambiar toda la red de evacuación de ambas vivienda y ejecutar arquetas de paso nuevas en la vivienda. Se reestructura el sprint y se continua el desarrollo del mismo.

A su vez, durante el desarrollo del segundo sprint aparece el problema de las vigas de los forjados. En este punto, se paran los trabajos y se vuelve a reunir todo el equipo para buscar la solución al problema. En la reunión realizada se determinan todos los trabajos que son necesarios para solventar el problema, así como nuevos trabajos que plantea el dueño del producto ante los inconvenientes, como por el ejemplo, el cambio de toda la solería de la vivienda de la planta primera para dejarla de forma uniforme.

Una vez decididos los trabajos a realizar, tanto necesarios como solicitudes del dueño del producto, se presenta el sprint del producto actualizado con todas las historias de usuario que aparecen en la columna “Opción 2” de la tabla 5. Se reestructura el sprint en curso (Sprint 2) para proseguir con los trabajos. En la realidad, el problema de los forjados se encontró cuando ya estaban colocados los perfiles del trasdosado autoportante, por tanto, se ha decidido fijar este mismo punto para el caso práctico. Los siguientes sprint son los que se habrían hecho una vez aparecidos los problemas:

SPRINT 3			
PLANTA BAJA		PLANTA 1ª	
Historia de usuario	Te	Historia de usuario	Te
		Desmontaje escalera metálica de acceso a cubierta	1,3 h
		Demolición red de saneamiento y eléctrica completa	3 h
		Desmontaje carpinterías de los elementos verticales a demoler	1 h
		Demolición mobiliario de cocina y retirada de electrodomésticos	3 h
		Demolición alicatado cocina	4 h
		Demolición cubierta terraza	5 h
		Demolición cerramiento y tabiquería existente sobre los forjados afectados	1,5 h
		Demolición solería	2 días
		Demolición forjados	3 días
		Construcción forjado semiviguetas	5 días

Tabla 9. Pila del sprint tres. Fuente: Elaboración propia.

SPRINT 4			
PLANTA BAJA		PLANTA 1ª	
Historia de usuario	Te	Historia de usuario	Te
Trasdosado autoportante	5 días		
Revestimiento paramentos interiores	5 días		
Reparación carpinterías	1 día		
Alicatado baños	3 días		
Colocación techo escayola	4 días		
Colocación solería	7 días		
		Construcción cerramiento exterior y particiones interiores	2 días
		Reposición red electricidad existente	1 día
		Construcción cubierta terraza	2 días

Tabla 10. Pila del sprint cuatro. Fuente: Elaboración propia.

9. CASO PRÁCTICO DE APLICACIÓN DE METODOLOGÍA ÁGIL AL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN

SPRINT 5			
PLANTA BAJA		PLANTA 1ª	
Historia de usuario	Te	Historia de usuario	Te
		Resanado de paramentos con demoliciones previas de alicatado o pavimentado	2 días
		Alicatado cocina vivienda	2 h
		Solado vivienda	4 días
		Pintado de paramentos verticales afectados	2 días
		Montaje escalera metálica	2 h
Instalación sanitarios	5 h		
Instalación carpinterías interiores	2 días		
Pintado paramentos interiores	3 días		

Tabla 11. Pila del sprint cinco. Fuente: Elaboración propia.

Este último sprint tendría una duración aproximada de dos semanas, según los datos estimados. Como se ha mencionado anteriormente, cada uno de estos sprint se irían definiendo a medida que avanzara el trabajo. Planteando la aplicación de Scrum al caso real, y al momento justo en el que fueron apareciendo los problemas, se obtiene un tiempo estimado para la ejecución total de la obra de **14 semanas**. Este tiempo se ha estimado a modo de ejemplo, ya que no se conocen los recursos materiales y humanos con los que contaba la empresa contratista.

A continuación se facilitan dos diagramas de Gantt con el esquema seguido para la ejecución del proyecto según el enfoque de Scrum, con el objetivo de aclarar posibles cuestiones pendientes y tener claro, de un vistazo, cómo se desarrolla todo el proceso de trabajo mediante una metodología ágil.

En el primer diagrama (figura 29) se puede observar cómo habría sido el esquema de trabajo previsto antes de que aparecieran los problemas en los forjados.

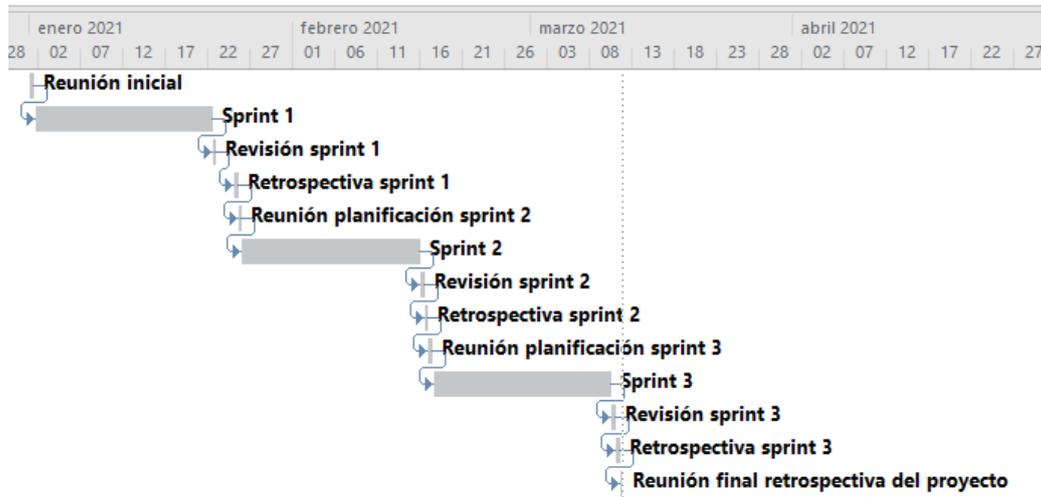


Figura 29. Esquema de trabajo según Scrum previsto al inicio de la obra. Fuente: Elaboración propia.

En el segundo diagrama (figura 30) se observa cómo se replanifica el trabajo, y el esquema que finalmente se habría seguido para completar dicho proyecto.

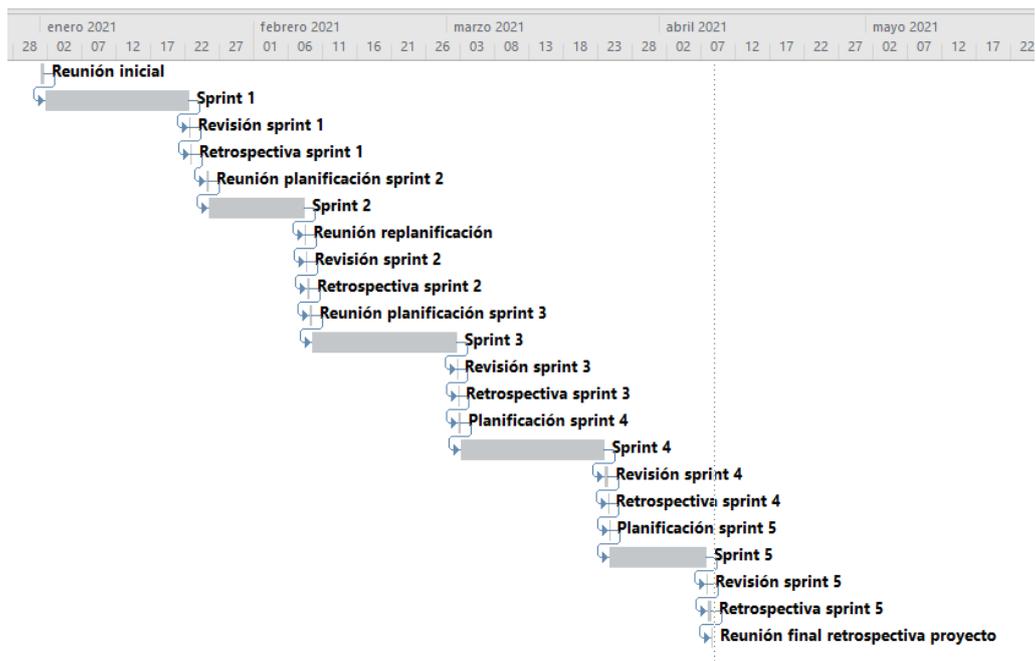


Figura 30. Esquema de trabajo según el enfoque Scrum. Fuente: Elaboración propia.

## 10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al comparar los diagramas de Gantt anteriores (figura 29 y figura 30), se puede observar como el sprint 2 (que es en el que aparecen los problemas) tiene una duración más corta y que se ve interrumpido por una reunión de replanificación. Sin embargo, después se realizan la revisión y la retrospectiva de dicho sprint, a pesar de los problemas encontrados. Posteriormente, el trabajo sigue con el esquema anterior con la replanificación de la pila de producto hecha.

Con la metodología tradicional, al planificarse a priori toda la ejecución de la obra, sí que podría suponer un inconveniente la aparición de un problema de estas características. Ya que todo el trabajo de planificación anterior, a partir de la aparición del problema no serviría, y debería replantearse todo de nuevo con el trabajo que conlleva.

Es importante recordar, a riesgo de ser redundante, que estos sprint se van realizando a medida que van avanzando los trabajos. Por tanto, el sprint 3 propuesto antes de hallar los problemas, nunca se habría llegado a planificar.

Por otro lado, de haberse seguido la opción en la que se realiza la inspección técnica, los cambios en cuanto a tiempo probablemente serían escasos porque se habría tardado aproximadamente lo mismo en ejecutar los trabajos. Sin embargo, habría sido beneficioso en cuanto a planificación previa porque se habría podido tener en cuenta el problema existente y se podría haber actuado de otra manera.

Si se comparan la gestión del proyecto con Scrum y la gestión con una metodología tradicional llama la atención la variación del tiempo de ejecución:

	Tiempo de ejecución en el inicio de la obra	Tiempo de ejecución total
Metodología Tradicional	8 semanas	20 semanas
Implementación Scrum	9 semanas	14 semanas

Tabla 12. Tiempos de ejecución en el caso práctico. Fuente: Elaboración propia.

Los tiempos de ejecución con metodología tradicional han sido extraídos del caso real, del tiempo que el contratista estimó antes de iniciar los trabajos al que finalmente se necesitó para ejecutarlos. Los tiempos de la implementación de Scrum son los obtenidos anteriormente.

Como se puede observar en la tabla 12, aunque a priori parezca que empleando una metodología tradicional para la gestión del proyecto se concluya la obra antes, esto puede no ser del todo cierto, ya que pueden cometerse fallos o errores que retrasen la obra. Lo cual no quiere decir que con la implantación de Scrum estos fallos o errores no vayan a darse, pero sí que es menos frecuente que ocurra dadas las revisiones y retrospectivas que se realizan constantemente.

Llama la atención la variación de tiempo entre la metodología tradicional y Scrum en el tiempo de ejecución total (con todos los errores y problemas encontrados). Ésta puede deberse al tiempo que en la realidad, el constructor invirtió en realizar retrabajos, como puede ser el cambio de la solería de la ducha y de una habitación que estaban colocados de forma inversa, darle pendiente a una de las duchas que apenas tenía, colocar el extractor de aire del cuarto húmedo (con la apertura de huecos necesarios para pasar el tubo), etc.

En este sentido, de haberse aplicado Scrum y concluirse la obra en el tiempo estimado, el constructor podría haber empleado sus recursos materiales y humanos en otras obras que estaba ejecutando y no en reparar los errores cometidos en esta obra. Ya que en este caso, enviarlos a corregir errores le generan pérdidas tanto a él como constructor, como al promotor (el cual en este caso se encargaba de suministrar los materiales necesarios como solería, azulejos, escayola, etc.).

Por otro lado, el presupuesto se vió incrementado, pero en este caso no se atañe a fallos cometidos por el constructor, ya que este trabajaba a precio cerrado. El aumento de presupuesto viene derivado de la aparición de los problemas en los

forjados y en la red de evacuación, aunque se hubieran detectado con anterioridad, habrían aumentado igualmente el presupuesto de la obra.

También debe tenerse en cuenta que durante el desarrollo de la obra, la vivienda de arriba estaba habitada. Tanto al aparecer los problemas en la red de evacuación como en los forjados, la vivienda tuvo que ser desalojada. En el primer caso porque no podría emplearse la red de evacuación, pero sobre todo en el segundo porque existía un riesgo de derrumbe inminente. Esta situación provocó el inconveniente, a los habitantes de dicha vivienda, de tener que buscar un alojamiento alternativo de forma urgente.

Al implementar Scrum en este caso real se obtienen ciertos beneficios como ya se ha tratado anteriormente. Sin embargo, al trasladar esta teoría a la práctica puede no dar el resultado previsto. Con esta metodología se implementan recursos al proceso productivo de la construcción con el fin de evitar problemas o fallos, pero es al llevarlo a la práctica dónde se demuestra si se alcanza este objetivo.

## 11. CONCLUSIONES

Dirigir una obra cumpliendo plazos, presupuestos, buenas condiciones de seguridad y salud para los trabajadores y sin disminuir calidad es un trabajo arduo, pero no imposible.

Con la implantación de Scrum en el caso planteado, el lector puede pensar que únicamente se han revisado los errores cometidos en el caso real y se han tenido en cuenta, por tanto, una vez solucionado el problema, todo fluye. Sin embargo, esto no es del todo cierto. Si se parte de la base de que, al ya estar ejecutado el trabajo, se conocen los fallos cometidos por parte de cada agente interviniente. Pero no por ello es despreciable el papel que Scrum ejerce en el proceso.

Para empezar, un equipo que dialoga, discute y conoce la forma de trabajar de cada miembro del equipo, puede ayudar al grupo en general a tener otro punto de vista de su trabajo, por lo que el proyecto mejora. Un equipo que a diario hace balance del trabajo realizado, puede descubrir si su rendimiento es óptimo y en qué punto perdió tiempo y porqué, lo que le permite realizar mejoras.

En un proyecto sometido a revisiones y retrospectivas constantes, es menos probable que se den grandes errores, porque indiferentemente del método empleado los errores pueden ocurrir. Pero en el caso concreto de la metodología ágil, son muchos miembros opinando y aportando conocimientos al mismo, lo que favorece que alguno dé con el error y/o con la solución al mismo.

En el proyecto planteado en este trabajo, muchos de los fallos podrían haberse evitado, de seguirse una metodología para gestionar el proyecto como Scrum. Porque a pesar de emplear Scrum podrían haberse hallado fallos en los acabados, pero es muy improbable que no se colocara el extractor de aire en el cuarto húmedo sin ventilación natural.

Esto es lo que aporta Scrum a un proyecto, revisión y retrospectiva constante, mejoras en la ejecución del proyecto y mejoras en la forma de trabajar del equipo.

Un equipo que conoce donde falla, puede aprender a no caer en los mismos errores en futuros proyectos.

A su vez, al emplear Scrum y programar una pila de historias de usuario determinada para un tiempo determinado, se favorece el abastecimiento de los materiales realmente necesarios para el tiempo establecido. No acopiando de forma exagerada materiales en obra que todavía no son necesarios y que presentan problemas de movilidad dentro de la propia obra.

Implementar Scrum en proyectos del sector de la construcción es posible, aunque probablemente no sea recomendable, en ciertos casos, gestionar todo el proyecto únicamente con esta metodología. En caso de que no sea posible implementar toda la metodología, debido a la envergadura de la obra, si se podrían implementar alguna de sus características, a la metodología que se esté empleando. Por ejemplo, las Stand up diarias permitirían conocer cómo va evolucionando la obra cada día. También podría ser interesante la realización de reuniones en los hitos de la obra y realizar retrospectiva para analizar cómo están avanzando los trabajos.

Otro de los inconvenientes que presenta la metodología ágil son los roles que define, ya que en construcción existen ciertos roles como el coordinador de seguridad y salud, el director de obra y el de ejecución que no encontrarían su homólogo entre los definidos por la metodología. Además, la metodología ágil plantea una forma de trabajo en equipo, que en obras con muchos trabajadores, no se podría implementar de forma exitosa.

Por otro lado, implementar Scrum no se hace de la noche a la mañana, sino que es necesario un equipo preparado que conozca la metodología, así como un tiempo de adaptación a ella.

En resumen, aplicar Scrum al completo en obras de construcción no siempre va a ser posible, esto dependerá de la envergadura de la obra. Pero ello no implica que no puedan emplearse alguno de sus recursos al proceso productivo para

mejorar la gestión y la evolución de la misma, reduciendo los problemas e inconvenientes que se puedan producir, a través de la revisión continua del trabajo ejecutado y de la forma de trabajar del equipo.

## **12. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

Un trabajo de investigación siempre resuelve alguna incógnita, pero también plantea una serie de preguntas o ideas que pueden desarrollarse en futuros trabajos.

A raíz de la realización de este trabajo, aparece la cuestión de si es posible implementar con éxito la metodología ágil en obras de mayor envergadura a las planteadas en este trabajo. Por este motivo, ésta podría ser una línea interesante para la realización de una investigación.

**13. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS**

- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2013). *UNE-ISO 21500 Directrices para la dirección y gestión de proyectos*. 48.
- Beck, K. et al. (2001). Manifesto for Agile Software Development. Recuperado 17 de abril de 2020, de <https://agilemanifesto.org>
- de Geus, A. (1988). Planning as Learning. *Harvard Business Review*, Marzo/Abril, 70-74.
- Dumrak, J., Mostafa, S., & Hadjinicolaou, N. (2020). Using Analytic Hierarchy Process to Evaluate Implementation Barriers of Agile Project Management in Australian Project Environments. En Panuwatwanich; Ko (Ed.), *The 10th International Conference on Engineering, Project, and Production Management* (pp. 277-286). [https://doi.org/10.1007/978-981-15-1910-9\\_23](https://doi.org/10.1007/978-981-15-1910-9_23)
- es.BIM. (2017). *Definición de Roles en procesos BIM*.
- Griffith, A., & Headley, J. D. (1998). Management of small building works. *Construction Management and Economics*, 16(6), 703-709. <https://doi.org/10.1080/014461998371999>
- Herrera Uribe, E., & Valencia Ayala, L. E. (2007). Del manifiesto ágil sus valores y principios. *Scientia et Technica*, 2(34), 381-385.
- Ingle, A. (2019). Agile Project Management: Feasible methodology in construction industry. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(1), 5210-5213. <https://doi.org/10.35940/ijeat.E7015.109119>
- Izaurralde, M. P. (2013). *Caracterización de Especificación de Requerimientos en entornos Ágiles: Historias de Usuario*. Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba.
- Loiro, C., Castro, H., Ávila, P., Cruz-Cunha, M. M., Putnik, G. D., & Ferreira, L. (2019). Agile Project Management: A Communicational Workflow Proposal.

*Procedia Computer Science*, 164, 485-490.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.210>

- Owen, R., Koskela, L., Henrich, G., & Codinhoto, R. (2006). Is agile project management applicable to construction? *Understanding and Managing the Construction Process: Theory and Practice - 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC-14*, 51-66.
- Owen, R. L., & Koskela, L. (2006). Agile Construction Project Management. *6th International Postgraduate Research Institute for the Built and Human Environment*.
- Project Management Institute. (2017a). *Agile Practice Guide*. Pennsylvania.
- Project Management Institute. (2017b). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. Guía del PMBOK (6ª Edición)*. Pennsylvania.
- Project Management Institute. (2020). El Capítulo. Recuperado 21 de mayo de 2020, de <https://pmi-mad.org/quienes-somos/capitulo-de-madrid-espana-del-pmi>
- Sanchez Vicente, H. García Santos, A. Soler Severino, M. (2014). Aplicación de las metodologías ágiles en la gestión BIM de proyectos de construcción en entornos inestables. *Spanish Journal of Building Information Modeling*, (14), 30-38.
- Sanchez Vicente, H. (2019). *Aplicación de las Metodologías Ágiles en la Gestión de la Información y Comunicación en Proyectos de Reforma en el Sector Retail*. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.
- SCRUMstudy. (2013). *Una guía para el Conocimiento de Scrum (Guía SBOK™)*. Arizona.
- Son Nguyen, T. & Mohamed, S. (2020). Iterative Effects of Agile Response-to-Change and Project Complexity on Project Performance. En P. Ko (Ed.), *The 10th International Conference on Engineering, Project, and Production*

*Management* (pp. 311-320). Singapore: Springer.

Tomek, R., & Kalinichuk, S. (2015). Agile PM and BIM: A Hybrid Scheduling Approach for a Technological Construction Project. *Procedia Engineering*, 123, 557-564. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.108>

