



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

ENTORNO AGILE EN LA DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE  
PROYECTOS: METODOLOGÍAS Y APLICACIÓN DE LA  
TÉCNICA EN DIFERENTES SECTORES DE NEGOCIO

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Dirección y Gestión de Proyectos

AUTOR/A: Raga Pascual, Fernando

Tutor/a: Viñoles Cebolla, Rosario

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR ENGINYERIA  
INDUSTRIAL VALÈNCIA

# MÁSTER EN DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS

## ENTORNO AGILE EN LA DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS: METODOLOGÍAS Y APLICACIÓN DE LA TÉCNICA EN DIFERENTES SECTORES DE NEGOCIO

**AUTOR:** FERNANDO RAGA PASCUAL

**TUTORA:** ROSARIO VIÑOLES CEBOLLA

**CURSO ACADÉMICO:** 2021/2022



# **AGRADECIMIENTOS**

Para mi familia y amigos.

## RESUMEN

En la actualidad existen distintos enfoques para la dirección y gestión de proyectos, la elección del método elegido debe hacerse teniendo en cuenta muchos aspectos, entre ellos la naturaleza del negocio y sus requerimientos. Uno de los enfoques que en los últimos años se está introduciendo con mayor fuerza es el entorno agile. Una disciplina en la dirección y gestión de proyectos que en sus inicios era generalmente utilizada para el desarrollo de software al entorno cambiante que rige este sector pero que poco a poco se ha ido adaptado a muchos otros sectores.

En el presente Trabajo Fin de Máster se pretende llevar a cabo un estudio del estado de la técnica del entorno agile aplicado a la dirección y gestión de proyectos. Un trabajo que consiste en una presentación completa, sistemática, objetiva y clara de todos los principales resultados existentes en las investigaciones acerca del entorno agile.

Se llevará a cabo una revisión de las metodologías, técnicas y herramientas, y su aplicabilidad a diferentes ámbitos y sectores relacionados con la dirección y gestión de proyectos. De modo que sirva como punto de partida para aquellas personas y entidades que deseen profundizar su investigación en el marco de las metodologías agile identificando las vías de búsqueda que han sido abiertas, hasta el presente y para el futuro de la investigación.

**Palabras clave:** Entorno agile; Dirección y gestión de proyectos; Investigación; Metodologías; Técnicas; Herramientas.

# ABSTRACT

Currently there are different approaches to project management and management, the choice of the chosen method must be made considering many aspects, including the nature of the business and its requirements. One of the approaches that is being introduced with greater force in recent years is the agile environment. A discipline in the direction and management of projects that in its beginnings was generally used for the development of software to the changing environment that governs this sector but that little by little has been adapted to many other sectors.

In this Master's Final Project, it is intended to carry out a study of the state of the art of the agile environment applied to the direction and management of projects. A work that consists of a complete, systematic, objective and clear presentation of all the main existing results in research on the agile environment.

A review of the methodologies, techniques and tools and their applicability to different areas and sectors related to the direction and management of projects will be carried out. So that it serves as a starting point for those people and entities who wish to deepen their research within the framework of agile methodologies, identifying the search paths that have been opened, up to the present and for the future of the research.

**Keywords:** Agile environment; Project Management; Research; Methodologies; Techniques; Tools.

# RESUM

Actualment hi ha diferents enfocaments per a la direcció i gestió de projectes, l'elecció del mètode triat s'ha de fer tenint en compte molts aspectes, entre ells la naturalesa del negoci i els seus requeriments. Un dels enfocaments que en els darrers anys s'està introduint amb més força és l'entorn àgil. Una disciplina en la direcció i gestió de projectes que en els seus inicis era generalment utilitzada per al desenvolupament de programari a l'entorn canviant que regeix aquest sector però que a poc a poc s'ha adaptat a molts altres sectors.

En aquest Treball Final de Màster es pretén dur a terme un estudi de l'estat de la tècnica de l'entorn àgil aplicat a la direcció i gestió de projectes. Un treball que consisteix en una presentació completa, sistemàtica, objectiva i clara de tots els principals resultats existents a les investigacions sobre l'entorn àgil.

Es durà a terme una revisió de les metodologies, tècniques i eines, i la seva aplicabilitat a diferents àmbits i sectors relacionats amb la direcció i la gestió de projectes. De manera que serveixi com a punt de partida per a aquelles persones i entitats que vulguin aprofundir la seva recerca en el marc de les metodologies àgils identificant les vies de cerca que han estat obertes, fins ara i per al futur de la recerca.

**Paraules clau:** Entorno agile; Dirección y gestión de proyectos; Investigación; Metodologías; Técnicas; Herramientas.

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- APM – Agile Project management/ Desarrollo agile de proyectos
- ASD – Agile software development/ Desarrollo agile de software
- CT – Cycle Time/ Tiempo de Ciclo
- CoD – Cost of Delay/ Coste de retraso
- CFD – Cumulative Flow Diagram/ Diagrama de flujo acumulado
- JIT – Just in time/ Justo a tiempo
- XP – eXtreme Programming/ Programación extrema
- IPM – Incremental prototype model/ Modelo de prototipo incremental
- PDCA – Plan, do, check, act/ Planificar, hacer, corregir y actuar
- PO – Product owner/ Dueño del producto
- RAD – Rapid Application Development/ Desarrollo rápido de aplicaciones
- RRHH – Recursos humanos
- TPS – Toyota Production System/ Sistema de producción de Toyota
- TIC - Tecnologías de la Información y la Comunicación
- TiP – Time in Progress/ Tiempo en progreso
- US – User Stories/ Historias de usuario
- SM – Scrum master
- WiP – Work in Progress o Trabajo En Curso
- WoS – Web of Science

## Tabla de contenido memoria

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2. DELIMITACIÓN. ALCANCE.....	2
1.3. OBJETIVOS .....	3
Principal.....	3
Secundarios. ....	3
1.4. ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO .....	3
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. INTRODUCCIÓN .....	5
2.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA .....	5
2.2.1 Método de codificar y corregir.....	6
2.2.2 Cascada o Waterfall.....	6
2.2.3 Modelo de desarrollo evolutivo .....	7
2.2.4 Método incremental .....	8
2.2.5 Método espiral .....	9
2.2.6 Manifiesto Ágil .....	10
2.3. ENTORNO AGILE.....	11
2.3.1 ¿Qué es agile? .....	11
2.3.2 Ser Agile.....	12
2.3.3 Equipos de un proyecto Agile.....	13
2.3.4 Prácticas agile comunes .....	14
2.3.5 Fases de un proyecto agile .....	16
2.4. TÉCNICAS AGILE.....	17
2.4.1 Lean-Agile Mindset.....	17
2.4.2 Scrum.....	18
2.4.3 Método Kanban.....	23
2.4.4 Scrumban .....	30
2.4.5 eXtreme Programming - XP.....	32
2.5. AGILE VS WATERFALL .....	33
3. ANÁLISIS DEL ENTORNO AGILE EN LA DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS.....	35
3.1. FASE 1. METODOLOGÍA PARA LA RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	35
3.2. FASE 2. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO.....	36
3.2.1 Análisis global .....	36
3.2.2 Análisis con palabras claves secundarias .....	41
3.3. FASE 3. PROFUNDIZACIÓN DE LAS REFERENCIAS MÁS RELEVANTES.....	66

4. CASOS DE ESTUDIO .....	70
4.1. AGILE EN DESARROLLO DE SOFTWARE .....	71
4.2. AGILE EN RECURSOS HUMANOS .....	74
4.3. AGILE EN HARDWARE DEVELOPMENT .....	77
5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS .....	80
5.1. CONCLUSIONES .....	80
5.2. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....	81
6. REFERENCIAS .....	82
GLOSARIO .....	87

# Índice de ilustraciones

<i>Ilustración 1: Uso de metodologías agile en empresas 2021. Adaptación de: Digital.ai</i>	1
<i>Ilustración 2: Método de codificar y corregir. Adaptado de: Mkrтчyan, 2019.</i>	6
<i>Ilustración 3: Método cascada o waterfall.</i>	7
<i>Ilustración 4: Modelo de desarrollo evolutivo. Adaptado de: Belmonte, 2010.</i>	8
<i>Ilustración 5: Método incremental. Adaptado de Valdes, 2016.</i>	9
<i>Ilustración 6: Método espiral.</i>	10
<i>Ilustración 7: Triángulo de hierro</i>	12
<i>Ilustración 8: Etapas de un proyecto agile. Adaptado de: Lopez, 2018.</i>	17
<i>Ilustración 9: Técnicas agile. Adaptado de: Digital.ai, 2021.</i>	18
<i>Ilustración 10: Roles del scrum máster.</i>	19
<i>Ilustración 11: Scrum Team.</i>	20
<i>Ilustración 12: Eventos de Scrum. Adaptado de: Agile Hunter, 2022.</i>	21
<i>Ilustración 13: Practicas de Kanban.</i>	25
<i>Ilustración 14: Tablero Kanban sencillo.</i>	26
<i>Ilustración 15: Tablero Kanban complejo.</i>	27
<i>Ilustración 16: Gráficas en función del COD/Impacto.</i>	28
<i>Ilustración 17: Tablero Kanban con políticas explicitas.</i>	29
<i>Ilustración 18: Ciclos de Feedback en Kanban. Adaptado de: Matthew Philip, 2021.</i>	30
<i>Ilustración 19: Flujo de trabajo en Scrumban.</i>	31
<i>Ilustración 20: Diagrama de flujo - Metodología para la recopilación de la información.</i>	36
<i>Ilustración 21: Búsqueda por palabras clave principales en WoS. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	37
<i>Ilustración 22: Referencias clasificadas por idiomas. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	37
<i>Ilustración 23: Referencias clasificadas por años. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	38
<i>Ilustración 24: Clasificación por tipología de documento. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	38
<i>Ilustración 25: Clasificación de las referencias por áreas de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	39
<i>Ilustración 26: Clasificación de las referencias por revistas. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	40
<i>Ilustración 27: Clasificación de las referencias por autores. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	40
<i>Ilustración 28: "Methodology" Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	41
<i>Ilustración 29: "Methodology" Área de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	41
<i>Ilustración 30: "Methodology" Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	42
<i>Ilustración 31: "Methodology" Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	42
<i>Ilustración 32: "Framework" Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	43
<i>Ilustración 33: "Framework" Área de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	43
<i>Ilustración 34: "Framework" Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	44
<i>Ilustración 35: "Framework" Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	45
<i>Ilustración 36: "Tool" Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	45
<i>Ilustración 37: "Tool" Área de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	46
<i>Ilustración 38: "Tool" Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	46
<i>Ilustración 39: "Tool" Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	47
<i>Ilustración 40: "Application" Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	47
<i>Ilustración 41: "Application" Área de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	48
<i>Ilustración 42: "Application" Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	48
<i>Ilustración 43: "Application" Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	49
<i>Ilustración 44: "IT" and "Application". Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	49
<i>Ilustración 45: "IT" and "Application". Área de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	50
<i>Ilustración 46: "IT" and "Application". Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	50
<i>Ilustración 47: "IT" and "Application". Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	51
<i>Ilustración 48: "Product development" and "Application". Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	51

<i>Ilustración 49: "Product development" and "Application". Área de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	52
<i>Ilustración 50: "Product development" and "Application". Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	52
<i>Ilustración 51: "Product development" and "Application". Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	53
<i>Ilustración 52: "Scrum" and "Framework". Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	54
<i>Ilustración 53: "Scrum" and "Framework". Áreas de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	54
<i>Ilustración 54: "Scrum" and "Framework". Revistas. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	55
<i>Ilustración 55: "Scrum" and "Framework". Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	56
<i>Ilustración 56: "Kanban" and "Framework". Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	56
<i>Ilustración 57: "Kanban" and "Framework". Áreas de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	57
<i>Ilustración 58: "Kanban" and "Framework". Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	57
<i>Ilustración 59: "Kanban" and "Framework". Autores. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	58
<i>Ilustración 60: "XP" and "Framework". Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	58
<i>Ilustración 61: "XP" and "Framework". Áreas de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	59
<i>Ilustración 62: "XP" and "Framework". Revistas. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	59
<i>Ilustración 63: "XP" and "Framework". Autores. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	60
<i>Ilustración 64: "Scrumban". Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	61
<i>Ilustración 65: "Scrumban". Áreas de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	61
<i>Ilustración 66: "Scrumban". Revistas. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	62
<i>Ilustración 67: "Scrumban". Autores. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.</i>	62
<i>Ilustración 68: Uso de metodologías agile por sectores. Fuente: Digital.ai, 2020.</i>	70

## Índice de tablas

<i>Tabla 1: Etapas de un proyecto agile. ....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 2: Agile vs Waterfall. Fuente: Shenhar, Dvir, 2007. ....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 3: Tabla resumen resultados búsquedas palabras claves secundarias. ....</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 4: Profundización de las referencias. ....</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 5: Codificación del trabajo en RH en Exilesoft. ....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 6: Diferencias adoptadas entre PM-APQP y APM y sus beneficios. ....</i>	<i>79</i>

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las metodologías agile se han convertido en un tema muy recurrente en la dirección y gestión de proyectos. Pese a ser un enfoque bastante novedoso y con una historia reciente, la implantación de esta nueva metodología está sufriendo una tendencia al alza. La competencia actual en el mercado está obligando a las empresas a responder rápidamente a estos cambios y realizar ajustes organizativos y de procesos, con el fin de impulsar sus proyectos a seguir siendo competitivos y aumentar su margen de beneficio, especialmente cuando los proyectos están integrados en entornos empresariales donde están presentes las incertidumbres y los cambios constantes. Según un estudio realizado de manera anual por la empresa Digital.ai (2021), tras 20 años de la publicación del manifiesto ágil, este es el resultado de la adaptación de estas metodologías en las empresas y proyectos.

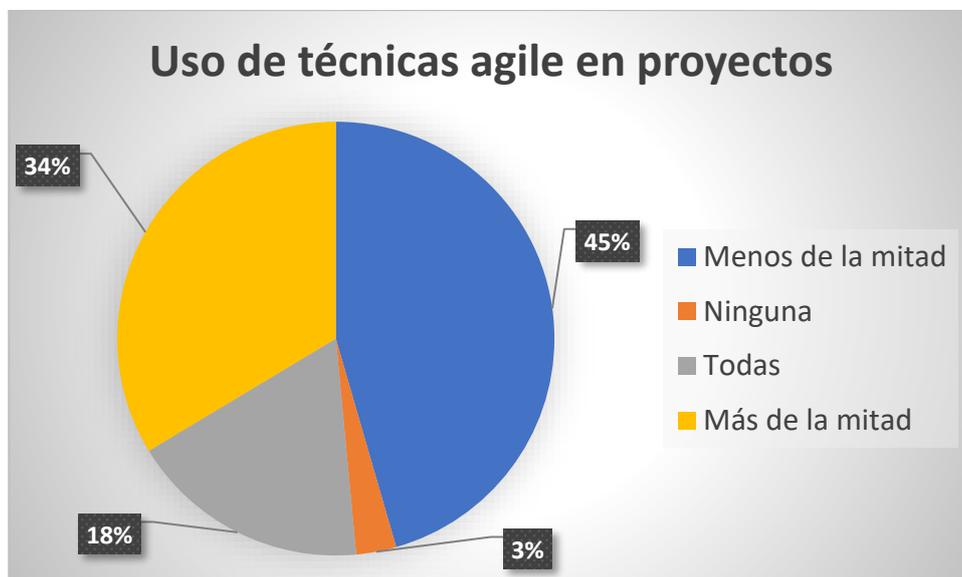


Ilustración 1: Uso de metodologías agile en empresas 2021. Adaptación de: Digital.ai

Como se puede observar en la ilustración 1, en el año 2021 la gran parte de las empresas entrevistadas (97%) tienen a la mayoría de sus equipos trabajando con alguna práctica agile. Por otro lado, únicamente el 3% de las empresas no usan ninguna práctica agile en ninguno de sus equipos.

Heráclito de Éfeso, filósofo griego, en el siglo V a.c dijo: "Lo único constante es el cambio". Esta frase es una visión de la realidad en muchos aspectos de la vida, y, como no, en el área de los negocios, la industria y los proyectos. A finales de la guerra fría, en el año 1992, el departamento de defensa norteamericano realizó un informe (Mackey, 1992) analizando la situación del mundo en el ámbito de la guerra en ese momento y tratando de prevenir como sería en el futuro cercano. Pese a centrarse inicialmente en el devenir de la guerra que se estaba librando entre Estados Unidos y la Unión Soviética en ese periodo, las conclusiones obtenidas son extrapolables a las áreas de negocio y proyecto. De dicho informe surgen cuatro conceptos que todavía hoy en día rigen nuestro presente y muy probablemente regirán nuestro futuro:

- Volatilidad (Volatility): La velocidad a la que se producen los cambios, su naturaleza y sus dinámicas.
- Incertidumbre (Uncertainty): La necesidad de mantenerse alerta ante los cambios o la falta de productividad.
- Complejidad (Complexity): Atañe a la gran cantidad de agentes involucrados que hoy existen en todo tipo de organización empresarial o proyecto dentro de la misma. Hay una falta de relaciones claras de causa-efecto.
- Ambigüedad (Ambiguity): La falta de significado claro, aunque se disponga de la información para la toma de decisiones.

Estas cuatro características definen el modelo VUCA, que proporcionan una narrativa con la que podemos tener una interpretación del mundo con la que podemos movernos por él (Álvarez et al., 2020). Es fácil pensar en este punto, si ya Heráclito de Éfeso hablaba de este cambio en el siglo V a.c, ¿Qué justifica esta importancia en nuestra actualidad? El tiempo. Actualmente los cambios se realizan con mayor frecuencia que en la antigüedad, el presente se encuentra sometido a grandes cambios tecnológicos (y sociales) en un periodo de tiempo muy reducido. De igual manera sucede con los proyectos: Modificación de los alcances, introducción de nuevas tecnologías, reducción de tiempos de fabricación, etc.

Aplicando herramientas de agilidad en la dirección y gestión de proyectos es posible ayudar a que un proyecto progrese y se mantenga actualizado en el mundo actual. Al final, estamos hablando de capacidad de adaptación (o su ausencia). Adaptación a las nuevas condiciones de mercado, nuevas tecnologías, nuevos movimientos sociales, nuevos hábitos de consumo, nuevos competidores (Álvarez et al., 2020). Estos son algunos de los factores que se deben tener en cuenta a la hora de dirigir y gestionar un proyecto. Es imprescindible conocer el entorno y ser capaz de adaptarse a él.

La utilización del concepto agile en la dirección y gestión de proyectos precisa de un conocimiento específico sobre sus métodos, además, dentro del mismo enfoque encontramos una gran variedad de frameworks o técnicas de aplicación que basándose en unos mismos principios son capaces de aplicarlos desde un enfoque diferente buscando optimizar unos resultados.

## 1.2. DELIMITACIÓN. ALCANCE

Este documento se engloba dentro de un entorno académico, por lo tanto, su objeto reside en la obtención de un documento de investigación capaz de guiar a profesionales e investigadores en el entorno de la dirección y gestión de proyectos con interés en las metodologías agile, tanto sus fundamentos como las técnicas y casos de aplicación en diferentes sectores.

El alcance del proyecto es exponer las bases sobre las cuales se desarrollan los principios que definen un proyecto como agile, las principales técnicas conocidas en la actualidad y los casos de aplicación en diferentes sectores de proyectos que hayan sido gestionados bajo el marco del entorno agile. Además, se expondrá una metodología para la recolección y el diseño de la información que se expone a lo largo del documento.

Queda fuera del objeto de este documento y, por lo tanto, delimita el proyecto, todo lo que no esté recogido en el alcance de este, consecuentemente: el estudio de la dirección y gestión de proyectos con modelos de tipo tradicionales o cascada (no su comparativa con el

entorno agile), análisis de riesgos asociados a los proyectos con un entorno agile en función de la técnica empleada o los costes de aplicación de cada una de las técnicas o softwares de ayuda para la monitorización de proyectos agile.

### 1.3. OBJETIVOS

Como resultado de este documento y, de la misma manera, como método de control para el desarrollo de este se definen a su inicio una serie de objetivos que servirán no solo como definición del alcance sino además como forma de control en el éxito o fracaso del trabajo de fin máster.

Se definirá un objetivo principal del cual se derivan unos objetivos secundarios.

#### Principal.

- Revisión del estado del arte del entorno agile e identificación de los principales sectores de negocio de aplicación.

#### Secundarios.

- Revisión de los principios de las metodologías agile.
- Descripción de las principales técnicas o métodos de trabajo para las metodologías agile.
- Comparación de dirección y gestión de proyectos con metodologías agile vs metodologías tradicionales.
- Revisión de los trabajos de investigación y publicaciones sobre entorno agile: identificando técnicas, áreas, autores, y revistas científicas más representativas.
- Exposición de varios casos de aplicación en proyectos desarrollados con entornos agile, identificando técnicas, herramientas y características.

### 1.4. ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO

El documento se organiza en cuatro etapas o apartados diferentes:

- **Introducción:** Se parte de una explicación del problema a resolver, así como del alcance, delimitaciones y objetivos de este documento. En el marco teórico, se contextualiza el desarrollo de este tipo de metodología, se realiza una comparativa entre proyectos desarrollados en un entorno agile y proyectos con un enfoque tradicional y se explican de manera detallada las diferentes técnicas utilizadas en el entorno agile, así como los factores diferenciales de cada una de ellas.
- **Estado del arte:** En esta sección se describen los resultados obtenidos como resultado de la búsqueda del estado del arte del entorno agile, se explica la metodología utilizada para la búsqueda de esta información, así como el trabajo realizado con la misma para la obtención de un conocimiento veraz y objetivo del estado del arte en el entorno agile. Posteriormente, se ofrecen al lector un análisis en forma de tabla-resumen de las referencias que se han considerado más interesantes tras el análisis de los resultados.
- **Casos de estudio:** Se exponen diferentes sectores de negocios donde se aplican los enfoques agile para una mejora de los resultados obtenidos en los proyectos.

- **Resultados y futuras investigaciones:** Este último apartado está compuesto por las conclusiones y las líneas futuras de investigación. Se obtiene una valoración crítica de los resultados obtenidos a través de la investigación realizada y se facilita de cara a futuros proyectos cuales pueden ser las líneas de investigación a seguir para ampliar el conocimiento en este ámbito. Además, se muestra una recopilación de todos los documentos que han sido consultados para la realización del trabajo de final de máster.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se va a tratar el marco teórico de las metodologías agile. Para ello, se comenzará con un análisis de la evolución histórica de estas en el campo de la dirección y gestión de proyectos desde su comienzo hasta la actualidad. Posteriormente, se explicará los principios por los que se rigen o están definidas las metodologías agile, enlazando con la explicación de las principales técnicas disponibles que permiten aplicar dichas metodologías sobre la dirección y gestión de los proyectos. Además, se lleva a cabo una comparativa entre los enfoques agile y los enfoques con un carácter más tradicional como son las metodologías tipo cascada para dotar el documento de una visión más global del conjunto de las principales metodologías aplicables a la dirección y gestión de proyectos.

### 2.2. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Cuando se habla de metodologías agile es fácil pensar que su comienzo sucede a partir del manifiesto ágil que fue redactado por 17 expertos en la gestión y dirección de proyectos de IT en Snowbird, Utah, EEUU en 2001. Sin embargo, gran parte de los enfoques y técnicas agile conocidos y utilizados hasta el día de hoy tienen su origen años antes de la difusión del manifiesto (PMI, 2018). El manifiesto ágil es uno de los hitos más importantes en la historia del enfoque agile, pero, lejos está de ser el inicio de este.

Para poder remontarse al inicio de lo que, hoy en día, es conocido como agile se debe retroceder mucho más que un par de décadas en la historia de la humanidad, probablemente, al inicio de nuestro pasado cuando los humanos decidieron por primera vez colaborar en un objetivo común. La idea de elegir pequeñas metas intermedias y medir el progreso después de cada una es demasiado intuitiva y humana para ser considerada una revolución (Martin, 2019). Ese proceso iterativo de aprendizaje obteniendo pequeñas evoluciones en el desempeño de un proyecto y que involucra a un equipo es la principal base de las metodologías agile.

En los años 40 se vivieron grandes innovaciones tecnológicas como parte del esfuerzo de la guerra. En muy poco tiempo se desarrollaron los primeros ordenadores, aviones a reacción, misiles balísticos, la investigación operativa, el radiocontrol, etc. Es en el campo de la aviación donde encontramos el primer precedente: Para contrarrestar el avance de la Alemania Nazi, Lockheed (jefe de proyecto) diseñó y puso en vuelo un caza a reacción en el asombroso plazo de 143 días (Álvarez et al., 2020). Los principios que siguió no fueron diferentes a los que están basadas las metodologías agile: Equipos limitados de tamaño, confianza entre cliente y equipo técnico, reducción de informes de progreso, facilidad en los cambios y flexibilidad en el proyecto (Hilbert, 2017).

En 1950, Edwards Deming, considerado el padre del control de calidad moderno, publicó el ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA). Uno de los fundamentos de la agilidad. Se trata de una visión iterativa en la que se siguen una serie de etapas definidas que permiten aplicar los aprendizajes obtenidos en cada ciclo.

Es importante destacar que las metodologías agile surgen como respuesta al nuevo paradigma de trabajo emergente con el desarrollo de software, y, por lo tanto, su evolución histórica está intrínsecamente relacionada con el desarrollo de software. Algunas de las técnicas

más populares y que sirven como antecedentes para la dirección y gestión de proyectos en el entorno agile, las cuales se describen en los siguientes apartados, son:

- Método de codificar y corregir.
- Cascada o Waterfall.
- Modelo de desarrollo evolutivo.
- Método incremental.
- Método espiral.
- Manifiesto Ágil.

### 2.2.1 Método de codificar y corregir

Como define Rafayel Mkrтчyаn (2019) el método de codificar y corregir, a menudo conocido como codificación Cowboy, se considera el proceso de desarrollo de productos más simple y es el método predeterminado para la creación de prototipos de soluciones tecnológicas orientadas a software. Es un proceso cíclico que consta de dos pasos (ilustración 2): codificación y fijación. En este modelo, normalmente, no hay una planificación de producto extensa (a veces una muy simplista), una estrategia concreta o un pensamiento de diseño bien definido.

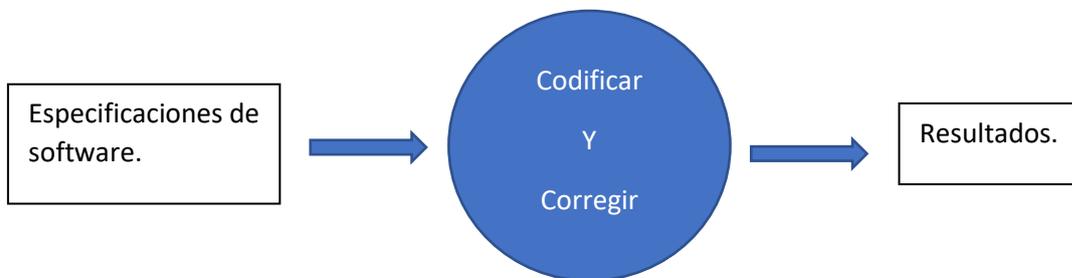


Ilustración 2: Método de codificar y corregir. Adaptado de: Mkrтчyаn, 2019.

Este método, debido a su simplicidad, presenta tres problemas principales:

- El gran número de correcciones desencadena una muy mala estructura del software, y, por lo tanto, una mayor dificultad a la hora de solucionar errores futuros.
- Al no tener una planificación clara, muy frecuentemente el producto final no es aceptado por las necesidades del cliente. A su vez, no existe medios de evolución del progreso o de identificación y mitigación de riesgos.
- Es un modelo que no puede ser aplicado a proyectos complejos.

Cuando se utiliza este método se empieza con una idea general de lo que se necesita construir, se utiliza cualquier combinación de diseño, código, depuración y métodos de prueba no formales que sirven hasta que se tiene el producto listo para entregarlo (Arias, 2010).

### 2.2.2 Cascada o Waterfall

Este método fue propuesto por Winston W. Royce en 1970 en su artículo *“Managing the development of large software systems”*, y consiste en un proceso lineal y secuencial, donde una vez se completa una de las etapas, el equipo de desarrollo continúa con la etapa siguiente. El equipo no puede regresar a una etapa anterior a menos que reinicie el proceso (González et al., 2019).

El método en cascada o waterfall se trata de una secuencia lineal. La finalización de una etapa da comienzo a la siguiente etapa. Las etapas del método, tal y como se muestra en la ilustración 3, son:

- **Definición de los requisitos:** Los servicios, restricciones y objetivos son establecidos con los usuarios del sistema, buscando la máxima precisión posible.
- **Diseño de sistema y software:** Se establece la arquitectura total del sistema: Estructuración de datos, detalle procedimental e interfaz. Se identifican y describen las abstracciones y relaciones de los componentes del sistema.
- **Implementación y pruebas de unidad:** Construcción de los módulos y unidades de software. Se realizan pruebas de cada unidad.
- **Integración y pruebas del sistema:** Se integran todas las unidades. Se prueban en conjunto. Se entrega el conjunto probado al cliente.
- **Operación y mantenimiento:** El sistema es puesto en marcha y se realiza la corrección de errores descubiertos. Se realizan mejoras de implementación. Se identifican nuevos requisitos.

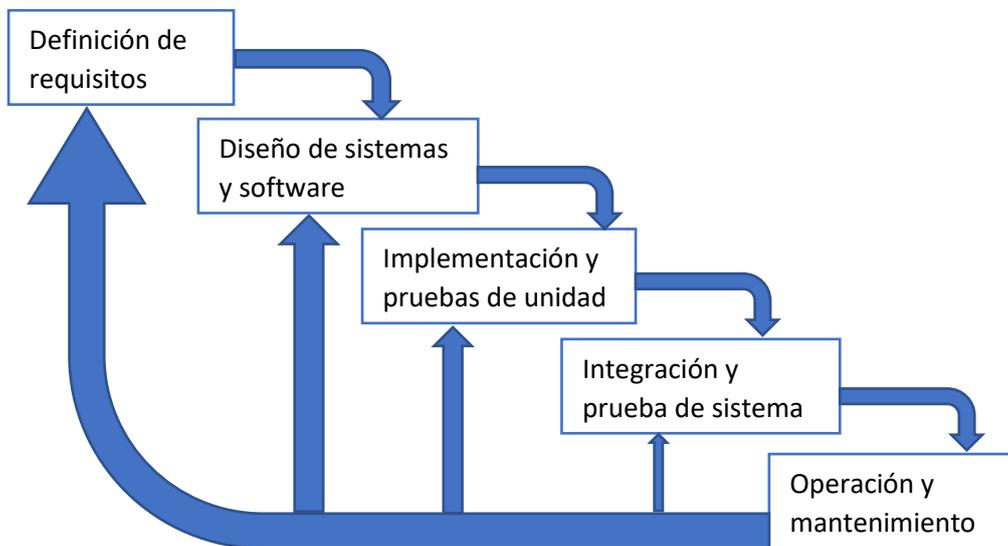


Ilustración 3: Método cascada o waterfall.

Es recomendable utilizar el método cascada cuando se está llevando a cabo un proyecto cuyos requisitos y procesos se puedan definir concretamente desde la etapa de análisis o planeación, ya que el modelo en cascada funciona de manera lineal y es necesario conocer los detalles del proyecto desde los primeros pasos. (Carranza, 2021).

### 2.2.3 Modelo de desarrollo evolutivo

Fue presentado por Tom Gilb en 1985 en su libro *Principles of software engineering management*. Este modelo de desarrollo evolutivo está basado en una serie de principios enfocados en los siguientes aspectos: entrega de “algo” (funcionalidad) al cliente, medición del valor añadido a los usuarios, y ajuste del diseño y los objetivos basado en las realidades observadas (Méndez, 2018).

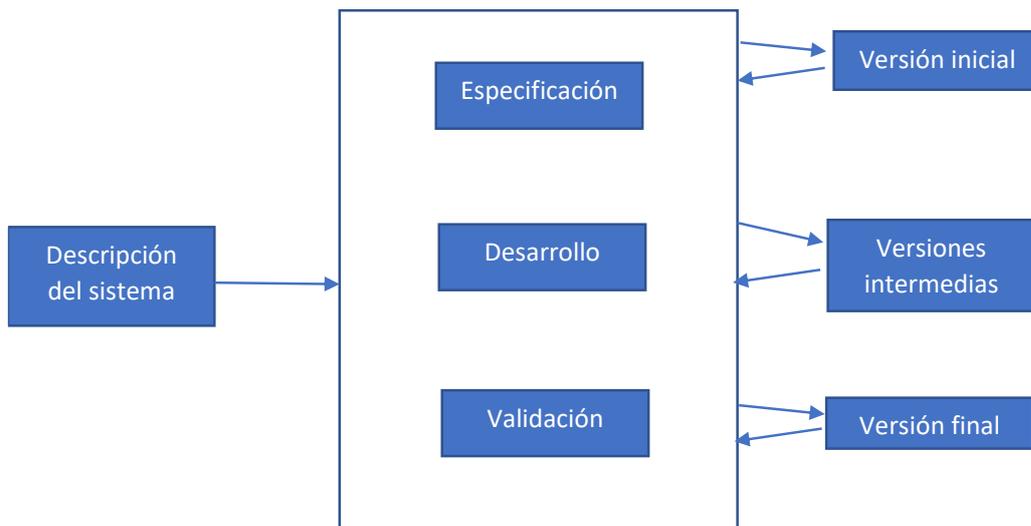


Ilustración 4: Modelo de desarrollo evolutivo. Adaptado de: Belmonte, 2010.

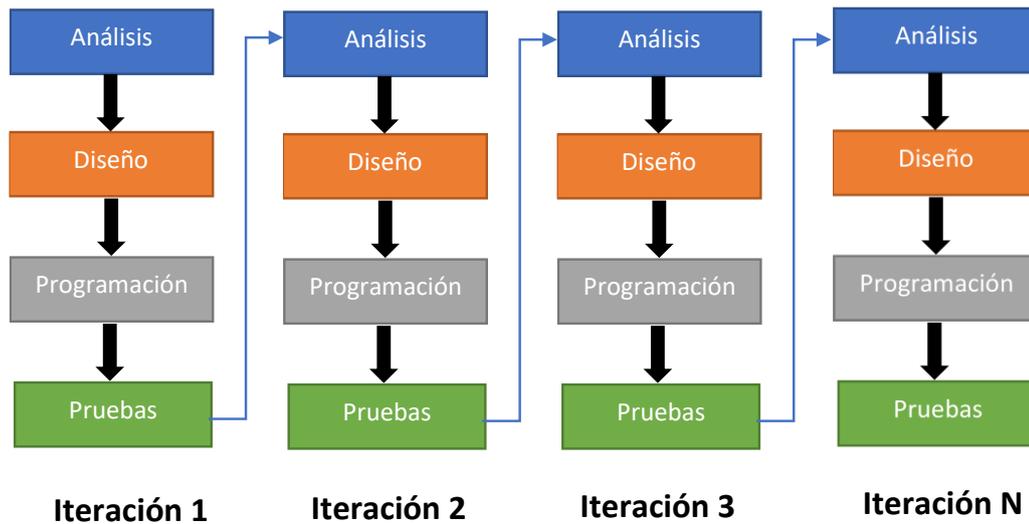
Como se muestra en la ilustración 4, el modelo de desarrollo evolutivo se basa en la idea de desarrollar una implementación inicial e ir refinándola a través de diferentes versiones hasta desarrollar un sistema software que satisfaga todos los requerimientos del cliente (Belmonte, 2010).

Existen dos tipos de desarrollos evolutivos:

- Desarrollo exploratorio – El objetivo de este enfoque es explorar con el usuario los requisitos hasta llegar a un sistema final. El desarrollo comienza con las partes que se tienen más claras. El sistema evoluciona conforme se añaden nuevas características propuestas por el usuario.
- Enfoque utilizando prototipos – El objetivo es entender los requisitos del usuario y trabajar para mejorar la calidad de los requisitos. A diferencia del desarrollo exploratorio se comienza por definir los requisitos que no están claros para el usuario y se utiliza un prototipo para experimentar con ellos. El prototipo ayuda a terminar de definir estos requisitos.

#### 2.2.4 Método incremental

En el método incremental, los requisitos se dividen en subconjuntos. El método involucra múltiples iteraciones de desarrollo (ver ilustración 5), lo que hace que el ciclo de vida parezca un método de "cascada múltiple". Las iteraciones se vuelven a dividir en ciclos más pequeños, siendo más fáciles de gestionar. Cada módulo pasa por el análisis, el diseño, la programación y las pruebas de los requisitos. Durante el primer módulo, se crea una versión funcional del software (Stoica et al., 2013).



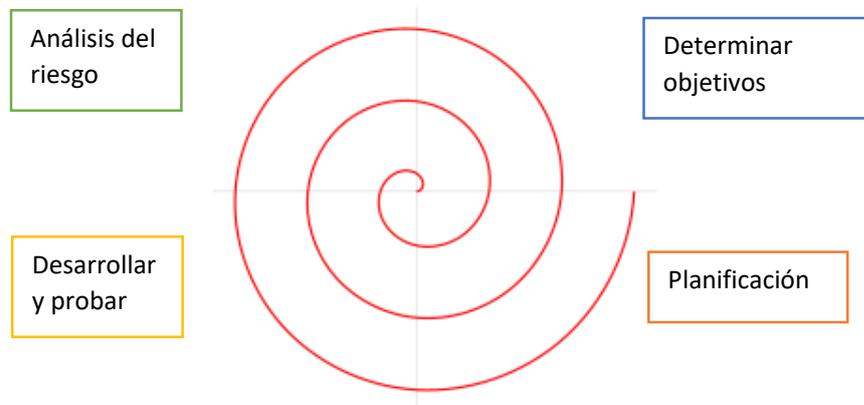
*Ilustración 5: Método incremental. Adaptado de Valdes, 2016.*

El método incremental requiere que un problema se divida en varios subproblemas para que cada cual se desarrolle a su vez. Según se completa cada sección, se verifica e integra con las demás secciones ya completadas del sistema. En cada paso, el sistema parcialmente completado se puede evaluar en relación con el desarrollo de iteraciones futuras. Este proceso se repite siguiendo la entrega de cada iteración, hasta que se elabore el producto completo (Toro et al., 2010).

### 2.2.5 Método espiral

El desarrollo en espiral es una familia de procesos de desarrollo de software que se caracteriza por iterar repetidamente un conjunto de procesos de desarrollo elementales y gestionar el riesgo para que se reduzca de forma activa (Boehm, 1986). Se trata de una mezcla combinada de ciertas características de los modelos por cascada y modelo de desarrollo evolutivo utilizando prototipos. El desarrollo de un producto de software se lanzará en iteraciones, que repetirán las fases del modelo en cascada para ir generando prototipos hasta llegar al producto final (Álvarez et al., 2020).

El objetivo de este método es ir obteniendo prototipos que puedan servir de demostración sobre los avances que lleva el proyecto. De esta manera se puede obtener el feedback de los clientes y rediseñar el programa en el caso de que fuera necesario.



*Ilustración 6: Método espiral*

Esta metodología fue la base para que IBM desarrollara su método de Rapid Application Development (RAD) formalizado en 1991.

### 2.2.6 Manifiesto Ágil

Este documento es considerado oficialmente como el punto de partida de la agilidad. Vale la pena señalar que mientras que el término agile se hizo popular después del manifiesto, como ya se ha comentado, los enfoques y técnicas que utilizan los equipos de proyecto existieron por muchos años y, en algunos casos por décadas, antes del manifiesto ágil (PMI, 2018).

En febrero de 2001 Bob Martin y Kent Beck organizaron un encuentro entre 17 personas para conversar y tratar de encontrar un patrón común entre sus formas de trabajar, diferentes a las tendencias en la industria del momento (Álvarez et al., 2020).

Fruto de dicho encuentro se redactó el Manifiesto Ágil (2001). El documento está compuesto por 4 conceptos principales:

**Individuos e interacciones** sobre procesos y herramientas

**Software funcionando** sobre documentación extensiva

**Colaboración con el cliente** sobre negociación contractual

**Respuesta ante el cambio** sobre seguir un plan

Y por doce principios:

1. Nuestra mayor prioridad es satisfacer al cliente mediante la entrega temprana y continua de software con valor.
2. Aceptamos que los requisitos cambien, incluso en etapas tardías del desarrollo. Los procesos ágiles aprovechan el cambio para proporcionar ventaja competitiva al cliente.
3. Entregamos software funcional frecuentemente, entre dos semanas y dos meses, con preferencia al periodo de tiempo más corto posible.

4. Los responsables de negocio y los desarrolladores trabajamos juntos de forma cotidiana durante todo el proyecto.
5. 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.
6. El método más eficiente y efectivo de comunicar información al equipo de desarrollo y entre sus miembros es la conversación cara a cara.
7. El software que funciona es la medida principal de progreso.
8. Los procesos Ágiles promueven el desarrollo sostenible. Los promotores, desarrolladores y usuarios debemos ser capaces de mantener un ritmo constante de forma indefinida.
9. La atención continua a la excelencia técnica y al buen diseño mejora la Agilidad.
10. La simplicidad, o el arte de maximizar la cantidad de trabajo no realizado, es esencial.
11. Las mejores arquitecturas, requisitos y diseños emergen de equipos autoorganizados.
12. A intervalos regulares el equipo reflexiona sobre cómo ser más efectivo para a continuación ajustar y perfeccionar su comportamiento en consecuencia.

## 2.3. ENTORNO AGILE

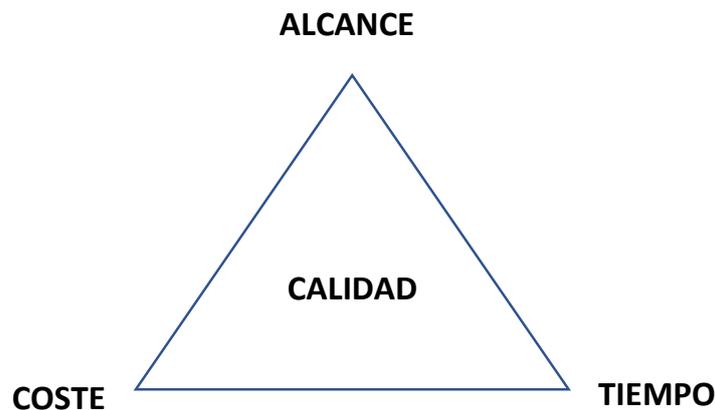
### 2.3.1 ¿Qué es agile?

Una vez analizado el porqué y el cómo hemos llegado a la situación en la que se publica el manifiesto ágil para el desarrollo de proyectos es necesario entender en qué consiste trabajar en un entorno agile.

La pregunta es trivial, ¿Qué es Agile? Según Álvarez, Aguilera, Jurado y Rodríguez (2020) “agile” es una mentalidad, definida en el manifiesto ágil, que se expresa a través de una serie de métodos, prácticas y técnicas.

Agile es una mentalidad en el que un proyecto se subdivide en iteraciones. El resultado de cada iteración se mide y se utiliza para evaluar continuamente el programa o proyecto. Las características se implementan en el orden del valor comercial para que las cosas más valiosas se implementen primero. La calidad se mantiene lo más alta posible. La programación se gestiona principalmente mediante la manipulación del alcance (Martín, 2019). En un proyecto desarrollado en un entorno Agile, el director de proyecto busca obtener en el menor tiempo posible, un prototipo funcional del resultado pedido por el cliente para, mediante su opinión, poder realizar modificaciones.

Si tomamos como referencia el ya conocido triangulo de hierro (alcance, coste y tiempo), mostrado en la ilustración 7. Agile busca reducir el tiempo y el coste de un proyecto modificando el alcance del proyecto. Para ello, es crucial la opinión del cliente. Un proyecto desarrollado en un entorno Agile comúnmente suele ser innovador y con antecedentes reducidos, y el cliente, de manera habitual desconoce las herramientas usadas para realizarlo. El cliente ignora los costes que puede suponer una modificación en el alcance del proyecto, por pequeña que a él le parezca, ya que normalmente, no dispone de amplios conocimientos en el sector.



*Ilustración 7: Triángulo de hierro*

Agile se trata de saber, lo antes posible, cuán equivocado se está. La razón por la que se quiere saber esto lo antes posible es para poder manejar la situación. Esta es la función del director de proyecto. Los directores de proyectos administran proyectos recopilando datos y luego tomando las mejores decisiones que pueden basándose en dichos datos. Agile produce una gran cantidad de datos y los directores de proyecto usan esos datos para impulsar el proyecto hacia el mejor resultado posible.

En este punto es crucial definir las diferencias entre lo que es conocido como “Ser Agile” y “Hacer Agile”.

Hacer agile se refiere al conjunto de técnicas por las cuales se aplican los conceptos y principios expuestos en el manifiesto ágil. Existen gran cantidad de maneras de dotar a una empresa, equipo o proyecto de una metodología basada en el entorno agile. Estas serán explicadas en el apartado 2.4 TÉCNICAS AGILE

No obstante, pese a que se utilice una técnica conocida dentro del entorno agile, no implica que el proyecto sea agile. Una metáfora muy recurrente es la del paraguas agile, que consiste en la idea de que Agile es una filosofía, una mentalidad que abarca los principios y valores, y bajo ella se encuentran acogidas las técnicas que se aplican (Álvarez et al., 2020). Como análisis de los principios y conceptos del manifiesto ágil se puede obtener una serie de características que dotan al equipo de unas buenas prácticas en el entorno agile, y, que, por lo tanto, aportan agilidad.

### 2.3.2 Ser Agile

En este apartado se va a dar una visión de que características debe poseer un equipo para tener una mentalidad agile.

- **Adaptación** – Como se ha comentado en el triángulo de hierro un proyecto gestionado en un entorno agile modifica su alcance. En otras palabras, el proyecto se adapta a las necesidades del cliente para de esta manera ofrecer la solución idónea en el menor tiempo posible (Principio 2, manifiesto ágil, 2001), (Concepto 4, manifiesto ágil, 2001).

- **Equipos y personas** – Ser agile implica desde el inicio sobreponer los individuos y sus interacciones por encima de las herramientas y los procesos (Concepto 1, manifiesto ágil, 2001). Además, en varios de sus principios aboga por una comunicación fluida y sincera entre las personas interesadas en el proyecto (Principios 4,5 y 12, manifiesto ágil, 2001). Poner en el centro a las personas significa escucharlas y darles herramientas y capacidades para poder adquirir compromisos y responsabilidades (Álvarez et al., 2020).
- **Empirismo** – Agile se basa en hechos y datos, se busca obtener un producto funcional antes que documentación (Concepto 2, manifiesto ágil, 2001), (Principio 7, manifiesto ágil, 2001).
- **Transparencia** – Los equipos se basan en la confianza y la comunidad de intereses y objetivos, por lo que la información debe fluir en ellos libre y transparentemente (Principio 6 y 12, manifiesto ágil, 2001).
- **Calidad** – Es imprescindible que todas las personas involucradas en el proyecto den por hecho que la calidad es indiscutible para el correcto desarrollo del mismo (Principios 1 y 9, manifiesto ágil, 2001).
- **Mejora continua** – Implica el proceso de inconformismo de las personas involucradas, su capacidad por seguir mejorando en el producto final (Principios 3, 9 y 12, manifiesto ágil, 2001).
- **Iterativo e incremental** – En los antecedentes al manifiesto ágil se ha comentado que los métodos tanto iterativo como incremental son un precedente del entorno agile. Ambos se encuentran combinados en el manifiesto ágil (Concepto 2, manifiesto ágil, 2001), (Principios 2,3, 7 y 12, manifiesto ágil, 2001).
- **Conocimiento y aprendizaje** – Un entorno agile es un lugar donde está bien visto experimentar y fallar, esto forma parte del periodo de aprendizaje y de la mejora del conocimiento (Principio 3 y 12, manifiesto ágil, 2001).

Estas capacidades que se desprenden de los conceptos y principios del manifiesto ágil son imprescindibles para todos los miembros de un equipo que quiera trabajar en un entorno agile. Estas aptitudes definen la personalidad de los miembros del equipo, y, sin ellas, es indiferente que técnica agile se decida usar, ya que, si los miembros del equipo no tienen una mentalidad agile, el proyecto en consecuencia no podrá serlo.

### 2.3.3 Equipos de un proyecto Agile

Los enfoques agile enfatizan el liderazgo de servicio como una forma de empoderar a los equipos. El liderazgo de servicio es la práctica a través del servicio al equipo, centrándose en la comprensión y abordando las necesidades y el desarrollo de los miembros de este con el fin de permitir el máximo desempeño posible del equipo (PMI, 2019). Los líderes de servicio facilitan la colaboración, eliminan los impedimentos organizacionales y allanan el camino para la contribución de los demás. Pero ¿Cuáles son los roles involucrados en un proyecto desarrollado bajo el entorno de la agilidad? Según expone el PMI y AgileAlliance (PMI et al., 2019) es posible encontrar:

- **Miembros de un equipo multidisciplinario** – Este papel estaría ejecutado por profesionales dentro del ámbito o sector donde se englobaría el proyecto. Por ejemplo, si se está hablando de desarrollo de producto de inyección plástica, el equipo debería estar compuesto (como mínimo) por un diseñador y un especialista en moldes. Estos profesionales son capaces de entregar en un periodo definido productos completos sin tener dependencias externas.

- **Dueño del producto** – Esta persona o grupo de personas son las encargadas de guiar a los miembros del equipo multidisciplinario para obtener mejoras respecto del anterior producto entregado. Su función es obtener productos de mayor valor, organizando de manera preferente las tareas con mayor importancia.
- **Facilitador del equipo** – Este papel puede tomar diferentes nombres en función del marco de aplicación que se use: director de proyecto, scrum máster, coach... Pero sus labores o funciones son las mismas que el líder de servicio: Facilitar la colaboración de los miembros del equipo, eliminar posibles impedimentos organizacionales que existan y allanar el camino para el buen desarrollo del proyecto.

En este punto es importante mencionar que el tamaño para un equipo en un entorno agile suele ser reducido, entre 3 y 9 personas. Por lo tanto, es importante tener perfiles dentro del equipo multidisciplinario que tengan forma de T e I (PMI, 2019). Los profesionales en forma de “T” conocen varias áreas del desarrollo del producto, pese no estar especializados en ninguna en concreto y pueden realizar labores de colaboración en las diferentes etapas de vida del proyecto. Por el contrario, los profesionales en forma de “I” son especialistas en su etapa y poseen un amplio dominio en ella. De esta manera, es necesario que en el equipo multidisciplinario existan perfiles más especializados y otros más híbridos que sean capaces de ocupar varios roles dentro del proyecto.

#### 2.3.4 Prácticas agile comunes

Para el correcto desarrollo de un proyecto en un entorno agile hay una serie de buenas prácticas que, sin ser obligatorias, son altamente recomendables que empleen los componentes del equipo.

#### **Metáforas: Lenguaje común**

El lenguaje es el medio de comunicación entre las personas, y puede ser verbal o no verbal. El manifiesto ágil, en el principio 6 dice: “El método más eficiente y efectivo de comunicar información al equipo de desarrollo y entre sus miembros es la conversación cara a cara.” por lo tanto, siempre en la medida de lo posible todos los miembros del equipo deben estar de manera física en el mismo lugar. Aunque ante situaciones especiales, como puede ser una crisis sanitaria que impida el contacto entre personas, es posible un desarrollo de proyectos con cierta dispersión geográfica.

Una característica crucial para obtener unos buenos resultados es una comunicación efectiva. Ser conocedores todas las personas implicadas de qué se está hablando. Una metáfora puede proporcionar un vocabulario que permita al equipo comunicarse de manera eficiente (Martin, 2019). Consiste en identificar a través de un mismo vocabulario (entendido por todos los stakeholders o partes interesadas) conceptos importantes para el proyecto.

La importancia de las metáforas o un lenguaje común se acentúa todavía más cuando el proyecto a desarrollar implica programación de software. Los expertos del negocio tienen una comprensión limitada de la jerga técnica del desarrollo de software, pero usan la jerga de su campo. Los desarrolladores, por otro lado, pueden comprender y discutir el sistema en términos descriptivos y funcionales, desprovistos del significado del lenguaje de los expertos del negocio. O los desarrolladores pueden crear abstracciones que apoyen su diseño pero que los expertos en el dominio no comprenden (Evans, 1962).

## **Retrospectiva: Trabajo pendiente**

En el principio 12 del manifiesto ágil se expone que es necesaria la valoración del pasado para confirmar el buen desarrollo del proyecto. Las retrospectivas ayudan al equipo a aprender de su trabajo previo sobre el producto y su proceso (PMI, 2020).

En función de la técnica utilizada, esta retrospectiva suele adoptar un nombre: Sprint, iteración, entrega, etc. Pero el concepto es el mismo, revisar que trabajo tenemos hecho, en qué estado se encuentra el proyecto y cuál es el trabajo que se debe desarrollar hasta la siguiente retrospectiva. Es el momento para que el equipo recopile las lecciones aprendidas y pueda generar pequeñas mejoras.

En este proceso se obtiene datos cualitativos (opiniones de la gente) y datos cuantitativos (indicadores clave de rendimiento o key performance indicators, KPIs). Con el uso de esos datos se pueden encontrar causas raíz de errores, diseñar respuestas y desarrollar planes de acción.

## **Daily standups**

Los Daily standups son reuniones periódicas programadas por los miembros del equipo para tratar asuntos que atañen al proyecto. Están caracterizadas por:

- No durar más de 15 minutos.
- Ser sencillas.
- Tener un frecuencia definida por el equipo.

La idea básica de estas reuniones será contestar a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué hice desde la última reunión?
2. ¿Qué haré hasta la próxima reunión?
3. ¿Qué problemas tengo?

Las reuniones rápidas del día son para darse cuenta de que hay problemas, no para resolverlos. Se debe anotar los problemas en un acta de reunión y posteriormente crear otra reunión para resolverlos (PMI,2020).

## **Sentimiento colectivo.**

Nadie es el dueño del conocimiento en un proyecto Agile. El conocimiento es propiedad del equipo en su conjunto. Cualquier miembro del equipo puede revisar y mejorar cualquier módulo del proyecto en cualquier momento. El equipo es propietario del conocimiento generado colectivamente (Martin, 2019).

Que no exista un dueño único del conocimiento no quiere decir que no haya profesionales especializados en alguna de las partes o módulos del proyecto. En un proyecto Agile, es crucial que todas las personas involucradas se sientan orgullosas y protagonistas de los resultados obtenidos, incluso aquellas que no desarrollan el producto.

Cuando un equipo practica la propiedad colectiva, el conocimiento se distribuye a lo largo de todo el equipo. Esto mejora drásticamente la capacidad del equipo para comunicarse y tomar decisiones.

### 2.3.5 Fases de un proyecto agile

En todos los proyectos dirigidos con un enfoque APM, independientemente de la técnica empleada, existen unas bases comunes. Ciertamente, que las iteraciones en cada tipología de proyecto deben adaptarse a las necesidades de este, pero, Highsmith (2004) en su libro *Agile project management: creating innovative products*, ofrece una visión global de clasificación considerando las fases (Ver ilustración 8) por las que transcurre, generalmente, un proyecto dentro de un entorno APM.

ETAPAS	DESCRIPCIÓN
<b>Visión concepto</b>	Fase inicial de comienzo del proyecto. Se trata de una fase similar a la fase de planificación de un proyecto que esté regido por un modelo predictivo o tipo cascada. Su principal objetivo es definir que entregables deberá recibir el cliente, crear una visión del producto a los miembros del equipo, identificar los agentes implicados, cómo va a realizarse el flujo de trabajo y quién interactuará en el equipo. En esta primera etapa se precisa una descripción de alto nivel del producto al equipo del proyecto, con documentación sencilla y que facilite las fases posteriores.
<b>Especulación</b>	El objetivo de esta etapa es planificar el proyecto partiendo de lo obtenido en la etapa de la visión. Esta etapa es dinámica, es decir, se irá modificando conforme se vaya desarrollando el proyecto: Identificación de nuevos requisitos del producto, plan de desarrollo del proyecto, plan de entrega, control de resultados, feedback del cliente, estimación de costes y plazos, evaluación de riesgos. Esta fase es iterativa y debe repetirse tantas veces como sea necesario para obtener un producto correcto. Se trata de especulación porque al contrario que la visión en modelos predictivos, no se conoce que va a suceder y, por lo tanto, se especula sobre lo que se puede obtener partiendo de lo que se conoce.
<b>Exploración</b>	En esta etapa el objetivo es ejecutar lo que se ha planeado con anterioridad en la etapa de especulación. Está compuesta por tres subetapas. La primera es la ejecución de los insumos para la adecuada gestión de la carga de trabajo, y el día a día del equipo del proyecto a través de constantes reuniones de retroalimentación (Daily standups). La segunda es promover la autoorganización y la autodisciplina del equipo del proyecto, proporcionando condiciones para que cada uno de los miembros del equipo sea corresponsable de los resultados y se comprometa con las metas del proyecto. El tercero se ocupa de la gestión de las interacciones entre el equipo del proyecto, el director del proyecto de los clientes y todos los interesados directos e indirectos involucrados en el proyecto.
<b>Revisión</b>	Esta etapa tiene como objetivo revisar que los resultados obtenidos en la etapa de exploración se están desarrollando correctamente. Esta fase es el resultado final de un ciclo de iteración (Especular, explorar y adaptar) que sucede de manera iterativa dentro del desarrollo de un proyecto. Este ciclo es conocido de manera habitual como Sprint.
<b>Cierre</b>	Esta etapa tiene lugar una vez el cliente ha aceptado el producto que el equipo ha creado, es decir, cuando todos los requisitos se han dado por terminados. En esta fase surgen lo que son conocidas como lecciones aprendidas donde los integrantes del equipo se reúnen y celebran el éxito del proyecto, pero también las dificultades que han encontrado y que han hecho para resolverlas. Es también conocido el uso de esta fase al final de cada iteración como cierre temporal de iteración para favorecer el aprendizaje de los integrantes del proyecto.

Tabla 1: Etapas de un proyecto agile.

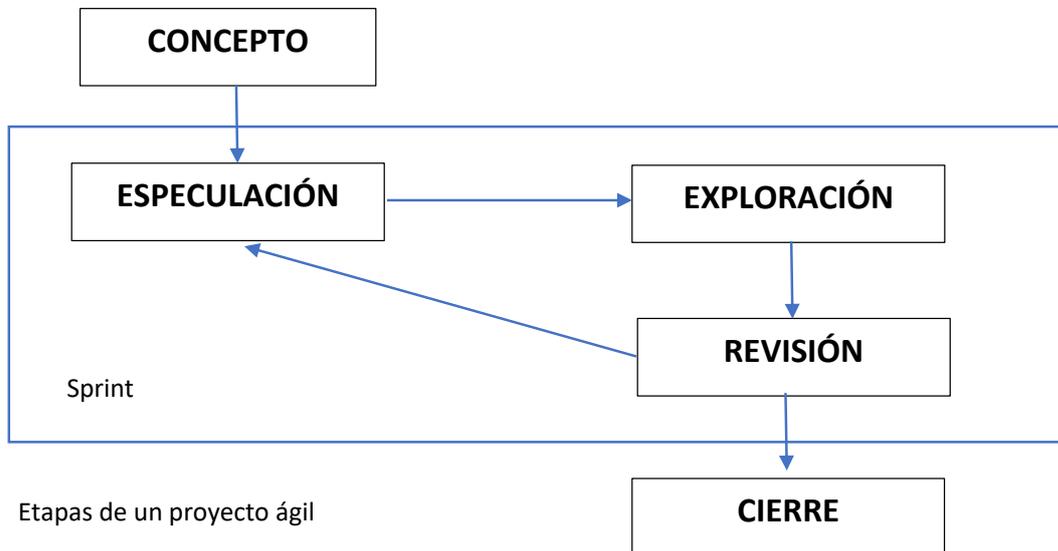


Ilustración 8: Etapas de un proyecto agile. Adaptado de: Lopez, 2018.

## 2.4. TÉCNICAS AGILE

Una vez conocida y expuesta tanto la evolución histórica del entorno agile como los conceptos más importantes y característicos de este se pasará a conocer las técnicas existentes de aplicación sobre los proyectos. En este apartado se expondrán las técnicas que han sido consideradas de mayor importancia: Lean-Agile Mindset, Scrum, Método Kanban, Scrumban y XP.

### 2.4.1 Lean-Agile Mindset

Para poder explicar de una manera correcta los principios de las técnicas agile, lo que es conocido como hacer agile, es obligatorio exponer los principios de la fabricación Lean, ya que, la filosofía Lean es el claro antecesor al entorno agile, buscando crear productos que satisfagan las necesidades de los clientes de la forma más eficiente posible. Los orígenes de Agile se encuentran en la filosofía Lean y buscan por lo tanto los mismos objetivos: satisfacer al cliente de forma temprana, maximizar el rendimiento y los beneficios, y, por supuesto, fomentar un entorno de trabajo colaborativo mejorando la satisfacción de los empleados (Álvarez et al., 2020).

El conocido Lean manufacturing nace en las fábricas de producción de automóviles de Toyota de la mano de Kiichiro Toyoda. Tras la segunda guerra mundial la escasez de materiales

en el país asiático era un gran problema. Por lo tanto, Toyota se centró en minimizar al máximo la cantidad de materias primas necesarias para la producción, así como el tiempo de compra de suministros y el envío de la factura al cliente. El TPS (Toyota production system) es un sistema que desarrolla de forma eficiente productos de alta calidad centrándose en la producción justo a tiempo (JIT), focalizando los esfuerzos en optimizar la calidad y la mejora continua (detección de errores lo antes posible).

Lean es una forma de pensar sobre la creación de valor necesario con menos recursos y menos desperdicio. Es una práctica que consiste en la experimentación continua para lograr un valor perfecto sin desperdicio (Lean Enterprise Institute, 1997). Ciertamente, cuando se habla de Lean debemos considerarlo más que una técnica un mindset o mentalidad. Un conjunto de buenas prácticas que van a tener como resultado una mejora en la ejecución de nuestras tareas. Según el Lean Enterprise Institute, los objetivos fundamentales de Lean son:

- Dar el mayor valor posible al cliente.
- Mejora continua.
- Reducir el desperdicio.
- Eliminar la sobreproducción.
- Capacitar a las personas.

La persona que dispone de un pensamiento Lean-agile está con predisposición al cambio y a afrontar nuevos retos de una manera optimista y positiva.

#### 2.4.2 Scrum

La técnica de trabajo de Scrum es probablemente la más conocida dentro de las metodologías agile. Su popularidad reside en cierto modo en su simplicidad de aplicación, convirtiéndola por tanto en una candidata perfecta cuando se busca instaurar metodologías agile desde cero en un proyecto o empresa.

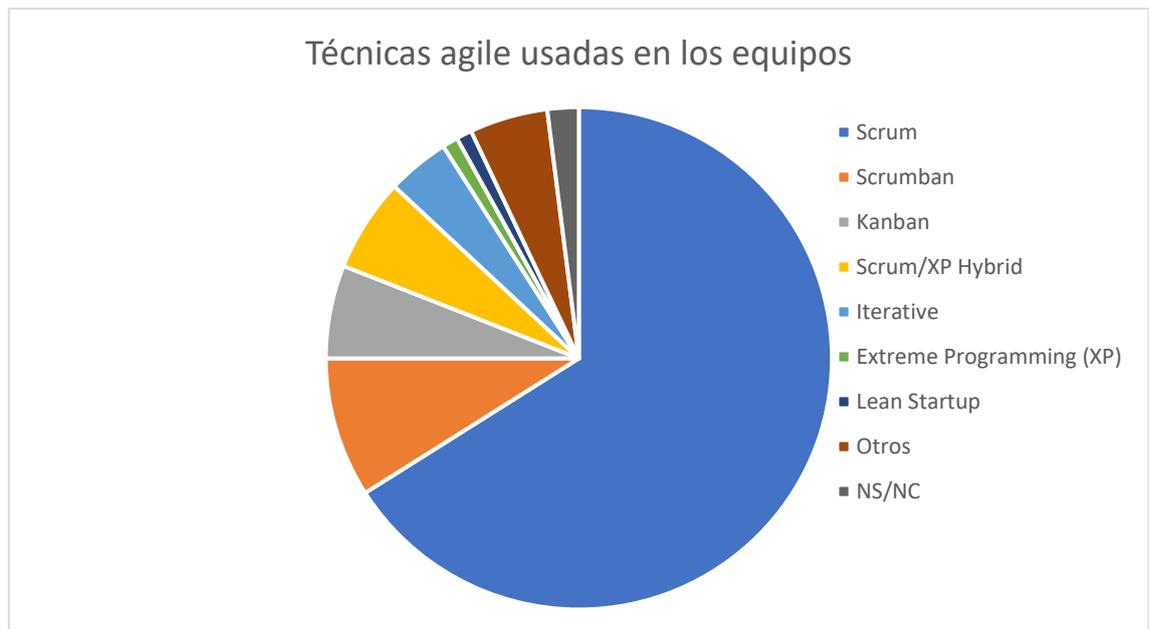


Ilustración 9: Técnicas agile. Adaptado de: Digital.ai, 2021.

En la ilustración 9 se muestra una imagen obtenida del “15th stage of agile report” de la empresa Digital.ai donde se puede observar cómo Scrum (66%) o sus derivados como ScrumBan

(9%) o Scrum/XP Hybrid (6%) son utilizados por más de un 80% de los equipos entrevistados en este estudio.

Scrum se basa en la inteligencia colectiva de las personas que lo utilizan. En lugar de proporcionar a las personas instrucciones detalladas, las reglas de Scrum guían sus relaciones e interacciones (Sutherland et al., 2020). Consecuentemente, es crucial identificar los roles de las personas que forman parte del equipo y que forman lo conocido como Scrum Team (Ver la ilustración 11):

- **Product owner o dueño del producto (PO)** – Es la persona encargada de representar al cliente para la realización del producto. Su función principal consiste en organizar el trabajo que el equipo debe realizar en cada sprint o iteración. Este conjunto de requisitos son escritos normalmente en forma de historias de usuario o US. El product owner debe de ser capaz de hablar el lenguaje del negocio o de los requisitos de cliente y estar familiarizado con los métodos y conceptos empleados por el equipo (Álvarez et al., 2020).
- **Scrum Máster (SM)** – Se trata de un facilitador del trabajo. Es la persona con un amplio conocimiento en las técnicas y la cultura agile. Encargado de hacer cumplir los principios de Scrum, medir productividad y rendimiento y desbloquear las situaciones en las que el trabajo pueda ser pausado por agentes externos. En la técnica del Scrum, el Scrum máster tomaría el rol de facilitador de equipo comentado en el apartado 2.3.3 Equipos de un proyecto agile.

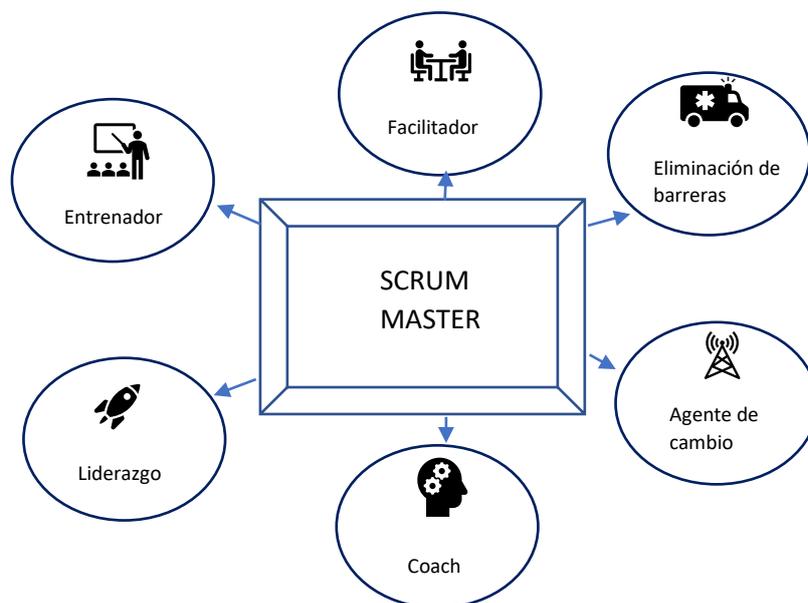


Ilustración 10: Roles del scrum máster.

- **Equipo de desarrollo o equipo de trabajo** – Las personas que toman este rol dentro del Scrum Team son las encargadas de desarrollar el proyecto entre cada uno de los sprints. Deben trabajar de manera autónoma en cada sprint y realizar la cantidad de trabajo marcada por el product owner en cada una de las iteraciones o sprints. Además, son los encargados de llevar a cabo el plan para el Sprint, el Sprint Backlog y determinar cuándo un requisito está terminado.

Los Scrum Teams son multifuncionales, lo que significa que los miembros tienen todas las habilidades necesarias para crear valor en cada Sprint. También se autogestionan, lo que significa que deciden internamente quién hace qué, cuándo y cómo (Sutherland et al., 2020). El Scrum Team es lo suficientemente pequeño como para seguir siendo ágil y lo suficientemente grande como para completar un trabajo significativo dentro de un Sprint, generalmente 10 personas o menos.

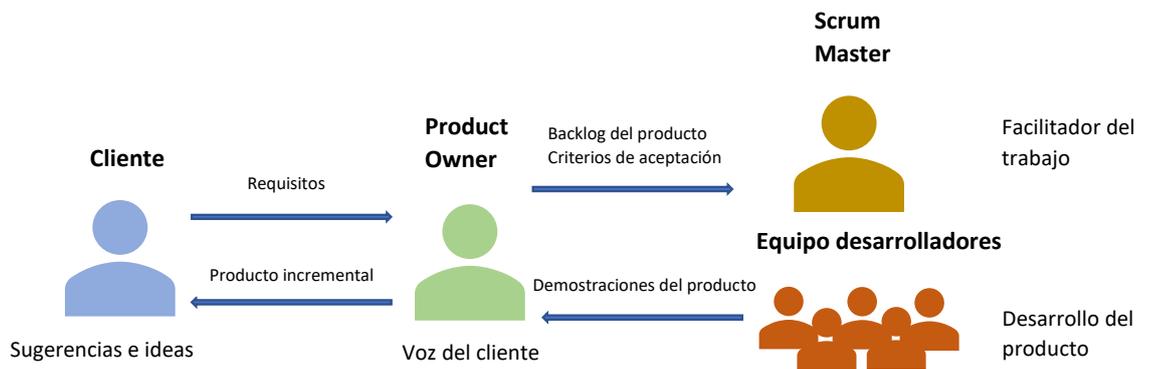


Ilustración 11: Scrum Team.

Otro de los roles más importantes pese a no formar parte del Scrum Team son los **stakeholders o personas interesadas**. Por esto, entendemos las personas u organizaciones que tienen algún interés en el producto y que tienen influencia para prescribir y validar aspectos del producto. Los stakeholders interactúan con el Scrum Team a través del PO.

Scrum se basa en el empirismo y el pensamiento Lean. El empirismo afirma que el conocimiento proviene de la experiencia y de la toma de decisiones con base en lo observado. El pensamiento Lean reduce el desperdicio y se enfoca en lo esencial (Sutherland et al., 2020).

Según se ha definido en la Guía Scrum (Sutherland et al., 2020), los pilares sobre los que se sustenta Scrum son:

1. **Transparencia:** El proceso y el trabajo emergentes deben ser visibles tanto para quienes realizan el trabajo como para quienes lo reciben. Con Scrum, las decisiones importantes se basan en el estado percibido a través de información aportada. Los procesos que tienen poca transparencia pueden llevar a decisiones que disminuyan el valor y aumenten el riesgo. La transparencia permite la inspección. La inspección sin transparencia es engañosa y derrochadora. La transparencia ayuda a mantener a todos los implicados alineados para alcanzar el objetivo buscado.
2. **Inspección:** Los procesos e información de Scrum y el progreso hacia los objetivos acordados deben inspeccionarse con frecuencia y con diligencia para detectar variaciones o problemas potencialmente indeseables. La inspección permite la adaptación. La inspección sin adaptación se considera inútil. Los eventos Scrum están diseñados para provocar cambios. La inspección se manifiesta en mecanismos para examinar el trabajo que se está realizando y como se está realizando.
3. **Adaptación:** Si algún aspecto de un proceso se desvía fuera de los límites aceptables o si el producto resultante es inaceptable, el proceso que se aplica o los materiales que se producen deben ajustarse. El ajuste debe realizarse lo antes posible para minimizar una

mayor desviación. La adaptación se vuelve más difícil cuando las personas involucradas no están empoderadas ni se autogestionan. Se espera que un Scrum Team se adapte en el momento en que aprende algo nuevo a través de la inspección. La adaptación es lo que permite tomar decisiones y emprender acciones para mejorar los resultados de los productos.

Como se comentó en el apartado 2.3.2 Ser agile, en un entorno donde el cambio se encuentra a la orden del día es crucial tener una mentalidad agile. En Scrum, los integrantes del Scrum Team deben poseer una serie de valores que les permitirá adaptarse a las nuevas situaciones.

- **Compromiso:** El Scrum Team debe estar comprometido con el objetivo final, que es la obtención de un producto de calidad.
- **Foco:** El proyecto o producto final debe ser el objetivo principal de todos los participantes en el mismo. No es posible distraerse. Es necesaria una dedicación completa al proyecto.
- **Coraje:** Los integrantes del Scrum Team deben ser decididos, valientes y tener iniciativa. En proyectos donde existe mucho cambio, el poseer una actitud para avanzar decididamente sin esperar órdenes es crucial. Las decisiones deben ser tomadas por el bien común del proyecto.
- **Respeto:** Scrum se basa en la inteligencia de las personas, si no existe un respeto entre ellas, las relaciones personales y profesionales que se generan no son las correctas.
- **Apertura/Franqueza:** En un proceso de mejora continua como es Scrum, es crucial recibir feedback sincero del resto de integrantes en el proyecto.

Una vez conocidos los integrantes y los roles que forman parte del Scrum Team, así como los valores y fundamentos que sustentan esta técnica agile es necesario hablar de los eventos de Scrum. (Ver ilustración 12)

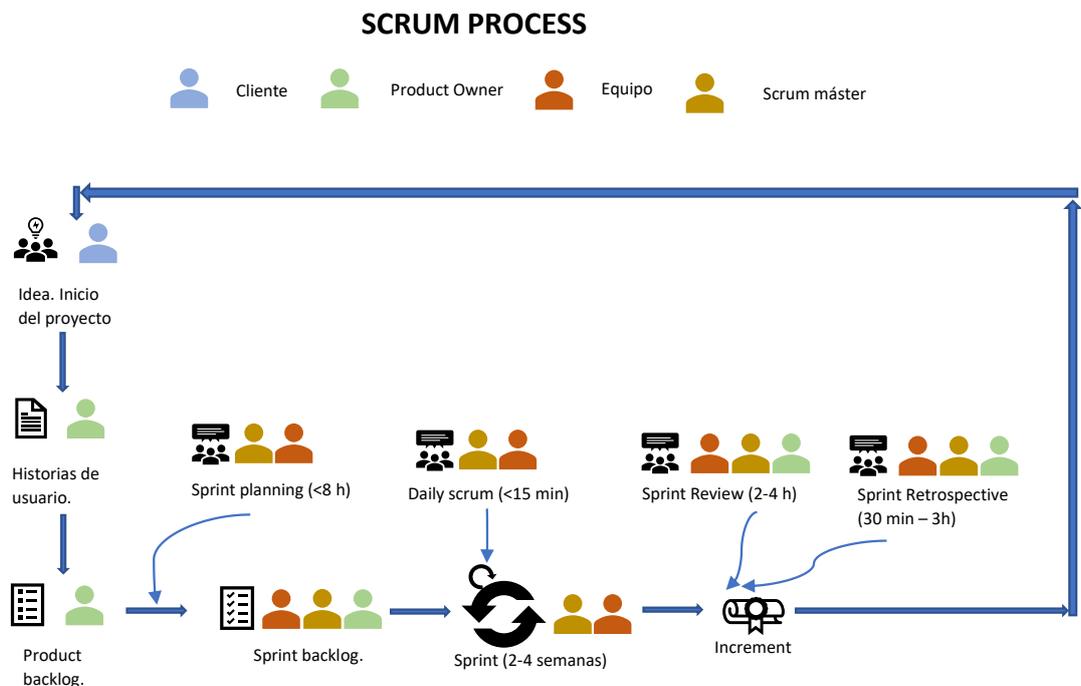


Ilustración 12: Eventos de Scrum. Adaptado de: Agile Hunter, 2022.

El proyecto comienza con una visión clara proporcionada por el cliente y un conjunto de características del producto en orden de importancia. Estas características son parte de la acumulación de productos anteriores, que es mantenida por el cliente o el representante del cliente al que se hace referencia como dueño del producto (Méndez, 2018).

El desarrollo del trabajo se divide en iteraciones, etapas o **Sprints** de duración fija y estable. Esto permite definir una cadencia estable, un ritmo sostenible, que hace que los equipos tengan más foco y sean más productivos (Álvarez et al., 2020). Los Sprints son el corazón de Scrum, donde las ideas se convierten en valor. Un nuevo Sprint comienza inmediatamente después de la conclusión del Sprint anterior. Todo el trabajo necesario para lograr el objetivo del producto, incluido Sprint Planning, Daily Scrums, Sprint Review y Sprint Retrospective, ocurre dentro de los Sprints (Sutherland et al., 2020). La duración de los sprints viene definida por el grado de incertidumbre del proyecto, cuanto mayor sea la incertidumbre, menor será el tiempo existente entre sprints para de esta forma poder obtener un feedback del PO lo antes posible y corregir desviaciones en el proyecto aumentando de este modo la eficiencia del tiempo empleado en el proyecto.

El **Product Backlog** recoge el conjunto de los trabajos o requisitos (**User Stories**) que se van a realizar para alcanzar las peticiones del cliente. Dentro del product backlog hay un subconjunto, el **Sprint Backlog** que contiene aquellos requisitos que se van a llevar a cabo durante la duración de un sprint determinado. El contenido de este backlog es un compromiso entre las necesidades del cliente expresadas por medio del product owner y la capacidad de producción del equipo de trabajo (Álvarez et al., 2020).

El **Sprint Planning** es considerado el inicio del Sprint ya que es el momento en el que se planifica el trabajo que se va a hacer, es decir, el Sprint Backlog. Tiene un límite de tiempo máximo de 8 horas para sprints de 4 semanas de duración. Como resultado de esta reunión, el Scrum Team debe disponer de:

- Propósito global y claro para el Sprint.
- La lista de user stories que se pretende realizar en el Sprint.
- Realizar una estimación de la complejidad o esfuerzo necesario para llevar a cabo cada una de las user stories que componen el Sprint Backlog.
- Comprensión de todos los miembros del equipo del contenido y alcance del sprint.

Una vez finalizado el Sprint Planning todos los miembros del Scrum Team deben de ser capaces de responder a estas preguntas: ¿Por qué es valioso este Sprint?, ¿Qué se puede hacer en este Sprint? y ¿Cómo se realizará el trabajo elegido?

El propósito de la **Daily Scrum** es inspeccionar el progreso hacia el objetivo del Sprint y adaptar el Sprint Backlog según sea necesario, ajustando el trabajo planificado entrante. Las Daily Scrums mejoran la comunicación, identifican impedimentos, promueven la toma rápida de decisiones y, en consecuencia, eliminan la necesidad de otras reuniones (Sutherland et al., 2020). Se trata de una reunión diaria de no más de 15 minutos donde el equipo de desarrolladores informa al resto cual va a ser su tarea del día evitando de esta manera solapes entre sus trabajos.

El propósito de la **Sprint Review** es inspeccionar el resultado del Sprint y determinar futuras adaptaciones. El Scrum Team presenta los resultados de su trabajo a los interesados clave y se discute el progreso hacia el objetivo del producto (Sutherland et al., 2020). En este evento participan tanto los integrantes del Scrum Team como los stakeholders. Se realiza un

repasso de los objetivos alcanzados en el Sprint, siendo una sesión de trabajo para la obtención del feedback sobre el producto.

El propósito de la **Sprint Retrospective** es planificar formas de aumentar la calidad y la efectividad. Si uno de los principios de Scrum es la mejora continua (influencia de Lean), la retrospectiva es el medio para analizar la forma en la que se hacen las cosas y como se puede mejorar el conjunto de procesos. Este evento debe contar con la participación de todos los integrantes del Scrum Team. El Sprint Retrospective hace uso de diferentes técnicas para comparar la eficacia de los **Increments** generados en cada Sprint. Una de esas técnicas es valorar el trabajo realizado respecto del trabajo planificado o previsto. Esta métrica es conocida como velocidad del equipo y permite conocer la mejora o empeoramiento del rendimiento del equipo en el proyecto.

Al tratarse de una técnica iterativa, cada Sprint puede tratarse como un proyecto de corta duración donde existen unos requisitos iniciales, así como un tiempo limitado y se deben obtener unos entregables o Increments a la finalización de este.

### 2.4.3 Método Kanban

El concepto Kanban se introdujo en Toyota en 1947, y se originó a partir de un término japonés que denota "letrero". Es un sistema de gestión de procesos visuales que puede gestionar el conocimiento y el trabajo considerando el enfoque de entrega Justo a tiempo (Alaidaros et al., 2021).

El método Kanban es una forma de diseñar, gestionar y mejorar servicios relacionados con trabajo intelectual que se puede aplicar en un equipo, unidades de negocio y organizaciones de cualquier tamaño (Álvarez et al., 2020). Kanban brinda un entendimiento compartido del trabajo que se hace, incluyendo las reglas por las cuales se realiza ese trabajo, cuánto trabajo se puede manejar al mismo tiempo, y cómo de bien se puede entregar ese trabajo a los clientes internos y externos (Linden-Reed, 2016). También se puede utilizar Kanban para obtener un mejor alineamiento a lo largo de todo el negocio, lo que significa que pueden alcanzarse objetivos estratégicos amplios (Linden-Reed, 2016).

De la misma manera que sucedía con Scrum, el método Kanban está regido por una serie de valores. En Kanban, el valor principal que debe gobernar todas las relaciones y procesos de trabajo es el respeto. Partiendo del respeto como base encontramos en la columna de valores de Kanban las siguiente aptitudes (Anderson et al., 2016):

- **Transparencia:** Compartir información abiertamente mejora el flujo de valor de negocio. Utilizar un lenguaje claro y directo aporta valor.
- **Equilibrio:** Los diferentes aspectos, puntos de vista y capacidades deben ser equilibrados para conseguir efectividad. Algunos aspectos (como demanda y capacidad) causarán colapso si no se encuentran equilibrados por un periodo prolongado.
- **Colaboración:** Trabajar juntos. El Método Kanban fue formulado para mejorar la manera en que las personas trabajan juntas, por ello, la colaboración está en su corazón.
- **Foco en el cliente:** Conociendo el objetivo para el sistema. Cada sistema kanban fluye a un punto de valor realizable — cuando los clientes reciben un elemento solicitado o servicio. Los clientes en este contexto son externos al servicio, pero pueden ser internos o externos a la organización como un todo. Los clientes y el valor que estos reciben es el foco natural en Kanban.

- **Flujo:** La realización de ese trabajo es el flujo de valor, tanto si es continuo como puntual. Ver el flujo es un punto de partida esencial en el uso de Kanban.
- **Liderazgo:** La habilidad de inspirar a otros a la acción a través del ejemplo, de las palabras y la reflexión. Muchas organizaciones tienen diferentes grados de jerarquía estructural, pero en Kanban, el liderazgo es necesario a todos los niveles para alcanzar la entrega de valor y la mejora.
- **Entendimiento:** Principalmente conocimiento de sí mismo (tanto individual como de la organización) para ir hacia adelante. Kanban es un método de mejora, por lo que conocer el punto de inicio es la base de todo.
- **Acuerdo:** El compromiso de avanzar juntos hacia los objetivos, respetando — y donde sea posible, acomodando — las diferencias de opinión o aproximaciones. Esto no es gestión por consenso sino un co-compromiso dinámico para mejorar.
- **Respeto:** Valorando, entendiendo y mostrando consideración por las personas. Se trata del valor base sobre el cual se sustentan el resto de valores anteriores.

Una vez quedan claros los valores en los que está basado el método Kanban se explicarán los principios. Kanban está basado en dos tipos de principios, los principios directores y los principios fundacionales. A su vez, los principios fundacionales están desglosados en principios de gestión del cambio y principios de despliegue de servicios.

Los principios directores son tres y su función principal es en cuanto al propósito o manera de acometer el cambio, es decir, cómo prepara a la organización para el método Kanban:

1. **El principio director de Sostenibilidad**, relativo a encontrar un ritmo sostenible y un foco en la mejora. Está enfocado hacia la propia organización. Se trata de buscar un equilibrio entre la demanda y la capacidad de producción, evitando de esta manera la sobrecarga.
2. **El principio director de Orientación al Servicio**, enfocado a conseguir rendimiento y satisfacción del cliente. Mira hacia el exterior, desde el propósito de la organización, hacia sus clientes. Buscamos optimizar el valor que se entrega a nuestros clientes a través de nuestros servicios o productos.
3. **El principio director de Supervivencia**, relativo al mantenimiento de la competitividad y adaptabilidad. Se encarga de mirar hacia el futuro. Es necesario mantener los procesos activos en la empresa, ningún mercado es inalterable. Kanban nos permite ser reactivos y proactivos ante los cambios en nuestro sector empresarial.

Existen seis principios fundacionales en Kanban: tres se encargan de gestión del cambio y tres se encargan de gestión de entrega o despliegue del servicio.

Los principios de gestión del cambio son:

- **Principio 1: Empieza con lo que estás haciendo ahora** – Kanban recomienda gestionar el cambio partiendo de la situación actual de organización del trabajo. Esto tiene como consecuencia dos grandes ventajas: Reducimos la resistencia al cambio de las personas encargadas de realizar las tareas y aceptamos como propios los aspectos positivos existentes en la manera de trabajar actual.
- **Principio 2: Acuerda buscar la mejora a través del cambio evolutivo** – En el método Kanban la mejora debe ir ligada a la acción, es decir, a medida que se van implantando las prácticas del método se van generando focos de mejora que deben ser incorporados en la forma de trabajo.

- **Principio 3: Promueve actos de liderazgo en todos los niveles** – Es necesario la involucración de las personas de la organización a todos los niveles. Se debe evitar la inactividad y fomentar la proactividad.

Los principios de entrega del servicio están relacionados con la manera en la que las empresas o proyectos están organizados y su interacción interdepartamental. Estos principios tratan de orientar el trabajo para mejorar el aporte de valor sobre el cliente. Vienen definidos por los siguientes principios:

- **Principio 1: Entiende las necesidades y expectativas del cliente y enfócate en ellas** – Todos los implicados en el proceso de generación de valor deben ser conocedores de que es exactamente lo que el cliente espera y que producto o servicio deben realizar.
- **Principio 2: Gestiona el trabajo y deja que la gente se autoorganice a su alrededor** – Debemos enfocarnos en el flujo de trabajo, por lo tanto, todo tipo de medición de productividad debe estar relacionada con el avance en el producto o servicio.
- **Principio 3: Haz evolucionar las políticas para la mejora de los beneficios del cliente y de la organización** – La relación interdepartamental es compleja, Kanban busca definir de la forma más concreta posible dicha relación para facilitar el flujo de trabajo y mejorar el aporte de valor al cliente.

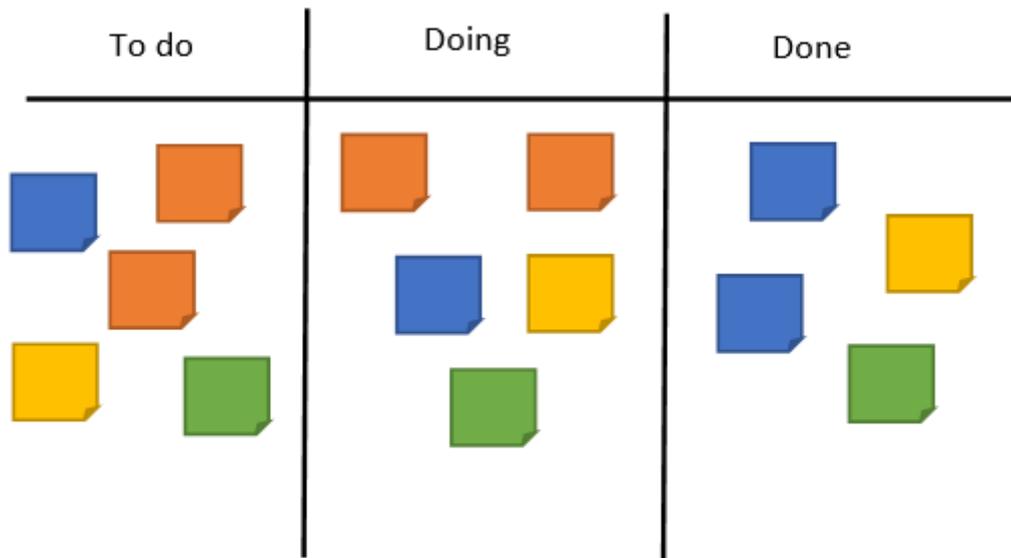
Kanban propone 6 practicas generales (Ilustración 13) que consisten en una serie de actividades necesarias para gestionar correctamente nuestra forma de trabajar para manejar de forma eficaz y eficiente nuestro sistema (Álvarez et al., 2020). Estas prácticas permiten ver el trabajo y las políticas que determinan como este se procesa; entonces mejorar el proceso de una manera evolutiva — manteniendo y amplificando cambios útiles y aprendiendo o incluso disminuyendo cambios ineficaces (Anderson et al., 2016).



*Ilustración 13: Practicas de Kanban.*

1. **Visualización:** En esta práctica se busca mostrar de una manera rápida y precisa el flujo de trabajo y las políticas que lo gobiernan. Para que sea un sistema kanban, más que un simple sistema de flujo, los compromisos y las entregas tienen que estar definidos, así como los límites del trabajo en progreso en cada una de las etapas del tablero, desde el inicio del trabajo a la entrega (Anderson et al., 2016). La herramienta más conocida de

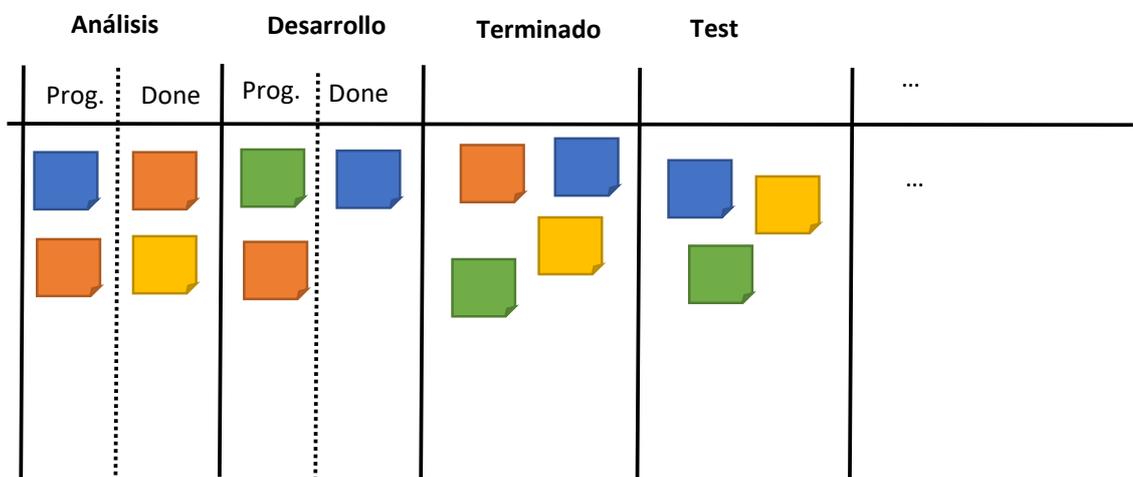
visualización del flujo de trabajo y las políticas en el método Kanban es el **tablero Kanban**.



*Ilustración 14: Tablero Kanban sencillo.*

En la ilustración 14 se muestra el tablero Kanban en su forma más simplificada. En las columnas se organizan los estados del trabajo (To do, Doing, Done) mientras que en la zona destinada para las filas encontramos las tareas de que se deben hacer en este grupo de trabajo. Permite visualizar de una manera sencilla el flujo del trabajo, detectando cuellos de botella o tareas bloqueadas.

Estos tableros deben ser adaptados al trabajo realizado en el proyecto, mostrando además las políticas del flujo. Es posible mejorar la organización del trabajo creando carriles horizontales o incluso biparticiones en los grupos de trabajo organizados en las columnas (ilustración 15).



2. **Limitar el trabajo en curso:** Observar, limitar y entonces optimizar la cantidad de trabajo en progreso es esencial para tener éxito con Kanban. Como resultado se consigue mejorar el tiempo de entrega de servicio, la calidad y aumentar la tasa de entrega (Anderson et al., 2016). El concepto WiP es crucial para llevar a cabo esta práctica y sirve para mostrar los elementos de trabajo que han entrado en sistema o un estado y que aún no se han terminado o descartado. Es decir, el trabajo que se está realizando en un momento concreto.
3. **Gestionar el flujo de trabajo:** Significa poner énfasis en minimizar el tiempo que el trabajo está esperando para ser realizado y a la vez equilibrar la disponibilidad y ocupación de los recursos.

Para realizar un buen control sobre los recursos se hace uso del concepto **eficiencia en recursos**, que consiste en el ratio entre el tiempo trabajado de un recurso, dividido entre su tiempo disponible (Ecuación 1). El foco de la eficiencia en recursos es sacar el máximo partido de los recursos ocupándolos el máximo tiempo posible, y como objetivo secundario finalizar el trabajo lo antes posible.

$$\text{Eficiencia en recursos} = \frac{\text{Tiempo trabajado del recurso}}{\text{Tiempo disponible del recurso}}$$

Ecuación 1 – Eficiencia de recursos Kanban.

Por el contrario, **la eficiencia en flujo** se define como el ratio entre el tiempo trabajado de un recurso dividido entre su tiempo disponible (Ecuación 2). Persigue los mismos objetivos que la eficiencia en recursos, pero invirtiendo el orden.

$$\text{Eficiencia en flujo} = \frac{\text{Tiempo actuando en una unidad de flujo}}{\text{Tiempo total de la unidad de flujo trabajando de inicio a fin}}$$

Ecuación 2 – Eficiencia en flujo Kanban.

Una de las claves para maximizar el flujo de valor es conocer **el coste de retraso (COD)** de los elementos de trabajo. Esto es, la cantidad de valor del elemento que se pierde debido al retraso en la implementación durante un período de tiempo. En general el coste de retraso es una función de tiempo (puede ser o no lineal), y el ritmo al cual el valor cambia (el coste de retraso por período de tiempo, o de urgencia) puede o no ser constante en el tiempo (Anderson et al., 2016). Kanban utiliza cuatro arquetipos para caracterizar cómo el valor de los elementos de trabajo cambia en función del coste de retraso:

- Urgente: El impacto de no finalizar el elemento de trabajo crece bruscamente, aumentando día a día.
- Fecha fija: El impacto es cero hasta que llega la fecha fijada, cuando crece repentinamente.
- Estándar: El impacto crece gradualmente, aumentando día a día.
- Intangibles: El impacto se mantiene bajo hasta que de repente crece exponencialmente.

#### CUATRO ARQUETIPOS DEL COSTE DE RETRASO

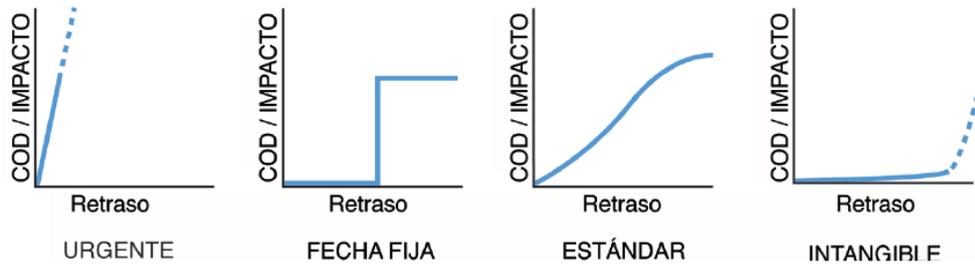


Ilustración 16: Gráficas en función del COD/Impacto.

Estos arquetipos pueden ser usados para ayudar a ordenar el trabajo, o pueden definir diferentes clases de servicio, aplicando diferentes políticas a cada tipo de trabajo.

Otra métrica utilizada para la gestión del flujo de trabajo es la conocida como la Ley de Mitte que relaciona en un sistema de flujo que no está en tendencia, donde todos los elementos seleccionados son entregados, si existe una relación entre los promedios de las métricas durante un periodo específico:

$$\text{Tasa de entrega} = \frac{\text{WiP (promedio)}}{\text{Tiempo de entrega}}$$

Ecuación 3 – Tasa de entrega Kanban.

Cuando el punto final del proceso no es el punto de entrega se suele utilizar el rendimiento:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{WiP (promedio)}}{\text{Tiempo en progreso}}$$

Ecuación 4 – Tasa de entrega Kanban.

La ley de Mitte permite obtener gráficas de rendimiento de un producto o de una fase de este.

4. **Políticas explícitas:** Son una manera de articular y definir un proceso que va más allá de la definición del flujo. Un proceso expresado como un flujo de trabajo y unas políticas crea unas restricciones a la acción, está empoderado dentro de las restricciones y da como resultado características emergentes que pueden ser ajustadas por medio de experimentos. Las políticas de proceso deben ser escasas, simples, estar bien definidas, visibles, deben aplicarse siempre, y tienen que ser fácilmente modificables por los que proporcionan el servicio (Anderson et al., 2016).

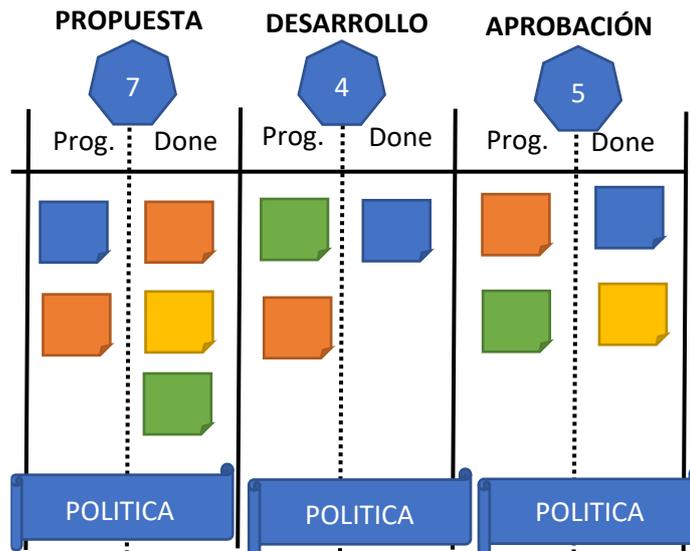


Ilustración 17: Tablero Kanban con políticas explícitas.

5. **Ciclos de feedback:** Esta práctica consiste en organizar reuniones con una cadencia específica y periódica donde se puedan tratar temas relativos al flujo de trabajo o la manera en la que se está realizando. El método Kanban define hasta 7 tipologías de reuniones:
- **Revisión de estrategia:** Se decide el tipo de servicio a ofrecer a partir de la evolución del mercado y las expectativas del cliente. Su cadencia suele ser trimestral.
  - **Revisión de operaciones:** Es usada para revisar la capacidad de los esfuerzos entre la demanda en los diferentes productos y la capacidad. Su cadencia suele ser mensual.
  - **Revisión de riesgos:** Busca asegurar la continuidad al medio/largo plazo de los productos ofertados. La cadencia suele ser mensual.
  - **Revisión de entrega del servicio:** Se lleva a cabo para examinar y mejorar la efectividad de un servicio y asegurar las expectativas de los clientes. Cadencia quincenal.
  - **Reunión de reaprovisionamiento:** Elección de elementos de trabajo, cadencia semanal.
  - **Reunión Kanban:** Reunión breve con cadencia diaria donde se revisa el estado del trabajo y se toma decisiones en la ejecución inmediata del mismo.
    - **Reunión de planificación de entrega del trabajo:** En esta reunión se deciden qué elementos se entregarán al cliente y la manera de llevarlo a cabo.

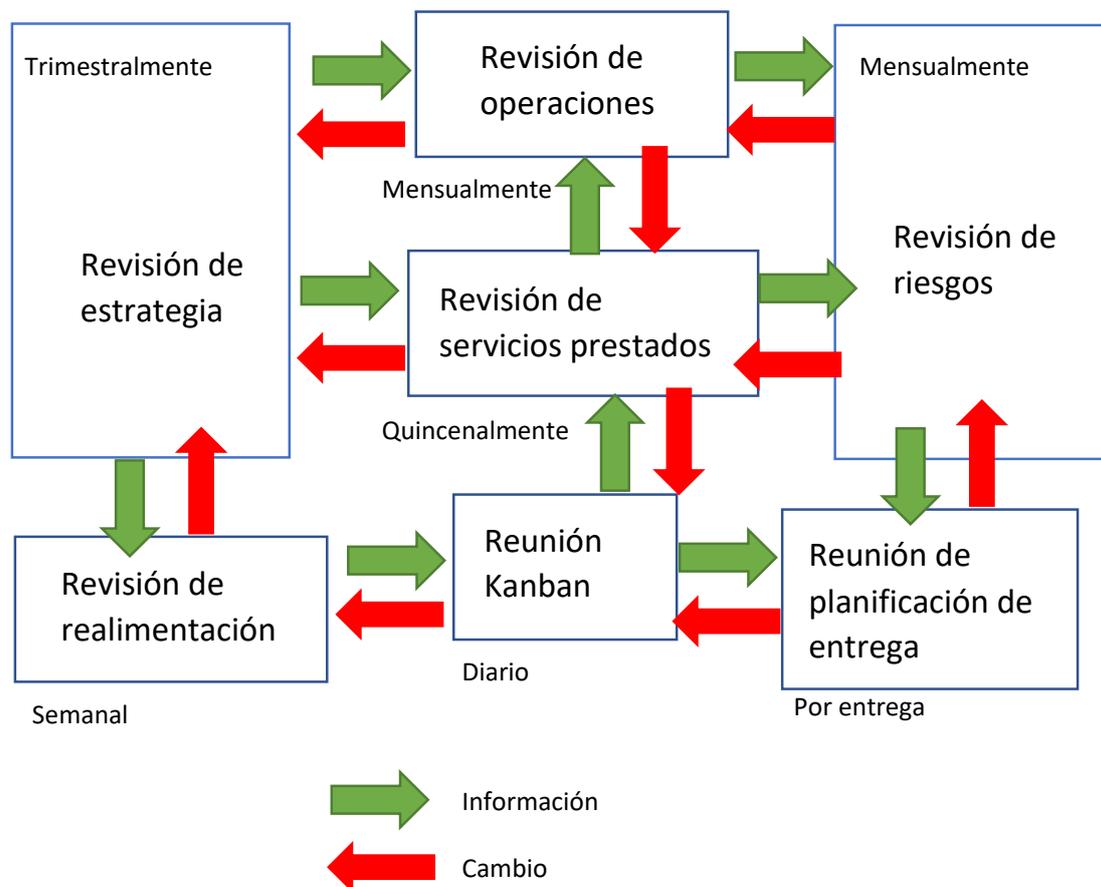


Ilustración 18: Ciclos de Feedback en Kanban. Adaptado de: Matthew Philip, 2021.

6. **Mejorar y evolucionar:** Kanban es una metodología basada en la mejora continua. Por lo tanto, es obvio que Kanban está abierto a adaptaciones que optimicen el flujo de trabajo y la aportación de valor al cliente.

Kanban, pese a no definir roles específicos, sí que contempla el papel de dos profesionales dentro de la organización o proyecto para el correcto desarrollo del método:

- Service Request Manager: Responsable de la priorización y el orden de los elementos del trabajo para su ejecución.
- Service Delivery Manager: Responsable de flujo continuo de trabajo una vez comprometido para su realización.

#### 2.4.4 Scrumban

Una vez conocidos Kanban y Scrum se van a exponer los principios de la técnica Scrumban. Esta técnica es una combinación de las características del Kanban y Scrum como su propio nombre indica. Esta técnica toma lo mejor de cada uno de los métodos adaptándolos a las necesidades del equipo para obtener la máxima rentabilidad y optimizar la generación de valor para el cliente.

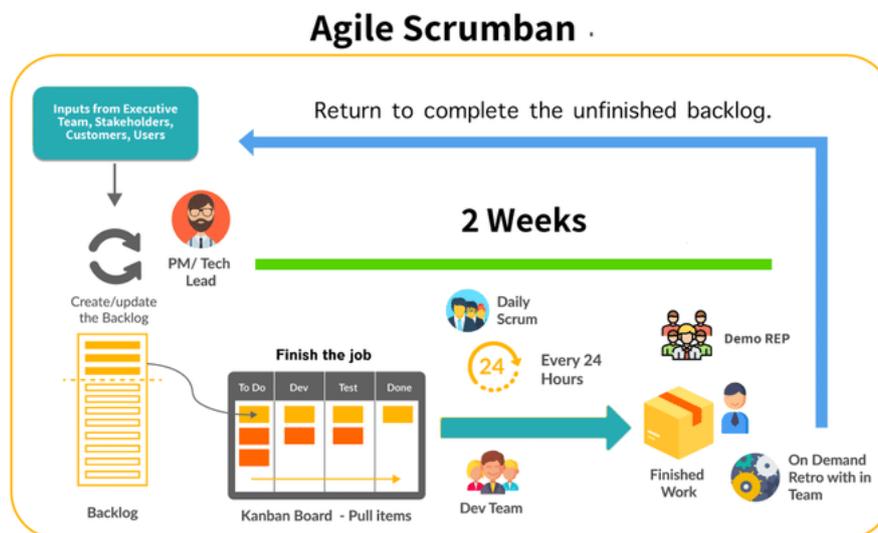
Como definición sencilla de Scrumban se puede decir que se trata de Scrum con un tablero Kanban que limita el WiP y permite visualizar el flujo de trabajo del proyecto.

Es complicado diferenciar en que proyectos es recomendable utilizar Scrumban en lugar de Scrum o Kanban, pero Álvarez, Aguilera, Jurado y Rodríguez en su libro La empresa Ágil proporcionan una serie de casos donde Scrumban funciona de manera empírica correctamente:

- Proyectos con historias de usuario muy cambiantes.
- Proyectos de mantenimiento.
- Proyectos de mucha incertidumbre: Cambios, errores o incidencias.
- Cuando la aplicación de Scrum no ha sido exitosa.
- Equipos centrados en el trabajo previo a la realización de Sprint o posterior al Sprint.

Pese a tratarse de una técnica abierta y adaptable a cada equipo de trabajo, en Scrumban existen una serie de diferencias con Scrum que se deben tener en cuenta:

- Sprint Planning: En Scrumban este evento no se lleva a cabo ya que se busca un flujo constante de trabajo, por lo tanto, desaparece la planificación por Sprints.
- Revisión y feedback: Al no existir Sprint, se debe fijar una cadencia para realizar una reunión retrospectiva del avance del producto, servicio o proyecto.
- Backlog del producto: Se encuentra expuesto todo el trabajo en las tarjetas en la columna correspondiente del tablero Kanban.
- Incorporación o modificación del trabajo: Es realizado en el momento en el que aparece dicho trabajo, incorporando la tarjeta correspondiente en la columna adecuada del tablero.



*Ilustración 19: Flujo de trabajo en Scrumban.*

En la ilustración 19 se muestra cómo sería la organización en un proyecto gestionado con Scrumban. El cliente es capaz de introducir nuevas historias en cualquier momento, que serán incorporadas directamente en el tablero Kanban. El equipo de desarrolladores se reunirá de manera diaria siguiendo la práctica de Scrum de Daily Scrum. En este caso, cada 2 semanas se generan entregas donde se obtendrá el feedback. De esta manera se favorece la agilidad del cambio en los requisitos del proyecto y una mejora continua en el desarrollo del proyecto.

#### 2.4.5 eXtreme Programming - XP

Kent Beck desarrolla en 1999 la técnica de eXtreme Programming o XP. Este marco de trabajo se centra en prácticas para la ingeniería del software y deja un poco más de lado aplicaciones a otro tipo de departamentos o tipología de proyectos. XP es un estilo de desarrollo de software que se enfoca en la excelente aplicación de técnicas de programación, comunicación clara y trabajo en equipo que permite lograr cosas que antes ni siquiera podíamos imaginar (Beck, 2004).

Al igual que Kanban o Scrum, XP también presenta una serie de valores que los integrantes del equipo deben poseer para poder instaurar con éxito esta técnica de gestión en el equipo. Estos valores fueron expuestos en la segunda edición del libro eXtreme Programming Explained en 2004 (Beck, 2004):

- **Comunicación** – La comunicación es importante para crear un sentido de equipo y una cooperación eficaz. La gran mayoría de los problemas que surgen en el desarrollo de productos de softwares tienen una solución basada en la comunicación con los colegas del equipo.
- **Simplicidad** – La simplicidad es el valor más interesante de la técnica XP. Es necesario buscar siempre la manera más sencilla de resolver el problema planteado o el producto buscado.
- **Feedback** – Dar feedback es usado por los miembros del equipo para obtener mejoras en las soluciones. En los productos tecnológicos los cambios son muy habituales, el equipo debe ser capaz de adaptarse y mejorar. Para ello, es necesario feedback.
- **Coraje** – El coraje es la mejor arma para combatir el miedo. La incertidumbre que engloba un proyecto de software genera mucho estrés en los trabajadores de este que se expresa en forma de miedo. El valor del coraje permite a los miembros del equipo tomar decisiones, dar feedback sincero, o realizar comunicaciones desagradables para el cliente (Beck, 2004).
- **Respecto** - Si los miembros de un equipo no se preocupan por los demás y por lo que están haciendo, XP no funcionará. Si a los miembros de un equipo no les importa un proyecto, nada puede salvarlo (Beck, 2004).

Al igual que Scrum y Kanban, XP presenta una serie de prácticas para llevar a cabo un correcto desarrollo del producto o proyecto.

En XP, el equipo no hará una arquitectura o diseño complejo por adelantado, el equipo comenzará con un diseño simple y lo dejará emerger y evolucionar durante un período de iteraciones. El conocimiento se refactoriza con frecuencia para que sea mantenible y libre de deudas técnicas (Mistry, 2019).

- **Refactoring:** Esto consiste en modificar el código internamente sin modificar su comportamiento externo. Es decir, modificar el backend. Mejora el mantenimiento y entendimiento del equipo.
- **Simple Design:** El diseño o Frontend se centra en dar respuesta a las funcionalidades de las que se tiene código terminado.
- **Pair Programming:** Técnica específica para la programación que busca obtener código preciso en lenguaje, pero manteniendo la estructura completa del código.
- **Test-Driven Development:** Técnica de programación que busca dar respuesta al test planteado que resuelva la funcionalidad requerida. Buscamos dar respuesta de la manera más sencilla posible.

- **Coding Standard:** Generar código siguiendo unos estándares de manera que el código pueda ser supervisado por todos los profesionales que sean conocedores de dichos estándares.
- **Sustainable Pace:** La práctica de realizar un sobreesfuerzo para generar el cierre de un proyecto en plazo genera malestar entre los miembros del equipo. En lugar de eso, en XP se busca la entrega constante de productos sin caer en dicho sobreesfuerzo.
- **Metaphor:** El uso de metáforas facilita el entendimiento del proyecto para los integrantes del equipo de desarrollo.
- **Continuous Integration:** En la actualidad todos los equipos de desarrollo de código disponen de software para la integración del código generado, pudiendo detectar de manera sencilla posibles errores en el código.
- **Collective Ownership:** Todos deben tener la sensación de pertenencia del código. XP no busca tener protagonistas, todos los miembros del equipo tienen el mismo peso, y, todos generan valor al código.
- **Whole Team:** Tener la sensación de equipo es crucial. Pertenencia a un mismo colectivo.
- **Planning game:** Se trata de un evento de planificación que permite estimar el tiempo esperado del proyecto. Tanto el cliente como los miembros del desarrollo son conocedores que las estimaciones en esta tipología de proyectos es altamente complicada, por eso, no se marcan fechas límites sino entregas periódicas.
- **Small Releases:** Entregas en incrementos de una semana o inferior, pudiendo aportar el máximo valor posible al cliente.
- **Customer Test:** El cliente es el encargado de definir las premisas de calidad necesarias a través de las pruebas de código o test.

Como se puede observar, XP es una buena técnica de gestión para proyectos Agile con tipología de desarrollo de software, pero no es posible aplicarla en otros proyectos como en los sectores de logística o marketing debido a que es una técnica donde todos sus procesos están orientados al desarrollo de software. Es decir, se podrán crear productos digitales de todo tipo de sector usando XP siempre que el trasfondo de este sea el desarrollo de código.

## 2.5. AGILE VS WATERFALL

En este apartado se tratan las principales diferencias existentes entre las metodologías de gestión de proyectos agile y la gestión de proyectos en cascada o waterfall.

Waterfall es el método que se ha utilizado tradicionalmente. Consiste en desarrollar un proyecto de forma secuencial, comenzando con las fases de análisis y diseño y terminando con las de testeo y puesta en producción. Por lo tanto, la recopilación de los requisitos para el proyecto se realiza al principio de este, posteriormente el desarrollo y finalmente el testeo. El cliente no debe estar involucrado en el proyecto como en las metodologías agile, además, la modificación del alcance es más compleja y lenta.

Existen cuantiosas diferencias entre ambas metodologías. Shenhar et al. (2007) facilitan una tabla de diferencias desde el punto de vista de ambos enfoques:

Enfoque	Tradicional	Agile
Objetivos del proyecto	Foco sobre el control del tiempo, presupuesto y calidad.	Foco en los resultados de negocio, existen diferentes criterios de éxito.
Plan del proyecto	Actividades cuyo objetivo es obtener buenos resultados en el triángulo de coste – plazo – calidad.	Buscan conseguir buenos resultados en los objetivos y aportar valor al negocio.
Planificación	Realizada una vez al inicio del proyecto.	Replanificación de manera periódica.
Trabajo/Ejecución	Rígido, centrado en el plan inicial: Predecible, medible, lineal y simple.	Impredecible y no medible: No lineal y compleja.
Influencia de la organización /cliente.	Mínima, imparcial, solo toman papel en la planificación inicial.	Afecta al proyecto a medida que se va desarrollando.
Control del proyecto	Identificación de riesgos y desviaciones desde el inicio del proyecto y se van realizando las modificaciones en el plan para subsanarlos.	Identificación de cambios en el proyecto y ajuste del plan del proyecto en función.
Aplicación de la metodología	General y de la misma manera en todos los proyectos.	Los procesos son modificados en función del proyecto.
Estilo de gestión	Un modelo es reutilizable a todos los proyectos.	Enfoque adaptativo en función del proyecto.
Testeo	Última fase del proyecto.	Iterativo.
Documentación	Definido en cada fase del proyecto.	Solo cuando es necesario.

*Tabla 2: Agile vs Waterfall. Fuente: Shenhar, Dvir, 2007.*

En opinión de Cobb (2011), tanto los enfoques tradicionales como los agile tienen sus contribuciones y deben ser considerados para desarrollar una estrategia efectiva. La selección de la metodología del proyecto es una decisión estratégica muy importante para todas las organizaciones que dependen de un PM eficaz. El enfoque debe estar bien alineado con la estrategia comercial, la cultura, el negocio entorno, riesgos y complejidad de cada proyecto en particular. Por lo tanto, en muchos casos, la mejor solución puede no ser una sola metodología, sino una combinación de metodologías agile y tradicional, adaptadas a los requerimientos de cada proyecto.

Es necesario conocer cuáles son las expectativas del cliente, los requisitos del proyecto y el sector en el cual el servicio o producto va a ser aplicado para determinar si la gestión será más correcta con Agile o Waterfall.

### 3. ANÁLISIS DEL ENTORNO AGILE EN LA DIRECCIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS

#### 3.1. FASE 1. METODOLOGÍA PARA LA RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

Al tratarse un documento de divulgación científica y exposición del estado del arte, la principal fuente de investigación será el análisis de artículos científicos. Para la obtención de los artículos científicos se hará uso de la Web of Science (WoS), un servicio online de información científica, que contiene gran cantidad de documentación indexando en su contenido unas 10.000 revistas y más de 100.000 actas de conferencia y congresos con una actualización periódica semanal.

En esta primera fase se va a explicar el proceso seguido para la obtención de la información, así como los diferentes filtros que se han ido aplicando.

En el buscador de la WoS se realiza la búsqueda en todas las bases de datos, ya que dentro del objetivo del TFM está el encontrar los principales casos de negocios o áreas de aplicación de las metodologías agile. En primer lugar, se hace una búsqueda combinando dos palabras claves principales: “Agile” y “Project management”. En segundo lugar, se realizará un filtrado por idioma, dejando únicamente documentos que estén escritos en inglés o español. En tercer lugar, se aplicará un filtrado temporal centrándonos en los documentos que hayan sido publicados desde el año de publicación del manifiesto ágil hasta el año anterior al que nos encontramos, para tener de esta manera un espectro de años amplio. Es posible que posteriormente y en función del análisis de la relevancia en los resultados se reduzca el rango temporal, por ello, se realizará un estudio sobre los porcentajes de las publicaciones comprendidas en los últimos cinco años. Finalmente, se aplicará el filtrado en la tipología de los documentos, centrándonos únicamente en aquellos que sean artículos científicos, reviews de artículos científicos o libros.

Una vez se haya obtenido la cantidad de referencias existentes que cumplen todos los filtros indicados anteriormente, se aplica un refinado en cuanto a las palabras clave, incorporando una palabras claves secundarias obteniendo las referencias más importantes en cada uno de los aspectos a estudiar. Para ello, se ha decidido utilizar las palabras: Application, tool, methodology y framework.

Por último, se ampliarán las palabras clave utilizadas en las búsquedas, combinando los términos principales “Agile” y “Project Managment”, por un lado, con el término secundario “framework” y las diferentes técnicas expuestas en el apartado 2.4.; y por otro lado con el término secundario “application” y diferentes sectores de negocio.

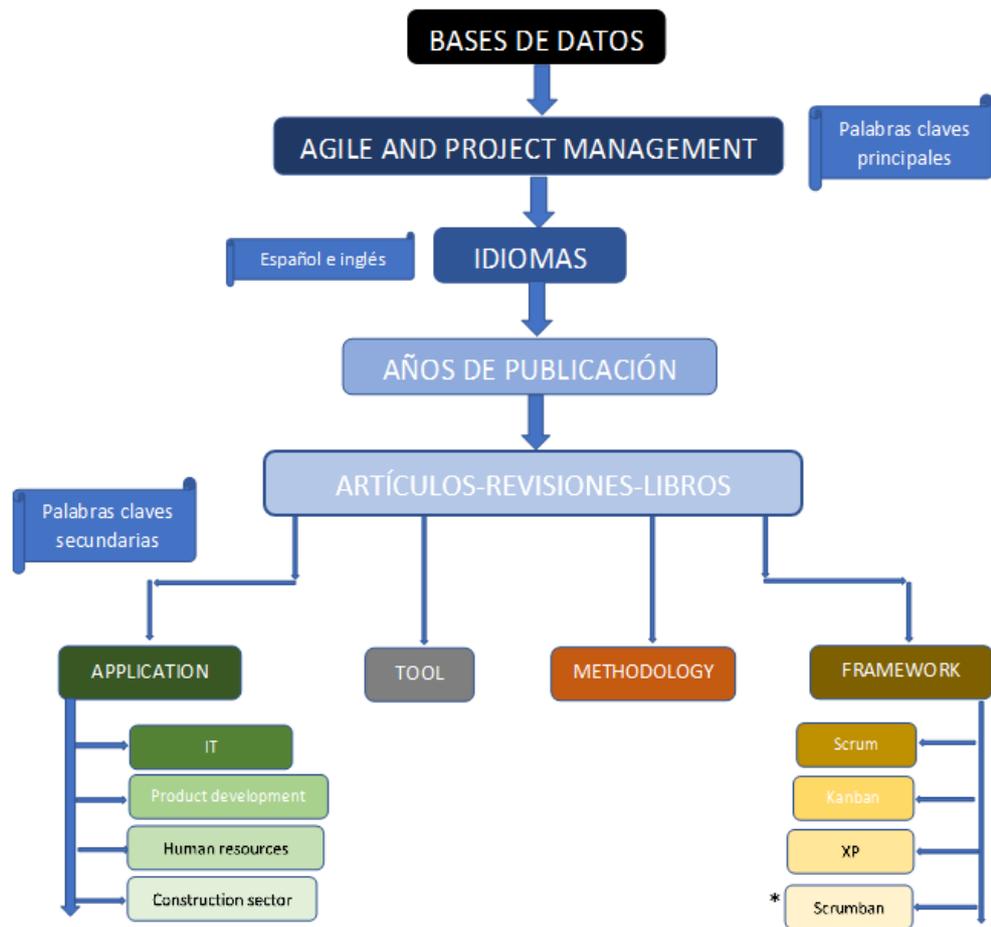


Ilustración 20: Diagrama de flujo - Metodología para la recopilación de la información.

\* En Scrumban se decide eliminar la palabra clave secundaria “framework” y realizar la búsqueda únicamente con Agile & Project management & Scrumban.

### 3.2. FASE 2. ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO.

En este apartado se mostrarán los resultados que se han obtenido aplicando el diagrama de flujo explicado en la fase 1.

#### 3.2.1 Análisis global

Si se lleva a cabo una primera búsqueda que combine los términos “Agile” y “Project Management” se obtienen 2608 referencias.

DOCUMENTS
RESEARCHERS

Search in: All Databases ▾ Collections: All ▾

DOCUMENTS
CITED REFERENCES

Topic ▾

Example: oil spill\* mediterranean  
 "Agile" ×

⊖

And ▾

Topic ▾

Example: oil spill\* mediterranean  
 "project management" ×

+ Add row

+ Add date range

Advanced Search

✕ Clear

Search

Ilustración 21: Búsqueda por palabras clave principales en WoS. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Si se clasifican las referencias según el idioma en el que están redactadas (ilustración 22), destacan las publicaciones en inglés (97%). Si se acota la búsqueda a los idiomas inglés y castellano se reducen de 2608 a 2537 referencias.

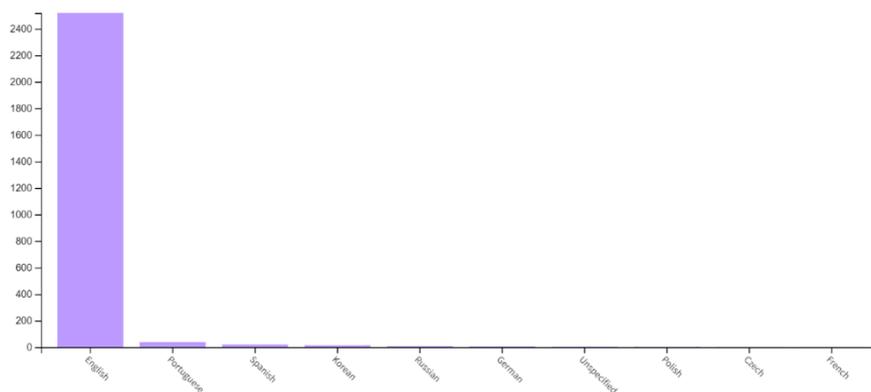


Ilustración 22: Referencias clasificadas por idiomas. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Cuando se analizan las 2537 referencias considerando el año de publicación (ilustración 23) se observa que las referencias anteriores a la publicación del manifiesto ágil en el año 2001 son un número muy reducido (<0,75%). El número de publicaciones sufre un incremento entre los años 2001 – 2012 y posteriormente va aumentando con una mayor pendiente entre los años 2013 hasta su pico más alto en 2019. Dado que el presente Trabajo Fin de Máster se ha terminado de redactar a mediados de 2022 solo se considerarán aquellas referencias publicadas hasta el 2021. Teniendo en cuenta todas las consideraciones anteriores, el siguiente paso ha sido considerar un filtro temporal comprendido entre 2001 y 2021, ambos incluidos. Con ello se obtienen 2459 referencias (siendo un 53,14% referencias publicadas en los últimos 5 años).

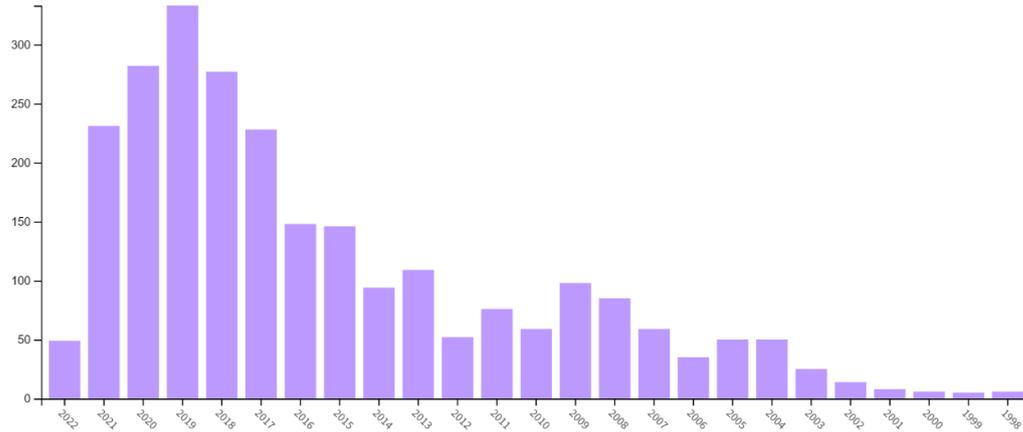


Ilustración 23: Referencias clasificadas por años. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

En la fase 1 se comentó que las referencias que tendrán una mayor relevancia para nuestra investigación serán de tipo artículo científico, Review de artículo o libro. En la ilustración 24 se muestran las 2459 referencias agrupadas según tipología de documento. Como se ha indicado en la fase 1, las referencias que se consideraban de mayor relevancia para la investigación son los artículos científicos (“articles”), artículos de revisión (“review article”) y libros (“books”). La mayoría de las referencias son de tipo meeting, pero, al no encontrarse dentro del alcance de este documento no se tendrán en cuenta en las próximas búsquedas. Aplicando el filtro de tipo de documento “Articles”, “Review article” y “books” se obtienen 1135 referencias (47,42% de artículos o revisiones de artículos y 0,89% de libros).



Ilustración 24: Clasificación por tipología de documento. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Se realizó una clasificación de las referencias diferenciando las áreas de estudio. Los resultados se muestran en la ilustración 25. Una misma referencia puede ser clasificada en más de un área de estudio. Se puede observar que las tres áreas que contienen un mayor número de referencias son informática (81,14%), negocios (51,67%) e ingeniería (30,7%), por lo tanto, al considerar estas 3 áreas de investigación, estamos considerando que el 100% de las referencias se encuentran en, por lo menos, una de dichas áreas de estudio. Cabe destacar que agile tiene su origen en los proyectos que tienen relación con desarrollo de software, incluidos dentro del

área de informática. Mientras que Project management está altamente relacionado con economía de empresa e ingeniería.

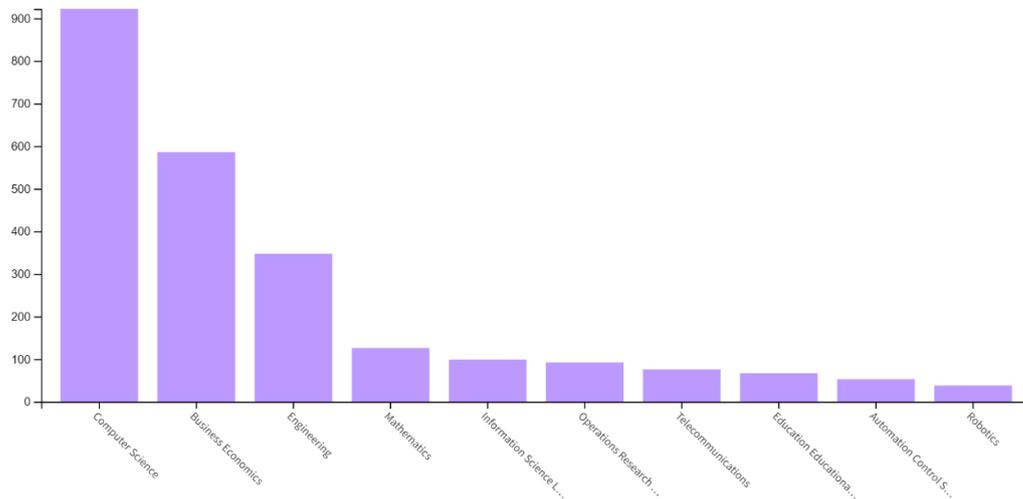


Ilustración 25: Clasificación de las referencias por áreas de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Además, se estudió cuáles son las revistas donde se han publicado mayor número de referencias, destacándose las 10 principales en la Ilustración 26. Estas revistas, con su último factor de impacto disponible y su cuartil (Q), son:

- **Information and software technology.** Factor de impacto (2020): 2.730; Q2 en Computer Science, Software Engineering (31/108).
- **Journal of systems and software.** Factor de impacto (2020): 2.829; Q2 en Computer Science, Software Engineering (28/108).
- **Lecture notes in computer science.** Factor de impacto (2005): 0.402; Q4 en Computer Science, Theory & Methods (62/71)
- **IEEE Software.** Factor de impacto (2020): 2.967; Q1 en Computer Science, Software Engineering (26/108).
- **International Journal of Advanced Computer Science and Applications.** Factor de impacto (2020): 0.17; Q4 en Computer Science, Theory & Methods (122/137).
- **IEEE Access.** Factor de impacto (2021): 4.34; Computer Science (Q1); Engineering (Q1); Materials Science (Q1).
- **Journal of software evolution and process.** Factor de impacto (2021): 1.864; Q2 en Software. (64/110)
- **Project management journal.** Factor de impacto (2021): 4.65; Business and International Management (Q1); Management of Technology and Innovation (Q1); Strategy and Management (Q1).
- **International journal of project management.** Factor de impacto (2021): 9.05; Business and International Management (Q1); Management, Monitoring, Policy and Law (Q1); Management of Technology and Innovation (Q1)
- **Procedia computer science.** Factor de impacto (2020): 2.09

Si se centra la atención en las revistas ubicadas en los cuartiles 1 y 2 (Q1 y Q2) destacan IEEE Software (Q1) con 34 referencias, Information and Software Technology (Q2) con 42 referencias, Journal of Systems and Software (Q2) con 38 referencias, IEEE Access (Q1) con 26 referencias, Journal of software evolution and process (Q2) con 24 referencias, Project management journal (Q1) con 20 referencias y International journal of project management (Q1) con 19 referencias. Estas siete agrupan un total de 203 referencias.



Ilustración 26: Clasificación de las referencias por revistas. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

De manera paralela, se realizó el estudio de qué autores han publicado mayor cantidad de trabajos en el ámbito “Agile” y “Project Management” en los últimos años 20 años, destacándose en la ilustración 27 los 20 principales. En este caso los resultados son más dispersos y ninguno de los autores destaca por poseer un número de publicaciones mucho mayor al resto. Los 10 autores con mayor cantidad de publicaciones son: Khan, Gandomani, Cooper y O’Connor con 10 referencias cada uno; Amaral con 8; Hoda con 7 y Ali, Conforto, Kosztyan y Lassenius con 6 referencias cada uno.



Ilustración 27: Clasificación de las referencias por autores. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

### 3.2.2 Análisis con palabras claves secundarias

En este apartado se muestran los resultados al incorporar las palabras secundarias a las palabras principales y filtros mencionados. El objetivo de esta investigación es obtener una información que seamos capaces de analizar para obtener en que campos se está trabajando con mayor efusividad dentro del entorno Agile-Project management.

#### **“AGILE” and “PROJECT MANAGEMENT” and “METHODOLOGY”**

Al aplicar los criterios de búsqueda globales y añadir la palabra “methodology” el número de publicaciones se reduce de 1135 a 292.

Como se observa en la ilustración 28, las referencias publicadas se centran en los últimos 7 años, abarcando en los últimos 5 años un 74,75% del total de las referencias.

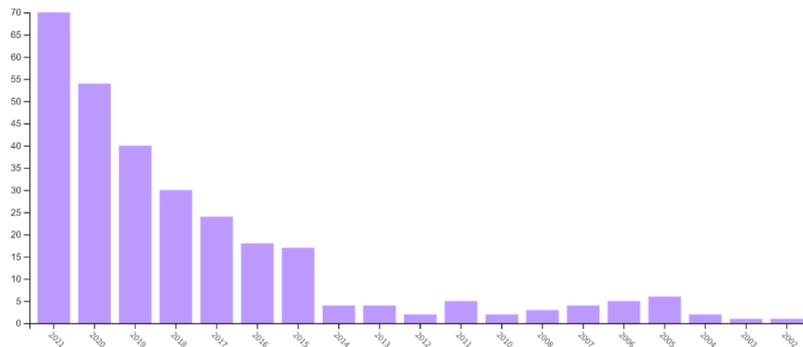


Ilustración 28: "Methodology" Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Como sucedía en la búsqueda anterior, todas las referencias encontradas pertenecen, como mínimo a una de las 3 principales áreas de estudio (ilustración 29). El resto de las áreas se mantiene respecto de los resultados obtenidos en la ilustración 25. Como se puede observar, al añadir la palabra secundaria methodology la tendencia en las áreas de estudio se mantiene.

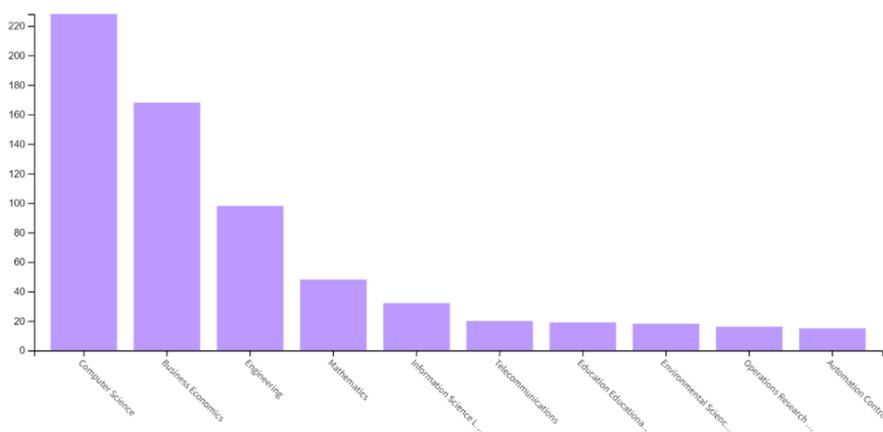


Ilustración 29: "Methodology" Área de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

En la ilustración 30 se realiza un análisis por revista de publicación, se puede observar, que cinco de las revistas con mayor número de publicaciones (13,7%) se encuentran entre las diez revistas del análisis global:

- International Journal of Advanced Computer Science and Applications – 16
- Information and software technology – 4
- Procedia computer science – 8
- Journal of software evolution and process – 5
- IIEE Access – 7

Cabe destacar que la revista International Journal of managing projects in business tiene publicadas en esta búsqueda 12 referencias. Esta revista tiene un factor de impacto en 2021 de 3,15 y entre sus cuartiles en las diferentes áreas son Business and International Management (Q1), Management of Technology and Innovation (Q2) y Strategy and Management (Q2).



Ilustración 30: "Methodology" Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

En la ilustración 31 se muestra un análisis por autor, se observa que 3 de las publicaciones son Amaral DC, 3 son de Ali S y 6 de O'Connor RV, destacados como autores en la búsqueda global. Además, el autor Abrar MF tiene 5 publicaciones en los resultados de esta búsqueda. Pero, no se aprecia una tendencia clara sobre la influencia de autor en las referencias.



Ilustración 31: "Methodology" Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

## “AGILE” and “PROJECT MANAGEMENT” and “FRAMEWORK”

Al aplicar los criterios de búsqueda globales y añadir la palabra “framework” el número de publicaciones se reduce de 1135 a 276.

Como se muestra en la ilustración 32, los últimos 5 años se han publicado el 66,67 % de las referencias. Aunque la tendencia de publicación de referencias en esta búsqueda, al igual que se aprecia en la ilustración 28 aumenta a partir del año 2015.

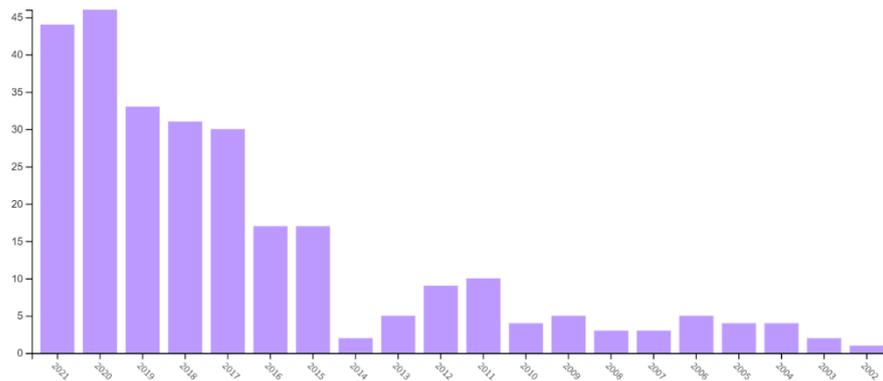


Ilustración 32: "Framework" Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Nuevamente, el 100% de las publicaciones tienen relación con al menos una de las áreas de estudio señaladas como principales (ilustración 33). El resto de las 10 áreas de estudio con mayor número de referencias en esta búsqueda coincide con la ilustración 25.

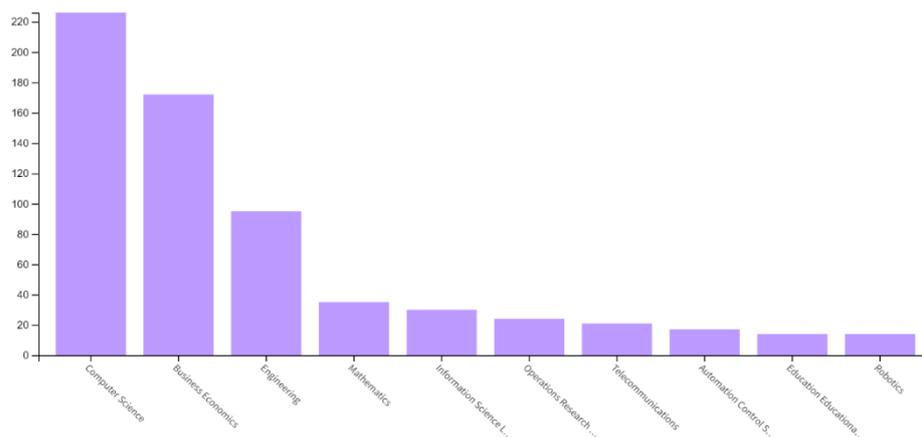


Ilustración 33: "Framework" Área de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

En la ilustración 34 se realiza el análisis por revistas y se observa seis de las revistas que aparecen en el análisis global (12,7%):

- Information and software technology - 6

- International Journal of Advanced Computer Science and Applications – 7
- Journal of software evolution and process – 6
- Procedia computer science – 5
- Project management journal – 5
- IEEE Access – 6

El realizar esta búsqueda hemos identificado seis de las revistas nombradas como principales, y, además, encontramos la revista internacional Journal of managing projects in business (comentada en la búsqueda anterior) con seis referencias publicadas.

International systems journal posee Q1 en las áreas de investigación Computer Networks and Communications, Information Systems y Software, y un factor de impacto en 2021 de 7,92.



Ilustración 34: "Framework" Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Como se puede observar en la ilustración 35, no encontramos ningún autor que destaque respecto del resto en esta búsqueda. Por lo tanto, la autoría de las referencias vuelve a ser bastante dispersa. Es posible destacar con 6 publicaciones a Camarina-matos LM que no fue identificada en el análisis global.

De los autores que si fueron identificado en el análisis global encontramos publicaciones de:

- Ali S – 3
- Amaral DC – 2
- Gandomani TJ – 4



Ilustración 35: "Framework" Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

## “AGILE” and “PROJECT MANAGEMENT” and “TOOL”

Al aplicar los criterios de búsqueda globales y añadir la palabra “tool” el número de publicaciones se reduce de 1135 a 97.

En los últimos 5 años un 62,89 % de las referencias han sido publicadas (ilustración 36). En esta búsqueda se puede observar como el aumento de las referencias comienza en 2007, es decir, ocho años antes respecto de las búsquedas realizadas anteriormente. Se observa una caída en el año 2013 y un pico anterior al año 2007 en el año 2005. Pero, y como se ha comentado al inicio del texto, la mayoría de las referencias fueron publicadas en los últimos 5 años.

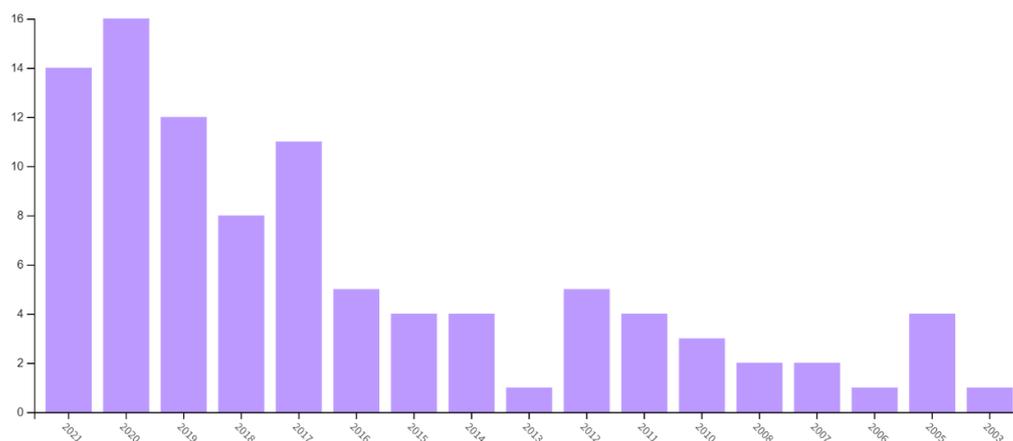


Ilustración 36: "Tool" Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Las 3 áreas principales se encuentran, como mínimo una vez, en todas las referencias de la búsqueda (ilustración 37). En este caso se aprecian nuevas áreas de estudio como Health care

sciences y mathematical computacional cuando se compara con la ilustración 25. Esto puede ser debido a que las referencias encontradas en esta búsqueda tienen un carácter más de aplicación que las obtenidas anteriormente que tenían un contenido principalmente teórico.

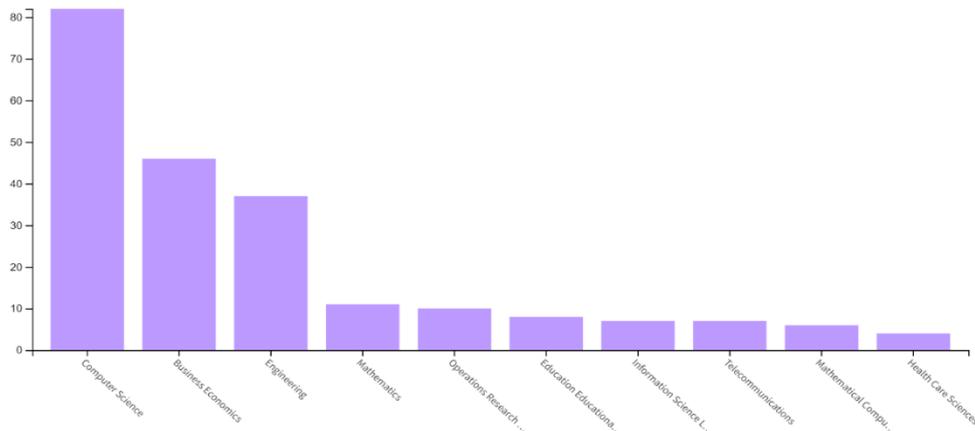


Ilustración 37: "Tool" Área de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

En la ilustración 38 se observa un 13,4% de las publicaciones en las revistas del análisis global:

- Information and software technology - 3
- Journal of systems and software – 3
- International Journal of Advanced Computer Science and Applications – 2
- Procedia computer science – 3
- IEEE Access – 2

No se encuentra ninguna revista que no se haya comentado anteriormente y, además, presente un gran número de publicaciones.

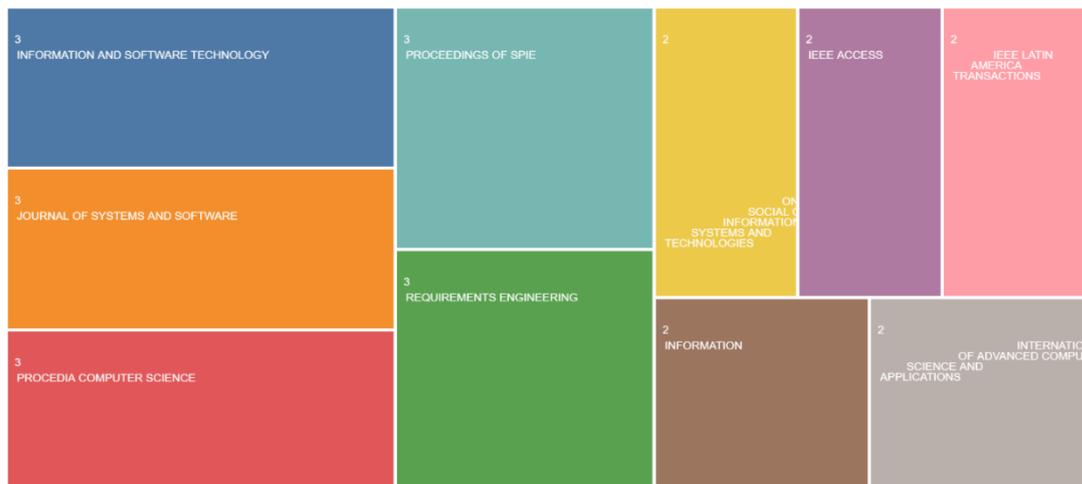


Ilustración 38: "Tool" Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Se puede observar que entre los 20 autores con más publicaciones en esta búsqueda no se encuentra ninguno entre los destacados con mayores publicaciones en el análisis global. Además, como sucedía anteriormente, ninguno de los autores presenta un número destacado de referencias en comparación con el resto. Es posible destacar a Lin CT o Lunesu MI con 4 referencias cada uno en esta búsqueda (ilustración 39).



Ilustración 39: "Tool" Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

## “AGILE” and “PROJECT MANAGEMENT” and “APPLICATION”

Al aplicar los criterios de búsqueda globales y añadir la palabra “application” el número de publicaciones se reduce de 1135 a 167.

Las publicaciones en los últimos 5 años suponen el 61,07 %. En esta búsqueda, el número de referencias aumenta en el año 2012 (ilustración 40).

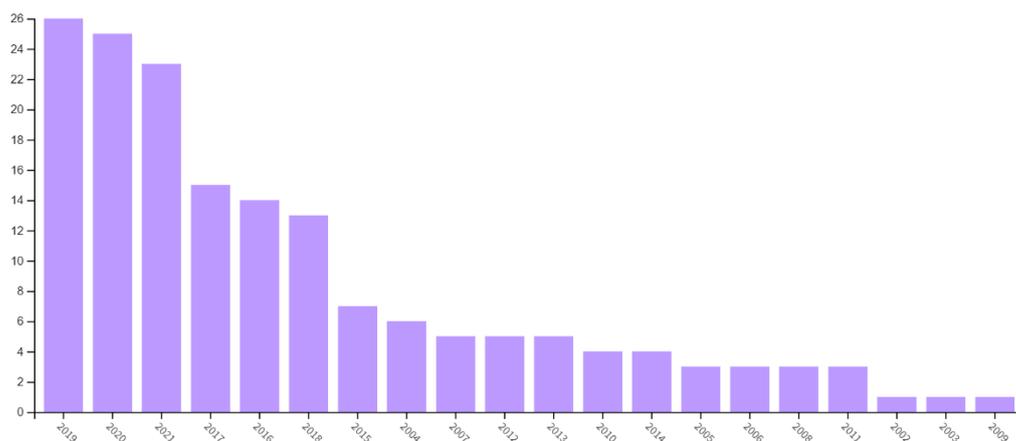


Ilustración 40: "Application" Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Nuevamente, todas las referencias se encuentran en las 3 áreas de estudio principales (Ilustración 41). En comparación con la ilustración 25 encontramos una nueva área de estudio con un número importante de referencias publicadas para esta búsqueda: Material science. Resulta interesante que las dos áreas de estudio identificadas en la búsqueda anterior (tool) no aparezcan nuevamente al filtrar por application.

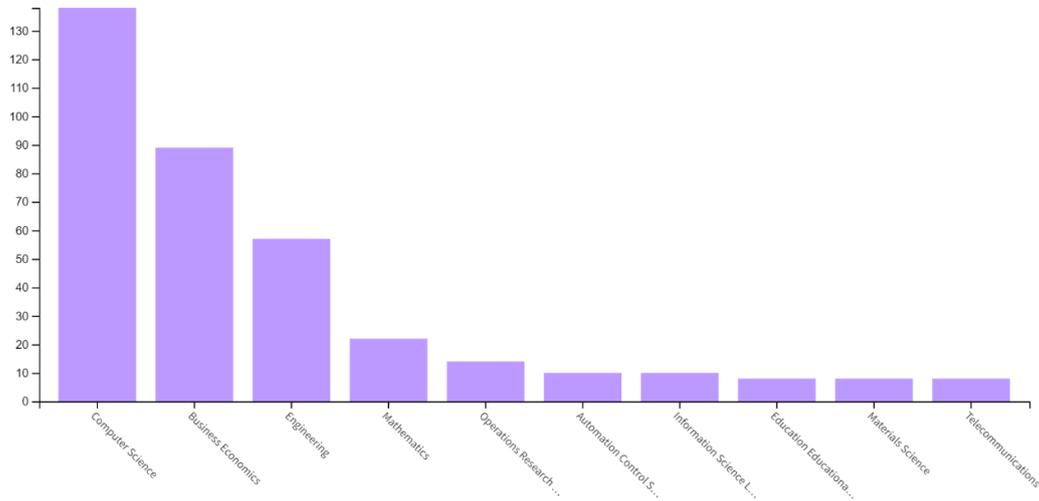


Ilustración 41: "Application" Área de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

En total, un 16,77 % de la referencias pertenecen a alguna de las 10 revistas más importantes (Ilustración 42). Además, aparece la revista International journal of managing projects in business comentada en la búsqueda de methodology.

- Information and software technology (6)
- International Journal of Advanced Computer Science and Applications (6)
- Journal of systems and software (6)
- Lecture notes in computer science (5)
- Journal of software evolution and process (5)



Ilustración 42: "Application" Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Por autor aparecen entre los 20 con más publicaciones, identificados en el análisis global:

- Amaral DC – 2
- Khan AA – 4

Destaca también Akbar MA con cuatro referencias para esta búsqueda.



Ilustración 43: "Application" Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

## “AGILE” and “PROJECT MANAGEMENT” and “APPLICATION” and “IT”

Al aplicar los criterios de búsqueda globales y añadir las palabras “application” y “IT” el número de publicaciones se reduce de 1135 a 98.

El 58,16% de las referencias han sido publicadas en los últimos 5 años (ilustración 44). En esta búsqueda, las referencias aumentan considerablemente a partir del año 2015.

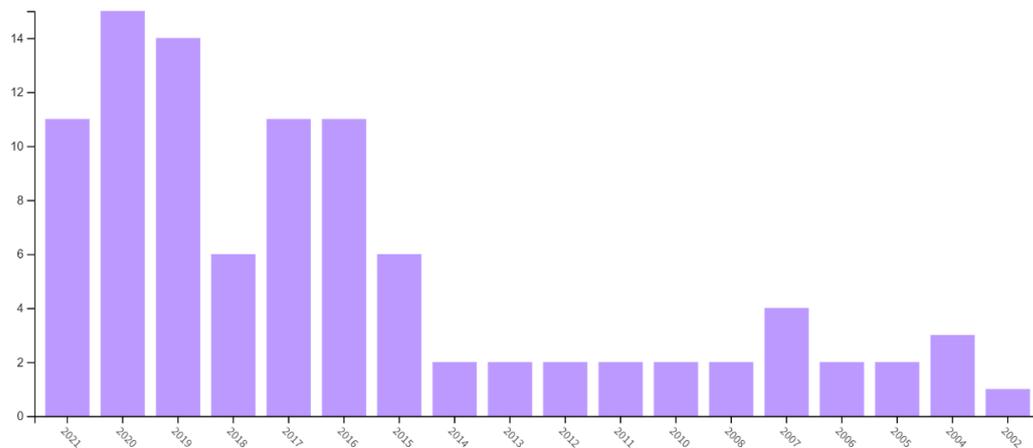


Ilustración 44: "IT" and "Application". Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Todas las referencias se encuentran como mínimo en una de las 3 áreas de estudio. En la ilustración 45 podemos observar que al introducir la palabra IT dentro de la búsqueda con application encontramos que el área de estudio Construction bulding aparece dentro de las 10 áreas principales, pero no aparecía en la ilustración 41, dejando fuera el área de estudio de telecomunicaciones.

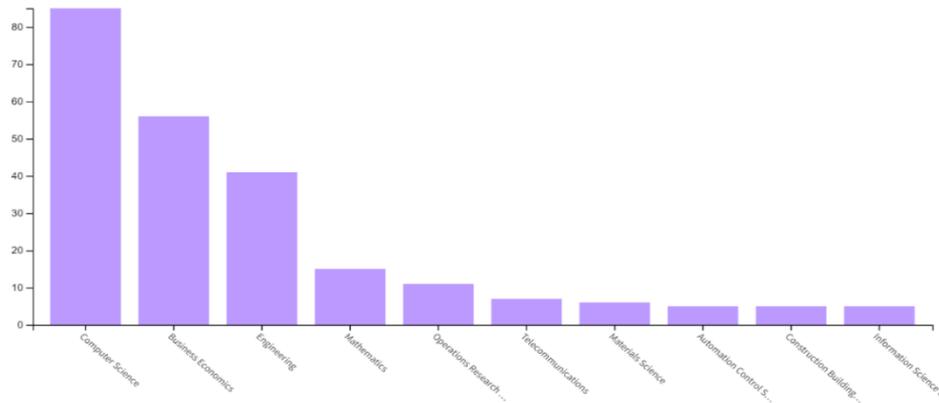


Ilustración 45: "IT" and "Application". Área de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

En la ilustración 46 se muestra el análisis realizado por revista:

- Information and software technology (4)
- International Journal of Advanced Computer Science and Applications (3)
- Journal of systems and software (3)
- Journal of software evolution and process (2)

Total, un 12,24%. También se observan dos referencias publicadas por la revista international journal of managing projects in business.



Ilustración 46: "IT" and "Application". Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Entre los 20 autores principales de esta búsqueda no encontramos ninguno de los autores destacados (ilustración 47).

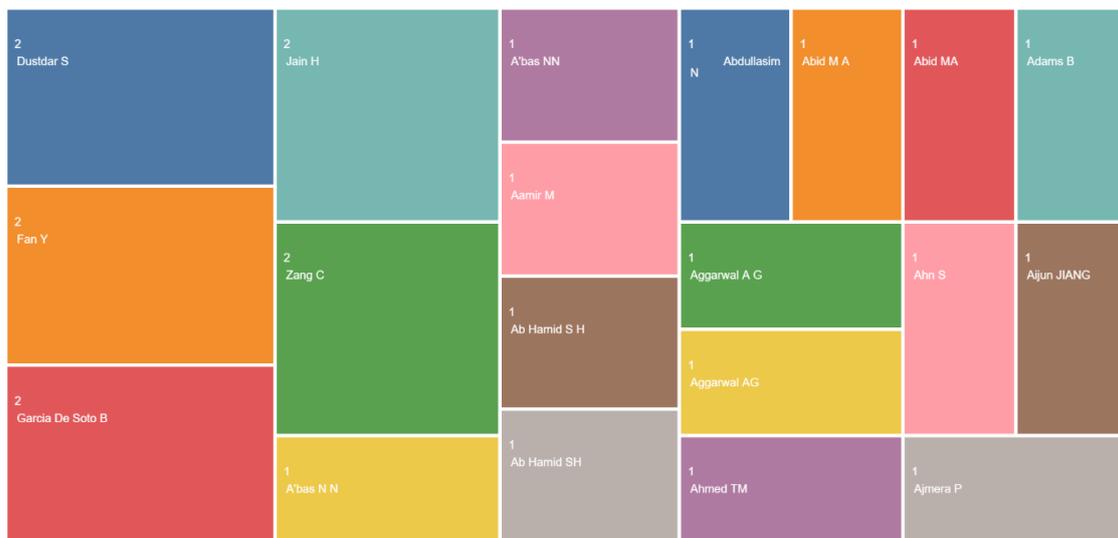


Ilustración 47: "IT" and "Application". Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

## “AGILE” and “PROJECT MANAGEMENT” and “APPLICATION” and “PRODUCT DEVELOPMENT”

Al aplicar los criterios de búsqueda globales y añadir las palabras “application” y “product development” el número de publicaciones se reduce de 1135 a 14.

El 77% de las referencias han sido publicadas en los últimos 5 años (ilustración 48). No existe ninguna referencia con una antigüedad mayor a trece años.

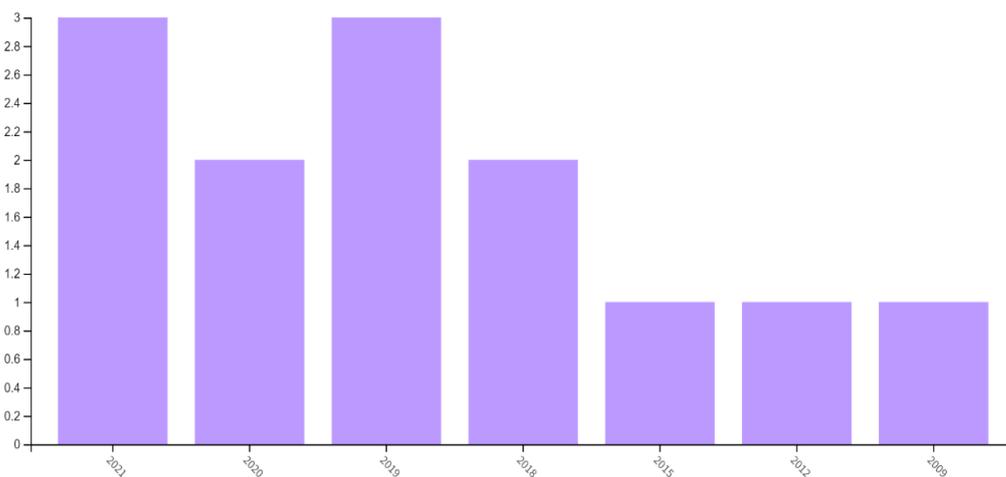


Ilustración 48: "Product development" and "Application". Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Todas las referencias se encuentran como mínimo en una de las áreas de investigación del análisis global. En esta búsqueda (ilustración 49) se observa una mayor disparidad entre los resultados en el análisis de las áreas de estudio en comparación con la ilustración 25. Aparecen áreas nuevas como Geography o Physics (que no habían aparecido en ninguna búsqueda anterior) y toman mayor relevancia en el número de publicaciones áreas de estudio como Science Technology development o Construction bulding. Es un resultados esperado, al centrar la búsqueda sobre referencias que hablen en desarrollo de productos.

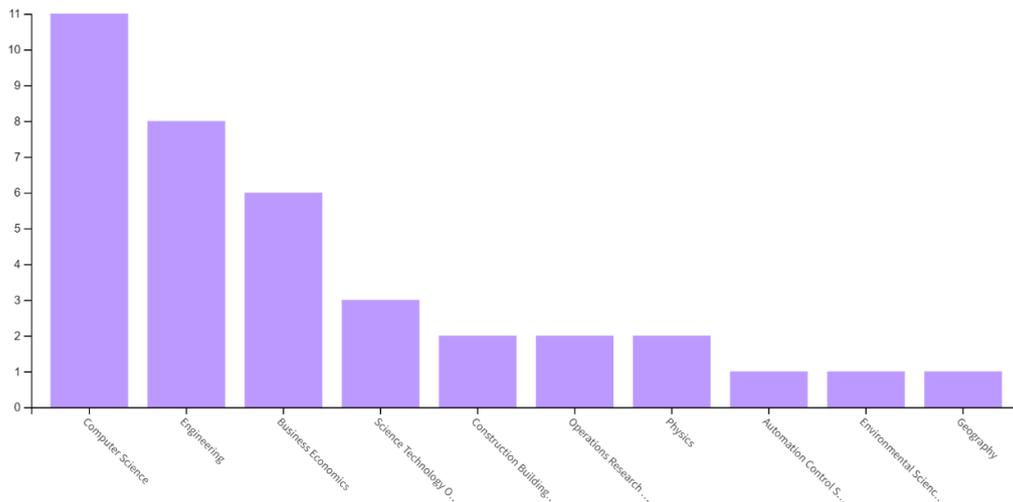


Ilustración 49: "Product development" and "Application". Área de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

En la ilustración 50 se realiza el análisis por publicación en revistas:

- IEEE Software (1)

7,44% de las revistas principales tienen referencias en esta búsqueda. Además, se observa una publicación de la revista international journal of managing projects in business comentada anteriormente.



Ilustración 50: "Product development" and "Application". Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Como se puede observar en la ilustración 51, en esta búsqueda tampoco se encuentra un autor que claramente se diferencia del resto en número de publicaciones pese a ser un campo ya mucho más específico donde es posible que existiera un referente bibliográfico. Únicamente se encuentra una publicación de Amaral DC, identificada en los autores del análisis global.



Ilustración 51: "Product development" and "Application". Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

### **“AGILE” and “PROJECT MANAGEMENT” and “APPLICATION” and “HUMAN RESOURCES”**

Al aplicar el filtro de las palabras claves secundarias “application” y “human resources” sobre los resultados del análisis global reducimos las referencias de 1135 a 1.

Esta referencia, publicada en 2020, pertenece a las áreas de estudio de Business Economics, Chemistry, Computer Science, Engineering, Materials Science y Physics y ha sido publicada por la revista Applied sciences y applied sciences basel. Los autores de esta publicación son Tapia, F; Mora, MA; Fuertes, W; Aules, H; Flores, E; Toulkeridis, T.

### **“AGILE” and “PROJECT MANAGEMENT” and “APPLICATION” and “CONSTRUCTION SECTOR”**

Al aplicar el filtro de las palabras claves secundarias “application” y “construction sector” sobre los resultados del análisis globales reducimos las referencias de 1135 a 1.

Esta referencia, publicada en 2020, pertenece a las áreas de estudio Computer science, Construction Building Technology, Engineering, Mathematics y ha sido publicada por la revista Construction innovation y Construction innovation england. Los autores de esta publicación son De soto BG, Ormeno Y, Zender YO.

## “AGILE” and “PROJECT MANAGEMENT” and “FRAMEWORK” and “SCRUM”

Al aplicar los criterios de búsqueda globales y añadir las palabras “Framework” y “Scrum” el número de publicaciones se reduce de 1135 a 64.

En la ilustración 52 se observa la clasificación de las referencias por año de publicación donde el 81,25% de las publicaciones han sido publicadas en los últimos 5 años, teniendo una tendencia al alza a partir del año 2015.

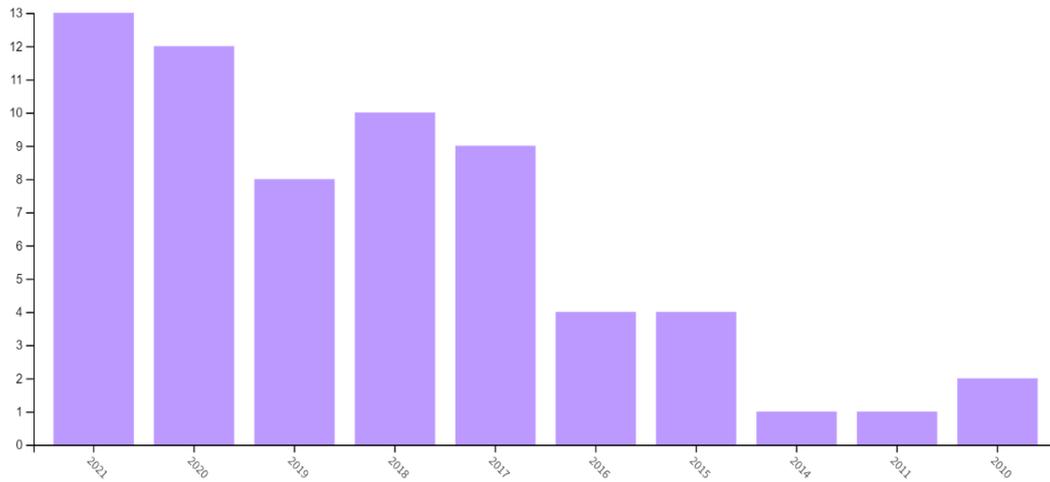


Ilustración 52: "Scrum" and "Framework". Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Todas las referencias se encuentran como mínimo en una de las áreas de investigación identificadas en el análisis global. Al comparar los resultados obtenidos en la ilustración 53 con los obtenidos en la ilustración 25 se observa como aparecen las áreas de estudio de material science o construction building. Posiblemente, scrum es una framework utilizada habitualmente en estas áreas de estudio.

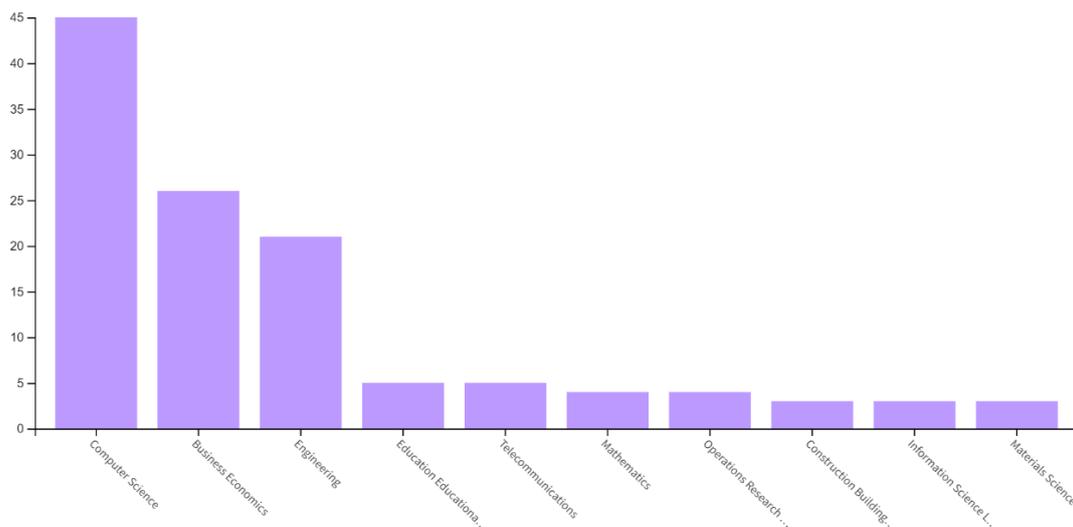


Ilustración 53: "Scrum" and "Framework". Áreas de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

La ilustración 54 muestra las revistas donde se han publicado las referencias para esta búsqueda. Se identifican las siguiente de las mencionadas en el análisis global:

- International Journal of Advanced Computer Science and Applications – 6
- Information and software technology – 3
- Journal of software evolution and process – 3
- IEEE Access – 2
- Procedia computer science – 2
- Project management journal – 2

Las cuales representan un 28,12 % de las publicaciones de la búsqueda. Además, dos referencias aparecen publicadas en la revista international journal of managing projects in business.



Ilustración 54: "Scrum" and "Framework". Revistas. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Ninguno de los autores que han sido seleccionados en el análisis global se encuentran entre los autores de esta búsqueda (Ilustración 55). Nuevamente, no hay una referente claro entre los autores. Aunque cabe destacar a Garcia de Soto y Torrecilla-salinas con 5 y 4 referencias respectivamente.



Ilustración 55: "Scrum" and "Framework". Autor. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

## “AGILE” and “PROJECT MANAGEMENT” and “FRAMEWORK” and “KANBAN”

Al aplicar los criterios de búsqueda globales y añadir las palabras “Framework” y “Kanban” el número de publicaciones se reduce de 1135 a 4.

El 100% de las referencias han sido publicadas en los últimos 5 años. Todas las referencias son muy actuales (Ilustración 56).

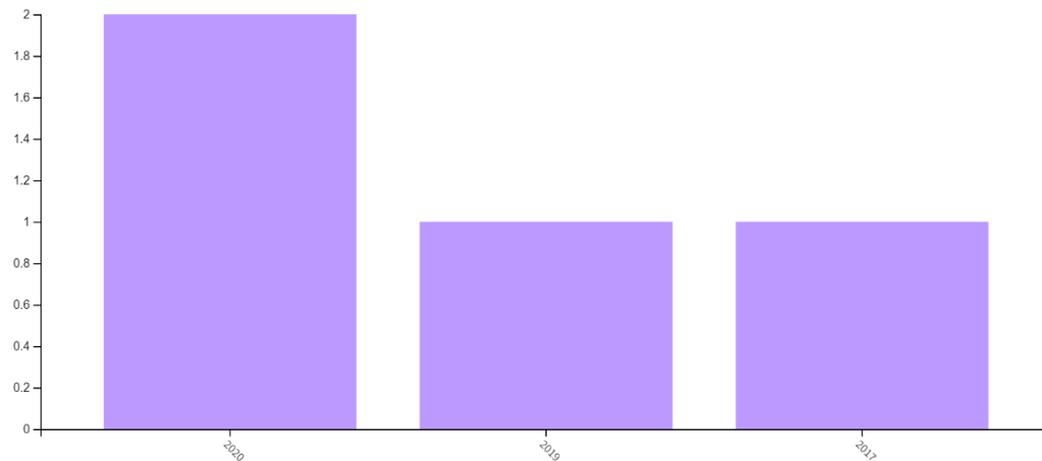


Ilustración 56: "Kanban" and "Framework". Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022

Todas las referencias se encuentran como mínimo en una de las áreas de investigación principales (Ilustración 57).

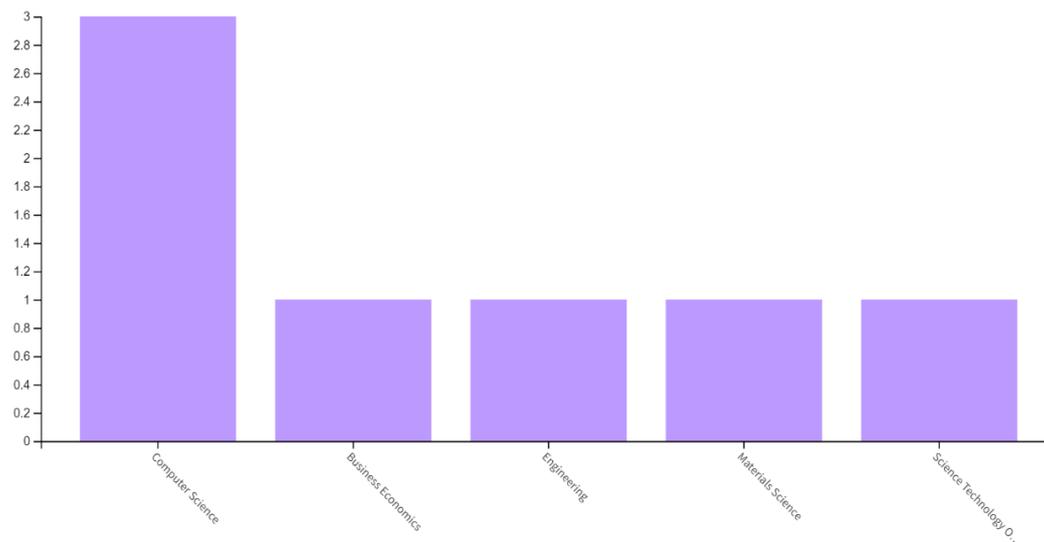


Ilustración 57: "Kanban" and "Framework". Áreas de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Ninguna de las referencias encontradas en esta búsqueda ha sido publicada en las revistas identificadas como principales o comentadas anteriormente (Ilustración 58).



Ilustración 58: "Kanban" and "Framework". Revista. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Ninguno de los autores identificados como principales son redactores de las referencias encontradas en esta búsqueda (Ilustración 59). Se destaca a los autores Aggarwal AG y Kapur PK con dos referencias cada uno.



Ilustración 59: "Kanban" and "Framework". Autores. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

### “AGILE” and “PROJECT MANAGEMENT” and “FRAMEWORK” and “XP”

Al aplicar los criterios de búsqueda globales y añadir las palabras “Framework” y “XP” el número de publicaciones se reduce de 1135 a 5.

El 80% de las referencias han sido publicadas en los últimos 5 años (Ilustración 60).

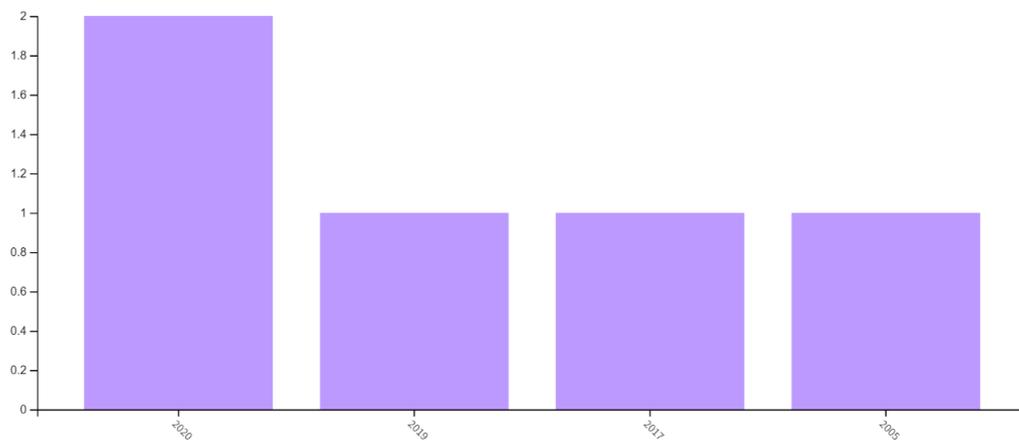


Ilustración 60: "XP" and "Framework". Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Todas las publicaciones están englobadas dentro del área de estudio de ciencias informáticas (Ilustración 61). Al XP tratarse de una framework orientada principalmente al software, pese a que se vea áreas de estudio como geography o transportation, las referencias hablarán de una aplicación de software sobre esas áreas de estudio. Además, las cinco referencias encontradas se engloban como mínimo en el área de computer science.

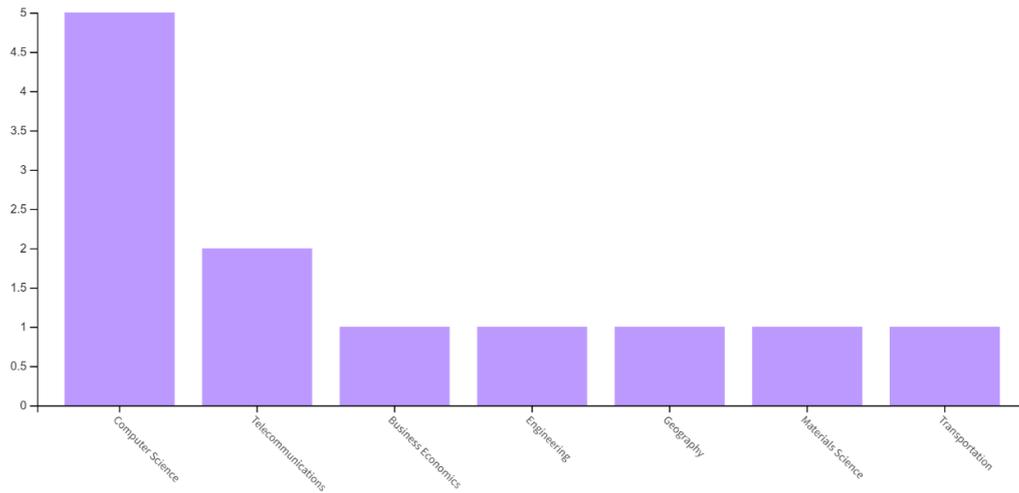


Ilustración 61: "XP" and "Framework". Áreas de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

La ilustración 62 muestra las revistas donde se han publicado las referencias para esta búsqueda. Se identifica la revista IEEE Access con una publicación entre las mencionadas en el análisis global. Esto supone un 20% del total.



Ilustración 62: "XP" and "Framework". Revistas. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Ninguno de los autores identificados como principales son redactores de las referencias encontradas en esta búsqueda (Ilustración 63). Se destacan los autores Hui Wang y Fang F con dos referencias en esta búsqueda.



Ilustración 63: "XP" and "Framework". Autores. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

## **“AGILE” and “PROJECT MANAGEMENT” and “FRAMEWORK” and “SCRUMBAN”**

Al aplicar los criterios de búsqueda globales y añadir las palabras “Framework” y “Scrumban” el número de publicaciones se reduce de 1135 a 0.

Por lo tanto, vamos a realizar la búsqueda más general, eliminando la palabra secundaria de “Framework”

## **“AGILE” and “PROJECT MANAGEMENT” and “SCRUMBAN”**

Al aplicar los criterios de búsqueda globales y añadir la palabra “Scrumban” el número de publicaciones se reduce de 1135 a 5.

El 100% de las referencias han sido publicadas en los últimos 5 años (Ilustración 64). Por lo tanto, todas las referencias que tratan sobre Scrumban son muy actuales.

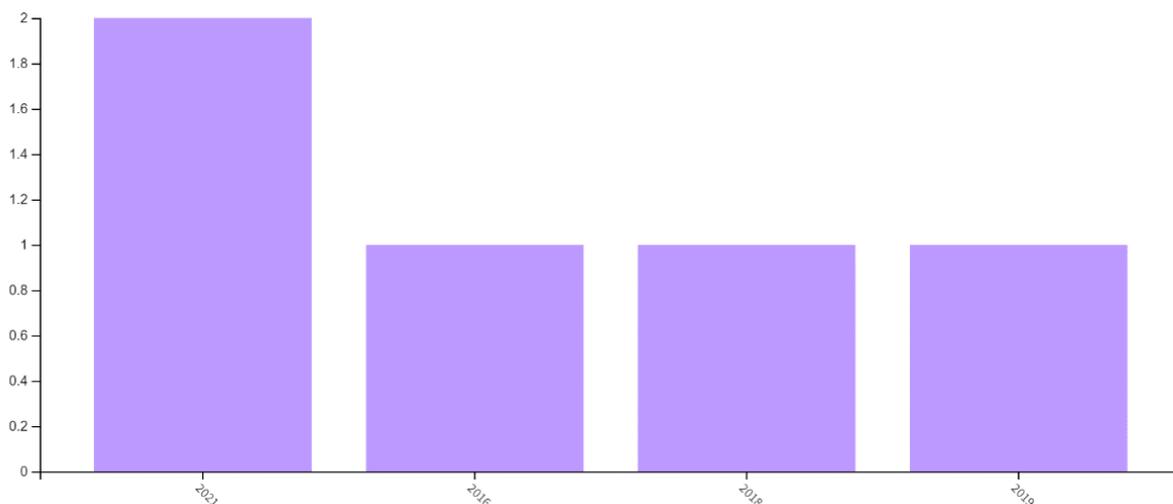


Ilustración 64: "Scrumban". Año de publicación. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

El 100% aparecen clasificadas entre una de las 3 áreas de estudio principales (Ilustración 65). El 80% de las referencias están clasificadas dentro de computer science, siendo esta el área de estudio principal para las referencias de Scrumban.



Ilustración 65: "Scrumban". Áreas de estudio. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Ninguna de las referencias encontradas en esta búsqueda ha sido publicada en las revistas identificadas como principales (Ilustración 66).



Ilustración 66: "Scrumban". Revistas. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

De los autores identificados como principales escritores de las referencias se identifica a O'Connor RV con dos publicaciones (Ilustración 67).



Ilustración 67: "Scrumban". Autores. Fuente: Adaptada de WoS, 2022.

Una vez graficados todos los resultados de las búsquedas planteadas en la fase 1, y con el objetivo de facilitar la exposición de los resultados obtenidos, presentamos la tabla 3.

Palabras de la búsqueda	N° de publicaciones	% Últimos 5 años	% Áreas principales de estudio	Revistas principales	Autores principales
Agile – Project management	1135	53,14%	100%	Information and software technology. Journal of systems and software. Lecture notes in computer science. IEEE Software. International Journal of Advanced Computer Science and Applications. IEEE Access. Journal of software evolution and process. Project management journal. International journal of project management. Procedia computer science.	Khan Gandomani Cooper O'Connor Amaral Hoda Ali Conforto Kosztyn Lassenius
Agile – Project management - Methodology	292	74,75%	100%	International Journal of Advanced Computer Science and Applications. Information and software technology. Procedia computer science. Journal of software evolution and process. 11,3%	Amaral DC Ali S O'Connor RV
Agile – Project management - Framework	276	66,67%	100%	Information and software technology. International Journal of Advanced Computer Science and Applications. Journal of software evolution and process. Procedia computer science. Project management journal. 10,5%	Ali S Amaral DC Gandomani TJ
Agile – Project management - Tool	97	62,89%	100%	Information and software technology. Journal of systems and software. International Journal of Advanced Computer Science and Applications.	-

				Procedia computer science. 11,34%	
Agile – Project management - Application	167	61,07%	100%	Information and software technology. International Journal of Advanced Computer Science and Applications. Journal of systems and software. Lecture notes in computer science. Journal of software evolution and process. 16,77%	Amaral DC Khan AA
Agile – Project management – Application - IT	98	58,16%	100%	Information and software technology. International Journal of Advanced Computer Science and Applications. Journal of systems and software. Journal of software evolution and process. 12,24%	-
Agile – Project management – Application - Product development	14	77%	100%	IEEE software 7,44%	Amaral DC
Agile – Project management – Application - Human resources	1	100%	100%	-	-
Agile – Project management – Application - Construction sector	1	100%	100%	-	-
Agile – Project management – Framework - Scrum	64	81,25%	100%	International Journal of Advanced Computer Science and Applications. Information and software technology. Journal of software evolution and process. IEEE Access. Procedia computer science. Project management journal. 28,12%	-

Agile – Project management – Framework - Kanban	4	100%	100%	-	-
Agile – Project management – Framework - XP	5	80%	100%	IEEE Access 20%	-
Agile – Project management – Framework - Scrumban	0	-	-	-	-
Agile – Project management - Scrumban	5	100%	100%	-	O’Connor RV
<b>Media (Excluyendo análisis global)</b>	<b>79</b>	<b>74%</b>	<b>100%</b>	<b>9%</b>	

*Tabla 3: Tabla resumen resultados búsquedas palabras claves secundarias.*

Se ha añadido una fila al final de la tabla donde se muestra la media aritmética para el número de publicaciones, el porcentaje de referencias publicadas en los últimos 5 años, el porcentaje de referencias que pertenecen a alguna de las 3 áreas de estudio principales y el porcentaje de las referencias que han sido publicadas en las revistas identificadas como principales.

Respecto del número de referencias encontradas, se puede observar cómo los valores disminuyen drásticamente al incluir en la búsqueda la segunda palabra clave secundaria en combinación con la anterior. Esto es, en las búsquedas en las que únicamente hemos utilizado 3 palabras para el filtrado, como media hemos obtenido 167 referencias, mientras en las búsquedas donde hacemos uso de una palabra clave secundaria adicional este valor se reduce a 23 referencias. Destacan por encima de la media en las búsquedas que contienen 4 palabras las realizadas con Framework & Scrum y Application & IT, identificando como resultado que las tendencias en las publicaciones más actuales están relacionadas con la metodología de scrum y proyectos dentro del sector de IT.

Por otro lado, el 74% de las publicaciones encontradas en todas las búsquedas han sido publicadas en la franja temporal entre 2017-2021. Esto indica que casi un tercio de la bibliografía existente ha sido publicada en los últimos cinco años. Este valor es casi un 25% superior al obtenido en la búsqueda realizada únicamente con las palabras claves principales, y, por lo tanto, al aplicar las palabras claves secundarias hemos obtenido referencias más actuales siguiendo así la tendencia actual en las investigaciones referentes al entorno agile. El entorno agile en la dirección y gestión de proyectos es un campo de estudio actual y en crecimiento.

En lo referente a las revistas publicadas, únicamente el 9% de las referencias encontradas en todas las búsquedas pertenece a una de las diez revistas identificadas como principales. Este valor viene dado debido a la diversificación de las referencias en las revistas, ya que, pese a que únicamente en 4 búsquedas no hemos encontrado ninguna de las referencias que haya sido publicada en una revista principal, la cantidad de referencias que eran publicadas

respecto del total, no supero en ninguna de las búsquedas el 30%. Adicionalmente, se podría pensar que la elección de las revistas no ha sido la correcta, pero se ha tomado las 10 revistas que mayor número de publicaciones contienen sobre la búsqueda realizada únicamente con las palabras claves principales, obteniendo 206 publicaciones, que únicamente supone el 17,88% de las referencias totales de la búsqueda. En conclusión, no existe un grupo de revistas que destaquen respecto de las otras en lo que se refiere a cantidad de publicaciones.

Finalmente, en la búsqueda por autor, la dispersión es todavía mayor. Los autores identificados como principales son autores o coautores de un 6,9% de las referencias obtenidas en la búsqueda principal. En las búsquedas aplicando las palabras claves secundarias se ha intentado realizar una identificación para obtener alguna tendencia, pero en ocho de las búsquedas ninguno de los autores coincidía con los identificados como principales. Cabe destacar a Amaral DC, que ha publicado referencias en cuatro de las trece búsquedas realizadas.

### 3.3. FASE 3. PROFUNDIZACIÓN DE LAS REFERENCIAS MÁS RELEVANTES

En la descripción de los objetivos del documento se expone que el principal objetivo es la obtención del marco contextual para los principales sectores de negocio, identificando los principios, técnicas y aplicaciones. Por lo tanto, para la profundización de las referencias se ha decidido realizar una búsqueda en la WoS con las palabras “Project management” & “Agile” & “Sector”.

En las búsquedas que se han realizado en el apartado anterior, se puede observar que al reducir los años de búsqueda a las publicaciones realizadas en los últimos 5 años el porcentaje de referencias no sufre una gran variación, y, además, nos centramos en las referencias más actuales. Respecto de las áreas de estudio, las tres principales abarcan el 100% de las referencias en todas las búsquedas, en consecuencia, se decide aplicar ese filtro para esta profundización.

Por otra parte, de los autores y las revistas publicadas, no se ha podido obtener una tendencia clara sobre cuáles son los más influyentes en las búsquedas del apartado anterior, basándonos en la búsqueda principal. Como resultado, para la profundización no se aplicará ningún filtro adicional con las revistas ni los autores.

Las referencias utilizadas se encuentran numeradas correspondientemente en el apartado referencias.

Número de Referencia	Autores	Año	Sector de negocio					Técnicas				
			IT	Desarrollo de producto	Recursos humanos	Construcción	Otras	Scrum	Kanban	XP	Scrumban	Conceptos Agile
1	Nafisah,S.R.; Suzianti, A.; Ardi, R.	2019					⊙					⊙
2	Gromova, E. A.	2019		⊙								⊙
3	Weber, J.; Foerster, D.; Staebler, M.; Paetzold, K.	2017		⊙				⊙				⊙
4	Lappi, T.; Aaltonen, K.	2017	⊙				⊙					⊙
5	Dursun, M.; Goker, N.; Mutlu, H.	2019					⊙					⊙

6	Arefazar, Y.; Nazari, A.; Hafezi, M.; Maghool, S.	2021				⊙							⊙
7	Almeida, F.; Simoes, J.	2021	⊙					⊙	⊙	⊙	⊙		⊙
8	Hassan, A.; Younas, S.; Bhaumik, A.	2020		⊙			⊙						⊙
9	Dursun, M.; Goker, N.; Mutlu, H.	2020	⊙				⊙						⊙
10	Mostafa, S.; Sanchez, M.; Dumrak, J.; Hadjinicolaou, N.	2020					⊙		⊙				⊙
11	Gromova, A.; Elizaveta A.	2018					⊙						⊙
12	Ju, X.; Ferreira, F.; Wang, M.	2020	⊙				⊙						⊙
13	Abramov, A.	2020					⊙						⊙
14	Muhammad, U.; Nazir, T.; Muhammad, N.; Maqsoom, A.; Nawab, S.; Fatima, S. T.; Shafi, K.; Butt, F.	2021	⊙										⊙
15	Wohlrab, R.; Pelliccione, P.; Knauss, E.; Larsson, M.	2019		⊙			⊙						⊙
16	Barroca, L.; Sharp, H.; Salah, D.; Taylor, K.; Gregory, P.	2018	⊙										⊙
17	Ormeno Zender, Y.; Garcia de Soto, B.	2021				⊙			⊙				
18	Hoffmann, D.; Ahlemann, F.; Reining, S.	2020	⊙				⊙						⊙
19	Khan, A. M.; Blackburn, T. D.	2021	⊙										⊙
20	Odusanya, S.; Ochoa, J. J.; Chileshe, N.; Ahn, S.	2021	⊙										⊙
21	Sardjono, W.; Selviyanti, E.; Tohir, M.; Azizah, R.	2021					⊙						⊙
22	Pashchenko, D.	2020	⊙				⊙						⊙
23	Camara, R. A.; Pedron, C. D.; Chaves, Marcirio S.	2021	⊙										⊙
24	Puche-Regaliza, J. C.; Jimenez, A.; Arranz-Val, P.	2020	⊙										⊙
25	Ganguly, A.; Chatterjee, D.; Rao, H. V.	2017					⊙						⊙
26	Valdez, A.; Cortes, G.; Castaneda, S.; Vazquez, L.; Medina, J.; Haces, G.	2017	⊙				⊙						⊙
27	Tezel, A.; Koskela, L.; Aziz, Z.	2018				⊙			⊙				⊙
28	Mostafa, S.; Tam, V. W.; Dumrak, J.; Mohamed, S.	2020				⊙							⊙

<b>29</b>	Shepherd, M.; Turner, J. A.; Small, B.; Wheeler, D.	2020	⊙				⊙					⊙
<b>30</b>	Jain, V.; Ajmera, P.	2021		⊙								⊙
<b>31</b>	Sahoo, S.	2021		⊙				⊙				⊙
<b>32</b>	Vidmar, M.; Rosiello, A.; Vermeulen, N.; Williams, R.; Dines, J.	2020	⊙									⊙
<b>33</b>	Mailiez, M.; Hosseini, S.; Battaia, O.; Roy, R. N.	2020		⊙								⊙
<b>34</b>	Arias-Perez, J.; Velez-Ocampo, J.; Cepeda-Cardona, J.	2021	⊙				⊙					⊙
<b>35</b>	Narwane, V. S.; Raut, R. D.; Yadav, V. S.; Cheikhrouhou, N.; Narkhede, B. E.; Priyadarshinee, P.	2021	⊙				⊙					⊙
<b>36</b>	Wang, H.; Fang, F.	2020	⊙				⊙			⊙		
<b>Recuento</b>	2017 - 4 2018 - 3 2019 - 4 2020 - 12 2021 - 12		18	7	0	4	19	3	4	2	1	34
<b>Media aritmética (%)</b>	2017 - 11% 2018 - 8% 2019 - 11% 2020 - 33% 2021 - 33%		50	19	0	11	52	8	11	6	3	95

Tabla 4: Profundización de las referencias.

En la dos últimas filas de la tabla 4 se ha realizado un análisis de los resultados obtenidos en la profundización de las referencias encontradas, donde, en la primera fila se realiza un recuento de las referencias y en la segunda, un porcentaje respecto del total agrupadas por años, sector de negocio y técnica. Como es de esperar, una referencia puede estar clasificada más de una vez dentro de los sectores de negocio o las técnicas, y, en consecuencia, la suma de los porcentajes da un valor superior al 100%.

De las 36 referencias encontradas, 24 de ellas han sido publicadas en los años 2020-2021, lo cual supone el 66% del total de las referencias. Esto demuestra que la gran mayoría de las referencias son actuales y, como consecuencia, nuestra búsqueda aporta referencias actuales en la investigación del entorno agile dentro de la dirección y gestión de proyectos aplicadas a los sectores.

Analizando los resultados de la tabla 4 en la clasificación por sectores, se puede observar que el 50% tienen relación con IT. Resultado esperado, ya que agile es comúnmente usado para proyectos de desarrollo de software. Además, el 52% de las referencias además tiene relación con otros sectores de negocio como puede ser la referencia 26 que habla de proyectos de IT dentro del sector de la educación o la referencia 36 que es una investigación sobre la logística

de un modelo de negocio online. Como se puede observar, los sectores con menor número de referencias en esta búsqueda serían el sector de la construcción y los recursos humanos, con 4 y 0 referencias respectivamente. Finalmente, siete de las 36 referencias tratan sobre la creación de productos, siendo un 20% del total de las referencias.

Por otro lado, tras obtener los datos sobre la clasificación de las referencias por la técnica utilizado, se puede observar como la gran mayoría de las referencias se centran más en aspectos generales de la agilidad (34 referencias) que en un framework en concreto (3,4,2 y 1 referencias). Estos resultados muestran que la gran mayoría de los autores, cuando buscan aplicar las metodologías agile sobre diferentes sectores, encuentran mayores dificultades en el uso únicamente de una framework en concreto para los proyectos y deciden aplicar prácticas agile comunes como las explicadas en el apartado 2.3.4 del documento.

## 4. CASOS DE ESTUDIO

En este apartado se van a mostrar y analizar los sectores o tipologías de proyecto donde, actualmente, las metodologías agile tienen un peso importante en la gestión del trabajo. Para ello, vamos a hacer uso de casos de estudio donde se hayan aplicado agile en cada uno de los sectores. El objetivo de este apartado es obtener una visión global de la ejecución de las metodologías agile con diferentes frameworks o técnicas para casos de negocio o proyectos realizados. Como consecuencia, en los siguientes apartados se muestran los artículos que se han considerado más atractivos con la combinación de técnicas aplicadas y sector o tipología de proyecto.

Según el “15th stage of agile report” de la empresa Digital.ai, en el desarrollo de software, el 86% de los productos y proyectos se gestionan mediante el uso de alguna técnica agile. Para el sector IT, en el año 2021, el 63% de la industria hace uso de APM. Existe una tendencia al alza en otros sectores o tipologías de proyectos como operaciones, marketing, seguridad o recursos humanos donde se está exaltando el uso de APM. Cabe destacar el uso de APM en otros sectores como las conocidas como FinTech (En la ilustración 31 Finance), empresas o proyectos de ventas o desarrollo de productos.

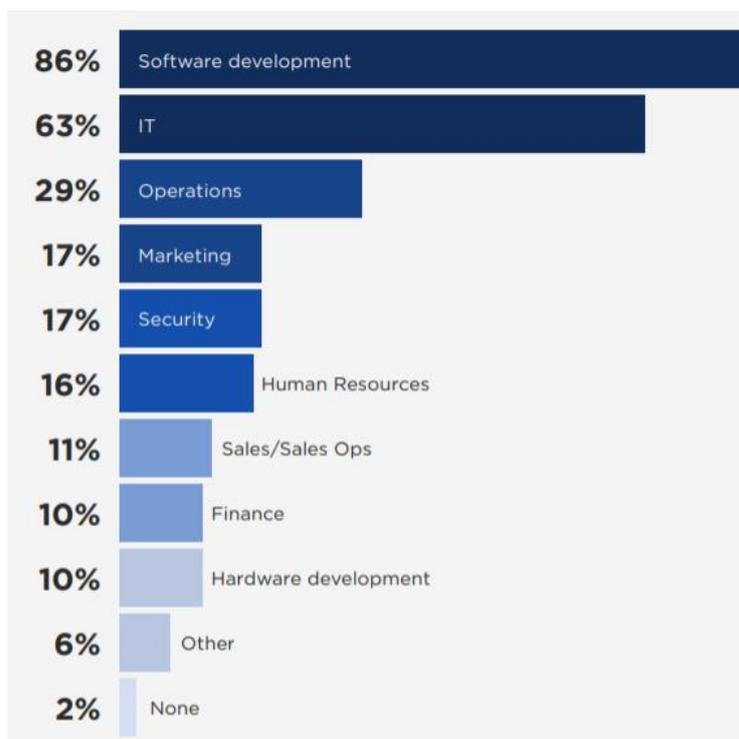


Ilustración 68: Uso de metodologías agile por sectores. Fuente: Digital.ai, 2020.

En los siguientes apartados se presentan casos extraídos de artículos donde aplican las metodologías agile en diferentes ámbitos o proyectos. Se identifican las metodologías empleadas, el tipo de empresa donde se aplica, la descripción del equipo y los resultados principales de su aplicación.

## 4.1. AGILE EN DESARROLLO DE SOFTWARE

Cada vez más, las aplicaciones web y las plataformas digitales toman una mayor importancia en nuestras vidas. Como resultado, los proyectos basados únicamente en el desarrollo de software o con la combinación de hardware y software están en aumento.

En sus inicios, las metodologías agile nacieron para dar respuesta a la falta de mecanismos de gestión en proyectos de esta tipología. La incertidumbre, la variación en el alcance del proyecto, el uso del lenguaje complejo o las dificultades técnicas fueron algunos de los problemas con los que los directores de proyectos en el desarrollo de software tuvieron que lidiar en sus inicios.

Una compañía IT podría estar dedicada tanto al desarrollo de software como a la fabricación de hardware, brindar servicios informáticos de cualquier tipo, comercio electrónico, servicios de internet y telecomunicaciones, mientras que una compañía estrictamente de software está centrada casi exclusivamente al desarrollo y mantenimiento de sistemas informáticos (Sosa, 2019). Por lo tanto, una compañía que se encargue exclusivamente del desarrollo de software se engloba dentro del sector conocido como las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación). A efectos prácticos, una empresa cuya función principal sea el desarrollo de software no se diferenciaría de otra empresa que vendiera, por ejemplo, equipos informáticos, ambas se englobarían en la clasificación de empresas TIC.

En este documento se realiza la distinción entre empresas o proyectos encargados exclusivamente del desarrollo de software y de empresas, que pese a ser del mismo sector de negocio, se pueden encargar por ejemplo del mantenimiento o venta de equipo de hardware.

Todas las técnicas presentadas en el apartado 3.4 del documento pueden ser utilizadas para gestionar un proyecto donde su objetivo es el desarrollo de software, ahora bien, una de ellas es exclusivamente usada para este ámbito. Se trata de la técnica eXtreme Programming o XP.

Sharp, H. y Robinson, H. (2004) llevaron a cabo un estudio etnográfico de un proyecto de desarrollo de software en el cual se aplicaba la técnica XP. En los siguientes puntos se resumen los aspectos más relevantes del estudio.

### **Método de investigación**

La Etnografía es un método de investigación social en el que se realiza un estudio que determina por medio de la observación y la entrevista de quienes conforman una comunidad, datos, comportamientos, costumbres y tradiciones de ese foco de la sociedad (Yirda, 2021). En este caso, se trata de una aplicación de estudio sobre un proyecto, por lo tanto, los observadores buscan tomar parte en el flujo de trabajo mediante la observación para de esta manera obtener conclusiones en la aplicación de esta metodología en la organización, distribución y ejecución del trabajo en XP. Como los autores definen en el artículo: "Un enfoque que obliga a los investigadores a prestar atención a los aspectos de la práctica que se dan por sentados, aceptados y no comentados, considerando todas las actividades como "extrañas" para evitar que los propios antecedentes de los investigadores afecten sus observaciones. Es un enfoque de base amplia en el que los investigadores observan a sus colaboradores sin prejuicios ni

suposiciones previas. Se sumergen y participar en los asuntos de los que están siendo observados: unirse a conversaciones, asistir a reuniones, leer documentos, etc.”

El estudio fue realizado por un solo observador Helen Sharp. El observador pasó una semana trabajando con el equipo de XP participando en actividades cotidianas como asistir a reuniones, programar en pareja, almorzar, etc. Todo el equipo de desarrollo estaba trabajando en la misma base de código, aunque para cualquier aspecto de la misma, un par de ellos podían centrarse en los requisitos de un solo cliente.

Esto significaba que el observador podía relacionarse con los miembros del equipo sin centrarse en un único proyecto. Era importante que el observador participara en las actividades del equipo ya que, el enfoque etnográfico fomenta la participación para que el observador pueda apreciar la perspectiva de los otros miembros del equipo.

### **La empresa/Proyecto**

La empresa donde se realizó el estudio se encargaba de desarrollar anuncios inteligentes en internet para sus clientes. El software debía analizar el contenido de la página web que se estaba visitando y publicitar de esta manera anuncios que pudieran ser de interés para el usuario. Por ejemplo, si la página web que se está visitando se dedica a la venta de artículos del hogar, un anuncio que posiblemente sea interesante para el usuario es la compra de una cafetera.

### **El equipo**

El equipo está compuesto por ocho desarrolladores, un diseñador gráfico y una persona encargada de cuidar que la estructura del equipo fuera la correcta, es decir, un facilitador del trabajo. El equipo trabajaba de manera interna para el departamento de marketing, que era considerado su cliente, ya que debían tomar la decisión sobre el software realizado.

### **Análisis de los resultados**

Durante su estancia con el equipo, el observador se encargó de tomar notas, apuntes y datos para posteriormente plantear el porqué de todos los procesos realizados. XP está compuesto por doce técnicas, pero no tienen por qué llevarse a cabo todas ellas en todos los proyectos. En este caso, en el artículo se analiza el comportamiento del equipo con cinco de las técnicas que Kent Beck anunció.

*The planning game* – es el proceso que se utiliza para diseñar, estimar y planificar el trabajo en esta técnica Agile. El observador participó en este proceso durante su estancia en la empresa. El evento fue llevado a cabo sin formalismo, no se realizó con un horario fijo. En el evento participaron la gran mayoría del tiempo los desarrolladores del equipo, ausentándose de manera puntual para atender a clientes o para buscar información que pudiera ser interesante en la planificación del trabajo. Los integrantes del equipo de marketing también asistieron al evento, pero, pese a proponer ellos las historias de usuario que se debían realizar (como su rol de cliente) la última palabra la tenían los desarrolladores, ellos decidían sobre la prioridad de su trabajo.

La duración del evento tampoco estaba fijada, duró el tiempo que los integrantes creyeron necesario. Como resultado del planning game no se generó ningún documento, simplemente una lista de tareas que debían realizarse hasta la siguiente reunión. La elección del trabajo se realizó de manera que todos los presentes podían aportar ideas y estimar la duración

necesaria. En boca de uno de los desarrolladores del equipo: “La forma en que hacemos la estimación aquí es hacerlo todo como un equipo, lo que tiene algunos beneficios en el sentido de que todos tenemos la misma visión, pero también puede durar mucho tiempo.”

*Stand-ups meetings* – En muchas de las técnicas comentadas en el estado del arte se hace uso de los Daily meetings para una correcta comunicación y organización con los compañeros de trabajo. En este proyecto, el Daily meeting era la primera tarea que hacían los integrantes del equipo de desarrollo todas las mañanas. Su duración era inferior a 15 minutos y simplemente debían elegir la carta con la que querían trabajar y el compañero con el que lo harían. De esta manera, en un tiempo muy reducido, todos los integrantes del equipo estaban al tanto de qué tareas haría cada uno de sus compañeros pudiendo tener una visión global del proyecto.

*Pair Programming* – La programación por pares es una técnica que utiliza eXtreme Programming donde dos personas se sientan en una misma mesa con un único ordenador para generar código. La idea principal es que mientras uno se encarga de escribir el código, la otra persona le ayuda con la visión global y la calidad de este. En este proyecto se hacía uso de esta técnica, donde no solo participaban los desarrolladores, sino también la persona encargada del diseño y el facilitador del equipo (Aunque no fueran expertos en la programación). La realidad es que esta técnica no solo ayuda a obtener un código de una altísima calidad, también permite una comunicación fluida entre los integrantes del equipo. Así lo describió el visitante del proyecto: “también se trata de manera crucial de comunicar, compartir y acordar la comprensión”

*Documentación* – El tipo de documentos más utilizados en el proyecto eran las cartas o historias de usuario. Dentro de la carta se podía encontrar: La solicitud del cliente, la estimación de la duración, la prueba para probar su funcionalidad, ideas de posibles soluciones para resolver los requisitos, colores usados como monitoreo visual del progreso de esa carta, la ausencia de dicha carta en la pizarra de progreso significaba que algún compañero estaba trabajando en ella y, en cada Planning game se recolectaban todas las cartas para ver el trabajo realizado en la iteración. Por lo tanto, con una cantidad muy pequeña de documentación se podía realizar una correcta distribución y monitoreo del trabajo. En XP se premia la comunicación oral y la confianza entre las decisiones realizadas por los trabajadores.

*Metáforas* – Las metáforas son una técnica de XP que permiten a diferentes profesionales de un mismo sector comunicarse de una manera clara, sin dar lugar a malentendidos. En el proyecto analizado, los propios integrantes del equipo tomaron la iniciativa de emplear esta práctica para facilitar la comunicación y comprensión de los conceptos. Las metáforas era utilizadas no solamente por el equipo de desarrolladores, sino, por todos los integrantes del proyecto, incluido el equipo de marketing.

*Refactoring* – Los desarrolladores eran conscientes de la importancia de mantener un código sano y ordenado. La calidad del código es lo más importante. El observador comenta: “Durante una observación de programación en pareja, los desarrolladores mostraron una frustración significativa ya que querían refactorizar el código, pero estaban trabajando en una tarjeta de historia que no incluía una estimación para la refactorización. El problema se exacerbó porque el código base admitía más de un producto y la refactorización habría implicado tomar decisiones sobre el producto anterior, lo que implicaba decisiones de estrategia comercial, no solo de codificación. Habiendo considerado la situación, y sin referencia a nadie más, la pareja

decidió a regañadientes escribir una tarjeta de tarea para refactorizar esta sección del código, y para enfocarse solo en el objetivo de un código de calidad.”

*Test-Driven Development* – Desde el momento del planning game, considerado como el inicio de la iteración, los test que se deben generar para demostrar que el código es funcional estaban escritos en las cartas. Del mismo modo, la práctica de implementar las funcionalidades del nuevo código en el código general, *continuous integration* se hacía en el proyecto una media de cuatro veces al día. Finalmente, también se observó que la práctica de nunca exceder las 40 horas de trabajo a la semana se cumplía con creces, el ambiente de trabajo era muy beneficioso para poder conciliar la jornada laboral con la vida familiar o social.

El uso de las prácticas de XP en este equipo generó un ritmo de trabajo relajado, donde las tareas se iban realizando con cierta fluidez y todos los integrantes del equipo parecían estar a gusto y sentirse orgullosos del código que generaban.

## **Conclusiones**

El uso de XP en proyectos donde el principal objetivo o resultado es la obtención de desarrollo de software es altamente recomendable. En el proyecto analizado, los integrantes del equipo son un claro ejemplo de los valores de Agile, tanto individualmente como en equipo. Este equipo ha sido capaz de crear una atmósfera de trabajo relajada donde la comunidad de desarrolladores se autoorganiza para cumplir los objetivos del cliente y reparten la responsabilidad entre todos de manera igualitaria.

Como conclusiones, podemos resumir el uso de XP en un proyecto de desarrollo de software en tres puntos:

- Respeto en el equipo y entre los participantes.
- Responsabilidad del equipo e individual de cada uno de ellos.
- Calidad del producto.

## **4.2. AGILE EN RECURSOS HUMANOS**

Una empresa es un conjunto de profesionales de distintas modalidades que buscan obtener un resultado común, por ello es lógico que la organización interna de la empresa facilite la relación entre los diferentes departamentos o maneras de organización que está disponga. El departamento de recursos humanos no podía ser una excepción. Thushara Wijewardena analiza los resultados obtenidos al aplicar en la empresa de desarrollo de software Exilesoft prácticas ágiles en el departamento de RRHH.

### **Planteamiento del problema**

Exilesoft es una empresa que se encarga de desarrollo de software, por lo tanto, más del 80% de sus empleados se gestionan mediante metodologías ágiles, lo que deja un 20% de empleados que no usan este tipo de metodologías en sus proyectos, entre ellos, el departamento de RRHH.

Recursos humanos está organizado y gestionado por proyectos en tipo cascada o tradicional, mientras que los recursos que deben gestionar se encuentran organizados por metodologías ágiles. Los ingenieros empezaron a perder el respeto por el Departamento de Recursos Humanos, sus servicios y sus procesos. RRHH comenzó a introducir medidas más estrictas y procesos para hacer frente a la situación. Sin embargo, sus intentos a menudo

conllevaron a retrasos o falta de calidad en todos los aspectos de su trabajo, desde entregables hasta servicios (Wijewardena, 2011).

Algunos de los problemas encontrados fueron:

- Proceso de reclutamiento ineficientes: Rígidos procesos de entrevista, elección incorrecta de los candidatos, campañas publicitarias que no captaban talento ni exponían la filosofía de la empresa y rígidas normas de control sobre el personal.
- Manejo de personal, proceso de asistencia y permisos: Existencia de las horas extra, necesidad de notificar sobre bajas en la empresa en lugar del equipo, políticas de recursos humanos rígidas en lugar de charlas informales o fase-to-face meetings.
- Tiempos de entrega: Necesidad de generar visas de manera más efectiva o procesos de reclutamiento del personal.
- Proceso de evaluación de empleados incompatible: Al tener diferentes KPIs entre su departamento y los proyectos de desarrollo de la empresa, la medición de los resultados obtenidos por los trabajadores era incompatible. El departamento únicamente se reunía una vez al mes con el director del proyecto.

Tanto el CEO de Exilesoft como el director del departamento de recursos humanos estuvieron de acuerdo en comenzar la implantación de metodologías ágiles dentro del departamento para lidiar con el malestar del resto de la empresa con el departamento.

### **Solución propuesta**

Una vez analizado el problema es claro que la solución pasa por implantar gestión de metodologías ágiles en el proyecto. Para llevar a cabo dicha tarea se decidió dividirlo en 3 pasos:

1. Mejorar el conocimiento sobre Agile en los integrantes del departamento de RRHH.

Se realizaron charlas y exposiciones de qué es agile, sus principios, el trabajo en equipo y la importancia del timing entre los integrantes del departamento.

2. Implementar conceptos Agile con el uso de una framework en las funciones de RRHH.

La idea inicial fue la implementación de Scrum, pero, se encontraron una serie de dificultades en su implantación: Estimación de los tiempos y elección de las tareas que irían en cada Sprint, finalización de las tareas al final de cada Sprint (Sprint burn down) o la creación de los equipos multidisciplinarios, ya que muchas veces era necesaria la existencia de un experto técnico para labores como por ejemplo el reclutamiento de personal.

Una vez descartada la idea de implementar Scrum en el departamento, se eligió la implementación de Kanban. Esta técnica presentaba una serie de ventajas que se adaptaban mejor a las tareas de recursos humanos:

- Flexibilidad
  - Pensamiento Lean
  - Estimación de tiempos opcional
  - Monitorización de los ciclos de tiempo
  - Indicador de WiP
  - Tableros Kanban
  - Correcta priorización del trabajo
3. Eliminar el aislamiento entre el departamento de recursos humanos y el resto de la empresa.

Se generó una reunión diaria donde un representante del proyecto se comunicaba con el departamento de recursos humanos, facilitando la comunicación y la priorización de las tareas.

### Implementación de la solución

Las tareas fueron organizadas en historias en el departamento, para ello, se hizo uso de la tabla 5. Esto permitió no solo organizar los inputs que procedían de fuera del departamento sino también alinear la manera de trabajar con la del resto de la empresa.

ID	Quién	Necesito	Para que
1	CEO	El programa de entrenamiento de los nuevos empleados debe contener la misión, la visión y los valores de la compañía.	Todos los empleados deben recibir recordatorios de dichos aspectos de manera periódica.
2	Manager de operaciones	Todos los empleados deben de estar al tanto de las políticas administrativas.	Los asuntos del día a día a ser manejados con respecto a cuestiones disciplinarias será mínimo.
3	Jefe del equipo X	Organizar una celebración por la finalización de un proyecto.	Reconocimiento del esfuerzo del equipo.
4	Project manager X	5 nuevos empleados expertos en Java para la primera semana del noviembre de 2009.	Inicio de la nueva automatización de los productos de almacén.
...	...	...	...

Tabla 5: Codificación del trabajo en RH en Exilesoft.

Con el uso de este registro para la entrada de las tareas también se definía claramente cuando una tarea podía considerarse terminada, evitando de esta forma, que las tareas se mantuvieran durante plazos prolongados en WiP.

Para organizar el desarrollo de las tareas se instauró el uso de Tableros Kanban. Esto permitió una mayor visibilidad de como las tareas se iban moviendo desde la columna Hacer a Hecho, así como poder afrontar cambios en las prioridades de estas.

El equipo estaba formado por los empleados del departamento y el manager de operaciones actuaba como rol de cliente sobre estos. El director de recursos humanos ejercía el papel de líder del equipo.

### Resultados y conclusiones

La implementación agile entregó resultados visibles y positivos en tan solo seis meses. El departamento de RRHH y la organización por proyectos de la empresa comenzaron a trabajar más de cerca, con una mejor comprensión de la capacidad, las prioridades y el nivel de calidad esperado de cada uno (Wijewardena, 2011). Además, el departamento consiguió:

- Mejorar la productividad.
- Trabajar en equipo entre los miembros del departamento.
- Mejorar la transparencia y la comunicación interdepartamental e intradepartamental.
- Seguimiento realista de los procesos de los trabajadores: Mejorar los procesos de evaluación.

- Mejorar los procesos de reclutamiento.
- Mayor reconocimiento de las labores del departamento respecto del resto de empleados de la empresa.

El conocimiento adquirido en agile por los integrantes del departamento de RRHH en la empresa facilitó la comunicación con el resto de los trabajadores y mejoró la priorización y ejecución de las tareas. Los problemas encontrados al gestionar el departamento con metodologías tipo tradicional pudieron ser solventados con la implantación de Kanban.

### 4.3. AGILE EN HARDWARE DEVELOPMENT

Como llevamos exponiendo en este apartado de la explotación del estado del arte para APM, actualmente su uso se extiende mucho más allá del sector IT. El uso de agile mejora, entre otras cosas, la comunicación entre los integrantes del proyecto o departamento, la capacidad de reacción ante el cambio (iteraciones cortas) o la gestión de los stakeholders. Es por ello, que la aplicación de alguna de estas técnicas o fundamentos en cualquier tipología de proyectos puede reportar mejoras en la productividad. La importancia de APM también ha sido reconocida por algunos de los cuerpos de conocimiento de gestión de proyectos más populares, conocidos por sus enfoques tradicionales. La sexta edición de PMBOK® Guide se amplió con Agile Practice Guide (PMI et al., 2018) y PRINCE2 con PRINCE2 Agile (Keith et al., 2015).

Tena et al. (2020) estudiaron los resultados de aplicar técnicas de APM para una empresa que no tenga relación con el desarrollo de software.

#### **APM en hardware development.**

La tendencia actual de la aplicación de APM en proyectos de desarrollo de hardware suele mantener un modelo híbrido, combinando técnicas de Agile con metodologías tradicionales. Esto permite a las organizaciones aprovechar los beneficios de la agilidad sin sacrificar la estabilidad que brindan los enfoques tradicionales (Ciric et al., 2018). La metodología propuesta garantiza que se cumplan los requisitos reales del producto y se acorten los ciclos de vida del proyecto, manteniendo el espacio para la innovación y la creatividad (Žužek et al., 2020).

No obstante, la aplicación de APM en empresas que no disponen de grandes recursos económicos para su implementación no es sencilla, es necesario una alta formación y conocimiento respecto de Agile para ser capaz de aplicarlo en el proyecto. Además, una de las bases de agile es la iteración y la entrega de productos semiacabados (código de software) al cliente. En empresas que se encargan de ofrecer productos, es complicado la definición de un producto semiacabado para obtener el feedback del cliente.

Por lo tanto, en un primer paso, es altamente recomendable comenzar adaptando alguna de las prácticas agile en lugar de aplicar directamente una metodología. Este proceso de mezcla entre prácticas tradicionales y agile es conocido como modelo híbrido.

#### **Método de investigación**

Toda la información se obtuvo a través de una colaboración activa con la empresa, observaciones en el sitio y varias discusiones y conversaciones informales con las partes interesadas. Durante el proyecto, el jefe del proyecto (Gosar) también asumió el papel de investigador interno. Su objetivo principal era ejecutar el proyecto con éxito, pero también

observó de cerca los procesos constantemente, mantuvo la lista de observaciones y otras notas, e informó a los otros autores sobre el progreso del proyecto (Tena et al, 2020).

### Compañía y proyecto

La empresa es de tamaño medio (200 empleados aproximadamente) y está especializada en la fabricación de mazos de cables para la industria automovilística. Su modelo de desarrollo de productos, de la misma manera que su modelo de gestión están basados en APQP y en los estándares de automovilismo como IATF 16949:2016. El equipo de proyecto suele ser multidisciplinar, no teniendo disponibilidad completa para un único proyecto sino teniendo los recursos asignados a más de un proyecto al mismo tiempo.

El proyecto consiste en el desarrollo de procesos y la fabricación de lotes pequeños de un arnés de cableado muy complejo para una batería de automóvil (205 piezas). La evaluación de riesgos inicial mostró que el proyecto era muy arriesgado porque la empresa aún no había colaborado ni con el cliente, ni con el fabricante de herramientas ni con el proveedor de equipos, y también había varios materiales y tecnologías nuevas que la empresa aún no había trabajado (Tena et al, 2020). Finalmente, la empresa decidió aceptar el proyecto, pero aplicar conceptos de APM en su gestión para mejorar la reacción ante los problemas y la solución de los mismo.

### Prácticas de APM

El equipo de trabajo estaba compuesto por cinco empleados de diferentes departamentos. Pese no tener asignado únicamente este proyecto, si tenía preferencia respecto del resto validada por la empresa. Además, todos los integrantes del equipo tenían habilitada una sala para trabajar de forma conjunta y mejorar así las comunicaciones.

Por otra parte, se asignó una reunión diaria donde se tratarían los temas más importantes para el desarrollo del proyecto (Daily meeting), así como una reunión semanal con el cliente para informar sobre el avance del proyecto y recibir retroalimentación. De la misma manera, se mejoró la comunicación con los proveedores para reducir los tiempos de comunicación de cualquier posible error.

En la tabla 6 se muestra una comparativa de las prácticas de dirección y gestión de proyecto aplicadas en este proyecto en comparación con los antiguos proyectos de la empresa, así como los beneficios que aportó el uso de las nuevas prácticas.

Práctica de PM	Habitual en la empresa	Nuevo proyecto	Beneficios
<i>Equipo del proyecto</i>	Equipo multidisciplinar con diferentes ubicaciones y multiproyecto.	Lo más dedicado y ubicado posible (todavía trabajando en múltiples proyectos)	Mayor enfoque, mejora de la comunicación y mayor resolución de problemas.
<i>Reuniones de equipo</i>	Irregular, bajo necesidad.	Reunión diaria.	Información actualizada, facilita el trabajo en multiproyectos y mejora las comunicaciones.
<i>Colaboración del cliente</i>	Irregular, bajo necesidad.	Colaboración activa, reuniones	Rápida detección de errores, mejora del

		semanales, evaluación parcial de resultados.	conocimiento del proyecto y resolución de problemas
<i>Colaboración del proveedor</i>	No involucrado directamente.	Colaboración flexible	Respuesta más rápida a los problemas descubiertos e implementación oportuna de los cambios necesarios
<i>Planificación del proyecto</i>	Uso de modelo de plantilla APQP	Adaptativa e iterativa, planificación semanal y planificación a largo plazo con el uso de plantilla	Mayor flexibilidad, respuesta más rápida y eficaz al entorno cambiante

*Tabla 6: Diferencias adoptadas entre PM-APQP y APM y sus beneficios.*

### **Resultado del proyecto y conclusiones**

A pesar de ser un proyecto calificado como de alto riesgo, los resultados obtenidos fueron muy satisfactorios. El producto fue producido en plazo y con una leve desviación en el presupuesto (sobrecoste debido a la introducción de nuevos materiales). La satisfacción de las personas involucradas en el proyecto fue notablemente buena, incluso el cliente reconoció a la empresa con el galardón de mejor proveedor del proyecto.

La conclusión fue que, usando el enfoque de gestión estándar de la empresa, el equipo no podría ejecutar el proyecto con tanto éxito, tanto en términos de eficiencia como de satisfacción (Žužek et al., 2020).

Algunos de los aspectos que mejoraron en la aplicación de las técnicas de APM descritas anteriormente fueron: Comunicación entre el equipo y partes interesadas, rápida detección de problemas, mayor efectividad resolviendo problemas, mejora en la respuesta al cambio y mayor flexibilidad.

El resultado de aplicar APM fue satisfactorio, pero tanto la empresa como el equipo coinciden que estas prácticas habrían sido un fracaso para otros proyectos de la compañía. En este proyecto el nivel de incertidumbre y riesgo era alto, por lo tanto, una comunicación eficiente y una rápida respuesta al cambio aportaba mucho valor. En la gran mayoría de los proyectos de la compañía, los proyectos tienen antecedentes muy similares y los clientes y proveedores son conocidos, en estos casos, una gestión siguiendo la metodología de la empresa es más efectiva.

## 5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

### 5.1. CONCLUSIONES

A lo largo de este documento se ha expuesto la historia de las metodologías agile, en que consiste todo lo referente al entorno agile, las principales técnicas agile en la gestión de proyectos, una comparativa entre APM y cascada y, por último, casos de aplicación de las metodologías agile en diferentes tipología de proyectos o departamento. Además, se ha realizado un estudio bibliográfico de las referencias existentes en el entorno agile, aplicando una metodología de estudio y realizando una clasificación y profundización, en las referencias que se han considerado de mayor interés. Todo este conocimiento expuesto en el TFM nos permite obtener una visión general de qué es, para qué se usa y cómo se deben usar las metodologías agile.

Como primer punto a destacar, pese al creciente uso de las metodologías agile en la dirección y gestión de proyecto no se debe olvidar el alcance para el que fueron creadas: Proyectos con un alto grado de innovación e incertidumbre. Por ejemplo, en una nueva aplicación web donde los requisitos solicitados por el cliente son ambiguos o las técnicas empleadas nuevas para los miembros del equipo, mantener una mentalidad agile permite afrontar mejor los cambios que puedan ser derivados del desconocimiento del proyecto, mientras que en otra tipología de proyecto como podría ser la construcción de una carretera, existen metodologías de dirección de proyectos con una tipología en cascada que podría favorecer la gestión del mismo. Por lo tanto, la primera conclusión para tener en cuenta es la metodología del proyecto, ¿Es una técnica APM lo más conveniente para el proyecto?

Otro punto para tener en cuenta es la estructura organizacional de la empresa donde se desarrolla el proyecto y el grado de conocimiento de los integrantes en el proyecto sobre APM ¿Esta mi empresa y mi equipo preparado para hacer uso de metodologías agiles? Si la respuesta es no, la siguiente pregunta debe ser ¿Vale la pena invertir esos recursos? Definitivamente, y como se ha comentado a lo largo del documento, agile es la opción cuando los proyectos que la empresa gestiona poseen un alto grado de incertidumbre.

Finalmente, existen muchas técnicas que pueden ser usadas bajo el marco de la agilidad, pero lo más importante, no reside en la técnica usada, si no en la mentalidad de los integrantes de equipo. Ser agile antes que hacer agile. Como observamos en la tabla resumen 4, la mayoría de las referencias analizadas prefieren centrarse en técnicas generales de aplicación de APM que en una única framework. Un punto que es común en todas la técnicas explicadas son los valores que rigen dicha técnica, y pese a tener pequeñas diferencias entre cada una de ellas todas coinciden en ciertas aptitudes como la sinceridad, la comunicación, la generación rápida de valor y el autoaprendizaje. Estas aptitudes quedan reflejadas en los cuatro conceptos principales del manifiesto ágil.

Por otra parte, el análisis del entorno agile en la dirección y gestión de proyectos aporta información y datos sobre las tendencias del entorno agile. Las principales áreas de estudio donde se publican documentos de investigación son informática, negocios e ingeniería. Se aprecia una tendencia al alza en los últimos cinco años en la publicación de las referencias. Para terminar, el grado de dispersión de los autores es alto, al igual que con las revistas donde se publican dichas referencias.

Las técnicas agile son sin duda una herramienta muy interesante en la dirección y gestión de proyectos, pero, es necesario un conocimiento para sacar el máximo rendimiento de ellas. La formación de los empleados, así como de los facilitadores de trabajo en el proyecto es crucial para obtener unos resultados óptimos.

## 5.2. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Este TFM buscaba como objetivo principal revisar el marco contextual del entorno agile (principios, técnicas y aplicaciones) e identificar los principales sectores de negocio. Este objetivo ha sido realizado con éxito.

Pese a ello, hay una serie de aspectos que se han tratado de una manera más superficial y sobre los cuales es posible realizar una investigación más exhaustiva. Esto es debido a que la ambición del objetivo principal que buscaba abarcar una gran cantidad de contenido, y, por lo tanto, varios aspectos han tenido que ser sintetizados. De este TFM se desprenden futuras líneas de investigación para estudios de doctorado o TFM, más centrados en algunos de los aspectos tratados en el documento, de entre los cuales se destacan:

- Análisis de una técnica APM en un proyecto completo.
- Riesgos en la aplicación de APM en proyectos.
- Ampliación con mayor detalle de técnicas agile.
- Investigación de la tendencia en la publicación de referencias en el entorno agile para diferentes fuentes.

## 6. REFERENCIAS

- Adrián, Y. (2021). *Definición de Etnografía*. <https://conceptodefinicion.de/etnografia/>. [Consulta : 17/01/2022]
- AgileHunter, *¿Que es Scrum?* <https://agilehunter.com/que-es-scrum/> [Consulta: 05/01/2022]
- Alaidaros, H.; Omar, M.; Romli, R. (Nov/Dec 2021). *The state of the art of agile kanban method: challenges and opportunities*. Independent Journal of Management & Production; Sao Paulo; Tomo 12; N.º 8; 2535-2550.
- Valdes-Gimenez, A. (2016). *Smartslices: Aplicación web interactiva de apoyo al aprendizaje en el aula*.
- Carranza, A. (2021). *¡Conoce el modelo en cascada y escala tus proyectos de software a pasos agigantados!* <https://www.crehana.com/es/blog/desarrollo-web/modelo-en-cascada/> [Consulta: 04/11/2021]
- Álvarez, A.; Aguilera, S.; Jurado, S.; Rodríguez, M. (2020). *La empresa ágil*. Madrid: Ediciones Anaya Multimedia.
- Anderson, J. D. (2010). *Kanban: Successful Evolutionary Chance for your Technology Business*. Estados Unidos: Library of congress cataloging
- Anderson, J. D.; Carmichael, A. (2016). *Essential Kanban Condensed*. Seattle, Washington: Lean Kanban University
- Azanha, A.; Batista de Camargo, J.; Domingos, P.; Rita Tiradentes, A. (2017). *Agile Project management with scrum: A case study of a brazilian pharmaceutical company IT project*. International Journal Of Managing Projects In Business Vol10; No1; 2017; pp 121-142.
- Beck, K. (1999). *eXtreme Programming Explained*. Boston: Addison-Wesley
- Boehm, B. (1986). *Spiral Development: Experience, Principles and Refinements*. [https://resources.sei.cmu.edu/asset\\_files/SpecialReport/2000\\_003\\_001\\_13655.pdf](https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/SpecialReport/2000_003_001_13655.pdf) [Consulta: 08/11/2021]
- Ciric, D.; Lalic, B.; Gracanin, D.; Palcic, I.; Zivlak, N. (2018) *Agile Project Management in New Product Development and Innovation Processes: Challenges and Benefits beyond Software Domain*. Annual International Symposium on Innovation and Entrepreneurship of the IEEE Technology and Engineering Management Society, Beijing, China; Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.: Piscataway, NJ, USA, 2018.
- David, A. (2010). *Metodologías* <http://85517amdsi.blogspot.com/2010/08/metodologias.html> [Consulta 04/11/2021]
- Digital.ai (2021). *15th Annual State of Agile Report* <https://itnove.com/wp-content/uploads/2021/07/15th-state-of-agile-report.pdf> [Consulta: 04/01/2022]
- Méndez, E. R. (2018). *Estimación de esfuerzo en proyectos de desarrollo de software con metodologías ágiles*. Tesis. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Evans, E. (1962). *Domain-driven design: tackling complexity in the heart of software*. Boston: Addison-Wesley.
- Shenhar, A. J.; Dvir, D. (2007). *Reinventing Project management*. Harvard Business school; 60 Harvard way; Boston; USA
- Belmonte, F. (2010) *Desarrollo evolutivo* <https://parasitovirtual.wordpress.com/tag/desarrollo-evolutivo/> [Consulta: 05/11/2021]

- Flores, F. (2018). *Etapas de un proyecto ágil*  
<http://www.flopezflores.es/2018/07/etapas-de-un-proyecto-agil.html>
- González, F.; Calero, S.; Loaiza, D. (2019). *Comparación de las metodologías cascada y ágil para el aumento de la productividad en el desarrollo de software*. Universidad Santiago de Cali; Facultad de Ingeniería; Programa de Ingeniería Industrial.
- Highsmith, J. A. (2004). *Agile project management: creating innovative products*. Boston: Addison-Wesley.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo\\_%C3%A1gil\\_de\\_software#Historia](https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_%C3%A1gil_de_software#Historia) [Consulta: 26/10/2021]
- Womack, J.; Jones, D. (1996). *Lean thinking* <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/02/Lean-Thinking-Daniel-T-Jones-James-P-Womack.pdf> [Consulta: 03/01/2022]
- Keith, R.; C. PRINCE2® Agile. (2015). *Prince2 Agile* The Stationery Oce: London, UK, 2015; ISBN 978-0-11-331467-6.
- Lean Enterprise Institute (1997). *What is Lean?*. <https://www.lean.org/explore-lean/what-is-lean/> [Consulta: 03/01/2022]
- Lindeen, J. (2016). *Kanban Coaching for 2017*. Lean Kanban India.
- Mackey, R. (1992). *Translating Vision into Reality: the Role of the Strategic Leader*. Carlisle Barracks, PA: US Army War College; 10; Footnote: 15.
- Manifiesto por el desarrollo ágil del software (2001)  
<https://agilemanifesto.org/iso/es/manifesto.html> [Consulta: 08/11/2021]
- Martin, R. (2019). *Clean agile: Back to basics*. USA: Pearson  
<https://learning.oreilly.com/library/view/clean-agile-back/9780135782002/ch01.xhtml> [Consulta: 26/10/2021]
- Hilbert, M. (2017). *The real origins of the Agile Manifesto*. <https://www.red-gate.com/blog/database-devops/real-origins-agile-manifesto> [Consulta: 08/11/2021]
- Mistry, A. (2019). *12 Core Practices In Extreme Programming XP* <https://www.c-sharpcorner.com/article/12-core-practices-in-xp/> [Consulta: 11/01/2022]
- Project Management Institute, Agile Alliance (2018). *Guía práctica de ágil*. Pensilvania: Project Management Institute.
- Mkrtchyan R. (2019) *The code and fix model* <https://productcoalition.com/the-code-and-fix-model-2cabd4c48166> [Consulta: 02/11/2021]
- Winston R. (1970). *Managing the development of large software systems*. <http://www-scf.usc.edu/~csci201/lectures/Lecture11/royce1970.pdf> [Consulta: 08/11/2021]
- Schwaber, K. (2004). *Agile project management with Scrum*. Redmond, WA: Microsoft Press.
- Sharp, H.; Robinson, H. (2004). *An Ethnographic Study of XP Practice*. Boston: Kluwer Academic Publishers; Empirical software engineering: an international Journal; Vol 9; p.353-375
- Shenhar, A. ; Dvir, D. (2007). *Reinventing Project Management: The Diamond Approach to Successful Growth and Innovation*; Harvard Business School Press; Boston; MA.
- Sliger, M. (2011). *Agile project management with Scrum*. Paper presented at PMI® Global Congress 2011; North America; Dallas; TX; Newtown Square; PA: Project Management Institute.
- Sosa, C. (2019). *¿Cuál es la diferencia entre una compañía IT y una de software?*  
<https://es.quora.com/Cu%C3%A1-es-la-diferencia-entre-una-compa%C3%B1a-IT-y-una-de-software> [Consulta : 13/01/2022]

- Stoica, M. ; Mircea, M. ; Ghilic-micu, B. (2013). *Software Development: Agile vs. Traditional* Bucharest: INFOREC Association Informatica economica, Vol.17 (4/2013), p.64-76
- Sutherland, J. ; Schwaber, K. (2020). *La guía de Scrum. La guía definitiva de scrum: Las reglas del juego* <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-Latin-South-American.pdf> [Consulta: 04/01/2022]
- Žužek, T.; Gosar, Ž.; Kušar, J.; Berlec, T. (2020). *Adopting Agile Project Management Practices in Non-Software SMEs: A Case Study of a Slovenian Medium-Sized Manufacturing Company*. Sustainability 2020; 12; 9245; Ljubljana; Slovenia.
- Wijewardena, T. (2011). *Do you dare to ask your HR Manager to practice KANBAN?* Exilesoft ( Pvt.); Ltd. Colombo; Sri Lanka
- Tormental Fasteners Management. *Historia de Kanban* <https://www.tormetal.com/blog/historia-del-kanban/> [Consulta : 06/01/2022]
- Toro, A.; Cardona Benjumea, L. (2010). *Estado del arte de la ingeniería del software en el ámbito nacional e internacional de acuerdo a organizaciones que tratan la disciplina*. Tesis. Bogotá: Universidad católica popular del Risaralda, Facultad de ciencias básicas e ingenierías.
- Wikipedia: *Desarrollo ágil de software* [https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo\\_%C3%A1gil\\_de\\_software](https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_%C3%A1gil_de_software) [Consulta: 06/02/2022]
- Wikipedia: *Modelo en cascada* [https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo\\_en\\_cascada](https://es.wikipedia.org/wiki/Desarrollo_en_cascada) [Consulta: 04/11/2021]
- Web of science <https://www.webofscience.com> [Consulta : 01/05/2022 – 30/07/2022]

#### REFERENCIAS UTILIZADAS EN EL APARTADO-PROFUNDIZACIÓN DE LAS REFERENCIAS

1. Nafisah, S. R. ; Suzianti, A. ; Ardi, R. (2019). *Risk Analysis of Agile Framework in Project Management Exploration Drilling in Oil and Gas Sector*; 1st International Conference On Industrial And Manufacturing Engineering; 505; 1-8.
2. Gromova, E. A. (2019). *Agile Project Management as a Catalyst for the Russian Industry Development*; Emerging Trends In Mechanical Engineering 2018; 2080; 060003.
3. Weber, J.; Foerster, D.; Staebler, M.; Paetzold, K. (2017). *Adapt! - Agile Project Management Supported by Axiomatic Design*; 11th International Conference On Axiomatic Design (2017); 127; 01018.
4. Lappi, T.; Aaltonen, K. (2017). *Project governance in public sector agile software projects*; International Journal Of Managing Projects In Business; 10; 293-294.
5. Dursun, M.; Goker, N.; Mutlu, H. (2019). *A Fuzzy Decision Aid for Evaluating Agile Project Management Performance Indicators*; International Conference On Numerical Analysis And Applied Mathematics (icnaam-2018); 2116; 450031.
6. Arefazar, Y.; Nazari, A.; Hafezi, M.; Maghool, S. (2022). *Prioritizing agile project management strategies as a change management tool in construction projects*; International Journal Of Construction Management; 22; 1-12.
7. Almeida, F.; Simoes, J., (2021). *Leadership Challenges in Agile Environments*; International Journal Of Information Technology Project Management; 12; 30-44.
8. Hassan, A.; Younas, S.; Bhaumik, A. (2020). *Exploring an Agile Plus Approach for Project Scope, Time, and Cost Management*; International Journal Of Information Technology Project Management; 11; 72-89.

9. Dursun, M.; Goker, N.; Mutlu, H. (2020). *A cognitive map integrated intuitionistic fuzzy decision-making procedure for provider selection in project management*; Journal Of Intelligent & Fuzzy Systems; 39; 6645-6655.
10. Mostafa, S.; Sanchez, M.; Dumrak, J.; Hadjinicolaou, N. (2020). *Lean and agile project management concepts in the project management profession*; Project Management Research And Practice; 6; 1-10.
11. Gromova, A. (2018). *Agile management in the context of Russian industrial sector*; 22nd International Conference On Innovative Manufacturing Engineering And Energy - Imane&E ; 178; 08007.
12. Ju, X.; Ferreira, F.; Wang, M. (2020). *Innovation, agile project management and firm performance in a public sector-dominated economy: Empirical evidence from high-tech small and medium-sized enterprises in China*; Socio-Economic Planning Sciences; 72; 100779.
13. Abramov, A. (2020). *Agile methodology of well pad development*; Journal Of Petroleum Exploration And Production Technology; 10; 3483-3496.
14. Muhammad, U.; Nazir, T.; Muhammad, N.; Maqsoom, A.; Nawab, S.; Fatima, S. Tamkeen; S., Khuram; B., Faisal S. (2021). *Impact of agile management on project performance: Evidence from I.T sector of Pakistan*; Plos One; 16; e0249311.
15. Wohlrab, R.; Pelliccione, P.; Knauss, E.; Larsson, M. (2019). *Boundary objects and their use in agile systems engineering*; Journal Of Software-Evolution And Process; 31; e2166.
16. Barroca, L.; Sharp, H.; Salah, D.; Taylor, K.; Gregory, P. (2018). *Bridging the gap between research and agile practice: an evolutionary model*; International Journal Of System Assurance Engineering And Management; 9; 326-334.
17. Ormeno Zender, Y.; Garcia de Soto, B. (2021). *Use of Scrum in the rehabilitation of a commercial building in Peru*; Construction Innovation-England; 21; 145-163.
18. Hoffmann, D.; Ahlemann, F.; Reining, S. (2020). *Reconciling alignment, efficiency, and agility in IT project portfolio management: Recommendations based on a revelatory case study*; International Journal Of Project Management; 38; 124-136.
19. Khan, Ahmed M.; Blackburn, Timothy D. (2021). *AUTILE Framework: An AUTOSAR Driven Agile Development Methodology to Reduce Automotive Software Defects*; IEEE Systems Journal; 15; 3283-3290.
20. Odusanya, S.; Ochoa, J. J.; Chileshe, N.; Ahn, S. (2021). *Linking complexity factors and project management approaches to performance: an embedded single case study of IT-enabled change projects in Australia*; International Journal Of Managing Projects In Business; 14; 1504-1528.
21. Sardjono, W.; Selviyanti, E.; Tohir, M.; Azizah, R. (2021). *The effect of the Covid 19 pandemic on the development of the knowledge graph as an integrated recovery accelerator*; 2nd International Conference On Physics And Mathematics For Biological Science (2nd Icopamb); 1832; 8-9.
22. Pashchenko, D. (2020). *Digitalization in Software Engineering and IT Business*; International Journal Of Software Science And Computational Intelligence-Ijssci; 12; 1-14.
23. Camara, R.; Pedron, Cristiane D.; Chaves, M. (2021). *Using social media to promote knowledge sharing in information technology projects: a systematic review and future research agenda*; Revista Gestao & Tecnologia-Journal Of Management And Technology; 21; 203-229.

24. Puche-Regaliza, J.; Jimenez, A.; Arranz-Val, P. (2020). *Diagnosis of Software Projects Based on the Viable System Model*; Systemic Practice And Action Research; 33; 215-236.
25. Ganguly, A.; Chatterjee, D.; Rao, V. (2017). *Evaluating the Risks Associated with Supply Chain Agility of an Enterprise*; International Journal Of Business Analytics; 4; 15-34
26. Valdez, A.; Cortes, G.; Castaneda, S.; Vazquez, L.; Medina, J.; Haces, G. (2017). *Development and Implementation of the Balanced Scorecard for a Higher Educational Institution using Business Intelligence Tools*; International Journal Of Advanced Computer Science And Applications; 8; 10.
27. Tezel, A.; Koskela, L.; Aziz, Z. (2018). *Current condition and future directions for lean construction in highways projects: A small and medium-sized enterprises (SMEs) perspective*; International Journal Of Project Management; 36; 267-286.
28. Mostafa, S.; Tam, W.; Dumrak, J.; Mohamed, S. (2020). *Leagile Strategies for Optimizing the Delivery of Prefabricated House Building Projects*; International Journal Of Construction Management; 20; 867-881.
29. Shepherd, M.; Turner, J. A.; Small, B.; Wheeler, D. (2020). *Priorities for science to overcome hurdles thwarting the full promise of the 'digital agriculture' revolution*; Journal Of The Science Of Food And Agriculture; 100; 5083-5092.
30. Jain, V.; Ajmera, P. (2021). *Modelling the enablers of industry 4.0 in the Indian manufacturing industry*; International Journal Of Productivity And Performance Management; 70; 1233-1262.
31. Sahoo, S. (2021). *Aligning operational practices to competitive strategies to enhance the performance of Indian manufacturing firms*; Benchmarking-An International Journal; 28; 131-165.
32. Vidmar, M. R.; Vermeulen, A.; Williams, N.; Dines, J. (2020). *New Space and Agile Innovation: Understanding transition to open innovation by examining innovation networks and moments*; Acta Astronautica; 167; 122-134.
33. Mailliez, M.; Hosseini, S.; Battaia, O.; Roy, R. N. (2020). *Decision Support System-like Task to Investigate Operators' Performance in Manufacturing Environments*; Ifac Papersonline; 53; 324-329.
34. Arias-Perez, J.; Velez-Ocampo, J.; Cepeda-Cardona, J. (2021). *Strategic orientation toward digitalization to improve innovation capability: why knowledge acquisition and exploitation through external embeddedness matter*; Journal Of Knowledge Management; 25; 1319-1335.
35. Narwane, V. S.; Raut, R. D.; Yadav, V. S.; Cheikhrouhou, N.; Narkhede, B. E.; Priyadarshinee, P. (2021). *The role of big data for Supply Chain 4.0 in manufacturing organisations of developing countries*; Journal Of Enterprise Information Management; 34; 1452-1480.
36. Wang, H.; Fang, F. (2020) *Research on E-Commerce Supply Chain Design Based on MVC Model and Virtual Image Technology*; Ieee Access; 8; 98295-98304.

## GLOSARIO

Sirva este apartado como diccionario técnico para conceptos contenidos en este documento. La utilidad de estas definiciones es aportar de una manera escueta y sencilla conceptos que, de manera general, tienen una explicación más concreta a lo largo del documento.

- Actividad -Dentro de la metodología Kanban, en el contexto de un flujo de trabajo, actividades identificadas se realizan en los elementos de trabajo que se encuentran en los estados apropiados; las actividades a menudo mueven los elementos de trabajo de un estado a otro. Las actividades y sus correspondientes estados típicamente corresponden a las columnas de un tablero Kanban.
- Ágil - La capacidad de crear y responder al cambio, con el fin de mantener la rentabilidad en un entorno empresarial turbulento, o la capacidad de equilibrar la flexibilidad y la estabilidad.
- APM (Agile Project Management) - Es un enfoque que busca flexibilidad, simplicidad e iteraciones en cortos períodos de tiempo y agrega valor de manera incremental.
- Cascada - Enfoque metodológico que consiste en ordenar de forma lineal las distintas etapas que se debe seguir al momento de desarrollar un proyecto.
- Cadencia – En la metodología Kanban, una revisión o reunión que proporciona retroalimentación a partir de uno o más servicios. Cadencia también se refiere al período de tiempo entre las revisiones.
- Calle - Un carril horizontal en un tablero Kanban que cruza dos o más columnas y a lo largo del cual fluyen las tarjetas.
- Coste de demora - La diferencia entre el beneficio (por ejemplo, el valor actual neto o los beneficios de ciclo de vida) que estaría disponible de un producto, iniciativa o elemento de trabajo si se completó sin demora y el beneficio si se retrasó en un período de tiempo.
- Coste del Retraso - La tasa a la cual el valor de un producto, iniciativa o elemento de trabajo disminuye cuando su entrega se retrasa, es decir, el coste de demora por unidad de tiempo.
- Eficiencia de los recursos - La relación entre la cantidad de tiempo que un recurso (por ejemplo, una persona) está trabajando activamente en un elemento de trabajo y el tiempo total disponible de ese recurso.
- Eficiencia del flujo - La relación entre el tiempo dedicado a trabajar en un elemento (Touch Time) y el Tiempo de proceso total.
- Equipo de desarrollo o equipo de trabajo – Persona o grupo de personas encargadas de realizar el trabajo impuesto por el dueño del producto en cada iteración de trabajado dentro de la técnica de Scrum.
- Flujo de trabajo - La secuencia de actividades y / o estados de un elemento de trabajo que llevan a entregar productos o servicios.
- Historias de usuario – Registro de lecciones aprendidas realizadas en cada iteración dentro de la metodología Scrum.
- Increment- Es un peldaño concreto hacia el Objetivo del Producto. Cada Increment se suma a todos los Increments anteriores y se verifica minuciosamente, lo que garantiza que todos los Increments funcionen juntos. Para proporcionar valor, el Increment debe ser utilizable (Sutherland, Schwaber, 2020).

- Kanban - Un método para definir, gestionar y mejorar los servicios que ofrecen trabajo basado en conocimiento.
- Metodología - Conjunto de procedimientos racionales utilizados para alcanzar el objetivo o la gama de objetivos que rige una investigación científica, una exposición doctrinal o tareas que requieran habilidades, conocimientos o cuidados específicos.
- Método de codificar y corregir – Proceso cíclico de creación de software que se basa en la programación de código y la posterior corrección hasta obtener el resultado esperado.
- Método evolutivo – Este método parte de una implementación inicial e ir refinándola a través de diferentes versiones hasta desarrollar un sistema software que satisfaga todos los requerimientos del cliente.
- Método espiral – Proceso para obtener producto software en iteraciones, repitiendo las fases del modelo en cascada para generar prototipos hasta llegar al producto final.
- Método Monte Carlo - Una amplia clase de algoritmos computacionales basados en un muestreo aleatorio repetido para obtener resultados numéricos.
- Product owner – Persona encargada dentro del marco de trabajo Scrum de la relación entre cliente y el equipo de desarrolladores. Debe ser capaz de hablar con fluidez tanto sobre temas de negocio como de desarrollo del producto.
- Política – Una descripción explícita de una conducta esperada o una restricción del proceso.
- Principios directores – En el contexto de Kanban, una agenda (o programa para el cambio) es una llamada imprescindible a la acción basada en las necesidades de la organización.
- Product Backlog – Es una lista emergente y ordenada de lo que se necesita para mejorar el producto. Es la única fuente del trabajo realizado por el Scrum Team, (Sutherland, Schwaber, 2020).
- Rendimiento – El número de elementos de trabajo que se encuentran en un sistema o subsistema por unidad de tiempo, o bien terminados o descartados.
- Sistema – Dentro de la metodología Kanban se trata de una construcción compleja y dinámica o una comunidad de partes a través de la cual personas, materiales, información y flujos de energía, cambian y sufren cambios.
- Scrum – Técnica o framework del entorno ágil que permite obtener productos o servicios de calidad en entornos con gran variación del alcance. Cuenta con unos roles definidos, una mentalidad, unos valores y unas técnicas de aplicación.
- Scrum master – Persona encargada dentro de Scrum del control de las técnicas de aplicación sobre el equipo. Se trata de una persona con amplia experiencia del conocimiento en Scrum. El Scrum máster es un facilitador del trabajo para el proyecto, resolviendo posibles trabas organizativas y generando un correcto clima de trabajo.
- Sprint Backlog - Se compone del Objetivo del Sprint (por qué), el conjunto de elementos del Product Backlog seleccionados para el Sprint (qué), así como un plan de acción para entregar el Increment (cómo), (Sutherland, Schwaber, 2020).
- Tablero Kanban - Un tablero con una presentación visual de las tarjetas en un sistema kanban.
- Tarjeta – En Kanban se trata de una representación visual de un elemento de trabajo
- WiP (Work in Progress) o trabajo en curso - En la metodología Kanban es define como el conjunto de elementos que están dentro del sistema en cuestión en cualquier momento en el tiempo, así como el número de estos artículos

