



# Implantación de un ERP en la empresa “DMP Aeronautic & Space”

**Gerard Martínez Cañete**

Grado de Ingeniería Informática  
Sistemas de información integrados (ERP)

**José Luis González García**  
**María Isabel Guitart Hormigo**

Junio 2021



Esta obra está sujeta a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada [3.0 España de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

© (Gerard Martínez Cañete)

Reservados todos los derechos. Está prohibido la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la impresión, la reprografía, el microfilme, el tratamiento informático o cualquier otro sistema, así como la distribución de ejemplares mediante alquiler y préstamo, sin la autorización escrita del autor o de los límites que autorice la Ley de Propiedad Intelectual.

## FICHA DEL TRABAJO FINAL

<b>Título del trabajo:</b>	<i>Implantación de un sistema ERP en la empresa “DMP Aeronautic &amp; Space”</i>
<b>Nombre del autor:</b>	<i>Gerard Martínez Cañete</i>
<b>Nombre del consultor/a:</b>	<i>Jose Luis González García</i>
<b>Nombre del PRA:</b>	<i>Maria Isabesl Guitart Hormigo</i>
<b>Fecha de entrega (mm/aaaa):</b>	06/2021
<b>Titulación:</b>	<i>Grado en Ingeniería Informática</i>
<b>Área del Trabajo Final:</b>	<i>Sistemas Integrados de Información (ERP)</i>
<b>Idioma del trabajo:</b>	<i>Castellano</i>
<b>Palabras clave</b>	<i>ERP, PYME, Lean Manufacturing</i>

**Resumen del Trabajo (máximo 250 palabras):** *Con la finalidad, contexto de aplicación, metodología, resultados y conclusiones del trabajo.*

Este Trabajo Final de Grado trata del estudio de implantación de un sistema ERP en una empresa dedicada a los mecanizados de alta precisión llamada “DMP Aeronautic & Space” siguiendo las cuatro fases que componen el ciclo de vida de la implantación de un ERP: adopción, selección, implantación y puesta en marcha.

En primer lugar, se pretende analizar la estructura de la empresa, sus procesos internos y la situación actual con el objetivo de detectar si existen deficiencias y qué necesidades hay para establecer los requisitos que debe cumplir el ERP.

A continuación, se realizará un estudio de mercado de aquellos ERP que cumplan los requisitos y se escogerá el que mejor se ajuste utilizando un sistema de puntuación.

Una vez seleccionado el sistema más adecuado, se marcará un plan de trabajo para su implantación que deberá incluir aquellas medidas de gestión del cambio que se consideren adecuadas.

Finalmente, se realizará un análisis post implantación para evaluar si se han cumplido los objetivos marcados al inicio y las líneas futuras de trabajo en caso de ser necesario.

**Abstract (in English, 250 words or less):**

This Final Degree Project deals with the study of the implementation of an ERP system in a company dedicated to high precision machining called "DMP Aeronautic & Space" following the four phases that make up the life cycle of the implementation of an ERP: adoption, selection, implementation, and start-up.

First, the aim is to analyze the company's structure, its internal processes, and the current situation in order to detect any deficiencies there might be and the organization's needs in order to establish the requirements to be met by the ERP.

Next, a market study of those ERPs that meet the requirements will be carried out and the one that best fits will be chosen using a scoring system.

Once the most suitable system has been selected, a work plan will be drawn up for its implementation, which must include those management measures considered to be most appropriate.

Finally, a post-implementation analysis will be carried out in order to evaluate whether the objectives set at the beginning have been met and the future lines of work, if necessary.

## AGRADECIMIENTOS

Después de muchos años de esfuerzo y sacrificio, de dar vueltas de aquí para allá, tanto académica como profesionalmente, consigo cerrar esta etapa como estudiante del Grado de Ingeniería Informática.

Afortunadamente, he podido contar con gente a mi alrededor que me han apoyado y han hecho que el camino fuera más llevadero.

En primer lugar, debo darle las gracias a mi pareja, Tamara. Su apoyo incondicional a lo largo de estos años me ha dado fuerzas y gracias a ella, alcanzar todos los objetivos que nos hemos propuesto.

Han sido muchos sacrificios y muchos momentos duros los que hemos pasado juntos y ella siempre ha estado a mi lado, ayudándome, descargándome de muchas obligaciones y renunciando a muchas cosas, lo que me ha permitido dedicarle el tiempo que requiere un Grado como este.

Agradecer a mi familia, en particular a mi madre, que siempre me ha animado a seguir con lo que parecía una quimera y que finalmente se ha hecho realidad; y a mis abuelos, por darme tantas oportunidades para progresar y enseñarme tanto.

En cuanto a la UOC, he tenido la suerte de contar con Montse Fernández como tutora, y, semestre tras semestre me ha guiado, orientado, resuelto todas mis dudas y me ha animado para seguir superándome. De verdad, que ha sido un placer contar con ella como tutora.

También he tenido la suerte de tener a Jose Luis González como tutor de este TFG. Como él bien sabe, este semestre ha sido muy duro, tanto a nivel personal como profesional hasta el punto de plantearme posponer la entrega un semestre cuando ya tenía más de la mitad hecho. Jose Luis me permitió disponer de cierta flexibilidad para las entregas y siempre ha sido muy rápido en las respuestas de cualquier duda que haya tenido. Sin su comprensión, posiblemente este trabajo no se hubiera entregado este semestre.

Finalmente, agradecer a todos aquellos que no he mencionado, pero de un modo u otro han colaborado a lo largo de esta etapa que finalmente llega a su fin.

A todos vosotros GRACIAS

Gerard

# Índice

1. <i>Introducción</i> .....	1
1.1 Contexto y justificación del Trabajo .....	1
1.2 Objetivos del Trabajo.....	1
1.3 Enfoque y método seguido.....	2
1.4 Planificación del Trabajo .....	3
1.5 Breve resumen de productos obtenidos .....	5
1.6 Breve descripción de los otros capítulos de la memoria .....	5
2. <i>Descripción de la empresa</i> .....	6
2.1 Historia de la empresa.....	6
2.2 Situación actual .....	6
2.3 Organización de la empresa .....	7
2.4 Inventario tecnológico.....	8
2.5 Problemas detectados.....	9
3. <i>Análisis de requisitos del sistema ERP</i> .....	11
3.1 Requisitos funcionales.....	11
3.2 Requisitos no funcionales .....	12
3.3 Requisitos específicos por departamento.....	12
4. <i>Estudio de mercado de los sistemas ERP</i> .....	14
4.1 Criterios de selección .....	14
4.1.1 Comparativa ERP Cloud – ERP on-premise .....	14
4.1.2 Comparativa ERP Libre – ERP Propietario .....	15
4.1.3 Comparativa ERP a Medida – ERP Predefinido.....	15
4.1.4 Comparativa ERP Vertical – ERP Horizontal.....	16
5. <i>Proceso de selección del ERP a implantar</i> .....	17
5.1 Criterios para la elección del ERP .....	17
5.2 Principales ERP disponibles en el mercado .....	19
5.2.1 SAP Business One .....	20
5.2.2 Odoo.....	22
5.2.3 Holded.....	24
5.3 Proceso de puntuación (scoring) ERP analizados .....	25
5.4 Elección del ERP .....	27
5.5 Selección del proveedor .....	27
6. <i>Gestión del cambio</i> .....	30
6.1 Plan de comunicación .....	32
6.2 Plan de formación.....	33

7. Proceso de implantación del ERP .....	34
7.1 Metodología .....	34
7.2 Grupo de trabajo del proyecto.....	34
7.3 Fases de implantación.....	36
7.3.1 Inicio .....	36
7.3.2 Planificación y estimación .....	36
7.3.3 Implementación.....	37
7.3.4 Revisión y retrospectiva.....	37
7.3.5 Lanzamiento.....	37
7.3.6 Seguimiento y soporte .....	38
7.4 Calendario de implantación.....	39
7.5 Análisis de riesgos.....	42
7.6 Análisis de costes .....	43
8. Post implantación del ERP.....	44
8.1 Tareas post implantación del ERP.....	44
8.2 Acciones futuras .....	45
9. Conclusiones .....	46
10. Glosario .....	49
11. Bibliografía.....	51
12. Anexos.....	57
Anexo 1. Comparación de metodologías para la implantación de la solución ERP.....	57
1.1 Cascada o Waterfall.....	57
1.2 Metodologías propias de desarrolladores ERP .....	58
1.3 Metodologías ágiles.....	60
Anexo 2. Modificación de la planificación inicial para ajustarla a los imprevistos surgidos a lo largo del desarrollo del TFG .....	62

## Lista de figuras

Ilustración 1- Diagrama de Gantt planificación proyecto.....	4
Ilustración 2- Ubicación empresa.....	6
Ilustración 3- Organigrama empresa .....	8
Ilustración 4- Ponderación de los criterios de selección .....	19
Ilustración 5- Logo SAP Business One.....	20
Ilustración 6- Módulos SAP B1 .....	20
Ilustración 7- Interfaz SAP B1 .....	21
Ilustración 8- Logo Odoo y sus módulos .....	22
Ilustración 9- Interfaz Odoo.....	22
Ilustración 10- Módulos Odoo a contratar .....	23
Ilustración 11- Logo Holded .....	24
Ilustración 12- Interfaz Holded .....	24
Ilustración 13- Precios Holded .....	24
Ilustración 14- Resumen resultados Scoring.....	27
Ilustración 15- Packs de éxitos en línea de Odoo .....	28
Ilustración 16- QubiQ empresa proveedora .....	28
Ilustración 17- Packs implantación Odoo de QubiQ .....	29
Ilustración 18- Beneficios Cloud Odoo de QubiQ.....	29
Ilustración 19- Tarifas Cloud Odoo QubiQ .....	29
Ilustración 20- Gestión del cambio.....	30
Ilustración 21- Procesos y reuniones Scrum <sup>[49]</sup> .....	35
Ilustración 22- Calendario de implantación ERP.....	40
Ilustración 23- Diagrama de Gantt.....	41
Ilustración 24- Ciclo de vida desarrollo en cascada.....	57
Ilustración 25- Fases del proyecto de la metodología ASAP .....	58
Ilustración 26- Estructura AIM.....	59
Ilustración 27- Metodología Sure Step .....	60
Ilustración 28- Tablero Kanban.....	61
Ilustración 29- Diagrama Gantt modificado .....	63

## Lista de tablas

Tabla 1- Calendario planificación TFG .....	3
Tabla 2- Comparativa ERP Cloud y On-premise .....	14
Tabla 3- Comparativa ERP Libre y Propietario .....	15
Tabla 4- Comparativa ERP a medida y predefinido .....	15
Tabla 5- Comparativa ERP Horizontal y Vertical .....	16
Tabla 6- Criterios económicos .....	17
Tabla 7- Criterios funcionales .....	18
Tabla 8- Criterios técnicos .....	18
Tabla 9- Características del proveedor.....	19
Tabla 10- Puntuación ERPs analizados .....	26
Tabla 11- Resumen puntuación ERPs .....	26
Tabla 12- Planes Gestión del Cambio .....	31
Tabla 13- Calendario de implantación ERP .....	39
Tabla 14- Principales riesgos identificados .....	42
Tabla 15- Resumen de costes .....	43
Tabla 16- Calendario planificación TFG modificado .....	62

# 1. Introducción

## 1.1 Contexto y justificación del Trabajo

La transformación digital permite a las empresas que la adoptan potenciar su eficiencia, reducir costes, facilitar la toma de decisiones y generar nuevas oportunidades entre otras muchas ventajas.

Sin embargo, se trata de un proceso que requiere de un cambio de mentalidad de los implicados, de modo que posibilite adaptar nuevos procesos de negocio y ofrecer nuevos valores a sus clientes.

En esta línea se enfoca el presente Trabajo Fin de Grado <sup>[1][2][3]</sup>, donde mediante el estudio de la implantación de un sistema ERP en la empresa “DMP Aeronautic & Space” se pretende conseguir una optimización de los procesos de la cadena de valor de la empresa y ser más competitivos.

DMP es una pequeña empresa fundada en 2015 y que ya tiene su lugar dentro la industria aeroespacial y de defensa nacional e internacional, fabricando mecanizados de alta precisión para clientes como Indra, Airbus o IberEspacio.

Actualmente la gestión de pedidos, la de producción y el control de almacenes se realizan de forma manual, lo que evita que la información fluya entre departamentos y dé lugar a duplicidades y errores con las consecuentes pérdidas asociadas y la carga de trabajo extra que conlleva su solución.

Por otro lado, la empresa tiene externalizados los servicios de tributos, facturación y nóminas con una gestora, por lo que sería interesante asumir estas tareas y así reducir costes.

El sistema ERP escogido deberá ajustarse a las necesidades que se detecten a través de entrevistas tanto con personal directivo como con trabajadores de diferentes departamentos para obtener una solución integral que permita un flujo de información entre departamentos y una mayor eficiencia en los procesos.

Además, la migración de los datos procedentes de los actuales métodos de gestión utilizados hacia el futuro ERP implementado supondrá un reto, pues se trata de información dispersa en múltiples formatos que deberá ser recopilada y procesada para adaptarse al nuevo sistema.

## 1.2 Objetivos del Trabajo

El principal objetivo que cumplir en este trabajo es la implementación de un ERP que permita cubrir las necesidades detectadas en la empresa escogida, a la vez que se impulsa un cambio de mentalidad en la organización que facilite llevar a cabo la transformación digital, reducir costes y así mejorar su competitividad <sup>[4]</sup>. Para conseguirlo, se han establecido los siguientes objetivos:

- Aplicar lo aprendido a lo largo del Grado de Ingeniería Informática, especialmente en aquellas asignaturas de la rama SI/TI, más relacionadas con la temática de este proyecto.

- Establecer una planificación para el proyecto y cumplirla, con posibilidad de modificarla para sobrevenir posibles circunstancias adversas.
- Realizar un análisis de la empresa para detectar las necesidades y sus posibles deficiencias para proponer la solución más idónea.
- Adecuar los sistemas informáticos a las necesidades reales de trabajo.
- Aprender sobre el proceso de implementación de un ERP en una empresa real.
- Llevar a cabo un estudio de mercado de los principales ERP y los módulos disponibles más adecuados y hallar la solución que mejor se adapte a las necesidades marcadas por la empresa, así como al presupuesto disponible.
- Integración total entre la línea de producción, almacén y la gestión de pedidos para mejorar el flujo de trabajo.
- Centralizar el trabajo en una única aplicación, con base de datos única que evite las duplicidades y los extravíos.
- Reducir tiempos de respuesta, sobre todo en tareas administrativas y de gestión, gracias a la automatización de procesos.
- Obtener información detallada y fidedigna para el seguimiento de los pedidos y el estado de la producción en tiempo real y a distancia.
- Implementar mejoras en los procesos internos de la empresa.
- Mejorar la comunicación entre departamentos de la organización.
- Lograr una reducción de costes y aumento de la competitividad a partir de las medidas adoptadas.

### 1.3 Enfoque y método seguido

El ciclo de vida de los sistemas ERP se divide en 4 fases<sup>[5]</sup>: adopción, selección, implantación y puesta en marcha. Este TFG pretende acometer las tareas contenidas en cada fase con una agrupación diferente. Esto permitirá mayor flexibilidad y facilitar la planificación en tareas más concretas.

Con esta idea el presente proyecto de implantación de un sistema de ERP se distribuirá en las siguientes fases<sup>[6][7]</sup>:

- **Fase 1:** Se establecen los objetivos y aquellos objetivos que se pretende alcanzar mediante la adopción de un sistema ERP en la empresa. También se realiza una planificación inicial de las tareas a ejecutar con su correspondiente temporización.
- **Fase 2:** Se realiza un análisis multidimensional de la empresa en la que se implantará el ERP para contextualizar el caso. Se debe tener en cuenta el estado actual de la empresa en cuanto a estructura, organización, recursos y los principales procesos internos que forman parte de su cadena de valor.
- **Fase 3:** Se determinan los requisitos y funcionalidades que el sistema ERP debe tener de acuerdo con las necesidades de la empresa.
- **Fase 4:** Se efectúa un estudio de mercado con los diferentes ERP que cumplan los requisitos obtenidos y se elige el más adecuado siguiendo un proceso de puntuación o *scoring* según unos parámetros marcados.
- **Fase 5:** Se planifica la implantación del ERP, las tareas que comportarán esta fase y los plazos de actuación para cada una de ellas. También se realiza la migración de aquellos datos existentes en otros formatos.

- **Fase 6:** Se realiza el estudio de la post-implantación del ERP a partir de las dificultades encontradas a lo largo de las fases anteriores y qué medidas se tomaron o están pendientes de tomar para su solución.

#### 1.4 Planificación del Trabajo

La planificación del trabajo ha sido planteada siguiendo la programación establecida en el aula según entregas parciales en forma de PEC. Tomando estas entregas como hitos, se establece el siguiente calendario con las fechas correspondientes cada tarea:

Entrega	Tarea	Fecha inicio	Fecha fin	Duración (días)
<b>PEC 1</b>	Contexto y justificación del trabajo	17/02/2021	21/02/2021	5
	Objetivos del trabajo	17/02/2021	21/02/2021	5
	Enfoque y método seguido	22/02/2021	25/02/2021	4
	Planificación del trabajo	22/02/2021	25/02/2021	4
	Breve resumen de los productos obtenidos	26/02/2021	27/02/2021	2
	Breve descripción de los otros capítulos	26/02/2021	27/02/2021	2
	Revisión / Margen contratiempos PEC1	28/02/2021	01/03/2021	2
	<b>TOTAL PEC1</b>	<b>17/02/2021</b>	<b>01/03/2021</b>	<b>13</b>
<b>PEC 2</b>	Análisis de la empresa	02/03/2021	09/03/2021	8
	Análisis de requisitos ERP	10/03/2021	17/03/2021	8
	Estudio de mercado	18/03/2021	25/03/2021	8
	Elección ERP	26/03/2021	02/04/2021	8
	Revisión / Margen contratiempos PEC2	03/04/2021	05/04/2021	3
	<b>TOTAL PEC2</b>	<b>02/03/2021</b>	<b>05/04/2021</b>	<b>35</b>
<b>PEC 3</b>	Análisis de riesgos	06/04/2021	08/04/2021	3
	Gestión del cambio	09/04/2021	11/04/2021	3
	Implantación del ERP	12/04/2021	26/04/2021	15
	Post implantación del ERP	27/04/2021	08/05/2021	12
	Revisión / Margen contratiempos PEC3	08/05/2021	10/05/2021	2
	<b>TOTAL PEC3</b>	<b>06/04/2021</b>	<b>10/05/2021</b>	<b>35</b>
<b>PEC 4</b>	Conclusiones	11/05/2021	13/05/2021	3
	Glosario	14/05/2021	15/05/2021	2
	Bibliografía	16/05/2021	17/05/2021	2
	Anexos	18/05/2021	22/05/2021	5
	Revisión final memoria	23/05/2021	26/05/2021	4
	Realización PPT	27/05/2021	29/05/2021	3
	Realización vídeo presentación	30/05/2021	03/06/2021	5
	Realización Autoinforme	04/06/2021	06/06/2021	2
	Revisión / Margen contratiempos PEC4	07/06/2021	08/06/2021	2
	<b>TOTAL PEC4</b>	<b>11/05/2021</b>	<b>08/06/2021</b>	<b>29</b>

Tabla 1- Calendario planificación TFG

Esta planificación es susceptible de ser modificada en función del desarrollo del proyecto, aunque se incluye para cada hito un margen para la revisión de las tareas realizadas y solventar posibles contratiempos.

A continuación, se muestra la planificación en formato de diagrama de Gantt que permite visualizar las actividades a realizar y los plazos estipulados para cada una.

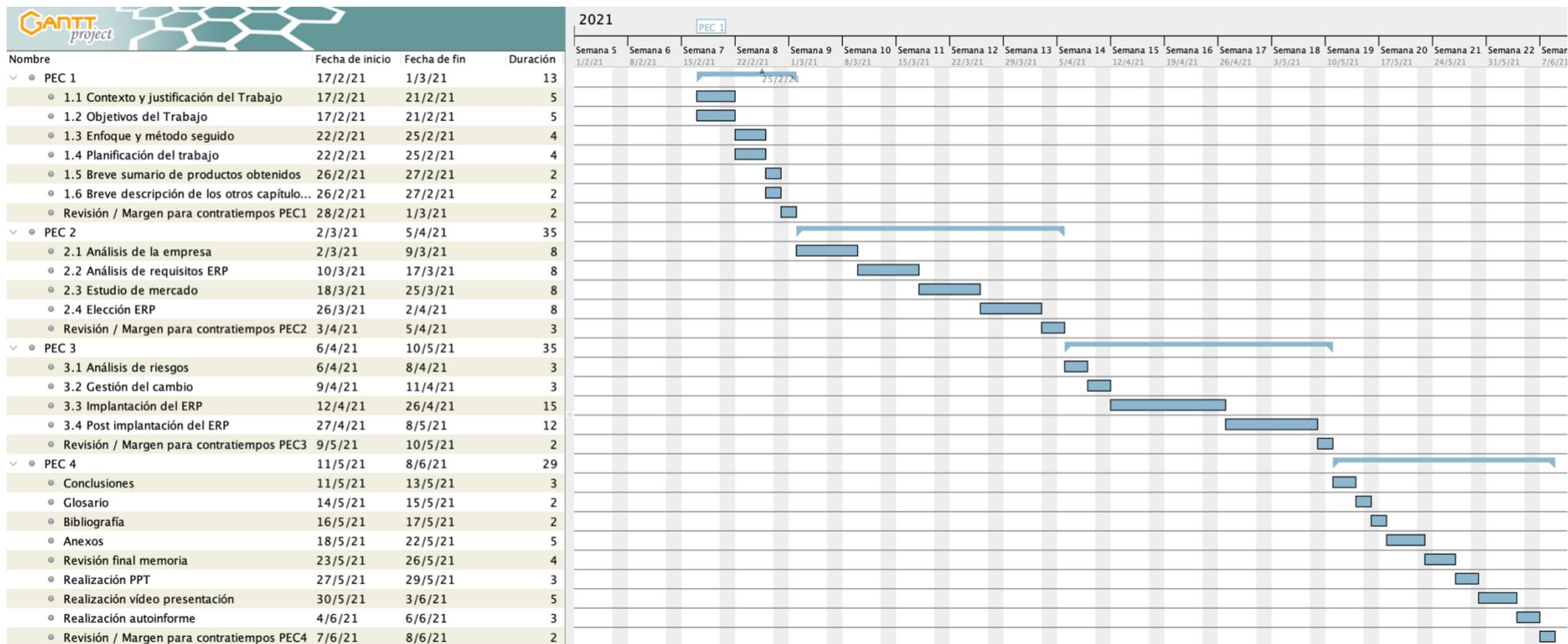


Ilustración 1- Diagrama de Gantt planificación proyecto

## 1.5 Breve resumen de productos obtenidos

La realización de este trabajo supondrá la redacción de una memoria en la cual se describa el desarrollo del proyecto de implementación de un sistema ERP en la empresa “*DMP Aeronautic & Space*”.

En esta memoria se incluirá el estudio del estado actual de la empresa, las deficiencias detectadas y los requisitos que deberá cumplir el nuevo sistema, para seleccionar el más adecuado. También se desarrollarán las fases de implementación del ERP, así como un análisis post implementación en el que se compruebe si se han cubierto las necesidades detectadas y se han cumplido los objetivos establecidos durante la fase inicial de planificación.

Finalmente, este trabajo concluirá con una presentación en formato PowerPoint o similar y un vídeo en la que se exponga de manera resumida el contenido de la memoria para su evaluación ante el Tribunal.

## 1.6 Breve descripción de los otros capítulos de la memoria

1. **Introducción:** En este primer apartado se presenta la justificación del presente trabajo, se exponen los objetivos que se esperan alcanzar y se detalla la planificación a seguir durante su desarrollo.
2. **Descripción de la empresa:** Se hará un estudio de la empresa y su situación actual que incluirá la organización, los recursos disponibles, y los principales procesos.
3. **Análisis de requisitos del sistema ERP:** Mediante la observación y entrevistas con directivos y trabajadores de la empresa se tratará de analizar con el máximo detalle posible cuáles son los requisitos mínimos exigibles y deseables y aquellas funcionalidades que el ERP a implantar debe cumplir.
4. **Estudio de mercado de los sistemas ERP:** Se hará una investigación sobre los principales ERP disponibles en el mercado.
5. **Proceso de selección del ERP a implantar:** Tras realizar el estudio de mercado, se procederá a comparar y puntuar los ERP encontrados para obtener el más adecuado para satisfacer las necesidades de la empresa.
6. **Análisis de riesgos:** Se desarrolla un análisis sobre los riesgos que puede acarrear la implantación del sistema ERP en la organización.
7. **Gestión del cambio:** Se estudia el impacto del ERP en la empresa y se propone un plan de formación y de comunicación al personal afectado.
8. **Proceso de implantación del ERP:** Se ejecuta el proceso de implantación del sistema ERP tal y como ha sido previamente planificado.
9. **Post implantación del ERP:** Tras la puesta en marcha del ERP.
10. **Conclusiones:** Se presenta la tarea realizada y se exponen los resultados, así como los objetivos cumplidos y los que no. En este último caso, se proponen las acciones que podrían haberse realizado y posibles líneas futuras de trabajo.
11. **Glosario:** Listado con aquellos términos y acrónimos más relevantes que se han empleado a lo largo de la memoria.
12. **Bibliografía:** Listado con los recursos utilizados a modo de consulta y que han servido como referencia para desarrollar este proyecto.
13. **Anexos:** Documentación que amplía la presente memoria y se ha considerado importante incluir en el trabajo.

## 2. Descripción de la empresa

### 2.1 Historia de la empresa

DMP Aeronautic & Space es una pequeña empresa ubicada en el municipio de San Fernando de Henares, dedicada a la fabricación de mecanizados de alta precisión y proyectos de ingeniería, principalmente en los sectores aeroespacial y de telecomunicaciones.

La empresa nació en el año 2015, fundada por dos emprendedores con muchos años de experiencia en el sector junto con un tercer socio con mucho bagaje en el ámbito empresarial.



Ilustración 2- Ubicación empresa

A los dos años de actividad fue necesario un cambio de sede debido a que su ubicación inicial no disponía del espacio requerido para toda la maquinaria necesaria para dar respuesta al volumen de pedidos.

A consecuencia del cambio de sede se consiguió una mejora notable en las instalaciones de las oficinas para los departamentos de diseño, ingeniería y administración, además de una sala de reuniones y la creación de zonas de descanso para los trabajadores. En el área de producción se añadieron varias máquinas CNC o Control Numérico Computarizado a las disponibles hasta entonces, además de impresoras 3D, grabadora láser que permitieron ampliar el catálogo de servicios que la empresa ofrecía a sus clientes.

### 2.2 Situación actual

En la actualidad la empresa está formada por los 3 socios fundadores que integran la dirección de la compañía y 18 trabajadores organizados en los diferentes departamentos.

La línea principal del negocio es la fabricación de piezas metálicas mediante el mecanizado de alta precisión. Ésta puede iniciarse de dos maneras distintas:

En primer lugar, el cliente aporta todo el proyecto con los detalles y la empresa lo lanza a producción siguiendo sus instrucciones.

En segundo lugar, el cliente tiene la idea, pero no la ha desarrollado. En este caso, la empresa asume la gestión del proyecto de ingeniería al completo desde su planificación inicial hasta la entrega final del producto al cliente.

Además, DMP se encuentra en fase de crecimiento, con una facturación superior a los 1.5M de € durante el ejercicio 2020 a pesar de la crisis mundial causada por el COVID19 que causó una notable reducción en la producción especialmente durante los meses de confinamiento.

A pesar de ello, este crecimiento ha hecho posible que, a principios del 2021, se haya adquirido otra máquina CNC más al inventario existente, de modo que puedan responder a un mayor volumen de pedidos de manera simultánea.

Sin embargo, desde la dirección se es consciente que existe un gran margen de mejora a partir de la optimización de procesos. Dado que la empresa sigue un modelo de lean *manufacturing*<sup>[8]</sup>, esto puede darse principalmente en aquellos relacionados con la gestión de ofertas y con la compra a proveedores.

Por este motivo se han planteado la adquisición de un ERP que agilice tanto las gestiones administrativas como los procesos antes mencionados y almacene toda la información en un único sistema.

Los principales aspectos por mejorar y que se pretenden optimizar con la implantación del sistema ERP son los siguientes:

- La información está dispersada en varios aplicativos, en los que no existe ningún tipo de integración entre ellos.
- Muchos procesos se realizan manualmente mediante anotaciones en tablas Excel o bases de datos Access.
- Existencia de aplicaciones heredadas.
- Al no tener la información centralizada, suelen ocurrir duplicidades, inconsistencias e incluso pérdidas de datos.
- No existe posibilidad de disponer de información actualizada en tiempo real.

Además, la empresa tiene externalizados los servicios de gestoría para el pago de nóminas e impuestos y los del área de IT. Si bien no se tiene intención de crear un departamento para IT, sí se ha planteado asumir el trabajo que se le deriva a la gestoría haciendo uso de las funcionalidades que ofrece el ERP.

### 2.3 Organización de la empresa

La empresa está formada por un total de 21 personas: 1 apoderado, 2 administradores. Cada uno de ellos se ocupa de una de las ramas principales. Por un lado, José se encarga de la dirección de la gestión administrativa y comercial, y, por otro lado, Rubén de la dirección de las operaciones de diseño y producción. Los 18 trabajadores, pertenecen a diferentes departamentos y están distribuidos de la siguiente manera:

- **Departamento de administración:** 2 empleados. Uno para tareas de secretariado y recepción y otro para gestión de contabilidad.
- **Departamento comercial:** 3 trabajadores. Uno para cada sección dentro del departamento: Compras a proveedores, ventas y relaciones con los clientes y gestión logística.
- **Departamento de producción:** 9 operadores de taller, encargados de la fabricación de piezas mecanizadas.
- **Departamento de diseño e ingeniería:** 1 ingeniero mecánico y 2 técnicos, especializados en el desarrollo de proyectos de ingeniería y diseño asistido por ordenador de las piezas a fabricar.

- **Departamento de calidad:** 2 técnicos encargados de garantizar que todo elemento producido se ajusta a las especificaciones de cada trabajo.

El organigrama de la empresa es el siguiente:

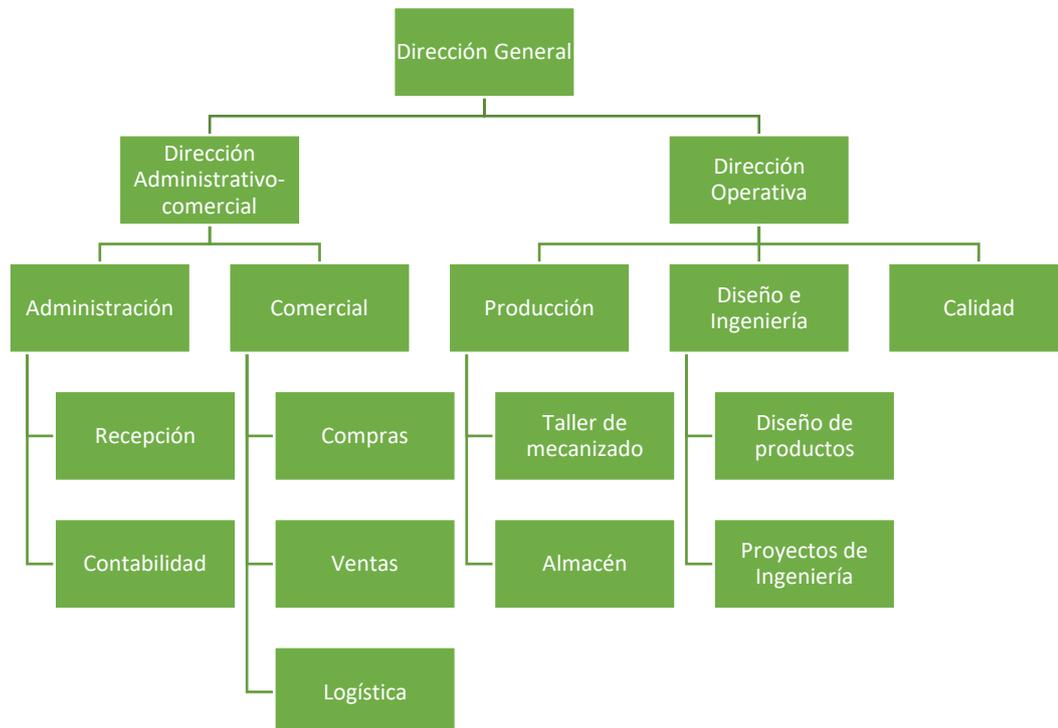


Ilustración 3- Organigrama empresa

## 2.4 Inventario tecnológico

### 2.4.1 Inventario hardware

En cuanto al inventario tecnológico cabe destacar que a nivel hardware disponen de equipos con características más que suficientes para realizar las tareas que les son requeridas.

Al trabajar con programas de diseño gráfico como Autocad o Solidworks, los equipos destinados a este fin disponen de unas características muy superiores a los de administración, por poner un ejemplo. Aun así, estos últimos no tienen más de 3 años de antigüedad, excepto los ubicados en el área de producción.

- 3 equipos con la siguiente configuración:  
Windows 10 Pro  
Intel i5 3.7Ghz  
16Gb RAM  
SSD 500Gb + HD 2Tb  
Tarjeta gráfica Nvidia Quadro P2200 5Gb DDR5X

- 5 equipos con la siguiente configuración:  
Windows 10 Pro  
Intel i5 2.9Ghz  
8Gb RAM  
HD 500Gb
- 2 equipos con la siguiente configuración:  
Windows 10 Pro  
Intel i3 3.9Ghz  
4Gb RAM  
HD 120Gb

#### 2.4.2 Inventario software

El software utilizado requiere actualización, ya que se utiliza software obsoleto y la información se almacena en distintos formatos no compatibles entre si. En este sentido con la implantación del sistema ERP se pretende centralizar el almacenamiento de datos en un único lugar y hacer la información accesible desde cualquier departamento.

El principal software utilizado es el siguiente:

- Windows 10 Pro: Sistema operativo.
- Microsoft Office: Paquete ofimático, versiones 2016 y 2010.
- SolidWorks CAM Professional: Utilizado en los departamentos de ingeniería y diseño para diseñar modelos de las piezas a fabricar.
- Autocad 3D. Igual que el anterior.
- Contaplus élite 2012: Programa de contabilidad, utilizado por el departamento de administración. Está obsoleto y no dispone de actualizaciones ni soporte.

#### 2.5 Problemas detectados

- **Falta de automatización de procesos:** Existen numerosas tareas repetitivas que se realizan de manera manual. La automatización permitiría aumentar la productividad invirtiendo el tiempo en otras labores.
- **Comunicación entre departamentos:** Al tratarse de una pequeña empresa, la interacción entre departamentos se hace de forma verbal. Esto puede dar lugar a malentendidos y no garantiza que la información transmitida corresponde con la que se pretendía hacer llegar.
- **Órdenes de compra:** Se realizan manualmente y su control se hace mediante una hoja de Excel o incluso en una hoja a mano. Esto acarrea problemas de seguimiento, información desactualizada o datos erróneos.
- **Gestión del almacén:** se hace mediante una hoja de Excel que, dado los ritmos elevados de producción, suele estar desactualizada y sólo es accesible desde el ordenador ubicado en este espacio.
- **Seguimiento de la producción:** se hace mediante una pizarra ubicada en el taller, donde se va apuntando en qué fase está cada pedido y la cantidad producida. Esto conlleva errores y dificulta el seguimiento por parte de otros departamentos que necesiten acceder a esta información.

- **Contabilidad:** se lleva a cabo con un programa obsoleto, sin soporte ni actualizaciones. El sistema de archivos utilizado es incompatible con software actual y esto impide el acceso a los datos desde otros equipos, con el consecuente riesgo de pérdida de información.
- **Anotaciones en papel:** En numerosas tareas de procesos clave es necesario realizar anotaciones y éstas suelen ser en formato papel, lo que limitan el acceso a la información por parte de otros departamentos y son susceptibles de perderse.
- **Uso de bases de datos en local:** Las bases de datos utilizadas, principalmente en formato Excel o Access, están almacenadas a nivel local en cada equipo. Esto impide el acceso y modificación a la información ubicada en otros equipos de la red, lo que genera silos de información aislados.
- **Duplicidad de datos:** Para tratar de facilitar el acceso a las bases de datos locales, se crean copias de éstas en otros equipos, lo que produce duplicidad de información que puede estar desactualizada y llevar a errores.
- **Gestión de clientes y proveedores manual:** los datos de éstos se almacenan en una hoja de cálculo, sin embargo, el personal a cargo del departamento comercial y de compras tienen los contactos en sus teléfonos móviles, lo que provoca que el contenido de la base de datos suela estar desactualizado.

## 3. Análisis de requisitos del sistema ERP

### 3.1 Requisitos funcionales

El nuevo sistema ERP a implantar debe cumplir los siguientes requisitos funcionales:

- **Ser una solución única e integrada y que disponga de un espacio común** que permita gestionar todas las áreas del negocio y facilite el flujo de información entre todos los participantes.
- **Ser accesible desde cualquier dispositivo en cualquier lugar.** Incluyendo ordenador, Smartphone o similar que disponga de navegador web y conexión a internet.
- **Almacenar la información en una base de datos única y centralizada.** De modo que la información sea accesible para todos los departamentos y procesos a la vez que se mantiene actualizada, sin duplicidad ni errores y asegurando su consistencia.
- **Permitir la creación de perfiles de usuario específicos**, en función de su departamento y del nivel de responsabilidad asignado.
- **Disponer de un registro** que permita identificar quién y cuándo ha accedido al sistema y a qué información.
- **El sistema debe cumplir con la legislación vigente en materia de protección de datos.** (Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales)<sup>[21]</sup>.
- **Contemplar la legislación vigente en materia tributaria.** La contabilidad debe respetar el Plan General Contable, así como permitir la gestión de los tributos a partir de la generación automática de los correspondientes modelos de Hacienda.
- **Permitir visualizar el stock disponible en el almacén en tiempo real.** La gestión del inventario del almacén debe poder realizarse desde cualquier equipo y la información debe estar actualizada en tiempo real.
- **Implementar un módulo SRM** que permita facilitar el proceso de gestión de proveedores para sustituir la gestión manual que se realiza hasta el momento.
- **Implementar un módulo de compras** que permita la generación automática de órdenes de compra de los materiales necesarios para producir cada pedido a partir de los datos generados por los departamentos de diseño o ingeniería para cada pedido.
- **Generación de informes** a partir de la información contenida en la base de datos y que permita su exportación a diferentes tipos de archivo como PDF, Excel o Word que facilite la interpretación de los datos.
- **Permitir un seguimiento de la producción en tiempo real** que permita comprobar su estado en cualquier momento y desde cualquier lugar.
- **Que sea un sistema modular** y permita añadir y eliminar funciones y herramientas según las necesidades de cada momento. Esto permitirá adaptar el sistema y asumir nuevas funcionalidades en un futuro.
- **Disponer de un módulo CRM** para centralizar toda la información sobre ellos, que permita una mejor gestión y un trato más personalizado.
- **Disponer de un módulo BI** que permita el acceso a un KPI e informes para facilitar la toma de decisiones estratégicas para el negocio<sup>[22]</sup>.

### 3.2 Requisitos no funcionales

Los requisitos no funcionales que debe cumplir el sistema son los siguientes:

- El sistema debe ser **flexible y fácilmente escalable**, que pueda adaptarse a los cambios que se produzcan en la empresa.
- El sistema debe estar **disponible 24/7**.
- El sistema debe poder utilizarse por usuarios con **conocimientos técnicos básicos a nivel de usuario**.
- El sistema debe estar disponible completamente en **castellano**.
- El acceso al sistema debe poder darse desde **cualquier tipo de dispositivo**, ya sea ordenador, Tablet o Smartphone.
- El sistema debe tener la capacidad de realizar copias de seguridad de manera automática y manual, tanto en la nube como en local.
- El sistema debe **bloquear la cuenta de un usuario** tras un número determinado de intentos fallidos de acceso, para evitar el acceso por fuerza bruta.
- El sistema debe **generar alertas** que notifique al administrador responsable para gestionar las posibles incidencias.
- El sistema debe permitir **operar con un mínimo de 20 usuarios simultáneamente**.
- El sistema no debe requerir una inversión inicial muy elevada, es **preferible un pago tipo suscripción**, que se contabilizará como gasto operacional.

### 3.3 Requisitos específicos por departamento

Los departamentos, a su vez, han definido una serie de requisitos que debe cumplir el sistema en su área de trabajo:

Administración:

- Generación de nóminas y facturas.
- Pago de impuestos, con los modelos de Hacienda.
- Gestión de la contabilidad.
- Conexión con entidades bancarias.
- Gestión de RRHH (formación, capacitaciones, permisos y vacaciones...).

Comercial:

- Módulo CRM para potenciar las relaciones con los clientes y permita un trato más personalizado.
- Módulo SRM que ayude en las tareas propias de la gestión de proveedores.
- Debe permitir conocer el estado de la producción de los pedidos que nos hacen los clientes.

#### Logística:

- Gestión de inventario y almacén en tiempo real. Debe permitir conocer en qué estado se encuentra el inventario y mostrar avisos cuando algún ítem esté próximo a acabarse para su reposición.
- Gestión de pedidos que permita realizar el seguimiento de las mercancías hasta su entrega.

#### Producción:

- Seguimiento de la producción en tiempo real.
- Planificar la utilización de cada máquina para cada proyecto y saber qué herramientas serán necesarias y su disponibilidad.

#### Diseño/ingeniería:

- Agrupación de trabajos por proyectos.
- Almacenamiento de los archivos de diseño en cada proyecto.

#### Calidad:

- Gestión de las investigaciones de calidad <sup>[23]</sup> <sup>[24]</sup>.
- Registro de datos que permita generar una base de conocimiento con indicadores que ayuden a mejorar la producción.
- Generación de informes de los análisis de calidad realizados.

#### Dirección/Gerencia:

- Informes de cualquier departamento.
- Soporte para el diseño y desarrollo de la estrategia de negocio.

## 4. Estudio de mercado de los sistemas ERP

A la hora de seleccionar un ERP es fundamental basar esta decisión en los requisitos obtenidos en las entrevistas con la organización donde se implantará, en las características intrínsecas <sup>[9]</sup> del propio sistema, y en aquellos criterios específicos que dictamine la dirección de la empresa, como los aspectos económicos.

### 4.1 Criterios de selección

Entre las características generales destacamos la ubicación del ERP, si será en local (on-premise) o externo (Cloud); si será software libre o propietario, con sus consecuentes costes asociados; si será necesario un software a medida o se adquirirá uno predefinido; y finalmente, si se utilizarán un ERP específico para el sector de la empresa, también conocido como ERP vertical, o será un ERP generalista u horizontal, aplicable a cualquier empresa.

Por ello, antes de analizar los diferentes productos existentes en el mercado, resulta necesario detallar qué implica la elección de cada una de estas características.

#### 4.1.1 Comparativa ERP Cloud – ERP on-premise

Esta característica está relacionada con la ubicación del equipo donde se instale el sistema ERP a utilizar <sup>[10]</sup>.

Por un lado, los ERP Cloud son aquellos que se encuentran alojados en un servidor de un proveedor y para acceder a él es necesario disponer de conexión a internet y un navegador web. Al estar en un servidor externo, la empresa no necesita hacerse cargo de su mantenimiento, ya que es el proveedor quien se ocupa de ello.

Por otro lado, los ERP on-premise se encuentran instalados en el servidor de la empresa, por lo que en primer lugar es necesario disponer de un equipo para esta función. Además, requiere tener personal cualificado que se encargue de su configuración, mantenimiento y puesta en marcha.

ERP	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<b>CLOUD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor inversión inicial <sup>[11]</sup>.</li> <li>• No necesario personal IT propio.</li> <li>• Fácilmente escalable.</li> <li>• Acceso desde cualquier lugar y dispositivo.</li> <li>• Rápida implantación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necesario disponer de conexión a internet constantemente.</li> <li>• Seguridad en manos de terceros.</li> <li>• Dependencia del proveedor de servicios.</li> <li>• Pagos recurrentes.</li> </ul>
<b>ON-PREMISE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesible con red local, sin necesidad de conexión a internet.</li> <li>• No dependencia de proveedores.</li> <li>• Los datos están en la empresa y su seguridad no depende de terceros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor inversión inicial.</li> <li>• Necesario hardware adecuado y espacio acondicionado.</li> <li>• Requiere personal IT cualificado.</li> <li>• Escalabilidad limitada o costosa.</li> <li>• Implantación más lenta.</li> </ul>

Tabla 2- Comparativa ERP Cloud y On-premise

### 4.1.2 Comparativa ERP Libre – ERP Propietario

Un ERP Libre <sup>[12]</sup> es un software de código abierto <sup>[13]</sup>. Su uso es gratuito y se permite su modificación lo que ofrece la posibilidad de adaptarlo según sea necesario. Sin embargo, esto corre a cuenta de la empresa y requiere de personal cualificado tanto para su modificación como para su mantenimiento.

Un ERP Propietario obliga al pago de una licencia para poder utilizarlo, ya sea pago único o bajo modelo de suscripción. Dado que no se tiene acceso al código fuente, cualquier modificación exige la intervención del desarrollador. No obstante, ofrece garantía y soporte especializado, que aporta mayor seguridad.

ERP	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<b>LIBRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso gratuito o precio reducido.</li> <li>• Libertad para mejorar y personalizar.</li> <li>• No dependencia del desarrollador.</li> <li>• Rápida implantación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No tiene garantía ni soporte del desarrollador.</li> <li>• Requiere personal cualificado para mantenimiento.</li> <li>• Posibles problemas de compatibilidad.</li> <li>• Suelen ser ERP horizontales aplicables a cualquier sector.</li> </ul>
<b>PROPIETARIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ofrece soporte especializado y garantía por parte del desarrollador.</li> <li>• Estabilidad y compatibilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coste licencias.</li> <li>• Mejoras propias y personalizaciones limitadas.</li> <li>• Dependencia del desarrollador.</li> <li>• Implantación más lenta.</li> </ul>

Tabla 3- Comparativa ERP Libre y Propietario

### 4.1.3 Comparativa ERP a Medida – ERP Predefinido

Un ERP a medida es un sistema desarrollado exclusivamente para un cliente, adaptándolo a sus necesidades siguiendo sus especificaciones y requisitos.

Los ERP predefinidos, al contrario, son aquellos que ya han sido desarrollados cumpliendo una serie de criterios estándar útiles para gran parte de empresas. Además, su estructura suele ser modular <sup>[14]</sup>, lo que permite su parametrización y adaptación a cada caso, aunque menos que en los ERP a medida.

ERP	VENTAJAS <sup>[15]</sup>	INCONVENIENTES <sup>[15]</sup>
<b>A MEDIDA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptado a la empresa que lo encarga <sup>[16]</sup>.</li> <li>• Menor tiempo de formación.</li> <li>• No se paga licencia de uso, sino por el producto.</li> <li>• Elemento diferenciador respecto de la competencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto coste económico y valor indeterminado.</li> <li>• Implementación lenta.</li> <li>• Incertidumbre: sin garantía de éxito.</li> <li>• Actualizaciones/modificaciones costosas.</li> <li>• Dependencia del desarrollador.</li> <li>• Riesgo de consolidar prácticas poco eficientes.</li> </ul>
<b>PREDEFINIDO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Más económico y más o menos conocidos.</li> <li>• Implementación menos lenta.</li> <li>• Actualizaciones continuas.</li> <li>• Documentación disponible del ERP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La empresa debe adaptarse al ERP.</li> <li>• Mayor tiempo de formación.</li> <li>• Existencia de funciones innecesarias para la empresa.</li> </ul>

Tabla 4- Comparativa ERP a medida y predefinido

#### 4.1.4 Comparativa ERP Vertical – ERP Horizontal

Los ERP horizontales <sup>[17][18]</sup> o generalistas contienen la mayoría de las funciones de gestión necesarias en una empresa con independencia del sector al que pertenezcan. Existe gran cantidad de opciones en el mercado y normalmente requieren de cierta parametrización para adaptarlo a la empresa. Además, al tener un diseño modular, se les puede instalar aquellos que la empresa necesite o descartar aquellas funcionalidades que no sean de utilidad.

Los ERP verticales son aquellos diseñados con el objetivo de aportar soluciones específicas a un sector en particular <sup>[19][20]</sup>. De este modo, además de contar con las utilidades genéricas, también disponen de funciones que tratan de maximizar la eficacia de los procesos del sector en el que están enfocados. En su contra, son más caros y existen menos opciones donde elegir.

ERP	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<b>HORIZONTAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Flexibilidad para cualquier tipo de empresa.</li> <li>•Costes más asequibles.</li> <li>•Implantación más rápida.</li> <li>•Muchas opciones y alternativas en el mercado.</li> <li>•Actualizaciones frecuentes.</li> <li>•Escalabilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dificultad para tratar procesos muy específicos de la empresa.</li> <li>•Necesidad de módulos específicos.</li> <li>•Riesgos de sobrecoste en caso de adaptación.</li> <li>•No todas las opciones incluidas pueden ser de utilidad.</li> </ul>
<b>VERTICAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Enfocado al sector para el que fue diseñado.</li> <li>•Adaptado a los procesos del sector.</li> <li>•Menos modificaciones que horizontal.</li> <li>•Requiere menor formación.</li> <li>•Posibilita creación sinergias sectoriales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Costes de implantación, soporte y mantenimiento muy elevados.</li> <li>•Implantación lenta.</li> <li>•Poco flexibles.</li> <li>•Menor nicho de mercado.</li> </ul>

Tabla 5- Comparativa ERP Horizontal y Vertical

## 5. Proceso de selección del ERP a implantar

Una vez analizadas las propiedades generales de un sistema ERP se procede a establecer una serie de criterios que permitan ponderar las características de cada uno para realizar una selección que se ajuste lo máximo posible a las necesidades y requisitos de la empresa.

El presupuesto del que se dispone para la implantación del ERP es bastante ajustado, por lo que se descarta la elección de un ERP vertical ya que, a pesar de estar especializados en el sector, el precio es mucho más elevado.

Además, como indicaciones de la dirección de la empresa, la intención es que no sea necesario un gran desembolso inicial, prefiriendo el pago de una suscripción. Por este motivo aquellos cuyo gasto en infraestructura sea muy elevado serán descartados. En este sentido, dadas las características es preferible un ERP Cloud a uno On-premise.

Siguiendo las restricciones en el aspecto económico, un ERP a medida implica una gran inversión, por lo tanto, se escogerá un ERP predefinido, si bien, se tendrá en cuenta la capacidad de parametrización para ajustarlo a las necesidades de la empresa lo máximo posible.

En cuanto a ERP Libre/Propietario, se espera tener actualizaciones de manera regular y un servicio técnico de calidad que solucione las posibles incidencias que pudieran suceder. En este sentido, no se descarta ninguna opción, si bien, sabidas las intenciones, hay cierta predisposición a un ERP Propietario, pero siendo consciente que las pretensiones son que los costes sean lo más bajos posibles.

### 5.1 Criterios para la elección del ERP

- **Criterios económicos.** Ponderación del 35%  
El factor económico tiene un peso muy elevado a la hora de decidirse por un modelo u otro de ERP ya que se pretende conseguir cubrir los máximos requisitos con el menor presupuesto posible.  
Además, se tendrán en cuenta factores como el tipo de pago, los costes de mantenimiento y los costes de escalabilidad del sistema.

Características	Ponderación
Coste infraestructura	10
Coste licencias	10
Coste implantación	10
Coste soporte y mantenimiento	10
Tipo de pago	10
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>

Tabla 6- Criterios económicos

- **Criterios funcionales.** Ponderación del 40%  
Este es un aspecto fundamental a la hora de seleccionar un ERP en particular, ya que resulta imprescindible que el sistema que se vaya a implantar cubra los máximos requisitos posibles de entre los mencionados en el apartado correspondiente, además de permitir añadir distintas funcionalidades en un futuro de ser necesario.

Características	Ponderación
Gestión de proyectos	30
Gestión contable	10
Gestión financiera	10
Gestión logística	15
Gestión de almacén	15
Gestión de RRHH	10
Gestión de calidad	15
Seguimiento de la producción	20
CRM	10
SCM	15
BI	10
Generación de informes	15
Escalabilidad	10
Parametrización	15
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>

Tabla 7- Criterios funcionales

- **Criterios técnicos.** Ponderación del 20%  
En este aspecto se valoran aquellas características de índole técnica correspondiente a cada ERP a evaluar. En este sentido, se tiene en cuenta la aparición regular de actualizaciones del sistema, principalmente actualizaciones de seguridad, la existencia de soporte técnico cualificado, y otras propiedades que sean de interés como el acceso multiplataforma, compatibilidad con bases de datos y tipos de archivo o la creación automática de copias de seguridad.

Características	Ponderación
Actualizaciones	20
Soporte técnico	30
Integración tipos de datos	10
Compatibilidad con bases de datos	10
Multiplataforma	25
Requisitos de formación	10
Facilidad de uso	15
Documentación técnica disponible	10
Tiempo de implantación	20
Capacidad copias de seguridad	15
Protección de acceso	10
Seguridad de la información	25
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>

Tabla 8- Criterios técnicos

- **Características del proveedor.** Ponderación del 5%  
Otra cualidad que valorar es el proveedor que se encargará de realizar la implantación del sistema ERP y adaptarlo lo mejor posible a las necesidades de la empresa.  
Por ello, se tendrá en cuenta la experiencia en el sector, referencias y casos de éxito en los que haya participado, los servicios y opciones disponibles para la implantación y aquellos que ofrezca tras su implantación.

Características	Ponderación
Experiencia en el sector	15
Referencias	5
Casos de éxito	10
Servicios disponibles	10
Servicios post implantación	10
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>

Tabla 9- Características del proveedor

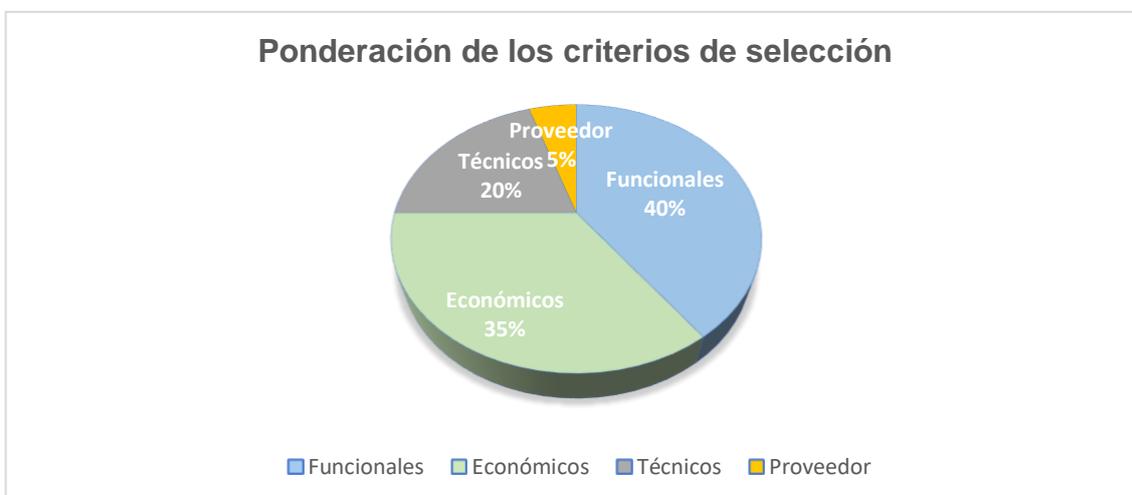


Ilustración 4- Ponderación de los criterios de selección

## 5.2 Principales ERP disponibles en el mercado

El sector de los ERP está en auge y cada vez el abanico de soluciones disponibles en el mercado con la capacidad de cubrir la mayor parte de las necesidades de una empresa es más amplio.

Recordamos que, dadas las indicaciones de los puntos anteriores, se escogerá aquella solución que mejor se adapte a los requisitos definidos y que debe ser un ERP horizontal, predefinido y preferiblemente cloud y propietario, en función de los costes y los servicios ofrecidos.

En este punto, pasamos a analizar algunos de los principales ERP disponibles y que mejor se ajustan con las características descritas.

## 5.2.1 SAP Business One



Ilustración 5- Logo SAP Business One

SAP es una compañía de software alemana con más de 60 años de experiencia en el mercado del desarrollo de aplicaciones y su primer ERP salió a la venta en los años 70.

Desde entonces ha ido adaptándose y actualmente tiene múltiples versiones de su ERP, con personalizaciones a medida y otros productos relacionados con la gestión empresarial.

SAP Business One <sup>[27]</sup> es la versión enfocada a la pequeña y mediana empresa, con capacidad de personalización y múltiples módulos que le otorgan gran flexibilidad para adaptarse a cualquier tipo de negocio. Se trata de un software propietario y está disponible en modalidad cloud como on-premise.

Este sistema destaca por su robustez, la dilatada experiencia de su desarrollador y las innumerables funcionalidades de las que dispone. Además, cuenta con la capacidad de añadir *Addons* a medida que lo hacen más flexible y favorecen la adaptabilidad a todo tipo de negocio.

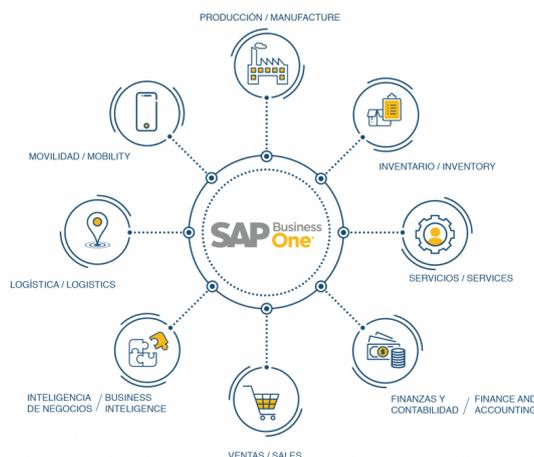


Ilustración 6- Módulos SAP B1

Integra los módulos genéricos de un ERP como son RRHH, CRM, BI, SCM, compras, finanzas y contabilidad, logística, pero también dispone de módulos específicos que resultan de interés particular para DMP como son la gestión de proyectos <sup>[29]</sup> y el control de la producción <sup>[30]</sup>.

La adquisición de las licencias varía en función del número de usuarios, módulos a implementar, grado de parametrización y del tipo de infraestructura que se quiera utilizar.

En la modalidad on-premise, requiere un único pago inicial bastante elevado, sin embargo, a esto hay que añadirle los costes relativos a la adquisición de los servidores necesarios en la empresa y que las actualizaciones y el soporte no

están incluidos, por lo que debe tenerse en cuenta que si en un futuro se quisiera actualizar o ampliar el sistema habría que desembolsar otra vez cierta cantidad de dinero.

Por otro lado, en la solución *on-cloud* [31], el pago sigue un modelo de suscripción con una cuota por cada usuario que vaya a utilizar el ERP cuyo precio dependerá de las características y funciones que se contraten. En su favor, este modelo ofrece servicio técnico, mantenimiento y actualizaciones incluidas, lo que garantiza que se cuente con la última versión.

Ambas modalidades acarrean unos costes muy elevados [25] [26]. En el caso on-premise, un presupuesto básico de 37.300€ únicamente incluye las licencias y la implantación, pero se deben añadir los costes de infraestructura, parametrización y formación de los empleados. En la modalidad cloud, con las funcionalidades necesarias, el precio por usuario oscila entre los 150 y 250€ mensuales, más costes de parametrización y formación. Contando que se necesitan aproximadamente 10 usuarios con acceso al sistema, los gastos de operación superan los 20.000€ anuales.

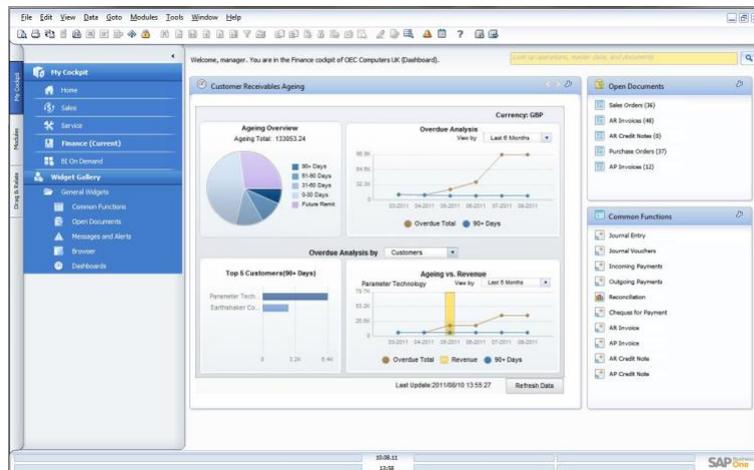


Ilustración 7- Interfaz SAP B1

El tema de la formación de los empleados para el uso del sistema es un factor muy importante. SAP Business One tiene una curva de aprendizaje muy elevada y resulta imprescindible impartir formación de calidad para evitar malas prácticas o errores que arruinen el éxito del proyecto.

La formación que ofrecen los proveedores de servicios tiene un coste bastante elevado, sin embargo, más allá del precio de los cursos, preocupa el tiempo necesario hasta que el usuario se desenvuelva con soltura y el uso del ERP empiece a ser perceptible en la mejora de los procesos internos de la empresa.

## 5.2.2 Odoo



Ilustración 8- Logo Odoo y sus módulos

Odoo es un ERP con arquitectura web bajo licencia LGPLv3 <sup>[32]</sup> cuyo origen es *TinyERP*, que más tarde pasó a llamarse *OpenERP* y finalmente se convirtió en Odoo.

Al tener formato web puede instalarse on-premise o cloud y es accesible desde cualquier tipo de dispositivo con un navegador web y conexión a internet y está disponible totalmente en castellano.

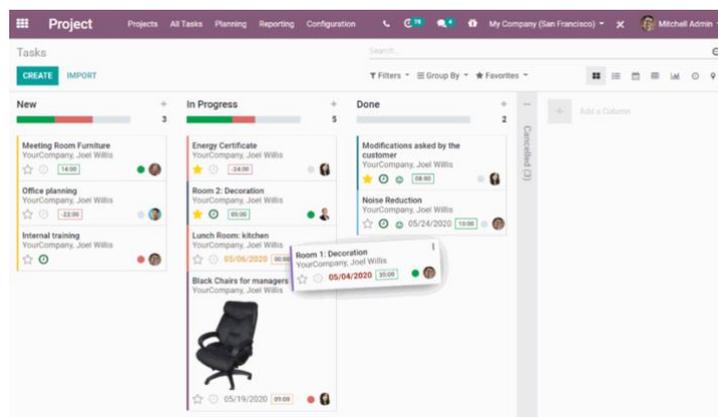


Ilustración 9- Interfaz Odoo

Actualmente la versión disponible es la 14 y existen dos ediciones: una versión Community que es gratuita y descargable y una versión Enterprise de pago que incluye hosting gratuito y más funcionalidades <sup>[33]</sup>.

En el caso particular de DMP, las necesidades de la empresa orientadas al diseño de proyectos de ingeniería y la producción de piezas mecanizadas requiere la utilización de módulos que únicamente están disponibles en la versión de pago.

**Elija sus Aplicaciones**

<input checked="" type="checkbox"/> CRM 12,00 EUR / mes	<input checked="" type="checkbox"/> Facturación 6,00 EUR / mes	<input checked="" type="checkbox"/> Ventas 6,00 EUR / mes
<input type="checkbox"/> Web 12,00 EUR / mes	<input type="checkbox"/> Comercio electrónico 6,00 EUR / mes	<input type="checkbox"/> Punto de venta 12,00 EUR / mes
<input checked="" type="checkbox"/> Contabilidad 12,00 EUR / mes	<input checked="" type="checkbox"/> Proyecto 12,00 EUR / mes	<input checked="" type="checkbox"/> Inventario 18,00 EUR / mes
<input checked="" type="checkbox"/> Fabricación 24,00 EUR / mes	<input checked="" type="checkbox"/> Compra 6,00 EUR / mes	<input checked="" type="checkbox"/> Hojas de horas 6,00 EUR / mes
<input type="checkbox"/> Marketing electrónico 6,00 EUR / mes	<input type="checkbox"/> Gastos 6,00 EUR / mes	<input type="checkbox"/> Eventos 6,00 EUR / mes
<input type="checkbox"/> Ausencias 6,00 EUR / mes	<input checked="" type="checkbox"/> Contratación 6,00 EUR / mes	<input type="checkbox"/> Valoración 6,00 EUR / mes
<input type="checkbox"/> Suscripciones 12,00 EUR / mes	<input checked="" type="checkbox"/> Firmar 12,00 EUR / mes	<input checked="" type="checkbox"/> Mantenimiento 12,00 EUR / mes
<input checked="" type="checkbox"/> Calidad 12,00 EUR / mes	<input checked="" type="checkbox"/> Studio 36,00 EUR / mes	<input type="checkbox"/> Servicio de asistencia 12,00 EUR / mes
<input checked="" type="checkbox"/> Product Lifecycle Manag... 12,00 EUR / mes	<input type="checkbox"/> Citas 6,00 EUR / mes	<input type="checkbox"/> Automatización de mark... 18,00 EUR / mes
<input type="checkbox"/> Documentos 12,00 EUR / mes	<input type="checkbox"/> Nodos IoT 15,00 EUR / month / per box	<input type="checkbox"/> Aprobaciones 6,00 EUR / mes
<input type="checkbox"/> Consolidation 24,00 EUR / mes	<input type="checkbox"/> Recomendación de empl... 6,00 EUR / mes	<input type="checkbox"/> Servicio de campo 12,00 EUR / mes
<input checked="" type="checkbox"/> Planificación 6,00 EUR / mes	<input type="checkbox"/> Alquiler 12,00 EUR / mes	<input type="checkbox"/> Marketing Social 18,00 EUR / mes
<input type="checkbox"/> Aprendizaje en línea 12,00 EUR / mes		

Anualmente	Mensual
10 Usuarios	120,00 EUR
Descuento para usuarios <sup>(1)</sup>	-20,00 EUR
16 Aplicaciones	198,00 EUR
<b>Total / mes <sup>(2)</sup></b>	<b>298,00 EUR</b>
<sup>(2)</sup> Facturado anualmente: 3 576,00 EUR	

**PRUEBE AHORA**  
Prueba gratuita de 15 días

**COMPRE AHORA**

<sup>(1)</sup> Los nuevos clientes obtienen un descuento en la cantidad inicial de usuarios adquiridos. (10,00 EUR en lugar de 12,00 EUR).

Ilustración 10- Módulos Odoo a contratar

Entre los módulos disponibles en la versión Enterprise destacan los específicos para gestión de producción/fabricación <sup>[34]</sup>, gestión proyectos <sup>[35]</sup> y gestión del mantenimiento de equipos <sup>[36]</sup>, que resultan muy útiles y atractivos a los ojos de la directiva de la empresa.

A pesar de ser una versión de pago no requiere la adquisición de licencias y los costes únicamente son por el uso de los diferentes módulos que se necesiten y el precio, además, incluye el alojamiento tipo Cloud.

Al estar alojado en la nube su arquitectura es tipo web, se trata de un sistema multiplataforma, que permite el acceso a través de cualquier dispositivo con un navegador web y una conexión a internet.

El gasto anual <sup>[37]</sup> del sistema ERP Odoo con todos los módulos que requiere la empresa asciende a un coste aproximado de 3.500€ anuales a lo que debe añadirse los gastos derivados del proceso de implementación que serán una única vez.

La implementación puede hacerse mediante la propia compañía Odoo o a través de un partner, que suelen incluir auditorías y planes de formación para empleados que incrementan las posibilidades de éxito.

La utilización del sistema es bastante intuitiva, el aprendizaje es rápido y en un corto periodo de tiempo la plantilla al completo puede estar preparada para sacarle partido al nuevo software.

### 5.2.3 Holded



Ilustración 11- Logo Holded

Holded es una de las “start ups” de mayor éxito de España. Se trata de una compañía de software con sede en Barcelona creada en el año 2016 y desde entonces ha recaudado 15 millones de € en financiación [38], lo que ha permitido internacionalizar su negocio y abrir una sede en Francia.

Con una facturación superior a los 3 millones de € en el ejercicio 2020, y que ha ido doblándose año tras año. Actualmente más de 80.000 pymes utilizan su ERP, cuenta con 75 empleados y pretenden alcanzar los 150 durante 2021.

Por este motivo, Holded es un software que está en auge, crece a pasos agigantados, recibe actualizaciones de manera continua y cada vez dispone de más funcionalidades.

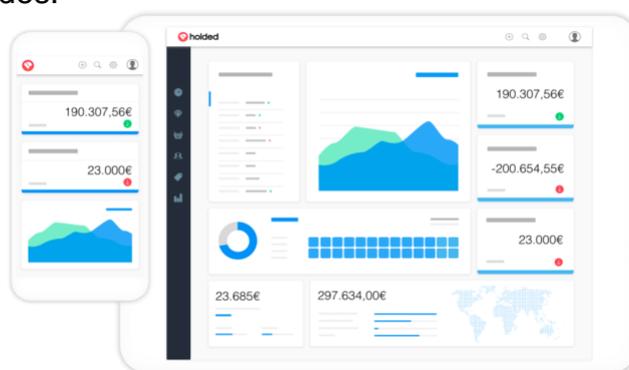


Ilustración 12- Interfaz Holded

La arquitectura de Holded es tipo web, alojado en los servidores del propio desarrollador, lo que permite acceso multiplataforma y desde cualquier lugar.

Holded ofrece unos precios muy competitivos en relación con los demás productos del mercado. Sus tarifas son en función del número de facturas anuales, del número de usuarios que necesitan acceso al sistema y de los módulos que sea necesario utilizar.

Sin embargo, se trata de paquetes cerrados que obligan a pasar la categoría superior, aunque sólo sea necesario ampliar una característica particular.

Básico	Estándar	Avanzado	Premium
Simplifica la gestión de tu negocio con las funciones esenciales.	Automatiza tus procesos contables y asigna roles predefinidos.	Profesionaliza tus comunicaciones y personaliza roles.	Facturación ilimitada y un account manager exclusivo.
<b>25 €</b> /mes	<b>49 €</b> /mes	<b>79 €</b> /mes	<b>159 €</b> /mes
EMPIEZA GRATIS	EMPIEZA GRATIS	EMPIEZA GRATIS	EMPIEZA GRATIS
✓ 1.000 facturas al año ✓ 2 usuarios incluidos	✓ 3.000 facturas al año ✓ 5 usuarios incluidos	✓ 10.000 facturas al año ✓ 10 usuarios incluidos	✓ Facturas ilimitadas ✓ 25 usuarios incluidos

Ilustración 13- Precios Holded

El ERP Holded está orientado a la pequeña y mediana empresa <sup>[39]</sup> y cuenta con los módulos más habituales de este ámbito, como son facturación, contabilidad, CRM, gestión de inventario, gestión de proyectos y RRHH en función del plan escogido.

Sin embargo, dadas las necesidades de DMP Aeronautic & Space, se echa en falta la disponibilidad de ciertos módulos relacionados con la gestión de la producción y relaciones con los proveedores. Y, a pesar de no ser un requisito excluyente, tampoco dispone de módulo BI propio, requiriendo el uso de una herramienta externa.

A parte de estos precios estándar, se pueden añadir los módulos gestión de inventario y de RRHH avanzados, con un importe mensual añadido.

De este modo, el coste de la utilización de Holded ERP ascendería a unos 2500€ anuales con los módulos disponibles, si bien, hay que remarcar que, en el momento de realizar este análisis, Holded no cubre las necesidades específicas que se requieren en el área de producción, aunque dado el rápido crecimiento y cambios que se introducen constantemente esto podría variar en un futuro.

### 5.3 Proceso de puntuación (scoring) ERP analizados

Tras el análisis de los sistemas ERP en el apartado anterior, se procede a puntuar cada uno de ellos siguiendo los criterios definidos en el punto 5.1. En este sentido, en caso de que una solución no disponga del ítem a puntuar, se le asignará un 0, y en los aspectos económicos, a menor coste, mayor puntuación.

Criterios funcionales 40%	Ponderación	SAP B1	Odoo	Holded
Gestión de proyectos	30	28	25	22
Gestión contable	10	9	8	10
Gestión financiera	10	9	8	10
Gestión logística	15	14	14	11
Gestión de almacén	15	14	13	12
Gestión de RRHH	10	9	8	8
Gestión de calidad	15	15	15	0
Seguimiento de la producción	20	18	15	0
CRM	10	8	7	9
SCM	15	14	13	0
BI	10	8	8	0
Generación de informes	15	14	12	12
Escalabilidad	10	8	8	7
Parametrización	15	15	15	7
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>	<b>183</b>	<b>169</b>	<b>108</b>
	<b>40%</b>	<b>36,6%</b>	<b>33,8%</b>	<b>21,6%</b>

<b>Criterios económicos 35%</b>	<b>Ponderación</b>	<b>SAP B1</b>	<b>Odoo</b>	<b>Holded</b>
Coste infraestructura	10	2	6	10
Coste licencias	10	2	10	10
Coste implantación	10	4	7	10
Coste soporte y mantenimiento	10	4	7	10
Tipo de pago	10	10	10	10
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>22</b>	<b>40</b>	<b>50</b>
	<b>35%</b>	<b>15,4%</b>	<b>28,0%</b>	<b>35,0%</b>
<b>Criterios técnicos 20%</b>	<b>Ponderación</b>	<b>SAP B1</b>	<b>Odoo</b>	<b>Holded</b>
Actualizaciones	20	15	17	17
Soporte técnico	30	25	28	28
Integración tipos de datos	10	7	8	8
Compatibilidad con bases de datos	10	4	8	7
Multiplataforma	25	25	25	25
Requisitos de formación	10	2	7	9
Facilidad de uso	15	2	12	13
Documentación técnica disponible	10	7	9	7
Tiempo de implantación	20	8	15	18
Capacidad copias de seguridad	15	13	15	13
Protección de acceso	10	8	8	7
Seguridad de la información	25	24	24	24
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>	<b>140</b>	<b>176</b>	<b>176</b>
	<b>20%</b>	<b>14,0%</b>	<b>17,6%</b>	<b>17,6%</b>
<b>Características proveedor 5%</b>	<b>Ponderación</b>	<b>SAP B1</b>	<b>Odoo</b>	<b>Holded</b>
Experiencia en el sector	15	15	12	7
Referencias	5	5	3	3
Casos de éxito	10	8	5	5
Servicios disponibles	10	8	9	7
Servicios post implantación	10	8	6	7
<b>TOTAL PROVEEDOR</b>	<b>50</b>	<b>44</b>	<b>35</b>	<b>29</b>
	<b>5%</b>	<b>4,4%</b>	<b>3,5%</b>	<b>2,9%</b>

Tabla 10- Puntuación ERPs analizados

<b>Apecto</b>	<b>PESO</b>	<b>SAP B1</b>	<b>Odoo</b>	<b>Holded</b>
Criterios funcionales	40%	36,6%	33,8%	21,6%
Criterios económicos	35%	15,4%	28,0%	35,0%
Criterios técnicos	20%	14,0%	17,6%	17,6%
Características proveedor	5%	4,4%	3,5%	2,9%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>70,4%</b>	<b>82,9%</b>	<b>77,1%</b>

Tabla 11- Resumen puntuación ERPs

## 5.4 Elección del ERP

Después de puntuar cada ítem en profundidad se llega a la conclusión que la solución más idónea para implantar es el ERP de **Odoo** con un 82,9% de puntuación en comparación al 77,1% de Holded y un 70,4% de Sap Business One.

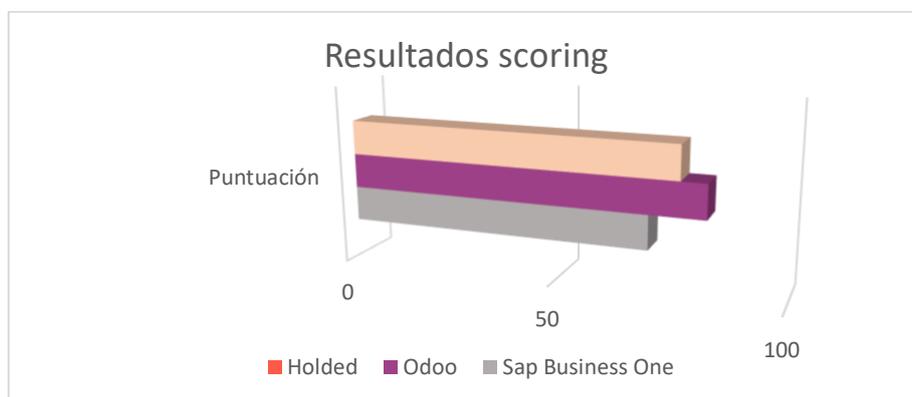


Ilustración 14- Resumen resultados Scoring

SAP Business One cumple con todas las necesidades funcionales y técnicas, sin embargo, su elevado precio y la curva de aprendizaje han tenido un papel fundamental en la decisión final.

Por otro lado, Holded era la opción más asequible, sin embargo, las carencias en las áreas de producción, fabricación y calidad han hecho que quedara descartado, ya que el objetivo es implantar una solución integral que abarque a todos los procesos del negocio. Como se ha mencionado en su análisis, al ser un software muy reciente, se actualiza frecuentemente y nuevas funcionalidades se van añadiendo, lo que es posible que en un futuro sí pudiera cubrir estas carencias.

En este sentido, Odoo satisface todas las necesidades de la empresa a la vez que los costes se encuentran en un punto medio entre las otras dos opciones contempladas. Además, la adquisición de los módulos en función de la necesidad de la empresa permite una mayor flexibilidad y facilita la escalabilidad.

## 5.5 Selección del proveedor

Llegados a este punto, se debe decidir la empresa responsable de la implantación de la solución ERP y de la metodología que se seguirá. Al tratarse de un factor clave para el éxito del proyecto, se quiere alguien con experiencia en el sector y con referencias de clientes satisfechos.

Por este motivo, se ha barajado la posibilidad de contratar uno de los planes de éxito en línea de Odoo<sup>[40]</sup>. Debido a los módulos seleccionados, se recomienda la adquisición del plan personalizado, que incluye un consultor, la personalización y parametrización de las herramientas, para adaptar la solución a los procesos de la empresa.

	Básico	Estándar	Personalizado	Profesional
Se recomienda para:	Aplicaciones Simples	Aplicaciones Avanzadas: Importación de Datos	Advanced Apps Data Import, Customizations	Aplicaciones Avanzadas: Importación de Datos, Personalizaciones
Consultor dedicado al éxito del cliente	25 horas	50 horas	100 horas	200 horas
Gestión de proyectos	✓	✓	✓	✓
Servicio de asistencia por teléfono y correo electrónico	✓	✓	✓	✓
Capacitación y entrenamiento	✓	✓	✓	✓
Configuración	✓	✓	✓	✓
Asistencia para la importación de datos	✓	✓	✓	✓
Onsite consulting *	✓	✓	✓	✓
Personalización de aplicaciones **				
Personalizaciones (Formularios, informes, flujos de trabajo)	✓	✓	✓	✓
Desarrollos	✗	✓	✓	✓
Clientes recurrentes	1700,00 EUR	3 000,00 EUR	5 400,00 EUR	10 900,00 EUR
Clientes nuevos (15% off) ***	1 445,00 EUR	2 550,00 EUR	4 590,00 EUR	9 265,00 EUR

Ilustración 15- Packs de éxitos en línea de Odoo

Sin embargo, la formación de los empleados queda a cargo de la dirección de la empresa y se ha preferido buscar un proveedor externo que cubra esta necesidad.

Desde la página web de Odoo existe una base de datos de *partners* locales acreditados en la implantación de esta solución, repartidos en tres categorías (Ready, Silver y Gold) en función del número de instalaciones realizadas.

La dirección de DMP ha decidido contar con los servicios de QubiQ 2010, una empresa con más de 20 años de experiencia y sedes en Barcelona y Madrid. Cuenta con las certificaciones Odoo desde la versión 10 hasta la última disponible, la 14, y está clasificado como Partner Gold de Odoo. Entre sus casos de éxito cuenta con grandes empresas como Fundación Telefónica, Glovo o Espinaler.



Ilustración 16- QubiQ empresa proveedora

En su catálogo de servicios cuenta con paquetes para la implementación del ERP Odoo por horas que incluyen la planificación del proyecto, configuración, asistencia para la importación de datos, formación y soporte para su uso.

STANDARD Pack 100 horas	PRO Pack 200 horas	PREMIUM Pack 500 horas
Planificación de proyecto	Planificación de proyecto	Planificación de proyecto
Configuración	Configuración	Análisis funcional
Asistencia para la importación de datos	Asistencia para la importación de datos	Configuración
Formación y soporte	Desarrollos	Asistencia para la importación de datos
70€ / hora	Formación y soporte	Desarrollos
	68€ / hora	Formación y soporte
		65€ / hora

Ilustración 17- Packs implantación OdoO de QubiQ

Dadas las características de los packs ofrecidos [37], se ha decidido adquirir el Pack PRO de 200 horas por 13.600€ que incluye desarrollo de herramientas propias y personalización de OdoO y adaptarlo a la empresa, además de un plan de formación de dos meses de duración.

En cuanto al hospedaje de OdoO, el proveedor QubiQ dispone de Cloud propio, con almacenamiento tipo Docker y múltiples servicios como monitorización y copia de seguridad automática que facilitan su implementación, puesta en marcha y su mantenimiento.

Lista de beneficios Cloud ODOO		
 <b>SEGURIDAD EN EL CLOUD</b> Todos los servidores del Cloud corren bajo la última versión de Linux y todos los paquetes de actualizaciones de SO se actualizan de forma regular.	 <b>MONITORIZACIÓN</b> Contamos con una serie de herramientas que nos permiten tener un control de la actividad en el servidor, tanto a nivel de base de datos como a nivel de rendimiento de máquina.	 <b>SEGURIDAD DE CONTRASEÑAS</b> Las contraseñas de nuestros clientes están protegidas y encriptadas mediante PBKDF2+SHA512.
 <b>ENTORNO DE PRODUCCIÓN</b> En QubiQ instalamos a nuestros clientes Certificados de Seguridad SSL para que su sitio web ofrezca a todos sus visitantes la mayor garantía posible de seguridad, autenticidad y confianza para el ingreso y la transmisión de datos.	 <b>COPIAS DE SEGURIDAD</b> QubiQ se encarga realizar y almacenar copias de seguridad cifradas de la base de datos de la instancia de OdoO. Estas copias de seguridad se realizan de forma diaria.	 <b>RECUPERACIÓN DE DESASTRES</b> En el caso de que el cliente no pueda acceder a su instancia de OdoO, contamos con una herramienta que nos notifica de forma periódica que la máquina ha sufrido algún tipo de problema.
 <b>CERTIFICADOS SSL</b> En QubiQ instalamos a nuestros clientes Certificados de Seguridad SSL para que su sitio web ofrezca a todos sus visitantes la mayor garantía posible de seguridad, autenticidad y confianza para el ingreso y la transmisión de datos.	 <b>ACTUALIZACIONES AUTOMÁTICAS</b> Mantenemos actualizados los módulos de la comunidad de todas las versiones de odoO. En el caso de que se detecten cambios, estos se descargan en el servidor y se actualizan los módulos.	 <b>DESPLIEGUES AUTOMÁTICOS</b> Antes de realizar cualquier despliegue de código al servidor de producción del cliente, realizamos varios tests, control de funcionalidad y sintaxis, con el objetivo de ofrecer un servicio de calidad a nuestros clientes.

Ilustración 18- Beneficios Cloud OdoO de QubiQ

Los costes del servicio Cloud de QubiQ varían en función del número de usuarios, y en el caso de DMP, actualmente no necesitará que más de 10 trabajadores utilicen el ERP, ya que en el taller de mecanizado no es necesario que todos dispongan de acceso al sistema.

PRECIOS CUOTA SERVICIO CLOUD

Usuarios	Precio mes
1-5	95,00 €
6-10	125,00 €
11-20	175,00 €
21-30	225,00 €
31-40	275,00 €
41-50	325,00 €

Ilustración 19- Tarifas Cloud OdoO QubiQ

## 6. Gestión del cambio

La implantación de un sistema ERP en una empresa u organización conlleva realizar numerosos cambios. Estos cambios son culturales <sup>[42]</sup>, afectan a las personas, su manera de pensar y proceder con sus cometidos que deben adaptarse al funcionamiento del nuevo sistema.

Si este cambio no se gestiona correctamente es muy probable que el proyecto fracase y no obtenga los resultados esperados cuando se ideó la adopción de un nuevo sistema ERP.

Por este motivo, la gestión del cambio debe realizarse simultáneamente al proceso de implantación <sup>[41]</sup> y con la implicación de todos los interesados en el proyecto, y en especial atención a las recomendaciones de la empresa encargada del proyecto, dado que una de las razones de su elección fue la experiencia.

En este sentido se desarrolla una gestión del cambio en tres dimensiones para abarcar todos los aspectos necesarios y lograr hacer frente a la resistencia al cambio que puede aparecer durante el proceso de implantación de la solución ERP.

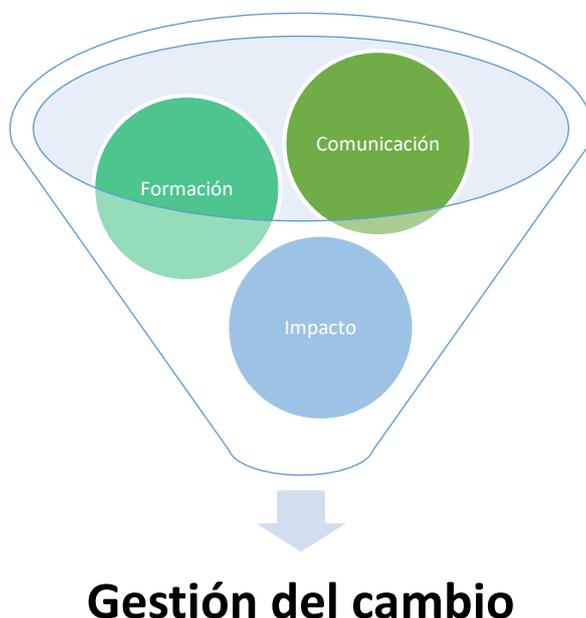


Ilustración 20- Gestión del cambio

Las tres dimensiones en las que se centrará la gestión del cambio para así lograr un mayor beneficio en la implantación del ERP son las siguientes:

- **Formación:** Será necesario que los trabajadores, futuros usuarios del sistema, sepan utilizarlo correctamente y entender la integración del ERP en la organización y los procesos para, de este modo, lograr beneficiarse de él.

- **Comunicación:** El proceso de cambio debe ser presentado correctamente y todos los implicados deben disponer de canales de comunicación que garanticen que la información recibida es veraz y adecuada.
- **Impacto en la organización y sus procesos:** Se deben llevar a cabo determinadas acciones que permitan una gestión del impacto que producirá la implementación del sistema ERP en los procesos de la empresa.

	Acciones	Objetivos
Plan de formación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer los contenidos para la formación de los trabajadores en función de su puesto.</li> <li>- Seguir un plan de formación continua que amplíe los conocimientos del usuario paulatinamente.</li> <li>- Disponer de material de consulta y apoyo para la utilización del sistema.</li> <li>- Desarrollar un entorno de pruebas similar uno real.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lograr una visión integral del sistema.</li> <li>- Capacitar a los usuarios para beneficiarse de la utilización del ERP.</li> <li>- Romper con la resistencia al cambio relacionada con el miedo a la tecnología.</li> </ul>
Plan de comunicación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposición del proyecto a todo el personal, los motivos que han llevado a su ejecución, los objetivos que se pretenden alcanzar y el papel de cada trabajador tiene respecto al nuevo sistema.</li> <li>- Informar regularmente sobre las fases de implantación en las que se encuentra el proyecto.</li> <li>- Resolver las dudas que puedan surgir sobre el ERP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hacer partícipe en el proyecto a toda la plantilla.</li> <li>- Motivar a los trabajadores para adoptar el proyecto como un reto.</li> <li>- Instaurar nuevos canales de comunicación a través del ERP.</li> </ul>
Impacto en la organización y sus procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar un análisis de los implicados, su posición frente al cambio y el impacto.</li> <li>- Organizar departamentos en función de la carga de trabajo.</li> <li>- Alinear la organización de la empresa con la estrategia del ERP.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimización de los procesos de negocio.</li> <li>- Adaptación de la estructura de la empresa al nuevo modelo de trabajo.</li> </ul>

Tabla 12- Planes Gestión del Cambio

## 6.1 Plan de comunicación

La comunicación es un elemento esencial en el adecuado funcionamiento de una organización, y su papel adquiere un valor más primordial en situaciones poco convencionales o de cambio, como es la implementación de un sistema ERP.

Por este motivo es imprescindible desarrollar un plan de comunicación que permita informar a todos los trabajadores y hacerlos partícipes en el proyecto, de manera que conozcan los motivos del cambio, los objetivos y los beneficios esperados. De este modo se conseguirá reducir las incertidumbres y los rumores que provocan resistencia al cambio.

Una de las ventajas de contratar una empresa implantadora es poder contar con su experiencia en la gestión del cambio. En este sentido se crea un plan de comunicación de manera conjunta que se extenderá a lo largo de todo el proyecto, desde la fase inicial hasta la post-implantación del sistema.

En este plan, se define el tipo de información que se hará llegar y a quiénes se dirigirá esta información, todo ello en función de los siguientes elementos:

- **Destinatarios:** Se asignan los trabajadores a diferentes grupos, pudiendo pertenecer un usuario a varios grupos. Cada departamento tendrá su propio grupo, así como cada proyecto y otro para la dirección, También se tienen en cuenta clientes y proveedores que puedan verse afectados por el nuevo funcionamiento de los procesos internos.
- **Contenido:** Los mensajes deben estar estructurados, ser claros, concisos y comprensibles, de modo que se garantice que la información se interpreta como se pretende.  
A lo largo del proyecto se deben llevar a cabo, como mínimo, las siguientes comunicaciones a los trabajadores:
  - Explicación de la situación actual y los motivos que han llevado a la decisión de implantar un nuevo sistema ERP.
  - Cómo encaja la adopción del ERP en la estrategia de la empresa.
  - Cuáles son los objetivos del proyecto y qué se espera conseguir con él.
  - Cómo puede beneficiar el ERP a cada trabajador en su respectiva área de trabajo.
  - Cuál es el calendario de implantación, con las fechas estimadas.
  - Cuál es el plan de formación y cómo se llevará a cabo.
  - Motivar a los trabajadores y buscar su implicación en el proyecto.
  - Actualizaciones del estado del proyecto.
- **Canal:** Para comunicarse con los trabajadores se utilizarán los siguientes canales:
  - Correo electrónico.
  - Grupo de WhatsApp de la empresa.
  - Tablón de anuncios de la empresa.
  - Reuniones informativas: se llevarán a cabo a la totalidad de los empleados, distribuidos en función de su departamento y/o del

- nivel de responsabilidad en cada uno con tiempo para dudas y preguntas por parte de los afectados.
- Encuestas y buzón de sugerencias para aportar ideas o posibles mejoras.
  - **Calendario:** Las actualizaciones en la implantación del ERP a la junta directiva tendrán una periodicidad semanal, mientras que a aquellos trabajadores con una implicación directa en los cambios realizados se les informará cada 10 días, salvo aquellas acciones que requieran de la información inmediata al afectado.  
Por otro lado, el resto de la plantilla recibirán actualizaciones de los avances de manera quincenal. Además, a clientes y proveedores se les contactará cuando se considere necesario o al finalizar el proyecto.

## 6.2 Plan de formación

El correcto desempeño de los trabajadores con el uso del sistema ERP es un factor fundamental en el éxito del proyecto y para lograrlo es necesario desarrollar un plan de formación adecuado que cubra todos los contenidos requeridos.

En este sentido, los contenidos del plan de formación contendrán una parte común para todos los usuarios del sistema, que incluya el manejo básico para lograr habituarse al entorno y una parte específica adaptada al rol de cada trabajador, en función de su departamento y el grado de responsabilidad.

La formación correrá a cargo de la empresa proveedora, QubiQ, que incluye en su pack de implantación 2 meses de formación, suficiente para que los usuarios consigan habituarse al nuevo sistema y realizar sus tareas de manera eficiente.

Ésta se llevará a cabo en la sala de reuniones de la propia empresa, por un periodo de dos horas diarias dentro de la jornada laboral durante dos meses. Se ajustarán los horarios y los asistentes a cada sesión de manera que el funcionamiento habitual de la empresa se vea lo menos afectado posible.

En cuanto al contenido de las sesiones, tendrán una introducción teórica, pero serán eminentemente prácticas, pues lo fundamental es que el trabajador sea capaz de manejar el sistema y aprovecharse de su potencial.

A lo largo de la formación, se animará a los trabajadores a ir tomando apuntes de modo que puedan elaborar sus propios manuales de consulta y disponer de ellos en caso de duda a la hora de utilizar el sistema.

Además, existen numerosos recursos <sup>[43]</sup> de formación online que permiten un aprendizaje autónomo y pueden servir como refuerzo a las clases impartidas en el plan de formación.

## 7. Proceso de implantación del ERP

Llegados a este punto se presenta la metodología escogida para la implantación del sistema ERP, las fases en las que se dividirá el proyecto, el calendario de ejecución, el grupo de trabajo del proyecto, el análisis de riesgos y el análisis de coste.

### 7.1 Metodología

Existen tantas metodologías para implementar un ERP, como ERPs en el mercado, por lo tanto, aprovechando la experiencia del proveedor e implantador QubiQ se decide aplicar la metodología ágil Scrum <sup>[44]</sup>, con la que suele trabajar.

Scrum se caracteriza <sup>[45]</sup> por seguir una estrategia de desarrollo incremental, de modo que la entrega final del proyecto se reparte en varios proyectos de menor alcance conocidos como sprints, a diferencia de la metodología tradicional conocida como en cascada, cuyo proceso es secuencial y presenta gran rigidez ante cambios e imprevistos.

Tras la finalización de cada sprint, cuya duración es de 2 a 4 semanas, se obtiene un producto parcial que permite al cliente ver como va cogiendo forma el desarrollo y utilizar aquellas funcionalidades que ya hayan sido implementadas.

Además, Scrum proporciona flexibilidad a los cambios que puedan surgir a lo largo del ciclo de vida del proyecto como puede ser añadir nuevas funcionalidades o modificaciones a partir de observaciones realizadas en la fase de validación.

### 7.2 Grupo de trabajo del proyecto

A la hora de formar el grupo de trabajo responsable del proyecto debemos tener en cuenta que los miembros de la empresa DMP, principalmente la directiva, en su papel de *stakeholders* se encargarán de compartir con el resto del equipo la visión estratégica de la empresa, sus valores y el conocimiento del negocio, así como sus procesos.

Por otro lado, la empresa QubiQ será quien aporte el personal que llevará a cabo el proceso de implantación desde un punto de vista más técnico.

En este sentido, tal y como se ha mencionado anteriormente, la metodología de implantación será Scrum, y por lo tanto, seguirán los roles descritos en la Guía Scrum <sup>[46]</sup>:

- *Product Owner*: Se trata del “responsable de maximizar el valor del producto resultante del trabajo del equipo de Scrum” <sup>[46]</sup>, y es el único responsable de gestionar el *Product Backlog*. En él, se encuentra el listado de todas las tareas necesarias para conseguir lograr los objetivos marcados en el proyecto.

- Scrum Master [47]: Es la persona cuya responsabilidad principal es garantizar que se siguen las prácticas propias del modelo Scrum a lo largo del desarrollo del proyecto. Además, sirve tanto al equipo Scrum, como al *Product Owner* como a la organización.
- Desarrolladores: También conocidos como equipo Scrum, son las personas que llevan a cabo las tareas descritas para cada iteración y así obtener un incremento funcional tras la consecución de cada sprint.

Los miembros del equipo que se encargarán de la implantación del sistema ERP deben organizarse, y, a pesar de que la metodología Scrum permite flexibilidad y autogestión de sus miembros, Scrum establece cuatro tipos de reuniones para cada sprint [48]:

- Reunión de planificación de Sprint: Mediante la colaboración de todo el equipo se planifica el próximo sprint, y se define la funcionalidad que debe aportar el incremento y cómo se realizará el trabajo acordado.
- Scrum Diario: Es una breve reunión diaria para sincronizar las tareas, compartir inquietudes sobre el sprint en el que se encuentra el equipo y mejorar la comunicación.
- Revisión del Sprint: Se trata de una reunión informal que se lleva a cabo al finalizar el sprint y en ella se expone si se pudieron cumplir los objetivos marcados, a partir de la presentación las tareas realizadas y la exposición de aquellas que no han podido ser completadas.
- Retrospectiva del Sprint: Cuando el Sprint ha sido entregado, se lleva a cabo un juicio con el que se pretende aprender de los errores y buscar líneas de mejora para futuros sprints.



Ilustración 21- Procesos y reuniones Scrum [49]

## 7.3 Fases de implantación

Siguiendo las fases propias de la metodología Scrum <sup>[50]</sup> las fases de implantación del ERP son las siguientes:

### 7.3.1 Inicio

En esta fase inicial se inicia con las reuniones entre el cliente y la empresa encargada de la implantación y finaliza con los requisitos de usuario que definen el alcance del proyecto junto con un calendario de implantación.

En primer lugar, el implantador debe conocer al cliente en profundidad, empezando por sus necesidades, la visión estratégica de la empresa, la manera de trabajar y los procesos actuales de negocio, tratando de hallar aquellos que sean susceptibles de automatizar o de optimizar. Además, se busca determinar el alcance y los objetivos principales del proyecto.

En este punto también resulta importante empezar con el Plan de Comunicación con el que se dé a conocer a los trabajadores de la empresa el proyecto a realizar, los plazos de ejecución y los objetivos que se pretenden conseguir con la implantación del nuevo sistema.

### 7.3.2 Planificación y estimación

Al aplicar Scrum en el desarrollo de este proyecto, es necesario utilizar elementos propios de esta metodología como son el Product Backlog y las Historias de Usuario (*User Stories*) que se desarrollan en esta fase.

El Product Backlog <sup>[51]</sup> <sup>[52]</sup> es un listado en el que se encuentran los requisitos iniciales que debe cumplir el sistema ordenados por prioridad. No es una lista estática, sino que puede sufrir alteraciones a lo largo del proyecto en función de las modificaciones que se puedan hacer a lo largo del proyecto.

Por otro lado, las Historias de Usuario <sup>[53]</sup> son las descripciones de los requisitos explicados por los usuarios en un lenguaje común, sin entrar en tecnicismos ni detalles complicados.

Con ello se concretan los requisitos de los usuarios, lo que permite definir el alcance del proyecto y sus objetivos. Además, se determinan los recursos necesarios y se establece un calendario aproximado de implantación junto con las iteraciones necesarias hasta obtener el producto final, es decir, el sistema ERP funcionando.

### **7.3.3 Implementación**

Por un lado, en esta fase del proyecto se inicia la formación de los empleados, cuyo objetivo es instruir a los trabajadores en el uso del ERP. Inicialmente de manera general para habituarse al entorno y más tarde poder profundizar en los módulos específicos del departamento en el que se encuentren.

La formación de los empleados viene guiada por el Plan de Formación, en el que se incluyen tanto conferencias y clases magistrales, así como trabajo práctico en el que los trabajadores se encuentran ante el programa en un entorno simulado y aprenden a desenvolverse en situaciones que serán habituales en su día a día tras la implantación del sistema.

Por otro lado, en la fase de implementación, QubiQ, la empresa responsable de la implantación del ERP se ocupa de ejecutar los sprints que se hayan determinado en la fase anterior.

Al utilizar una metodología tipo ágil como es Scrum, el proyecto se beneficia de las ventajas que le son inherentes. En este sentido, no es necesario esperar al final del proyecto para obtener un producto funcional, sino que, a cada sprint realizado, se obtiene un incremento con el que el sistema obtiene mejoras o nuevas características, como puede ser incluir un módulo nuevo en un sprint.

Esto permite compatibilizar el desarrollo e implementación del sistema con la formación de modo que los empleados puedan aprender a trabajar con la aplicación, ya que, aunque esté en una etapa inicial, se puede orientar la formación hacia aquellos elementos que ya hayan sido integrados.

### **7.3.4 Revisión y retrospectiva**

Una vez finalizados los sprints planificados y aquellos que hayan podido surgir debido a cambios a lo largo del proyecto, se realizan las comprobaciones necesarias para asegurarse que los requisitos marcados en la fase inicial se hayan cumplido y que su funcionamiento es el adecuado.

Además, al utilizar Scrum, en este punto del proyecto se llevan a cabo las reuniones definidas en su metodología conocidas como *Sprint Retrospective* o Retrospectivas del Sprint en las que se analizan los fallos que hayan podido surgir y se buscan opciones de mejora.

### **7.3.5 Lanzamiento**

Como se ha dicho anteriormente, Scrum trabaja presentando incrementos del producto final, por lo tanto, a medida que finaliza cada sprint, el producto obtiene nuevas funcionalidades o módulos, según lo que contemple el sprint en cuestión.

En esta fase del proyecto se realiza la configuración del sistema, se procede a migrar los datos de los sistemas utilizados con anterioridad al nuevo ERP, se

comprueba que la migración haya sido correcta y que los datos no presentan errores.

Finalmente, con todo lo anterior, se arranca el sistema y se comprueba que el funcionamiento y el rendimiento son adecuados.

### **7.3.6 Seguimiento y soporte**

Esta última fase del proyecto no se incluye como tal en la metodología Scrum, sin embargo, dado su carácter dinámico, se ha incluido dentro del desarrollo del proyecto, ya que la adopción de un ERP en una empresa implica una serie de cambios culturales que no se pueden asimilar de manera instantánea.

Por ello, una vez el sistema está en marcha, la empresa empieza a trabajar con él. Durante esta fase, la empresa implantadora se ocupa de ofrecer soporte a los usuarios para resolver las posibles dudas e incidencias que surjan, así como se monitoriza el ERP para detectar si hubiera algún problema y fuera necesario corregirlo.

## 7.4 Calendario de implantación

Fase	Tarea	Fecha inicio	Fecha fin	Duración (días)
1- Inicio	Objetivos del proyecto	14/06/21	18/06/21	5
	Alcance del proyecto	21/06/21	25/06/21	5
	Creación plan de proyecto	28/06/21	30/06/21	3
	Análisis de negocio	01/07/21	07/07/21	5
	Análisis de requisitos	08/07/21	21/07/21	10
	Diseño plan de comunicación	22/07/21	28/07/21	5
	Diseño plan de formación	29/07/21	02/08/21	3
	Margen imprevistos	03/08/21	06/08/21	4
<b>TOTAL FASE 1</b>		10/06/21	06/08/21	40 días
2- Planificación y estimación	Recopilación y análisis User Stories	09/08/21	18/08/21	7
	Identificación tareas	19/08/21	23/08/21	3
	Creación Sprint Backlog	24/08/21	26/08/21	3
	Planificación Sprints	27/08/21	30/08/21	2
	Margen imprevistos	31/08/21	01/09/21	2
<b>TOTAL FASE 2</b>		09/08/21	01/09/21	17 días
3 - Implementación	Sprint 1: Despliegue en cloud	02/09/21	15/09/21	10
	Sprint 2: Administración	16/09/21	29/09/21	10
	Sprint 3: Dirección y RRHH	30/09/21	13/10/21	10
	Sprint 4: Producción y CRM	14/10/21	27/10/21	10
	Sprint 5: Logística y ventas	28/10/21	11/11/21	10
	Margen imprevistos	11/11/21	17/11/21	5
<b>TOTAL FASE 3</b>		02/09/21	17/11/21	55 días
4- Revisión y retrospectiva	Retrospectiva de Sprint 1	18/11/21	18/11/21	1
	Retrospectiva de Sprint 2	19/11/21	19/11/21	1
	Retrospectiva de Sprint 3	20/11/21	20/11/21	1
	Retrospectiva de Sprint 4	21/11/21	21/11/21	1
	Retrospectiva de Sprint 5	22/11/21	22/11/21	1
	Margen imprevistos	25/11/21	25/11/21	1
<b>TOTAL FASE 4</b>		18/11/21	25/11/21	6 días
5- Lanzamiento	Configuración sistema	26/11/21	30/11/21	3
	Migración datos	30/11/21	29/12/21	20
	Comprobación migración	30/12/21	05/01/22	5
	Arranque sistema	07/01/22	07/01/22	1
	Entrega informes proyecto	10/01/22	10/01/22	1
	Margen imprevistos	11/01/22	17/01/22	5
<b>TOTAL FASE 5</b>		26/11/22	17/01/22	34 días
6- Seguimiento y soporte	Soporte	18/01/22	14/03/22	40
<b>TOTAL FASE 6</b>		18/01/22	14/03/22	40 días
<b>TOTAL PROYECTO IMPLANTACIÓN ERP</b>		14/06/21	14/03/22	192 días

Tabla 13- Calendario de implantación ERP

Nombre	Fecha de ini...	Fecha de fin	Duración
1- Inicio	14/6/21	6/8/21	40
Objetivos	14/6/21	18/6/21	5
Alcance	21/6/21	25/6/21	5
Plan de proyecto	28/6/21	30/6/21	3
Análisis de negocio	1/7/21	7/7/21	5
Análisis de requisitos	8/7/21	21/7/21	10
Diseño Plan de formación	29/7/21	2/8/21	3
Diseño Plan de comunicación	22/7/21	28/7/21	5
Margen imprevistos	3/8/21	6/8/21	4
2- Planificación y estimación	9/8/21	1/9/21	17
Recopilación y análisis User Stories	9/8/21	18/8/21	7
Identificación tareas	19/8/21	23/8/21	3
Creación Sprint Backlog	24/8/21	26/8/21	3
Planificación Sprints	27/8/21	30/8/21	2
Margen imprevistos	31/8/21	1/9/21	2
3- Implementación	2/9/21	17/11/21	54
Sprint 1: Despliegue en cloud	2/9/21	15/9/21	10
Sprint 2: Administración	16/9/21	29/9/21	10
Sprint 3: Dirección y RRHH	30/9/21	13/10/21	10
Sprint 4: Producción y CRM	14/10/21	27/10/21	10
Sprint 5: Logística y ventas	28/10/21	11/11/21	10
Margen imprevistos	11/11/21	17/11/21	5
4- Revisión y retrospectiva	18/11/21	25/11/21	6
Retrospectiva de Sprint 1	18/11/21	18/11/21	1
Retrospectiva de Sprint 2	19/11/21	19/11/21	1
Retrospectiva de Sprint 3	22/11/21	22/11/21	1
Retrospectiva de Sprint 4	23/11/21	23/11/21	1
Retrospectiva de Sprint 5	24/11/21	24/11/21	1
Margen imprevistos	25/11/21	25/11/21	1
5- Lanzamiento	26/11/21	17/1/22	34
Configuración sistema	26/11/21	30/11/21	3
Migración datos	30/11/21	29/12/21	20
Comprobación migración	30/12/21	5/1/22	5
Arranque sistema	7/1/22	7/1/22	1
Entrega informes proyecto	10/1/22	10/1/22	1
Margen imprevistos	11/1/22	17/1/22	5
6- Seguimiento y soporte	18/1/22	14/3/22	40

Ilustración 22- Calendario de implantación ERP

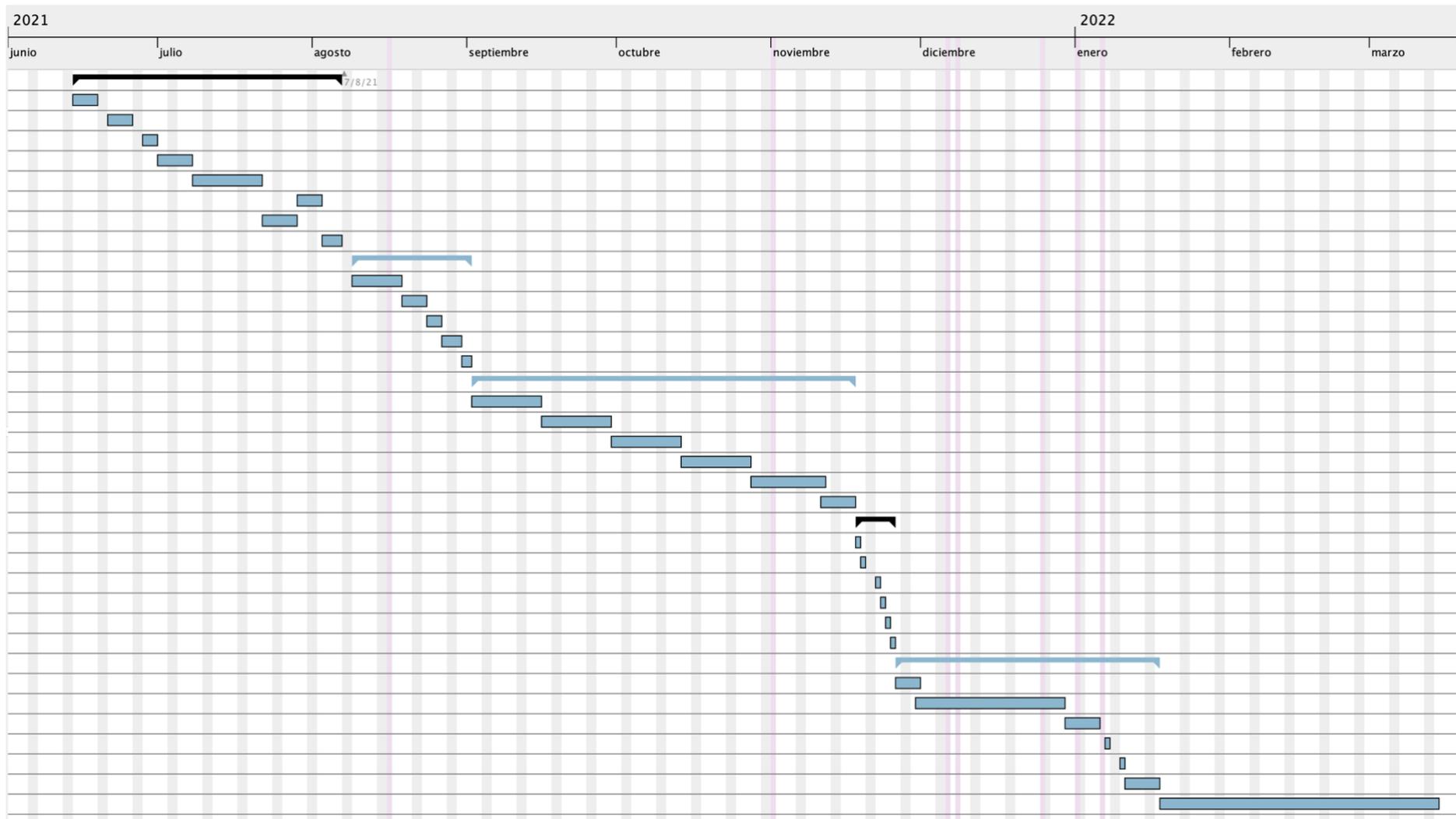


Ilustración 23- Diagrama de Gantt

## 7.5 Análisis de riesgos

El éxito de un proyecto como es el que se pretende llevar a cabo depende en gran parte de la planificación inicial del mismo y en ella se deben tener en cuenta los factores de riesgo que puedan llevarlo al fracaso.

Por ello en la siguiente tabla se identifican los siguientes riesgos y se determinan las medidas preventivas con la intención de mitigar el riesgo potencial que conllevan:

ID	Riesgo	Acciones preventivas	Probabilidad	Impacto
R01	Resistencia al cambio	Gestión del cambio. Plan de comunicación.	Alta	Alto
R02	Procesos de negocio obviados	Implantador con experiencia. Reuniones y entrevistas con trabajadores.	Media	Alto
R03	Usuarios clave no implicados	Gestión del cambio. Plan de comunicación.	Media	Alto
R04	Calendario no realista	Margen para imprevistos en cada fase.	Baja	Alto
R05	Mal uso del sistema por parte de los usuarios	Plan de comunicación. Plan de formación. Contratación de soporte y mantenimiento.	Media	Alto
R06	Pérdida de datos	Plan de copias de seguridad diarias.	Baja	Alto
R07	Imposibilidad de acceso	Conexión a internet alternativa.	Baja	Alto
R08	Migración incompleta	Copias de seguridad. Plan de migración.	Baja	Alto
R09	Presupuesto no realista	Presupuesto detallado con todos los costes. Partida de reserva.	Baja	Medio
R10	Soporte adecuado	Selección de una empresa acreditada. ERP muy extendido y con muchas empresas alternativas.	Baja	Bajo
R11	Formación insuficiente	Plan de formación. Disponibilidad de más cursos	Baja	Bajo

Tabla 14- Principales riesgos identificados

## 7.6 Análisis de costes

La principal razón por la que DMP Aeronautic & Space ha decidido implementar un sistema ERP es por el potencial que aporta en cuanto al aumento de la producción gracias a la modificación de sus procesos y la automatización de tareas repetitivas que hasta ahora se vienen haciendo de manera manual.

Como ya se vio en el proceso de selección de ERP, el factor económico es fundamental, hasta el punto de que marcó la diferencia a la hora de decantarse por Odoon en lugar de SAP Business One.

En este sentido, se ha decidido escoger la versión de Odoon Enterprise, con los módulos antes mencionados y acceso para 10 usuarios, cuyo coste asciende a 3.576€ anuales.

Además, hay que añadir el coste del servidor cloud con soporte integral mediante establecimiento de un SLA (*Service Level Agreement*) y mantenimiento que ofrece la empresa implantadora QubiQ, cuyo coste es de 125€ mensuales o 1.500€ anuales para un máximo de 10 usuarios.

En resumen, los costes de operación y mantenimiento ascienden a un total de 5.076€ anuales a los que hay que añadir la inversión inicial que incluye la implantación del ERP y la formación, a lo que se le añade un 20% de este importe (1.000€) para contingencias.

En cuanto a la formación e implantación del ERP ofrecido por QubiQ, se decidió adquirir un Pack llamado "PRO" el cual incluye 200 horas de desarrollo de herramientas, personalización y parametrización además de un plan de formación de dos meses de duración para los empleados por un importe de 13.600€.

Por otro lado, los ordenadores y demás dispositivos electrónicos que posee la empresa se encuentran en buen estado y no es necesario realizar ningún desembolso para actualizarlos, ya que, a pesar de la variedad existente en la empresa, cada uno cumple la función que le corresponden perfectamente, desde los ubicados en el departamento de diseño con tareas más exigentes, hasta los ubicados en el área de producción cuyas labores son principalmente de gestión de almacén.

RESUMEN DE COSTES		
Precio	Concepto	Descripción
13.600€	Implantación ERP QubiQ	Implantación del ERP con desarrollo de herramientas, personalización, parametrización, formación y soporte.
3.576€/año	Costes Odoon Enterprise	Módulos específicos versión Odoon Enterprise. Gastos anuales recurrentes.
1.500€/año	Cloud QubiQ Odoon	Servicios Cloud Odoon de QubiQ y mantenimiento.
1.000€/año	Reserva para imprevistos	Partida para contingencias.

Tabla 15- Resumen de costes

## 8. Post implantación del ERP

### 8.1 Tareas post implantación del ERP

Si bien llegados a este punto, la implantación del sistema ERP puede parecer concluida, es necesario que transcurra un plazo razonable en el que la empresa trabaje con él, los usuarios se adapten a su uso y el implantador se encargue de brindar soporte técnico y asegurarse de que el rendimiento y funcionamiento son los adecuados, además de comprobar que no aparecen errores en el programa.

Además, son necesarias la realización de varias tareas para garantizar que se cumplan los objetivos fijados al inicio del proyecto:

- Revisiones post implantación: Al llevar un tiempo prudencial utilizando el sistema ya se puede analizar su rendimiento, su usabilidad, funcionalidades y si ha cumplido con las expectativas y requisitos iniciales.
- Análisis de procesos internos: Una de las principales razones por la que se impulsó la adopción de un sistema ERP en la empresa fue la optimización de procesos y la ventaja competitiva que esto producía. Tras un tiempo utilizando el sistema se pueden empezar a ver los resultados mediante un análisis que compare el desempeño previo a la implantación del ERP con el momento actual.

Ambos análisis requieren fijar unos indicadores de procesos o KPI <sup>[54]</sup> que permiten controlar y monitorizar las acciones a las que se le asignan y así saber si éstas tienen la evolución esperada.

Además, se considera importante realizar las siguientes tareas:

- Formación continua de los empleados: Esta es una labor que ya se llevaba a cabo para los trabajadores en sus respectivos departamentos con aprendizajes sobre diversas herramientas o tareas de su competencia para ampliar la capacitación profesional y su motivación. A partir de ahora, resulta importante añadir la formación continua, sobre el ERP adoptado, ampliando sus conocimientos del sistema de manera paulatina.
- Mantenimiento y actualización del sistema y dispositivos de acceso: Al haber escogido la versión Cloud de Odo Enterprise, ésta se actualiza con cierta frecuencia de manera automática, lo que facilita las labores relacionadas con su mantenimiento. No obstante, los dispositivos locales de la empresa como ordenadores, portátiles, dispositivos móviles sí que deben ser actualizados regularmente para evitar posibles fallos de seguridad.

## 8.2 Acciones futuras

Si bien es cierto que el sistema inicialmente cubre todas las necesidades detectadas en la fase de recogida de requisitos, todo es susceptible de mejora.

En este sentido, se establece un plan de mantenimiento perfectivo en el que se documenten todas las incidencias que ocurran, así como todas las modificaciones que propongan los usuarios para su evaluación y posteriormente plasmarlas en una nueva versión.

De esta manera, independientemente de los cambios que se produzcan con las actualizaciones regulares que provengan de Odoo, existe la posibilidad de personalizar las funcionalidades del sistema, adaptándolo aún más a la manera de trabajar de la empresa.

Por otro lado, tras un tiempo de uso y con la adecuada formación del departamento de administración, la dirección de la empresa prevé prescindir de los servicios que tiene externalizados en la gestoría y asumir estas tareas, ayudándose de las capacidades que ofrece el ERP.

Con esta medida, podrá obtener un ahorro de unos 400€ mensuales, que es lo mismo que 4.800€ anuales, prácticamente el coste anual del sistema ERP. A esto hay que añadir los beneficios que resulten de la optimización de procesos y la automatización de tareas, que permitirán aumentar la productividad global de la empresa.

Otro punto que queda en el aire debido a su idiosincrasia es el BI, *Business Intelligence*. Este módulo requiere la acumulación de datos para poder sacarle partido, y, por lo tanto, es necesario que se utilice el programa durante un tiempo hasta que, con los datos almacenados, se puedan obtener informes que sean de provecho para establecer la estrategia de negocio.

## 9. Conclusiones

Este Trabajo Fin de Grado ha tenido el objetivo de realizar un estudio de implantación de un ERP en una empresa de mecanizados real, pero que, por motivos de discrecionalidad, se ha modificado su nombre y algunos datos para mantener su anonimato.

Durante el desarrollo del TFG se han aplicado los conocimientos adquiridos a lo largo de los itinerarios de Sistemas de Información y Tecnologías de Información, en especial las asignaturas de Fundamentos de Sistemas de Información, Integración de Sistemas de Información y Gestión Funcional de Sistemas de Información.

El estudio de la empresa, su funcionamiento y el análisis de requisitos para el sistema, así como el estudio de mercado con las opciones disponibles han supuesto un verdadero reto, al no contar con experiencia previa sobre la temática.

Se ha podido aprender mucho sobre un sector que está en auge. Los ERP se han extendido a todo tipo de negocio, pero es tan importante el estudio de los casos de éxito como aquellos en los que el proyecto de implantación resultó un fracaso. De este modo se pueden obtener lecciones sobre la gestión del cambio para futuros trabajos.

Otro aspecto del que se ha aprendido mucho ha sido sobre el amplio abanico de ERP disponibles en el mercado. ERP verticales, horizontales, a medida, predefinidos, *cloud*, *on premise*... Existe mucha variedad y escoger el que mejor se ajusta a una empresa en particular requiere un análisis minucioso para satisfacer los objetivos marcados.

Además, las empresas desarrolladoras e implantadoras de ERP no suelen publicar sus precios, obligando a concertar entrevistas o citas de modo que la acción comercial trate de convencer a las organizaciones que se plantean adoptar un ERP.

Esto dificulta la tarea de búsqueda de información y comparativa de precios, sobretodo en aquellos ERP sectoriales que son más herméticos y menos conocidos fuera de su ámbito de negocio, que han mostrado cierta reticencia al dar detalles cuando contactaba con ellos y me presentaba como un estudiante de TFG, sin embargo, si pretendía ser un directivo de una pequeña o mediana empresa, la acción comercial era atroz y trataban de captarte y hacerte una auditoría para poder tener un coste estimado, sin dar prácticamente ninguna orientación.

Por otro lado, los precios de los ERP son muy elevados, y es necesario un estudio económico con previsión de la ROI (Retorno de la Inversión), para asegurarse que la inversión necesaria para implementar el sistema resulta beneficiosa para la empresa.

Existen ERP muy extendidos en grandes empresas como SAP u Oracle que, a pesar de publicitarse para todo tipo de empresas, los costes de las licencias, implantación y mantenimiento resultan prohibitivos para pequeñas y medianas empresas, ya que, dado el ajustado presupuesto del que disponen y del alto coste del sistema, resultan automáticamente descartados en los estudios de mercado, y aunque hubiera sido muy interesante estudiarlos en profundidad, no está contemplado dentro del alcance del proyecto.

En cuanto al seguimiento de la planificación inicial, no se ha podido lograr exactamente debido a circunstancias personales y profesionales, que han obligado a adaptarlo, lo que ha añadido más presión y complicaciones a las dificultades propias de un TFG de esta envergadura.

La repartición de tareas ha sido un tanto desigual, siendo las PECS 1 y 4 con menor carga de trabajo y la PEC 2 especialmente exigente, que además coincidió con los momentos difíciles a nivel personal.

Para la entrega de la PEC2 fue necesario solicitar una prórroga y, a pesar de ello, no se pudieron desarrollar todos los contenidos previstos. Sin embargo, con mucho esfuerzo esta situación se pudo subsanar durante el plazo para el desarrollo de la PEC3, y ésta se entregó a tiempo con todas las tareas planificadas, incluidas las pendientes.

La última entrega, PEC4, se ha enfocado para la revisión de la memoria y los últimos detalles; además de la preparación de la presentación, vídeo y auto informe, mucho más ligera que las anteriores, aunque esta última fue planificada expresamente para compensar que, a nivel profesional, es una época con mucho trabajo y no podría dedicar al TFG el tiempo que estimaba para las anteriores.

De haber sido consciente de esta diferencia de carga de trabajo en las entregas, hubiera modificado el contenido de cada una; ampliado el alcance de la PEC1, absorbiendo parte de los contenidos de la PEC2 y que así la exigencia fuera igual a lo largo de las tres primeras entregas.

Otro aspecto clave de este TFG ha sido la metodología escogida para implementar el ERP. El sistema seleccionado fue Odo, un software que está disponible en versión libre y propietaria, la cual incluye más opciones y servicios. Ambas opciones permiten flexibilidad y por ello se han comparado las diferentes metodologías que se podían utilizar.

Directamente se descartó la metodología en cascada debido a su rigidez y poca adaptabilidad a los cambios, y en cuanto a las metodologías ágiles se pensó en Scrum y Kanban.

Scrum se escogió por su facilidad para el seguimiento a partir de las diferentes reuniones contempladas en su guía y por la existencia de los sprints, que van generando incrementos sobre el producto final, mientras que Kanban trabaja de manera continua y no dispone de estas reuniones para su gestión y control.

En este sentido, escoger Scrum para la implementación del ERP ha sido un acierto y ha permitido recordar su funcionamiento que ya conocía de la asignatura de Ingeniería del Software y del CFGS Desarrollo de Aplicaciones Multiplataforma.

En cuanto al cumplimiento de los objetivos marcados en este trabajo se puede afirmar que se han alcanzado de manera satisfactoria, pues se ha estudiado el funcionamiento de la empresa, se ha hecho un estudio de mercado de los principales ERP disponibles y se ha elegido el más adecuado en función de requisitos y de recursos disponibles. Una vez escogido el ERP a implementar, se ha desarrollado un plan de implementación del ERP incluyendo la gestión del cambio.

El ERP escogido ha sido una solución que centraliza todo el trabajo en una única aplicación, que automatiza muchos de los procesos manuales repetitivos y que dispone de herramientas de comunicación interdepartamental y de análisis e informes en tiempo real, tal y como se pretendía en los objetivos del trabajo.

Además, en el estudio económico se han detallado los costes del ERP, pero en las líneas futuras de mejora se han expuesto los potenciales ahorros tras su explotación, que reflejan un ahorro económico y un aumento de la productividad.

En cuanto a las líneas de trabajo futuro, se ha indicado el mantenimiento perfectivo, que es la mejora continua del sistema a partir de las observaciones de los usuarios y la explotación del módulo de BI.

Ambos puntos requieren la utilización del ERP durante un periodo de tiempo prolongado y van más allá del alcance de este TFG, que se centra en el proceso de implantación de un ERP en una empresa.

Como conclusión se puede afirmar que tras la implantación del ERP Odoon en la empresa DMP Aeronautic & Space se ha logrado la integración de procesos entre los diferentes departamentos al trabajar con una solución única e integradora, que permite el seguimiento del stock y de la producción en tiempo real.

Además, la automatización de aquellos procesos repetitivos que se hacían manualmente ha permitido reducir los tiempos de respuesta y el consecuente aumento de la productividad.

Finalmente, con la futura recuperación de las tareas delegadas en la gestoría externa se obtendrá una reducción directa de los gastos de operación de la empresa, favoreciendo el retorno de la inversión.

Por estos motivos se puede afirmar el éxito del presente proyecto al haber cumplido los objetivos marcados durante la planificación.

## 10. Glosario

**Backup** <sup>[55]</sup>: Término inglés para referirse a una copia de seguridad de los datos de un equipo o sistema para que, en caso de que ocurra un fallo en el dispositivo donde se encuentran almacenados, puedan ser recuperados.

**BI (Business Intelligence)** <sup>[56]</sup>: Conjunto de técnicas y estrategias utilizadas con el fin de generar conocimiento a través de la información recopilada, de modo que permita tomar decisiones basándose en este conocimiento.

**Cloud** <sup>[57]</sup>: Literalmente del inglés traducido como nube. Conjunto de tecnologías que permiten utilizar servicios de computación a través de una red, como el almacenamiento o la ejecución de software en servidores remotos.

**CRM (Customer Relationship Management)** <sup>[58][59]</sup>: estrategia de gestión integral de las relaciones de la empresa con los clientes. En un ERP, el CRM se presenta como un módulo que permite administrar las cuentas de los clientes de manera centralizada, que almacena información de interés y agiliza las relaciones para garantizar una mejor experiencia con el cliente.

**ERP (Enterprise Resource Planning)** <sup>[60]</sup>: Sistemas de planificación de recursos empresariales. Son sistemas de información que centralizan las funciones y operaciones necesarias para la gestión empresarial ayudando a cumplir los objetivos a partir de la optimización y automatización de procesos.

**KPI (Key performance indicator)** <sup>[61]</sup>: Indicadores clave de rendimiento, se trata de unas métricas que permiten cuantificar el rendimiento de las acciones, procesos o las estrategias seguidas por una empresa. De este modo se consigue conocer si se logran los objetivos establecidos y en qué medida.

**Lean Manufacturing** <sup>[62]</sup>: Modelo de gestión de la producción basado en minimizar los gastos superfluos, el almacenamiento de stock innecesario, el tiempo de producción y por lo tanto, los costes; a la vez que se trata de maximizar la generación de valor para el cliente final.

**Product BackLog** <sup>[63]</sup>: Es un listado en el que se incluyen todas las tareas a realizar en un proyecto Scrum.

**RRHH (Recursos Humanos)** <sup>[64]</sup>: Parte o departamento de una empresa u organización que se ocupa de la gestión de personal (selección, contratación, formación...), así como todo lo relacionado con ello.

**ROI** <sup>[65]</sup>: Retorno de la inversión. Se trata de una métrica que permite conocer en qué momento una empresa obtiene beneficios tras realizar una inversión, para valorar su rentabilidad.

**SaaS** <sup>[66]</sup>: Se trata de un modelo de distribución de software en el que los usuarios tienen acceso al mismo a través de internet, de manera que la infraestructura donde se ejecuta pertenece al proveedor de software lo que reduce notablemente la inversión y los costes de mantenimiento.

**SCM (Supply Chain Management)** <sup>[67]</sup>: Gestión de la cadena de suministro, conjunto de procesos relacionados con las operaciones de suministro, desde el lanzamiento de la orden de compra a proveedores hasta la entrega del producto final al cliente con la mayor eficacia posible.

**Scrum** <sup>[68]</sup>: Metodología de trabajo ágil para la gestión de proyectos en la que se siguen una serie de buenas prácticas de manera regular y se caracteriza por su facilidad para adaptarse a escenarios cambiantes y trabajar mediante iteraciones llamadas Sprints que producen incrementos del producto final.

**Scrum Master** <sup>[69]</sup>: En un proyecto Scrum es una figura cuyas responsabilidades son, entre otras, crear el Sprint Backlog y que los equipos logren sus objetivos.

**Sprint** <sup>[70]</sup>: Es una iteración cuya duración no debería superar el mes en el que su objetivo es lograr un incremento de valor en el producto en desarrollo. Cada Sprint tiene una planificación y tareas propias como si de un pequeño proyecto dentro del proyecto global se tratara.

**Sprint Review** <sup>[71]</sup>: Reunión que se realiza tras finalizar un Sprint y con la misión de analizarlo y adaptar el *Product Backlog* si fuera necesario.

**Sprint Retrospective** <sup>[72]</sup>: Reunión que se lleva a cabo después del *Sprint Review* y su objetivo es mejorar en todos los aspectos que sea posible. Se analizan las decisiones tomadas y se buscan líneas de mejora para aplicar en el siguiente Sprint.

**SRM (Supplier Relationship Management)** <sup>[73]</sup>: Gestión de relaciones con los proveedores. Incluyen los métodos y procesos que aplica una empresa u organización para la relación con sus proveedores.

**User Stories** <sup>[74]</sup>: Las historias de usuario se utilizan en metodologías ágiles como Scrum en las que los requisitos de desarrollo se representan de manera breve en un lenguaje común de usuario.

# 11. Bibliografía

- 1) Clarisó Viladrosa, R. (n.d.). *Introducción al trabajo final*. Consultado el 23 de Febrero de 2021, a través de [http://materials.cv.uoc.edu/daisy/Materials/PID\\_00197255/pdf/PID\\_00197259.pdf](http://materials.cv.uoc.edu/daisy/Materials/PID_00197255/pdf/PID_00197259.pdf)
- 2) Ramón Rodríguez, J. (n.d.). *El trabajo final como proyecto*. Consultado el 23 de Febrero de 2021, a través de [http://materials.cv.uoc.edu/daisy/Materials/PID\\_00197256/pdf/PID\\_00197260.pdf](http://materials.cv.uoc.edu/daisy/Materials/PID_00197256/pdf/PID_00197260.pdf)
- 3) Ramón Rodríguez, J. (n.d.). *La gestión del proyecto a lo largo del trabajo final*. Consultado el 23 de Febrero de 2021, a través de [http://materials.cv.uoc.edu/daisy/Materials/PID\\_00197257/pdf/PID\\_00197261.pdf](http://materials.cv.uoc.edu/daisy/Materials/PID_00197257/pdf/PID_00197261.pdf)
- 4) Valle, Y. (2015, August 10). *El alineamiento estratégico y su repercusión en los resultados empresariales | Gestión de Proyectos | Actualidad | ESAN*. Consultado el 1 de Marzo de 2021, a través de <https://www.esan.edu.pe/conexion/actualidad/2015/08/10/el-alineamiento-estrategico-y-su-repercusion-en-los-resultados-empresariales/>
- 5) Luis, J., & Salgueiro, R. (n.d.). *Sistemas de información corporativos*. Consultado el 23 de Febrero de 2021, a través de <http://cvapp.uoc.edu/autors/MostraPDFMaterialAction.do?id=195019>
- 6) Actio Procesos & Tecnología. (n.d.). *Etapas de un proceso de implantación ERP*. Consultado el 1 de Marzo de 2021, a través de <https://www.actiobp.com/etapas-de-un-proceso-de-implantacion-erp/>
- 7) Arribas, I. (2018, November 9). *Implementación del erp - las fases del proyecto*. Consultado el 1 de Marzo de 2021, a través de <https://www.datadec.es/blog/implantacion-del-erp-las-fases-del-proyecto>
- 8) Kettering University. (2016, September 15). *Lean Manufacturing vs Just in Time*. Consultado el 1 de Marzo de 2021, a través de <https://online.kettering.edu/news/2016/09/15/lean-manufacturing-vs-just-time>
- 9) SoftDoit. (n.d.). *Tipos de ERP: características y ventajas para elegir el mejor*. Consultado el 12 de Marzo de 2021, a través de <https://www.softwaredoit.es/software-erp-guias/tabla-comparativa-tipos-de-erp.html>
- 10) DATATEC. (2018, Abril 4). *ERP CLOUD VS ERP ON-PREMISE. ERP SAAS VS ERP COMPRADO*. Consultado el 12 de Marzo de 2021, a través de <https://www.datadec.es/blog/erp-cloud-erp-on-premise-erp-saas-erp-comprado>

- 11) *Las diferencias fundamentales entre un ERP en la nube y uno inhouse | Kyocera.* (n.d.). Consultado el 12 de Marzo de 2021, a través de <https://www.kyoceradocumentsolutions.es/es/smarter-workspaces/business-challenges/the-cloud/las-diferencias-fundamentales-entre-un-erp-en-la-nube-y-uno-inhouse.html>
- 12) *ERP para no iniciados: ERP libre o propietario (4/5) - Mundo.erp | Tecnologías ERP.* (n.d.). Consultado el 12 de Marzo de 2021, a través de <https://www.mundoerp.com/blog/erp-no-iniciados-erp-libre-propietario/>
- 13) *Software de código abierto - Wikipedia, la enciclopedia libre.* (n.d.). Consultado el 12 de Marzo de 2021, a través de [https://es.wikipedia.org/wiki/Software\\_de\\_código\\_abierto](https://es.wikipedia.org/wiki/Software_de_código_abierto)
- 14) Samuel, Mygestion. *Modularidad ERP: ¿en qué consiste y por qué es importante?* Consultado el 12 de Marzo de 2021, a través de <https://www.mygestion.com/blog/modularidad-erp-en-que-consiste-y-por-que-es-importante>
- 15) Grupo IGN. (2016, Abril 26). *ERP estándar o a medida: ¿qué es mejor para mi empresa?* Consultado el 12 de Marzo de 2021, a través de <https://ignsl.es/erp-estandar-o-a-medida/>
- 16) *¿Es mejor implantar un ERP estándar o a medida? | Dataprix TI.* (n.d.). Consultado el 12 de Marzo de 2021, a través de <https://www.dataprix.com/es/articulo/erp/mejor-implantar-un-erp-estandar-o-medida>
- 17) *ERP Vertical vs ERP Horizontal, ¿Qué les diferencia?* (n.d.). Consultado el 12 de Marzo de 2021, a través de <https://softwarepara.net/erp-vertical-horizontal/>
- 18) *¿Qué es mejor para mi empresa? ERP vertical vs. ERP horizontal.* (n.d.). Consultado el 12 de Marzo de 2021, a través de <https://ignsl.es/erp-vertical-erp-horizontal/>
- 19) *¿Qué es mejor para mi empresa? ERP vertical vs. ERP horizontal.* (n.d.). Consultado el 12 de Marzo de 2021, a través de <https://ignsl.es/erp-vertical-erp-horizontal/>
- 20) *¿ERP vertical o ERP horizontal? - Canal ERP.* (n.d.). Consultado el 12 de Marzo de 2021, a través de <https://canalerp.com/erp-vertical-o-erp-horizontal/>
- 21) BOE.es - *BOE-A-2018-16673 Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales.* (n.d.). Consultado el 6 de Abril de 2021, a través de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2018-16673>
- 22) *Business Intelligence y ERP: más allá de los informes tradicionales.* (n.d.). Consultado el 1 de Abril de 2021, a través de <https://abas-erp.com/es/news/bi-erp-business-intelligence>
- 23) *¿Qué rol tiene el ERP en el control de calidad?* (n.d.). Consultado el 1 de Abril de 2021, a través de <https://abas-erp.com/es/news/qu-rol-tiene-el-erp-en-el-control-de-calidad>

- 24) *INSPECCIÓN DE CALIDAD IN SITU CON UN ERP*. (n.d.). Consultado el 1 de Abril de 2021, a través de <https://www.datadec.es/blog/inspeccion-de-calidad-in-situ-con-un-erp>
- 25) *The Complete 2021 SAP Business One Pricing Guide*. (n.d.). Consultado el 1 de Abril de 2021, a través de <https://blogs.seidor.us/content/seidor-us/company/blog/the-complete-2021-sap-business-one-pricing-guide>
- 26) *SAP Business One: Software de gestión empresarial | SAP*. (n.d.). Consultado el 1 de Abril de 2021, a través de <https://www.sap.com/spain/products/business-one.html>
- 27) *SAP Business One - Wikipedia*. (n.d.). Consultado el 2 de Abril de 2021, a través de [https://en.wikipedia.org/wiki/SAP\\_Business\\_One](https://en.wikipedia.org/wiki/SAP_Business_One)
- 28) *El mercado global de Software de planificación de recursos empresariales (ERP) 2021 está en auge en todo el mundo por participación, tamaño, segmentos y pronóstico para 2029 | SAP, IBM, Oracle, Epicor - Revista Crossover*. (n.d.). Consultado el 2 de Abril de 2021, a través de <http://revistacrossover.com/el-mercado-global-de-software-de-planificacion-de-recursos-empresariales-erp-2021-esta-en-pleno-auge/>
- 29) *Software Gestión de Proyectos en SAP Business One*. (n.d.). Consultado el 2 de Abril de 2021, a través de <https://www.hanami8.com/SR/SAP-Business-One-Funcionalidad/Software-Gestion-Proyectos-Sap-Business-One>
- 30) *Software de Producción de SAP Business One*. (n.d.). Consultado el 2 de Abril de 2021, a través de <https://www.hanami8.com/SR/SAP-Business-One-Funcionalidad/Software-Produccion-SAP-Business-One>
- 31) *SAP Business One Cloud Pricing - Cloud One*. (n.d.). Consultado el 2 de Abril de 2021, a través de <https://www.sapcloudone.com/pricing/>
- 32) *Odoo - Wikipedia, la enciclopedia libre*. (n.d.). Consultado el 3 de Abril de 2021, a través de <https://es.wikipedia.org/wiki/Odoo>
- 33) *Odoo. Comparación de versiones*. Consultado el 3 de Abril de 2021, a través de [https://www.odoo.com/es\\_ES/page/editions](https://www.odoo.com/es_ES/page/editions)
- 34) *Odoo. Módulo de fabricación*. Consultado el 3 de Abril de 2021, a través de [https://www.odoo.com/es\\_ES/app/manufacturing](https://www.odoo.com/es_ES/app/manufacturing)
- 35) *Odoo. Módulo de gestión de proyectos*. Consultado el 3 de Abril de 2021, a través de [https://www.odoo.com/es\\_ES/app/project](https://www.odoo.com/es_ES/app/project)
- 36) *Odoo. Módulo de mantenimiento de maquinaria*. Consultado el 3 de Abril de 2021, a través de [https://www.odoo.com/es\\_ES/app/maintenance](https://www.odoo.com/es_ES/app/maintenance)
- 37) *Precios y tarifas de proyectos con Odoo | QUBIQ*. (n.d.). Consultado el 3 de Abril de 2021, a través de <https://www.qubiq.es/precios>
- 38) *El Periódico. Holded levanta 15 millones de €*. Consultado el 3 de Abril de 2021, a través de <https://www.elperiodico.com/es/economia/20210202/holded-levanta-15-millones-duplicara-11489601>
- 39) *Holded. Guías para emprendedores*. Consultado el 3 de Abril de 2021, a través de <https://www.holded.com/es/guias>

- 40) Odoo. Planes de éxito en línea. Consultado el 5 de Abril de 2021, a través de [https://www.odoo.com/es\\_ES/pricing-packs](https://www.odoo.com/es_ES/pricing-packs)
- 41) Arribas, I. (2018, November). Consultado el 10 de Abril de 2021, a través de *implementación del ERP - la gestión del cambio*. <https://www.datadec.es/blog/implementacion-del-erp-la-gestion-del-cambio>
- 42) El impacto de un erp en la cultura de la empresa. (n.d.). Consultado el 10 de Abril de 2021, a través de <https://www.datadec.es/blog/el-impacto-del-erp-en-la-cultura-de-la-empresa>
- 43) *Vídeo Formación, Cursos, Webinars y Tutoriales en Español de Odoo*. (n.d.). Consultado el 10 de Abril de 2021, a través de <https://odoofacil.com/shop>
- 44) Wikipedia. Scrum. Consultado el 20 de Abril de 2021, a través de [https://es.wikipedia.org/wiki/Scrum\\_\(desarrollo\\_de\\_software\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Scrum_(desarrollo_de_software))
- 45) Marta Bermejo (24/06/2019) Blog Aitana. Filosofía AGILE en implantaciones de ERP. Consultado el 20 de Abril de 2021, a través de <https://blog.aitana.es/2019/06/24/filosofia-agile-implantaciones-erp/>
- 46) Ken Schwaber & Jeff Sutherland. La guía de Scrum. Consultado el 20 de Abril de 2021, a través de <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-European.pdf>
- 47) Paula Canal. IEBS School. Definición y características del Scrum Master. Consultado el 20 de Abril de 2021, a través de <https://www.iebschool.com/blog/definicion-y-caracteristicas-del-scrum-master-agile-scrum/>
- 48) Anna Pérez. OBS Business School. Las 5 etapas en los sprints de un desarrollo Scrum. Consultado el 27 de Abril de 2021, a través de <https://www.obsbusiness.school/blog/las-5-etapas-en-los-sprints-de-un-desarrollo-scrum>
- 49) Miquel Rodríguez. Netmind. Scrum: El pasado y el futuro. Consultado el 27 de Abril de 2021, a través de <https://netmind.net/es/scrum-el-pasado-y-el-futuro/>
- 50) Blog Comparasoftware. Fases Metodología Scrum. Consultado el 27 de Abril de 2021, a través de <https://blog.comparasoftware.com/fases-metodologia-scrum/>
- 51) EALDE. En qué consiste el Product Backlog y el Sprint Backlog en Dirección de Proyectos. Consultado el 27 de Abril de 2021, a través de <https://www.ealde.es/product-backlog-sprint-backlog/>
- 52) Programación y más. ¿Qué es el Product Backlog? Consultado el 27 de Abril de 2021, a través de <https://programacionymas.com/blog/scrum-product-backlog>
- 53) Wikipedia. Historias de usuario. Consultado el 27 de Abril de 2021, a través de [https://es.wikipedia.org/wiki/Historias\\_de\\_usuario](https://es.wikipedia.org/wiki/Historias_de_usuario)

- 54)TECON. Qué es un KPI y cómo definir los KPIs básicos para tu negocio. Consultado el 01 de Mayo de 2021, a través de <https://www.tecon.es/que-es-un-kpi-como-definir-los-kpis-basicos-para-tu-negocio/>
- 55)Concepto-Definición de Backup. Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de <https://conceptodefinicion.de/backup/>
- 56)El blog de Signaturit. Qué es business intelligence y qué herramientas existen. Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de <https://blog.signaturit.com/es/que-es-business-intelligence-bi-y-que-herramientas-existen>
- 57)Computer Hoy. ¿Qué es cloud? Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de <https://computerhoy.com/noticias/internet/que-es-cloud-62460>
- 58)Salesforce. ¿Qué es CRM? Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de <https://www.salesforce.com/mx/crm/>
- 59)Wikipedia. CRM. Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de [https://es.wikipedia.org/wiki/Customer\\_relationship\\_management](https://es.wikipedia.org/wiki/Customer_relationship_management)
- 60)Wikipedia. ERP. Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de [https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_planificaci%C3%B3n\\_de\\_recur\\_sos\\_empresariales](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_planificaci%C3%B3n_de_recur_sos_empresariales)
- 61)Ambit Building Solutions Together Blog. Qué son los KPI para Business Intelligence y para qué usarlos. Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de <https://www.ambit-bst.com/blog/kpi-para-business-intelligence-qu%C3%A9-son-y-para-qu%C3%A9-usarlos>
- 62)Wikipedia. Lean Manufacturing. Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de [https://es.wikipedia.org/wiki/Lean\\_manufacturing](https://es.wikipedia.org/wiki/Lean_manufacturing)
- 63)Programación y más. Scrum Product Backlog. Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de <https://programacionymas.com/blog/scrum-product-backlog>
- 64)Wikipedia. Recursos Humanos. Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de [https://es.wikipedia.org/wiki/Recursos\\_humanos](https://es.wikipedia.org/wiki/Recursos_humanos)
- 65)Wikipedia. Retorno de la inversión. Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de [https://es.wikipedia.org/wiki/Retorno\\_de\\_la\\_inversi%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Retorno_de_la_inversi%C3%B3n)
- 66)Wikipedia. Saas. Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de [https://es.wikipedia.org/wiki/Software\\_como\\_servicio](https://es.wikipedia.org/wiki/Software_como_servicio)
- 67)Wikipedia. Administración de la cadena de suministro. Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de [https://es.wikipedia.org/wiki/Administraci%C3%B3n\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_suministro](https://es.wikipedia.org/wiki/Administraci%C3%B3n_de_la_cadena_de_suministro)
- 68)Metodologías Ágiles. Qué es Scrum. Consultado el 14 de Mayo de 2021, a través de <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>
- 69) IONOS. Scrum Master. Consultado el 15 de Mayo de 2021, a través de <https://www.ionos.es/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/scrum-master/>

- 70) BBVA. Metodología Sprint – Qué es un Sprint. Consultado el 15 de Mayo de 2021, a través de <https://www.bbva.com/es/metodologia-scrum-que-es-un-sprint/>
- 71) Scrum. Sprint Review. Consultado el 15 de Mayo de 2021, a través de <https://www.scrum.org/resources/blog/sprint-review-spanish-edition>
- 72) Be agile my friend. Qué es el Sprint Retrospective. Consultado el 15 de Mayo de 2021, a través de <https://beagilemyfriend.com/sprint-retrospective/>
- 73) Wikipedia. Supplier Relationship Management. Consultado el 15 de Mayo de 2021, a través de [https://es.wikipedia.org/wiki/Supplier\\_relationship\\_management](https://es.wikipedia.org/wiki/Supplier_relationship_management)
- 74) Wikipedia. Historias de usuario. Consultado el 15 de Mayo de 2021, a través de [https://es.wikipedia.org/wiki/Historias\\_de\\_usuario](https://es.wikipedia.org/wiki/Historias_de_usuario)
- 75) Tic Portal. Waterfall metodología desarrollo secuencial Consultado el 17 de Mayo de 2021, a través de <https://www.ticportal.es/glosario-tic/waterfall-metodologia-desarrollo-secuencial>
- 76) MundoERP. Diferentes metodologías de implantación de ERP. Consultado el 17 de Mayo de 2021, a través de <https://www.mundoerp.com/blog/diferentes-metodologias-de-implantacion-de-erp/>
- 77) InfoTIC. Metodología propia del ERP de SAP. Consultado el 17 de Mayo de 2021, a través de <https://infotico.co/wp-content/uploads/2018/12/METODOLOG%C3%8DA-PROPIA-DEL-ERP-DE-SAP.pdf>
- 78) SAP Archive. ASAP Methodology Roadmaps and Phases . Consultado el 17 de Mayo de 2021, a través de <https://archive.sap.com/documents/docs/DOC-8032>
- 79) Know-Oracle. Oracle AIM – Application Implementation Methodology – Overview. Consultado el 17 de Mayo de 2021, a través de <https://know-oracle.com/2020/02/12/oracle-aim-application-implementation-methodology-overview/>
- 80) Mercurius IT. The Microsoft Sure Step Methodology. Consultado el 17 de Mayo de 2021, a través de <https://www.mercuriusit.com/the-microsoft-dynamics-sure-step-methodology/>
- 81) Región digital. Historia y origen de las metodologías ágiles de producción. Consultado el 17 de Mayo de 2021, a través de <https://www.regiondigital.com/noticias/reportajes/311642-historia-y-origen-de-las-metodologias-agiles-de-produccion.html>
- 82) IEB School. Qué son las metodologías ágiles. Consultado el 17 de Mayo de 2021, a través de <https://www.iebschool.com/blog/que-son-metodologias-agiles-agile-scrum/>
- 83) Iberzal. El método Kanban: gestión de proyectos y tareas para equipos. Consultado el 17 de Mayo de 2021, a través de <https://iberzal.com/metodo-kanban/>

## 12. Anexos

### Anexo 1. Comparación de metodologías para la implantación de la solución ERP.

El motivo de este anexo es la justificación de haber escogido Scrum como metodología de implantación del ERP en lugar de cualquier otra.

Entre las opciones que se barajaron en su momento tenemos las siguientes:

#### 1.1 Cascada o Waterfall

La metodología en cascada <sup>[75]</sup> es método tradicional de desarrollo y gestión de proyectos. Las fases en las que se organiza el proyecto se llevan a cabo de forma secuencial, de modo que no se inicia una fase hasta que haya finalizado la anterior.



Ilustración 24- Ciclo de vida desarrollo en cascada

En la fase inicial se establecen los requisitos que deberá cumplir el producto final y éstos se van desarrollando a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Si fuera necesario modificar o añadir algún requisito, se debería volver a la fase inicial e ir avanzando nuevamente.

Esta metodología es poco flexible ya que no admite modificaciones una vez se ha iniciado el diseño o la implementación, por lo que sólo se recomienda en aquellos proyectos en los que se tienen muy claros los requisitos y no se prevé que haya cambios.

La implementación de un ERP requiere de flexibilidad y adaptabilidad a cambios, como puede ser la escalabilidad o la adopción de nuevos procesos derivados de la diversificación del negocio, por lo que la metodología en cascada obligaría a rehacer el proyecto desde el principio en caso de querer realizar algún cambio una vez el proyecto haya finalizado. Por estos motivos se ha descartado la metodología en cascada para este proyecto.

## 1.2 Metodologías propias de desarrolladores ERP

Los principales desarrolladores de software ERP del mercado <sup>[76]</sup> han creado sus propias metodologías para la implementación de sus soluciones, adaptándolas a las peculiaridades de cada una.

Las metodologías más extendidas son las siguientes:

### 1.2.1. ASAP

SAP ha desarrollado una metodología propia con la intención de facilitar la implementación de sus ERPs en las empresas y organizaciones de manera exitosa.

Su nombre proviene de *Accelerated SAP*, refiriéndose a adoptar SAP de una manera rápida y eficaz, con el objetivo de agilizar los proyectos, reducir costes de implementación y minimizar los riesgos derivados.

ASAP <sup>[77]</sup> es una metodología orientada a procesos, distribuida en 5 fases e incluye un enfoque disciplinario para la gestión de proyectos y la gestión del cambio dentro de la organización. Existen numerosas variantes dentro de ASAP <sup>[78]</sup> que permiten variar ligeramente la manera de encauzar el proyecto, aunque sin grandes diferencias entre si.



Ilustración 25- Fases del proyecto de la metodología ASAP

ASAP utiliza una serie de herramientas, aceleradores y buenas prácticas probadas por la comunidad de implantadores que ofrece garantías para su proceso de implantación.

Sin embargo, no se ha escogido esta metodología por varias razones.

En primer lugar, es una metodología propia de los ERP SAP, y al haber escogido Odoó tras el proceso de puntuación, el implantador no trabajaba con esta metodología.

En segundo lugar, el funcionamiento de ASAP permite iteraciones en la fase de construcción, pero la organización del proyecto es similar al de un proyecto en cascada, con la rigidez que esto conlleva.

### 1.2.2 ORACLE AIM (Application Implementation Methodology)

AIM <sup>[79]</sup>, metodología de implementación de aplicaciones, es la escogida por Oracle para gestionar todos los proyectos de implementación de aplicaciones, sin embargo, puede ser utilizada para cualquier tipo de aplicaciones, aunque se oriente, principalmente, a este desarrollador.

AIM muestra qué tareas requiere el proyecto y en qué orden deberían completarse, y, además, proporciona plantillas de entregables para todas ellas.

Sin embargo, AIM es una metodología muy compleja que requiere experiencia, y está orientada a grandes proyectos, ya que la gestión de un proyecto pequeño con AIM puede acarrear una planificación más larga que su propia ejecución.

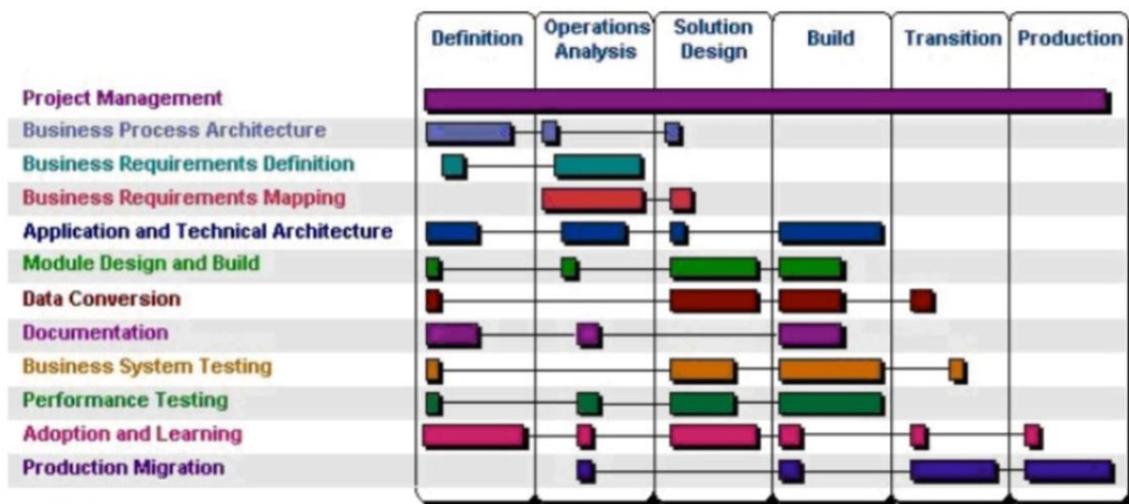


Ilustración 26- Estructura AIM

Esta metodología se descartó inicialmente porque está orientada a grandes proyectos, como son las implementaciones de ERP en grandes empresas. Sin embargo, la empresa sobre la que se ha hecho el estudio es una PYME y aplicar AIM resultaría contraproducente.

### 1.2.3 Microsoft Sure Step

*Sure Step*<sup>[80]</sup> es una metodología en cascada de 6 fases desarrollada por Microsoft para la implementación de soluciones Dynamics, la línea de ERP y CRM de las que es propietaria, siendo una de las más extendidas Microsoft Dynamics 365.

Tiene una estructura común, con pequeñas modificaciones en función del producto Dynamics que se pretenda implementar, que lo convierte en una guía de mejores prácticas adaptado a cada producto en particular.

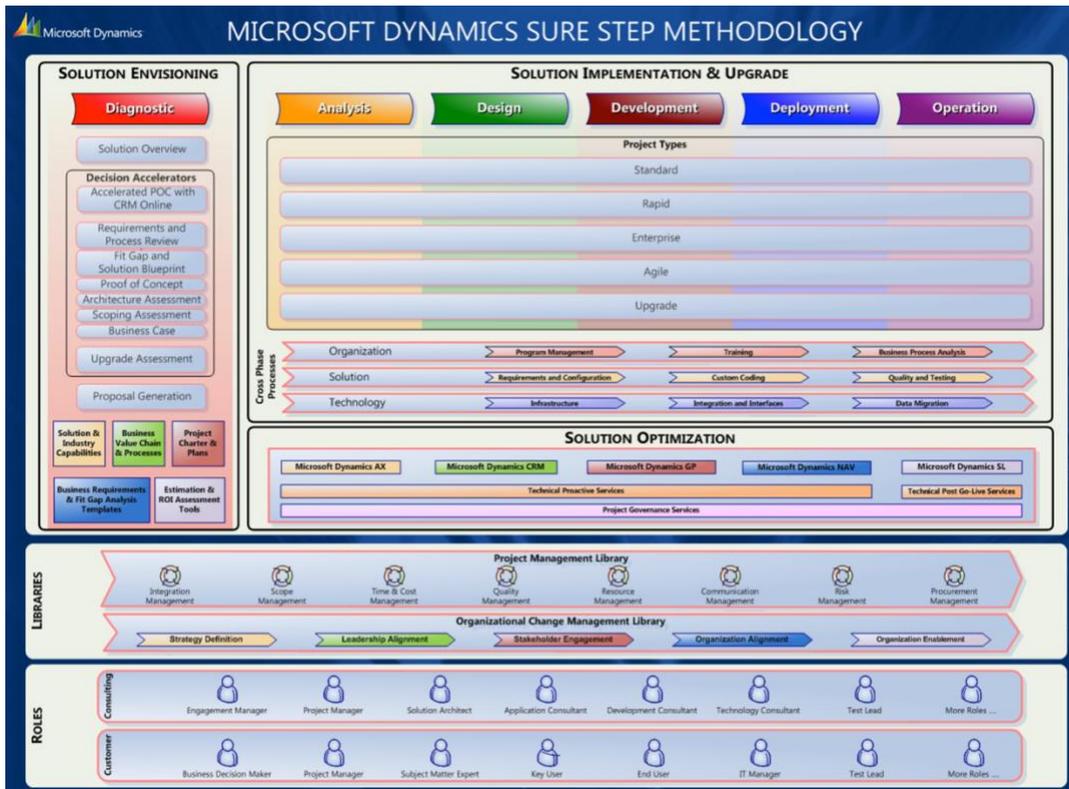


Ilustración 27- Metodología Sure Step

*Sure Step* contiene un total de 6 fases con una serie de tareas definidas que deben ser completadas antes de continuar hacia la siguiente fase.

Dada su orientación hacia los productos de Microsoft, esta metodología no se ha contemplado porque no se adapta al proyecto desarrollado en este TFG.

### 1.3 Metodologías ágiles

Como alternativa a las metodologías secuenciales o en cascada aparecen las llamadas metodologías ágiles <sup>[81]</sup> que ofrecen una mayor flexibilidad y dinamismo, de modo que permiten adaptarse a entornos cambiantes que provocan que los requisitos no estén completamente claros o que puedan variar.

Actualmente existen numerosas metodologías ágiles <sup>[82]</sup> como son *Extreme Programming XP*, *Scrum*, *Kanban*, *PRINCE2 Agile* entre otras. De ellas, se planteó la utilización de dos de ellas que se detallan a continuación.

#### 1.3.1 Kanban

La metodología Kanban <sup>[83]</sup> proviene de la fábrica de Toyota en los años 40 y su principal característica es la gestión de proyectos de manera visual a partir del uso de tarjetas repartidas en 3 columnas: tareas pendientes, tareas en proceso y tareas terminadas.

Cada tarjeta contiene el nombre de la tarea, un breve descripción, la persona que la tiene asignada y la fecha de entrega.

Esto permite visualizar todas las tareas y, al mismo tiempo, centrar la atención únicamente en cada una de manera independiente.

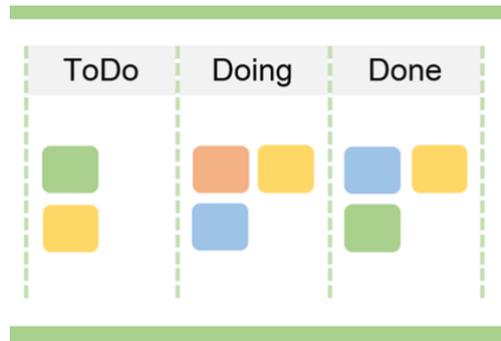


Ilustración 28- Tablero Kanban

El flujo de trabajo de Kanban es continuo, es decir, las tareas se van realizando sin que haya pausas intermedias para revisar el trabajo realizado, y no existe una planificación previa que asigne prioridad a unas sobre otras, sino que el cliente es quien decide qué tarea será la próxima en ejecutar.

Esta metodología no se ha escogido porque su organización se basa únicamente en la realización de tareas, no incluye una planificación inicial ni una progresión ordenada propia del ciclo de vida de un proyecto.

### 13.2 Scrum

Tal y como se describe en el apartado 7.1 Metodología, Scrum es una metodología ágil que desarrolla el proyecto en Sprints o iteraciones, y tras cada uno se obtiene un incremento del producto final.

La comunicación y la revisión en Scrum son factores principales, ya que existen diferentes tipos de reuniones que aseguran que la ejecución siga la planificación prevista además de permitir comprobar que se han logrado los objetivos.

Al mismo tiempo, Scrum ofrece adaptabilidad a los cambios gracias a los incrementos obtenidos en los Sprints y a la gestión de las listas de tareas pendientes organizadas en el *Product Backlog*.

Por estos motivos y los demás expuestos en el punto “7. Proceso de implantación del ERP” del presente trabajo, Scrum ha sido la metodología escogida.

## Anexo 2. Modificación de la planificación inicial para ajustarla a los imprevistos surgidos a lo largo del desarrollo del TFG

Como puede suceder en cualquier proyecto, pueden surgir imprevistos que obliguen a modificar la planificación y el calendario, a pesar de contar con márgenes de tiempo en cada hito.

Sin embargo, durante el desarrollo de la PEC 2 fue imposible seguir la planificación inicial debido a un conjunto de sucesos de causa mayor que obligaron a pausar el proyecto hasta el punto de plantear abandonarlo.

A pesar de ello, se pudo continuar y ponerse al día para la PEC 3 y en adelante se mantuvo el calendario inicial.

Entrega	Tarea	Fecha inicio	Fecha fin	Duración (días)
<b>PEC 1</b>	Contexto y justificación del trabajo	17/02/2021	21/02/2021	5
	Objetivos del trabajo	17/02/2021	21/02/2021	5
	Enfoque y método seguido	22/02/2021	25/02/2021	4
	Planificación del trabajo	22/02/2021	25/02/2021	4
	Breve resumen de los productos obtenidos	26/02/2021	27/02/2021	2
	Breve descripción de los otros capítulos	26/02/2021	27/02/2021	2
	Revisión / Margen contratiempos PEC1	28/02/2021	01/03/2021	2
	<b>TOTAL PEC1</b>	<b>17/02/2021</b>	<b>01/03/2021</b>	<b>13</b>
<b>PEC 2</b>	Análisis de la empresa	02/03/2021	09/03/2021	8
	Análisis de requisitos ERP	10/03/2021	22/03/2021	13
	Estudio de mercado	23/03/2021	06/04/2021	15
	Elección ERP	07/04/2021	17/04/2021	11
	<b>TOTAL PEC2</b>	<b>02/03/2021</b>	<b>17/04/2021</b>	<b>47</b>
<b>PEC 3</b>	Análisis de riesgos	18/04/2021	19/04/2021	2
	Gestión del cambio	20/04/2021	25/04/2021	6
	Implantación del ERP	26/04/2021	03/05/2021	8
	Post implantación del ERP	04/05/2021	10/05/2021	7
	<b>TOTAL PEC3</b>	<b>18/04/2021</b>	<b>10/05/2021</b>	<b>23</b>
<b>PEC 4</b>	Conclusiones	11/05/2021	13/05/2021	3
	Glosario	14/05/2021	15/05/2021	2
	Bibliografía	16/05/2021	17/05/2021	2
	Anexos	18/05/2021	22/05/2021	5
	Revisión final memoria	23/05/2021	26/05/2021	4
	Realización PPT	27/05/2021	29/05/2021	3
	Realización vídeo presentación	30/05/2021	03/06/2021	5
	Realización Autoinforme	04/06/2021	06/06/2021	2
	Revisión / Margen contratiempos PEC4	07/06/2021	08/06/2021	2
<b>TOTAL PEC4</b>	<b>11/05/2021</b>	<b>08/06/2021</b>	<b>29</b>	

Tabla 16- Calendario planificación TFG modificado

A continuación, se muestra el diagrama de Gantt con las modificaciones a la planificación inicial.

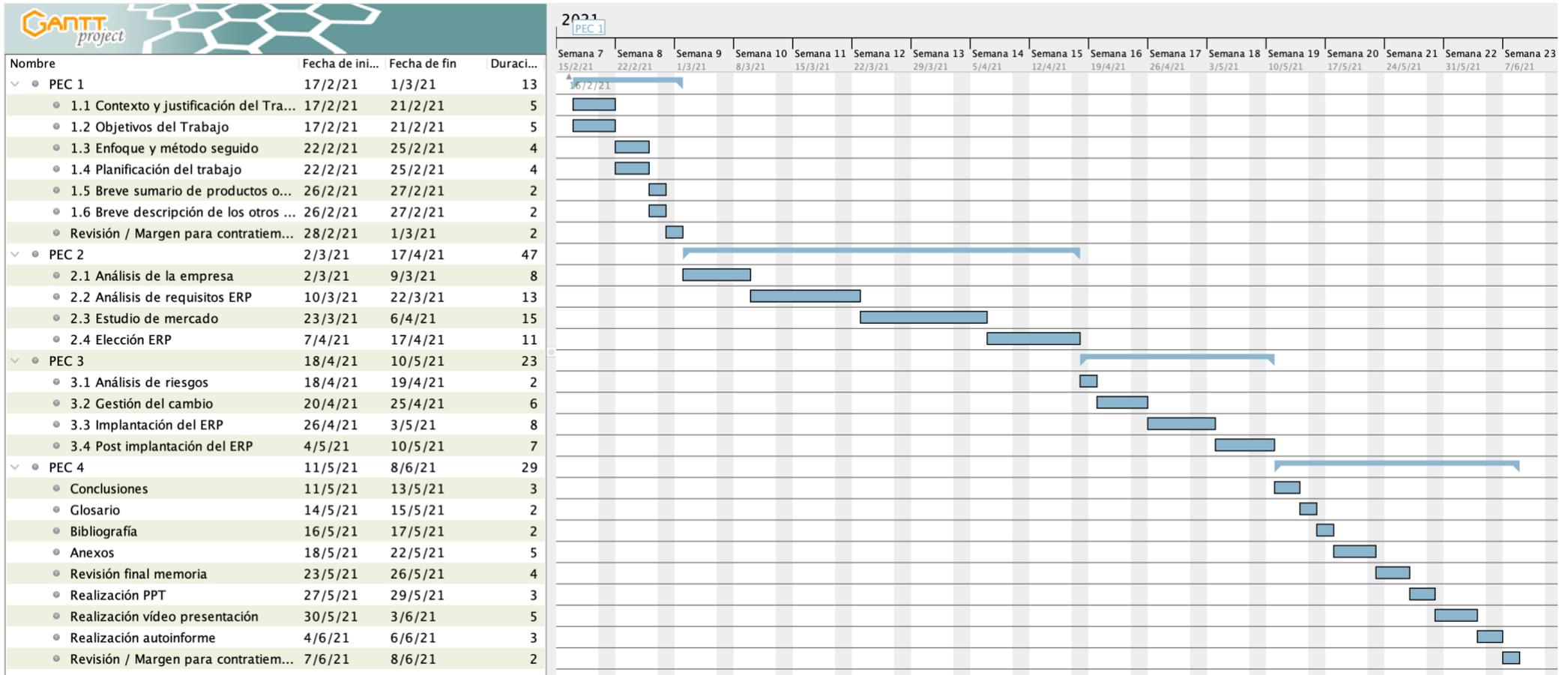


Ilustración 29- Diagrama Gantt modificado