



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

Grado en Ingeniería de Organización Industrial

**Aplicación de la guía del PMBOK 7ª Edición a
un proyecto de fabricación de maquetas de
automóvil en una PYME**

Autor:

Blanco Sánchez, Alba

Tutor:

**POZA GARCÍA, DAVID JESÚS
Departamento de Organización de
Empresas y CIM**

Valladolid, mayo de 2023.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutor del TFG, David Jesús Poza García, por su incansable apoyo durante todo el proceso, y por haberme dado la oportunidad de trabajar en un proyecto tan interesante. Su experiencia y dedicación han sido fundamentales para el éxito de este proyecto.

Agradezco especialmente a mi tutor de prácticas en la empresa I.M., Manuel Arroyo, por su confianza en mí y por brindarme la oportunidad de aplicar mis conocimientos en un entorno laboral real. Su presencia y asistencia siempre han sido un apoyo esencial.

Asimismo, quiero dar las gracias a Carlos de la Fuente por dedicarme su tiempo y compartir sus conocimientos en materia de dirección de proyectos conmigo. Sin su orientación, no habría sido posible alcanzar mis objetivos en este proyecto.

A todos mis compañeros del departamento de compras y logística les doy las gracias por ser una fuente constante de inspiración y motivación. Gracias por hacer de mi primer acercamiento al mundo laboral, una experiencia especialmente satisfactoria tanto a nivel personal como profesional.

Por último, agradecer a mi familia y amigos, quienes han sido mi apoyo incondicional en mi formación académica y en todas las etapas de mi vida.

Gracias a todos por vuestra ayuda, paciencia y amistad en este proceso.

Atentamente,

Alba.

RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Grado (TFG) consiste en la aplicación del estándar de la séptima edición del PMBOK (PMBOK 7) a un proyecto de fabricación de maquetas de automóvil en una PYME.

El PMBOK 7, recientemente publicado por el Project Management Institute (PMI), supone una transformación en la manera de abordar la dirección de proyectos respecto a las ediciones anteriores por lo que su implementación en la práctica puede convertirse en un reto para las empresas y particulares. El objetivo principal de este TFG es crear una guía de utilización para profesionales en el área de dirección de proyectos que facilite la asimilación de la séptima edición del estándar y contribuya a facilitar la transición desde las versiones anteriores. Para ello, se proporciona un ejemplo práctico de su aplicación en un proyecto tecnológico real.

PALABRAS CLAVE

PMBOK 7, Dirección de proyectos, Project Management Institute, Dominios de desempeño, PYME

ABSTRACT

This end-of-degree thesis consist of the application of the seventh edition of the PMBOK (PMBOK 7) to a project involving the manufacturing of car mock-ups in an SME.

The PMBOK 7, recently published by the Project Management Institute (PMI), represents a transformation in the way of approaching project management compared to previous editions, therefore its implementation can become a challenge for companies and individuals. The aim of this thesis is to create a user guide for professionals in the project management field which facilitates the assimilation of the seventh edition and helps ease the transition from previous versions. To achieve this, a practical example of its application in a real technological project is provided.

KEYWORDS

PMBOK 7, Project management, Project Management Institute, Performance domains, SME

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 INTRODUCCIÓN	6
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	6
1.3 OBJETIVOS.....	6
1.4 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	7
2. CONTEXTO	9
3. METODOLOGÍA	13
3.1 PRINCIPALES METODOLOGÍAS Y ESTÁNDARES PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS	14
3.1.1 PMI	14
3.1.2 IPMA	15
3.1.3 PRINCE2.....	15
3.1.4 PM ²	16
3.2 METODOLOGÍA ELEGIDA.....	18
3.2.1 PMBOK 7ª Edición	18
3.2.1.2 Principios	19
3.2.1.2 Dominios.....	21
3.2.1.3 Adaptación.....	24
3.2.1.4 Modelos, métodos y artefactos	25
3.2.2 CAMBIOS RESPECTO AL PMBOK6.....	26
3.3.3 ¿POR QUÉ ESTA GUÍA SE AJUSTA A ESTE PROYECTO?.....	28
4. DIRECCIÓN DEL PROYECTO.....	31
4.1 DOMINIO DE DESEMPEÑO ENFOQUE.....	32
HOJA DE RUTA.....	32
CRONOGRAMA DE HITOS	33
4.2 DOMINIO DE DESEMPEÑO EQUIPO	34
ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE RECURSOS.....	34
4.3 DOMINIO DE DESEMPEÑO PLANIFICACIÓN	35
4.3.1. ACTA DE CONSTITUCIÓN	35
4.3.2 PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE	39
DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE	39
ENTREGABLES POR PAQUETES DE TRABAJO DE LA EDT	40
RESTRICCIONES.....	43
HIPÓTESIS	43
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	43

EXCLUSIONES DEL PROYECTO	43
EDT (Estructura de Desglose de Trabajo)	44
DICCIONARIO DE LA EDT	45
4.3.3 PLAN DE LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA.....	55
ACTIVIDADES.....	55
DIAGRAMA DE GANTT	59
4.3.4 PLAN DE GESTIÓN DE LOS COSTES	61
LINEA BASE DE COSTES.....	62
4.4 DOMINIO DE DESEMPEÑO INTERESADOS	63
PLAN DE INVOLUCRAMIENTO DE LOS INTERESADOS.....	64
PLAN DE GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES	65
4.5 DOMINIO DE DESEMPEÑO ENTREGA	67
PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD.....	67
HOJAS DE VERIFICACIÓN.....	73
4.6 DOMINIO DE DESEMPEÑO INCERTIDUMBRE	76
PLAN DE GESTIÓN DE LOS RIESGOS.....	76
VALOR MONETARIO ESPERADO (EVM).....	78
4.7 DOMINIO DE DESEMPEÑO TRABAJO DEL PROYECTO	80
PLAN DE GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES	83
DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ADQUISICIONES	84
4.8 DOMINIO DE DESEMPEÑO MEDICIÓN.....	86
GRÁFICA DE TRABAJO PENDIENTE O REALIZADO.....	86
PLAN DE VIGILANCIA SIMPLIFICADO	88
EARNED VALUE METHOD (Método del valor ganado)	89
5. CONCLUSIONES.....	91
5.1 CONCLUSIONES	92
5.2 LÍNEAS FUTURAS.....	92
6. BIBLIOGRAFÍA.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias principales de las dos últimas versiones del PMBOK. Fuente: Elaboración propia	27
Tabla 2. Artefactos, métodos y modelos empleados en este plan para cada dominio de desempeño, y su relación con las áreas de conocimiento de la 6ª edición del PMBOK. Fuente: Elaboración propia	29
Tabla 3. Recursos financieros para el proyecto. Fuente: Elaboración propia	37
Tabla 4. Departamentos de la empresa involucrados en el proyecto. Fuente: Elaboración propia	40
Tabla 5. Diccionario del paquete Revisión. Fuente: Elaboración propia.....	45
Tabla 6. Diccionario del paquete Diseño 3D. Fuente: Elaboración propia	46
Tabla 7. Diccionario del paquete Planos 2D. Fuente: Elaboración propia.....	47
Tabla 8. Diccionario del paquete Verificación Diseño. Fuente: Elaboración propia	48
Tabla 9. Diccionario del paquete Interno. Fuente: Elaboración propia	49
Tabla 10. Diccionario del paquete Ofertas. Fuente: Elaboración propia	50
Tabla 11. Diccionario del paquete Pedidos. Fuente: Elaboración propia	51
Tabla 12. Diccionario del paquete Transporte. Fuente: Elaboración propia ...	52
Tabla 13. Diccionario del paquete Mecanizado. Fuente: Elaboración propia ..	53
Tabla 14. Diccionario del paquete Montaje. Fuente: Elaboración propia.....	54
Tabla 15. Gestión del tiempo por actividades. Fuente: Elaboración propia ...	55
Tabla 16. Costes semanales. Fuente: Elaboración propia.....	61
Tabla 17. Registro de interesados. Fuente: Elaboración propia.....	63
Tabla 18. Gestión de las comunicaciones. Fuente: Elaboración propia	65
Tabla 19. Gestión de la calidad por actividades. Fuente: Elaboración propia ..	67
Tabla 20. Hoja de verificación 1. Fuente: Elaboración propia	73
Tabla 21. Hoja de verificación 2. Fuente: Elaboración propia	73
Tabla 22. Hoja de verificación 3. Fuente: Elaboración propia	73
Tabla 23. Hoja de verificación 4. Fuente: Elaboración propia	74
Tabla 24. Hoja de verificación 5. Fuente: Elaboración propia	74
Tabla 25. Hoja de verificación 6. Fuente: Elaboración propia	74
Tabla 26. Hoja de verificación 7. Fuente: Elaboración propia	75
Tabla 27. Hoja de verificación 8. Fuente: Elaboración propia	75
Tabla 28. Riesgos identificados y posibles estrategias. Fuente: Elaboración propia	76
Tabla 29. EVM para posibles eventos en el proyecto. Fuente: Elaboración propia	78
Tabla 30. Matriz de asignaciones RACI. Fuente: Elaboración propia	80
Tabla 31. Materiales a subcontratar dentro del subpaquete de Compras.....	83
Tabla 32. Criterios de selección para la selección del mejor proveedor de corte por láser.....	85

Tabla 33. Tabla para la realización del Burdowndown chart. Fuente: Elaboración propia	87
Tabla 34. Earned Value Method por semanas. Fuente: Elaboración propia ...	89

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Diseño inicial de ambos tipos de maquetas. Fuente: Empresa IM	11
Ilustración 2 Ojo de la competencia.	15
Ilustración 3. El ciclo de vida del proyecto PM ² . Fuente: Síntesis PM ² (2017)	17
Ilustración 4. Paraguas del PMBOK7. Fuente: Ricardo Vargas	18
Ilustración 5. Involucramiento eficaz de los interesados. Fuente: PMBOK 7 ..	21
Ilustración 6. Pasos en el proceso de adaptación. Fuente: PMBOK7	24
Ilustración 7. Ficha de arranque de proyecto. Fuente: Empresa IM.....	32
Ilustración 8. Cronograma de hitos. Fuente: Empresa IM.....	33
Ilustración 9. Organigrama del equipo. Fuente: Elaboración propia	34
Ilustración 10: Planos 2D con sus respectivas descripciones.....	47
Ilustración 11: Plano de la puerta delantera.....	47
Ilustración 12. Matriz de probabilidad e impacto. Fuente: PMI (2017)	76
Ilustración 13. Diagrama de árbol para el cálculo del EVM del cambio en el diseño. Fuente: Elaboración propia.	79
Ilustración 14. Plan de vigilancia. Fuente: Empresa IM	88

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gantt por actividades. Fuente: Elaboración propia	59
Gráfico 2. Gantt por paquetes de trabajo. Fuente: Elaboración propia	60
Gráfico 3. Línea de costes. Fuente: Elaboración propia.....	62
Gráfico 4. Burndown Chart de las horas planificadas. Fuente: Elaboración propia	86

1. INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente Trabajo de Fin de Grado presenta la aplicación de la guía del PMBOK 7ª Edición a un proyecto de fabricación de maquetas de automóvil en una PYME.

Para ello y tras un estudio de diversas metodologías y estándares para la dirección de proyectos se decide seguir el estándar del PMBOK 7 (Project Management Body of Knowledge) para garantizar una gestión adecuada y profundizar en cómo adaptar esta guía a un proyecto tecnológico actual.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este Trabajo de Fin de Grado surge de la evolución en materia de dirección de proyectos y de los numerosos estándares que han sido publicados para solventar los problemas en la gestión de todo tipo de proyectos contemporáneos, en particular última edición del PMBOK.

La publicación de esta guía supone una transformación en la gestión de proyectos y su implementación en la práctica puede convertirse en un reto para las empresas y particulares. Este trabajo nace con la idea de facilitar la asimilación de la séptima edición propuesta por el PMI (Project Management Institute) y proporcionar un ejemplo práctico de su aplicación en un proyecto real. Para ello se realiza la gestión de un proyecto centrada en la planificación de éste, siguiendo las directrices proporcionadas por esta última edición. Es importante destacar que la dirección de proyectos se ha convertido en una disciplina fundamental para el éxito de las empresas y con este proyecto se busca hacer una contribución a esta disciplina. Con esto se pretende que este TFG pueda ser un referente para futuros proyectos similares y pueda servir de guía de utilización para otros profesionales en el área de gestión de proyectos

1.3 OBJETIVOS

El principal objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es la completa realización de una guía para la dirección de un proyecto orientada hacia la planificación, empleando el PMBOK 7ª edición. El proyecto en cuestión forma parte de la cartera de proyectos de una PYME en el que la alumna ha podido participar de primera mano. Para ello ha sido necesario la identificación de requisitos y objetivos y la definición de los recursos, cronograma, presupuesto y riesgos encontrados para elaborar la planificación detallada de un proyecto, y que simplifique su elaboración siguiendo las herramientas aportadas por el PMBOK 7ª edición para lograr crear valor para la empresa.

De esta manera, se busca no solo aplicar los conocimientos adquiridos durante el grado universitario, en particular en la asignatura de Dirección de proyectos, sino también proporcionar un ejemplo práctico y concreto que pueda ser

utilizado por tanto por la empresa como por otros profesionales involucrados en este tipo de proyecto.

1.4 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

Este Trabajo de Fin de Grado se presenta con una estructura definida que se divide en seis secciones principales:

1. Introducción: el contexto del tema es expuesto en este primer apartado donde se resumen los objetivos de la realización de este TFG.
2. Contexto: proporciona una descripción detallada sobre el proyecto de diseño y fabricación de maquetas de automóviles.
3. Metodología: se discuten las principales metodologías empleadas en dirección de proyectos. Se justifica también la elección del PMBOK7 como la mejor alternativa para este proyecto, se hace una comparativa con sus versiones anteriores y se explican en detalle los capítulos que incluye la guía, haciendo especial mención a los dominios de desempeño.
4. Dirección del proyecto: se detallan todas las fases y actividades necesarias para completar el proyecto siguiendo una estructura según los dominios de desempeño propuestos por el PMBOK7.
5. Conclusiones: se presenta las conclusiones extraídas tras la realización del TFG.
6. Bibliografía: recopila todas las fuentes consultadas para la elaboración del trabajo.

2. CONTEXTO

Este Trabajo Fin de Grado (TFG) presenta la aplicación de la guía del PMBOK 7ª Edición a un proyecto de fabricación de maquetas de automóvil en una PYME. Este proyecto surge a raíz de una iniciativa de una empresa de ingeniería, a la que en este TFG nos referiremos como “Empresa IM”, dedicada a la automatización e industria 4.0 con el propósito de brindar a su cliente una herramienta de formación dirigida a sus operarios para mejorar su destreza en materia de manipulación de automóviles.

Para contribuir al éxito de este proyecto, en la realización de este TFG se ha valorado la utilización de diferentes metodologías, estándares y herramientas de dirección de proyectos. En el contexto actual en el que la Dirección de Proyectos está evolucionando hacia un enfoque más ágil, este tipo de proyectos tecnológicos ejecutados la empresa requieren el seguimiento de un estándar que permita no solo una planificación detallada, sino también facilitar que ésta pueda ser adaptada con facilidad. Para lograr el éxito de proyectos de esta envergadura, se aprovecha la publicación de nuevas metodologías y guías de gestión de proyectos que proponen una serie de artefactos y pautas para garantizar una adecuada gestión durante todo el ciclo de vida de proyectos actuales.

El estándar seleccionado para la dirección de este proyecto es la última versión publicada por el PMI: el PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) 7ª Edición (en lo sucesivo PMBOK 7). Su adaptabilidad y flexibilidad la convierten en especialmente adecuada para proyectos que involucran tecnologías emergentes y hacen uso de múltiples equipos y recursos. El mercado de la ingeniería y la automoción se encuentra en constante cambio y expansión, por lo que las empresas hacen un esfuerzo por innovar y mantenerse competitivas en un mercado globalizado. Como resultado, la fabricación de vehículos ha evolucionado para incluir procesos de producción cada vez más complejos y sofisticados, por lo que la formación de los trabajadores involucrados en este sector debe avanzar en paralelo a esta evolución. En este contexto actual, la adopción del PMBOK 7 como referencia en la gestión de proyectos en los sectores tecnológico e industrial se presenta como una oportunidad para estandarizar la gestión de proyectos complejos y garantizar el éxito en términos de alcance, calidad, tiempo y coste, y la creación de valor.

El proyecto consiste en el diseño y fabricación de 30 maquetas de vehículos monovolumen y 20 de vehículos pick-up. El diseño inicial se muestra en la Ilustración 1 y debe ser creado de acuerdo con los requisitos del cliente y de manera realista y precisa, de tal manera que puedan ser utilizadas en pruebas de destreza para mejorar las habilidades necesarias en la manipulación de vehículos. Para ello se emplean materiales de alta calidad como el aluminio para el suelo, el acero plegado para los asientos, salpicadero y paragolpes y el PE1000 para puertas, techo portones y capó, y es un equipo altamente capacitado y especializado el que aplica tecnologías avanzadas para aumentar

la eficiencia y seguridad en el manejo de automóviles en un entorno de trabajo real.

La línea de tiempo que seguirán estas maquetas es una planificación exhaustiva y posterior diseño por parte del departamento de ingeniería mecánica hasta conseguir la validación por parte de todas las partes interesadas. Al diseño le sigue la adquisición de todos los materiales y comerciales para la fabricación, y subcontratación de tratamientos necesarios. Una vez adquiridos los útiles, la empresa procede al mecanizado en sus instalaciones de las piezas previamente diseñadas en detalle, para finalmente realizar el montaje y entrega a cliente.

La elaboración de las 50 maquetas involucra una gran comunicación y colaboración interdepartamental y requiere la realización de una guía de proyecto detallada que agrupe las actividades a realizar justo con sus plazos y recursos, así como una serie de planes para lograr una comunicación efectiva y trabajo en equipo que consiga una adaptabilidad a cualquier tipo de cambio o imprevisto.

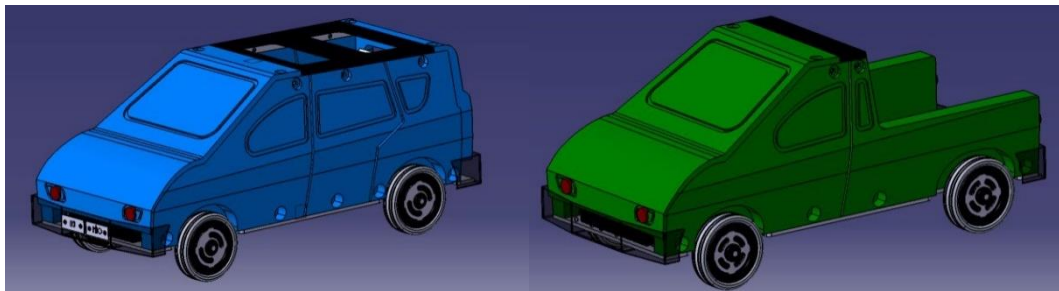


Ilustración 1. Diseño inicial de ambos tipos de maquetas. Fuente: Empresa IM

3. METODOLOGÍA

3.1 PRINCIPALES METODOLOGÍAS Y ESTÁNDARES PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS

La gestión de un proyecto es un proceso de naturaleza compleja que implica una planificación rigurosa y bien estructurada para alcanzar los objetivos establecidos. Existe una amplia variedad de metodologías y estándares para la dirección de proyectos, con sus propias características y enfoques.

Las metodologías de gestión de proyectos representan un conjunto de técnicas, métodos, procedimientos y buenas prácticas que definen las directrices y principios para garantizar un exitoso plan de proyecto [1].

Generalmente son desarrolladas y propuestas por asociaciones u organizaciones internacionales especializadas en el campo de la gestión de proyectos. Las más conocidas son PMI, IPMA, PRINCE 2, PM2... [2].

En este capítulo se analizan y comparan distintas metodologías, se examinan las ventajas y desventajas de cada una de ellas, así como su aplicación en diferentes contextos y tipos de proyectos. Además, se discute sobre la importancia de seleccionar la metodología adecuada para el proyecto en cuestión, teniendo en cuenta los recursos, el alcance y los objetivos de este.

3.1.1 PMI

El Project Management Institute (PMI) es una organización nacida el año 1969 en Atlanta, Georgia con el fin de promover a nivel mundial la gestión de proyectos convirtiéndose en una de las instituciones líderes en esta materia a nivel mundial [3].

Para ello, publica en 1996 la primera Guía del PMBOK (*A Guide to the Project Management Body of Knowledge*) la cual describe un conjunto de buenas prácticas para lograr un plan de proyecto eficiente y exitoso. Desde entonces se ha ido actualizando hasta publicar su séptima edición en 2021 [3].

Esta última versión ofrece un enfoque de gestión de proyectos basado en principios, dominios de desempeño y adaptabilidad. La nueva estructura sustituye los procesos de la versión anterior por 8 dominios de desempeño que enfocan temas como interesados, equipo o incertidumbre e incluyen una variedad de conocimientos y competencias indispensables para la gestión exitosa de proyectos. Por otro lado, los 12 principios ofrecen orientación de cómo llevar a cabo proyectos exitosos. Se introduce por primera vez también un capítulo dedicado a la importancia de la adaptabilidad en dirección de proyectos y facilita una serie de modelos, métodos y herramientas como soporte para abordar los proyectos de manera efectiva [4].

3.1.2 IPMA

La International Project Management Association (IPMA) es fundada en 1965 en Suiza convirtiéndose así en la primera organización dedicada a la gestión de proyectos [5].

IPMA plantea que la gestión de proyectos es un proceso multidimensional, y que para garantizar su éxito son necesarias una serie de habilidades técnicas y de gestión, pero también interpersonales y profesionales.

Para ello desarrolla el estándar ICB (IPMA Competence Baseline). El ICB define 29 elementos de competencia que se clasifican en tres áreas de competencia denominadas el ojo de la competencia y mostradas en la Ilustración 2 [6].

- De personas: describe las competencias personales e interpersonales necesarias para tener éxito en el desarrollo de un proyecto.
- De práctica: detalla los aspectos técnicos de la dirección de proyectos.
- De perspectiva: define las herramientas y prácticas que deben usar las personas para interactuar con su entorno.

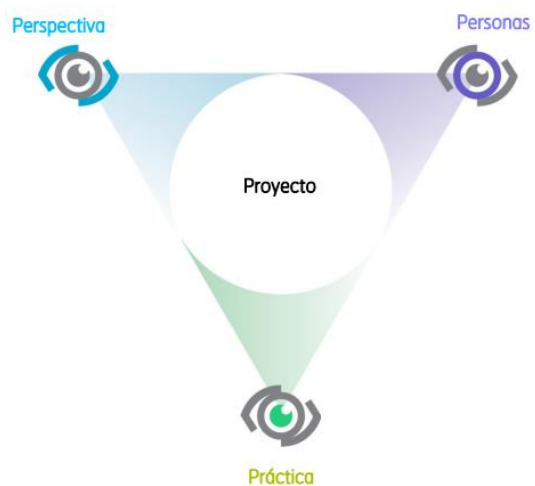


Ilustración 2 Ojo de la competencia.
Fuente: [6]

3.1.3 PRINCE2

PRINCE2 es otra de las metodologías de gestión de proyectos más importantes y reconocidas a nivel mundial. Fue desarrollada en Reino Unido en los años 80 para la gestión de proyectos informáticos del gobierno británico [1].

La guía que propone el PRINCE2 está basada en 7 principios, 7 áreas de conocimiento y 7 procesos que resumen una serie de buenas prácticas a seguir para obtener resultados concretos en la realización de un plan de proyecto. Con esta metodología es importante estructurar con anterioridad cada fase del proyecto para lograr un plan detallado centrado en la organización y el control [7].

Los siete principios incluyen [7]:

- Los proyectos han de tener una justificación comercial
- Los equipos deben aprender de cada fase
- Las funciones y responsabilidades están claramente definidas
- El trabajo se planifica en fases
- "Gestión por excepción" de los comités del proyecto

- Los equipos se concentran en la calidad constantemente
- El planteamiento se adapta a cada proyecto

Las 7 temáticas o áreas de conocimiento son [7]:

- El *Business case*, o caso de negocio: asegura que el proyecto tenga una justificación comercial sólida, la cual se revisa regularmente.
- Organización: establece roles y responsabilidades del equipo de proyecto.
- Calidad: asegura que se cumpla con los estándares y requisitos requeridos.
- Planificación: establece objetivos, entregables, actividades, recursos y fechas clave.
- Gestión de riesgos: se centra en la identificación, evaluación y gestión de los riesgos para minimizar el impacto en el proyecto.
- Gestión del cambio: gestiona la anticipación y adaptación a los posibles cambios.
- Progreso: consiste en a ver un seguimiento continuo del progreso del proyecto.

Por último, los 7 procesos que consisten en una serie de pasos secuenciales para llevar a cabo el plan de proyecto de manera efectiva y exitosa son [7]:

- Puesta en marcha del proyecto: establece el contexto del proyecto.
- Dirección del proyecto: asegura la autoridad de los miembros del equipo para ejecutar el proyecto y se asignan responsabilidades.
- Inicio del proyecto: establece los objetivos, entregables, recursos y planes detallados relativos al tiempo, costes y calidad.
- Control de una fase: supervisa el trabajo realizado y evalúa y monitoriza el progreso.
- Gestión de la entrega de productos: asegura que los entregables sean enviados a tiempo y dentro del presupuesto.
- Gestión de los límites de las fases: revisa que cada fase se haya llevado a cabo según lo previsto.
- Cierre del proyecto: cumplimiento de los objetivos del proyecto e identificación y documentación de las lecciones aprendidas.

3.1.4 PM²

PM² (Project Management Methodology) es un enfoque de gestión de proyectos desarrollado por la Comisión Europea para estandarizar las prácticas de gestión de proyectos y mejorar la eficiencia y efectividad de éstas. La guía PM² se emplea en proyectos de la Unión Europea pero también ha sido adoptada en otros países y organizaciones, y por profesionales de todos los sectores [8]. Una de sus grandes ventajas es la compatibilidad que tiene con otros estándares y metodologías de gestión de proyectos como puede ser el PMBOK.

Esta metodología se basa en las cinco fases que aparecen en la Ilustración 3 y que cubren todo el ciclo de vida del proyecto [9]:

- Iniciación
- Planificación
- Ejecución
- Seguimiento y control
- Cierre

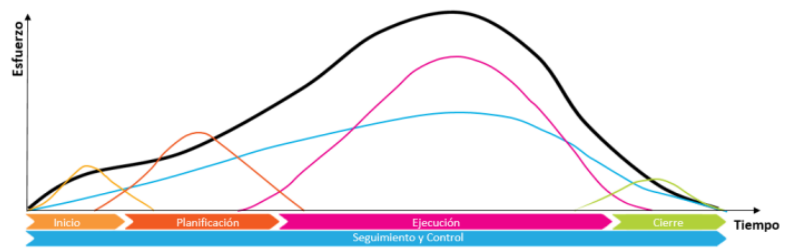


Ilustración 3. El ciclo de vida del proyecto PM². Fuente: [9]

Cada fase tiene sus propios objetivos, entregables y actividades que deben completarse durante ésta. La guía PM2 recomienda también un conjunto de herramientas y plantillas para gestión de proyectos con el fin de servir de ayuda a los equipos y garantizar el éxito del proyecto [9].

3.2 METODOLOGÍA ELEGIDA

3.2.1 PMBOK 7ª Edición

La última edición del PMBOK (Project Management Body of Knowledge) elaborada por el PMI se publica en agosto del año 2021, no para sustituir a la versión anterior sino para ampliar la información en materia de adaptabilidad que requieren los nuevos modelos de negocio. Esta guía se plantea de manera que sea perfectamente compatible con otros estándares de gestión de proyectos y proporcione la autonomía suficiente al director de proyectos para escoger la metodología que mejor se adapta y beneficia al proyecto [10].

El PMBOK7 es la séptima edición del PMBOK. Define los procesos, las buenas prácticas y las terminologías empleadas con mayor frecuencia en dirección de proyectos y propone una guía para la planificación de proyectos. Está diseñada para ser aplicada en una amplia variedad de proyectos y sirve de ayuda para cualquier fase del ciclo de vida del proyecto, desde la planificación hasta el cierre [11].

Se organiza en 12 principios y 8 dominios de desempeño. Además, propone una serie de modelos, métodos y artefactos para lograr una dirección de proyectos eficaz, siempre haciendo hincapié en la importancia de la adaptabilidad para ajustarse al contexto del proyecto [4] [12].

En la Ilustración 4 se muestran los todos los principios y dominios bajo un paraguas con el fin de mostrar la gran compatibilidad con otras metodologías que tiene la séptima edición del PMBOK.

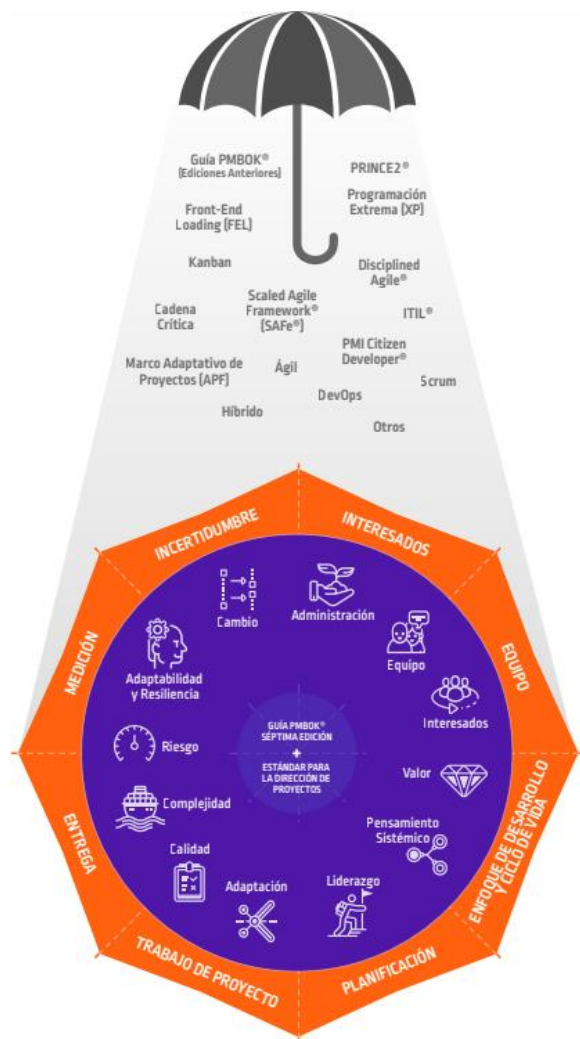


Ilustración 4. Paraguas del PMBOK7. Fuente: [14]

3.2.1.2 Principios

Los 12 principios proporcionan orientación para una dirección de proyectos eficaz y podrían equivaler a unas normas que indiquen qué y porqué hacer, y ampliarían las áreas de conocimiento de la sexta edición [13] [4].

- **Administración:** este principio está dirigido hacia los responsables del proyecto que deben sentir una responsabilidad y compromiso hacia el proyecto, su valor y el equipo, así como hacia la sostenibilidad y entrono de la organización. Se destaca la importancia de la integridad y el comportamiento ético y honesto, el cuidado hacia las personas y asuntos de los que el administrador es responsable, la contabilidad y el cumplimiento de las regulaciones pertinentes.
- **Equipo:** enfatiza el valor del trabajo colaborativo en equipo para lograr el éxito del proyecto, sumado a la adopción de las habilidades y capacidades específicas de cada miembro para lograr los objetivos. Asimismo, se acentúa las estructuras organizacionales dentro del equipo que mejoran la colaboración y la definición y descomposición de los procesos o paquetes de trabajo de los que son responsables.
- **Interesados:** se remarca que conocer en profundidad a los stakeholders y sus intereses es fundamental. Por ello los proyectos se deben centrar en la entrega de valor a los stakeholders ya que afectan a la gran mayoría de los aspectos de un proyecto como el alcance, el coste o los riesgos. Involucrar a los interesados durante todo el ciclo de vida del proyecto ayuda a minimizar los impactos negativos y maximizar los positivos.
- **Valor:** el proyecto debe tener un enfoque en el valor, asegurándose de que el proyecto crea valor positivo para los stakeholders y cumple sus expectativas. Se considera la generación de valor como el indicador principal del éxito, y acompaña a los entregables y resultados.
- **Pensamiento sistémico:** define un sistema como un conjunto de componentes complejos e interdependientes. Para el éxito del proyecto es necesario reconocer, evaluar y responder a las interacciones dentro del propio proyecto y con su entorno. Se menciona también el hecho de que los proyectos están sometidos a continuos cambios y es responsabilidad de los líderes de éstos mantener una atención constante a las condiciones internas y externas.
- **Liderazgo:** todo tipo de proyecto necesita comportamientos de liderazgo por parte de los gerentes del proyecto para proporcionar una visión clara y motivar al equipo, pero también por parte de los miembros del equipo para avanzar hacia el éxito. Se recalca que un buen líder necesita adaptar su estilo de liderazgo a la situación que puede cambiar a lo largo de la vida del proyecto.

- **Adaptación:** el entorno del proyecto está en constante cambio y es necesario ser flexible y adaptarse para lograr maximizar los beneficios y el valor. Es por esto que no existe un único enfoque que se ajuste a todos los proyectos y adaptar la metodología consigue resultados positivos y una mayor probabilidad de éxito.
- **Calidad:** todos los entregables deben cumplir con los estándares y requisitos de calidad identificados. Para ello, se deben incluir medidas para controlar la calidad durante todo el proceso de manera que se optimicen los recursos disponibles y aumentar las posibilidades de obtener el resultado deseado.
- **Complejidad:** este principio destaca la aceptación de la complejidad del proyecto y de su entorno. Existen una cantidad de aspectos interconectados y factores de incertidumbre que en ocasiones no se pueden prever. En lugar de evitar la complejidad, se debe evaluar y reaccionar ante ella de manera sistemática.
- **Riesgo:** la existencia de riesgos en todo tipo de proyectos es inevitable. Es necesario buscar la manera de identificarlos y evaluarlos de manera proactiva, de manera que no supongan un detrimento en el valor del proyecto y se exploten los riesgos positivos para transformarlos en oportunidades.
- **Adaptabilidad y resiliencia:** la adaptabilidad se define como la capacidad de reaccionar ante posibles cambios y la resiliencia como la capacidad de absorber un impacto y recuperarse después de un fracaso. Esto conlleva elaborar planes de contingencia y de respuesta, así como ajustar el enfoque del proyecto cuando sea necesario.
- **Cambio:** se resalta la importancia de asumir la presencia de cambios durante todo el proyecto y descartar la idea de cambio como algo negativo. Son inevitables y es necesario estar preparado para gestionarlos rápidamente y lograr adaptarse al nuevo entorno. La integración efectiva del cambio, siempre cumpliendo las necesidades de los interesados, aumenta las probabilidades de completar un proyecto con éxito.

3.2.1.2 Dominios

Un dominio de desempeño se define como: grupo de actividades relacionadas que son fundamentales para la entrega efectiva de los resultados de los proyectos [14]. Los dominios de desempeño del proyecto son áreas de énfasis interactivas, interrelacionadas e interdependientes que funcionan al unísono para conseguir los resultados deseados del proyecto [4].

- **Interesados:** La guía propone un ciclo para el involucramiento de los interesados que consiste en primero identificarlos, a continuación, comprender sus emociones, creencias y valores. Es importante también analizar el poder, impacto o grado de influencia del stakeholder en el proyecto. Basado en el análisis se debería priorizar según los interesados más esenciales. Empleando habilidades sociales y profesionales como la escucha activa o gestión de conflictos se consigue involucrar al stakeholder durante toda la gestión y ejecución del proyecto. Por último, es esencial monitorear continuamente ya que los interesados cambiarán a lo largo de la vida del proyecto y es necesario adaptarse. Se destaca a su vez la importancia de la comunicación y de la elaboración de un plan para abordar las necesidades y expectativas de los stakeholders. La Ilustración 5 muestra el ciclo a seguir para lograr involucrar eficientemente a los stakeholders.

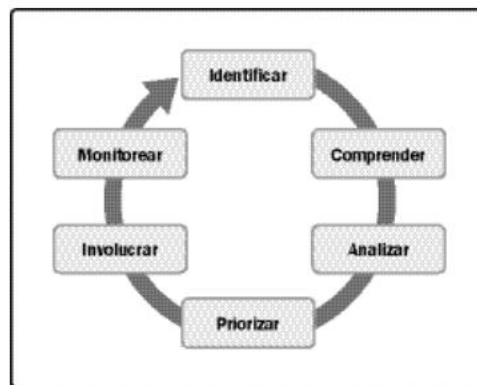


Ilustración 5. Involucramiento eficaz de los interesados. Fuente: [4]

- **Equipo:** Se centra en la gestión del equipo de proyecto y el liderazgo. El PMBOK 7 propone diferentes tipos de liderazgo y cuándo utilizarlos mientras destaca la importancia del liderazgo para lograr un equipo de alto rendimiento con una buena cultura de equipo. Para ello, propone una serie de habilidades de liderazgo:
 - Establecer y mantener la visión, la cual debe ser establecida en colaboración con los interesados, para motivar al equipo y lograr que trabajen en conjunto con pasión hacia una misma dirección.

- Pensamiento crítico para resolver desafíos y problemas, analizar y recopilar datos e información o identificar patrones o falsas premisas.
 - Lograr la motivación de los miembros del equipo de manera intrínseca y extrínseca.
 - Desarrollar habilidades interpersonales como inteligencia emocional, toma de decisiones y gestión de conflictos.
- **Enfoque** (desarrollo y ciclo de vida): En este dominio de desempeño se analizan los enfoques de desarrollo que se definen como los medios utilizados para abordar el trabajo y desarrollar el producto durante el ciclo de vida del proyecto. Existen 3 principales enfoques para la gestión de proyectos:
 - Predictivo: Se basa en la planificación detallada del proyecto antes de su comienzo. El alcance, cronograma, costes, recursos, entregables y riesgos están completamente definidos en las primeras fases del ciclo de vida. Es adecuado utilizarlo cuando se conocen los requisitos y entregables desde el inicio y son claros y estables.
 - Adaptativo: Es el enfoque adecuado cuando los requisitos tienen un alto nivel de incertidumbre [14] y son cambiantes a lo largo del proyecto. Se basa en la colaboración continua entre equipo e interesados y en la adaptación durante todo el ciclo de vida del proyecto.
 - Híbrido: combina elementos de los enfoques predictivos y adaptativos. Es habitual usar un enfoque iterativo o incremental que permite realizar cambios durante el proceso. Se da especial atención a la necesidad de adaptarse a lo largo del proyecto ya que existirán aspectos que podrán ser planificados detalladamente al inicio y otros que requerirán flexibilidad a lo largo del desarrollo del proyecto.

El PMBOK considera de vital importancia seleccionar el enfoque adecuado y ofrece una serie de consideraciones para escoger el enfoque de desarrollo de acuerdo con el tipo de producto o servicio, el tipo de proyecto y el tipo de organización.

- **Planificación:** el propósito de este capítulo es desarrollar un plan para gestionar los entregables del proyecto. Dentro de este plan debe estar incluida la definición del alcance y de los entregables, y la gestión del tiempo y de los costes. La planificación dependerá directamente del enfoque de desarrollo empleado y de otras variables como las condiciones de mercado o los requisitos organizacionales.

Para desarrollar el planning será necesario elaborar un cronograma que incluya las actividades con sus respectivas duraciones y dependencias, así como un presupuesto a partir del cual se pueda crear una línea base de costos que permita optimizar el uso de los recursos. La aplicación de este dominio logrará un proyecto que avanza de manera organizada, coordinada y deliberada.

- **Trabajo del proyecto:** Aborda la ejecución del proyecto e incluye una comunicación constante con los interesados, la gestión de los materiales y adquisiciones, la gestión y monitoreo de los cambios, así como el seguimiento riguroso de las actividades planificadas para asegurar los objetivos definidos.

En este dominio se plantean 3 formas para optimizar los procesos que se han establecido para llevar a cabo el trabajo: métodos de producción Lean, lecciones aprendidas y plantear la pregunta de cuál sería la siguiente mejor inversión. Plantea también una secuencia para gestionar las adquisiciones a los distintos proveedores para su posterior contrato y para continuar con la comunicación constante con los stakeholders. Para lograr el éxito final será necesario un manejo efectivo de los cambios que variará según el enfoque escogido, así como un registro de lecciones para aplicar la mejora continua.

- **Entrega:** este dominio se enfoca en la gestión de la calidad del proyecto. Para ello es necesario una definición detallada y recolección de los requisitos, así como una descomposición del alcance. El objetivo es garantizar el cumplimiento de los requisitos establecidos en todos los entregables para lograr la satisfacción de los interesados. Esto se consigue elaborando un plan para la gestión, control y seguimiento de la calidad que incluya las métricas, los estándares y herramientas para garantizar que se cumplen los objetivos.
- **Medición:** este dominio se refiere a la evolución del desempeño y seguimiento de las métricas claves del proyecto. Las medidas incluyen evaluar el desempeño en comparación con la planificación del proyecto, seguimiento de los recursos y de los costes o proporcionar la información necesaria a los interesados entre otras. Este capítulo proporciona ejemplos de lo que debería ser medido durante el ciclo de vida del proyecto como el tiempo de entrega, la variación del cronograma y de los costes, el valor de negocio y la elaboración de pronósticos para adaptar el plan.

A mayores, se presentan los peligros asociados a las mediciones con el objetivo de conocerlos y minimizar el efecto negativo estableciendo planes o umbrales para tomar medidas paliativas lo antes posible.

Este dominio es crucial para tomar decisiones basadas en la recolección de datos para medir el rendimiento del proyecto.

- **Incertidumbre:** se centra en la importancia de identificar y responder a los riesgos e incertidumbres que presente el proyecto, así como evaluar las amenazas y oportunidades. El propósito es evaluar el impacto y la probabilidad de los riesgos para minimizar los impactos de las amenazas y explotar los impactos de las oportunidades. Para responder a la incertidumbre plantea distintas alternativas como recopilar información, prepararse para múltiples resultados, diseño basado en conjuntos o incorporar resiliencia. Se mencionan conceptos como la ambigüedad, la complejidad, la volatilidad y el riesgo de los proyectos y propone soluciones para lidiar con ellos.

3.2.1.3 Adaptación

A mayores de los dominios y los principios, el PMBOK incorpora un nuevo capítulo dedicado entero a la adaptabilidad y a la necesidad de ajustarse al contexto del proyecto [13]. En este apartado se destaca la importancia de reconocer que los proyectos están sometidos a continuos cambios que hay que aceptar y adecuarse al proceso adecuado según el tipo de proyecto, el entorno y el enfoque. Esto implica un continuo análisis y seguimiento y modificación de los procesos y herramientas empleadas. Para ello el PMBOK propone 4 pasos a seguir, los cuales se pueden apreciar en detalle en la Ilustración 6, para lograr una adaptabilidad exitosa y asegurar que los dominios pueden ser aplicados y siguen siendo afectivos a medida que las circunstancias del proyecto cambian [4]:

- Seleccionar correctamente el enfoque
- Adaptar para la organización
- Adaptar para el proyecto
- Implementar la mejora continua

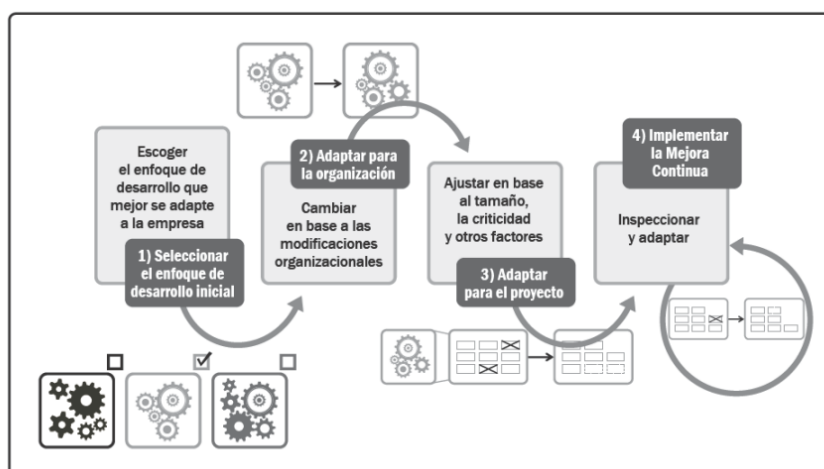


Ilustración 6. Pasos en el proceso de adaptación. Fuente: [4]

3.2.1.4 Modelos, métodos y artefactos

Adicionalmente se presenta una serie de modelos, métodos y artefactos para la gestión efectiva del proyecto y que se pueden utilizar según las necesidades del proyecto.

Con modelos se refiere a estrategias de pensamiento para explicar un proceso o marco de trabajo. La guía propone para cada dominio distintos modelos de liderazgo, comunicación, motivación, cambio, complejidad y desarrollo de equipo de proyecto que pueden resultar útiles para gestionar el proyecto.

Los métodos, por otro lado, son los medios para lograr una salida del proyecto y se agrupan en métodos de estimación, de reuniones y eventos y para la recopilación y análisis de datos. Un ejemplo de método son las hojas de verificación de la calidad o los análisis de los interesados.

Por último, los artefactos se definen como plantillas o documentos que sirven como entregables del proyecto e incluyen información sobre la documentación y la gestión. Los artefactos que propone el PMBOK son de estrategia, como el acta de constitución, de bitácora y registro, como el registro de lecciones aprendidas, de plan como plan de la gestión de las adquisiciones, de diagramas jerárquicos como el organigrama, de línea base como el presupuesto del proyecto y de datos e información visuales como el diagrama de Gantt.

3.2.2 CAMBIOS RESPECTO AL PMBOK6

La séptima edición del PMBOK surge como una actualización de las versiones anteriores. Sin embargo, no las sustituye, sino que amplía la información y propone alternativas. No contradice a la sexta edición, muchas organizaciones siguen utilizando el enfoque basado en procesos, el cual sigue siendo válido, pero proporciona otros enfoques adicionales para que sea el director del proyecto quien decida la que mejor se adapta al tipo de proyecto a realizar [11].

Por otro lado, cabe mencionar algunas diferencias significativas entre las dos últimas versiones publicadas por el PMI:

En primer lugar, cambia la estructura de la guía. En la versión anterior se utilizaban 10 áreas de conocimiento que describen procesos para la gestión de proyectos [15] y en la actual se transforma en 8 dominios que describen las áreas a considerar durante todo el ciclo de vida del proyecto. A mayores, los procesos del PMBOK6 siguen un orden secuencial desde el inicio del proyecto hasta el cierre, lo cual tiene su lógica para verificar que los procesos han sido realizados en el momento adecuado [15]. Por otro lado, la estructura basada en dominios proporciona una visión más amplia de la gestión de proyectos y permite al director de proyecto escoger y dar más importancia a las áreas más críticas para el proyecto. Por ello, no existe un orden establecido para utilizar los dominios durante el proyecto, sino que ejecutan simultáneamente a lo largo del proyecto. La idea detrás de esta estructura es aportar flexibilidad y permitir tomar decisiones en función de las necesidades específicas del proyecto en el que se está trabajando en lugar de seguir unos procesos y un enfoque preestablecido [4].

La nueva estructura de la guía provoca la introducción de un nuevo apartado denominado adaptación. Se deja de lado el modelo únicamente predictivo y se centra en la adaptabilidad. Para ello proporciona la definición de los diferentes tipos de enfoques para la gestión de proyectos para que sea el equipo de proyecto el que decida cual se ajusta mejor a su plan y cual seguir. En este capítulo se enfatiza la importancia de adaptarse a los cambios y ser flexible, dejando de lado el modelo únicamente predictivo de la sexta edición. Por primera vez, el PMBOK hace mención a los enfoques ágiles y adaptativos. Esto se debe a la evolución en gestión de proyectos y a que es cada vez más habitual utilizar estas metodologías para distintos tipos de proyecto, en especial los relacionados con nuevas tecnologías y software.

Uno de los nuevos conceptos introducidos por la séptima edición es valor. Se dedica un capítulo entero a destacar la aportación de valor a los stakeholders y a la organización que gestiona el proyecto [13]. Por tanto, se hace un menor énfasis en los procesos individuales y se reconoce la entrega de valor a los interesados como el objetivo principal de un proyecto exitoso y no solo en producir salidas y entregables para el cliente. El concepto de valor se menciona

en los dominios y herramientas para lograr que las actividades del proyecto estén orientadas hacia la creación de valor.

Otra de las diferencias principales entre las ediciones es la incorporación de métodos, modelos y artefactos como herramienta de apoyo a los equipos de proyecto para implementar los dominios de desempeño. En la versión anterior se presentaban estas técnicas de apoyo a lo largo de toda la guía, pero no se agrupaban todas en un único capítulo [16]. Esto facilita su uso y comprensión ya que se proporcionan una serie de tablas que no solo agrupan las herramientas, sino que también indican para qué dominio en particular pueden ser utilizadas y dejan a la elección del director y equipo de proyecto cuáles beneficiarían más emplear dependiendo del tipo de proyecto. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las diferencias principales de las dos últimas versiones del PMBOK

Tabla 1. Diferencias principales de las dos últimas versiones del PMBOK. Fuente: Elaboración propia

	PMBOK 6	PMBOK 7
Estructura de la guía	Basada en procesos	Basada en dominios
Áreas de conocimiento	10	12 (principios)
Enfoque	Predictivo	Predictivo Híbrido Adaptativo / Ágil
Adaptabilidad	-	Integrada en la guía
Técnicas y herramientas	Dispersas por la guía	Agrupadas por dominios en un solo capítulo
Pilar fundamental	Enfoque en resultados y entregables	Enfoque en la creación de valor
Aplicación	Gran parte de los proyectos	Cualquier tipo de proyecto

3.3.3 ¿POR QUÉ ESTA GUÍA SE AJUSTA A ESTE PROYECTO?

El PMI es una de las instituciones más reconocidas mundialmente para la gestión de proyectos junto con su estándar PMBOK.

Con la introducción de la adaptabilidad, el PMBOK se convierte en un estándar muy flexible para desarrollar proyectos de distintos sectores de manera eficiente y exitosa. La nueva estructura permite abordar de manera integral todas las peculiaridades del proyecto. La guía proporciona una visión global y completa para la gestión de proyectos que ya permite no solo a los expertos en esta materia sino a cualquier profesional con conocimientos básicos iniciándose en este campo planificar y ejecutar un plan completo de proyectos.

En particular para este proyecto, el PMBOK 7 es una de las mejores guías a seguir por una serie de razones:

Para empezar, en este tipo de proyectos tecnológicos que se realizan en fábricas, contar con un marco de trabajo flexible es indispensable. El PMBOK proporciona las herramientas necesarias para aplicar los dominios de desempeño adaptándose a los cambios continuos en el sector tecnológico y a los problemas que puedan surgir en gestión de tiempo, costos o riesgos.

Además de proporcionar autonomía a los responsables de proyecto, también suministra unas pautas a seguir y unos procedimientos comunes que guían al equipo y consigue que trabajen en conjunto minimizando los errores. Proporciona una cobertura desde el inicio del proyecto hasta el cierre lo que hace más fácil la definición del alcance y la planificación.

Adicionalmente, la guía PMBOK 7 está muy enfocada a la creación de valor de los interesados. Para este proyecto en particular, es esencial un entendimiento claro de los objetivos y necesidades del cliente y una comunicación posterior eficaz y constante con él. La guía facilita una colección de procedimientos para lograr satisfacer las necesidades de los stakeholders lo que aumentará la eficacia del proyecto. En este tipo de proyectos hay que tener en cuenta muchos riesgos como retrasos y problemas de suministro o con la maquinaria. Para ello, se dedica un dominio completo a la gestión de riesgos y proporciona técnicas para identificar y paliar estos riesgos.

Por último, el capítulo final de la guía donde se facilitan métodos, modelos y artefactos para la gestión de proyectos es especialmente beneficioso. Muchas de las técnicas propuestas para los diferentes dominios serán utilizadas a lo largo de esta guía para la planificación de un proyecto. En la Tabla 2 se clasifican los diferentes artefactos, métodos y modelos empleados en este proyecto en particular, así como su relación con las áreas de conocimiento del PMBOK 6.

Tabla 2. Artefactos, métodos y modelos empleados en este plan para cada dominio de desempeño, y su relación con las áreas de conocimiento de la 6ª edición del PMBOK. Fuente: Elaboración propia

PMBOK7	PMBOK6	ARTEFACTOS	MÉTODOS	MODELOS
ENFOQUE		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cronograma de hitos ✓ Hoja de ruta 		
EQUIPO	Recursos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Estructura desglose de recursos 		
PLANIFICACIÓN	Alcance Cronograma Coste	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acta de constitución ✓ Plan de gestión del alcance ✓ Plan de gestión del cronograma ✓ Plan de gestión de los costos ✓ Cronograma ✓ Presupuesto ✓ Línea base para la medición del proyecto ✓ Diagrama de Gantt ✓ Lista de actividades ✓ EDT 		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Modelo de Planificación
INTERESADOS	Interesados Comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Registro de los interesados ✓ Plan de involucramiento de los interesados ✓ Plan de gestión de comunicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis de interesados 	
ENTREGA	Calidad	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plan de gestión de la calidad 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hoja de verificación 	
INCERTIDUMBRE	Riesgos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plan para la gestión de los riesgos ✓ Registro de riesgos 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Matriz de probabilidad e impacto ✓ EVM (Expected Monetary Value) 	
TRABAJO DEL PROYECTO	Adquisiciones	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Matriz de asignación de responsabilidades ✓ Plan de gestión de las adquisiciones ✓ Análisis de alternativas 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Análisis de alternativas 	
MEDICIÓN		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Gráfica trabajo pendiente 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ EVM (Earned Value Method) 	

En general, la metodología proporcionada en esta última versión del PMBOK es una buena opción para realizar un proyecto de principio a fin debido a su enfoque de valor y adaptabilidad y a todas las herramientas que pone a disposición de los usuarios y que facilitan la planificación y ejecución de un proyecto de este calibre.

El programa para la gestión y planificación del proyecto se construirá a partir de los dominios propuestos en el PMBOK7 y aplicando las técnicas, herramientas y artefactos sugeridas en esta guía.

4. DIRECCIÓN DEL PROYECTO

4.1 DOMINIO DE DESEMPEÑO ENFOQUE

Seleccionar un enfoque adecuado es crucial para el éxito del proyecto. Para este caso en particular, dada su naturaleza, el enfoque elegido es el predictivo basado en procesos. Esto se debe a que el proyecto tiene unos objetivos bien definidos desde el inicio y los entregables e hitos previstos siguen una secuencia lógica y estructurada. Para seguir este enfoque se han definido unos entregables y responsabilidades, así como un plan de seguimiento y planificación detallada para asegurar el correcto avance del proyecto. Sin embargo, esto puede cambiar a lo largo del proyecto y convertirse en híbrido debido a las restricciones y posibles riesgos de un proyecto tecnológico.

HOJA DE RUTA

Las hojas de ruta muestran el camino a seguir en cada proceso. Esta representación gráfica es una importante herramienta para planificar y comunicar el progreso. Las hojas permiten un seguimiento eficaz del proceso, además de proporcionar una vista general de las tareas desde el inicio, convirtiéndose en un útil artefacto para un enfoque predictivo basado en procesos. Para cerciorarse de que todo el equipo de proyecto comprende los objetivos y requisitos del plan, se elabora una ficha con un formato ya establecido por la empresa mostrada en la Ilustración 7, en la cual se resumen los conceptos más importantes.


Maquetas de montaje			
DESCRIPCIÓN: Diseño y fabricación de 30 vehículos Monovolumen y 20 vehículos Pick-up para pruebas de destreza de operarios.			
DATOS GENERALES PROYECTO		Croquis o foto	
CLIENTE	Factoría de vehículos		
FACTORIA ENTREGA	Valladolid		
INTERLOCUTOR CLIENTE	*****		
PLAZO ENTREGA FINAL	13/02/2023		
PILOTO PROYECTISTA	*****		
PILOTO AUTOMATISTA	NA		
JEFE DE EQUIPO / RESPONSABLE DEL MONTAJE	*****		
OBJETIVOS PROYECTO		PLANIFICACIÓN	
	MdD Estimado		
OBJETIVO MATERIA PRIMA	9.200 €	PEDIDO	S45
OBJETIVO COMERCIALES	1.100 €	ARRANQUE DE PROYECTO	S48
OBJ. SUBCONTRATACIONES	750 €	ESTUDIOS PT	S50
OTROS GASTOS	0 €	CALDERERIA	
HORAS INGENIERIA	160	FABRICACIÓN	S05
HORAS CAM	90	MONTAJE	S06
HORAS AUTOMATISMOS	0	METROLOGIA	
HORAS FRESA GRANDE	0	ENTREGAS PARCIALES 1ª	
HORAS FRESA PEQUEÑA	500	ENTREGAS PARCIALES 2ª	
HORAS TORNO	60	ENTREGAS PARCIALES 3ª	
HORAS SOLDADURA	0	ENTREGA FINAL CLIENTE	S06
HORAS PINTURA	0		
HORAS MONTAJE	100		
REBABADO	0		
HORAS METROLOGIA	0		
TAREAS COMPLEMENTARIAS			
ABIERTA OT EN NAVISION E INTRODUCIDO MdD		SI	
INTRODUCIDOS DATOS EN APLICACION CARGAS		SI	
INTRODUCIDA PLANIFICACIÓN FICHERO ENTREGAS		SI	
REALIZADO PLANING CONSENSUADO CLIENTE		SI	
¿SON NECESARIOS CERTIFICADOS ESPECIFICOS?		SI	
REQUIERE Mercado CE, Declaración de incorporación, RD1215, ...		NO	Indicar aquí :
NECESIDAD DE ARCHIVADO DE HOJAS DE RUTA		SI	Tiempo de archivado: xxx años (mínimo 1 año para todos los proyectos)

Ilustración 7. Ficha de arranque de proyecto. Fuente: Empresa IM

CRONOGRAMA DE HITOS

Para facilitar una estructura perfectamente organizada y lograr ese enfoque predictivo al inicio del proyecto, se elabora un cronograma con los hitos más importantes de cada departamento. De esta manera, se sigue de una manera visual y lógica la evolución del proyecto. El cronograma realizado para este proyecto se muestra en la Ilustración 8.

			2022															
			DICIEMBRE															
			SEMANA 49			SEMANA 50						SEMANA 52						
TAREA	Departamento	HITOS	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	26	27	28	29	30	31
			VIE	SAB	DOM	LUN	DIC	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	LUN	FEB	MIE	JUE	VIE	SAB
Diseño de las maquetas	Ing. Mecánica	2	1	Diseño 3D						1	Diseño final							
Compras M.P.	Compras	1													1	Material		
Compras COM	Compras	1															1	Comerciales
MEC	Mecanizado	1																
MON	Montaje	1																
Revisión final	Proyectos	1																

			2023													
			ENERO		FEBRERO											
			SEMANA 05						SEMANA 06							
TAREA	Departamento	HITOS	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
			LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Diseño de las maquetas	Ing. Mecánica	2														
Compras M.P.	Compras	1														
Compras COM	Compras	1														
MEC	Mecanizado	1			1	Mecanizado final										
MON	Montaje	1											1	Montaje final		
Revisión final	Proyectos	1												1	Montaje final en I.M.	

Ilustración 8. Cronograma de hitos. Fuente: Empresa IM

4.2 DOMINIO DE DESEMPEÑO EQUIPO

ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE RECURSOS

El equipo de proyecto estará compuesto por cuatro personas, siendo el director de proyecto el máximo responsable y encargado de la gestión global del proyecto. La estructura de desglose en este proyecto se puede observar en la Ilustración 9.

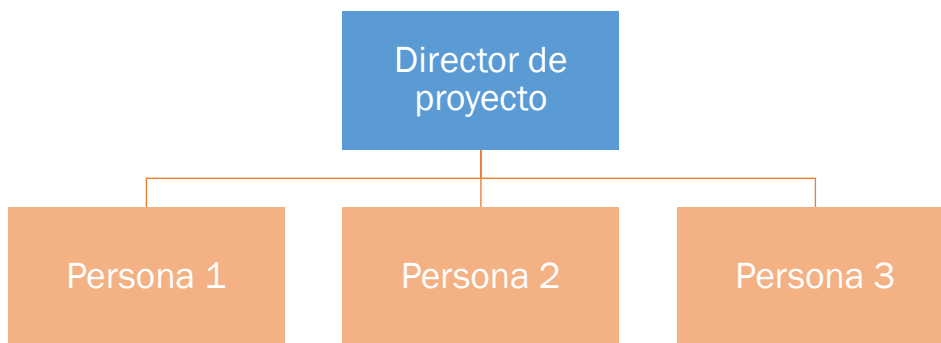


Ilustración 9. Organigrama del equipo. Fuente: Elaboración propia

La persona 1 será la responsable de ingeniería mecánica. Tendrá un papel clave en la primera parte del proyecto, donde se desarrollará el diseño inicial de los vehículos y se realizarán las modificaciones necesarias para satisfacer las especificaciones de los clientes.

La persona 2 es la encargada del departamento de compras y será responsable de gestionar todas las adquisiciones necesarias y la logística de estas. Se asegurará de que se adquieran los materiales y piezas adecuados, se realicen en los plazos necesarios y se entreguen en el lugar correcto. También será responsable de negociar los contratos con los proveedores y de gestionar las relaciones con ellos.

La persona 3 será el máximo responsable de la fabricación y supervisará el mecanizado y el montaje de las piezas y componentes del vehículo. Se asegurará de que se cumplan las especificaciones del diseño, que se realice un mecanizado preciso y que se lleve a cabo el montaje correcto. Además, se encargará de la supervisión del personal de operarios involucrados en la producción y del cumplimiento de las medidas de seguridad en el trabajo.

Es importante destacar que, aunque hay muchos operarios involucrados en el proyecto, éstos estarán bajo el mando del equipo de proyecto y no se incluirán en el organigrama. Cada miembro del equipo de proyecto tendrá un rol específico y trabajarán en estrecha colaboración para asegurar el éxito del proyecto en su totalidad.

4.3 DOMINIO DE DESEMPEÑO PLANIFICACIÓN

La planificación es fundamental para la consecución de los objetivos del proyecto, y en particular para garantizar la gestión eficiente del alcance, el cronograma y los costes. Para ello, se elabora un acta de constitución con el propósito de establecer una visión global del proyecto. A mayores se crea un plan para la gestión del alcance donde se define detalladamente el proyecto, así como un plan específico para la gestión del cronograma y un plan para la gestión de los costes. Con la utilización de estos artefactos se busca asegurar una planificación exitosa del proyecto.

4.3.1. ACTA DE CONSTITUCIÓN

IDENTIFICADOR DEL PROYECTO

Empresa: I.M. S.A.

Nombre del proyecto: Diseño y construcción de 30 vehículos Monovolumen + 20 vehículos Pick-up

Promotor del proyecto: Factoría de vehículos

Patrocinador principal: Factoría de vehículos

Gerente del proyecto: Alba Blanco Sánchez

PROPÓSITO DEL PROYECTO

Diseñar y construir maquetas automovilísticas con el fin mejorar las habilidades de los operarios en la manipulación de vehículos, aumentar la eficiencia y la seguridad en el manejo de vehículos en un entorno de trabajo real, y contribuir al éxito a largo plazo de la organización y del cliente.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y ENTREGABLES CLAVE

DESCRIPCIÓN

Desarrollo, diseño y fabricación de treinta maquetas de vehículos Monovolumen y veinte de vehículos Pick-up con alto realismo y precisión para la formación de personal en una importante compañía automovilística. Se emplearán materiales de alta calidad, tecnologías avanzadas y expertos en diferentes áreas para garantizar un producto de alta calidad y un impacto positivo en la empresa y en la formación de los operarios.

ENTREGABLES CLAVE

- Reuniones informativas y de aprobación con el cliente.
- Contrataciones con los proveedores de materiales Modelos Catia 3D.
- Planos 2D en formato .pdf.
- BoM (Bill of Materials) con piezas de recambio.
- .Dwg de las piezas para subcontratación.
- Maquetas finalizadas.

OBJETIVOS Y REQUISITOS DE ALTO NIVEL DEL PROYECTO

- Ajustarse al presupuesto acordado
- Ajustarse al tiempo y plazos establecidos
- Mejorar la eficiencia y la seguridad en la manipulación de vehículos en un entorno de trabajo real.
- Asegurarse de que las maquetas sean realistas y precisas.
- Utilizar materiales de alta calidad y tecnologías avanzadas en la construcción de las maquetas.

RIESGOS INICIALES DE ALTO NIVEL

- Retraso en las fechas de entrega por parte de los proveedores.
- Mala comunicación interdepartamental a la hora de diseñar el producto final cumpliendo los requisitos del cliente.
- No cumplimiento de la calidad por parte de los proveedores.
- Falta de componentes/materiales o retrasos de éstos por el panorama político social actual.
- Problemas de abastecimiento.
- Dificultades en el diseño de las maquetas, que pueden resultar en errores o problemas de construcción.

CRONOGRAMA DE HITOS DEL PROYECTO

- Inicio de la gestión del proyecto el lunes 28 de noviembre de 2022.
- Validación del diseño en la semana 3 de diciembre.
- Montaje de las maquetas en I.M. durante las semanas 4, 5 y 6 de 2023.
- Entrega del proyecto al cliente: 13 de febrero de 2023.

RECURSOS FINANCIEROS

Las condiciones de pago para este proyecto son las siguientes: 20% del importe total se pagará al realizar el pedido, el 15% se pagará a la validación de los estudios requeridos, el 55% se pagará a la entrega del proyecto y el último 10% se pagará a la aceptación final, con un plazo máximo de 30 días después de la entrega. En la Tabla 3 se exponen los recursos destinados para la fabricación de ambos tipos de maquetas.

Tabla 3. Recursos financieros para el proyecto. Fuente: Elaboración propia

Concepto	Cantidad	Presupuesto Total
Diseño	2	
Fabricación monovolumen	30	
Fabricación pick-up	20	
TOTAL:		58.500 €

PRINCIPALES INTERESADOS

- Cliente
- Equipo de dirección del proyecto
- I.M.
- Proveedores de materiales y piezas
- Operarios beneficiarios de la formación con las maquetas

CIERRE

- Recibir los honorarios por nuestros servicios como responsables del proyecto.
- Realizar la sesión de lecciones aprendidas
- Cerrar las cuentas
- Registrar incidencias

ASIGNACIÓN DEL DIRECTOR DE PROYECTO, RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD

Nombre: Alba Blanco Sánchez

Cargo: Directora de Proyectos

Departamento: Dirección de proyectos

PERSONAL PREASIGNADO

Nombre	Departamento
Operario/persona 1	Dirección de proyectos
Operario/Persona 2	Dirección de proyectos
Operario/Perona 3	Dirección de proyectos

En Valladolid, a 24 de septiembre de 2022



Dña. Alba Blanco Sánchez

Directora del Proyecto

4.3.2 PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE

DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE

El propósito de este proyecto es diseñar y construir treinta maquetas de vehículos Monovolumen y veinte de vehículos Pick-up que se caractericen por su realismo y precisión. Estas maquetas serán utilizadas en pruebas de destreza para operarios, con el fin de evaluar y mejorar sus habilidades en la manipulación de vehículos. La finalidad es aumentar la eficiencia y la seguridad en el manejo de vehículos en un entorno de trabajo real, lo cual es de vital importancia para el éxito del cliente.

Para alcanzar este objetivo, se seleccionarán materiales de la más alta calidad y se aplicarán tecnologías avanzadas, así como también un equipo altamente capacitado y especializado. La colaboración interdepartamental es clave en este proyecto, especialmente del departamento de ingeniería mecánica, que trabajará en estrecha colaboración con los directores de proyecto, el departamento de compras y logística y el departamento de fabricación. La Tabla 4 presenta los diferentes departamentos o secciones de la empresa que intervienen en los proyectos. Con las cruces se identifica las áreas involucradas en la construcción de las maquetas para asegurar que todas las partes participantes estén informadas y coordinadas adecuadamente.

En cuanto al material, se empleará aluminio para el suelo y los marcos de 90°, acero plegado para los asientos, salpicadero y paragolpes, y PE1000 para las puertas, techo, portón trasero y capot delantero. Además, se prevé una combinación de colores atractiva y vistosa, formada por verde, azul y negro.

Para asegurar el éxito del proyecto, se ha establecido un plan de trabajo riguroso y un plazo ajustado de entrega. Durante las siguientes primeras 3 semanas desde el comienzo del proyecto, se llevará a cabo el diseño de las maquetas, seguido por una semana para la validación del diseño y la identificación y corrección de cualquier mejora necesaria. A continuación, se requerirán 2 semanas para la compra de los materiales y componentes necesarios, 5 semanas para la fabricación de las maquetas y 2 semanas para su montaje.

Es fundamental asegurar que todas las actividades del proyecto se realicen con la máxima eficiencia y cuidado para cumplir con los plazos establecidos y entregar un producto final de la más alta calidad. Se espera que este proyecto tenga un impacto positivo tanto en la empresa como en la formación de los operarios, contribuyendo así al éxito a largo plazo de la organización y del cliente.

Tabla 4. Departamentos de la empresa involucrados en el proyecto. Fuente: Elaboración propia

INGENIERÍA		FABRICACIÓN		MONTAJE MX		PAP CLIENTE		ASISTENCIA	
Diseño Mecánico	X	Materiales Fabricación	X	Montaje mecánico	X	Transporte	X	Asist. Arrancada	
Diseño Eléctrico		Materiales Comerciales	X	Montaje eléctrico		Montaje		Formación	
Ing. Automatismos		Fabricación	X	Armarios Control		Puesta en Marcha		Documentación	X
Simulación		TT / Pintura		Pruebas				Marcado CE	
Otros:									

ENTREGABLES POR PAQUETES DE TRABAJO DE LA EDT

GESTIÓN

- Memoria de gestión
- Cuestionario de Clasificación de Proyectos.
- Planificación del proyecto usando plantilla Excel.
- Estimación de hitos y entregas iniciales.
- Check-list de Plan de vigilancia para identificar los posibles puntos críticos a controlar del proyecto.
- Ficha de arranque de proyecto.

DISEÑO

REVISIÓN

- Reunión de presentación técnica interdepartamental conducida por el comercial responsable de la oferta.
- Acta de Reunión de revisión conjunta del diseño en la que participan Jefe de Proyecto e Ingeniería con el cliente.
- Actualización del Gestor de planos (aplicación informática para ayudar al seguimiento de la ejecución del proyecto incluyendo tanto la parte de subcontratación y materiales como la de fabricación en planta). Introducción de las fechas de finalización de las tareas.

INGENIERÍA MECÁNICA

DISEÑO 3D

- Diseño en 3D desarrollado en el software definido por el cliente. El orden de preferencia es SolidWorks, Catia y NX.
- Revisión de la planificación de entregas e Hitos mediante una reunión donde participan todos los departamentos involucrados.
- Revisión con el cliente y aprobación del diseño 3D inicial

PLANOS 2D

- Planos 2D de las piezas a fabricar en externo en formato .dwg utilizando el software definido por el cliente.
- Planos 2D de las piezas a fabricar en interno en formato .dwg utilizando el software definido por el cliente.
- Planos 2D de ensambles y sub-ensambles que definan el utillaje.
- Planos en formato PDF.
- Listado BoM

VERIFICACIÓN DEL DISEÑO

- Check-list donde se verifica que la documentación generada del diseño refleja lo dibujado en el sistema CAD (FOR P08C01_01 v00_Check-List-Dpto. Ing. Mecánica)
- Aprobación final del diseño en reunión.

PROVEEDORES

INTERNO

- Hoja de ruta de las piezas a mecanizar/fabricar en planta.
- Solicitud de materiales para extraer de almacén.
- Actualización de Gestor de planos para la fabricación en interno.

EXTERNO

COMPRAS

Ofertas

- Solicitud de oferta a los proveedores seleccionados.
- Elección de la mejor oferta según precio, plazo o adecuación a los requisitos del cliente.

Pedidos

- Creación del pedido en el software NAVISION.
- Envío de pedido al proveedor.
- Confirmación de fecha de entrega por parte del proveedor.
- Registro de albaranes.

TRANSPORTE

- Solicitud de transporte (FOR I08D03_01)
- Envío de material a subcontratación y a cliente final.
- Solicitud de albarán para expedición.
- Hoja de ruta del departamento de logística.

FABRICACIÓN

MONTAJE

- Hoja de ruta montaje
- Hoja de control de fabricación
- Ficha de seguimiento de montaje
- Prototipo montado de maqueta

MECANIZADO

- Programa de CAM de mecanizado
- Fichaje de plano y producción cuando la pieza está mecanizada
- Piezas mecanizadas

CIERRE

- Archivado de todos los planos junto con sus hojas de ruta.
- Registro de incidencias según el formato FOR P10B01_06 _Registro Manual de Incidencias.
- Solicitudes de facturación.
- Lecciones aprendidas siguiendo el formato FOR P10C01_01 Buenas Prácticas.
- Ficha fin de proyecto donde se refleja un resumen con los parámetros de Calidad-Coste-Plazo según el formato Excel FOR_PO8A04_12_Ficha Fin de Proyecto.xls.
- Cierre operativo en el software NAVISION.

RESTRICCIONES

- Fecha de entrega límite del proyecto: 13 semanas
- Presupuesto inicial del cliente: 58.500 €
- Recursos de personal y de horas limitados para la realización del proyecto.

HIPÓTESIS

- Tanto el cliente como Industrias Maxi designarán un interlocutor único por empresa, con capacidad completa de decisión, cuyas decisiones serán vinculantes para ambas partes, a todos los efectos.
- Si hubiera que suspender o aplazar el trabajo del personal por otras actuaciones en la zona de otros oficios, o por motivos de falta de energías, las horas serán facturadas al cliente, salvo acuerdo previo de aplazamiento por parte de los jefes de proyecto
- Para los elementos comerciales, la garantía la aplicará el fabricante.
- Solo se requerirá la aprobación formal del cliente para cambios sustanciales una vez aprobado el diseño.
- Los proveedores y marcas de materiales serán elegidos por la empresa a no ser que el cliente especifique por escrito estos proveedores o materiales.

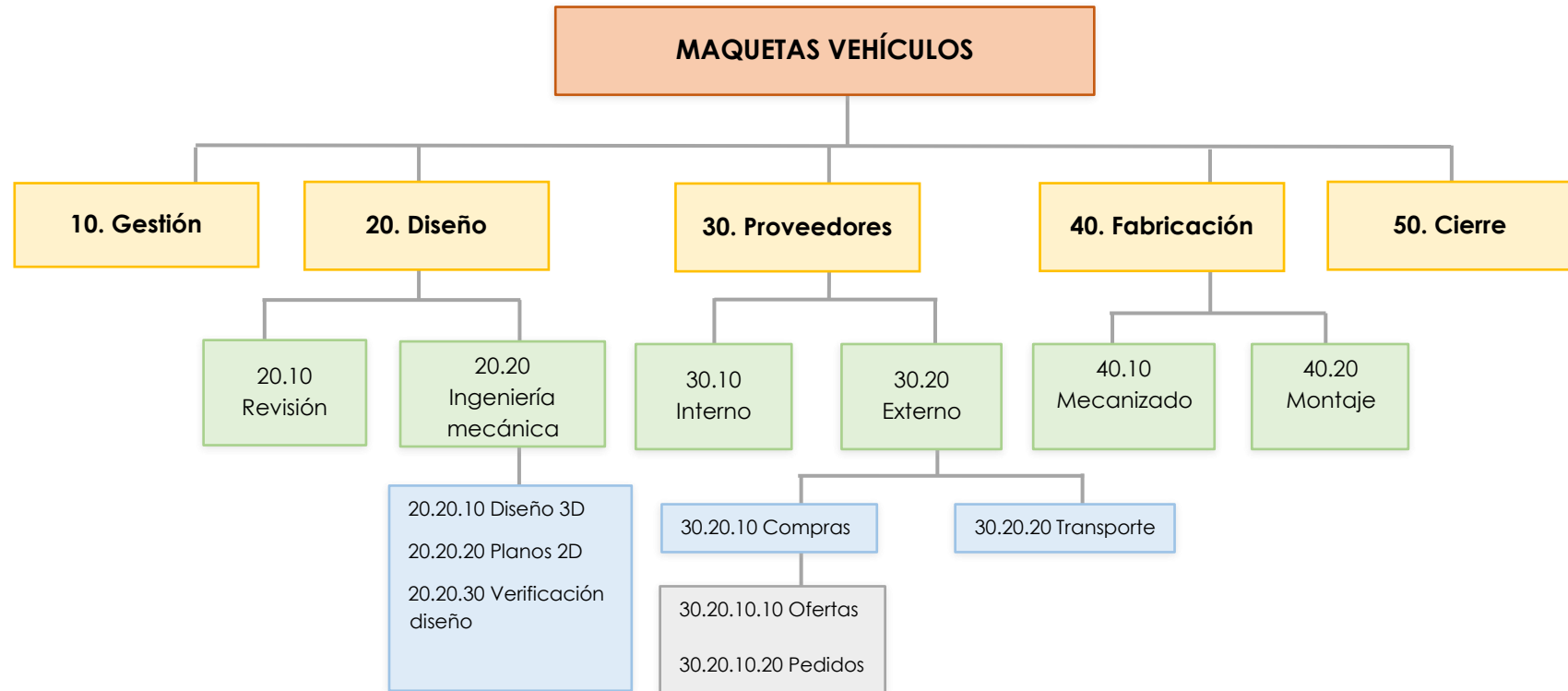
CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

- Subcontrataciones de piezas y materiales tienen que estar firmados por ambas partes; Industrias Maxi y del proveedor.
- Reunión de los miembros del equipo para revisar diseños donde será necesaria unanimidad a la hora de alcanzar el acuerdo definitivo.
- Proporcionar al cliente toda la documentación necesaria para el uso de las maquetas firmada.
- 1 año de garantía ante defectos de diseño, fabricación, montaje y programación.

EXCLUSIONES DEL PROYECTO.

- Obra civil, pintura de suelos o modificaciones del entorno tales como estructuras, iluminación, adecuación de puestos.
- Piezas de recambio.
- Puestas a punto de producto de cliente.
- Modificaciones en elementos que no forman parte de nuestro suministro.
- Responsabilidad de la llegada del producto, salida, interacciones con otras instalaciones no están incluidas.
- Trabajos en fin de semana, festivos, o en horario nocturno salvo indicación expresa.
- Validaciones o certificaciones por organismos certificados.

EDT (Estructura de Desglose de Trabajo)



DICCIONARIO DE LA EDT

La descripción detallada de cada subpaquete de trabajo siguiendo la estructura de la EDT se muestra en las tablas 5 a 14.

Tabla 5. Diccionario del paquete Revisión. Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT
20.10	REVISIÓN
Objetivo del paquete de trabajo	Revisar el diseño 3D con todos los departamentos involucrados y con el cliente para asegurar que las necesidades y características del proyecto han sido entendidas.
Descripción del paquete de trabajo	<p>Comienza con una revisión conceptual del diseño en la que el Comercial que ha vendido el proyecto debe asegurarse de que el proyecto ha sido entendido por parte del Jefe de Proyecto y por los técnicos asignados al proyecto, así como por Compras y Fabricación.</p> <p>El Jefe de Proyecto debe realizar una reunión práctica para revisar el diseño 3D antes de crear los planos 2D y realizar las compras. Asisten el Jefe del Proyecto, el Projectista, un representante de Compras, y otros responsables necesarios. El objetivo de la reunión es mejorar el diseño para favorecer la Fabricación, Montaje y Metrología, reducir costes y plazo, determinar la secuencia y lotes a fabricar, catalogar por prioridades las compras y las fabricaciones, y determinar las fechas de disponibilidad. Es importante que el Jefe de Proyecto tenga una comunicación continua y directa con todos los involucrados y marque los tiempos y necesidades para asegurarse de que se cumplen las necesidades. Cualquier retraso debe ser comunicado al Jefe de Proyecto de manera inmediata por el responsable del área afectada, especialmente en la elaboración del diseño, la fase de Ingeniería, las compras y la fabricación. Se debe definir un hito de revisión de diseño en el fichero de Planificación de Entregas FOR P08A04_06 en la línea de Ingeniería Mecánica.</p> <p>Una vez revisado el diseño en interno, siempre que así se determine, se procede junto con cliente a hacer una revisión conjunta en la que participarán el Jefe de Proyecto e Ingeniería. Todos los puntos tratados en esta reunión serán registrados en un Acta de Reunión y difundida a los asistentes.</p>
Entregables decisivos	Acta de reunión con cliente
Hitos	Validación del diseño final por parte del cliente

Tabla 6. Diccionario del paquete Diseño 3D. Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT
20.20.10	DISEÑO 3D
Objetivo del paquete de trabajo	Definir las piezas, ensambles y sub-ensambles que definan el utillaje, la máquina o conjuntos de máquinas a fabricar. Se desarrollará en el software que defina el cliente final, generalmente en CATIA.
Descripción del paquete de trabajo	<p>El jefe de Proyecto convoca una reunión a la que asistirán el Jefe del Proyecto, el Proyectista, un representante de Compras, el Responsable de Departamento de Ingeniería Mecánica, el Responsable de Área de Ingeniería de Proceso y Mecanizado y el Responsable de Montaje o el Jefe de Equipo, en su defecto, además de aquellas personas que el Jefe de Proyecto considere necesarias. El fin de esta reunión es:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar mejoras del diseño para favorecer la Fabricación, Montaje y la Metrología (en caso de llevarla). • Cambios en los materiales, comerciales o en los formatos a emplear, para favorecer la reducción de costes de las compras a realizar. • En la medida de lo posible, reducir el número de espesores de placas, así a la hora de cortar por Láser / plasma, reducir costes y plazo. • Determinar la secuencia y los lotes a fabricar para evitar perder tiempo en el proceso global de la fabricación de los diseños y en su montaje. • Catalogar por prioridades las compras y las fabricaciones a realizar, evitando urgencias innecesarias y pudiendo crear un film de necesidades de acuerdo al proceso lógico de montaje • Determinar las fechas en las que lo comprado y lo fabricado debe estar puesto a disposición <p>Tras la reunión, el equipo de ingeniería mecánica realiza el diseño en ordenador implementando todos los aspectos discutidos previamente utilizando el software CATIA. Este modelo 3D es una representación virtual tridimensional de una maqueta de vehículo pick-up y de una maqueta de un monovolumen que permite ver y evaluar su aspecto y funcionamiento antes de su construcción. Se utilizarán herramientas de diseño 3D avanzadas para visualizar y simular el funcionamiento de cada maqueta antes de su fabricación, lo que permitirá detectar cualquier problema o inconveniente antes de la fabricación y producción.</p>
Entregables decisivos	Diseño en 3D desarrollado en Catia. Reunión de planificación de entregas e hitos Revisión con el cliente y aprobación del diseño 3D inicial
Hitos	Envío del diseño 3D inicial al cliente.

Tabla 7. Diccionario del paquete Planos 2D. Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT
20.20.20	PLANOS 2D
Objetivo del paquete de trabajo	Elaborar un listado de materiales para fabricar y subcontratar a través de planos 2D detallados.
Descripción del paquete de trabajo	<p>Se llevará a cabo la creación de un plano de conjunto en 2D, partiendo del diseño final en Catia en 3D. Se elaborará con el objetivo de especificar con precisión los materiales de todos los elementos, así como sus cantidades y una descripción detallada de los mismos, tales como los asientos, el capó, el maletero y las matrículas, entre otros.</p> <p>A partir de este plano de conjunto, se dibujarán planos individuales para cada uno de los elementos, en los que se detallará con mayor precisión los elementos que deben ser mecanizados o subcontratados. Cada plano 2D incluirá información relevante, como las dimensiones exactas del componente, los materiales necesarios para su fabricación, los ángulos y las curvas, entre otros detalles importantes. De igual forma, a partir de estos planos se generará un listado de materiales necesarios para subcontratar y se elaborarán los planos de las piezas a cortar por láser, con el objetivo de enviarlos al proveedor y tenerlos listos para su fabricación.</p> <p>Estos planos, elaborados con rigurosidad y precisión, servirán como una guía fundamental durante todo el proceso de fabricación y montaje de las maquetas, asegurando de esta manera que se cumplan todos los requerimientos de calidad y especificaciones del proyecto.</p>
Entregables decisivos	Listado de materiales (BOM)
Hitos	No procede

MARCA	CANTIDAD	MATERIAL	DESCRIPCION
001	2	F-111	ASIENTO
002	1	PE1000	CAPO
003	1	PE1000	MALETERO
004	1	F-111	PARACHOQUES DELANTERO
005	1+1	SIM ALUMINIO	PERFIL L DEL SUELO 25x25
006	1+1	SIM ALUMINIO	PERFIL L TECHO 15x15
007.1	1+1	SIM PE1000	PUERTA DELANTERA
007.2	1+1	SIM PE1000	PUERTA MEDIA
007.3	1+1	SIM PE1000	PUERTA TRASERA
008	1	F-111	SALPICADERO
009	1	ALUMINIO	SUELO
010	1	PE1000	TECHO
011	4	ALUMINIO	EJE RUEDAS
012	1	F-111	ASIENTO DELANTERO
013	1	ACERO INOXIDABLE	TUBO DE ESCAPE
014	2	F-111	AISLANTE
015	4	F-111	TAPA CUBOS MONOVOLUMEN
016	1	F-111	PARACHOQUES TRASERO
017	2	F-111	ARANDELA TUBO ESCAPE
018	4	F-111	ARANDELA IMAN
MARCA	CANTIDAD	REFERENCIA	DESCRIPCION / FABRICANTE
C01	4	VPA 100/8G	RUEDA / BLICKLE
C02	7	IMA 20 AG	IMAN / IMA
C03	2		MATRICULAS

Ilustración 10: Planos 2D con sus respectivas descripciones

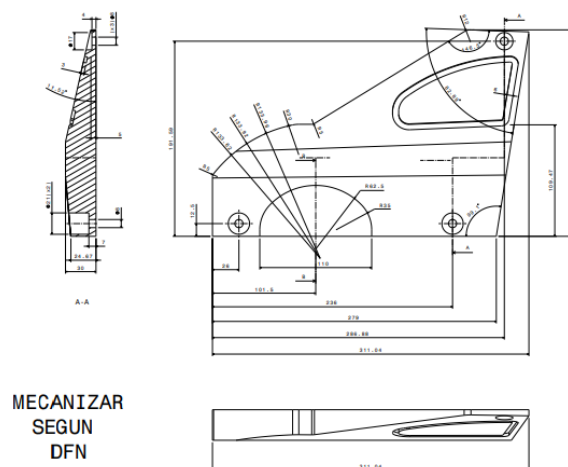


Ilustración 11: Plano de la puerta delantera

Tabla 8. Diccionario del paquete Verificación Diseño. Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT
20.20.30	VERIFICACIÓN DISEÑO
Objetivo del paquete de trabajo	Dar por válido el diseño 3D y los planos 2D realizados para proceder a su fabricación.
Descripción del paquete de trabajo	<p>Una vez que el diseño de las maquetas de los vehículos Monovolumen y Pick-up ha sido creado, es necesario llevar a cabo un proceso de verificación minucioso y riguroso. Este proceso es llevado a cabo por el Responsable del Departamento de Ingeniería Mecánica, con el objetivo de comprobar que el diseño cumple con las necesidades y requerimientos específicos del proyecto, así como con lo estimado en la Evaluación de Riesgos previamente realizada.</p> <p>Durante el proceso de verificación se lleva a cabo una revisión detallada del diseño, en la que se comprueba que se han cumplido todos los objetivos del proyecto y que el diseño es seguro, eficiente y funcional. Una vez que se ha realizado la revisión, se procede a la firma del documento correspondiente, en el formato P08C01-02, por parte de los proyectistas y el Responsable del Departamento de Ingeniería implicado.</p> <p>Es importante destacar que la verificación adecuada del diseño es crucial para evitar problemas futuros en la fabricación y el montaje de las maquetas. Un diseño que ha sido verificado de manera adecuada puede ahorrar tiempo y recursos a largo plazo, evitando retrasos y problemas innecesarios en el proceso de producción.</p>
Entregables decisivos	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobación final del diseño en reunión. • Check-list donde se verifica que la documentación generada del diseño refleja lo dibujado en el sistema CAD
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Finalización del diseño en 3D

Tabla 9. Diccionario del paquete Interno. Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT
30.10	INTERNO
Objetivo del paquete de trabajo	Extraer materiales de almacén cuando sea posible y con trazabilidad para ahorrar en dinero y en plazo.
Descripción del paquete de trabajo	<p>Se ejecutan las actividades necesarias para suministrar los materiales y componentes necesarios para la fabricación de las maquetas.</p> <p>Para ello, se actualizará el Gestor de Planos de fabricación en interno, lo que permitirá llevar un control y seguimiento de los avances en la producción y asegurar que se está siguiendo el plan establecido.</p> <p>Además, se comunicará al departamento correspondiente (montaje, mecanizado, etc.) la labor a realizar para garantizar que cada uno de ellos tenga claro cuáles son sus responsabilidades y cuándo se debe completar cada tarea. De esta manera, se asegura que todo el proceso de fabricación se lleve a cabo de manera fluida y coordinada.</p> <p>Por último, se extraen de almacén materiales y comerciales necesarios según plano que haya en stock en la planta. Se comunica al departamento de logística la reserva de este material para que gestione el movimiento a los puestos de trabajo necesarios.</p>
Entregables decisivos	Hoja de ruta de las piezas a mecanizar/fabricar en planta.
Hitos	No procede

Tabla 10. Diccionario del paquete Ofertas. Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT
30.20.10.10	OFERTAS
Objetivo del paquete de trabajo	Categorizar los tipos de pedidos y seleccionar la oferta y proveedor más conveniente para el proyecto.
Descripción del paquete de trabajo	<p>El proceso de solicitud de pedidos a proveedores externos se clasifica en dos tipos de listados: comerciales o materiales y planos.</p> <p>-El listado de comerciales y materiales es completado por el departamento de ingeniería mecánica y/o automática o el responsable del área de trabajo. El formato "FOR I08D02_02_Solicitud de Pedido" es enviado por correo electrónico al departamento de compras. Si el listado está ligado a una oferta previamente gestionada, compras genera un pedido en Navision y lo envía junto con la oferta al proveedor. En caso de que el listado no tenga una oferta, compras puede solicitar ofertas a proveedores homologados o decidir automáticamente enviar el pedido a un proveedor específico, dependiendo del volumen, tipología, coste y urgencia de los productos.</p> <p>-En el caso de un listado de planos, el Jefe de Proyecto o Ingeniería entrega el listado a Compras, indicando el plazo de entrega y el precio objetivo.</p> <p>El departamento de Compras tiene la autoridad para decidir si enviar el pedido automáticamente a un proveedor específico o solicitar ofertas a proveedores homologados, dependiendo del volumen, tipología, costo y urgencia de los productos. Además, se deben archivar y grabar las ofertas en Navision para su seguimiento y registro.</p>
Entregables decisivos	<ul style="list-style-type: none"> • Oferta seleccionada
Hitos	No procede

Tabla 11. Diccionario del paquete Pedidos. Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT
30.20.10.20	PEDIDOS
Objetivo del paquete de trabajo	Asegurar la eficiencia y el control en la gestión de los pedidos y garantizar que se cumplan los plazos y las condiciones acordadas con los proveedores
Descripción del paquete de trabajo	<p>El departamento de compras cuenta con un protocolo de asignación de tareas basado en colores. La grabación de los pedidos en Navision y su posterior envío al proveedor son realizados por un miembro del departamento asignado según el criterio de colores establecido.</p> <p>Existen dos opciones para la generación de pedidos en Navision. Si el pedido tiene un importe inferior a 1.000€, no es necesaria la aprobación y el sistema genera automáticamente un correo electrónico con la dirección del proveedor, en el que se adjunta el pedido y cualquier documentación adicional requerida. Si el pedido tiene un importe superior a 1.000€, debe ser aprobado previamente. Si su importe está entre 1.000€ y 10.000€, solo se requiere la aprobación del jefe de proyecto o responsable del departamento. Si su importe es superior a 10.000€, se necesita la aprobación tanto del jefe de proyecto o responsable del departamento como de la dirección general.</p> <p>Una vez que los pedidos han sido grabados en Navision, el sistema envía automáticamente un correo electrónico con la dirección del proveedor, en el que se incluyen las Condiciones Generales de Compra y cualquier documentación adicional requerida. En el pedido se indica la fecha de entrega necesaria, que puede ser sacada de una oferta previamente solicitada o una fecha estimada en función del producto y proveedor. Después de enviar el pedido, el departamento de compras realiza un seguimiento y solicita la confirmación de las fechas de entrega solicitadas a los proveedores.</p>
Entregables decisivos	<ul style="list-style-type: none"> • Creación y envío de pedido al proveedor. • Confirmación de fecha de entrega por parte del proveedor.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Fin del envío de todos los pedidos necesarios

Tabla 12. Diccionario del paquete Transporte. Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT
30.20.20	TRANSPORTE
Objetivo del paquete de trabajo	Recepcionar y enviar todos los materiales, piezas o productos terminados a sus respectivos destinos.
Descripción del paquete de trabajo	<p>Una vez que el área de logística recibe la mercancía, se registra el albarán en el sistema y se adjuntan planos si es necesario para garantizar la trazabilidad del producto y prepararlo para el siguiente proceso. Es importante enfocarse en recibir lo que figura en los pedidos de la ERP y notificar cualquier incidencia. La entrada y salida de planos se gestiona a través de la aplicación "Gestor de Planos".</p> <p>Cuando sea necesario el envío a proveedor para un tratamiento o subcontratación de algún tipo, el departamento de logística gestionará los tres tipos de transporte que se pueden utilizar. El transporte con medios propios es el preferido si se cumplen ciertas condiciones, en caso contrario se utilizará el transporte contratado por Industrias Maxi o el transporte por cuenta ajena. Una vez que el proceso de preparación del pedido finaliza, se cierra con film retráctil, fleje, etc. e identifica con el n° de OT y su correspondiente albarán interno, y se confirma la salida de las instalaciones de dicha carga.</p>
Entregables decisivos	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitud de transporte (FOR I08D03_01) • Envío de material a subcontratación y a cliente final.
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Recepción del material en las instalaciones del cliente el día 13 de febrero de 2023.

Tabla 13. Diccionario del paquete Mecanizado. Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT
40.10	MECANIZADO
Objetivo del paquete de trabajo	Fabricación de componentes específicos de las maquetas de vehículos.
Descripción del paquete de trabajo	<p>Fabricación de piezas y componentes mecánicos para los modelos de vehículos utilizando las máquinas herramientas de torno y fresa pequeña. Esto incluye la programación de las máquinas, la selección de materiales y herramientas, la medición y comprobación de las piezas para asegurar que cumplan con las especificaciones de diseño.</p> <p>Una vez que se ha preparado la máquina para el trabajo, se procede a mecanizar la pieza y se verifica que las dimensiones cumplen con las exigencias del plano mediante instrumentos de medición adecuados. Es importante no forzar los instrumentos y comprobar que están limpios y en buenas condiciones. Después de mecanizar la pieza, se retira del amarre de la máquina y se limpia para evitar suciedad en la máquina. Se debe tener especial cuidado en no dejar la pieza sin su plano y hoja de ruta correspondiente y no dejar una pieza terminada si no cumple alguna dimensión. La limpieza de la pieza se realiza para quitar las virutas y restos de mecanizado para que el departamento de Logística pueda manipular la pieza con seguridad y evitar cortes. Para ello se utilizan medios como la pistola de aire, y se retocan las aristas vivas con lima o radial. Es importante utilizar los equipos de protección adecuados, como gafas y guantes, al manipular la pieza y la pistola de soplar. Finalmente, se introduce la pieza terminada en una gaveta o palet con su hoja de ruta y plano o papel identificativo correspondiente.</p>
Entregables decisivos	<ul style="list-style-type: none"> • Piezas mecanizadas
Hitos	No procede

Tabla 14. Diccionario del paquete Montaje. Fuente: Elaboración propia

CÓDIGO DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO (PDT): Según EDT
40.20	MONTAJE
Objetivo del paquete de trabajo	Llevar a cabo la última parte del productivo y ensamblar y dar por finalizadas las maquetas antes del envío a cliente.
Descripción del paquete de trabajo	<p>El proceso de Montaje sigue los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Preparación</u>: Antes de comenzar el proceso de montaje, se deben revisar cuidadosamente todos los materiales y componentes para asegurarse de que estén en perfectas condiciones y disponibles para su uso. • <u>Instalación de los marcos</u>: Los marcos de aluminio se deben instalar en el suelo para proporcionar una estructura sólida y duradera. • <u>Instalación de los asientos, salpicadero y paragolpes</u> de acero plegado, siguiendo los diseños y especificaciones establecidos. • <u>Instalación de las puertas, techo, portón trasero y capot delantero</u> hechos de PE1000, siguiendo los diseños y especificaciones establecidos. • <u>Aplicación de los colores</u>: Una vez que todas las piezas han sido instaladas correctamente, se deben aplicar los colores verde, azul y negro para crear una combinación atractiva y vistosa. • <u>Verificación y ajuste</u>: Una vez terminada la instalación, se deben revisar cuidadosamente todas las piezas y componentes para asegurarse de que estén instalados correctamente y funcionen adecuadamente. Cualquier ajuste necesario debe ser realizado en este momento asegurándose de que cumplan con los estándares y especificaciones establecidos.
Entregables decisivos	<ul style="list-style-type: none"> • Maquetas montadas y pintadas • Hoja de ruta
Hitos	<ul style="list-style-type: none"> • Montaje de las maquetas en Industrias Maxi durante las semanas 4, 5 y 6 de 2023.

4.3.3 PLAN DE LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

ACTIVIDADES

En este apartado se incluyen las actividades de ejecución del proyecto aunque, previamente, se han llevado a cabo un conjunto de actividades de planificación de la gestión del tiempo para la definición de objetivos, alcances, entregables y actividades, así como en la identificación de recursos necesarios y la estimación de tiempos y costos [17]. Todo esto, con el objetivo de garantizar una planificación adecuada y un control efectivo del tiempo del proyecto. En la Tabla 15 se presentan las actividades incluidas dentro de cada subpaquete de trabajo, así como los recursos, duraciones y costes estimados de cada una.

Tabla 15. Gestión del tiempo por actividades. Fuente: Elaboración propia

GESTIÓN				
EDT	Actividad	Recurso	Duración	Coste
DISEÑO				
REVISIÓN				
EDT	Actividad	Recurso	Duración	Coste
20.10.10	Asignar proyectista responsable y participantes en el proyecto	2 personas 1 ordenador	1 día	- €
20.10.20	Realizar reunión conceptual	Departamentos involucrados	2 días	- €
20.10.30	Revisar diseño 3D inicial	4 personas 2 ordenadores	1 día	- €
20.10.40	Aprobar la actividad en reunión	4 personas 1 ordenador	1 día	- €
INGENIERÍA MECÁNICA				
DISEÑO 3D				
EDT	Actividad	Recurso	Duración	Coste
20.20.10.10	Realizar diseño 3D en el software definido por el cliente	Catia 1 proyectista 2 ordenadores 1 ing. mecánico	7 días	3.740,00 €
20.20.10.20	Revisar internamente el diseño	Equipo proyecto 1 proyectista 2 ordenadores	2 días	- €
20.20.10.30	Revisar con cliente el diseño y aprobar	Equipo proyecto 1 ordenador	1 día	- €
PLANOS 2D				
EDT	Actividad	Recurso	Duración	Coste
20.20.20.10	Realizar planos 2D de piezas a realizar en interno y externo	Catia 1 proyectista 2 ordenadores 1 ing. mecánico	4 días	680,00 €
20.20.20.20	Realizar planos 2D de ensambles y piezas por corte láser	Catia 1 proyectista 2 ordenadores 1 ing. mecánico	3 días	300,00 €
20.20.20.30	Elaborar listados de materiales necesarios mediante el Gestor de Planos	1 ing. Mecánico 1 ordenador	2 días	- €

VERIFICACIÓN DISEÑO				
EDT	Actividad	Recurso	Duración	Coste
20.20.30.10	Implementar mejoras necesarias al diseño	Catia 1 proyectista 2 ordenadores 1 ing. mecánico	3 días	260,00 €
20.20.30.20	Cumplimentar check-list mediante formato FORP08C01_01	1 ing. mecánico 1 ordenador	1 día	- €
20.20.30.30	Aprobar diseño en reunión	4 personas 1 ordenador	1 día	- €
PROVEEDORES				
INTERNO				
EDT	Actividad	Recurso	Duración	Coste
30.10.10	Actualizar Gestor de Planos de fabricación en interno	1 persona 1 ordenador	1 día	- €
30.10.20	Comunicar al departamento participante (montaje, mecanizado...) la labor a realizar	1 persona 1 ordenador	1 día	- €
30.10.30	Extraer de almacén materiales y comerciales necesarios según plano	1 persona de logística	3 días	- €
EXTERNO				
COMPRAS				
OFERTAS				
EDT	Actividad	Recurso	Duración	Coste
30.20.10.10.10	Solicitar ofertas a posibles proveedores	2 personas dpto. compras 2 ordenadores 2 teléfonos	8 días	- €
30.20.10.10.20	Comunicar ofertas y alternativas al jefe de proyecto	2 personas dpto. compras 2 ordenadores	7 días	- €
30.20.10.10.30	Comparar ofertas recibidas según plazo o precio en formato Excel	2 personas dpto. compras 2 ordenadores	7 días	- €
30.20.10.10.40	Elegir la mejor oferta de acuerdo a las condiciones comunicadas por ingeniería mecánica o el jefe de proyecto	2 personas dpto. compras 2 ordenadores	8 días	- €
PEDIDOS				
EDT	Actividad	Recurso	Duración	Coste
30.20.10.20.10	Crear nuevos pedidos en NAVISION	2 personas dpto. compras 2 ordenadores NAVISION	13 días	- €
30.20.10.20.30	Comprar materias primas	2 personas dpto. compras 2 ordenadores	13 días	9.200,00 €
30.20.10.20.40	Comprar comerciales	2 personas dpto. compras 2 ordenadores	13 días	1.000,00 €
30.20.10.20.30	Subcontratar a proveedor (de tratamiento, cortes por láser...)	2 personas dpto. compras 2 ordenadores	13 días	2.250,00 €
30.20.10.20.40	Realizar seguimiento	2 personas dpto. compras	13 días	- €

		2 ordenadores NAVISION		
TRANSPORTE//LOGÍSTICA				
EDT	Actividad	Recurso	Duración	Coste
30.20.20.10	Recepcionar materiales y comerciales	Personal dpto. logística 1 ordenador	13 días	- €
30.20.20.20	Identificar y almacenar productos entrantes	Personal dpto. logística 1 ordenador	13 días	- €
30.20.20.30	Preparar y embalar producto para salida	Personal dpto. logística	1 día	- €
30.20.20.40	Enviar producto final a cliente	Personal dpto. logística Furgoneta propia	1 día	- €
FABRICACIÓN				
MECANIZADO				
EDT	Actividad	Recurso	Duración	Coste
40.10.10	Preparar y verificar planos y brutos	Personal mecanizado Equipo proyecto 1 ordenador	1 día	- €
40.10.20	Introducir programa CAM para mecanizar	Personal mecanizado	1 día	- €
40.10.30	Preparar, medir y limpiar piezas y máquina	Personal mecanizado	1 día	- €
40.10.40	Mecanizar piezas según plano	Fresa pequeña Torno Personal mecanizado	25 días	22.900 €
MONTAJE				
EDT	Actividad	Recurso	Duración	Coste
40.20.10	Definir jefe de equipo para la ejecución, supervisión y coordinación de montaje	Persona "3"	1 día	- €
40.20.20	Elaborar hoja de ruta de montaje	Personal montaje	1 día	- €
40.20.30	Revisar, limpiar y clasificar los materiales a utilizar	Personal montaje	1 día	- €
40.20.40	Montar maquetas de vehículos	Personal montaje Herramientas (llaves, sierras, alicates, destornillador, cinces...)	11 días	3.550,00 €
40.20.50	Almacenar material en gavetas	Personal montaje	10 días	- €

CIERRE				
EDT	Actividad	Recurso	Duración	Coste
50.10	Redactar el registro de lecciones aprendidas en reunión interna	Equipo proyecto 4 ordenadores	2 días	- €
50.20	Archivar todos los planos y hojas de ruta	Equipo proyecto 4 ordenadores	1 día	- €
50.30	Registrar las facturas de pedidos y subcontrataciones	Equipo proyecto 4 ordenadores	3 días	- €
50.40	Registrar incidencias	Equipo proyecto 4 ordenadores	1 día	- €
50.50	Cumplimentar la ficha de fin de proyecto donde se resumen los parámetros de Calidad-Coste-Plazo	Equipo proyecto 4 ordenadores	1 día	- €
50.60	Realizar el cierre operativo en el Software Navision	Equipo proyecto 1 ordenador NAVISION	1 día	- €

DIAGRAMA DE GANTT

La representación visual de la duración estimada de las actividades del proyecto de diseño y fabricación de 30 vehículos monovolumen se encuentra en el Gráfico 1. Se destaca que el plazo de entrega al cliente es el día 13 de febrero, momento a partir del cual, solo se llevarán a cabo las actividades de cierre. Se puede observar que algunas de las actividades con mayor duración son las de compras, que se realizan simultáneamente. Asimismo, se aprecia que el mecanizado y el montaje son las actividades que consumen más tiempo. Una vez avanzada la fase de mecanizado, se puede comenzar con el montaje de las piezas.

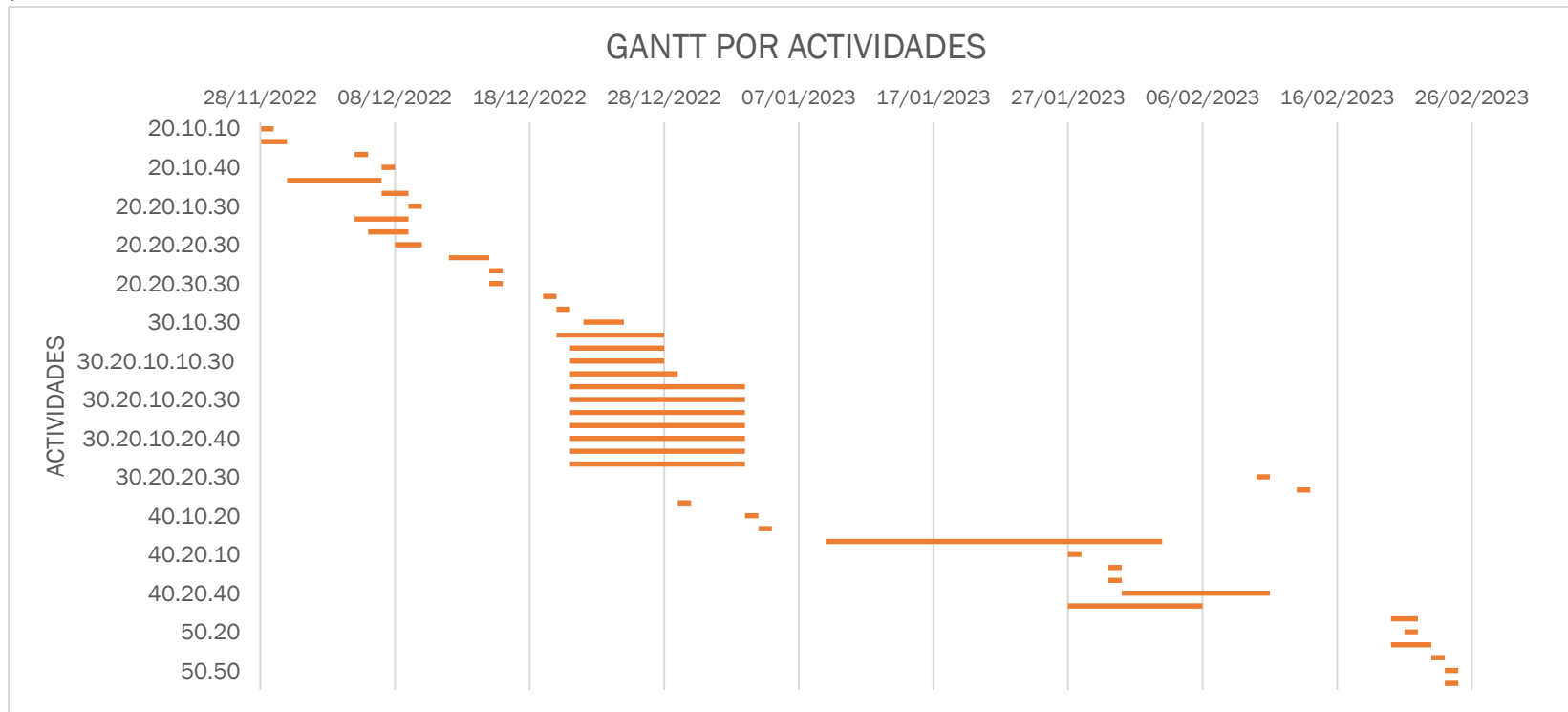


Gráfico 1. Gantt por actividades. Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 2 posterior se presenta el diagrama de Gantt por paquetes de trabajo de manera agrada para la fabricación de las maquetas de monovolumen y pick-up. Se pueden observar las actividades por departamento y su secuencia, lo que nos permite identificar el camino crítico para garantizar el cumplimiento del plazo de entrega establecido. El diseño realizado y verificado por ingeniería mecánica tiene lugar tras analizar el proyecto y asignar los proyectistas encargados. Una vez acordado el diseño final, es posible comenzar a solicitar ofertas de los materiales a subcontratar y a realizar los pedidos correspondientes tras el proceso de análisis de las mejores alternativas. Cuando comienzan a recepcionarse estos materiales, puede comenzar el mecanizado de las piezas. El último paso en el proceso de fabricación es el montaje que empieza cuando hay suficientes piezas mecanizadas para instalar las maquetas.

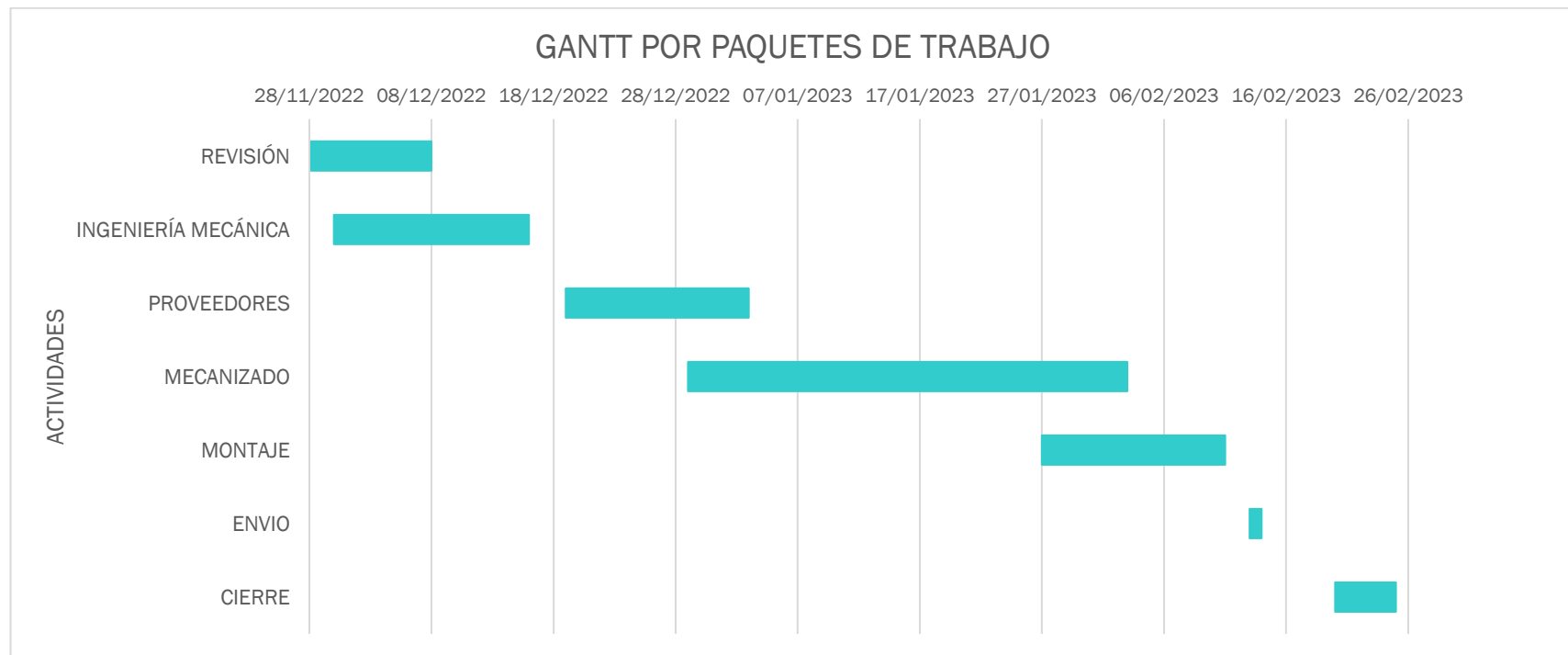


Gráfico 2. Gantt por paquetes de trabajo. Fuente: Elaboración propia

4.3.4 PLAN DE GESTIÓN DE LOS COSTES

La gestión del coste del proyecto es esencial para asegurar su viabilidad económica y la maximización de los beneficios. Cabe destacar que el presupuesto del cliente para el proyecto es de 58.500 euros, pero el coste total presupuestado es de 43.880€ euros. El presupuesto del cliente se divide en cuatro partes, donde el 20% (11.700,00 €) se destina al inicio, el 15% (8.775,00 €) a la validación de estudios, el 55% (32.175,00 €) a la entrega y el 10% (5.850,00 €) tras el cierre.

Tabla 16. Costes semanales. Fuente: Elaboración propia

Semana	28-nov-22	05-dic-22	12-dic-22	19-dic-22	26-dic-22	02-ene-23
Coste	0,00 €	4.720,00 €	260,00 €	0,00 €	0,00 €	12.450,00 €

Semana	09-ene-23	16-ene-23	23-ene-23	30-ene-23	06-feb-23	13-feb-23	20-feb-23
Coste	0,00 €	0,00 €	0,00 €	22.900,00 €	3.550,00 €	0,00 €	0,00 €

La Tabla 16 que se presenta muestra el coste por semanas de las diferentes actividades del proyecto. Es importante señalar que hay una clara diferencia entre las semanas en las que no se estima ningún coste y las restantes. Esta situación se debe a que los costes de las actividades se contabilizan cuando se finalizan y no durante su transcurso. Por ejemplo, las semanas en las que se lleva a cabo el mecanizado de piezas tienen un coste de 0€ hasta la semana del 30 de enero, que es cuando finaliza la actividad. Lo mismo sucede con las semanas en las que se realiza la gestión de pedidos y subcontrataciones, por lo que en la semana del 2 de enero se acumulan estos gastos.

Después de llevar a cabo un análisis de las horas necesarias y sus respectivos costes asociados de las diversas actividades, el coste total presupuestado se estima en 43.880 €.

Las actividades que más pesan en el coste total del proyecto son las de mecanizado, montaje en planta y compra/subcontratación de materiales y piezas. Estas tareas representan los mayores costes en términos de horas y recursos necesarios para su realización, y por lo tanto tienen una influencia significativa en el presupuesto total del proyecto.

LÍNEA BASE DE COSTES

La elaboración de una línea base de costes permite llevar un seguimiento detallado de los recursos económicos que se destinan al proyecto en cuestión. Una comparación entre la línea Base de costes, el presupuesto y el beneficio estipulado se observa en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

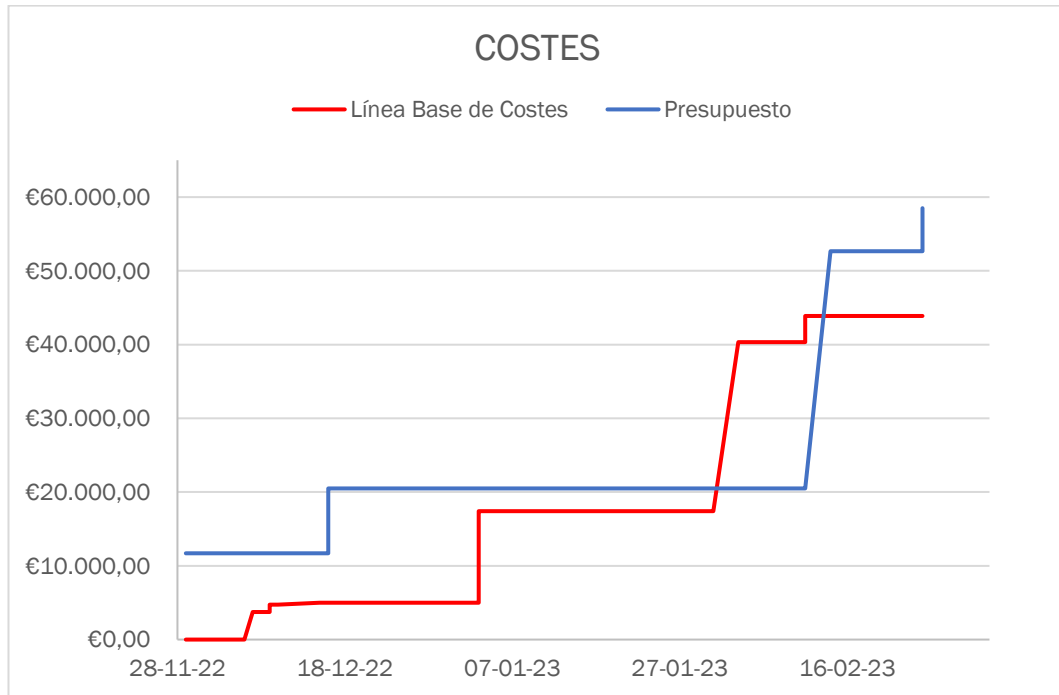


Gráfico 3. Línea base de costes y presupuesto. Fuente: Elaboración propia

En color rojo se observa la línea base de costes. Puede verse fácilmente que a principios de enero esta línea supera la línea azul que representa el presupuesto total. A partir de ese momento se prevé que los costes superen al presupuesto recibido y se extenderá hasta mediados de febrero. Esto se debe a que no se ha recibido aún parte del presupuesto del cliente el cual se recibe en el momento de la entrega de las maquetas el 13 de febrero. El motivo de los saltos en el presupuesto es la distribución de los pagos por parte del cliente el cuál entrega un 20% al inicio, un 15% tras la validación del diseño, un 55% a la entrega y un 10% tras el cierre. Conociendo la previsión que proporciona la línea de costes, la empresa podrá actuar en consecuencia para no tener problemas de financiación. Esto significa que la empresa deberá cubrir los costes por sus propios medios hasta recibir los ingresos del cliente. Saber cuándo va a ocurrir esto es de vital importancia para planificar adecuadamente los recursos y evitar un impacto negativo en el proyecto.

4.4 DOMINIO DE DESEMPEÑO INTERESADOS

Para lograr identificar, analizar, y gestionar a los interesados, se elabora un análisis de éstos en la Tabla 17 que contiene las inquietudes posturas y estrategias para conseguir su apoyo para abordar sus necesidades y preocupaciones de manera efectiva.

Tabla 17. Registro de interesados. Fuente: Elaboración propia

STAKEHOLDER	Inquietudes en el proyecto	Postura actual	Postura deseada	Estrategias potenciales para obtener apoyo o reducir obstáculos
I.M.	Interés por el éxito del proyecto para crecer y dar a conocer a la empresa.	A favor	A favor	
Proveedores	No causar mala imagen con el producto ofrecido.	Neutral	A favor	Informar y establecer una fecha máxima de pago.
	Darse a conocer a potenciales clientes.			Contar con la empresa para próximos proyectos.
Cliente	Interés por que el proyecto se lleve a cabo con éxito.	A favor	A favor	Comunicación clara y constante.
	Cumplimiento de los requisitos, plazos de entrega y presupuestos.			Ofrecer una garantía de 1 año. Ser flexible y estar dispuesto a hacer cambios o ajustes.
Empleados de la factoría que recibirán la formación	Cambios en su rutina diaria.	Neutral	A favor	Comunicación efectiva, abierta y regular con el equipo de proyecto y responsables de la formación.
	Mejorar su experiencia en manejo de vehículos.			Recibir capacitación adecuada y tener oportunidades de desarrollo profesional a través de este proyecto.

PLAN DE INVOLUCRAMIENTO DE LOS INTERESADOS

Equipo de proyecto:

- Cumplir con los objetivos marcados por el cliente.
- Comunicación efectiva interdepartamental y con el cliente.
- Tener acceso a recursos, materiales y tecnologías necesarias.

I.M.:

- Ajustarse al presupuesto y plazo del cliente.
- Sacar el mayor beneficio posible.
- Colaborar con el cliente en futuros proyectos.
- Crecer y darse a conocer.
- Establecer relaciones profesionales con importantes empresas participantes en el proyecto.

Cliente:

- Proyecto entregado en plazo y ajustado al presupuesto.
- Comunicación constante con el equipo de proyecto.
- Recibir documentación completa del proyecto.
- Soporte adecuado y garantía después de la entrega de producto.

Proveedores

- Compensación adecuada por sus suministros y servicios.
- Comunicación clara y efectiva con el equipo de proyecto y con el departamento encargado de hacer las compras y subcontrataciones.
- Participar en futuros proyectos con la empresa que requiere sus servicios.

Operarios que recibirán la formación

- Maquetas lo más realistas y precisas posible, con el fin de que las pruebas de destreza sean representativas de un entorno de trabajo real.
- Posibilidad de contacto con un soporte técnico para resolver posibles problemas que puedan surgir.
- Cumplimiento de plazo de entrega para que la formación se inicie en el plazo establecido.

PLAN DE GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES

Es importante gestionar las comunicaciones entre los principales interesados. Para ello, se elabora la Tabla 18 con el objetivo de definir los métodos de comunicación, la frecuencia y los responsables para garantizar el involucramiento efectivo de los interesados y mantenerlos informados y comprometidos durante la totalidad del proyecto.

Tabla 18. Gestión de las comunicaciones. Fuente: Elaboración propia

¿Qué se va a comunicar?	¿Por qué?	¿Entre quiénes?	Método preferible	Responsable	¿Cuándo? ¿Frecuencia?
Acta de constitución	Dar por comenzado el proyecto	Director del proyecto y el equipo	Documento escrito	Director del proyecto	Al comenzar el proyecto
EDT	Determinar el alcance del proyecto	Director del proyecto y el equipo	Documento escrito	Director del proyecto	Al inicio y cada vez que se actualice
Arranque del proyecto	Definir presupuestos, objetivos y planificación inicial	Director del proyecto y el equipo	Reunión y Excel	Director del proyecto	Al comenzar el proyecto
Problemas	Evitar desviaciones del plan	Director del proyecto y el equipo	Email	Equipo de proyecto	Cada vez que suceda
Informes de avance I	Medir el avance del proyecto	Director del proyecto y el equipo	Reunión via Teams	Director del proyecto	Diariamente
Informes de avance a cliente	Comunicar el avance del proyecto	Director del proyecto y el cliente	Reunión presencial	Director del proyecto	Semanalmente
Entregas	Planificar y seguir el cumplimiento de hitos	Director del proyecto y el equipo	Excel cumplimentado	Director del proyecto	Cada vez que se actualice
Plan de vigilancia	Controlar los requisitos específicos del proyecto	Director del proyecto y el equipo	Excel cumplimentado	Director del proyecto	Cada vez que se actualice
Subcontrataciones	Facilitar el seguimiento de pedidos	Departamento de compras, director de proyecto y proveedores	Documento escrito	Director del proyecto	Cada vez que se cree un nuevo pedido

Plan de riesgos	Identificar riesgos y planificar la respuesta	Director del proyecto y el equipo	Documento escrito	Director del proyecto	Cada vez que se actualice
Informes correctivos	Recopilar información sobre el problema resuelto	Director del proyecto y el equipo	Email	Director del proyecto	Cada vez que suceda
Documentación requerida	Suministrar planos y documentación del proyecto	Director del proyecto y cliente	Email	Director del proyecto	Antes de la entrega final
Transporte a cliente	Determinar horario y fecha de la entrega final	Director del proyecto y cliente	Llamada telefónica y Email	Director del proyecto	Fecha acordada
Cierre del proyecto	Dar por finalizado el proyecto	Director del proyecto y el cliente	Documento escrito	Director del proyecto	Al finalizar el proyecto

4.5 DOMINIO DE DESEMPEÑO ENTREGA

Para garantizar que el proyecto se lleve a cabo de manera efectiva y exitosa y que se cumplan los objetivos, se lleva a cabo un plan para la gestión de la calidad con el fin de controlar los entregables para cada fase y paquete del proyecto. En la Tabla 19 se presentan los requisitos de cada actividad, junto a las métricas de calidad para garantizar el cumplimiento del requisito y los requisitos de calidad para asegurar la calidad de todas las actividades. A mayores, se emplean hojas de verificación en formato check-list para comprobar que se hayan cumplido los requisitos de calidad, además de ayudar a detectar y corregir problemas que puedan surgir, siempre con el fin de satisfacer las necesidades del cliente.

PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

Tabla 19. Gestión de la calidad por actividades. Fuente: Elaboración propia

EDT	Actividad	Requisito	Métrica de Calidad	Requisito de Calidad
20	DISEÑO			
20.10	REVISIÓN			
20.10.10	Asignar proyectista responsable y participantes en el proyecto	Definir roles y responsabilidades de forma clara	Competencias del equipo	Designar responsabilidades según las habilidades y competencias de los empleados
20.10.20	Realizar reunión conceptual	El proyecto debe ser explicado por el comercial a todos los miembros del equipo	Opinión y preguntas del equipo	Comprensión por el 100% del equipo
20.10.30	Revisar diseño 3D inicial	Identificar problemas y oportunidades de mejora	Número de problemas encontrados	Diseño revisado con suficiente antelación para realizar mejoras
20.10.40	Aprobar la actividad en reunión	Obtener la aprobación para realizar el proyecto de manera unánime	Aprobación del diseño final	Conseguir aprobación de cliente y equipo para comenzar con la fabricación

20.20	INGENIERÍA MECÁNICA			
20.20.10	Diseño 3D			
20.20.10.10	Realizar diseño 3D en el software definido por el cliente	Diseño detallado que cumple los requisitos del cliente	Check-list de diseño	Garantizar que el check-list sea cumplimentado de manera efectiva y sin errores
20.20.10.20	Revisar internamente el diseño	Identificar problemas y oportunidades de mejora	Número de problemas encontrados	Diseño revisado con suficiente antelación para realizar mejoras
20.20.10.30	Revisar con cliente el diseño y aprobar	Comunicación efectiva y detallada con el cliente	Número de revisiones necesarias antes de la aprobación final	Satisfacción de todas las partes involucradas
20.20.20	Planos 2D			
20.20.20.10	Realizar planos 2D de piezas a realizar en interno y externo	Planos finalizados con todas las especificaciones necesarias incluidas	Nº de planos 2D	Todos los planos listos para envío a proveedor
20.20.20.20	Realizar planos 2D de ensambles y piezas por corte láser	Planos finalizados con todas las especificaciones necesarias incluidas	Nº de planos 2D	Todos los planos listos para envío a proveedor
20.20.20.30	Elaborar listados de materiales necesarios mediante el Gestor de Planos	Identificar a partir de los planos todos los elementos necesarios para la fabricación	Listado BoM creado	Actualización final del listado en formato Excel normalizado
20.20.30	Verificación diseño			
20.20.30.10	Implementar mejoras necesarias al diseño	Corrección de problemas identificados	Tiempo empleado	Corregir los errores mínimo 2 días antes de la reunión con cliente para la aprobación
20.20.30.20	Verificar requisitos técnicos	Cumplimiento de los requisitos en los planos finales	Check-list de requisitos técnicos	Garantizar que el check-list sea cumplimentado de manera efectiva y sin errores

20.20.30.30	Aprobar diseño en reunión	El diseño debe resultar adecuado tanto para el cliente como para los miembros del equipo	Aprobación del diseño final	Obtener aprobación de todos los participantes en la reunión por escrito
30	PROVEEDORES			
30.10	INTERNO			
30.10.10	Actualizar Gestor de Planos de fabricación en interno	Actualización periódica	Frecuencia de actualización	Actualizar el Gestor de Planos de fabricación en interno diariamente
30.10.20	Comunicar al departamento participante (montaje, mecanizado...) la labor a realizar	Claridad en la comunicación	Confirmación de recepción y entendimiento	Comunicar la labor a realizar al departamento participante mediante una reunión de coordinación
30.10.30	Extraer de almacén materiales y comerciales necesarios según plano	Precisión en la extracción	Nº de materiales y comerciales extraídos	Extraer el mayor número posible de los materiales de almacén
30.20	EXTERNO			
30.20.10	COMPRAS			
30.20.10.10	OFERTAS			
30.20.10.10.10	Solicitar ofertas a posibles proveedores	Elegir la oferta más adecuada a plazo o importe	Comparativa de mínimo 2 ofertas	Solicitar un mínimo de 2 ofertas
30.20.10.10.20	Comunicar ofertas y alternativas al jefe de proyecto	Comunicación clara y completa	Mail al jefe de proyecto	Comunicar las ofertas y alternativas al jefe de proyecto por correo electrónico
30.20.10.10.30	Comparar ofertas recibidas según plazo o precio en formato Excel	Exactitud en la comparación	Excel cumplimentado	Comparar las ofertas recibidas de acuerdo a los criterios establecidos en el formato Excel para asegurar la exactitud en la comparación

30.20.10.10.40	Elegir la mejor oferta de acuerdo a las condiciones comunicadas por ingeniería mecánica o el jefe de proyecto	Selección objetiva	Selección de la mejor oferta basada en criterios objetivos	Seleccionar la mejor oferta de acuerdo a criterios objetivos establecidos por ingeniería mecánica o el jefe de proyecto
30.20.20.10	PEDIDOS			
30.20.10.20.10	Crear nuevos pedidos en NAVISION	Precisión en el pedido	Pedido enviado	Comprobar la coincidencia entre el pedido y las especificaciones de los materiales y comerciales
30.20.10.20.30	Comprar materias primas	Alta calidad del material	Certificado de calidad	Comprar materiales a proveedores que ofrezcan estos certificados
30.20.10.20.40	Comprar comerciales	Comerciales de alta calidad	Certificado de la calidad de la tornillería	Comprar comerciales con calidad mínima 8.8
30.20.10.20.30	Subcontratar a proveedor (de tratamiento, cortes por láser...)	Piezas de alta calidad	Sello de garantía de calidad	Subcontratar a proveedores con los que ya se ha trabajado antes
30.20.10.20.40	Realizar seguimiento	Cumplimiento de los plazos	Llamadas a proveedores	Contactar con el proveedor un día antes de la recepción para asegurar el plazo
30.20.20	TRANSPORTE			
30.20.20.10	Recepcionar materiales y comerciales	Tener constancia de cuando ha venido	Fecha de recepción y nº de operario que recepciona	Registrar en el software Navision
30.20.20.20	Identificar y almacenar productos entrantes	Comprobar que lo recibido se corresponde con lo pedido	Sello de comprobación y firma de albarán	Albarán registrado en Navision que incluye la fecha
30.20.20.30	Preparar y embalar producto para salida	Preparar el producto para la entrega	Producto embalado	Garantizar que todos los productos estén en condiciones óptimas para su envío

30.20.20.40	Enviar producto final a cliente	Cumplir con el plazo de entrega y enviar en la franja de horario establecida	Tiempo de entrega a cliente	Emplear los camiones más nuevos
40	FABRICACIÓN			
40.10	MECANIZADO			
40.10.10	Preparar y verificar planos y brutos	Asegurar la precisión del diseño y evitar errores de fabricación	Número de planos a mecanizar	Los planos deben estar completos y actualizados antes de comenzar la fabricación
40.10.20	Introducir programa CAM para mecanizar	Asegurar la precisión del diseño y evitar errores de fabricación	Programa CAM	CAM finalizado por el departamento de ingeniería mecánica nada más sea aprobado el diseño
40.10.30	Preparar, medir y limpiar piezas y máquina	Las piezas y la máquina deben estar limpias y en buenas condiciones	Piezas listas para mecanizar	Piezas y máquina limpias un día antes de comenzar a mecanizar
40.10.40	Mecanizar piezas según plano	Las piezas deben mecanizarse de acuerdo con las especificaciones del plano	Porcentaje de piezas aceptadas	Emplear personal capacitado y con experiencia en el mecanizado de este tipo
40.20	MONTAJE			
40.20.10	Definir jefe de equipo para la ejecución, supervisión y coordinación de montaje	Asignar un líder con experiencia y habilidades de liderazgo	Experiencia y habilidades del líder asignado	Elegir personal que ya haya participado en este tipo de proyectos
40.20.20	Elaborar hoja de ruta de montaje	Facilitar el seguimiento de las piezas a montar	Hoja de ruta completa	Planificar el tiempo de montaje y la secuencia de actividades con antelación
40.20.30	Revisar, limpiar y clasificar los materiales a utilizar	Verificar que los materiales cumplen con las especificaciones técnicas y de calidad requeridas	Porcentaje de materiales que cumplen las especificaciones técnicas y de calidad	Todos los materiales deben cumplir con las especificaciones técnicas y de calidad requerida

40.20.40	Montar maquetas de vehículos	Producto final terminado dentro del plazo establecido	Tiempo de montaje	Completar el montaje un fin de semana antes de la entrega
40.20.50	Almacenar material en gavetas	Almacenar los materiales según su tipo y especificaciones técnicas	Tiempo de clasificación y almacenamiento de los materiales	Asignar números de referencia a cada gaveta para facilitar la identificación
50	CIERRE			

HOJAS DE VERIFICACIÓN

En las tablas denominadas hojas de verificación 1 a la 8 se muestran una serie de preguntas que conforman un check-list para comprobar la completa realización de los paquetes de trabajo y el cumplimiento de los requisitos planteados.

Tabla 20. Hoja de verificación 1. Fuente: Elaboración propia

20.10	REVISIÓN	SI/NO
	¿Se ha asignado un proyectista responsable y los participantes en el proyecto?	
	¿Se ha realizado el acta de reunión tras la finalización de la reunión de Arranque de proyecto?	
	¿Se ha documentado y aprobado la actividad en una reunión formal?	
	¿Hay identificadas necesidades especiales?	
	¿Se han identificado y documentado los riesgos asociados con el diseño inicial?	
	¿Está realizado el planning consensuado con el cliente?	
	¿Se han establecido criterios claros de aceptación para el diseño?	

Tabla 21. Hoja de verificación 2. Fuente: Elaboración propia

20.20.10	DISEÑO 3D	SI/NO
	¿Se ha definido el software de diseño Catia, SolidWorks, NX, AutoCAD...?	
	¿Se han utilizado en el diseño elementos comerciales siempre que sea posible?	
	¿Están comprobadas todas posiciones de trabajo de la máquina/útil?	
	¿Están realizados los cálculos necesarios en la concepción del producto?	
	¿Se han coloreado las piezas en el 3D?	
	¿Cumple el diseño con los requisitos de cliente?	

Tabla 22. Hoja de verificación 3. Fuente: Elaboración propia

20.20.20	PLANOS 2D	SI/NO
	¿Se han realizado todos los planos 2D necesarios para la fabricación interna y externa de las piezas?	
	¿Se han realizado los planos 2D necesarios para el ensamblaje y corte láser de las piezas?	
	¿Están los planos 2D actualizados y disponibles en el Gestor de Planos?	
	¿Se han identificado todas las dimensiones y tolerancias necesarias en los planos 2D?	
	¿Se han identificado claramente los materiales, acabados y tratamientos superficiales necesarios en los planos 2D?	
	¿Se han realizado los listados de planos, elementos comerciales, tornillería?	

Tabla 23. Hoja de verificación 4. Fuente: Elaboración propia

20.20.30.20	REQUISITOS TÉCNICOS	SI/NO
	¿Se ha diseñado una pieza por plano?	
	¿Se han elegido correctamente las vistas necesarias para definir piezas?	
	¿Están todas las cotas necesarias para definir piezas?	
	¿Se han indicado las creces a dejar en material de partidas de las piezas?	
	¿Existen todas las tolerancias dimensionales para definir piezas?	
	¿Están todos los acabados superficiales para definir piezas?	
	¿Hay medidas generales y peso de pieza/conjunto en el plano?	
	¿Se han elegido correctamente el material para las piezas?	
	¿Se enviaron a compras ficheros de petición de materiales, comerciales,...?	

Tabla 24. Hoja de verificación 5. Fuente: Elaboración propia

30.20.10	COMPRAS	SI/NO
	¿Se han solicitado ofertas a un número suficiente de proveedores para asegurar una competencia adecuada?	
	¿Se han recibido ofertas de todos los proveedores solicitados?	
	¿Se ha comparado la oferta más baja con las especificaciones y los requisitos del proyecto?	
	¿Se ha verificado que los proveedores seleccionados cumplan con los requisitos de calidad establecidos por el proyecto?	
	¿Se ha creado un registro de compras con los detalles de cada pedido?	
	¿Se ha realizado un seguimiento regular de los pedidos para asegurar la entrega puntual de los materiales y productos?	
	¿Se ha establecido un contrato claro y detallado con el proveedor subcontratado que incluya plazos, entregas y especificaciones de calidad?	
	¿Se ha asegurado que el presupuesto del proyecto no se desvíe al realizar compras?	

Tabla 25. Hoja de verificación 6. Fuente: Elaboración propia

30.20.20	TRANSPORTE	SI/NO
	¿Se han inspeccionado los productos entrantes para asegurar que se corresponden con lo pedido?	
	¿Se ha registrado la información de recepción de los productos entrantes, incluyendo fechas y números de lote?	
	¿Se ha preparado y verificado la documentación de transporte?	
	¿Se ha comprobado el estado y calidad de los productos antes de su embalaje y envío?	
	¿Tienen los conductores de los camiones toda la documentación necesaria para el transporte?	
	¿Se ha planificado la ruta de envío de forma óptima?	
	¿Se ha verificado que los camiones de la empresa están en buen estado?	

Tabla 26. Hoja de verificación 7. Fuente: Elaboración propia

40.10	MECANIZADO	SI/NO
	¿Se han verificado los planos y brutos antes de comenzar el mecanizado?	
	¿Se ha introducido el programa CAM correcto para la pieza a mecanizar?	
	¿Se han seguido las instrucciones del plano para el mecanizado?	
	¿Se han utilizado las herramientas y las fresas adecuadas para el mecanizado?	
	¿Se han identificado y documentado las desviaciones en caso de haberlas?	
	¿Se ha realizado una limpieza adecuada después del mecanizado para evitar contaminación en las piezas?	

Tabla 27. Hoja de verificación 8. Fuente: Elaboración propia

40.20	MONTAJE	SI/NO
	¿Se ha nombrado a un jefe de equipo competente y capacitado para supervisar el montaje?	
	¿Se ha desarrollado una hoja de ruta de montaje clara y detallada?	
	¿Se han seguido los procedimientos de limpieza y preparación de las piezas antes del montaje?	
	¿Se han utilizado las herramientas y equipos adecuados durante el montaje?	
	¿Se han asignado números de referencia a cada gaveta para facilitar la identificación de los materiales almacenados?	
	¿Se ha realizado la verificación del correcto ensamblaje de cada pieza y componente?	
	¿Se están aplicando las medidas de seguridad adecuadas durante el montaje?	
	¿Se está registrando el tiempo de montaje para futuras mejoras de eficiencia?	
	¿Se ha realizado una verificación final de calidad antes de la entrega de la maqueta al cliente?	

4.6 DOMINIO DE DESEMPEÑO INCERTIDUMBRE

Para controlar la incertidumbre del proyecto se elabora un plan para la gestión de riesgos que permite identificar, evaluar y abordar los posibles riesgos que aparecen durante el proyecto. Para ello, se incluye un listado de riesgos que se han identificado inicialmente junto con estrategias para hacerles frente. Para categorizar cada riesgo según su importancia, se elabora una matriz de probabilidad e impacto en formato tabla, lo que permite al equipo de proyecto, priorizar los riesgos encontrados.

		Amenazas					Oportunidades						
Probabilidad	Muy alta 0,90	0,05	0,09	0,18	0,36	0,72	0,72	0,36	0,18	0,09	0,05	Muy alta 0,90	
	Alta 0,70	0,04	0,07	0,14	0,28	0,56	0,56	0,28	0,14	0,07	0,04	Alta 0,70	
	Mediana 0,50	0,03	0,05	0,10	0,20	0,40	0,40	0,20	0,10	0,05	0,03	Mediana 0,50	
	Baja 0,30	0,02	0,03	0,06	0,12	0,24	0,24	0,12	0,06	0,03	0,02	Baja 0,30	
	Muy baja 0,10	0,01	0,01	0,02	0,04	0,08	0,08	0,04	0,02	0,01	0,01	Muy baja 0,10	
		Muy bajo 0,05	Bajo 0,10	Moderado 0,20	Alto 0,40	Muy alto 0,80	Muy alto 0,80	Alto 0,40	Moderado 0,20	Bajo 0,10	Muy bajo 0,05		
Impacto negativo						Impacto positivo							

Ilustración 12. Matriz de probabilidad e impacto. Fuente: PMI (2017)

Utilizando la Ilustración 12 se van a clasificar los riesgos según se considere el grado de probabilidad y el tipo de impacto y afectación que tienen sobre el proyecto. La importancia se calcula multiplicando la probabilidad y el impacto y se clasifican los riesgos como secundarios si la importancia está entre 0,01 y 0,07; importante entre 0,08 y 0,2; y prioritario si el número obtenido es mayor. Esta distribución permite primar los riesgos que más pueden afectar al proyecto y elaborar estrategias acordes.

PLAN DE GESTIÓN DE LOS RIESGOS

Con el objetivo de recoger los riesgos que pueden afectar al proyecto se elabora la Tabla 28, que incluye la importancia que tiene cada uno, la cual ha sido calculada empleando la Ilustración 12 y se proponen posibles estrategias para hacer frente a estos riesgos.

Tabla 28. Riesgos identificados y posibles estrategias. Fuente: Elaboración propia

Riesgo	Consecuencia	Probabilidad	Impacto	Importancia	Estrategia
Retraso en la verificación del diseño por no conseguir un acuerdo con el cliente y tener que rediseñar	Retraso del proyecto, aumento del presupuesto estimado y de la carga de trabajo del equipo	Media 0,5	Alto 0,4	0,2 Importante	Comunicación constante con el cliente

Falta de componentes industriales debido al panorama político-social actual	Rediseño del proyecto y retraso en el plazo de entrega	Alta 0,7	Muy alto 0,8	0,56 Prioritario	Estudio de diseños alternativos con el cliente
Retraso de los materiales, comerciales y piezas subcontratadas a los proveedores	Retraso en el plazo de entrega a cliente	Media 0,5	Alto 0,4	0,2 Importante	Seguimiento exhaustivo de los pedidos y elaborar un plan de contingencia para la adquisición de materiales alternativos
No- calidad por parte de los proveedores	Retraso del proyecto	Baja 0,5	Alto 0,4	0,2 Importante	Confirmación de la calidad necesaria por correo electrónico antes de realizar el pedido y tener un proveedor alternativo
Mala comunicación interdepartamental	Conflictos en el equipo y retraso del proyecto	Baja 0,3	Moderado 0,2	0,06 Secundario	Fomentar la colaboración entre los miembros del equipo y asegurar su participación en las reuniones diarias
Abandono de un integrante del equipo	Aumento en la carga de trabajo por persona	Muy baja 0,1	Alto 0,4	0,04 Secundario	Reorganizar el equipo o contratar nuevo integrante
Incendio	Daños a la salud e imposibilita la realización de la actividad	Muy baja 0,1	Muy alto 0,8	0,08 Importante	Personal formado en PRL

Accidentes en montaje o mecanizado	Lesiones de los operarios y retraso del proyecto	Muy baja 0,1	Muy alto 0,8	0,08 Importante	Implementar medidas de seguridad y EPIs necesarios y personal formado en PRL
Problemas con la maquinaria	Cuellos de botella, retraso del proyecto y aumento de costes	Baja 0,1	Muy alto 0,8	0,08 Importante	Mantenimiento preventivo

VALOR MONETARIO ESPERADO (EVM)

El valor monetario esperado (*Expected Monetary Value*, EVM) es una herramienta estadística que calcula el resultado promedio cuando el futuro incluye escenarios que pueden ocurrir o no.

Para medir monetariamente el impacto de las amenazas y las oportunidades del proyecto, empleando la fórmula

$$EVM = \text{Probabilidad de que ocurra un evento} * \text{Beneficio esperado}$$

conocemos los eventos más importantes del proyecto, y a partir de esta información es posible tomar decisiones y priorizar. En la Tabla 29 se indica el EVM para posibles eventos en el proyecto utilizando la fórmula anterior.

Tabla 29. EVM para posibles eventos en el proyecto. Fuente: Elaboración propia

Evento	Probabilidad de ocurrencia	Impacto económico	EVM
Atraso de la entrega	8%	-6000	-480
Cambio de proveedor	6%	-4000	-240
Mejora en la tecnología de producción	4%	2000	80
Fallo en la producción	2%	-9000	-180
Problemas de calidad en los materiales	5%	-5500	-275
Cambio en la definición del diseño			

Para calcular el EVM de un posible cambio en la definición del diseño multiplicamos la probabilidad de ocurrencia por el impacto final para cada nodo final que aparece en la Ilustración 13.

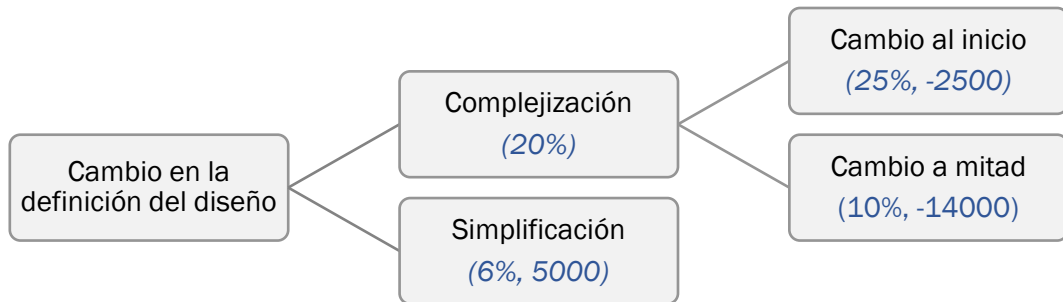


Ilustración 13. Diagrama de árbol para el cálculo del EVM del cambio en el diseño. Fuente: Elaboración propia.

$$\begin{aligned}
 EVM \text{ complejización} &= EVM \text{ cambio inicio} + EVM \text{ cambio mitad} \\
 &= 0,25 * (-2500) + 0,1 * (-14000) = -2025
 \end{aligned}$$

$$EVM = 0,06 * 5000 + 0,2 * (-2025) = -105$$

Para este escenario, el EVM resulta negativo, por lo que se espera que el cambio en el diseño tenga un impacto monetario negativo en el proyecto.

4.7 DOMINIO DE DESEMPEÑO TRABAJO DEL PROYECTO

El trabajo del proyecto aborda toda la ejecución y recursos necesarios para llevar a cabo el trabajo real del proyecto. Para facilitar la gestión de todo lo que engloba este dominio se elabora una matriz de asignación de responsabilidades para cada actividad, donde se especifican los roles del equipo en todo momento, así como un plan para la gestión de las adquisiciones, que incluye un listado de todos los materiales necesarios para la construcción de las maquetas de vehículo y una definición de criterios de selección para contratar al proveedor más adecuado con el objetivo de cumplir los requisitos del proyecto.

MATRIZ DE ASGINACIÓN DE RESPONSABILIDADES

Para establecer los roles de cada persona en las diferentes actividades del proyecto, se llevó a cabo una matriz de responsabilidades RACI, la cual es presentada en la Tabla 30. En esta matriz, se utilizan siglas para determinar la responsabilidad de cada persona en la tarea:

- R (Responsable): Persona responsable de ejecutar la tarea.
- A (Supervisor): Persona con responsabilidad última sobre la tarea.
- I (Informado): Persona a la que se debe informar sobre la tarea.
- C (Consultado): Persona a la que se le consulta sobre la tarea.

Tabla 30. Matriz de asignaciones RACI. Fuente: Elaboración propia

EDT	Actividad	Director de Proyecto	Persona 1	Persona 2	Persona 3
20	DISEÑO				
20.10	REVISIÓN				
20.10.10	Asignar proyectista responsable y participantes en el proyecto	A,R	R	R	R
20.10.20	Realizar reunión conceptual	A,R	R	R	R
20.10.30	Revisar diseño 3D inicial	A,R	R		C
20.10.40	Aprobar la actividad en reunión	A,R	R	R	R
20.20	INGENIERÍA MECÁNICA				
20.20.10	Diseño 3D				
20.20.10.10	Realizar diseño 3D en el software definido por el cliente	A	R		C
20.20.10.20	Revisar internamente el diseño	A	R	I	I
20.20.10.30	Revisar con cliente el diseño y aprobar	A,R	R	R	R
20.20.20	Planos 2D				

20.20.20.10	Realizar planos 2D de piezas a realizar en interno y externo	I	A,R		
20.20.20.20	Realizar planos 2D de ensambles y piezas por corte láser	I	A,R		
20.20.20.30	Elaborar listados de materiales mediante el Gestor de Planos	I	A,R	I	
20.20.30	Verificación diseño				
20.20.30.10	Implementar mejoras necesarias al diseño	A,R	R		C
20.20.30.20	Verificar requisitos técnicos	A,R	R		C
20.20.30.30	Aprobar diseño en reunión	A,R	R	R	R
30	PROVEEDORES				
30.10	INTERNO				
30.10.10	Actualizar Gestor de Planos de fabricación en interno	I		A,R	
30.10.20	Comunicar al departamento participante la labor a realizar	I	I	A,R	I
30.10.30	Extraer de almacén materiales y comerciales	I	I	A,R	I
30.20	EXTERNO				
30.20.10	COMPRAS				
30.20.10.10	OFERTAS				
30.20.10.10.10	Solicitar ofertas a posibles proveedores			A,R	
30.20.10.10.20	Comunicar ofertas y alternativas al jefe de proyecto	C	C	A,R	
30.20.10.10.30	Comparar ofertas recibidas según plazo o precio en formato Excel			A,R	
30.20.10.10.40	Elegir la mejor oferta de acuerdo a las condiciones comunicadas por ingeniería mecánica o el jefe de proyecto	A	I	R	I
30.20.20.10	PEDIDOS				
30.20.10.20.10	Crear nuevos pedidos en NAVISION			A,R	
30.20.10.20.30	Comprar materias primas	I	I	A,R	I
30.20.10.20.40	Comprar comerciales	I	I	A,R	I
30.20.10.20.30	Subcontratar a proveedor (de tratamiento, cortes por láser...)	I	I	A,R	I

30.20.10.20.40	Realizar seguimiento	A,R		R	
30.20.20	TRANSPORTE				
30.20.20.10	Recepcionar materiales y comerciales			A,R	I
30.20.20.20	Identificar y almacenar productos entrantes	I		A,R	I
30.20.20.30	Preparar y embalar producto para salida			A,R	I
30.20.20.40	Enviar producto final a cliente	A,R	R	R	R
40	FABRICACIÓN				
40.10	MECANIZADO				
40.10.10	Preparar y verificar planos y brutos		C		A,R
40.10.20	Introducir programa CAM para mecanizar		C		A,R
40.10.30	Preparar, medir y limpiar piezas y máquina				A,R
40.10.40	Mecanizar piezas según plano	A	I		R
40.20	MONTAJE				
40.20.10	Definir jefe de equipo para la ejecución, supervisión y coordinación de montaje	A,R			R
40.20.20	Elaborar hoja de ruta de montaje	I	I	I	A,R
40.20.30	Revisar, limpiar y clasificar los materiales a utilizar				A,R
40.20.40	Montar maquetas de vehículos	A	I	I	R
40.20.50	Almacenar material en gavetas				A,R
50	CIERRE				
50.10	Redactar el registro de lecciones aprendidas en reunión interna	A,R	R	R	R
50.20	Archivar todos los planos y hojas de ruta	A,R	R	R	R
50.30	Registrar las facturas de pedidos y subcontrataciones	A,R		R	
50.40	Registrar incidencias	A,R	R	R	R

50.50	Cumplimentar la ficha de fin de proyecto donde se resumen los parámetros de Calidad-Coste-Plazo	A,R	R	R	R
50.60	Realizar el cierre operativo en el Software Navision	A,R			

PLAN DE GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES

Todas las subcontrataciones de la empresa se llevan a cabo a través del departamento de compras, lo que significa que solo habrá adquisiciones en el paquete de compras. En la Tabla 31 se agrupan los materiales que son necesarios subcontratar.

El resto de las actividades necesarias para llevar a cabo los proyectos se realizan dentro de la propia empresa, ya que se cuenta con todos los medios necesarios para hacerlo. Montaje utiliza las herramientas que se encuentran en planta y no implica la necesidad de realizar adquisiciones adicionales, al igual que mecanizado, que cuenta con las herramientas necesarias para la realización de las piezas. Además, los envíos a clientes se realizan con camiones propios, lo que no implica la necesidad de realizar adquisiciones externas. En cuanto al diseño, se realiza con el software y los recursos con los que la empresa cuenta de antemano, sin necesidad de adquirir herramientas o programas adicionales.

Tabla 31. Materiales a subcontratar dentro del subpaquete de Compras

PAQUETE DE TRABAJO	MATERIAL O SERVICIO A SUBCONTRATAR
COMPRAS	Grabado de matrículas según plano 60x20
	Piezas por láser para el posterior montaje de los siguientes elementos: <ul style="list-style-type: none"> • Asientos • Parachoques delantero • Salpicadero • Parachoques trasero • Suelo • Techo • Tubo de escape
	Materia prima: <ul style="list-style-type: none"> • Redondo aluminio 20 de 25 m • Redondo aluminio 25 6 m • Angular aluminio 25x25x2 longitud 5m • Perfil aluminio 15x15x1 longitud 6 m

	Comerciales: <ul style="list-style-type: none"> • DIN 912 M8x35 (300) • Anillo DIN471 D.8 (300) • ARANDELA AET D.8 (300) • Pasador roscado M6x10 DIN 916 (50) • Goma tórica diámetro 4 longitud 500 y 1000 (1)
	Imán IMA 20 AG (14) (200)
	Rueda blickle acanalada (8) Rueda ZV-2-1037 (8) Aros de poliuretano inyectado para ruedas (8) Rueda VPA 100/8G (200)
	Piezas de plástico PE-1000 distintas longitudes
	Subcontratación tratamiento cincado de piezas

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS ADQUISICIONES

Subcontratación de piezas realizadas por corte por láser

El corte por láser es una tecnología de la cual no dispone la empresa y es necesario buscar proveedores que cubran esta necesidad. La empresa proporcionará los planos realizados por los ingenieros mecánicos en el paquete de diseño de planos 2D, y siguiendo estos planos tendrá que ser cortado el material. El proveedor recibirá un total de 170 planos a realizar.

Los materiales cortados por láser constituyen una gran parte del presupuesto del departamento de compras ya que la gran mayoría de las chapas y piezas para posteriormente montar las maquetas deben ser realizadas con esta tecnología.

Criterios de selección para la adquisición elegida

Para facilitar la selección de un proveedor durante la ejecución del proyecto se elabora una comparativa en la cual se establecen unos criterios de selección que tienen unos pesos determinados del 1 al 3, según la importancia que tengan para realizar la contratación. Para la Tabla 32 se establecen unos criterios para seleccionar al mejor proveedor para realizar el corte por láser de las piezas. Los criterios con mayor peso son el plazo, priorizando aquel candidato que tenga un tiempo de entrega menor, y la entrega, favoreciendo a aquél que realice entregas parciales según prioridad. Por otro lado, no se da tanto peso al tipo de láser ya que se admite la utilización de corte por plasma según los espesores. Tras evaluar lo ofrecido por los distintos proveedores para la adquisición de piezas de corte por láser, se concluirá el más adecuado en función de los criterios considerados

Tabla 32. Criterios de selección para la selección del mejor proveedor de corte por láser

CRITERIO	PESO	PROVEEDOR I		PROVEEDOR II	
Precio	2				
Plazo	3				
Entrega	3				
Ubicación del proveedor	2				
Tipo de corte	1				
Proveedor con el que se ha trabajado antes	1				
Certificados de calidad	2				
	TOTAL				

4.8 DOMINIO DE DESEMPEÑO MEDICIÓN

Para garantizar el éxito del proyecto, es esencial la recolección de información y datos y la evaluación del rendimiento del proyecto. Para ello, es necesario establecer una serie de métricas e indicadores que permitan medir el progreso del proyecto. Es de vital importancia actualizar esta información y realizar un seguimiento a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto hasta el cierre. El dominio de medición requiere una actualización constante de los otros dominios, como el presupuesto, la duración de las actividades, o los recursos empleados hasta el momento.

Para determinar el desempeño, se emplean las siguientes herramientas para recolectar y analizar la información obtenida.

GRÁFICA DE TRABAJO PENDIENTE O REALIZADO

El Gráfico 4 inferior muestra la planificación de las horas dedicadas a las semanas de la duración del proyecto. A medida que evolucione, se irán rellenando los datos reales para cada semana. Esto permite al equipo de proyecto ver si se ha retrasado en la realización de las actividades, o si por el contrario, ha adelantado trabajo.

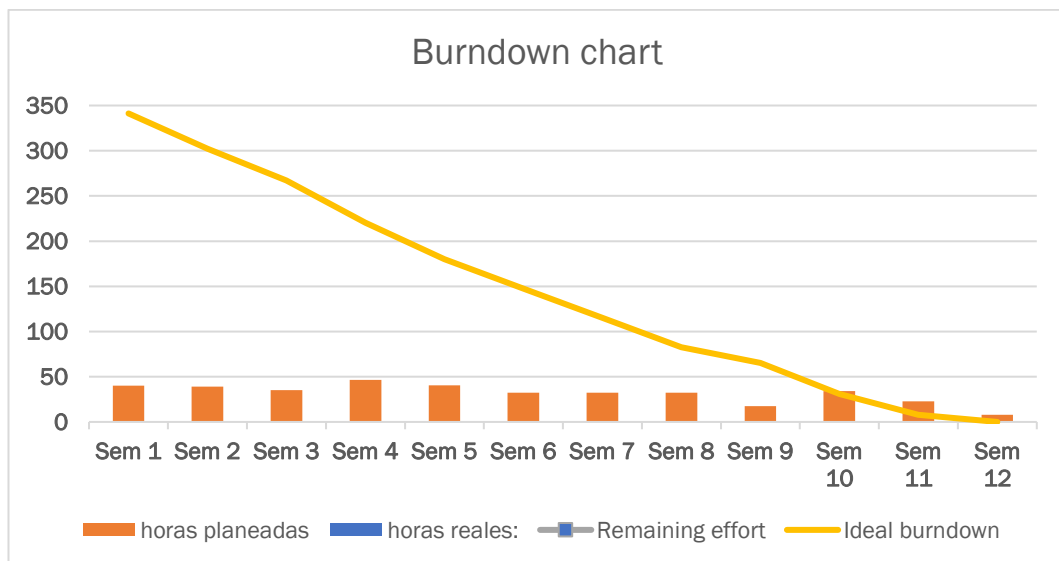


Gráfico 4. Burndown Chart de las horas planificadas. Fuente: Elaboración propia

Rellenando los campos de la Tabla 33 semanalmente obtendríamos un gráfico completo que permitiría un seguimiento detallado para cumplir todos los plazos de entrega.

Tabla 33. Tabla para la realización del Burdown chart. Fuente: Elaboración propia

	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12
Días planeados	5,00	4,88	4,40	5,83	5,05	4,05	4,05	4,05	2,19	4,29	2,86	1,00
Horas planeadas	40	39	35	47	40	32	32	32	17	34	23	8
Horas reales:												
Ideal burndown	341	302	267	220	180	147	115	83	65	31	8	0
Remaining effort												

PLAN DE VIGILANCIA SIMPLIFICADO

Para hacer un seguimiento de los requisitos específicos del proyecto se elabora una tabla de vigilancia que incluye un check-list para identificar los requisitos aplicables al proyecto y las observaciones correspondientes, así como el departamento responsable de su cumplimiento. Este formato mostrado en la Ilustración 14 permite tener una visión del estado del proyecto para no descuidar los elementos claves, y tenerlos monitoreados y controlados en todo momento, de tal manera que se puedan tomar medidas para corregir cualquier incumplimiento detectado.

REQUISITOS DE CONTROL ESPECÍFICOS DEL PROYECTO:

1. PROVEEDORES:	Aplica?	Observaciones	Responsable
1.1. ES NECESARIO QUE NUESTROS PROVEEDORES TENGA ALGÚN TIPO DE CERTIFICACIÓN/HOMOLOGACIÓN ESPECÍFICA	No	Indicar cuáles:	Compras
1.2. ES NECESARIO UN CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE LOS PROVEEDORES	No		Compras
1.3. ES NECESARIA LA VERIFICACIÓN POR PARTE DE UN RESPONSABLE EXTERNO:	No		
1.4. OTROS (ESPECIFICAR)	Sí	Certificados de los materiales empleados	Compras

2. INTERNAS:

2.1. ES NECESARIO QUE NUESTRA ORGANIZACIÓN TENGA ALGÚN TIPO DE CERTIFICACIÓN/HOMOLOGACIÓN ESPECÍFICA	Sí	ISO 9001	A definir
2.2. ES NECESARIO QUE NUESTRO PERSONAL TENGA ALGÚN TIPO DE CUALIFICACIÓN/HOMOLOGACIÓN ESPECÍFICA <input type="checkbox"/> PINTURA <input type="checkbox"/> SOLDADURA <input type="checkbox"/> OTROS (ESPECIFICAR)	Sí	Diseño en Catia V5	Ingeniería mecánica
2.3. ES NECESARIO UN MEDIO DE CONTROL ESPECÍFICO	No		
2.4. ES NECESARIO QUE NUESTROS RECURSOS O MEDIOS TENGAN ALGÚN TIPO DE CERTIFICACIÓN/CALIBRACIÓN ESPECÍFICA	No		
2.5. ES NECESARIO QUE NUESTROS MEDIOS DISPONGAN DE UNA CAPACIDAD MÍNIMA DETERMINADA	No		
2.6. ES NECESARIA LA VERIFICACIÓN POR PARTE DE UN RESPONSABLE INTERNO: <input type="checkbox"/> PINTURA <input type="checkbox"/> SOLDADURA <input type="checkbox"/> TRATAMIENTOS <input type="checkbox"/> OTROS (ESPECIFICAR)	Sí	Buen acabado de pieza sin aristas	Jefe de proyecto/ Montaje
2.7. SEÑALAR LAS CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES A REFLEJAR EN LA HOJA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN SIMPLIFICADO	Sí	Medir y anotar cotas con tolerancias por debajo de $\pm 0,2\text{mm}$	Fabricación
2.8. DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD / DECLARACIÓN DE INCORPORACIÓN	Sí	Certificado de conformidad	Calidad
2.9. OTROS (ESPECIFICAR)	No		

Ilustración 14. Plan de vigilancia. Fuente: Empresa IM

EARNED VALUE METHOD (Método del valor ganado)

Para hacer un seguimiento y medición de los costes, se emplea la metodología del valor ganado la cual se muestra en la Tabla 34. Para ello se emplean los siguientes conceptos, los cuales tendrán que ser completados a lo largo de la ejecución del proyecto:

- PV (*planned value*): Es el coste planificado acumulado a lo largo de la ejecución del proyecto. A partir de este valor, y a lo largo del ciclo de vida del proyecto, se podrá conocer si existe un sobrecoste/infracoste y/o adelantos o retrasos y actuar en consecuencia.
- EV (*earned value*): Es el coste presupuestado del trabajo realizado.
- AC (*actual cost*): Es el dinero realmente gastado en la ejecución de cada actividad.
- CV (*cost variance*): Es la diferencia entre lo que se debería haber gastado y lo realmente gastado. Se calcula empleando la fórmula $CV = EV - AC$
- SV (*schedule variance*): Es la diferencia entre trabajo completado hasta el momento de control y el planificado esta esa fecha. Se puede conocer aplicando la fórmula $SV = EV - PV$

Tabla 34. Earned Value Method por semanas. Fuente: Elaboración propia

	PV	EV	AC	CV	SV
Semana 1	0,00 €				
Semana 2	4.720,00 €				
Semana 3	4.980,00 €				
Semana 4	4.980,00 €				
Semana 5	4.980,00 €				
Semana 6	17.430,00 €				
Semana 7	17.430,00 €				
Semana 8	17.430,00 €				
Semana 9	17.430,00 €				
Semana 10	40.330,00 €				
Semana 11	43.880,00 €				
Semana 12	43.880,00 €				
Semana 13	43.880,00 €				

5. CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

En este Trabajo de Fin de Grado (TFG) se ha presentado el desarrollo de una guía para la dirección de proyectos, en particular para la fabricación de 30 maquetas de vehículos monovolumen y 20 de vehículos pick-up por parte de una PYME. Con el seguimiento de este plan de trabajo riguroso se espera un impacto positivo en la empresa que contribuirá al éxito a largo plazo de la organización y del cliente.

El presente TFG pretende enfatizar la importancia de actualizar y adaptar los conocimientos y herramientas en el campo de la dirección de proyectos. Para ello, se ha profundizado en el estudio de diferentes metodologías y estándares, en particular en la séptima edición del PMBOK. Este análisis plantea a la nueva guía del Project Management Institute (PMI) como una de las mejores alternativas para proyectos actuales y vanguardistas, en los que un pilar central será la capacidad de adaptación para cumplir con los objetivos y crear valor para la organización. Todos los métodos, artefactos y modelos que se proponen en este libro, así como la claridad en la explicación, lo convierten en una elección acertada tanto para profesionales como para personas que se inician en la gestión de proyectos.

En la planificación de este proyecto se han detallado todos los dominios de desempeño y se han dado ejemplos de planes de planificación, costes, riesgos, calidad o incertidumbre y se han implementado artefactos para definir claramente el alcance o los stakeholders. Con toda esta información se ha conseguido proporcionar un ejemplo práctico y real para el uso de este estándar, y servir como guía para su implementación en proyectos similares. Se espera que este TFG contribuya a facilitar la transición desde las versiones anteriores hasta la actual.

Como conclusión personal, la realización de este trabajo me ha permitido adentrarme en el campo de la dirección de proyectos y reafirmar la decisión de seguir formándome en esta área. Se han aplicado muchos conocimientos teóricos adquiridos durante los estudios en ingeniería de organización industrial, pero también se han adquirido otros tantos nuevos. Haber podido observar cómo trabaja una PYME que trabaja bajo pedido de cliente en proyectos que involucran tecnologías avanzadas, ha sido particularmente beneficioso para mi aprendizaje y para la elaboración de este TFG. Con la elaboración de este TFG he adquirido habilidades y conocimientos que son valiosas para gestionar y liderar proyectos con éxito en el futuro.

5.2 LÍNEAS FUTURAS

Sería interesante continuar explorando el uso del PMBOK7 en proyectos de diferentes calibres y ámbitos con el fin de verificar su eficacia y capacidad de adaptación con el propósito de identificar las mejores prácticas y "aprender" de

las experiencias de otras empresas y otros contextos. En este sentido, este TFG podría servir como ejemplo de aplicación de este estándar para todo aquel profesional que se plantee su utilización, especialmente si está habituado a las versiones anteriores del PMBOK, que abordaban la dirección de proyectos mediante procesos, un paradigma completamente diferente al propuesto en esta séptima edición, basada, como se ha mostrado en este TFG, en principios, dominios de desempeño y adaptabilidad. En este sentido, esta guía puede ser adaptada y aplicada por PYMES que ya emplean sus propios métodos, porque como ya se ha analizado, el PMBOK7 se adapta a todo tipo de proyecto y pretende proporcionar una orientación y aportar herramientas para gestionar con éxito un proyecto. Es por ello, que el estudio y aplicación del PMBOK pueden resultar altamente beneficiosos para cualquier organización.

6. BIBLIOGRAFÍA

En este capítulo se recogen las fuentes consultadas y utilizadas para la elaboración del presente Trabajo de Fin de Grado.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] P. Jovanović y I. Berić, «Analysis of the Available Project Management Methodologies,» *University EDUCONS, Faculty of Project and Innovation Management*, 2018.
- [2] S. Vélez, J. Zapata y A. Henao, «Gestión de Proyectos: origen, instituciones, metodologías, estándares y certificaciones,» *Entre Ciencia e Ingeniería*, 2018.
- [3] E. Chung, «A Short History of the PMBOK Guide Published by PMI,» 7 Junio 2017. [En línea]. Disponible en: <https://edward-designer.com/web/short-history-pmbok-guide-pmi/>. [Último acceso: Febreo 2023].
- [4] Project Management Institute, : El estándar para la dirección de proyectos e Guía de los fundamentos para la dirección. Séptima edición, Newtown Square, Pennsylvania, 2021.
- [5] IPMA, «IPMA Global,» [En línea]. Disponible en: <https://ipma.world/about-us/ipma-international/>. [Último acceso: Febrero 2023].
- [6] International Project Management Association (IPMA), IPMA“Individual Competence Baseline” Version 4.0, 2015.
- [7] «PRINCE2 Methodology,» [En línea]. Disponible en: <https://www.prince2.com/eur/prince2-methodology>. [Último acceso: Marzo 2023].
- [8] Comisión Europea , Síntesis de la Metodología de Gestión de Proyectos PM2, 2017.
- [9] Comisión Europea, Metodología de Gestión de Proyectos PM2. Guía 3.0.1, Luxemburgo, 2021.
- [10] «Project Management Institute,» [En línea]. Disponible en: <https://www.pmi.org/>. [Último acceso: Abril 2023].
- [11] Project Management Institute, «PMI-PMBOK Guide – Seventh Edition FAQs,» 20 Enero 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/pmbok-standards/pmbok-guide-public-faqs-30-oct-2020.pdf>.
- [12] Y. V. Lyandau, «Project Management Based on PMBOK 7.0,» 2022.

- [13] G. Guillen, «The PMBOK guide® – Seventh Edition Summary,» 18 Octubre 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.projecttimes.com/articles/the-pmbok-guide-seventh-edition-summary/>. [Último acceso: Marzo 2023].
- [14] R. Vargas, «PMBOK7-infographic,» 2021. Disponible en: <https://ricardovargas.com/infographic-pmbok-guide-7th-edition/>. [Último acceso: Abril 2023].
- [15] Project Management Institute, La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK). Sexta edición, Newtown Square, Pennsylvania, 2017.
- [16] F. Amaro y I. Domingues, «PMBOK 6th meets 7th: How to link both guides in order to support project tailoring?,» 2023.
- [17] D. J. Poza García, *Apuntes de la asignatura de Dirección de Proyectos*, Escuela de Ingenierías Industriales. Universidad de Valladolid, 2021.
- [18] R. C. Sevilla, Trabajo Fin de Grado «Plan de Proyecto para la Implementación de la Transformación de las 5S en una Fábrica de Snacks». Universidad de Valladolid, 2021.
- [19] A. Zaheri, M. Rojhani y S. Rowe, «Evaluating PMBOK for Small Project Management. International Journal of Industrial Engineering & Production Research, 33(1), 1-17,» 2022.
- [20] A. Faraji, M. Rashidi, S. Perera y B. Samali, «Applicability-Compatibility Analysis of PMBOK Seventh Edition from the Perspective of the Construction Industry Distinctive Peculiarities,» 2022.

