



Máster de Ingeniería Informática

Planificación Estratégica de Sistemas de Información 24/25
Grupo 1

Práctica Final

«HUMATEK: Gestión de la producción de robots humanoides»

Carlos Ignacio Salinas Gancedo – 100549334

Diego Picazo García – 100549459

Jorge Ramos Santana – 100451001

Francisco Montañés de Lucas – 100406009

Luis Daniel Casais Mezquida – 100429021

Lucas Gallego Bravo – 100429005

Equipo 4

Profesor

Dra. María Belén Ruiz Mezcua

Tabla de Contenidos

1. Introducción	5
1.1. Descripción de la empresa	5
1.2. Análisis interno y externo	5
1.3. Líneas estratégicas	6
1.3.1. Misión	7
1.3.2. Visión	7
1.3.3. Valores	7
1.4. Modelo de negocio de la empresa	7
1.4.1. Cultura organizativa	8
1.4.2. Modelo de dirección	8
1.5. Descripción general del proyecto	9
1.5.1. Objetivos del proyecto	9
1.5.2. Alineación estratégica	9
1.5.3. Impacto esperado	9
2. Alcance del Proyecto	10
2.1. Definición del Alcance	10
2.2. Entregables Principales	10
2.2.1. Entregables de Producto	10
2.2.2. Entregables de Documentación	11
2.2.3. Entregables Comerciales	11
2.3. Exclusiones del Alcance	11
3. Estructura Organizativa del Proyecto	12
4. Planificación del Proyecto	15
4.1. Diseño del sistema	15
4.1.1. Requisitos de usuario	15
4.1.2. Arquitectura del sistema	15
4.2. Estrategia de desarrollo	17
4.2.1. Metodología de desarrollo	17
4.3. Fases del Proyecto y Cronograma	18
4.3.1. Fase 1: Investigación y Conceptualización (6 meses)	18
4.3.2. Fase 2: Diseño y Desarrollo de Prototipo (12 meses)	18
4.3.3. Fase 3: Pruebas y Optimización (6 meses)	18
4.3.4. Fase 4: Certificación y Preparación para Producción (6 meses)	19
4.3.5. Fase 5: Producción Inicial y Lanzamiento al Mercado (6 meses)	19
4.4. Asignación de Recursos	19
4.4.1. Recursos Humanos	19
4.4.2. Recursos Financieros	20
4.4.3. Recursos Tecnológicos	21
4.5. Proceso de implantación	21
4.5.1. Fase piloto	21
4.5.2. Implantación por fases	22
4.5.3. Valor conseguido	22
5. Seguimiento y Control	24

5.1. Indicadores clave de rendimiento	24
5.2. Plan de Gestión de Riesgos	24
5.2.1. Identificación de Riesgos	24
5.2.2. Estrategias de Mitigación	25
5.2.3. Monitorización y Control de Riesgos	26
6. Gestión de Calidad	27
6.1. Política y Objetivos de Calidad	27
6.2. Enfoque de Gestión de Calidad	27
6.3. Procesos de Aseguramiento de Calidad	27
6.3.1. Diseño y Desarrollo	27
6.3.2. Fabricación y Ensamblaje	27
6.3.3. Pruebas y Validación	28
6.4. Control de Calidad y Estándares	28
6.5. Documentación de Calidad	28
6.6. Métricas de Calidad	29
6.7. Mejora Continua	30
7. Gestión de Cambios	31
7.1. Roles y Responsabilidades	31
7.2. Proceso de Gestión de Cambios	32
7.2.1. Solicitud de Cambio	32
7.2.2. Registro y Clasificación	32
7.2.3. Evaluación de Impacto	33
7.2.4. Toma de Decisiones	33
7.2.5. Implementación y Seguimiento	33
7.3. Documentación de Cambios	34
7.4. Métricas de Gestión de Cambios	34
7.5. Comunicación de los Cambios	34
7.6. Revisiones periódicas de la gestión de cambios	35
8. Comunicaciones	36
8.1. Estrategia de comunicación interna	36
8.2. Estrategia de comunicación externa	36
9. Aprobación del Plan de Proyecto	38

Listas de Figuras

Figura 1 Análisis DAFO	6
Figura 2 Análisis PESTEL	6
Figura 3 Modelo de Negocio Canvas	8
Figura 4 Estructura organizativa en la fase inicial del proyecto	12
Figura 5 Estructura organizativa en la fase de madurez del proyecto	13
Figura 6 Arquitectura del Sistema Robot Humanoide Asistencial	16
Figura 7 Cronograma del Proyecto	19

Lista de Tablas

Tabla 1 Roles del proyecto	14
Tabla 2 Personal asociado al proyecto	20
Tabla 3 Presupuesto del proyecto	21
Tabla 4 Riesgos del proyecto	25
Tabla 5 Estándares internacionales aplicables al proyecto	28
Tabla 6 Métricas de Producto	29
Tabla 7 Métricas de Proceso	30
Tabla 8 Responsabilidades específicas del control de cambios	32
Tabla 9 Métricas de la Gestión de Cambios	34

1. Introducción

1.1. Descripción de la empresa

En *Humatek*, estamos redefiniendo el cuidado asistencial mediante la creación de robots humanoides avanzados que empoderan a las personas mayores y con capacidades especiales. Nuestra misión es brindarles asistencia, compañía y autonomía en su vida diaria, mejorando su calidad de vida mientras fomentamos la independencia y reducimos la soledad en el hogar.

Nuestra tecnología fusiona lo último en inteligencia artificial y robótica de vanguardia con un diseño centrado en el ser humano, creando compañeros confiables que responden a las necesidades más profundas de nuestros usuarios. En *Humatek*, creemos en un futuro donde la tecnología amplifique el potencial humano, transformando el cuidado asistencial con soluciones accesibles y éticas.

Nuestros valores son el motor que impulsa cada innovación. Fomentamos un entorno inclusivo y diverso. Estamos comprometidos con la sostenibilidad, construyendo robots que respeten el medio ambiente y la privacidad de nuestros clientes, protegiendo su bienestar con los más altos estándares de seguridad. Además, trabajamos para hacer nuestras soluciones accesibles a todo el mundo, porque creemos que la tecnología debe ser un derecho, no un privilegio.

En *Humatek*, nuestra visión es clara: crear un mundo donde cada persona pueda vivir con independencia, dignidad y conexión humana, gracias a la tecnología. Juntos, estamos construyendo el futuro del cuidado asistencial, con empatía, innovación y un enfoque global para transformar vidas.

1.2. Análisis interno y externo

En este apartado del documento se mostrarán los análisis internos y externos realizados con el objetivo de comprender en profundidad cuál es la situación actual de la empresa y su entorno. Con el fin de lograr esto, se ha llevado a cabo un análisis DAFO ([Figura 1](#)) que nos permite identificar las diferentes debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades que enfrenta *Humatek*. Además, se ha realizado un análisis PESTEL ([Figura 2](#)) con el que se exploran los diferentes factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales los cuales pueden llegar a influir en gran medida al desarrollo de la organización.



Figura 1: Análisis DAFO

Políticos	Económicos	Sociales
<ul style="list-style-type: none"> Regulaciones sobre robótica y asistencia sanitaria Incentivos gubernamentales para la tecnología asistencial Potenciales barreras regulatorias Acceso a subvenciones públicas y fondos europeos 	<ul style="list-style-type: none"> El envejecimiento de la población crea un mercado creciente para soluciones de asistencia. Posibilidad de alianzas público-privadas con servicios de salud y residencias geriátricas Dependencia inicial de inversión pública y fondos de I+D 	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de la concienciación social Posibles reticencias culturales ante el uso de robots en el cuidado personal, especialmente en generaciones mayores. Relevancia del enfoque ético e inclusivo en el diseño para ganar confianza social
Tecnológicos	Ecológicos	Legales
<ul style="list-style-type: none"> Avances continuos en inteligencia artificial, robótica y sensores biométricos, que permiten soluciones más humanas y seguras. Ecosistema tecnológico en expansión Riesgo de rápida obsolescencia tecnológica o dependencia de plataformas propietarias 	<ul style="list-style-type: none"> Presión creciente por adoptar diseños sostenibles y materiales reciclables en hardware Oportunidad de diferenciarse con una propuesta de robótica ecodiseñada y de bajo consumo energético Políticas de reciclaje Uso responsable de baterías y componentes electrónicos 	<ul style="list-style-type: none"> Normativas sobre privacidad y protección de datos (GDPR) Necesidad de adaptarse a normativas médicas y de dispositivos asistenciales si los robots intervienen en tareas críticas. Desarrollo de marcos legales en evolución sobre la responsabilidad de sistemas autónomos.

Figura 2: Análisis PESTEL

1.3. Líneas estratégicas

Las principales líneas estratégicas de nuestra empresa son:

- Innovación Tecnológica Continua:** Desarrollar robots humanoides avanzados mediante investigación y desarrollo constante en inteligencia artificial y robótica. Invertir en I+D para mejorar la autonomía, empatía y eficiencia de nuestros robots.
- Diseño Centrado en el Usuario y Empatía:** Crear robots que no solo asistan, sino que también se adapten a las necesidades emocionales y físicas de cada usuario, mejorando su calidad de vida.

3. **Transformación del Cuidado Asistencial:** Colaborar con instituciones de salud y organizaciones para integrar nuestras soluciones en el sector del cuidado asistencial, promoviendo una atención más humana y tecnológica.
4. **Colaboración con Instituciones Académicas y Tecnológicas:** Colaborar con universidades e instituciones tecnológicas para estar a la vanguardia de las innovaciones en IA, robótica y diseño accesible.

1.3.1. Misión

Empoderaremos a personas mayores y con capacidades especiales con robots humanoides avanzados que brindan asistencia, compañía y autonomía. Combinamos IA, robótica y diseño centrado en el ser humano para mejorar la calidad de vida, fomentar la independencia y reducir la soledad, transformando el cuidado asistencial con soluciones accesibles y éticas.

1.3.2. Visión

Imaginamos un mundo donde la tecnología amplifica la humanidad, ofreciendo independencia, compañía y bienestar a quienes más lo necesitan. Nuestros robots serán compañeros confiables que revolucionarán el cuidado asistencial con empatía, innovación y accesibilidad.

1.3.3. Valores

Nuestros valores principales son:

1. **Inclusión y Diversidad** – Fomentamos un entorno donde el talento es valorado sin distinción de raza, credo, género u orientación sexual, porque la innovación nace de la diversidad.
2. **Sostenibilidad** – Diseñamos y construimos nuestros robots con un firme compromiso con el medio ambiente, utilizando materiales y procesos responsables para un futuro más verde.
3. **Privacidad y Ética** – Protegemos los datos y la intimidad de nuestros usuarios con los más altos estándares de seguridad y transparencia. La confianza es la base de nuestra tecnología.
4. **Accesibilidad Global** – Creemos que la tecnología debe mejorar la vida de todos, sin barreras económicas ni geográficas. Trabajamos para hacer nuestras soluciones asequibles y disponibles en todo el mundo.
5. **Empatía e Innovación** – Desarrollamos tecnología que entiende y se adapta a las personas, poniendo siempre el bienestar humano en el centro de cada avance.

1.4. Modelo de negocio de la empresa

Para generar el modelo de negocio de la empresa, primero se realizó un análisis mediante el uso de un modelo Canvas, el cual se muestra en la Figura 3.

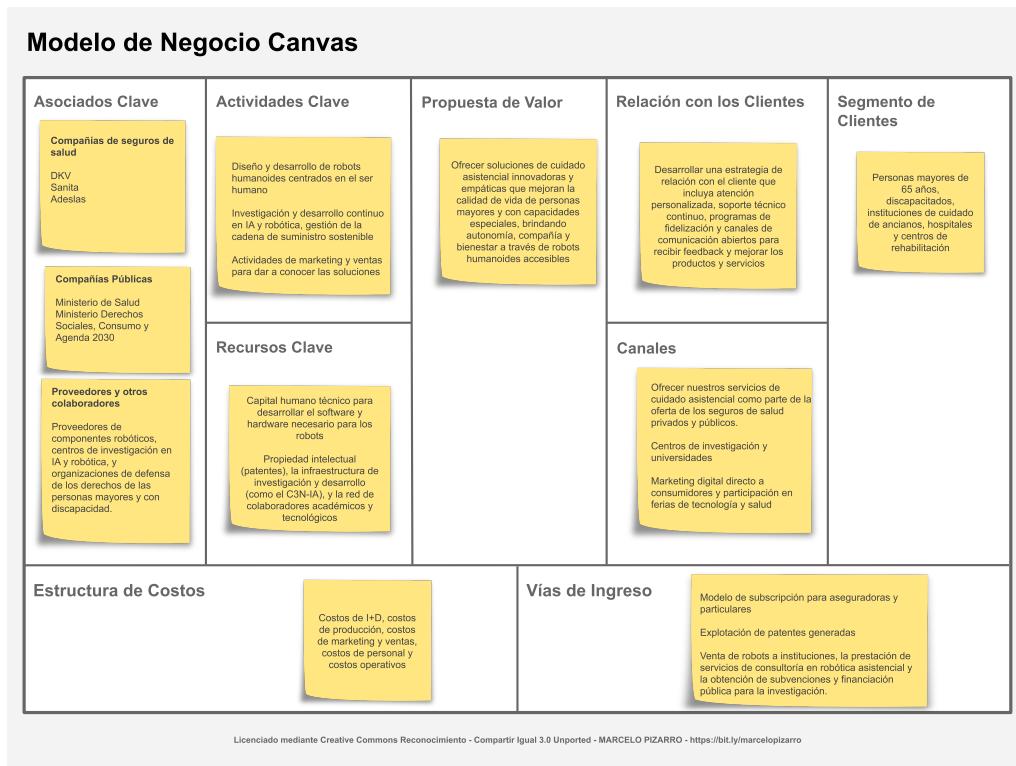


Figura 3: Modelo de Negocio Canvas

1.4.1. Cultura organizativa

Nuestra cultura es el motor silencioso detrás de cada logro. Se busca inspirar y motivar a las personas para que realicen cambios positivos y significativos en sus vidas y en las organizaciones.

Los valores principales son la innovación constante, dado que nos encontramos en un mercado de rápido crecimiento, la transparencia y la honestidad, los cuales, junto con el trabajo en equipo, generan un ambiente abierto para la innovación, y finalmente un enfoque en el cliente, ya que es quien mejor nos puede guiar hacia realizar un mejor producto.

Nuestros principios de comportamiento son una comunicación abierta y directa, una tolerancia al error como aprendizaje, un compromiso con los resultados, y nunca olvidar la responsabilidad individual de cada miembro.

El estilo de liderazgo es uno transformacional, en el cual se toman las decisiones con una participación activa del equipo, y siempre basado en los datos.

1.4.2. Modelo de dirección

Humatek adopta un modelo de dirección matricial al ser el más adecuado para un entorno altamente innovador y multidisciplinar. Este enfoque permite combinar la especialización funcional en áreas clave como inteligencia artificial, robótica, diseño inclusivo y ética, con la flexibilidad de equipos de proyecto orientados al desarrollo de soluciones concretas. La coordinación fluida entre perfiles técnicos y sociales es esencial para ofrecer productos verdaderamente integrados y centrados en el usuario. La toma

de decisiones es colaborativa y descentralizada, lo que favorece la agilidad en la innovación y la capacidad de adaptación a las demandas del sector sociosanitario. La visión estratégica se impulsa desde una dirección general con fuerte vinculación al entorno académico (Universidad Carlos III) y clínico, mientras que la gestión operativa se delega en equipos autónomos con alto nivel de responsabilidad y especialización.

1.5. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en el desarrollo y lanzamiento al mercado de un robot humanoide de última generación diseñado específicamente para brindar asistencia personalizada a personas mayores y con diversidad funcional en entornos domésticos e institucionales. Este proyecto representa la materialización de nuestra visión empresarial, con líneas de investigación en inteligencia artificial, robótica avanzada e interfaces humano-máquina.

1.5.1. Objetivos del proyecto

El desarrollo tecnológico se centra en la creación de un robot humanoide con capacidades avanzadas de movilidad, reconocimiento facial y emocional, comunicación natural y asistencia física adaptativa. La personalización asistencial se logra mediante la implementación de sistemas de IA capaces de aprender las rutinas, preferencias y necesidades específicas de cada usuario. La interconectividad se aborda integrando el robot con sistemas domóticos y dispositivos médicos de monitorización para crear un ecosistema de cuidado integral. Por otro lado, la validación clínica implica colaborar con centros médicos para evaluar y validar la eficacia y seguridad del robot en entornos reales. Finalmente, el modelo de servicio sostenible busca desarrollar un modelo de comercialización que combine la venta de hardware con servicios de suscripción y actualizaciones.

1.5.2. Alineación estratégica

Este proyecto representa la convergencia de nuestras cuatro líneas estratégicas principales, ya que materializa nuestra apuesta por la innovación tecnológica continua, aplica nuestro enfoque de diseño centrado en el usuario para crear soluciones que atiendan necesidades reales, contribuye a la transformación del sector de cuidado asistencial mediante tecnologías disruptivas, y se nutre de colaboraciones con centros de investigación y universidades para incorporar los últimos avances.

1.5.3. Impacto esperado

Aspiramos a transformar el paradigma actual del cuidado asistencial, ofreciendo una solución que no solo proporciona asistencia física sino también acompañamiento emocional. El proyecto busca incrementar la autonomía y calidad de vida de personas dependientes, a la vez que reduce la carga sobre cuidadores familiares y profesionales. Nuestro objetivo es disminuir los índices de soledad y sus efectos adversos sobre la salud, permitiendo a millones de personas, que de otro modo necesitarían cuidados en centros especializados, vivir en sus casas. Además, estamos comprometidos con crear un modelo económico sostenible que permita hacer accesible esta tecnología a sectores cada vez más amplios de la población, facilitando el acceso a soluciones de cuidado avanzadas.

2. Alcance del Proyecto

2.1. Definición del Alcance

El proyecto contempla el desarrollo de un robot humanoide asistencial, desde su conceptualización hasta su introducción en el mercado. Nuestro alcance abarca el diseño, desarrollo, fabricación, validación y comercialización inicial de un robot capaz de proporcionar asistencia personalizada a personas mayores y con diversidad funcional, transformando significativamente la calidad del cuidado asistencial.

El alcance técnico contempla la integración de múltiples sistemas: estructura mecánica, sistema de locomoción bípeda, sistema de manipulación precisa con manos articuladas, unidad central de procesamiento basada en modelos de IA, sistema sensorial (visión, audición, tacto), batería de larga duración con recarga autónoma, y conectividad múltiple con otros dispositivos del hogar. Todo esto bajo estrictos criterios de seguridad, robustez y usabilidad que garanticen un producto fiable y accesible para el usuario final.

En el ámbito funcional, el robot estará capacitado para realizar vigilancia y asistencia de la salud, facilitar actividades de vida diaria, proporcionar acompañamiento emocional, gestionar comunicaciones y entretenimiento, y asegurar la seguridad doméstica. Todas estas funcionalidades estarán respaldadas por un modelo de servicio que incluye actualizaciones periódicas, mantenimiento remoto y atención personalizada.

2.2. Entregables Principales

El proyecto culminará con la entrega de varios componentes tangibles e intangibles esenciales para su éxito:

2.2.1. Entregables de Producto

El producto final consistirá en el robot humanoide con una altura aproximada de 160 cm, peso inferior a 70 kg, y capacidad de operación autónoma durante al menos 12 horas. Incluirá todos los sistemas mecánicos, electrónicos y de software integrados, así como los elementos de seguridad necesarios para garantizar una interacción segura con los usuarios.

El sistema operativo, denominado HumaCare OS, constituirá el core del robot. El software integra algoritmos de aprendizaje automático para adaptarse a las rutinas y necesidades del usuario, sistemas de reconocimiento avanzado y módulos de toma de decisiones. La interfaz de usuario se ha diseñado siguiendo principios de accesibilidad universal, permitiendo su uso intuitivo independientemente de las capacidades del usuario. La arquitectura modular del sistema permitirá actualizaciones futuras sin necesidad de reemplazar el hardware completo, protegiendo así la inversión del cliente y extendiendo la vida útil del producto.

Como complemento al robot, se desarrollará una aplicación móvil y web para monitorización y control remoto, permitiendo a familiares y cuidadores supervisar el bienestar del usuario y ajustar parámetros del robot cuando sea necesario. La plataforma en la nube para actualización de software y almacenamiento seguro de datos garantizará que el robot mantenga sus capacidades actualizadas con el tiempo.

2.2.2. Entregables de Documentación

En cuanto a la documentación técnica, se contemplan los planos de diseño, esquemas electrónicos, código fuente, y especificaciones de fabricación. Los manuales de usuario se desarrollarán en múltiples formatos accesibles (impreso, digital, audio), con instrucciones claras para la puesta en marcha, uso cotidiano y resolución de problemas comunes.

Los informes de pruebas y validaciones incluirán certificaciones de seguridad obtenidas y estudios de validación con usuarios reales. Un aspecto crítico será la documentación de certificación médica y regulatoria, cumpliendo con todos los estándares aplicables para dispositivos asistenciales en los mercados objetivo. Estos documentos serán fundamentales no solo para acreditar la calidad y seguridad del producto, sino también para facilitar su adopción en entornos institucionales y su cobertura por sistemas públicos de salud y seguros médicos.

2.2.3. Entregables Comerciales

El plan de comercialización detallará la estrategia de introducción al mercado, incluyendo análisis de precios, canales de distribución y estrategias promocionales. Se establecerá una red inicial de distribuidores y partners de servicio en las regiones prioritarias de lanzamiento, así como acuerdos con centros asistenciales para implementaciones piloto.

2.3. Exclusiones del Alcance

Para mantener claridad sobre los límites del proyecto, es importante especificar lo que queda fuera de su alcance.

El proyecto no contempla el desarrollo de capacidades médicas invasivas o de administración de medicamentos complejos. Tampoco incluye la expansión internacional más allá de los mercados europeos iniciales (España, Francia, Alemania e Italia) durante esta primera fase.

El robot no sustituirá la atención médica profesional especializada, sino que se posicionará como un complemento a esta. No incorporará funcionalidades domóticas avanzadas más allá de la integración con sistemas existentes mediante protocolos estándar. El desarrollo de versiones específicas para entornos no domésticos (hospitales, residencias) se contemplará en fases posteriores del producto, fuera del alcance actual.

3. Estructura Organizativa del Proyecto

La estructura organizativa del proyecto será la estructura de la organización, puesto que, inicialmente, éste proyecto será el único de *Humatek*.

Inicialmente, se contará con una estructura jerárquica con cuatro centros principales: Ingresos, Costos, Inversión, e Ingresos, como se puede observar en la [Figura 4](#). Cada uno de estos centros contará con su propio departamento. Los departamentos contarán con un Director de departamento, el cual ejercerá uno de los roles claves en la organización, como se muestra en la [Tabla 1](#), y con uno o varios equipos de trabajo, cada uno con un jefe de equipo.

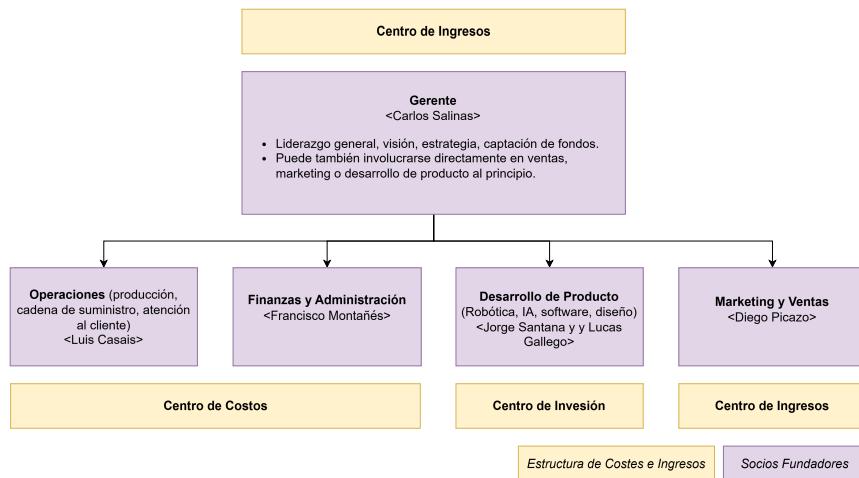


Figura 4: Estructura organizativa en la fase inicial del proyecto

Conforme la organización se vaya expandiendo y comenzando nuevos proyectos, evolucionará para generar nuevos departamentos más específicos, como se puede observar en la [Figura 5](#).

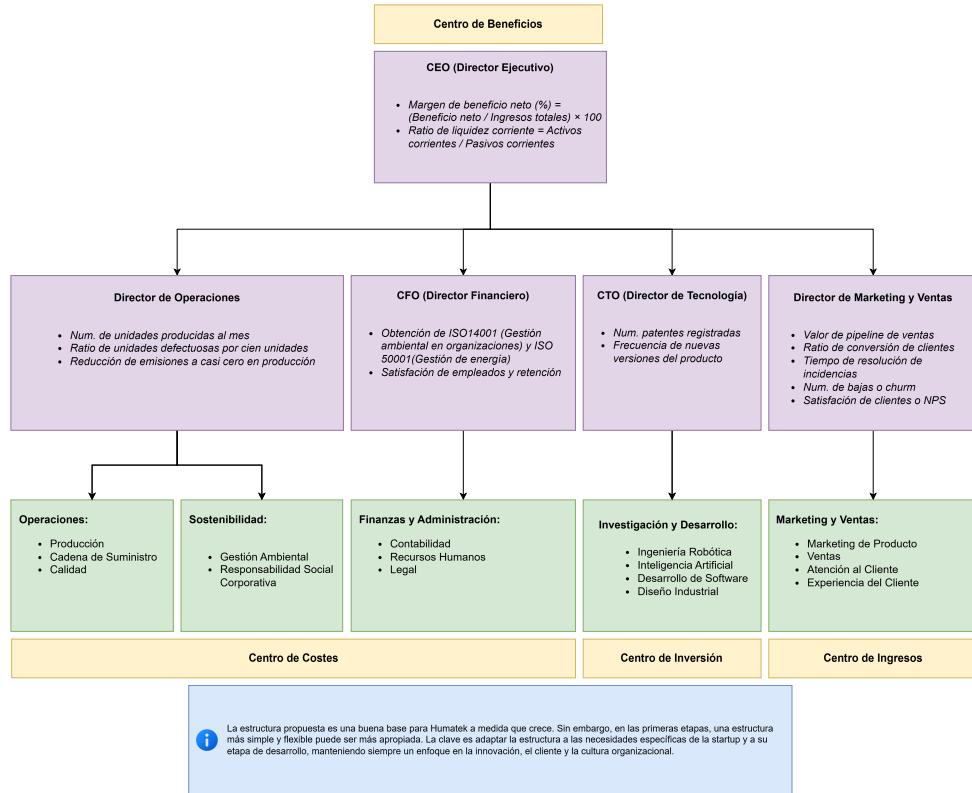


Figura 5: Estructura organizativa en la fase de madurez del proyecto

Tabla 1: Roles del proyecto

	Nombre	Rol
	Carlos Ignacio Salinas	Director Ejecutivo
	Diego Picazo	Director de Marketing y Ventas
	Jorge Ramos	Director Tecnológico
	Francisco Montañés	Director Financiero
	Luis Daniel Casais	Director de Operaciones
	Lucas Gallego	Responsable de Sostenibilidad

4. Planificación del Proyecto

El presente documento detalla la planificación completa del proyecto de desarrollo del robot humanoide asistencial HumaCare, estableciendo la arquitectura del sistema, estrategia de desarrollo, cronograma, y asignación de recursos necesarios para garantizar su ejecución exitosa dentro del plazo de 36 meses.

4.1. Diseño del sistema

Antes de comenzar con la planificación, sería conveniente hacer un breve repaso del proceso de diseño del sistema, enumerando brevemente los requisitos de usuario y la arquitectura propuesta.

4.1.1. Requisitos de usuario

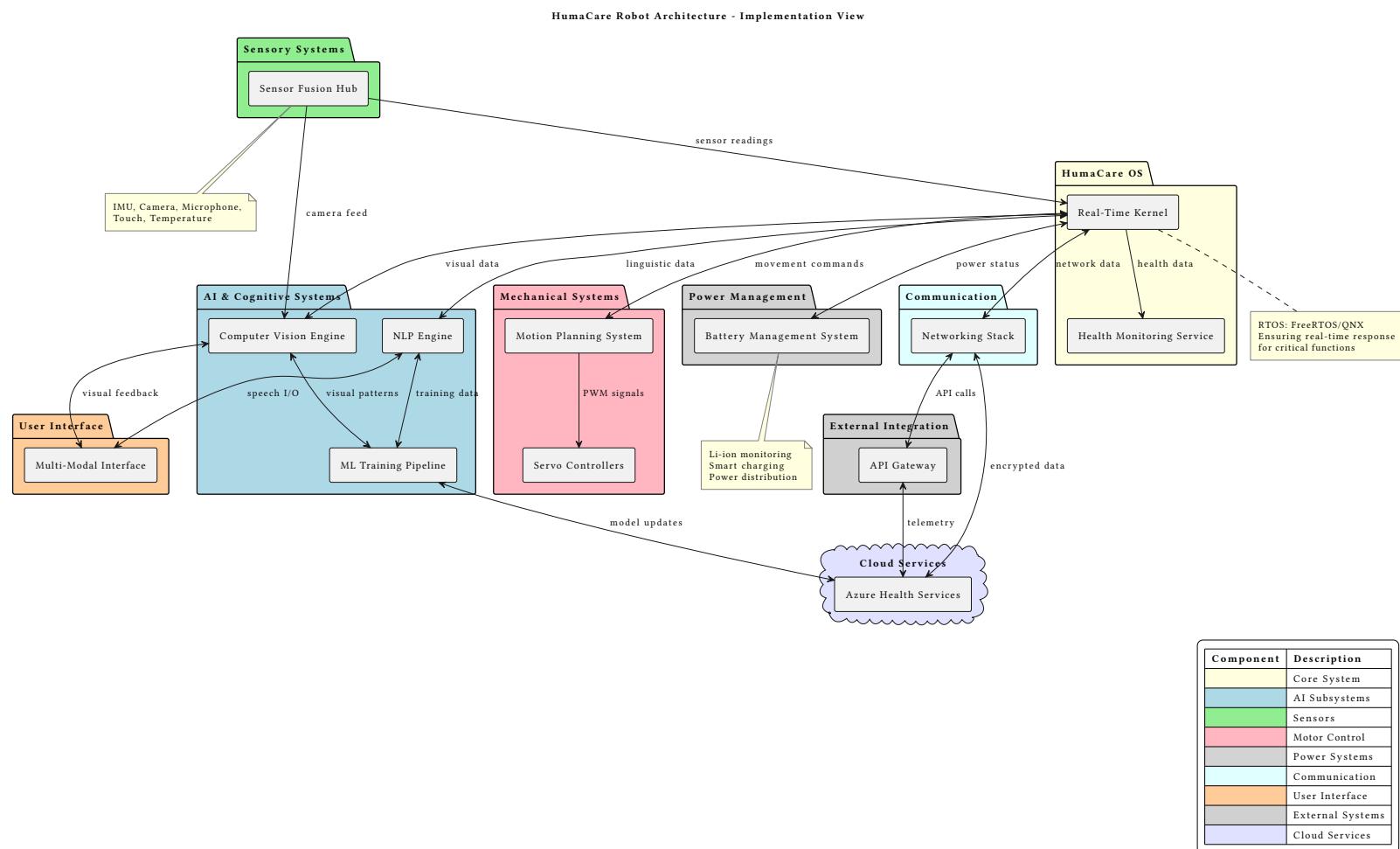
Los requisitos de usuario recogidos son los siguientes:

- **F01:** El sistema deberá asistir en las tareas domésticas básicas
- **F02:** El sistema deberá realizar una interacción multimodal con el usuario
- **F03:** El sistema deberá monitorizar la salud del usuario en tiempo real
- **NF01:** El sistema deberá ser confiable para el usuario
- **NF02:** La respuesta del sistema a las interacciones del usuario deberá ser en tiempo real y de baja latencia
- **NF03:** El sistema deberá asegurar la seguridad de los datos personales del usuario

4.1.2. Arquitectura del sistema

La arquitectura del sistema, la cual se puede observar en la [Figura 6](#), se ha diseñado con un enfoque modular que permite la integración efectiva de múltiples subsistemas especializados. Este diseño facilita el desarrollo paralelo, la escalabilidad y el mantenimiento futuro.

En el centro del sistema, completamente integrado en el robot, está *Humacare OS*, el Sistema Operativo en tiempo real con un subsistema de monitorización de salud. Éste se encarga de recibir la información de los sensores y el sistema de alimentación, procesarla a través del sistema cognitivo, y de activar los sistemas mecánicos y de interfaz de usuario pertinentes. También se encarga del envío de telemetría (encriptada) a través del servicio de comunicación. Por último, se contará con unos servicios en la nube para recoger los datos, integrarlos con otras plataformas, y actualizar los modelos de IA.

**Figura 6:** Arquitectura del Sistema Robot Humanoide Asistencial

A continuación, se describen los componentes clave de la arquitectura a alto nivel:

- **HumaCare OS:** El núcleo del sistema basado en un kernel de tiempo real (RTOS como FreeRTOS o QNX) que garantiza respuestas deterministas para las funciones críticas. Incluye servicios de monitorización de salud que supervisan constantemente el estado del robot.
- **Sistemas de IA y Cognitivos:** Compuestos por un motor de procesamiento de lenguaje natural, un motor de visión artificial y un pipeline de entrenamiento de aprendizaje automático que permiten al robot comprender su entorno y adaptarse a nuevas situaciones.
- **Sistemas Sensoriales:** Un hub de fusión sensorial que integra datos de múltiples sensores (IMU, cámaras, micrófonos, sensores táctiles y de temperatura) para proporcionar una percepción completa del entorno.
- **Sistemas Mecánicos:** Sistema de planificación de movimiento y controladores de servomotores que coordinan los movimientos precisos y suaves del robot.
- **Gestión de Energía:** Sistema de gestión de baterías que optimiza el consumo energético y permite la recarga autónoma del robot.
- **Comunicación:** Infraestructura de red que permite la conectividad con dispositivos externos y servicios en la nube.
- **Interfaz de Usuario:** Interfaz multimodal que facilita la interacción natural entre el robot y los usuarios mediante voz, gestos y visualizaciones.
- **Integración Externa:** Gateway API para la integración con sistemas domóticos, dispositivos médicos y otros sistemas externos.
- **Servicios en la Nube:** Conexión con Azure Health Services para funcionalidades avanzadas de procesamiento, almacenamiento seguro de datos y actualizaciones de modelos de IA.

4.2. Estrategia de desarrollo

Dado el carácter sensible de los datos personales y sanitarios que gestionará el sistema (usuarios, patrones de uso, rutinas de asistencia), *Humatek* optará por una estrategia in-house para el desarrollo y operación del sistema de información. Esta elección garantiza mayor control sobre la seguridad, privacidad y personalización del sistema, alineándose con el cumplimiento estricto del RGPD y estándares éticos del sector salud.

4.2.1. Metodología de desarrollo

La estrategia de desarrollo para el robot HumaCare se basa en un enfoque híbrido que combina metodologías ágiles para el desarrollo de software con un proceso de diseño en cascada modificado para los componentes hardware. Esta estrategia se articula en los siguientes principios:

- **Desarrollo incremental e iterativo:** Cada subsistema se desarrollará mediante iteraciones cortas (sprints de 2-3 semanas) que permitirán validar funcionalidades de forma temprana y continua.
- **Integración continua:** Se implementarán procesos automatizados para integrar constantemente los distintos componentes, detectando incompatibilidades de forma temprana.

- **Desarrollo basado en pruebas (TDD):** Especialmente para componentes software, se definirán pruebas antes del desarrollo para asegurar el cumplimiento de requisitos.

También se hará uso de la estrategia de prototipado progresivo, la cual constará de las siguientes fases:

1. **Prototipos virtuales:** Simulaciones y modelos digitales que permitirán validar conceptos antes de la fabricación física.
2. **Prototipos funcionales por subsistemas:** Desarrollo de componentes individuales para validar tecnologías específicas.
3. **Prototipos integrales:** Versiones progresivamente más completas del robot que integran múltiples subsistemas.
4. **Prototipos Alpha y Beta:** Versiones casi finales para pruebas internas y externas respectivamente.

Esta estrategia nos permitirá mantener el equilibrio entre la innovación tecnológica necesaria y la fiabilidad esencial para un producto asistencial, facilitando la adaptación a los hallazgos que surjan durante el desarrollo sin comprometer los plazos del proyecto.

4.3. Fases del Proyecto y Cronograma

El desarrollo del robot humanoide asistencial se estructurará en cinco fases principales, con una duración total estimada de 36 meses:

4.3.1. Fase 1: Investigación y Conceptualización (6 meses)

- **Meses 1-2:** Investigación de mercado y análisis de necesidades de usuarios
- **Meses 2-4:** Definición de especificaciones técnicas y funcionales
- **Meses 4-6:** Desarrollo de concepto y diseño preliminar
- **Hito 1:** Aprobación del concepto de diseño y especificaciones (fin del mes 6)

4.3.2. Fase 2: Diseño y Desarrollo de Prototipo (12 meses)

- **Meses 7-10:** Diseño mecánico y modelado 3D
- **Meses 8-11:** Desarrollo de arquitectura electrónica y sensorial (*paralelo con diseño mecánico*)
- **Meses 10-14:** Desarrollo de HumaCare OS (*inicia durante desarrollo de arquitectura*)
- **Meses 11-15:** Desarrollo de algoritmos de IA para asistencia, reconocimiento y aprendizaje (*inicia durante desarrollo de OS*)
- **Meses 15-18:** Integración de sistemas y construcción de prototipo funcional (*fase final de desarrollo*)
- **Hito 2:** Prototipo Alpha completado (*fin del mes 18*)

4.3.3. Fase 3: Pruebas y Optimización (6 meses)

- **Meses 19-21:** Pruebas técnicas de rendimiento y seguridad
- **Meses 19-21:** Pruebas de usabilidad con grupo controlado de usuarios (*paralelo con pruebas técnicas*)
- **Meses 21-24:** Optimización basada en retroalimentación y resolución de problemas (*basada en resultados de pruebas*)
- **Hito 3:** Prototipo Beta validado (*fin del mes 24*)

4.3.4. Fase 4: Certificación y Preparación para Producción (6 meses)

- **Meses 25-28:** Proceso de certificación médica y regulatoria
- **Meses 25-27:** Desarrollo de documentación técnica y manuales de usuario (*paralelo con inicio de certificación*)
- **Meses 27-30:** Configuración de línea de producción y cadena de suministro (*inicia con documentación avanzada y progreso en certificación*)
- **Hito 4:** Producto certificado y listo para producción (*fin del mes 30*)

4.3.5. Fase 5: Producción Inicial y Lanzamiento al Mercado (6 meses)

- **Meses 31-33:** Producción de lote inicial
- **Meses 31-34:** Implementación de estrategia de marketing y ventas (*paralelo con producción inicial*)
- **Meses 34-36:** Distribución a mercados europeos iniciales y soporte post-lanzamiento (*tras producción y con marketing activo*)
- **Hito 5:** Lanzamiento oficial al mercado (*fin del mes 36*)

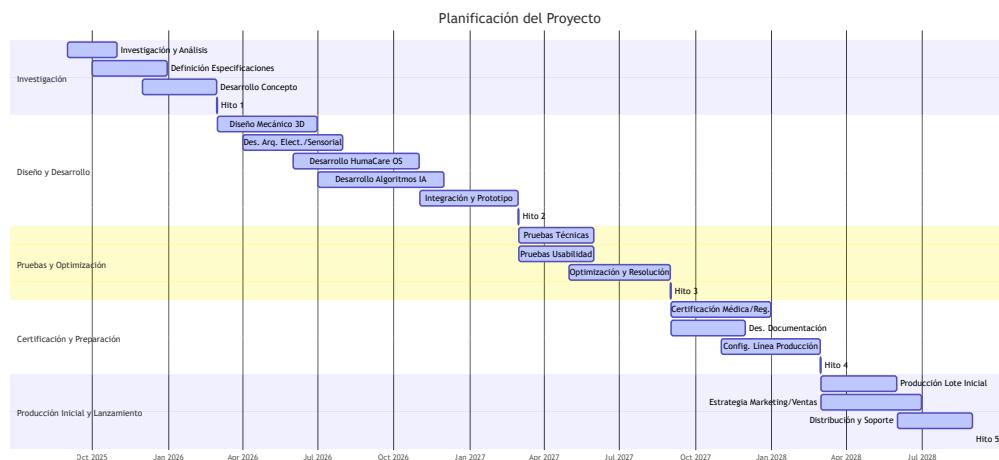


Figura 7: Cronograma del Proyecto

4.4. Asignación de Recursos

4.4.1. Recursos Humanos

El proyecto requiere un equipo multidisciplinar compuesto por 32 profesionales, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Personal asociado al proyecto

Departamento	Roles	Personal
Ingeniería Mecánica	Diseñadores mecánicos, especialistas en robótica	5
Ingeniería Electrónica	Ingenieros de hardware, especialistas en sensores	5
Desarrollo de Software	Desarrolladores de IA, programadores de sistemas, UX/UI	8
Control de Calidad	Ingenieros de pruebas, especialistas en validación	4
Certificación y Normativa	Especialistas regulatorios y de seguridad	2
Marketing y Ventas	Especialistas en marketing, ventas y soporte	4
Dirección de Proyecto	Director de proyecto, PMO	2
Operaciones	Especialistas en cadena de suministro y producción	2

La estructura organizativa seguirá un modelo matricial, donde los miembros del equipo reportarán tanto a sus responsables funcionales como al director del proyecto.

4.4.2. Recursos Financieros

El presupuesto total del proyecto asciende a 8,4 millones de euros, los cuales serán distribuidos conforme a la Tabla 3.

Tabla 3: Presupuesto del proyecto

Categoría	Porcentaje	Importe (€)
Personal	45%	3.780.000
Equipamiento y herramientas	20%	1.680.000
Materiales y componentes	15%	1.260.000
Certificaciones y cumplimiento normativo	8%	672.000
Marketing y lanzamiento	7%	588.000
Contingencia	5%	420.000

La financiación proviene de una combinación de capital propio de la empresa (40%), financiación externa de inversores (35%) y subvenciones de innovación (25%).

4.4.3. Recursos Tecnológicos

Para el desarrollo del proyecto se requerirán:

- **Infraestructura física:** Laboratorio de desarrollo robótico, cámaras anecoicas, sistemas de prueba de movimiento
- **Software especializado:** Herramientas CAD/CAE para diseño mecánico, entornos de desarrollo para IA, simuladores robóticos
- **Hardware:** Estaciones de trabajo de alto rendimiento, servidores para entrenamientos de IA, equipos de prototipado rápido
- **Equipamiento de pruebas:** Instrumentación electrónica, equipos de medición de precisión, sistemas de captura de movimiento

4.5. Proceso de implantación

La implantación del robot humanoide asistencial HumaCare se realizará mediante un enfoque gradual y estructurado que permitirá minimizar riesgos y optimizar la aceptación del producto. Este proceso se ha diseñado considerando la sensibilidad del entorno de uso y la necesidad de garantizar una experiencia positiva tanto para los usuarios finales como para los profesionales sanitarios.

Para el proceso de implantación, se optará por una estrategia combinada, basada en el enfoque por fases, complementándola con un piloto inicial.

4.5.1. Fase piloto

La fase inicial de implantación consistirá en un despliegue controlado y supervisado del sistema en entornos seleccionados cuidadosamente. Durante un período de tres meses, implementaremos un número limitado de unidades (15-20 robots) en diferentes contextos asistenciales representativos. Este despliegue piloto nos permitirá validar exhaustivamente las funcionalidades del robot en condiciones reales de uso, y a través de

una monitorización cercana, identificaremos posibles resistencias o barreras en la adopción, tanto técnicas como psicológicas, por parte de los diferentes perfiles de usuario. Uno de los aspectos más importantes de esta fase será la obtención de retroalimentación directa y detallada de los tres grupos clave de usuarios: pacientes que reciben la asistencia, cuidadores profesionales que supervisan el funcionamiento del robot, y personal técnico responsable del mantenimiento y configuración del sistema. Esta información será fundamental para realizar ajustes finales antes del despliegue a mayor escala.

4.5.2. Implantación por fases

Tras la evaluación y optimización derivada de la fase piloto, procederemos a un despliegue progresivo del sistema siguiendo una estrategia escalonada por entornos y regiones geográficas. La implantación se organizará en tres oleadas principales:

La primera oleada se centrará en entornos domésticos particulares, donde las necesidades asistenciales son más predecibles y el entorno físico puede ser evaluado previamente. Comenzaremos con 100 unidades distribuidas en tres regiones europeas seleccionadas por su infraestructura sanitaria avanzada y receptividad a la innovación tecnológica.

La segunda oleada, iniciada tres meses después, incluirá residencias asistenciales y centros de día, donde el robot deberá interactuar con múltiples usuarios y operar en espacios compartidos. Este despliegue comprenderá 200 unidades adicionales y se extenderá a cinco regiones europeas.

La tercera y última oleada abarcará entornos hospitalarios, caracterizados por su mayor complejidad operativa y requisitos normativos más estrictos. Esta fase comenzará seis meses después del inicio de la implantación y comprenderá la instalación de otras 200 unidades en centros hospitalarios de referencia en ocho países europeos.

Durante todo el proceso, mantendremos un sistema de soporte técnico reforzado y canales de comunicación directa con los usuarios para resolver rápidamente cualquier incidencia y capitalizar oportunidades de mejora.

4.5.3. Valor conseguido

Por último, realizaremos una simulación del valor conseguido después de la implantación.

Asumamos que el plan económico de los próximos siete años es el siguiente:

	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Entradas							
Aportaciones Socios	245.000						
Importe Préstamos	345.000						
Cobros de Clientes	213.225	402.900	435.447	469.682	512.515	564.640	617.032
Total Entradas	803.225	402.900	435.447	469.682	512.515	564.640	617.032
Salidas							
Inversiones	150.000	50.000	0	20.000	0	40.000	0
Devolución Financiación Externa	28.637	29.803	31.018	32.281	33.597	34.965	36.390
Pago a Proveedores	60.160	132.155	156.022	165.007	173.257	181.920	191.016
Costes Estructura + Personal	180.237	216.770	245.438	324.441	317.469	337.231	304.925
Liquidación impuestos	19.453	39.122	40.120	43.538	49.809	56.648	63.848
Impuesto Sociedades		0	0	0	0	0	0
Dividendos		0	0	0	0	0	0
Total Salidas	438.487	467.851	472.598	585.267	574.132	650.764	596.179
Saldo Anual	364.738	-64.950	-37.150	-115.585	-61.617	-86.124	20.854
Saldo Anual Acumulado	364.738	299.788	262.637	147.053	85.436	-688	20.166

Con ello obtenemos un valor planificado (PV) de 587 392 €, un valor obtenido (EV) de 617 032 €, y un coste actual (AC) de 596 179 €, podemos extraer las siguientes métricas clave: varianza de coste (CV), varianza de plazo (SV), índice de eficiencia de coste (CPI) e índice de eficiencia de plazo (SPI).

$$CV = EV - AC = 20\,853 \text{ €}$$

$$SV = EV - PV = 29\,640 \text{ €}$$

$$SPI = \frac{EV}{AC} = 1.0349777499710657$$

$$SPI = \frac{EV}{PV} = 1.0504603399433428$$

Como se puede observar, se ha ganado menos de lo presupuestado, pero se ha obtenido más valor del que se había planificado. Podemos concluir, por último, que la ejecución ha sido suficiente, dado que los indicadores CPI y SPI están por encima de 1.

5. Seguimiento y Control

5.1. Indicadores clave de rendimiento

Se establecerán unos indicadores clave de rendimiento (KPIs) para cada uno de los distintos departamentos:

- **Gerencia:** Margen de beneficio neto, en puntos porcentuales, y ratio de liquidez corriente
- **Finanzas:** Obtención de los certificados ISO14001 (Gestión ambiental en organizaciones) e ISO 50001 (Gestión de energía) y la satisfacción de empleados y su retención
- **Desarrollo:** Número de patentes registradas y frecuencia de salida de nuevas versiones del producto
- **Operaciones:** Número de unidades producidas, ratio de unidades defectuosas, y reducción de emisiones
- **Ventas:** Valor del *pipeline* de ventas, ratio de conversión de clientes, tiempo de resolución de incidencias, número de bajas (*churn*), y satisfacción de los clientes (NPS)

5.2. Plan de Gestión de Riesgos

5.2.1. Identificación de Riesgos

Los principales riesgos identificados para el proyecto quedan recogidos en la Tabla 4.

Tabla 4: Riesgos del proyecto

ID	Descripción	Impacto	Probabilidad
R01	Retrasos en el desarrollo de algoritmos de IA	Alto	Media
R02	Problemas de integración entre sistemas mecánicos y electrónicos	Alto	Media
R03	Dificultades para obtener certificaciones regulatorias	Crítico	Media
R04	Problemas en la cadena de suministro de componentes clave	Alto	Media-alta
R05	Costes superiores a los presupuestados	Medio	Media
R06	Rendimiento de batería inferior al esperado	Alto	Baja
R07	Aceptación de usuario final inferior a la prevista	Crítico	Baja
R08	Aparición de competidores con tecnologías similares	Medio	Media
R09	Fuga del talento clave para la realización del proyecto	Alto	Media

5.2.2. Estrategias de Mitigación

Para los riesgos identificados, se implementarán las siguientes estrategias de mitigación:

- **R01 – Desarrollo de IA:** Implementación de metodología ágil con sprints cortos, colaboración con centros de investigación especializados y establecimiento de hitos intermedios de validación.
- **R02 – Integración de sistemas:** Adopción de enfoque de integración continua, desarrollo de testbeds para pruebas tempranas de interfaces críticas y designación de un equipo específico de integración.
- **R03 – Certificaciones regulatorias:** Implicación temprana de expertos en normativa, seguimiento proactivo de cambios regulatorios y consultas preliminares con organismos certificadores.
- **R04 – Cadena de suministro:** Identificación de proveedores alternativos para componentes críticos, establecimiento de acuerdos marco anticipados y desarrollo de propietarios para elementos estratégicos.
- **R05 – Control de costes:** Implementación de sistema riguroso de seguimiento presupuestario, revisiones mensuales de gastos e inversiones, y establecimiento de umbrales de alerta temprana.

- **R06 – Rendimiento de batería:** Desarrollo paralelo de múltiples soluciones energéticas, inversión en I+D específica para optimización energética y colaboración con fabricantes líderes.
- **R07 – Aceptación del usuario:** Programa extensivo de pruebas con usuarios reales desde fases tempranas, iteraciones de diseño basadas en feedback y desarrollo de materiales de capacitación específicos.
- **R08 – Competencia:** Monitorización constante del mercado, protección robusta de propiedad intelectual y estrategia de diferenciación clara en funcionalidades clave.
- **R09 – Fuga de talento:** Se identificarán los empleados clave y se usarán estrategias de mentoría y de fidelización, además de poner un énfasis en realizar una documentación exhaustiva del proyecto.

5.2.3. Monitorización y Control de Riesgos

Se establecerá un comité de gestión de riesgos que se reunirá quincenalmente para revisar el estado de los riesgos identificados, evaluar la efectividad de las medidas de mitigación implementadas, identificar nuevos riesgos potenciales y actualizar el registro y plan de respuesta a los mismos.

El director del proyecto presentará mensualmente un informe de riesgos al comité directivo, destacando los riesgos críticos y las acciones tomadas para su mitigación.

Se implementará un sistema de alerta temprana basada en indicadores clave de riesgo (KRIs) para cada categoría principal, permitiendo una respuesta proactiva ante desviaciones potenciales.

6. Gestión de Calidad

6.1. Política y Objetivos de Calidad

La política de calidad de *Humatek* para el proyecto del robot humanoide asistencial se fundamenta en nuestro compromiso con la excelencia, seguridad y satisfacción del usuario. Nuestros objetivos de calidad son:

- Desarrollar un producto que cumpla o supere todos los requisitos funcionales y de seguridad establecidos
- Garantizar la fiabilidad del robot con un tiempo medio entre fallos (MTBF) superior a 5.000 horas de operación
- Lograr una puntuación de usabilidad superior a 85/100 en pruebas con usuarios finales
- Obtener todas las certificaciones regulatorias requeridas para dispositivos asistenciales en Europa

6.2. Enfoque de Gestión de Calidad

Adoptamos un enfoque integral de calidad que abarca todo el ciclo de vida del producto, desde la conceptualización hasta el soporte post-lanzamiento. La calidad será responsabilidad de todos los miembros del equipo, liderados por el Departamento de Control de Calidad que reportará directamente al Director del Proyecto.

Nuestro enfoque se basa en tres principios fundamentales:

1. **Prevención sobre corrección:** Identificar y abordar problemas potenciales antes de que ocurran
2. **Mejora continua:** Revisar y optimizar constantemente procesos y resultados
3. **Decisiones basadas en datos:** Utilizar métricas objetivas para evaluar la calidad

6.3. Procesos de Aseguramiento de Calidad

6.3.1. Diseño y Desarrollo

Durante las fases de diseño y desarrollo, implementaremos revisiones por pares sistemáticas tanto del código como de los diseños mecánicos. Cada fase de desarrollo incorporará verificaciones de requisitos para asegurar la alineación con las especificaciones originales. Para los componentes críticos, realizaremos modelado y simulación previa a la construcción física, permitiendo detectar posibles problemas antes de comprometer recursos a la fabricación.

6.3.2. Fabricación y Ensamblaje

En la fabricación y ensamblaje, estableceremos un régimen de inspección completa para todos los elementos relacionados con la seguridad, sin excepción. Implementaremos un sistema de serialización que garantice la trazabilidad completa de componentes a lo largo de toda la cadena de suministro y vida útil del producto. El ensamblaje de componentes electrónicos sensibles se realizará exclusivamente en ambientes controlados que cumplan con los estándares industriales de limpieza y control electrostático.

6.3.3. Pruebas y Validación

Nuestro proceso de validación comprende múltiples niveles. Iniciaremos con pruebas unitarias automatizadas para todos los módulos de software, seguidas por pruebas de integración que verificarán la correcta interacción entre sistemas. Incorporaremos pruebas de ciclo completo para validar durabilidad y resistencia bajo condiciones de uso prolongado. Todas las funciones de seguridad eléctrica y mecánica serán verificadas según la norma ISO 13482. Finalmente, realizaremos validaciones con usuarios reales tanto en entornos controlados como domésticos, recogiendo información valiosa sobre usabilidad y experiencia de usuario.

6.4. Control de Calidad y Estándares

El proyecto se regirá por los siguientes estándares internacionales mencionados en la Tabla 5.

Tabla 5: Estándares internacionales aplicables al proyecto

Estándar	Ámbito
ISO 13482:2014	Requisitos de seguridad para robots asistenciales
IEC 60601-1	Seguridad básica y funcionamiento esencial de equipos médicos
ISO/IEC 27001	Gestión de seguridad de la información
ISO/IEC 15288	Ciclo de vida del software

Los procedimientos de Control de Calidad incluirán:

- **Inspección de entrada:** Verificación de componentes y materiales de proveedores
- **Control en proceso:** Puntos de inspección durante el ensamblaje y programación
- **Pruebas finales:** Batería completa de pruebas funcionales y de seguridad
- **Auditorías internas:** Evaluaciones periódicas del cumplimiento de procedimientos
- **Gestión de no conformidades:** Sistema para registro, análisis y corrección de defectos

6.5. Documentación de Calidad

Se desarrollará y mantendrá actualizada la siguiente documentación de calidad:

- **Plan de Calidad del Proyecto:** Documento maestro que detalla todos los aspectos de gestión de calidad
- **Plan de Validación y Verificación:** Procedimientos para asegurar que el producto cumple los requisitos
- **Registros de Pruebas:** Documentación de todas las pruebas realizadas y sus resultados
- **Informes de No Conformidades:** Registro de problemas detectados y acciones correctivas

- **Certificados de Cumplimiento:** Documentación oficial de conformidad con estándares

Esta documentación complementará los entregables documentales especificados en el alcance del proyecto, asegurando una trazabilidad completa del cumplimiento de requisitos de calidad a lo largo de todo el ciclo de desarrollo.

6.6. Métricas de Calidad

Para medir objetivamente la calidad del producto y del proyecto, utilizaremos las siguientes métricas clave de producto ([Tabla 6](#)) y de proceso ([Tabla 7](#)).

Tabla 6: Métricas de Producto

Métrica	Descripción	Objetivo
Tasa de defectos	Número de defectos por unidad producida	< 0.5%
Tiempo medio entre fallos (MTBF)	Tiempo promedio entre fallos del sistema	> 5.000h
Precisión de movimiento	Desviación en operaciones de manipulación	< 2mm
Tasa de falsos positivos en reconocimiento	Identificaciones erróneas en sistemas de visión y voz	< 1%
Autonomía de batería	Duración real vs. especificada	> 95%
Puntuación de usabilidad	Evaluación mediante System Usability Scale (SUS)	> 85/100

Tabla 7: Métricas de Proceso

Métrica	Descripción	Objetivo
Cobertura de pruebas	Porcentaje de funcionalidades cubierto por pruebas automatizadas	> 90%
Efectividad de revisiones	Defectos encontrados en revisiones vs. pruebas	> 60% en revisiones
Tiempo de resolución de defectos	Tiempo promedio para resolver problemas identificados	< 5 días laborables
Eficacia de acciones correctivas	Tasa de reincidencia de problemas	< 5%

6.7. Mejora Continua

Implementaremos un proceso estructurado de mejora continua que incluye:

- Reuniones semanales de revisión de calidad para analizar métricas y tendencias
- Sistema de registro y gestión de lecciones aprendidas
- Programa de sugerencias para mejoras de procesos y producto
- Revisiones post-fase para identificar oportunidades de optimización
- Auditorías periódicas de procesos y resultados

Este enfoque integral garantizará que tanto el producto como los procesos evolucionen constantemente para alcanzar niveles superiores de calidad y eficiencia, alineados con nuestra filosofía de excelencia y compromiso con los usuarios finales.

7. Gestión de Cambios

La gestión de cambios en el proyecto del robot humanoide asistencial se establece como un proceso estructurado y sistemático, reconociendo que en un proyecto de esta complejidad e innovación tecnológica, los cambios son inevitables y pueden surgir por múltiples factores: avances tecnológicos, retroalimentación de usuarios, requisitos regulatorios emergentes o desafíos técnicos imprevistos.

Nuestro enfoque se fundamenta en tres principios:

1. **Control riguroso:** Todos los cambios deben ser evaluados formalmente para entender su impacto antes de su aprobación.
2. **Flexibilidad estratégica:** Mantener la capacidad de incorporar mejoras que agreguen valor significativo al producto.
3. **Trazabilidad completa:** Documentar exhaustivamente todos los cambios para mantener la integridad del proyecto.

7.1. Roles y Responsabilidades

El Comité de Control de Cambios (en adelante, «CoC») constituirá el órgano principal para la evaluación y aprobación de cambios en el proyecto. Su composición multidisciplinar incluirá al Director del Proyecto como presidente, junto con representantes de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Software, el Responsable de Calidad, un Representante de Certificación Regulatoria, el Responsable Financiero y, según la naturaleza de los cambios evaluados, el Líder de Marketing y Experiencia de Usuario.

Este comité se reunirá con una frecuencia semanal para revisar las solicitudes pendientes, permitiendo una respuesta ágil ante cambios urgentes. Adicionalmente, mantendrá reuniones quincenales de carácter estratégico para evaluar el impacto acumulado de los cambios aprobados sobre las líneas base del proyecto, garantizando que la sumatoria de cambios individuales no comprometa los objetivos globales.

El resto de responsabilidades del proceso serán asignadas al resto de participantes en el mismo, como se muestra en la [Tabla 8](#).

Tabla 8: Responsabilidades específicas del control de cambios

Rol	Responsabilidades
Solicitante del cambio	Documentar detalladamente el cambio propuesto y justificación
Director del Proyecto	Evaluación preliminar, clasificación del impacto y convocatoria del CCB
Expertos técnicos	Análisis de viabilidad técnica e impacto en subsistemas
Responsable de Calidad	Evaluación del impacto en requisitos y estándares de calidad
Responsable Financiero	Análisis de impacto presupuestario
PMO	Registro, seguimiento y comunicación de cambios aprobados

7.2. Proceso de Gestión de Cambios

El proceso completo de gestión de cambios seguirá un flujo en cinco etapas: Solicitud del Cambio, Registro y Clasificación, Evaluación de Impacto, Toma de Decisiones, e Implementación y Seguimiento.

7.2.1. Solicitud de Cambio

Cualquier miembro del equipo, stakeholder o resultado de pruebas puede originar una solicitud de cambio cuando identifique una necesidad de modificación en el alcance, cronograma, presupuesto o cualquier otro aspecto del proyecto. Cada solicitud se documentará formalmente mediante el Formulario de Solicitud de Cambio (FSC), donde el solicitante debe proporcionar una descripción detallada del cambio propuesto, la justificación técnica o comercial que lo respalda, los beneficios esperados de su implementación y el nivel de urgencia para su consideración.

7.2.2. Registro y Clasificación

Una vez recibida la solicitud, la Oficina de Gestión de Proyectos (PMO) la registrará en el Sistema de Gestión de Cambios, asignándole un identificador único que permitirá su seguimiento a lo largo de todo el proceso. Posteriormente, el Director del Proyecto realizará una evaluación preliminar y clasificará el cambio según su impacto potencial en cuatro posibles niveles.

- **Nivel 1** (Menor): Sin impacto significativo en alcance, cronograma o presupuesto (<1%)
- **Nivel 2** (Moderado): Impacto limitado (1-5% en cronograma o presupuesto)
- **Nivel 3** (Mayor): Impacto significativo (5-10% en cronograma o presupuesto, o cambios funcionales notables)

- **Nivel 4** (Crítico): Impacto sustancial (>10% en cronograma o presupuesto, o cambios en objetivos del proyecto)

7.2.3. Evaluación de Impacto

Para cada solicitud se realizará un análisis integral que evaluará su repercusión en múltiples dimensiones del proyecto. Se analizará el impacto en el alcance y los requisitos tanto funcionales como no funcionales, determinando si el cambio modifica las características esenciales del producto. Se evaluará cómo afecta al cronograma, con especial atención a las actividades en la ruta crítica que podrían retrasar la finalización del proyecto. Se cuantificará el impacto presupuestario, considerando no solo los costes directos de implementación sino también sus efectos en el flujo de caja. Se valorarán las necesidades adicionales de recursos humanos y tecnológicos para implementar el cambio. Igualmente importante será la evaluación del impacto en la calidad del producto y su capacidad para cumplir con los estándares establecidos. Se identificarán riesgos nuevos o modificados derivados del cambio propuesto. Finalmente, se analizarán las implicaciones en contratos con proveedores y socios, determinando si requieren renegociación o modificación.

7.2.4. Toma de Decisiones

El proceso de aprobación seguirá una escalada según el nivel de impacto del cambio. Los cambios de Nivel 1 pueden ser aprobados directamente por el Director del Proyecto, agilizando la implementación de modificaciones menores. Los cambios de Nivel 2 y 3 requieren una evaluación completa y aprobación por parte del Comité de Control de Cambios, garantizando que todas las perspectivas relevantes sean consideradas. Para los cambios de Nivel 4, dado su impacto sustancial en los parámetros fundamentales del proyecto, se requerirá además la aprobación del Comité Ejecutivo de la compañía, asegurando la alineación con la estrategia corporativa.

La toma de decisiones se basará en criterios objetivos que incluirán la alineación del cambio propuesto con los objetivos estratégicos del proyecto, un riguroso análisis coste-beneficio que justifique la inversión adicional, la evaluación de su impacto en la calidad y funcionalidad del producto final, sus consecuencias para la obtención de certificaciones regulatorias necesarias, y un análisis realista de la viabilidad técnica y disponibilidad de recursos para su implementación.

7.2.5. Implementación y Seguimiento

Para los cambios aprobados, se pondrá en marcha un proceso estructurado de implementación que comenzará con la actualización formal de las líneas base afectadas, ya sea en alcance, cronograma o presupuesto. Se modificará toda la documentación técnica relevante para reflejar las nuevas especificaciones o requisitos. Se asignarán los recursos necesarios, tanto humanos como materiales, para ejecutar el cambio correctamente. Durante la implementación se realizará un seguimiento específico, más intensivo que el seguimiento regular del proyecto, para verificar que la ejecución del cambio progresiona según lo previsto. Una vez completada la implementación, se realizará una verificación formal de los resultados para confirmar que se han alcanzado los objetivos esperados del cambio y que no ha generado efectos colaterales no deseados.

7.3. Documentación de Cambios

Toda solicitud de cambio generará la siguiente documentación:

- **Formulario de Solicitud de Cambio:** Registro inicial con descripción y justificación
- **Informe de Análisis de Impacto:** Evaluación detallada por áreas afectadas
- **Acta de Decisión:** Documento formal con la resolución tomada y firmas correspondientes
- **Orden de Cambio:** Instrucciones específicas para implementación si es aprobado
- **Informe de Cierre de Cambio:** Verificación de implementación y resultados obtenidos

Toda esta documentación será almacenada en el sistema de gestión documental del proyecto, vinculada al cambio específico mediante su identificador único, y permanecerá accesible para auditoría y consulta durante todo el ciclo de vida del proyecto y tras su finalización.

7.4. Métricas de Gestión de Cambios

Para evaluar el proceso de la Gestión de Cambios, el CoC usará las métricas descritas en la [Tabla 9](#).

Tabla 9: Métricas de la Gestión de Cambios

Métrica	Objetivo
Tiempo medio de evaluación de cambios	< 5 días laborables
% de cambios aprobados vs. solicitados	< 60%
Desviación acumulada por cambios (presupuesto)	< 7% del presupuesto original
Desviación acumulada por cambios (cronograma)	< 10% del cronograma original
% de cambios originados por defectos internos	Tendencia decreciente

7.5. Comunicación de los Cambios

La comunicación efectiva de los cambios aprobados constituye un elemento esencial para mantener la alineación y compromiso de todos los stakeholders. Implementaremos un protocolo de comunicación escalonado según el impacto del cambio.

Los cambios de Nivel 1, dado su impacto limitado, serán comunicados en las reuniones semanales del equipo y quedarán registrados en los informes mensuales de progreso, asegurando la visibilidad sin generar ruido innecesario.

Para los cambios de Nivel 2, además de lo anterior, se realizará una comunicación directa a los equipos específicamente afectados por la modificación, garantizando que comprendan las implicaciones para su trabajo.

Los cambios de Nivel 3, con un impacto significativo, requieren una comunicación más amplia. Se elaborará un comunicado específico dirigido a todos los stakeholders internos y externos relevantes, explicando la naturaleza del cambio, su justificación y las consecuencias previstas.

Finalmente, los cambios de Nivel 4, por su impacto crítico, serán objeto de una comunicación formal extensa dirigida a todos los stakeholders del proyecto, incluyendo un reporte de impacto detallado que explique las modificaciones en los parámetros fundamentales del proyecto y las medidas adoptadas para gestionar sus consecuencias.

Con periodicidad mensual, el Director del Proyecto preparará un informe consolidado de todos los cambios aprobados e implementados durante ese período, que se integrará en el informe general de estado del proyecto, proporcionando así una visión completa de la evolución y adaptaciones realizadas.

7.6. Revisiones periódicas de la gestión de cambios

Trimestralmente, el Comité de Control de Cambios realizará una evaluación exhaustiva del funcionamiento del proceso de gestión de cambios, analizando su eficacia y oportunidades de mejora. Durante estas sesiones, se analizarán las tendencias en las solicitudes de cambio presentadas, identificando patrones que puedan revelar causas raíz sistémicas que merezcan atención especial. Se evaluarán los procesos y herramientas utilizados para la gestión de cambios, buscando oportunidades de mejora en eficiencia y efectividad.

Un aspecto crítico de estas revisiones será la evaluación del impacto acumulado de los cambios aprobados sobre los objetivos originales del proyecto, asegurando que la dirección general sigue siendo la adecuada a pesar de las modificaciones implementadas. Si fuera necesario, se ajustarán los umbrales de aprobación o procedimientos para adaptarse a la fase actual del proyecto y las lecciones aprendidas.

Esta revisión periódica garantizará que el proceso mantiene el equilibrio adecuado entre el control riguroso necesario para preservar la integridad del proyecto y la flexibilidad estratégica imprescindible para un proyecto de innovación tecnológica complejo, permitiendo su adaptación a un entorno dinámico sin comprometer sus objetivos fundamentales.

8. Comunicaciones

La comunicación dentro del proyecto se divide en dos grandes grupos: comunicación interna, aquella realizada entre los empleados de la compañía asociados al mismo, y con el objetivo de coordinar el desarrollo y la toma de decisiones; y comunicación externa, entre la empresa y los agentes externos (clientes y otros *stakeholders*).

8.1. Estrategia de comunicación interna

La comunicación interna se realizará a diferentes niveles jerárquicos.

Dentro de los equipos, se realizarán reuniones diarias, o *dailies*, lideradas por el jefe de equipo. Éstas reuniones serán cortas, y se centrarán en resolver posibles bloqueos con los que se encuentren los miembros del equipo, y en repartir la carga de trabajo. Los miembros del equipo también podrán comunicarse directamente con su jefe de equipo para cualquier otro tipo de consultas o ideas que sean pertinentes.

A nivel de dirección, se realizarán reuniones periódicas para evaluar el estado del proyecto y realizar la toma de decisiones estratégicas. Como se comentó en la [Sección 3](#), inicialmente la organización contará con una estructura más simple, por lo que a éstas reuniones asistirán tanto los jefes de equipo como los jefes departamentales y resto de directores. Dado que en las primeras fases de desarrollo la flexibilidad y adaptabilidad es un factor clave, la frecuencia de éstas reuniones será semanal. Conforme la estructura de la empresa crezca, será necesario añadir otro nivel, quedando reuniones mensuales para la alta dirección y reuniones semanales para evaluar el estado de los distintos proyectos llevados a cabo.

Un caso especial es aquel de las finanzas de la organización, sobre las cuales hay que llevar un control trimestral. Por lo tanto, los responsables de los centros de costes, inversión, e ingresos deberán reunirse para evaluar el estado financiero de la compañía e informar de los resultados al centro de beneficios para ayudar en la toma de decisiones.

También se contemplan reuniones extraordinarias y puntuales convocadas por la dirección a las que podrán asistir todos los miembros de la organización para comunicar hitos importantes dentro de la misma.

8.2. Estrategia de comunicación externa

La comunicación externa será realizada con varios objetivos.

La primera será informar de actualizaciones sobre el progreso del proyecto y del estado de la organización a los clientes y demás *stakeholders*, y se realizarán usando medios de difusión como correo electrónico, con una frecuencia trimestral. Ésto también incluirá novedades puntuales en el proyecto, también se usará para obtener *feedback*, y correrá a cargo de la dirección.

La segunda tendrá que ver con posibles alertas u otras comunicaciones legales que sean requeridas en situaciones puntuales de emergencia. La difusión se realizará tanto por medios como correo electrónico como por redes sociales, y será responsabilidad de operaciones.

El soporte al cliente se realizará a través de correo electrónico y correrá a cargo del centro de atención al cliente.

Por último, la comunicación de tipo comercial será manejada por el equipo de marketing y ventas.

9. Aprobación del Plan de Proyecto

Conforme a lo dispuesto en el presente documento, se aprueba el proyecto para la creación de *Humatek*, en Leganés, a 16 de Mayo de 2025.